

S. GÜNEN, 2010



T.C.  
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEPEKÖY VE ÇINARLI (NİĞDE, ORTA ANADOLU)  
VOLKANİTLERİNİN MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL VE  
PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERHAN GÜNEN

NİĞDE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2010



T.C.  
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEPEKÖY VE ÇINARLI (NİĞDE, ORTA ANADOLU) VOLKANİTLERİNİN  
MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ

SERHAN GÜNEN

Yüksek Lisans Tezi

Danışman  
Doç. Dr. Faruk AYDIN

Eylül 2010

Serhan GÜNEN tarafından Doç. Dr. Faruk AYDIN danışmanlığında hazırlanan “Tepeköy ve Çınarlı (Niğde, Orta Anadolu) Volkanitlerinin Mineralojik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özellikleri” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

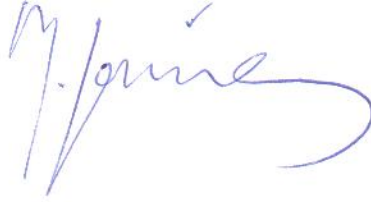
Başkan : Doç. Dr. Faruk AYDIN, Niğde Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Orhan KARSLI, Gümüşhane Üniversitesi



Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa SÖNMEZ, Niğde Üniversitesi



**ONAY:**

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ....../...../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun ....../...../20.... tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../2010

**Doç. Dr. Nurettin ACIR**  
**MÜDÜR**

## ÖZET

### TEPEKÖY VE ÇINARLI (NİĞDE, ORTA ANADOLU) VOLKANİTLERİNİN MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ

GÜNEN, Serhan

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Faruk AYDIN

Eylül 2010, 98 sayfa

Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin (OAVP) güneyinde, Niğde ili kuzeyinde yer alan Tepeköy ve Çınarlı volkanik kayalar jeolojik ve volkanostratigrafik özellikleri ile kimyasal bileşimlerine göre üç ana gruba ayrılabilirler. Bunlar yaşlıdan gence doğru piroklastik çökeller, andezitler ve bazaltlardır. Bu volkanik kayalar orta-yüksek potasyum içerikli olup, kalk-alkalen karakterlidirler. Andezitik kayaların kristallenme derecesi yüksek olup, Plag + Opx + Cpx + Fe-Ti oksit + Bio ± Amph minerallerinden oluşan geniş bir fenokristal içeriğine sahiptirler. Andezitler, dengeli mineral dokuları yanında, zonlu plajiyoklas ve piroksenler, kenarları kısmen veya tamamen opasitleşmiş amfibol ve biyotitler de içerirler. Diğer taraftan bazaltik kayalar arazide küçük hacimde yüzeylemeler gösterirler, düşük fenokristal içeriğine sahiptirler ve Ol + Cpx ± Opx + Plag + Fe-Ti oksitlerden oluşan dengeli mineral birlikteliği sunarlar.

Andezitik kayaların ana ve iz element değişim diyagramları ve ilksel mantoya göre normalleştirilmesiyle elde edilen değişim modelleri, HFSE (Zr, Hf, Y) ve HREE'lere göre, önemli LILE (K, Rb, Th, U) ve LREE zenginleşmesi gösterirler. Aynı zamanda bu kayalar yitim ilişkili volkanik karakteri yansıtan negatif Nb, Ta, P ve Ti anomalileri sunarlar. Bazaltik kayaların değişim modelleri, kalk-alkalenlerle bazı farklılıklar göstermesine rağmen, aktif kıtasal kenarlarda meydana gelen yitim ilişkili alkalin kayaların modellemeleriyle oldukça benzerdir. Ancak bu benzerliklere rağmen, bazaltik kayaların LREE'den HREE'ye kadar çok daha fazla zenginleşme gösterdikleri dikkat çekicidir.

Andezitik kayaların yüksek oranda iri kristaller içermesi, zonlanma ve opasitleşme gösteren mafik minerallerin göstermeyenlerle birliktelik sunması, açık bir şekilde, bu kayaların sığ magma odalarında açık sistem proseslerine ve magma karışım olaylarına maruz kaldıklarını göstermektedir. Diğer taraftan, bazaltik kayaların dengeli mineral birlikteliği, düşük kristallenme derecesi ve jeokimyasal özellikleri bu kayaların kapalı bir sistemde farklılaşmayla meydana geldiklerini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Mineral kimyası, jeokimya, volkanik kayaç, andezit, bazalt, Tepeköy, Çınarlı.

## SUMMARY

### MINERALOGICAL, GEOCHEMICAL AND PETROLOGICAL CHARACTERISTICS OF TEPEKÖY AND ÇINARLI (NİĞDE, ORTA ANADOLU) VOLKANITES

GÜNEN, Serhan

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor : Assistant Professor Dr. Faruk AYDIN

September 2010, 98 pages

Tepeköy and Çınarlı volcanic rocks from the north of Niğde city, located in the south of the Central Anatolian Volcanic Province (CAVP), can be divided into three main groups based on geological and volcanostratigraphical characteristics, and chemical composition of the rocks. These are pyroclastic rocks, andesites and basalts from old to young. These volcanic rocks have medium- to high-K calc-alkaline character. They contain high phenocryst contents and extensive phenocryst assemblages of Plag + Opx + Cpx + Fe-Ti oxides + Bio ± Amph. In addition to some equilibrium-crystals, andesites show diverse disequilibrium textures such as zoned plagioclases and pyroxenes, and partly or entirely reacting amphiboles and biotites. However, the basaltic rocks comprise small volumes of alkaline basalts showing low phenocryst contents and equilibrated phenocrysts of Ol + Cpx + Plag and Fe-Ti oxides.

Based on the major and trace element variation diagrams and the primitive mantle-normalized trace element patterns, andesitic rocks have shown significant enrichment in LILE (K, Rb, Th, U) and LREE relative to HFSE (Zr, Hf, Y) and HREE with negative Nb, Ta, P and Ti anomalies, suggesting subduction-related volcanic affinity. Although there are some differences in the calc-alkaline samples, the patterns of the basaltic rocks are closely similar to those of subduction-related alkaline magmas in the active continental margin. Although similarities in these volcanic rocks, it is noticed that the basaltic samples are much more enriched with LREE, MREE and HREE.

The highly porphyritic nature, the coexistence of zoning and unzoning plagioclases, and the presence of mafic minerals with and without reaction rims in the andesitic rocks clearly suggest that the open-system modifications and magma mixing/mingling processes might have been active in shallow-level magma chambers. On the other hand, the equilibrium mineral assemblages, weakly porphyritic nature, and the geochemical of the basaltic rocks may indicate that their magmas have been crystallized by fractional crystallization in a closed-magma chamber.

Keywords: Mineral chemistry, geochemistry, volcanic rock, andesite, basalt, Tepeköy, Çınarlı.

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tepeköy ve Çınarlı (Niğde) çevresinde yüzeyleyen volkanik kayalar konu alan bu çalışma, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

“Tepeköy ve Çınarlı (Niğde, Orta Anadolu) Volkanitlerinin Mineralojik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özellikleri” isimli bu çalışmayı bana öneren ve beni yönlendiren, maddî ve manevî desteklerini esirgemeyen, saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. Faruk AYDIN'a içtenlikle teşekkür ederim. Aynı zamanda 108Y003 nolu proje kapsamında bu çalışmaya maddî destek sağlayan TÜBİTAK'a şükranlarımı sunarım.

Mikrokimyasal analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen ve çalışmayı destekleyen Sayın Prof. Dr. Wolfgang SIEBEL'e ve Tübingen Üniversitesi (Almanya) çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, başta değerli hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa SÖNMEZ'e, Prof. Dr. R. Kadir DİRİK'e ve katkılarından dolayı Doç. Dr. Orhan KARSLI'ya teşekkürü borç bilirim.

Bu çalışmanın özellikle arazi ve laboratuvar aşamasında benimle tüm zorlukları paylaşan Jeoloji Mühendisi Hilal YILMAZ'a ve tüm çalışmalarım boyunca desteklerini benden esirgemeyen arkadaşlarım Fatih Şahin ve Serkan Gün'e içtenlikle teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca beni sabırla ve maddî manevî destekleyen ailemin tüm fertlerine ve çok değerli nişanlım Hülya KENTMENOĞLU'na müteşekkirim.

Serhan GÜNEN  
Niğde, 2010

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	I
SUMMARY .....	II
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	III
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	X
<b>BÖLÜM I. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>1</b>
1.1. Orta Anadolu Volkanik Provensi ve Jeotektonik Konumu.....	1
1.2. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin Jeomorfolojik ve Coğrafik Özellikleri....	2
1.3. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin Jeolojisi ve Stratigrafisi.....	3
1.3.1. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin çevresindeki litolojik birimler.....	4
1.3.2. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin içindeki litolojik birimler .....	6
1.3.2.1. Neojen öncesi temel kayalar .....	6
1.3.2.2. Neo-Kuvaterner yaşlı volkanik kayalar.....	7
1.3.2.3. Genç örtü birimleri.....	12
1.4. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin Tektonik Yapısı ve Özellikleri.....	13
1.4.1. Tuz Gölü Fayı.....	14
1.4.2. Ecemiş Fayı (Orta Anadolu Fay Zonu).....	14
1.4.3. Diğer faylar ve tektonik unsurlar.....	15
1.5. Öncel Çalışmalar.....	17
1.6. Çalışmanın Amacı.....	18
<b>BÖLÜM II. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>19</b>
2.1. Materyal ve Yöntemler.....	19
2.1.1. Arazi çalışması.....	19
2.1.1.1. Jeolojik harita ve kesitlerin hazırlanması.....	19
2.1.1.2. Petrografik ve jeokimyasal amaçlı örnek alımı.....	20
2.1.2. Laboratuvar çalışması.....	21
2.1.2.1. İnce ve parlatılmış ince kesitlerin hazırlanması.....	21
2.1.2.2. Örneklerin jeokimyasal analize hazırlanması.....	22
2.1.3. Büro çalışması.....	22

<b>BÖLÜM III. BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	24
3.1. Giriş.....	24
3.2. İnceleme Alanının Yeri ve Coğrafik Özellikleri.....	24
3.3. İnceleme Alanının Jeolojisi ve Volkanostratigrafisi.....	26
3.4. Tepeköy ve Çınarlı Volkanitlerinin Petrografisi ve Mineralojisi.....	35
3.5. Tepeköy ve Çınarlı Volkanitlerinin Jeokimyası, Petrolojisi ve Tektonik Ortamı.....	42
3.6. Tepeköy ve Çınarlı Volkanitlerinin Mineral Kimyası ve Oluşum Şartları.....	58
<b>BÖLÜM IV. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	64
<b>KAYNAKLAR.....</b>	67
<b>EKLER.....</b>	74
Ek Şekil 1. Tepeköy ve Çınarlı Volkanik Komplekslerinin Jeoloji Haritası.....	75
Ek Şekil 2. Tepeköy ve Çınarlı Volkanik Komplekslerinin Örnek Alım Haritası.....	76
Ek Şekil 3. Tepeköy ve Çınarlı Volkanik Komplekslerinin Stratigrafik Dikme Kesiti.....	77
Ek Şekil 4. Tepeköy ve Çınarlı Volkanik Komplekslerinin Jeolojik Enine Kesitleri.....	78
Ek Çizelge 1. Tepeköy Volkanitlerinin Genel Petrografik ve Mineralojik Özellikleri.....	79
Ek Çizelge 2. Çınarlı Volkanitlerinin Genel Petrografik ve Mineralojik Özellikleri.....	80
Ek Çizelge 3. Tepeköy Volkanitlerinin Tüm Kayaç Analiz Sonuçları.....	81
Ek Çizelge 4. Çınarlı Volkanitlerinin Tüm Kayaç Analiz Sonuçları.....	84
Ek Çizelge 5. Tepeköy ve Çınarlı Volkanik Komplekslerindeki Farklı Kayaç Türleri ve Mineral Birliktelikleri.....	87
Ek Çizelge 6. Tepeköy Volkanitleri'ndeki Minerallerin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	88
Ek Çizelge 7. Çınarlı Volkanitleri'ndeki Minerallerin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	93

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1	Kapadokya Volkanik Bölgesi'ndeki Polijenetik ve Monojenetik Volkanların Genel Karakteristik Özellikleri.....	8
-------------	---	---

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Türkiye'nin Neojen-Kuvaterner yaşlı genç volkanitlerini ve neotektonik yapılarını gösterir basitleştirilmiş volkano-tektonik haritası.....	2
Şekil 1.2	Orta Anadolu Volkanik Provensi'ni ve çevresindeki litolojik birimleri gösterir basitleştirilmiş jeolojik harita.....	6
Şekil 1.3	Orta Anadolu Volkanik Provensi'ndeki (OAVP) Neojen-Kuvaterner yaşlı genç volkanitleri ve neotektonik yapıları gösterir basitleştirilmiş volkano-tektonik harita.....	9
Şekil 1.4	Kapadokya Bölgesi'ndeki Neojen yaşlı volkaniklastik ve ignimbiritik birimleri, Kuvaterner yaşlı genç stratovolkanları ve ana tektonik unsurları gösterir basitleştirilmiş jeolojik harita.....	10
Şekil 3.1	Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	25
Şekil 3.2	İnceleme alanı ve yakın çevresindeki Neojen-Kuvaterner yaşlı farklı volkanik ve volkaniklastik birimleri ve ana tektonik unsurları gösterir basitleştirilmiş jeolojik harita.....	27
Şekil 3.3	Çiftlik Havzası ve arka planda bulunan çok bacalı Çınarlı Stratovolkanı'nın genel görünümü.....	29
Şekil 3.4	Hacıabdullah Vadisi'nde gözlenen ÇVK'nin volkanik istifine ait genel bir görünüm.....	29
Şekil 3.5	Çatak Tepe'den Tepeköy Kalderası'nın genel görünümü.....	30
Şekil 3.6	Tepeköy'ün yaklaşık 2km kuzeyinde Madala Tepe civarında gözlenen volkanik istifin genel görünümü.....	30
Şekil 3.7	Dazlak ve Güresen Tepe civarındaki piroklastik çökeller (tüf ve breş) ile bunlar üzerine gelen bazaltların genel görünümü.....	31
Şekil 3.8	Güresen Tepe'deki bazalt ve çevredeki piroklastik çökellerin dokanağının yakından görünümü.....	31
Şekil 3.9	Tekneçukuru Tepesi'nin yaklaşık 500m batısındaki andezitlerde gözlenen düzlemsel yapılar.....	32
Şekil 3.10	Boğataş Tepe'nin yaklaşık 500m güneydoğusundaki andezitik kayalarda gözlenen koyu renkli, ince taneli, dairesel ve elipsoidal şekilli magmatik anklavlar.....	32

Şekil 3.11	Boğataş Tepe'nin yaklaşık 500m güneydoğusundaki andezitik kayalarda gözlenen dairesel şekilli, iç-içe geçmiş iki bölgeden oluşan ve düzensiz şekilli magmatik anklavlar.....	33
Şekil 3.12	Dairesel şekilli, iç-içe geçmiş iki bölgeden oluşan magmatik anklavın yakından görünümü.....	33
Şekil 3.13.a	Tepeköy volkanitlerine ait bazalt ve bazaltik andezitlerdeki mineral parajenezinin ve hipokristalin porfirik, trakitik ve hyalo-mikrolitik porfirik dokuların ince kesitte görünüşleri.....	36
Şekil 3.13.b	Tepeköy volkanitlerine ait andezitlerde mineral parajenezinin ve hyalo-mikrolitik porfirik ile flüidal, trakitik ve elek (sieve) dokularının ince kesitte görünüşleri.....	37
Şekil 3.13.c	Tepeköy volkanitlerine ait andezitik kayalardaki magmatik anklavların mineral parajenezlerinin ve holokristalin-porfirik dokuların ince kesitte görünüşleri.....	38
Şekil 3.14.a	Çınarlı volkanitlerine ait bazaltik andezitlerdeki mineral parajenezinin ve hyalo-mikrolitik porfirik dokunun ince kesitte görünüşleri.....	39
Şekil 3.14.b	Çınarlı volkanitlerine ait andezitlerde mineral parajenezinin ve hyalo-mikrolitik porfirik ile glomeroporfirik, zonlu, elek (sieve) ve reaksiyon dokularının ince kesitte görünüşleri.....	40
Şekil 3.14.c	Çınarlı volkanitlerine ait andezitik kayalardaki magmatik anklavların mineral parajenezlerinin ve holokristalin-subofitik dokuların ince kesitte görünüşleri.....	41
Şekil 3.15	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin Toplam Alkali-Silika (TAS) diyagramına göre adlandırılması.....	43
Şekil 3.16	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin Nb/Y-Zr/TiO <sub>2</sub> sınıflaması.....	44
Şekil 3.17	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin SiO <sub>2</sub> -K <sub>2</sub> O diyagramı.....	45
Şekil 3.18	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin FeO*/MgO-SiO <sub>2</sub> diyagramı.....	46
Şekil 3.19	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin ana element değişim (Harker) diyagramı.....	48
Şekil 3.20	Çınarlı volkanitlerinin ana oksit (Harker) değişim diyagramı.....	49
Şekil 3.21	Tepeköy volkanitlerinin iz element (Harker) değişim diyagramı.....	50
Şekil 3.22	Çınarlı volkanitlerinin iz element (Harker) değişim diyagramı.....	51

Şekil 3.23	Tepeköy volkanitlerinin ilksel mantoya göre normalleştirilmiş spider diyagramı.....	52
Şekil 3.24	Çınarlı volkanitlerinin ilksel mantoya göre normalleştirilmiş spider diyagramı.....	53
Şekil 3.25	Tepeköy volkanitlerinin ilksel mantoya göre normalleştirilmiş spider diyagramı.....	54
Şekil 3.26	Tepeköy volkanitlerinin ilksel mantoya göre normalleştirilmiş spider diyagramı.....	55
Şekil 3.27	Tepeköy ve Çınarlı mafik volkanik kayaç örneklerinin Th/Yb – Ta/Yb diyagramındaki konumları.....	57
Şekil 3.28	Tepeköy ve Çınarlı mafik volkanik kayaç örneklerinin Zr/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – TiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ve Ce/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> –Zr/TiO <sub>2</sub> tektonik ayırtman diyagramları.....	57
Şekil 3.29	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin olivin bileşimleri.....	60
Şekil 3.30	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki klinopiroksenlerin geleneksel Ca-Mg-Fe üçgen diyagramındaki bileşimleri.....	61
Şekil 3.31	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki ortopiroksenlerin geleneksel Ca-Mg-Fe üçgen diyagramındaki bileşimleri.....	62
Şekil 3.32	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki plajiyoklas minerallerinin An-Ab-Or üçgen sınıflama diyagramındaki bileşimleri.....	62
Şekil 3.33	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki Fe-Ti oksitlerin TiO <sub>2</sub> –FeO–Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ayırtman diyagramındaki bileşimleri.....	63
Şekil 3.34	Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki amfibollerin sınıflama diyagramındaki bileşimleri.....	63

## KISALTMA VE SİMGELER

KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
DAF	: Doğu Anadolu Fayı
EF	: Ecemiş Fayı
TGF	: Tuz Gölü Fayı
OAVP	: Orta Anadolu Volkanik Provensi
KVP	: Kapadokya Volkanik Provensi
BAVP	: Batı Anadolu Volkanik Provensi
GVP	: Galatya Volkanik Provensi
DAVP	: Doğu Anadolu Volkanik Provensi
KDAVP	: Kuzey Doğu Anadolu Volkanik Provensi
BSZ	: Bitlis Süturu Zonu
My	: Milyon Yıl
K-Ar	: Potasyum-Argon Yaşı
NFZ	: Niğde Fay Zonu
KF	: Keçikalesi Fayı
HF	: Hasandağı Fayı
KMF	: Keçiboyduran Melendiz Fayı
ÇTF	: Çınarlı-Tepeköy Fayı
DF	: Derinkuyu Fayı
OAFZ	: Orta Anadolu Fay Zonu
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
Mv	: Miyosen Volkanitleri
MPv	: Miyosen-Pliyosen Volkanitleri
Kv	: Kuvaterner Volkanitleri
Kç	: Kuvaterner Çökelleri
ÇVK	: Çınarlı Volkanik Kompleksi
TVK	: Tepeköy Volkanik Kompleksi
Pç	: Piroklastik Çökeller
Bba	: Bazalt/ Bazaltik Anklav
Gv	: Göllüdağ Volkanitleri
ÇN	: Çift Nikol

TN	: Tek Nikol
TAS	: Toplam Alkali-Silika
ppm	: Milyonda Bir
KAB	: Kalkalkalen Bazaltlar
AYT	: Adayayı Toleyitler
VYB	: Volkanik Yay Bazaltları
ŞO	: Şoşonit
OOSB	: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları
LİB	: Levha İçi Bazaltları
Ty	: Tolayitik
İM	: İlksel Manto
LİZ	: Levha İçi Zenginleşme
YZZ	: Yitim Zonu Zenginleşmesi
KK	: Kıtasal Kirlenme
LOI	: Ateşte su kaybı (Loss on Ignition)

## BÖLÜM I. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Orta Anadolu Volkanik Provensi ve Jeotektonik Konumu

Alp-Himalaya orojenik kuşağı içinde yer alan Orta Anadolu Volkanik Kompleksi ve inceleme alanı, Mesozoyik ve Erken-Orta Tersiyer sürecinde K-G yönlü değişik konverjan rejimler altında birçok volkano-tektonik gelişmeye sahne olmuştur. “Paleotektonik Dönem” olarak bilinen bu dönem Orta Miyosen’de sonlanmış ve çeşitli kayaç birlikteliklerinden oluşan karmaşık bir yapıyı beraberinde getirmiştir [1]. Bu kayaç birliktelikleri [2] tarafından 4 ana tektonik kuşakta gruplanmıştır: Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları (Şekil 1). Türkiye’nin doğu-batı yönünde uzanan bu kuşaklar farklı jeolojik gelişimler gösteren farklı stratigrafik serilerle karakterize edilir. Arap plakası ile Anadolu Plakası arasında açılan okyanus Üst Kretase’den itibaren kuzeye eğimli bir yitim zonuyla kapanmaya başlamıştır. Bu iki levha arasındaki nihayi çarpışma Orta Miyosen’de gerçekleşmiştir. “Neotektonik Dönem” olarak isimlendirilen bu tektonik dönem, daha önceden oluşmuş kayaç birliklerini etkilemiş ve bölgede yeni volkanik ve tektonik yapılar oluşturmuştur [3]. Yeni tektonik rejimin en belirgin ürünü, farklı kayaç kütlelerini içeren ve batıya doğru hareket etmiş olan “Anadolu Bloğu” oluşturur [4]. Kuzeyde, Kuzey Anadolu Fayı (KAF), doğu ve güneydoğuda Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile sınırlanmış olan Anadolu Bloğu, yani Anatolidler, Doğu Anadolu ve Pontidler’de meydana gelen farklı zamanlı sıkışmalı ve gerilmeli rejimlerden de etkilenmiştir [4, 5]. Batı Anadolu’daki Ege Grabeni, Orta Anadolu’daki Ecemiş Fayı (EF) ve Tuzgözü Fayı (TF) bu yeni rejimin bir diğer neotektonik unsurlarıdır [5, 6, 7] (Şekil 1).

Anadolu’da meydana gelen Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanik aktivitelerin, neotektonik periyot sırasında oluşan tektonik olaylarla çok yakından kökensel ilişkisi vardır [8]; coğrafik olarak beş ana farklı volkanik bölge özellikle bu dönem içinde oluşmuştur. Bunlar, Doğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu, Orta Anadolu, Batı Anadolu ve Galatya volkanik bölgeleridir [9, 10] (Şekil 1). Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVP), ya da literatürde genellikle eş anlamlı olarak kullanılan Kapadokya Volkanik Provensi (KVP) [8, 9], Anatolid tektonik kuşağı içinde yer alan, KD-GB doğrultusunda uzanan, uzun eksenli 250-300km ve genişliği 20-50 km civarında olan (Şekil 1), iyi korunmuş çeşitli volkanik yapıları ve büyük hacimdeki volkanoklastik ürünleri



Orta Anadolu Bölgesi, yazları sıcak ve kurak, kışları yağışlı ve soğuk geçen karasal bir iklime sahiptir. Yılın ortalama yağış miktarı 3516 mm, en yüksek yağış miktarı günlük 52 mm, ortalama nispi nem %62 ve en düşük nem oranı %5' dir.

Bölgedeki yükseltelerin başında gelen Erciyes Dağı ve Hasan Dağı, kasım ve mayıs ayları arasında çoğunlukla karla kaplıdır. Bölgede en soğuk ay ocak en sıcak ay ise temmuzdur. Orta Anadolu Bölgesi'nde düz arazilerde genelde hububat, bakliyat, yem, sanayi bitkileri yetiştiriciliğinin yanı sıra hayvancılıkta yapılmaktadır.

Bölgedeki bitki örtüsü genelde zayıf olup, bozkır şeklindedir.

Bitki örtüsü Erciyes Dağı'nda yer yer stepler, Hasan Dağı'nda ise korular şeklinde görülmektedir. Orta Anadolu Bölgesi'nin en önemli akarsuyu Kızılırmak'tır; bunun dışında çok sayıda irili ufaklı sulu ve kuru dere mevcuttur.

### **1.3. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin Jeolojisi ve Stratigrafisi**

OAVP'nin temel ya da taban kayaları genel olarak Paleozoyik yaşlı Niğde ve Kırşehir masifleridir ve bu masifler özellikle metamorfik kayalardan oluşur. Ayrıca bu metamorfik kayalara eşlik eden Mesozoyik yaşlı granitoidik, ofiyolitik ve sedimanter kayalar bulunur. Bu birimler üzerine sırasıyla Paleosen, Eosen ve Oligosen yaşlı çökel kayalar ile Paleosen-Eosen yaşlı volkanik ve volkaniklastik kayalar gelir. Miyopliosen, ve Kuvaterner yaşlı volkanitler (stratovolkanların ve monojenetik konilerin ürünleri) ve yer yer bunlara eşlik eden volkanoklastik kayalar, kıtasal klastitler ve flüvyal çökeller bölgenin ve inceleme alanının yakın çevresinin en üst kayaç dizilimini oluşturur. Paleozoik'ten Kuvaterner'e kadar uzanan tüm bu litolojik birimlerin OAVP içindeki genel dağılımı ve volkanlar ile tektonik yapıların ilişkisi Şekil 1.2'de verilmiştir. Bu şekil içindeki kesikli çizgi ile gösterilen alan inceleme alanı ve batı kesimindeki diğer volkano-tektonik yapıları içermekte olup, inceleme alanı ile ilgili bölümde (Bölüm III) jeolojik ve stratigrafik özellikler daha ayrıntılı verilecektir.

OAVP'nin jeolojik ve stratigrafik özellikleri, aşağıda iki ana başlık altında sunulacaktır. Bunlar: Provensin çevresindeki ve içindeki litolojik birimlerdir.

### 1.3.1. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin Çevresindeki Litolojik Birimler

OAVP'nin büyük bir bölümü Anatolid tektonik kuşağının güneyi boyunca yerleşmiş olup, bu volkanik bölge altı farklı kayaç birliği (Şekil 1.3) tarafından sınırlanmıştır [17]. Bu birimler ve belirgin jeolojik ve tektonik özellikleri şu şekildedir.

#### a) Tuz Gölü Havzası

OAVP'nin batı sınırını belirleyen Tuzgölü Havzası, Orta Anadolu'nun karmaşık çöküntü sistemi içinde bir alt havzadır. Yay önü havza olarak Geç Kretase boyunca gelişmeye başlamıştır [18]. Bu havza, bölgesel uyumsuzluklarla belirlenmiş çeşitli ortamlara ait Geç Kretase–Miyosen serileriyle dolmuştur. Geç Kretase–Geç Pliyosen süresince bu havza, gölsel çökellerle dolan kıtasal havzanın oluşumuyla sonuçlanan neotektonik olaylara sebep olmuştur. Bu havza halen Türkiye Neotektoniği'nin önemli bir parçasıdır [18].

#### b) Sivas Havzası

OAVP'nin doğusunda yer alan Sivas Havzası, Türkiye'nin iki önemli tektonik kuşağı olan Anatolidler ve Pontidler arasında gelişmiştir. Sivas Havzası'nın oluşumu Neotetis'in kuzey kolunun kapanması ile açıklanmıştır [1, 3, 4]. Havza Eosen-Miyosen yaşlı karasal klastik çökeller ile temsil edilir [6, 17, 19, 20].

#### c) Ulukışla Havzası

OAVP'nin güneyinde yer alan ve bu provens ile doğrudan sınırı olmayan Ulukışla Havzası, Geç Kretase-Erken Tersiyer yaşlı yay volkanitlerinden ve bu volkanitler ile ara katlı bir filiş istifinden oluşur. Havza, Anatolitler ve Toridler arasında, kuzeye eğimli bir yitim kuşağında gelişmiştir [17, 21].

#### d) Toridler

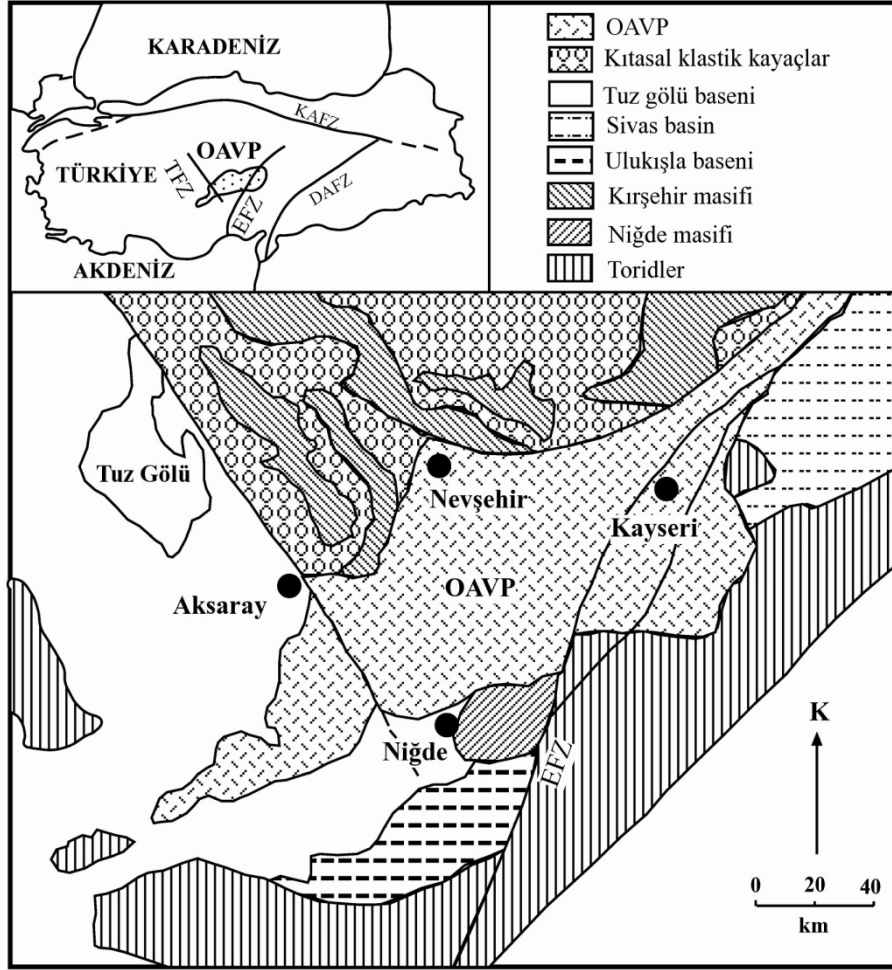
Doğu-Batı yönünde ve Anadolu'nun güneyi boyunca yüzeyleyen Toridler, Türkiye'nin en belirgin dört tektonik birliğinden birisidir. Bu birlik OAVP'nin güneydoğu sınırını belirler. Genelde Mesozoyik yaşlı karbonatlar ile temsil edilen Toridler farklı stratigrafik özelliklere sahip ve değişik yaşta birçok alt birime ayırılanmıştır [22, 23].

#### e) Kırşehir Masifi

Kırşehir Masifi "Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı" olarak adlandırılan temel birimin kuzey bölümünü oluşturmaktadır [8, 17]. Bu masif, Geç Kretase ofiyolitleri tarafından zerlenen Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalarından oluşmaktadır [17].

#### f) Niğde Masifi

Niğde Masifi "Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı" olarak adlandırılan temel birimin güney bölümünü oluşturur ve Kırşehir Masifi ile aynı litolojik karakteristiklere sahiptir. Ancak, Niğde Masifi'ndeki metamorfik kayaların yaşının Paleozoyik-Mesozoyik olduğu sanılmaktadır [17, 23, 24]. Radyometrik veriler, bu birimdeki yüksek-sıcaklık/düşük-basınç tipi metamorfik olayların Geç Kretase'de yer aldığını belirtmektedir [17, 23]. Eosen ve daha genç seriler, Niğde ve Kırşehir Masif'lerinin örtü kayalarını oluşturmaktadır.



**Şekil 1.2.** Orta Anadolu Volkanik Provensi'ni ve çevresindeki litolojik birimleri gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita [17].

### 1.3.2. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin İçindeki Litolojik Birimler

OAVP içinde bulunan litolojik birimler, oluşum yaşları göz önüne alınarak üç ana başlık altında toplanmıştır. Bu birimler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

#### 1.3.2.1. Neojen Öncesi Temel Kayaçlar

Temel kayaçlar, bölgedeki Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanik ve volkaniklastik kayaçların tabanında yer alan kaya topluluklarının tümüne verilen addır. Kaya türü özellikleri ve yaşları göz önüne alınarak, temel kayaçlar, Neojen öncesi yaşlı kristalin kompleksler ve Kretase-Eosen klastitleri şeklinde iki gruba ayrılmıştır [8].

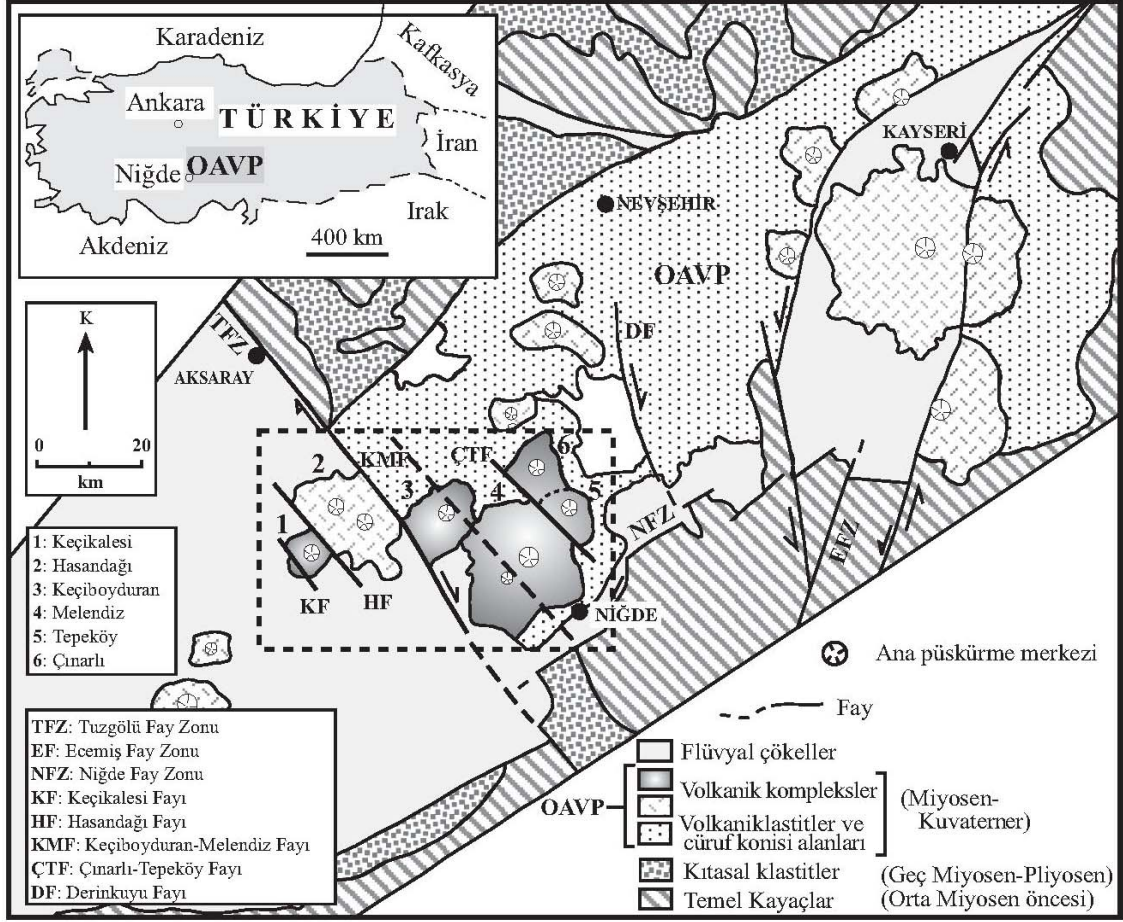
### **1.3.2.2. Neo-Kuvaterner Yaşlı Volkanik Kayaçlar**

OAVP içinde yaklaşık 19 adet polijenetik (özellikle stratovolkanlar) ve 800 adet monojenetik (dom, maar, cüruf konisi vs.) volkan mevcuttur [9]. OAVP sınırları içinde kalan önemli polijenetik ve monojenetik volkanlar ile inceleme konusu Tepeköy ve Çınarlı volkanlarına ait genel karakteristik özellikler Çizelge 1.1. ve Şekil 1.3'de verilmiştir.

Bunların çoğu stratovolkan, kısmen de kaldera özelliği kazanmış volkanik yapılar iken, diğerleri dom, maar ve cüruf konisi şeklinde monojenetik volkanlardır. Aynı zamanda OAVP içinde, benzer yaşlı volkanoklastik kayaçlar ile ignimbritler oldukça dikkat çekici yapılar ve geniş yayımlı yüzlekler sunarlar (Şekil 1.4). İgnimbritlerin kaynağı olarak özellikle Kapadokya Bölgesi gösterilmekte ve bunların çıkış merkezlerinin Hasandağı, Erciyes ve Derinkuyu yöreleri olduğu ifade edilmektedir (Şekil 1.4).

**Çizelge 1.1.** Kapadokya Volkanik Bölgesi'ndeki polijenetik ve monojenetik volkanların genel karakteristik özellikleri [9, 17].

No	Ad	Radyometrik Yaş Bulguları			Jeokronolojik Yaş	Form	Hacim (Km)	Litoloji
		Yaş (My)	Metot	Referans				
1	Karacadağ	-	-	-	Orta-Geç Miyosen	Stratovolkan	22*12	Andezit
2	Kötüdağ	-	-	-	Orta-Geç Miyosen	Dom	6*4	Andezit
3	Keçikalesi	13.7-12.4	(K/Ar)	[14]	Orta Miyosen	Kaldera	7*7	Bazaltik andezit
4	Hasandağ	0.78-0.277	(K/Ar)	[11]	Plio-Kuvaterner	Stratovolkan	21*21	Bazaltik andezit-Andezit
5	Keçiboyduran	-	-	-	Erken Pliyosen	Stratovolkan	13*10	Bazaltik andezit-Andezit
6	Melendiz	6.5-5.1	(K/Ar)	[14]	Erken Pliyosen	Stratovolkan	23*21	Bazaltik andezit-Andezit
7	Tepeköy	-	-	-	Orta-Geç Miyosen	Stratovolkan	12*7	Andezit, Dasit
8	Çınarlı	-	-	-	Geç Miyosen	Stratovolkan	9*8	Andezit
9	Göllüdağ	1.15-0.86	(FT)	[8, 15, 16]	Erken Kuvaterner	Dom	9*8	Riyolit, Riyodasit
10	Kızılçin	13.7-6.5	(K/Ar)	[8, 15]	Orta Miyosen	Stratovolkan	15*6	Andezit, Dasit
11	Acıgöl	0.4-0.019	(FT)	[8, 15, 16]	Geç Kuvaterner	Kaldera	12*8	Riyolit
12	Karataş	0.42-0.08	(K/Ar)	[16]	Üst Pleyistosen	Stratovolkan	20*20	Bazalt



**Şekil 1.3.** Orta Anadolu Volkanik Provensi'ndeki (OAVP) Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanitleri ve neotektonik yapıları gösterir basitleştirilmiş volkano-tektonik harita [9].

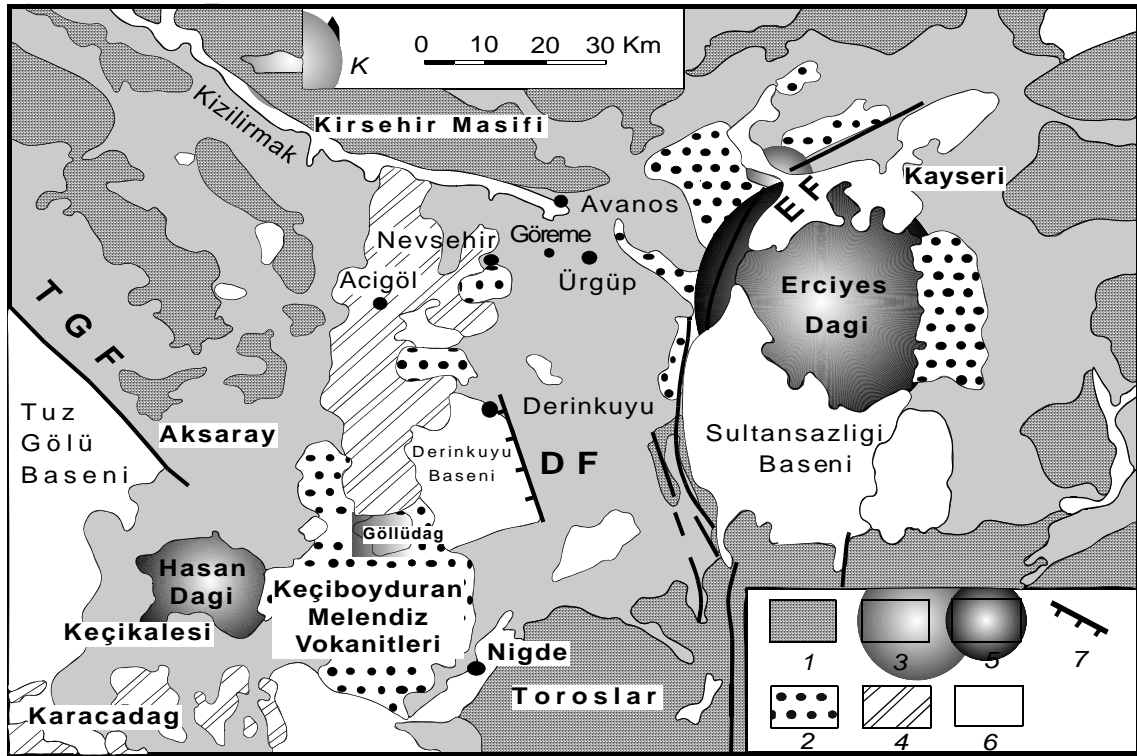
OAVP'ndeki ignimbiritler birçok araştırmacı tarafından detaylıca incelenmiş ve bu ignimbiritler 9 farklı gruba ayrılmıştır [25, 26]. Bunlar: 1. Kavak-Göreme İgnimbriti, 2. Akdağ ve Zelve İgnimbriti, 3. Sarımaden (Tepe) İgnimbriti, 4. Cemilköy İgnimbriti, 5. Tahar İgnimbriti, 6. Gördeles İgnimbriti, 7. Valibaba – Sofular İgnimbriti, 8. Kızılkaya İgnimbriti, 9. İncesu İgnimbriti olarak adlandırılmıştır.

OAVP içindeki önemli volkanik komplekslerin genel özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir:

#### a) Hasandağı Volkanitleri

Hasandağ Volkanik Kompleksi, OAVP'nin en büyük volkanı olan Erciyes volkanından sonra bölgenin ikinci büyük volkanik kompleksidir. Bu kompleks KB-GD

doğrultusunda uzanmış, uzun eksenli 20 km kadar olan elipsoidal bir şekle sahiptir. [27]  
Hasandağ Volkanik Kompleksi'nin gelişim aşaması üç grupta incelenmiştir [28].



**Şekil 1.4.** Kapadokya Bölgesi'ndeki Neojen yaşlı volkanoklastik ve ignimbiritik birimleri, Kuvaterner yaşlı genç stratovolkanları ve ana tektonik unsurları gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita [26, 29, 30]. 1: Miyosen öncesi temel kayalar (karbonatlar, metamorfikler ve ofiyolitler), 2: Neojen volkanitleri, 3: Volkanoklastitler, 4: Kuvaterner volkaniklastitleri, 5: Kuvaterner volkanitleri, 6: Genç havzalar, 7: Faylar.

#### *Paleo-Hasandağ Volkanitleri*

Paleo-Hasandağ volkanitleri özellikle bazaltik andezit lav akıntıları ile karakterize edilmektedir. Volkanizma, yıkıcı safha olan kaldera çöküntüsünü takiben riyolitik bileşimde bir ignimbirit erüpsiyonu ile başlamaktadır. Oluşum yaşı Üst Miyosen ( $7.21 \pm 0.09 \text{ My}$ ) olarak saptanmıştır [28].

#### *Mezo-Hasandağ Volkanitleri*

İlk aşamada kalderayı dolduran domlar ve andezit lavlarını içermekte olup, devamında yeni bir koni oluşturmaktadır. Bu aşamanın yıkıcı safhası, ikinci kalderanın çökmesine neden olan ikinci büyük riyodasitik ignimbrit püskürmesi ile kendini gösterir. Kaldera

çapı  $8 \times 12 \text{ km}^2$ , hacmi  $26 \text{ km}^3$  tür. Bu volkanizma Kuvaterner yaşlı olarak ifade edilmiştir [28].

### *Neo-Hasandağ Volkanitleri*

Bu volkanitler, Pele tip püskürme ürünleri olan piroklastik akıntı çökelleri (Pélean nuées ardentes) ve felsik-andezitik domların oluşumu ile karakterize edilir. Bu safha Büyük Hasandağ ve Küçük Hasandağ adı verilen iki andezitik koninin oluşumu ile sonlanmıştır [18]. Büyük Hasandağ'na ait kaldera çapı  $5 \times 4 \text{ km}^2$ , ürün hacmi ise  $4 \text{ km}^3$  tür. Volkanizmanın yaşı Kuvaterner olup, oldukça güncel yaşlar elde edilmiştir [28].

### b) Erciyes Volkanitleri

Kayseri'nin yaklaşık 15km güneyinde yer alan Erciyes Stratovolkanı'nın ilk aktivitesi 2.8My önce meydana gelmiş ve bu aktivite, bölgede "Valibaba İgnimbiritleri" olarak adlandırılan piroklastik akma çökellerini oluşturmuştur [11]. Bu aktiviteyi daha sonra kaldera oluşumu izlemiş ve stratovolkan en son patlamasını 83 bin yıl önce gerçekleştirmiştir [31, 32]. Erciyes stratovolkanının gelişimi iki ana oluşum safhasında incelenmiştir. Bunlar: Koçdağ ve Yeni Erciyes volkanik oluşum safhalarıdır. Koçdağ Volkanitleri, başlıca alkalen bazalt, andezit ve bazaltik andezitlerden oluşur ve Erciyes Volkanı'nın doğu bölümünde yer alırlar. Buna karşın, Yeni Erciyes volkanik ürünleri farklı karaktere sahip andezitik, dasitik, riyodasitik ve bunların piroklastik ürünlerinden oluşur. Erciyes Volkanitleri büyük çoğunlukla kalk-alkalen bir karaktere sahip olmakla birlikte, Koçdağ Volkanizması'nın ilk ürünlerinin alkalen karakterde olduğu belirlenmiştir [32].

### c) Göllüdağ Volkanitleri

Niğde kuzeyindeki, Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin kuzeybatısında yerleşmiş Göllüdağ Volkanik Kompleksi dairesel bir şekle sahiptir ve  $90 \text{ km}^2$  lik bir alanı kapsamaktadır. Kuaterner yaşlı riyolitik domlardan oluşmakta ve siyah obsidiyen içermektedir. Göllüdağ Volkanitleri'nin merkez bölümü, tuf, obsidiyen ve perlitik kayalardan oluşur ve çevresi riyolitik lavlar ile kuşatılmıştır. Fission Track yöntemi

kullanılarak Göllüdağ Volkanik Kompleksi'ndeki obsidiyenlerin yaşının  $1.33\pm-0.08$  ve  $0.98\pm-0.06$  arasında değiştiği ortaya konulmuştur [13, 33].

#### d) Acıgöl Volkanitleri

Acıgöl Volkanik Kompleksi Nevşehir'in güneybatısında bulunur.  $70-80 \text{ km}^2$  civarında eliptik bir alanı kapsamaktadır. [34, 35, 36], bölgenin ilk defa detaylı jeolojik haritasını yapmışlar ve litolojisini tanımlamışlar ve bu kompleksi, bölgedeki benzer diğer asidik komplekslerle karşılaştırılarak bu kompleksin oldukça güncel jeotermal bir alan olduğu konusuna dikkat çekmişlerdir. [37], bu kompleks için bir kaldera yapısını önermiştir. Birçok araştırmacı, Acıgöl Kalderası'nın şeklini çıkararak, kaldera çevresindeki çember fayları haritalamışlar ve bu fayların yanı sıra, kalderanın batı, güney ve kuzey kenarlarında 100m, 150m ve 25m'lik düşey yer değiştirmeler tespit etmişlerdir [17, 37-39]. Yine bazı araştırmacılar riyolitler içindeki obsidiyenlerden fission track yöntemiyle Kuvaterner yaşları belirlemişlerdir [27, 40, 41].

#### e) Karataş Volkanitleri

Orta Anadolu'da, Aksaray İli yakınlarında bulunan Karataş Volkanitleri, Üst Pleyistosen'de esas faaliyetlerine başlamıştır. Ancak bölgenin en yaşlı konisi olan Mahmuttepe'de herhangi bir yaş tayini yoktur. Volkanizma, Tuzgölü Fayı'nın hemen güneyinde gelişmiştir. Karataş Volkanitleri yayılımcı, zayıf patlamalı ve yüksek enerjili olmak üzere üç ana volkanizma dinamiği sunar. Bazaltik karakterli lav akıntularına, stromboli tipi, freatomagmatik ve freatik tip faaliyetler de eşlik etmiştir. Mahmuttepe hariç tüm örnekler alkali bazalt, havait karakterinde ve sodik örnekler olarak göze çarpmaktadır [42].

### 1.3.2.3. Genç Örtü Birimleri

OAVP içindeki Neo-Kuvaterner yaşlı volkanitleri örten genç çökeller, genellikle normal, oblik ve doğrultu atımlı fay kontrollü havzalar şeklinde çökelmiş olan Üst Miyosen-Pliyosen (Kızılırmak Grubu) ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı fluvial-lakustrin birimlerden oluşmuştur ve batıdan doğuya yatay ve dikey fasiyes değişimleri gösterirler [14, 29]. Tuzgölü'nün doğusundaki birimler, polijenetik, yarı konsolide, tabaka kalınlığı

ortadan kalına değişen konglomera litolojisi ile ifade edilirler; üst kısımlarda birim, siltaşıyla birlikte iyice parçalanmış düzgün sıralanmış, çaprazlanmalı inceden ortaya kumtaşı tabakaları ve gittikçe incelen tuf ara birimli konglomeralar ile karakterize edilirler [18]. Bu birim, ortadan kalına çapraz tabakalanmalı, ince siltaşı içeren kumtaşlarıyla ve marn ara birimleri içeren beyaz-sarı renkli killi kireçtaşlarıyla örtülü olup, alüvyal yelpaze çökelleri, alüvyal çökeller ve teras çökelleri bu ardalananın en genç birimlerini oluşturur [18]. Bu birimlerin çökelleri Tuzgölü Fay Zonu'nun KB- GD yönlü fayı tarafından kontrol edilir [16, 17]. Bölgedeki sedimanter genç örtü birimlerinin yaşı Pontien olarak belirtilmiştir [11, 12, 13]. Kalın alüvyal yelpaze çökelleri, Tuzgölü, Sultansazlığı ve Derinkuyu gibi Kuvaterner yaşlı havzaların fay kontrollü kenar fasiyeslerinde oluşan zayıfça sıkılaşımış, yarı yuvarlaklaşmış konglomeralar tarafından betimlenir ve bu havzalar Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimentler ve volkanik kayaçların üzerine oturmuştur [11].

#### **1.4. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin Tektonik Yapısı ve Özellikleri**

OAVP'nin oluşumu, Afrika-Arap ve Avrasya levhalarının Orta Miyosen'de birbirine yaklaşmasıyla başlamış ve Üst Miyosen-Kuvaterner sürecinde çarpışma ve çarpışma sonrası rejimlerle son bulmuştur [29, 43, 44]. OAVP içinde, bölgedeki volkanizmayla ilişkili olarak kabul edilen iki ana fay zonu bulunur [8]. Bunlardan birincisi, yaklaşık KB-GD doğrultulu Tuzgölü Fay (TF) zonu, ikincisi ise, KD-GB doğrultulu Ecemiş Fay (EF) zonedir (Şekil 1). Bu sonuncu fay zonunun diğer bir adı da Orta Anadolu Fay Zonu'dur [45, 46]. Tuzgölü Fayı içindeki bazı Neojen öncesinde var olduğu, günümüzde de aktivitelerini sürdürdükleri belirtilirken, (EF) zonundaki fayların OAVP'nin gelişiminde etken rol oynadıkları, ancak Pliyo-Kuvaterner'de aktivitelerini yitirdikleri ifade edilmiştir [8, 16, 17]. Ayrıca Bölgede K-G, KB-GD ve KD-GB yönlerinde gelişmiş birçok fay mevcuttur. Bu kuşaklar içerisinde yer alan en önemli faylar batıdan doğuya doğru, Hasandağı Fayı, Keçiboyduran-Melendiz Fayı, Göllüdağ Fayı ve Derinkuyu Fayı'dır [8] (Şekil 1.2).

OAVP içinde yer alan önemli faylar ve bunların genel karakteristikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir.

#### 1.4.1. Tuzgözü Fayı

Tuzgözü'nün doğusunda yer alan bu fay, yaklaşık 180 km uzunluğunda olup genel doğrultusu KB-GD'dur [3]. Türkiye'nin önemli yapısal unsurlarından biri olarak değerlendirilen bu fay, Hasandağı doğusundan geçerek Bor yakınlarına kadar devam etmektedir [16]. Fayın KB'daki bölümü Tuzgözü Havzasını morfolojik olarak sınırlandırmakta olup, yaklaşık 10 km uzunluğunda olan bu kuzey bölümü Aksaray GGD'sunda Boğazkaya Köyü'ne kadar aynı özellikte devam etmektedir [18]. Fay bu bölümde, Kuvaterner yaşlı, çoğunlukla tutturulmamış seki dolgular ve etek döküntüsü türünden birikintileri sınırlar veya olasılıkla onların içerisinde geçer. Söz konusu genç çökelleri sınırladığı yerde, doğu bloğunda Miyosen veya daha yaşlı kayalarla dokanak oluşturmaktadır [18]. Tuzgözü Fayı'nın Aksaray-Bor arasında kalan güney bölümü yaklaşık 80 km uzunluğa sahiptir [3]. Aksaray güneydoğusunda, Boğazkaya Köyü'nden itibaren belirginleşen fay, GD'da Altunhisar'a kadar net olarak izlenmektedir. Altunhisar yöresinde birçok kırktan meydana gelen bir zon haline dönüşen fay, Bor yakınlarında belirginliğini yitirir. Boğazkaya-Karaören arasında 7 km'lik bir alanda, Kuvaterner dolguları ile Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı tuf ignimbrit, kilaşı ve marn aralanmasından meydana gelen birimi sınırlar [47]. Karaören-Helvadere arasında yine Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı kayalarla, olasılıkla yine aynı yaşta aglomeratik kayaları birbirinden ayırmaktadır. Helvadere GD'sunda Hasandağı'nın Kuvaterner yaşlı lavlarını kesen bu fay, bu alanda bazı kesimlerde Hasandağı'nın en genç lavları tarafından örtülmüştür [47]. Çömlekçi-Helvadere arasında kalan ve Hasandağı'nın Kuvaterner yaşlı lav akıntılarını kesen fayın batı bloğu düşmüştür [8]. Tuzgözü Fayı esas olarak sağ yönlü doğrultu atım bileşeni olan, eğim atımlı bir fay niteliğindedir [16].

#### 1.4.2. Ecemiş Fayı

Doğrultu atımlı sol yanal olan bu fayın aktivitesi Geç Paleosen-Erken Lütesiyen'de başlamış ve günümüzde de devam etmektedir. [45, 48], tarafından fayın aktivitesinin başlangıcı Pliyosen olarak belirtilir. Bu fay zonunun Paleotektonik dönemdeki evrimi tam bilinmemesine rağmen, Neotektonik dönemde eski zayıflık zonunu kullandığı belirtilir [8]. Bu fay Adana-Kilikya havzasının kuzey kenarından Erciyes havzasının 20 km güneyine kadar uzanır [20]. Ayrıca bu fay zonu, Erciyes havzasını da kapsayan Orta Anadolu Fay Zonu'nun (OAFZ) güney parçası olarak da yorumlanır [47]. OAFZ, KD

gidişli 2-80 km genişliğinde, 730 km uzunluğunda aktif sol yanal atımlı bir fay zonudur [47]. Erciyes havzasında OAFZ iki parçaya ayrılarak havzayı sınırlamaktadır. Havzanın merkezinden doğrultu atımlı fay geçmektedir [45]. Bu havzayı gerilmeli bir rift havzası olduğunu [46] belirtirken, önemli bileşeni doğrultu atımın oluşturduğu bir çek-ayır havzası olduğunu belirtmektedir. Havza 35km genişliğinde, 120 km uzunluğunda, 1,2 km derinliğinde 'S' şekilli aktif bir depresyon alanı olup, havzanın ortasında bulunan Erciyes Stratovulkanı nedeniyle Sultansazlığı ve Kayseri-Sarımsaklı havzaları olarak iki ayrı havzaymış gibi görülmektedir [46]. Yapılan çalışmalar ile, havzanın doğu ve batı kenarında gerilmeye bağlı olarak faylanma Geç Miyosen'de başlayıp, sol yanal faylanma Geç Pleyistosen'de havzanın eksenini boyunca aktif olmuştur [45, 46]. Bu fay zonu boyunca havzanın doğu ve batı kenarlarında farklı karakterlerde fay setleri bulunmaktadır. Bu faylardan Kızılırmak-Erkilet fay parçası ve Dökmetaş fay parçası sol yanal doğrultu atımlı faylardır [45]. Dünderli-Erciyes fay segmenti de benzer özelliktedir, ama aynı zamanda normal fay bileşeni de bulunmaktadır. Ayrıca havzanın batı bölümündeki Yeşilhisar fay parçası ve doğu bölümündeki Develi fay parçası normal bileşenlerin baskın olduğu faylardır. Bölgede oluşan küçük ve orta büyüklükteki depremler bu fayların hala aktif olduklarını göstermektedir [46].

#### **1.4.3. Diğer Faylar ve Tektonik Unsurlar**

##### *Hasandağ Fay Seti*

Birbirine hemen hemen paralel gidişli üç fay setinden oluşan Hasandağ Fay seti, kuzeyde KB-GD, güneyde ise yaklaşık K-G yönlüdür [16]. KB-GD yönlü olan bu fayların Keçiboyunduran volkanının batı yamacında ölçülen fay çizikleri ile sağ yanal atımlı olduğu, K-G yönlü olan fayların ise genelde normal faylar olduğu tespit edilmiştir [16]. Hasandağ'ın batı bölümlerindeki fay KB-GD yönlüdür ve Hasandağ volkanitleri ile Keçikalesi volkanitlerini sınırlamaktadır [49].

##### *Gümüşkent (Nevşehir) Fayı*

Nevşehir'in 25 km. batısında, Gümüşkent Bucağı'nın 2 km kuzeyinde yer alan, genelde tek çizgi halinde uzanan fay iki parçadan oluşur [49]. Morfolojik olarak da belirgin olan bu fay, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı kireçtaşı, kil, marn, tuf ve ignimbrit

ardalanmasından meydana gelen volkano-tortul istifli kesmekte ve güney bloğu aşağıda kuzey bloğu yukarıda olan normal bir fay niteliği kazandığı belirtilmiştir [49].

#### *Niğde Fayı*

[17], Niğde Fayı ile ilgili olarak, fayın OAVP'nin güney kenarını oluşturduğunu, KD-GB yönlü olduğunu ve Tuzgölü Fay sisteminin birkaç segmentini keserek yerlerini değiştirdiğini, fayın güney bloğunun 500m yukarı doğru yer değiştirdiğini belirtmektedir.

#### *Erciyes Fayı*

Erciyes Fayı, Kayseri'nin KD'sunda Sarımsaklı Köyü ile güneyde Develi KD'sundaki Kızıl Köyü arasında belirgin olarak izlenir [49]. Yaklaşık 63 km uzunluğunda olan bu fayın doğrultusu KD-GB'dır [46]. Bu faydan ayrı olarak, yine Kayseri kuzeyinde Sarımsaklı yöresinde Erciyes Fayı ile birleşecek şekilde uzanan ve Karasu'nun Kayseri Ovası'nı terk ettiği Boğazla Muncusu'nun arasında yer alan ikinci bir kırık zonu bulunmaktadır [49]. Gesi-Talas arasında kalan fay, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı tüf, tüfit, ignimbrit ve pomza aralanmasını kesmektedir [49]. Erciyes Fayı'ndan toplanan veriler, fayın bileşeninin doğrultu atımlı fay türünde olabileceğini ve Ecemiş Fayı'nın devamı olarak düşünüldüğünde sol yönlü olarak durduğunu göstermiştir [49]. Fayın güneyde açılma göstergesi Kayseri Havzası'nın bir çek-ayır havza şeklinde gelişmiş olabileceğini göstermektedir ki, fayın sol yönlü doğrultu atım düzeni içerisinde gösterdiği sıçrama düzeni bu tür bir havzanın gelişmesine uygundur [46, 49].

#### *Keçiboyduran-Melendiz Fayı*

Keçiboyduran-Melendiz Fayı (KMF) Orta Anadolu Bölgesi'nde, Aksaray-Niğde arasında, Tuzgölü Fay Kuşağı'na paralel uzanan bir faydır. Bu fayın OAVP içinde kalan yaklaşık uzunluğunun 60 km olduğu ve Geç Miyosen-Pliyosen'de aktif olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu fayın güney kesimi üzerinde Keçiboyduran ve Melendiz kompozit volkanlarının geliştiği ve bu gelişimde KMF'nin önemli rol oynadığı belirtilmiştir [50].

## 1.5. Öncel Çalışmalar

Orta Anadolu Volkanik Provensi'nde yapılmış önemli jeolojik, stratigrafik, tektonik, petrografik ve jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmaların bir analizi aşağıda kısaca sunulmuştur.

OAVP'ndeki volkanik kayalar üzerine yapılan çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamış ve yakın günümüze kadar süre gelmiştir. Bu çalışmalar ile volkanik komplekslerin fiziksel özellikleri, oluşumları, tektonik yapılarla ilişkileri, petrografik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır [8-14, 16, 17, 25-27, 29-32, 34-36, 40-44, 47, 49, 51-57].

OAVP içinde yer alan Niğde-Derinkuyu-Aksaray arasındaki bölgede gelişen farklı polijenetik ve monojenetik volkanların oluşum yaşlarına, bileşimlerine ve kökenlerine yönelik veriler, bölgedeki jeolojik araştırmalar ile yaklaşık eş zamanlı başlamış ve söz konusu volkanik kayaların petrografik ve kimyasal özellikleri ile yaş ilişkileri sınırlı da olsa belirlenmeye çalışılmıştır [8, 11-14, 16, 17, 29, 43, 44]. Bununla birlikte, inceleme alanındaki söz konusu volkanik provens içinde, bir-iki tanesi detaylı çalışılmış olsa da (Hasandağı ve Keçikalesi gibi), yöredeki bir çok volkanik kompleks ile ilgili henüz yeterli bilgi mevcut değildir (özellikle Melendiz, Keçiboyduran, Çınarlı ve Tepeköy volkanları hakkında). Bilgi ve veri eksikliği, özellikle mineral bileşimlerinde, kristallenme ve magma karışım şartlarında, yaş ilişkilerinde ve jeokimyasal-izotopik kompozisyonlarda üst düzeydedir.

İnceleme alanındaki volkanlardan sadece Keçikalesi (PaleoHasandağı) ve Hasandağı volkanlarının gelişimine ve kökenine ilişkin bazı görüşler ileri sürülmüştür [27, 28, 41, 42, 55, 58, 59]. Söz konusu araştırmacılara göre, Hasandağı volkanizmasının kökeninde iki farklı tür kaynak söz konusudur. Bunlardan biri, yitim süreçleri ile değiştirilen zenginleşmiş üst manto kaynağı, diğeri ise levha içi zenginleşmelerle etkilenen litosfer kaynağıdır. Hasandağı volkanizmasının ilk ürünlerinin (yaklaşık 13 My) yitim bileşenlerince zengin olduğu, buna karşın daha genç ürünlerinde (6-7 My) ise levha içi zenginleşme bileşenlerinin arttığı tespit edilerek, magma kaynağının kalk alkaliden alkali bir karaktere doğru değiştiği ileri sürülmüştür.

Son yıllarda, özellikle çarpışma sonrası tektonik ortamlardaki bazı volkanların petrojenezlerini ve bunların güncel faylarla olan ilişkilerini açıklamak için önemli çalışmalar yapılmıştır [60-62]. Orta Anadolu Bölgesi ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu Alp-Himalaya Dağ Kuşağı içinde gelişen Neojen ve Kuvaterner dönemine ait volkanik aktivitelerin büyük çoğunluğunun önemli tektonik hareketlerle ilişkili olduğu bilinmektedir. Batı Anadolu'daki [63-66], Balkanların Karpatlar bölgesindeki [67, 68] ve uzak doğudaki Tibet Platosu'ndaki [69-71] çarpışma sonrası, volkanizmalar bunlara güzel birer örnektir. İnceleme konusu volkanların bulunduğu Orta Anadolu Bölgesi de, yukarıda belirtilen volkanizma-tektonizma ilişkisi açısından ilginç ve dikkat çekici bir bölgedir. Ülkemizin özellikle, bu bölge ülkemizin üçüncü büyük fayı olan Ecemiş Fayı'nın ve yine önemli tektonik unsurlarından biri olan Tuz Gölü Fayı'nın birleşme noktasına yakın bir bölgede yer almaktadır. Dolayısıyla bu volkanik oluşuklarla, söz konusu fayların ilişkisinin belirlenmesi bölgesel jeoloji açısından son derece önemli olmakla birlikte, halen daha tam olarak aydınlığa kavuşturulamamıştır.

#### **1.6. Çalışmanın Amacı**

Orta Anadolu'da, Niğde İli'nin kuzeyinde bulunan Tepeköy ve Çınarlı volkanitleri bugüne kadar kısmen jeolojik ve tektonik açıdan incelenmiş olup [8, 9, 16, 49], volkano-stratigrafik, petrografik, mikrokimyasal, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri bakımından detaylıca araştırılmamıştır. Bu tezin konusu olan volkanlarda ve çevresindeki diğer volkanlarda ilk mineralojik ve kimyasal çalışmalar [10, 72, 73] tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardaki sınırlı mikrokimyasal ve jeokimyasal analizler ile elde edilen en önemli bulgu, çoğunlukla kalk-alkalen karaktere sahip olan bu volkanların kaynağının litosferik kökenli olduğu, uzun süre açık sistem farklılaşmasına maruz kaldıkları ve magma karışım süreçlerinden etkilenmiş olduklarıdır.

Dolayısıyla bu tez kapsamında, jeolojik, volkanostratigrafik, petrografik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmaların detaylandırılması ve elde edilen petrolojik verilerin hem Çınarlı Tepeköy volkanlarının gelişim sürecinin ve hem de bölgedeki neotektonik dönemin jeodinamik evriminin anlaşılmasına katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

## **BÖLÜM II. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Materyal ve Yöntemler**

Tepeköy ve Çınarlı volkanlarına ait kayaç ve mineral türlerini, bunların bileşimlerini, kristallenme şartlarını, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerini irdelenecek olan bu tez, 108Y003 nolu Tübitak Projesi kapsamında gerçekleştirilmiş olup, başlıca arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarından oluşmaktadır. Bu tez için kullanılan materyal ve yöntemler aşağıdaki başlıklar altında detaylıca verilmiştir.

#### **2.1.1. Arazi Çalışması**

Arazi çalışmalarına başlamadan önce, ilk olarak inceleme alanı ve çevresindeki bölgenin 1/25.000 ölçekli topografik haritaları temin edilmiştir. Arazi çalışmaları özellikle 2008 yaz aylarında yapılmış, eksikler 2009 yaz aylarında tamamlanmıştır.

Arazi çalışmaları, inceleme konusu volkanların yüzeyletiği alanların gezilmesi, farklı litolojik birimlerin belirlenerek bunların formasyon sınırlarının çizilmesi, önemli tektonik yapıların haritaya işlenmesi, farklı birimlerin stratigrafik ilişkilerinin belirlenmesi, petrografik ve jeokimyasal amaçlı örnek alımı gibi çalışmaları kapsamaktadır.

##### **2.1.1.1. Jeolojik Harita ve Kesitlerin Hazırlanması**

Tepeköy ve Çınarlı yörelerine ait 1/25.000 ölçekli jeolojik haritalar 2008 yaz aylarında büyük oranda tamamlanmış ve bu haritalar, MTA tarafından yapılmış 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalar ile karşılaştırılmıştır. Bu haritalarda litolojik ve tektonik açıdan bazı farklılıklar gözlemlendiği için, bunlar 2009 yılı saha çalışmalarında tekrar gözden geçirilmiş ve eksiklikler giderilmiştir. Söz konusu 1/25.000 ölçekli jeolojik haritalar, Tepeköy, Azatlı, Çınarlı, Murtaza, Hacı Abdullah, Bağlama, Küçük Göldağı, Germeğen ve Balcı civarlarını kapsamakta olup, bu haritalar üzerinde ayrılabilen litolojiler, tektonik yapılar, yerleşim alanları, yollar, tepeler ve örnek alım yerleri belirtilerek A4 boyutunda ekte sunulmuştur (Ek Şekiller 1 ve 2).

Ayrıca çalışma alanındaki Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin genelleştirilmiş, ölçeksiz stratigrafik dikme kesiti hazırlanmış ve Ek Şekil 3’de verilmiştir. Buna ek olarak, L33 d2 ve d3 paftaları içerisinde yer alan Çınarlı volkanitleri sahasına düşen Ramat-Kayaharman Tepe sınırlarına kadar olan bölgenin jeolojik enine kesiti ile aynı paftalar içerisinde yer alan, Tepeköy Volkanitleri sahasına düşen Gökseki Tepe-Tilkişarı Tepe arasındaki alanın jeolojik enine kesitleri hazırlanmış ve Ek Şekil 4’te sunulmuştur.

#### **2.1.1.2. Petrografik ve Jeokimyasal Amaçlı Örnek Alımı**

2008 yılı saha çalışmalarında ayrıca inceleme alanındaki volkanik kayaların ve bu kayalarla sınırdış olan çevredeki birimlerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, GPS aleti kullanılarak tam lokasyon ile çok sayıda kayaç örneği alınmıştır. Söz konusu örneklerin araziden alınmasında birçok parametre dikkate alınmış ve bu parametrelere göre sistematik örnekleme yapılmıştır.

Örnekleme yapılırken hem Çınarlı, hem de Tepeköy stratovolkanlarını, bunların içindeki ve çevresindeki domsu yapıları, parazitik konileri ve lav akıntılarını karakterize edecek şekilde, onları enine ve boyuna kesen hatlar boyunca örnekler alınmış ve mümkün olduğu kadar örnekler arasında belli bir mesafe bırakılmıştır. Ancak inceleme alanında her zaman düzenli aralıklarda örnek almak mümkün değildir. Bazen kısa mesafelerde litolojik özellikler değiştiği için, dar alanda birden çok örnek alınabilmekte; buna karşın bazen de geniş alanlardaki ayrışmadan veya yüzlek bulunamamasından dolayı yeterince sıklıkta örnek alınamamaktadır. Örneklerin petrografik, mineralojik ve jeokimyasal türde birçok amaçlı analize tabi tutulacağı dikkate alındığında, yukarıda belirtilen sistematik örnek alımına azami ölçüde özen gösterilmiştir.

Bu örneklerin GPS’e dayalı lokasyonları jeolojik haritaya aktarılmıştır (Ek Şekil 2). Araziden alınan kayaç örneklerinin proje sahasındaki birimlere göre dağılımı şöyledir: Saha çalışmaları sonucunda, Tepeköy volkanik kayalarından 91 adet ve Çınarlı volkanitlerinden 104 adet olmak üzere toplam 195 adet yan kayaç örneği alınmıştır. Bunların yanında kayaç kapanımı içeren 25 adet anklavlı örnek alınarak, söz konusu iki volkana ait toplam 220 örnek derlenmiştir. Her iki volkana ait toplam 220 adet örneğin alınmasının sebebi, saha çalışmalarında sınırları bazen kesin olarak ayırt edilemeyen farklı volkanik fasiyeslerin (andezit, bazaltik andezit, bazalt, trakibazalt ve bunların

piroklastitleri) ayrıntılı petrografik ve mineralojik çalışmalar ile daha kolay ayırt edilebilmeleri sağlamaktır.

### **2.1.2. Laboratuvar Çalışması**

Bu çalışmalar, Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinden alınan örneklerden, mineralojik, mineral kimyası ve jeokimyasal analiz amaçlı seçilenler için yapılan örnek hazırlama süreçlerini kapsamaktadır.

#### **2.1.2.1. İnce ve Parlatılmış İnce Kesitlerin Hazırlanması**

Tepeköy ve Çınarlı yörelerinde yüzeyleyen volkanik birimlerden alınan örneklerin 149 tanesinin ince kesiti yapılmıştır. 83 tanesi Tepeköy, 66 tanesi Çınarlı'ya ait olan bu örneklerin her biri, öncelikle iki eşit parçaya bölünmüş, bunlardan biri şahit örnek olarak saklanmıştır. Diğer parçadan iki adet ince bir plakacık çıkarılmış ve bu parçalardan biri ince kesit için kullanılmış, diğeri ise olası mikroprob analizi ve jeokimyasal analiz için ayrılmıştır.

Söz konusu örneklerin plaka hazırlanma safhası Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ndeki incekesit laboratuvarında gerçekleştirilmiş, ince kesitler Ankara'da özel bir jeoloji laboratuvarında (HC Jeolojik Hizmet Lab.) yaptırılmış ve tüm ince kesitler lamel ile kaplanarak, mikroskobik incelemeye hazır hale getirilmiştir.

Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerine ait kayaç ince kesitlerinin mikroskobik incelenmesi, Nikon marka E-400 tip polarizan mikroskop yardımıyla yapılmış, önemli dokular ve mineral birliktelikleri fotoğraflanmıştır.

Bu işlemden sonra, farklı kayaçların mineral türleri ve içerdikleri anklavlar dikkate alınarak, toplam 6 adet kayaç numunesi belirlenmiştir. Bu kayaç örneklerinde büyük oranda plajiyoklas, piroksen (klinopiroksen ve ortopiroksen), amfibol, biyotit ve Fe-Ti-oksit mineralleri bulunmaktadır. Mikroprobta analiz edilecek örneklerin parlatılmış ince kesitleri, Tübingen Üniversitesi'nde (Almanya) yaptırılmıştır. Daha sonra bu örnekler, detaylıca incelendikten ve analiz edilecek mineral türleri kesitler üzerinde belirlendikten sonra, mikrokimyasal analizden önce karbonla kaplanmıştır.

### **2.1.2.2. Örneklerin Jeokimyasal Analize Hazırlanması**

Petrografik ve mineralojik incelemeler sonucunda, Tepeköy volkanitlerinden 19 adet, Çınarlı volkanitlerinden 21 adet olmak üzere toplam 40 adet örneğin jeokimyasal analizinin yaptırılmasına karar verilmiştir. Bu örneklerin 35 tanesi ana kayaç, 5 tanesi magmatik anklav örneğidir. Bu örneklerin nitelik ve niceliksel olarak belirlenmesinde; kayaç türleri, bunların arazideki yayılımı, içerdikleri mineral tür ve oranları, anklav içerikleri, anklavların dokusu ve mineral türleri özellikle dikkate alınmıştır. Bunlara ek olarak, incelenen her iki volkana ait birimlerin litolojik özellikleri ile örnek alım sistematigi de dikkate alınmıştır.

Seçilen 40 adet örneğin her birinden öncelikle 4x6x0.5 cm ebatlarında kibrit kutusuna benzer bir dilim kesilmiş, bu dilimlerin her biri çekiçle ayrı ayrı dövülerek (çekiçle örnek temas etmeyecek şekilde) küçük parçalara ayrılmıştır. Daha sonra küçük parçalar Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Öğütme Laboratuvarı'ndaki Agat havanlı öğütücü yardımıyla öğütülmüş ve toz haline getirilmiştir. Öğütme süresi iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiş olup, her biri 3 dakika sürmüştür. Son olarak, öğütülen örnekler şeffaf küçük naylon poşetlere konularak numaralandırılmış ve jeokimyasal analiz için gönderilmeye hazır hale getirilmiştir. Daha sonra bu örnekler, ana oksit ve iz element analizleri için, ACME (Kanada) analiz laboratuvarına gönderilmiştir.

### **2.1.3. Büro Çalışması**

Büro çalışmaları, inceleme alanı ile ilgili olarak bu zamana kadar yapılan tektonik, sedimenter, petrografik, mineralojik ve jeokimyasal amaçlı bilimsel yayın, rapor ve proje çalışmalarının derlenmesi ile başlamıştır. Bu kapsamda hem MTA, Tübitak, Hacettepe ve Orta Doğu Teknik Üniversitelerine ait kütüphaneler, hem de internetteki veri tabanları taranmıştır. Ayrıca inceleme alanı ile ilgili 1/25.000 ölçekli topoğrafik ve 1/100.000 ölçekli jeolojik haritaların elde edilmesi de büro çalışmaları kapsamındadır.

Saha çalışmaları ile elde edilen jeolojik harita ve kesitlerin düzenlenmesi, değerlendirilmesi ve bilgisayar ortamında çizilmesi büro çalışmaları kapsamında gerçekleştirilmiştir. Harita ve kesitlerin çiziminde "Freehand", grafiklerin

hazırlanmasında “Grapher” programlarından yararlanılmıştır. Elde edilen saha, laboratuvar ve analiz sonuçları birlikte değerlendirilerek, tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

## BÖLÜM III: BULGULAR ve TARTIŞMA

### 3.1. Giriş

Bu bölümde çalışma alanının yeri ve coğrafik özellikleri tanıtıldıktan sonra, yapılan jeolojik, stratigrafik, petrografik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmalardan elde edilen veriler sistematik bir şekilde sunulacaktır.

### 3.2. İnceleme Alanının Yeri ve Coğrafik Özellikleri

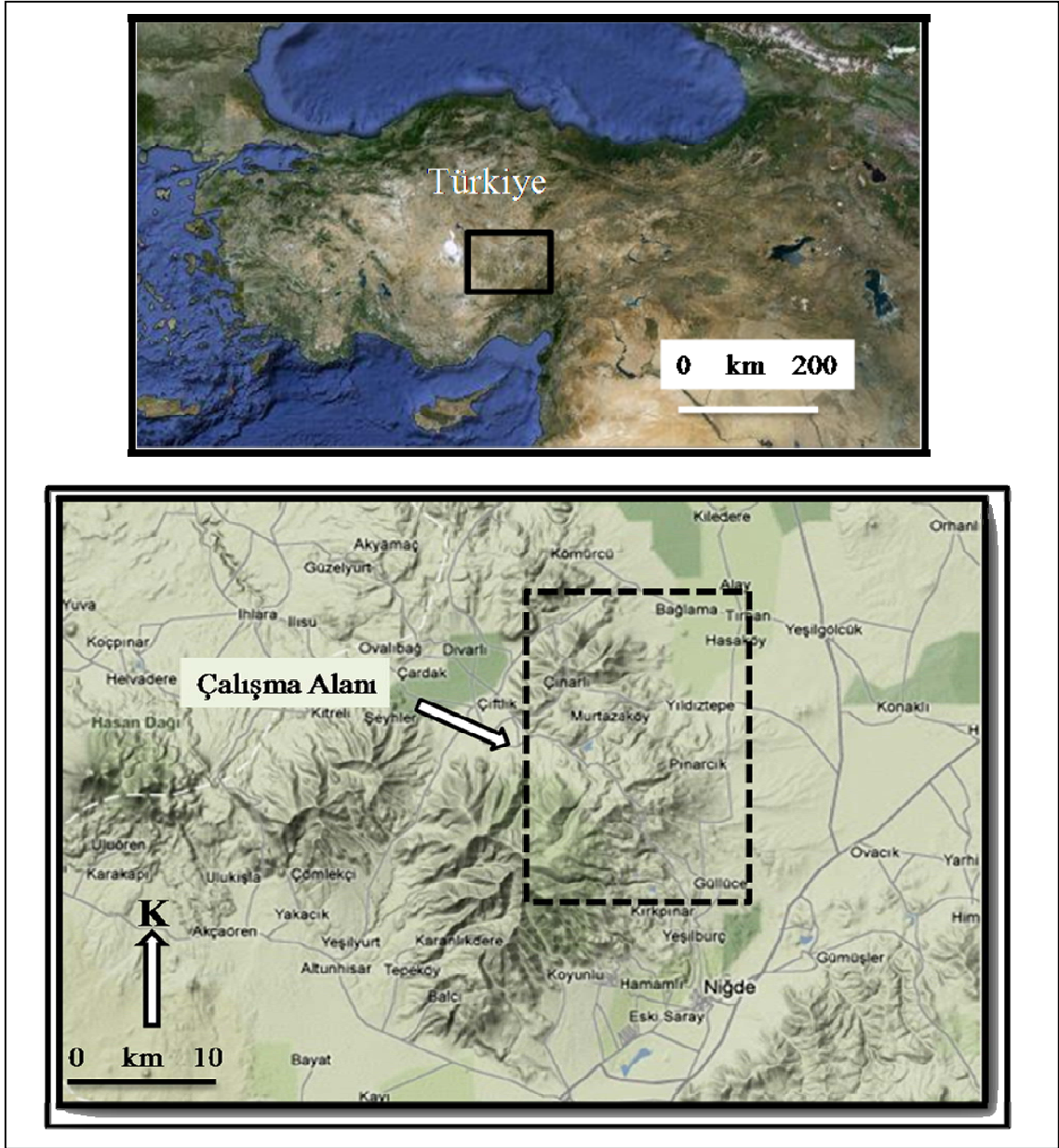
İnceleme alanı Orta Anadolu Bölgesi'nde Niğde İli'ne bağlı Tepeköy Beldesi ve Çınarlı Köyü arasındaki alan ile bu yerleşim birimlerinin çevrelerini kapsayan 1/25000 ölçekli Niğde L33 d1, d2, d3 ve d4 topoğrafik paftaları içerisinde yer alır; batıda Melendiz Dağı ve Çiftlik İlçesi, kuzeyde Göllüdağ ve Kömürcü, doğuda Ovacık, Konaklı ve Gölcük, güneyde ise Niğde ile sınırlandırılmıştır (Şekil 3.1).

Niğde-Çiftlik karayolu, inceleme alanını KB-GD yönü boyunca kateden en önemli ulaşım yoludur. Bu ana karayolu haricinde, inceleme alanına özellikle doğudaki Ovacık, Konaklı ve Gölcük beldelerinden çeşitli asfalt yollarla kolaylıkla ulaşmak mümkündür. Bunların dışında ulaşım genellikle stabilize yollarla sağlanmaktadır.

İnceleme alanındaki en önemli yerleşim yerleri Tepeköy, Yaylayolu, Germeğen, İnli, Hacıabdullah, Murtaza, Bağlama, Çınarlı ve Ramat'tır (Ek Şekil 1). Çalışma alanı engebeli bir topografyaya sahip olan dağlık bir bölgede yer alır. Tepeköy civarındaki, Gökseki (2475m), Gülesen (2250m), Cıbrır (2381m), Gediğin (1993m) ve Tilkişarı (1500m) tepeleri; Çınarlı yöresindeki Dağbaşı (2195m), Boz (2182m), Kükürdün (2104m) ve Dede (1793m) tepeleri bölgedeki en yüksek tepelerdir. Ayrıca çalışma alanının kuzeydoğusunda Çınarlı volkanitlerine dahil olan ve parazitik koniler olarak adlandırılan küçük yayvan tepecikler de mevcuttur. Bunlar: Dağdoğan Tepe (1393m), Bağ Tepe (1371m) ve Şehir Tepe (1368m)'dir.

Çalışma alanındaki önemli akarsular sahanın kuzey bölümündeki Çınarlı köyü ve çevresinde bulunur. Özellikle Cibir Tepe çevresinden doğup, KB'ya ve KD'ya doğru akan iki ana akarsu inceleme alanının en büyük akarsuları olarak bilinir (Ek Şekil 1).

Ayrıca bölgede küçük boyutlu birçok akarsu mevcuttur. Bunlar: Çimindiren Dere, Simge Dere, Karagüney Dere, Termal Dere, Sulu Dere, Ağşak Dere ve Kemerin Dere ile Cadı Çayı, Göğüs Çayı, Güllü Çay ve Gavurarkı Çayı'dır. Murtaza Köyü'nün GB'sında yer alan Murtaza barajı, Çınarlı Köyü'nün yakın GB'sındaki Çınarlı barajı ile Ramat'ın GD'sunda yer alan Azatlı barajı, tarımsal alanların sulanmasında aktif bir rol oynamaktadırlar.



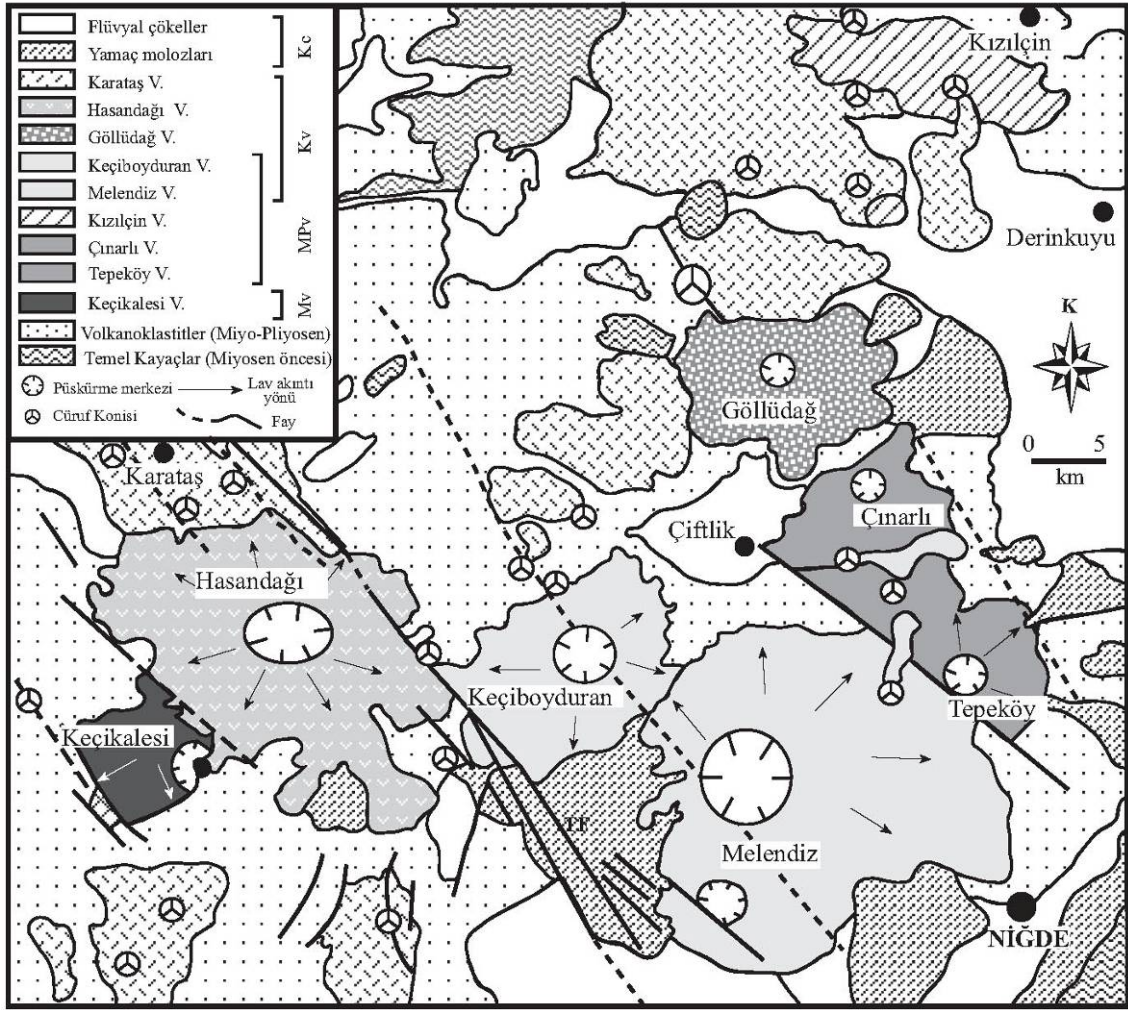
Şekil 3.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Bölgedeki bitki örtüsünü, çok seyrek gözlenen meşe ve meyve ağaçları oluşturur. Meşe ağaçlarına sadece çalışma alanının Göllüdağ tarafına bakan yamaçlarında rastlanmıştır.

Yerleşim merkezlerinde bölgedeki insanların geçim kaynaklarından olan başta elma ağaçları olmak üzere çeşitli meyve ağaçları gözlenir. Bölge insanı tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlamaktadır.

### **3.3. İnceleme Alanının Jeolojisi ve Volkanostratigrafisi**

İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojik ve tektonik özellikleri ile litolojik birimleri Şekil 3.2’de ve detaylı olarak Ek Şekil 1’de gösterilmiş ve aşağıda açıklanmıştır. Araştırma konusu Çınarlı volkanitleri, Niğde’nin yaklaşık 30km kuzeybatısında yaklaşık 55km<sup>2</sup>’lik bir alan; Tepeköy volkanitleri ise Niğde’nin yaklaşık 20km kuzeyinde yaklaşık 85km<sup>2</sup>’lik bir alanda geniş yüzeylemeler verir (Şekil 3.2 ve Ek Şekil 1). Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin batısını KB-GD doğrultulu bir fay sınırlar ve bu volkanitler, söz konusu fay sayesinde Melendiz volkanitleri ile tektonik dokanak oluşturur. Bu fay zonu 30 km uzunluğunda doğrultu atım bileşeni olan, birbirine paralel faylardan oluşan fay zonudur. Bu fay zonunun genişliği yaklaşık 7-8 km olup, içerisinde hidrotermal alterasyona uğramış piroklastik çökeller baskındır.

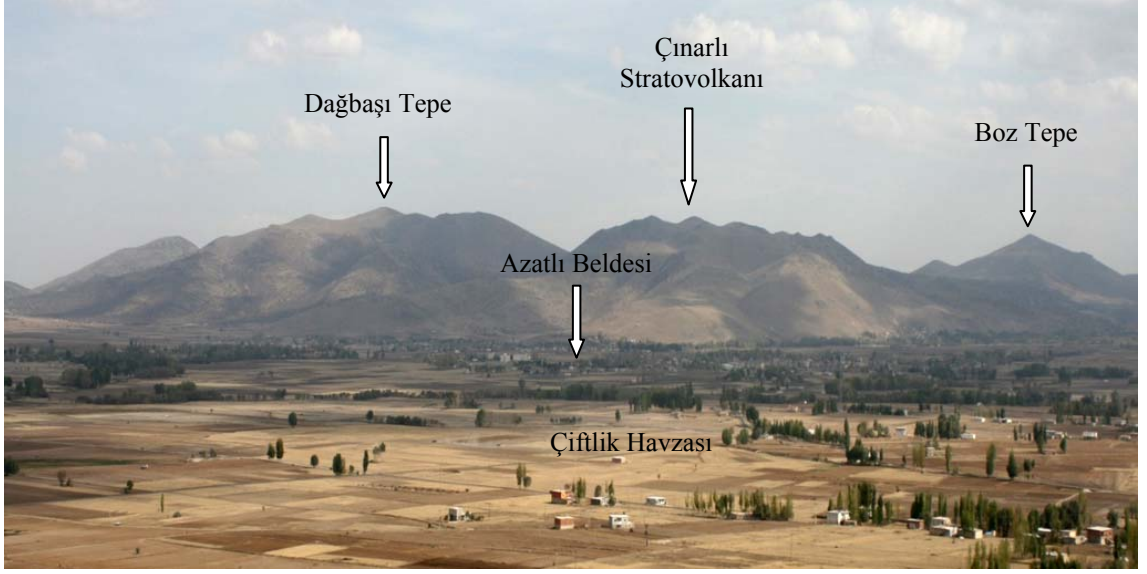


**Şekil 3.2.** İnceleme alanı ve yakın çevresindeki Neojen-Kuvaterner yaşlı farklı volkanik ve volkaniklastik birimleri ve ana tektonik unsurları gösterir basitleştirilmiş jeolojik harita [8]. Mv: Miyosen volkanitleri, MPv: Miyo-Pliyosen volkanitleri, Kv: Kuvaterner volkanitleri, Kç: Kuvaterner çökeller.

Çınarlı Volkanik Kompleksi (ÇVK), genel hatlarıyla yuvarlak şekilli, çok bacalı, aşınmış kompleks bir volkan (stratovolkan) görünümündedir (Şekil 3.3). ÇVK'nın volkanostratigrafisi incelendiğinde, tabanda farklı türde piroklastik çökellerin bulunduğu gözlenir. Hacıabdullah civarında yüzeyleyen bu çökellerin en alt seviyesini sarımsı-bej ve açık kahvemsı renkli, değişik boyutlarda mağaralar içeren piroklastik akma çökellerinden ignimbiritler temsil eder (Şekil 3.4). İgnimbiritleri kırmızı-kızıl renkli ve değişik boyutlarda bloklar içeren (çapları 20cm-1m), blok ve kül akıntılarında oluşan ikinci bir piroklastik seviye üzerler (Şekil 3.4). Bu seviyenin tabanını genelde iri bloklar oluşturmakta ve üste doğru blok boyutu küçülerek tedrici bir şekilde gri-koyu gri renkli, andezitik karakterli lav akıntılarına geçmektedir. Renkleri açık griden koyu griye değişen bu andezit akıntıları birkaç on metre kalınlığında

oldukça masif bir görünüme sahiptir (Şekil 3.4). Bunların dışında, ÇVK'nın özellikle doğu ve kuzeydoğusunda benzer karakterli birkaç adet parazitik koniye rastlanmıştır. Bunların çapları çok büyük olmayıp, birkaç on ila yüz metre civarındadır (Ek Şekil 1).

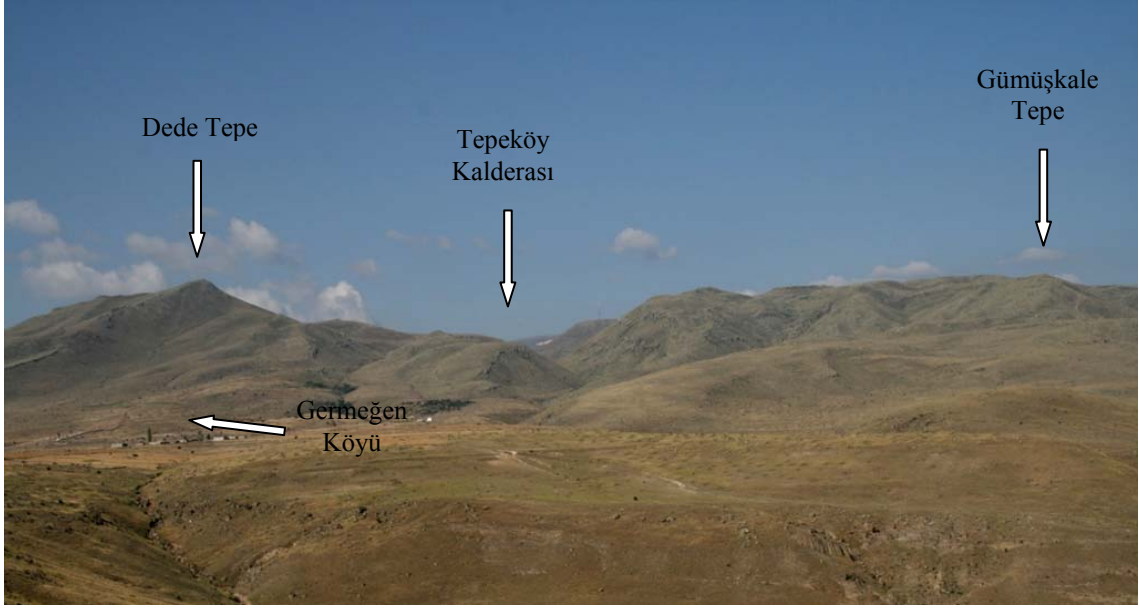
Diğer taraftan, Tepeköy Volkanik Kompleksi (TVK) ise KB ve GD yönlü fayların doğu bloğunda yer alan, yarım daire şekilli bir kaldera yapısı sunar (Şekil 3.2 ve Ek Şekil 1). Tepeköy Kalderası'nın GB'ya bakışla arazi görünümü Şekil 3.5'de verilmiştir. Kalderanın merkezi Dazlak Tepe, Güresen Tepe ve Tepeköy ile sınırlı olup (Ek Şekil 1), bu alan yoğun bir şekilde hidrotermal alterasyona uğramış andezitik tüf ve breşlerden oluşmaktadır. TVK'nın volkanostratigrafisine göre, volkanik istifin alt seviyelerinde piroklastik çökel kayaçlar; üstte doğru sırasıyla, porfirik dokulu andezitler ve bunların tüf-breşleri ile olivinli bazaltlar gözlenmiştir. Piroklastik çökelleri, yayılma (pyroclastic surge deposit) ve akma çökelleri (pyroclastic flow deposit) oluşturur. Bu çökeller, Tepeköy'ün yaklaşık 2km kuzeyindeki Madala Tepe, civarında tipik bir istif özelliğinde gözlenir (Şekil 3.6). Tabanda blok ve kül akıntısından oluşan ve görünür kalınlığı yaklaşık 15m olan piroklastik akma çökellerinin üzerine, 10m kalınlığında, çapraz tabakalanması belirgin piroklastik yayılma çökelleri gelir. Bu seviyeyi, yaklaşık 5m kalınlığında, blok boyutu 5-90cm arasında değişen ikinci bir blok ve kül akıntısı örter. Tüm bu piroklastik çökeller, kalınlığı 10m civarında olan koyu gri renkli, masif ve andezitik karakterli bir lav akıntısı tarafından örtülür (Şekil 3.6). Volkanik istifin üst seviyelerindeki andezitlere, özellikle Dazlak Tepe ve Güresen Tepe civarında tüf ve breşler eşlik etmektedir (Şekil 3.7). Bu andezitik tüfler, Güresen Tepe civarında dar bir alanda yüzeyleyen olivinli bazaltlar tarafından örtülmüş (Şekil 3.8) ve tüf-bazalt geçiş seviyesi boyunca oldukça tipik eksfoliasyon yapıları gelişmiştir (Şekil 3.9).



**Şekil 3.3.** Çiftlik Havzası ve arka planda bulunan çok bacalı Çınarlı Stratovolkanı'nın genel görünümü (bakış D'ya doğrudur).



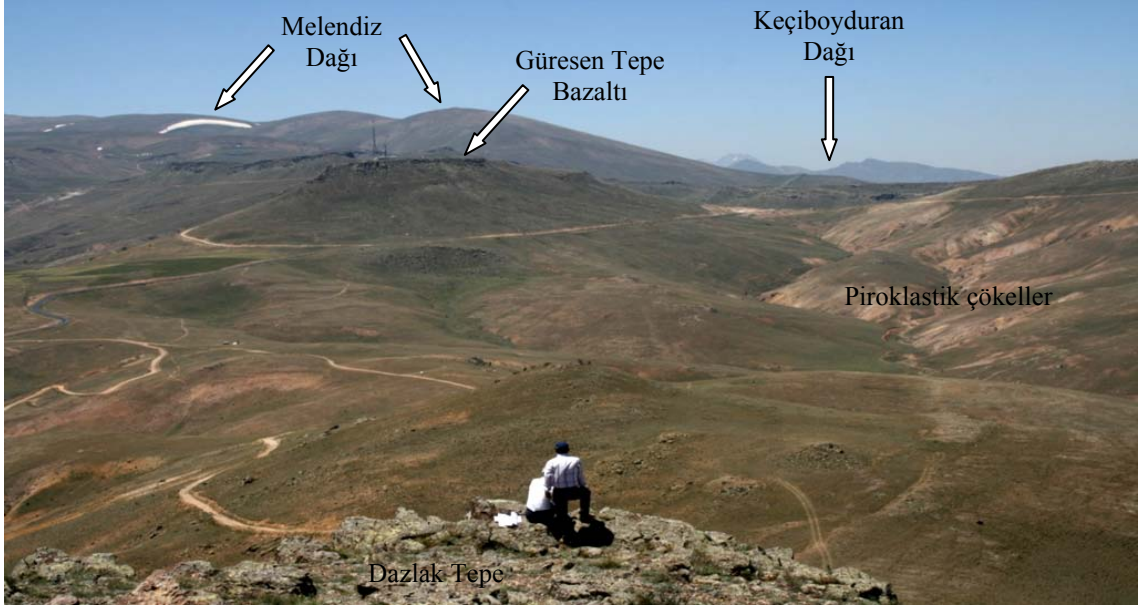
**Şekil 3.4.** Hacıabdullah Vadisi K yamacında gözlenen ÇVK'nin volkanik istifine ait genel bir görünüm (bakış K'ye doğrudur). İstifin tabandaki sarımsı-bej ve kıvımsı renk tonu piroklastik akma çökellerini temsil eder. En alttaki sarımsı-bej renkli seviye ignimbiritik birimi, üstte doğru kıvımsı renkli seviye blok ve kül akıntısını ve en üstteki koyu renkli masif seviye, lav akıntısını karakterize eder.



**Şekil 3.5.** Çatak Tepe'den Tepeköy Kalderası'nın genel görünümü (bakış GB'ya doğrudur).



**Şekil 3.6.** Tepeköy'ün yaklaşık 2km kuzeyindeki Madala Tepe doğu yamacında gözlenen volkanik istifin genel görünümü (bakış KD'ya doğrudur). İstifin tabanında açık sarı renkli, blok-kül akıntısından oluşan ve görünür kalınlığı yaklaşık 15m olan piroklastik akma çökelleri bulunur. Bunun üzerine koyu sarı-kırmızımsı renkli, yaklaşık 10m kalınlığında, çapraz tabakalanması belirgin piroklastik yayılma çökelleri gelir. Bu seviyeyi yaklaşık 5m kalınlığında, blok ve kül akıntısı örter. Tüm bu piroklastik çökeller, kalınlığı yaklaşık 10m civarında olan koyu gri renkli, masif ve andezitik karakterli bir lav akıntısı tarafından örtülür.



**Şekil 3.7.** Dazlak ve Güresen Tepe civarındaki piroklastik çökeller (tuf ve breş) ile bunlar üzerine gelen bazaltların genel görünümü (bakış B'ya doğrudur).



**Şekil 3.8.** Güresen Tepe'deki bazalt ve altındaki piroklastik çökellerin dokanağının yakından görünümü (bakış B'ya doğrudur).

Tepeköy ve Çınarlı andezitlerinin en tipik özellikleri, arazide yer yer farklı kalınlıklarda düzlemsel yapılar (laminar jointing) göstermeleri (Şekil 3.9), farklı boyutlarda ve değişik şekillerde, çoğunlukla koyu renkli magmatik anklavlar içermeleridir (Şekil 3.10 ve 3.11). Ayrıca, yan kayaçlarla keskin bir dokanak ilişkisi sunan bu anklavlar, genelde

iç-içe geçmiş iki farklı ana halkadan oluşan açık gri renkli, bazen iri ve bazen de ince taneli bir dokuya sahiptirler (Şekil 3.12).



**Şekil 3.9.** Tekneçukuru Tepesi'nin yaklaşık 500m batısındaki andezitlerde gözlenen düzlemsel yapılar (eğim KB'ya doğrudur).



**Şekil 3.10.** Boğataş Tepe'nin yaklaşık 500m güneydoğusundaki andezitik kayalarda gözlenen koyu renkli, ince taneli, dairesel ve elipsoidal şekilli magmatik anklavlar.



**Şekil 3.11.** Boğataş Tepe'nin yaklaşık 500m güneydoğusundaki andezitik kayalarda gözlenen dairesel şekilli, iç-içe geçmiş iki bölgeden oluşan ve düzensiz şekilli magmatik anklavlar.



**Şekil 3.12.** Dairesel şekilli, iç-içe geçmiş iki bölgeden oluşan magmatik anklavın yakından görünümü. Dış halka porfirik dokulu iken, merkezdeki kısım mikrotaneli olarak gözlenmektedir.

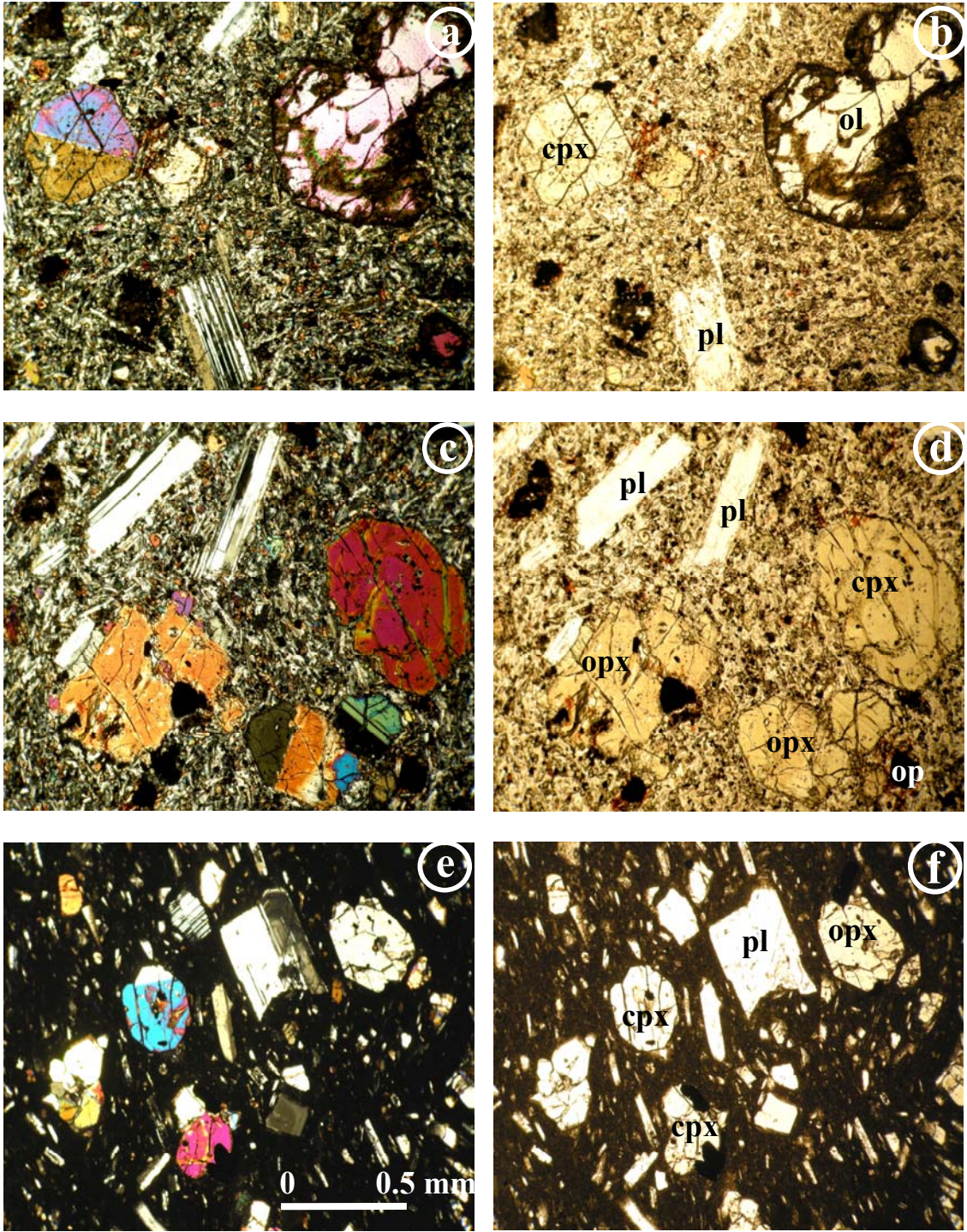
Tepeköy ve Çınarlı volkanik kompleksleri arasında kısmi litolojik farklılıklar olmasına rağmen, söz konusu kompleksleri şimdiye kadar elde edilen veriler ışığında birbirinden normal veya tektonik bir dokanakla ayırmak mümkün olmamıştır. Çünkü, söz konusu volkanik komplekslerin sınırının geçtiği düşünülen alanlarda (Murtaza ve Hacıabdullah yöreleri, Ek Şekil 1) sadece porfirik andezitler ve lokal piroklastik çökeller yüzeylemekte olup, komplekslerin sınır alanlarında herhangi bir litolojik fasiyes farklılığına rastlanmamıştır. Söz konusu volkanik komplekslerin volkanostratigrafik özelliklerine bakıldığında, her iki kompleksin de patlama dinamiği açısından eksplozif (patlamalı) faaliyetlerle (piroklastik akma ve yayılma çökelleri) oluşumlarına başladıkları, ekstrüvizif (dom şekilli) ve efüzif (lav akıntısı) ürünlerle (andezitik bileşimli) gelişimlerini sürdürdükleri söylenebilir. Her iki volkanik kompleksin son aktivitesi efüzif karakterli bazalt ve bazaltik-andezitik karakterli lav akıntılarıdır. Bundan dolayı bu volkanik komplekslerin jeolojik ve volkanostratigrafik özellikleri birlikte değerlendirilmiş, jeolojik haritada ve kesitte genelleştirme yapılarak volkanik birimler üç ana grupta toplanmıştır (Ek Şekil 1 ve 2). Bunlar yaşlıdan gence doğru 1) Piroklastik çökeller (Pç), 2) Andezitler (A), 3) Bazalt/bazaltik andezitler (Bba) şeklinde sıralanabilir. Ayrıca bu volkanik komplekslerin kuzey sınırdaşı olan Göllüdağ volkanitleri (Gv) iki alt gruba ayrılarak jeolojik harita ve kesitte genç volkanik birimler olarak (riyolit-obsidiyenler, Ry-Ob ve Pümis-içeren tüfler, Pt) belirtilmiştir (Ek Şekil 1 ve 2).

İnceleme alanındaki genç örtü birimleri ise iki ana grupta toplanmıştır: 1) epiklastik çökeller (Eç), 2) Yamaç molozları (Ym), Alüvyal yelpaze (Ay) ve Alüvyonlardır (Al) (Ek Şekil 1 ve 2). Birinci grup epiklastik çökel kayaçlar inceleme alanının doğusunda, İnli ve Germeğen köyleri civarında ignimbitler üzerinde gözlenir ve küçük yüzlekler oluştururlar. Genel olarak koyu gri-siyah görünümlü olan bu epiklastik çökeller yaklaşık yatay konumlu, orta-kalın tabakalı ve ince-orta tanelidirler. Bazı yol yarmalarında farklı boyutlarda bloklar içeren kötü boylanmalı kanal dolgularının bu çökellere eşlik ettiği gözlenmiştir. İkinci grup genç çökeller (Yamaç molozları, Alüvyal yelpazeler ve Alüvyonlar) jeolojik haritada tek tip bir litoloji ile belirtilmiştir; büyük oranda volkanik komplekslerin doğu kesimlerinde yüzeylemler. Ayrıca alüvyonlar inceleme alanının kuzeybatısında Ramat civarında da gözlenirler (Ek Şekil 1).

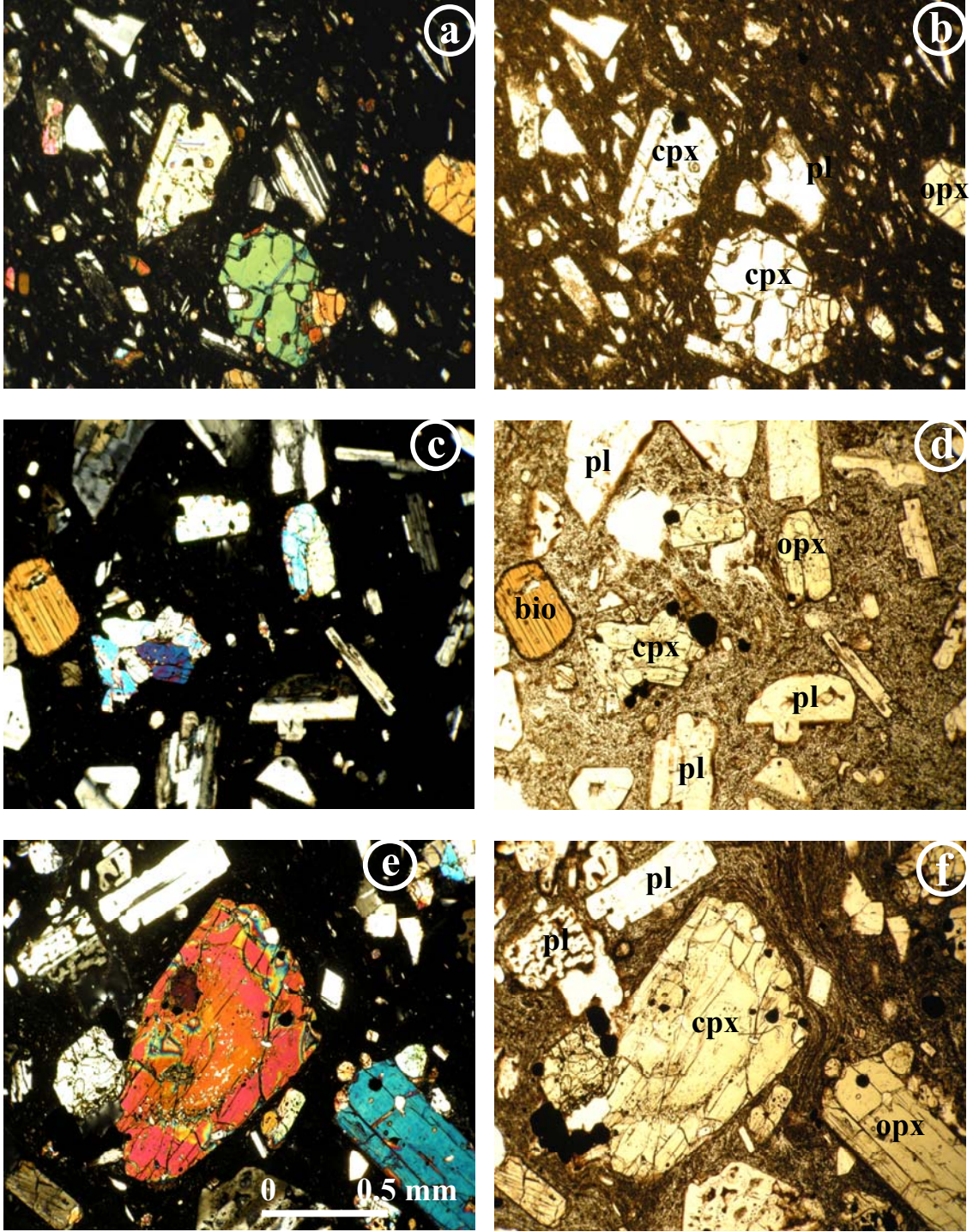
İnceleme alanındaki ÇVK ve TVK volkanik kompleksleri [51, 45] tarafından Melendiz volkanik kompleksinin bir parçası olarak değerlendirilirken, [8] tarafından ayrı kompleksler olarak değerlendirilmiş, ÇVK'nin kompleksinin kompozit bir volkan görünümünde, Tepeköy volkanik kompleksinin ise bir kaldera yapısı şeklinde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca TVK'nin batı bölümünün, Melendiz volkanik kompleksi altında gömülü olduğu ifade edilerek, her iki volkanın andezitik karakterli lav akıntularından ve daha baskın olarak da ayrıışmış dasitik-andezitik piroklastitlerden meydana geldiği vurgulanmıştır. Niğde'nin yaklaşık 50km kuzey-kuzeybatısında gözlenen Kızılcın volkanitleri ile yapılan stratigrafik ve bileşimsel korelasyon sonucu, bu volkanit ile beraber Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin de, Üst Miyosen yaşlı olabilecekleri belirtilmiştir [8]. Ayrıca Tepeköy volkanitlerinde [47] tarafından K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş tayinleri sonucunda, bu volkanitlerin yaşının  $4.2 \pm 0.4$  My olduğu ifade edilmiştir. Yine [47] tarafından Çınarlı volkanitlerinde aynı yöntemle yapılan yaş tayinleri ile  $3.3 \pm 0.3$  My sonucu elde edilerek, bölgedeki volkanizmanın Alt-Orta Pliyosen'de etkin olduğu saptanmıştır. Öncel çalışmalardan elde edilen saha ve yaş verileri dikkate alınarak, bu çalışmada incelenen Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin yaşının Miyo-Pliyosen (Üst Neojen) olabileceği düşünülmüştür. Bu volkanitlerin üzerine gelen Kuvaterner yaşlı Göllüdağ volkanik ürünlerinden riyolit ve pümisce-zengin tüfleri de düşünülen yaş desteklemektedir [27, 50].

### **3.4 Tepeköy ve Çınarlı Volkanitlerinin Petrografisi ve Mineralojisi**

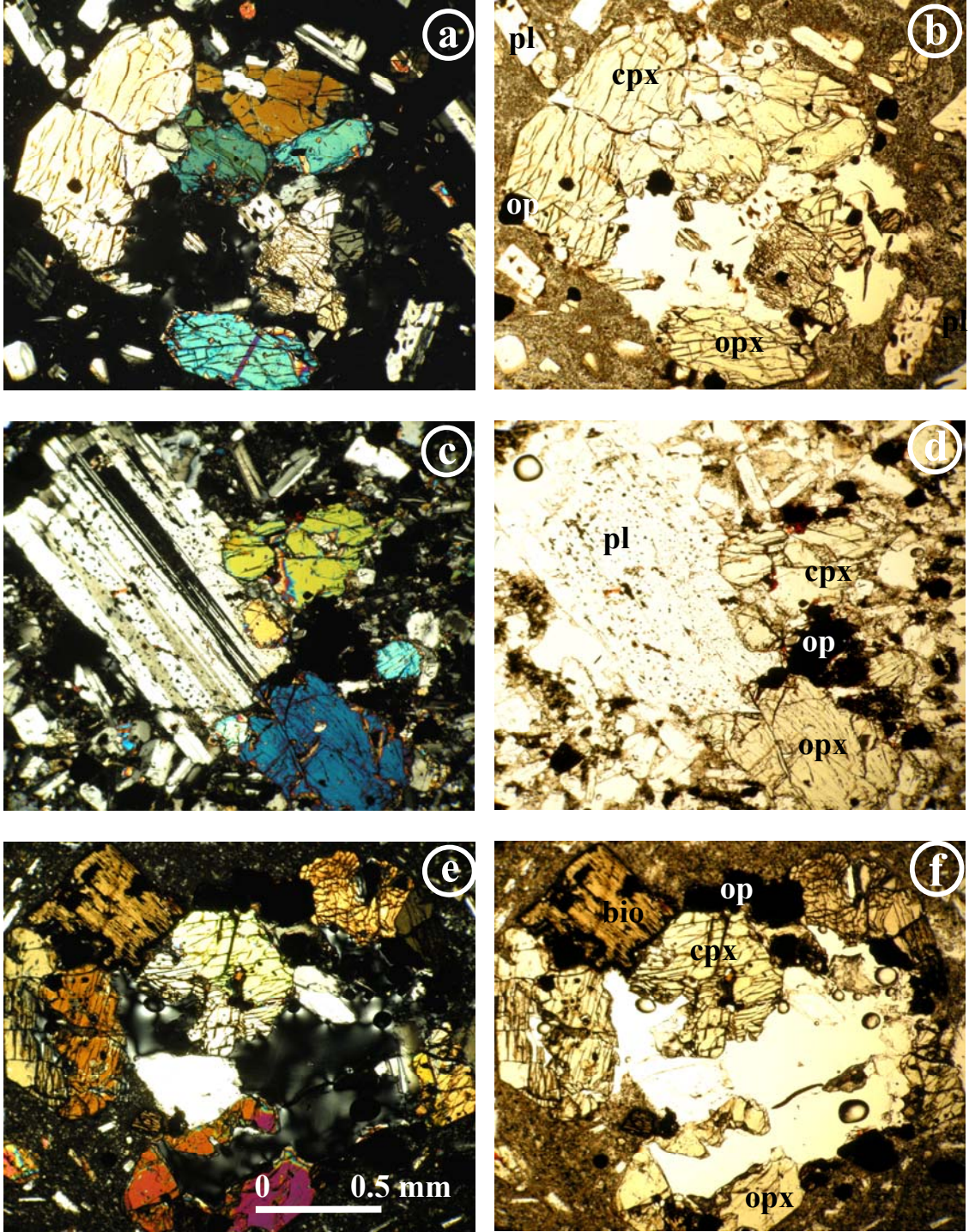
Tepeköy ve Çınarlı volkanik komplekslerine ait volkanik kayalar bu çalışmada jeolojik ve petrografik özelliklere göre, piroklastik çökeller hariç, i) Andezitler (A) ve ii) Bazalt/bazaltik andezitler (Bba), olmak üzere iki ana grupta toplanmıştır. İnceleme alanında geniş yüzeylemeler sunan andezitik kayalar genellikle gri renkli olup, porfirik doku gösterirler ve plajiyoklas fenokristalleri ve magmatik anklav içermeleri ile tipiktirler. İçerdikleri mafik mineral türüne göre andezitler, biyotit-amfibol içeren ve içermeyen şeklinde iki alt türe ayrılabilirler. Diğer taraftan, andezitlere küçük mostralara halinde eşlik eden bazaltik kayalar koyu gri ve siyah renkli olup, daha taze ve sert görünümlü bir yapıya, vesiküler ve bazen porfirik bir dokuya sahiptirler; magmatik anklav içermezler. Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin ve özellikle andezitik kayaların içerdikleri magmatik anklavların genel petrografik ve mineralojik özellikleri Ek Tablo 1 ve 2'de verilmiş, Şekil 3.13a-c ve Şekil 3.14a-c'de mikrofotograflar ile gösterilmiştir.



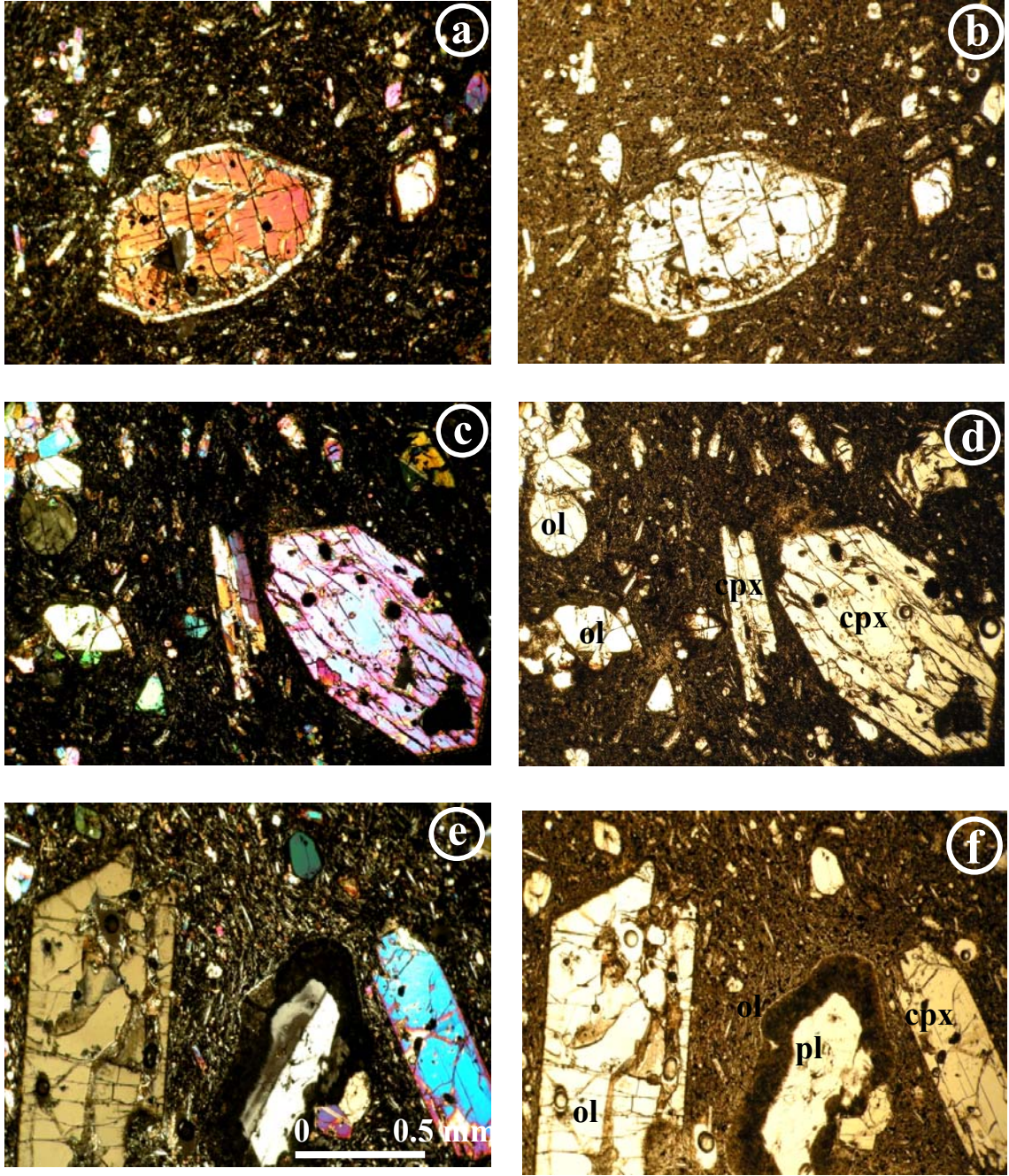
**Şekil 3.13a.** Tepeköy volkanitlerine ait bazalt ve bazaltik andezitlerdeki mineral parajenezinin ve hipokristalin porfirik, traktitik ve hyalo-mikrolitik porfirik dokuların ince kesitte Ç.N (a, c, e) ve T.N. (b, d, f) görünümleri. a ve b) Otomorf olivin (ol), klinopyroksen (cpx) ve plajiyoklas (pl) fenokristalleri. Olivinlerin kırık zonlarında ve çevresinde kloritleşme ve oksitleşme gözlenmekte. c ve d) Otomorf ve subotomorf klinopyroksen, ortopyroksen, plajiyoklas feno- ve mikrofeno kristalleri ile yer yer opak mineral (op) granülleri. e ve f) Subotomorf klinopyroksen, ortopyroksen ve plajiyoklas mikrofenokristalleri koyu ve mikrotaneli bir hamur içinde.



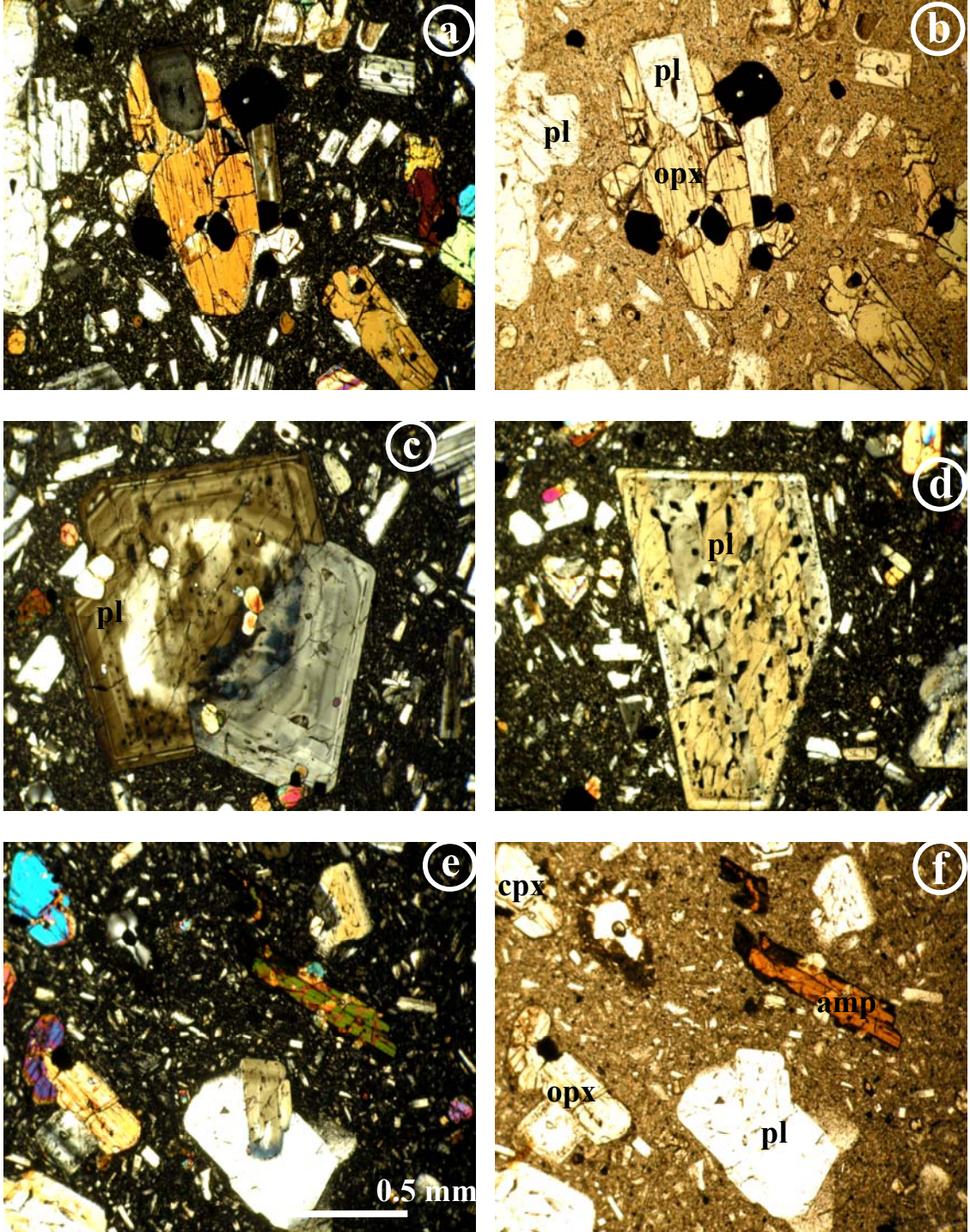
**Şekil 3.13b.** Tepeköy volkanitlerine ait andezitlerde mineral parajenezinin ve hyalo-mikrolitik porfirik ile flüidal, trakitik ve elek (sieve) dokularının ince kesitte görünümleri. a) Andezitlerdeki subtomorf klinopiroksen (cpx), ortopiroksen (opx) ve plajiyoklas (pl) mikrofenokristallerinin Ç.N.'de ve b) T.N.'de görünümleri. c) Biotitli andezitlerdeki subtomorf klinopiroksen (cpx), ortopiroksen (opx), biyotit (bio) ve plajiyoklas (pl) mikrofenokristallerinin Ç.N.'de ve d) T.N.'de görünümleri. e) Biotitli andezitlerdeki klinopiroksen ve ortopiroksen fenokristalleri ile plajiyoklas mikrofenokristallerinin Ç.N.'de ve f) T.N.'de görünümü. Bazı plajiyoklaslarda elek dokusu gözlenirken, bazılarında taze görünüm mevcuttur.



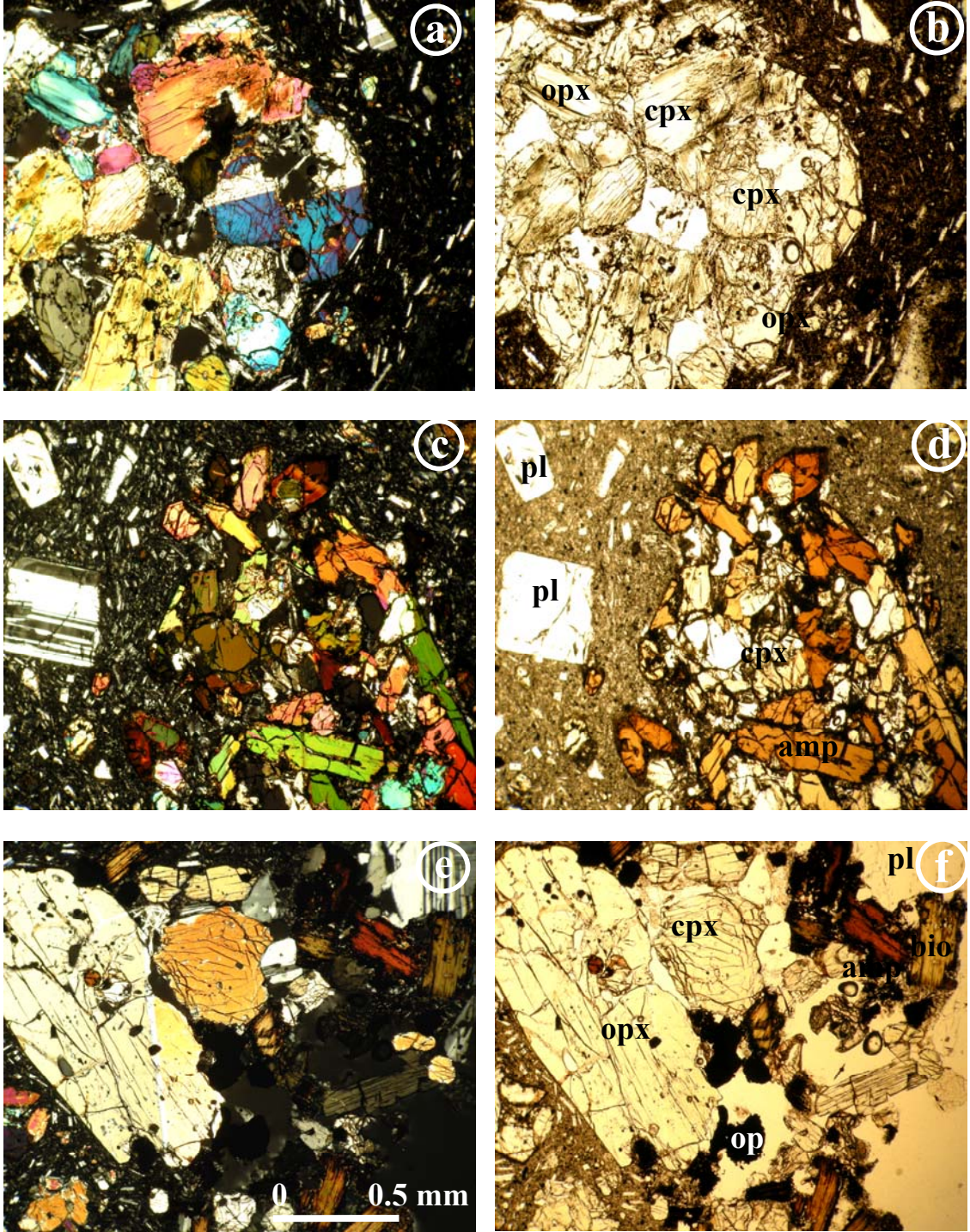
**Şekil 3.13c.** Tepeköy volkanitlerine ait andezitik kayalardaki magmatik anklavların mineral parajenezlerinin ve holokristalin-porfirik dokuların ince kesitte görünüşleri. a) Andezitlerdeki klinopyroksen (cpx), ortopyroksen (opx) feno- ve mikrofeno-kristallerinden ve yer yer opak minerallerden oluşan anklavın Ç.N.'de ve b) T.N.'de görünüşü. c) Andezitlerdeki plajiyoklas (pl), klinopyroksen (cpx), ortopyroksen (opx) feno- ve mikrofeno- kristallerinden ve yer yer opak minerallerden oluşan anklavın Ç.N.'de ve b) T.N.'de görünüşü. e) Biyotitli (bio) andezitlerdeki cpx+opx+bio+op feno- ve mikrofeno- kristal birlikteliğinden oluşan anklavın Ç.N.'de ve f) T.N.'de görünüşü.



**Şekil 3.14a.** Çınarlı volkanitlerine ait bazaltik andezitlerdeki mineral parajenezinin ve hyalo-mikrolitik porfirik dokunun ince kesitte Ç.N (a, c, e) ve T.N. (b, d, f) görünüşleri. a ve b) Otomorf olivin (ol) fenokristali. c ve d) Otomorf klinopyroksen (cpx) fenokristali ile olivin ve klinopyroksen mikrofenokristalleri. e ve f) Subotomorf olivin ve otomorf klinopyroksen fenokristalleri ile birlikte elek (sieve) dokulu ksenomorf plajiyoklas (pl) fenokristali.



**Şekil 3.14b.** Çınarlı volkanitlerine ait andezitlerde mineral parajenezinin ve hyalomikrolitik porfirik ile glomeroporfirik, zonlu, elek (sieve) ve reaksiyon dokularının ince kesitte görünüşleri. a) Andezitlerdeki subtomorf ortopirosken (opx) ve plajiyoklas (pl) feno- ve mikrofenokristallerinin Ç.N.'de ve b) T.N.'de görünüşleri. c) Halkalı zonlu plajiyoklas fenokristallerinin Ç.N.'de görünüşü. d) Bol miktarda cam kapanım içeren elek (sieve) dokulu plajiyoklas fenokristalinin Ç.N.'de görünüşü. e) Andezitlerde reaksiyon dokulu subtomorf amfibol (amp) ve plajiyoklas fenokristalleri ile birlikte klinopirosken (cpx) ve ortopirosken mikrofenokristallerinin Ç.N.'de ve f) T.N.'de görünüşleri.

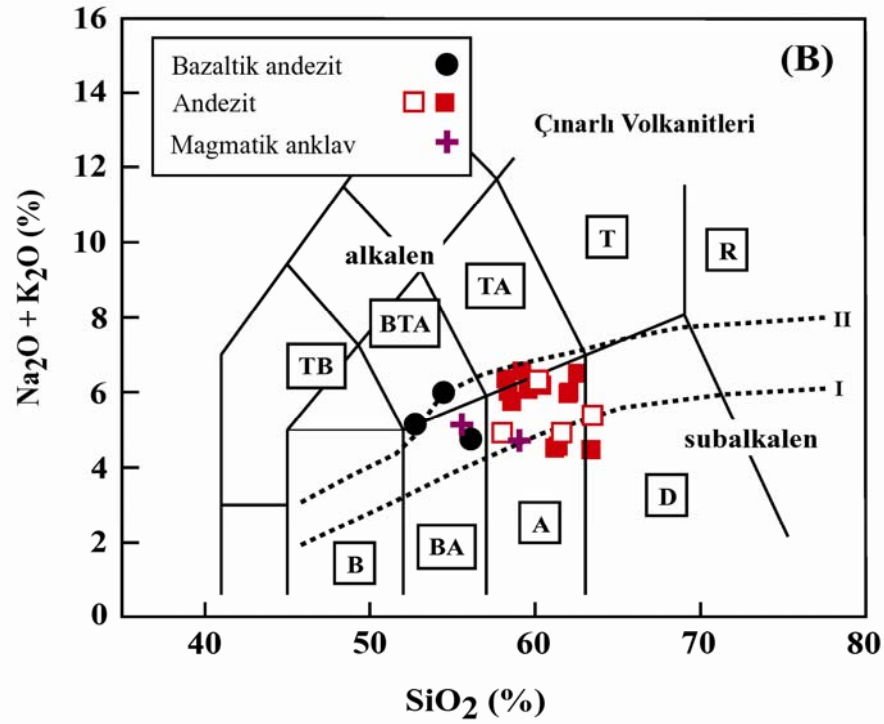
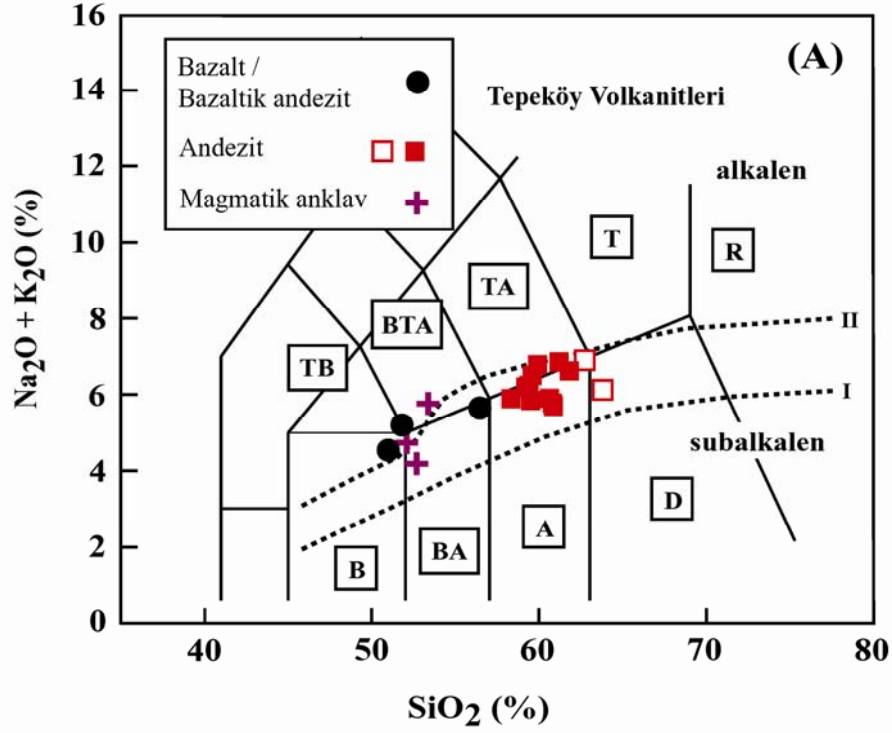


**Şekil 3.14c.** Çınarlı volkanitlerine ait andezitik kayalardaki magmatik anklavların mineral parajenezlerinin ve holokristalin-subofitik dokuların ince kesitte görünüşleri. a) Andezitlerdeki klinopyroksen (cpx) ve ortopyroksen (opx) mikrofenokristallerinden oluşan anklavın Ç.N.'de ve b) T.N.'de görünüşü. c) Amfibollü andezitlerdeki amfibol (amp) ve klinopyroksen mikrofenokristalleri ile yer yer opak minerallerden (op) oluşan anklavın Ç.N.'de ve d) T.N.'de görünüşü. e) Biotitli (bio) andezitlerdeki cpx+opx+amp+bio+op feno- ve mikrofenokristal birlikteliğinden oluşan anklavın Ç.N.'de ve f) T.N.'de görünüşü.

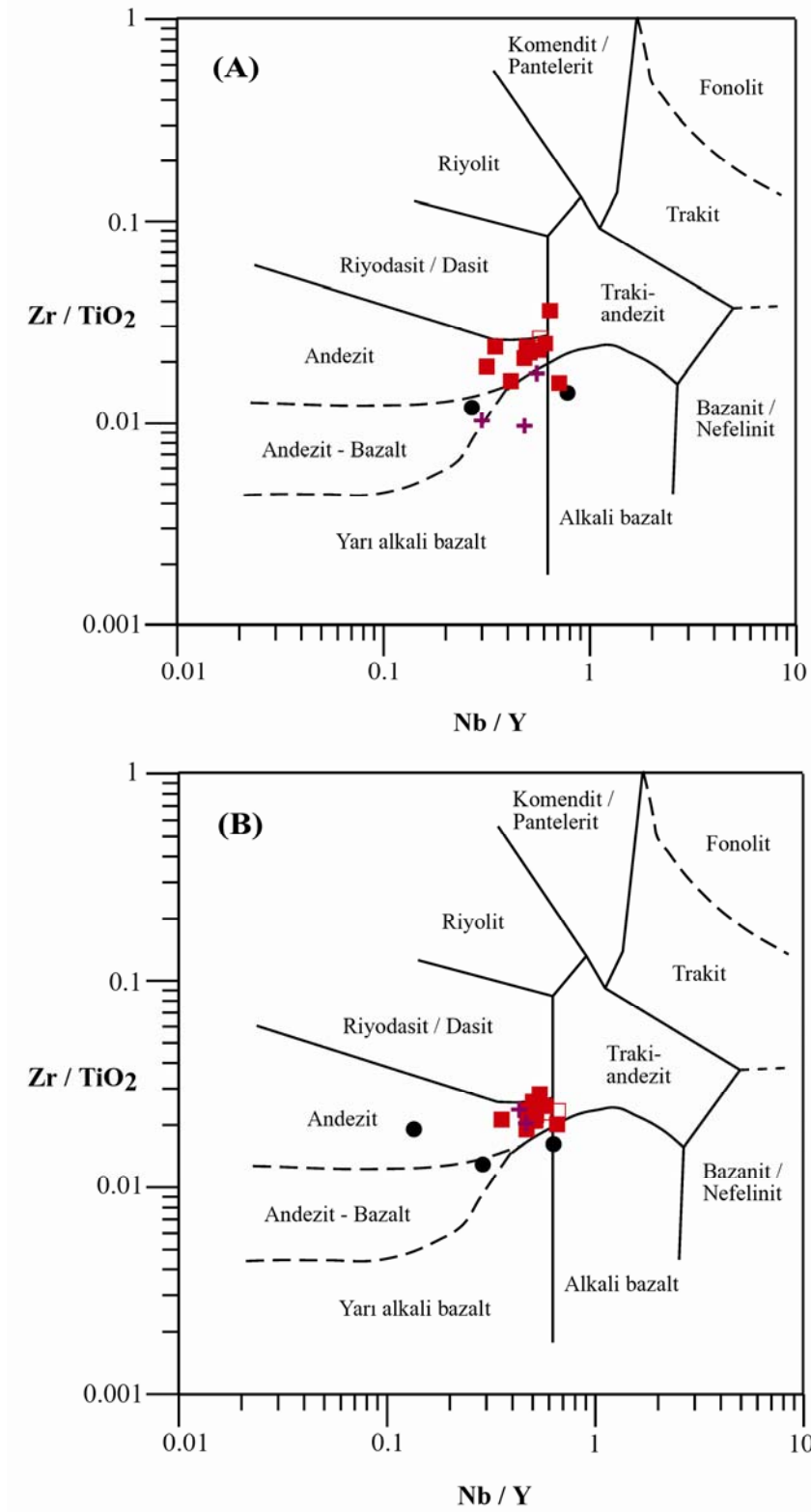
### 3.5 Tepeköy ve Çınarlı Volkanitlerinin Jeokimyası, Petrolojisi ve Tektonik Ortamı

Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinden seçilen örneklerinin ana oksit, iz ve nadir toprak element sonuçları Ek Tablo 3 ve 4'te sunulmuş ve bu örnekler toplam alkali-silika diyagramına (TAS) göre adlandırılmıştır [74]. TAS diyagramına göre, örneklerin çoğu andezitik, bazıları da bazaltik bileşimlidir (Şekil 3.15). Zr/TiO<sub>2</sub> -Nb/Y kayaç sınıflama diyagramı [75], bu volkanitlerin ve anklavların hemen hemen tümünün bazalt ve andezit bileşiminde olduklarını, ayrıca trakiandezit alanına doğru yönseme sunduklarını göstermiştir (Şekil 3.16). Bu özellik volkanik kayaçların çoğunlukla yarı alkali olduğunu ve kısmen de yarı alkali-alkali geçişli karakterlerine işaret etmektedir. İncelenen volkanik kayaçları SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O diyagramına [76] aktardığımızda, Tepeköy volkanitlerinin yüksek-K, Çınarlı volkanitlerinin ise orta ve yüksek-K içerikli kalk-alkalen karakterli oldukları görülmektedir (Şekil 3.17). Benzer şekilde FeO\*/MgO-SiO<sub>2</sub> diyagramı [77], bu volkanitlerin kalk-alkalen özelliklerini destekler (Şekil 3.18). Bu volkanitlere ait magmatik anklavların çoğu toleyitik-kalkalkali geçişlidir.

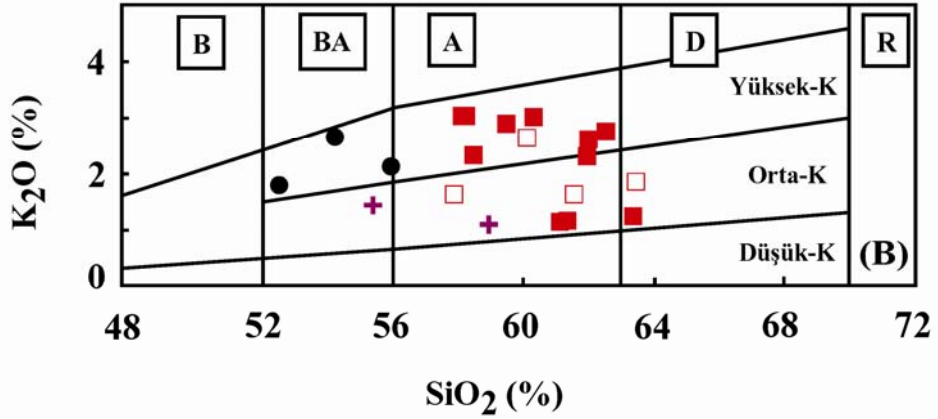
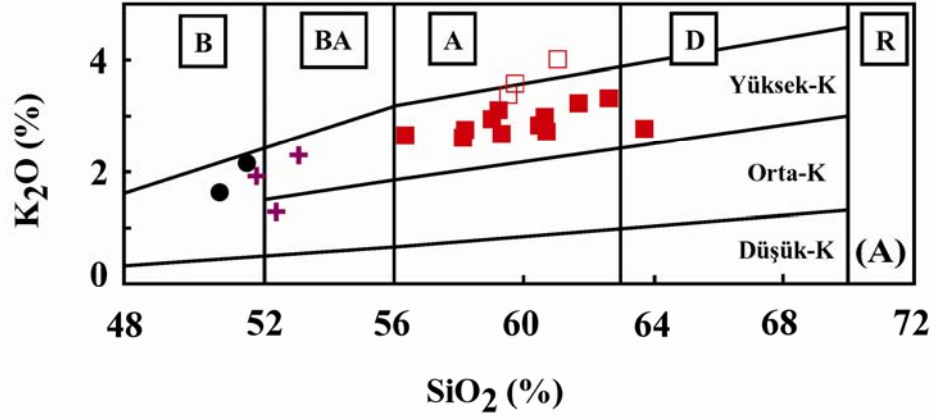
İncelenen volkanitlerdeki bazaltların SiO<sub>2</sub> içerikleri % 50.9-51.7 ve Mg-no değerleri [Mg#: MgO/(MgO+FeO<sup>1</sup>)] 52.6-53.3 arasında, bazaltik andezitlerin SiO<sub>2</sub> içerikleri % 52.7-56.5 ve Mg-no 35.7-51.7 arasında değişirken, andezitlerin SiO<sub>2</sub> içerikleri % 58.1-63.7 ve Mg-no 33.2-44 arasında değişim gösterir (Ek Tablo 3). Gabroporfir, diyorit porfir ve doleritik kayaçlara benzer görünümde olan magmatik anklavlar çoğunlukla bazaltik andezit bileşimlidir (% SiO<sub>2</sub>: 52-59; Mg-no: 30.1-48.4). TAS diyagramında dasitik alana doğru eğilimli kayaç örnekleri, orijinalinde diğer andezitlere benzemekle birlikte, yer yer irili-ufaklı kuvars ksenolitleri içerdiklerinden SiO<sub>2</sub> içerikleri % 63'den biraz daha yüksek çıkma eğilimi gösterirler. Bazalt, bazaltik andezit ve magmatik anklavlarda MgO, CaO TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri andezitlere göre daha yüksek iken, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve Na<sub>2</sub>O içerikleri andezitlerde daha yüksektir (Ek Tablo 3). K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O oranı göz önüne alındığında, Tepeköy volkanik kayaçları Çınarlı volkanitlerine göre daha potasik karakterdedir (Tepeköy için K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O: 1.36-0.43; Çınarlı için K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O: 0.97-0.32).



**Şekil 3.15.** Tepeköy (A) ve Çınarlı (B) volkanitlerinin Toplam Alkali-Silika (TAS) diyagramına göre [74] adlandırılması. Lejanttaki içi boş kare (biyotitt=amfibol)-içeren andezitleri, dolu kare (biyotitt≠amfibol)-içermeyen andezitleri göstermektedir. Grafikteki II kesikli çizgisi altındaki alan Subalkalen, üzerindeki alan Alkalen karakteri, I kesikli çizgisi altında kalan alan Toleyitik karakteri, I ve II kesikli çizgileri arasında kalan alan ise Kalk-alkalen karakteri göstermektedir. B: Bazalt, BA: Bazaltik andezit, A: Andezit, D: Dasit, R: Riyolit, T: Trakit, TA: Traki andezit, BTA: Bazaltik traki andezit, TB: Traki bazalt.



**Şekil 3.16.** Tepeköy (A) ve Çınarlı (B) volkanitlerinin Nb/Y-Zr/TiO<sub>2</sub> sınıflaması [75] Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.



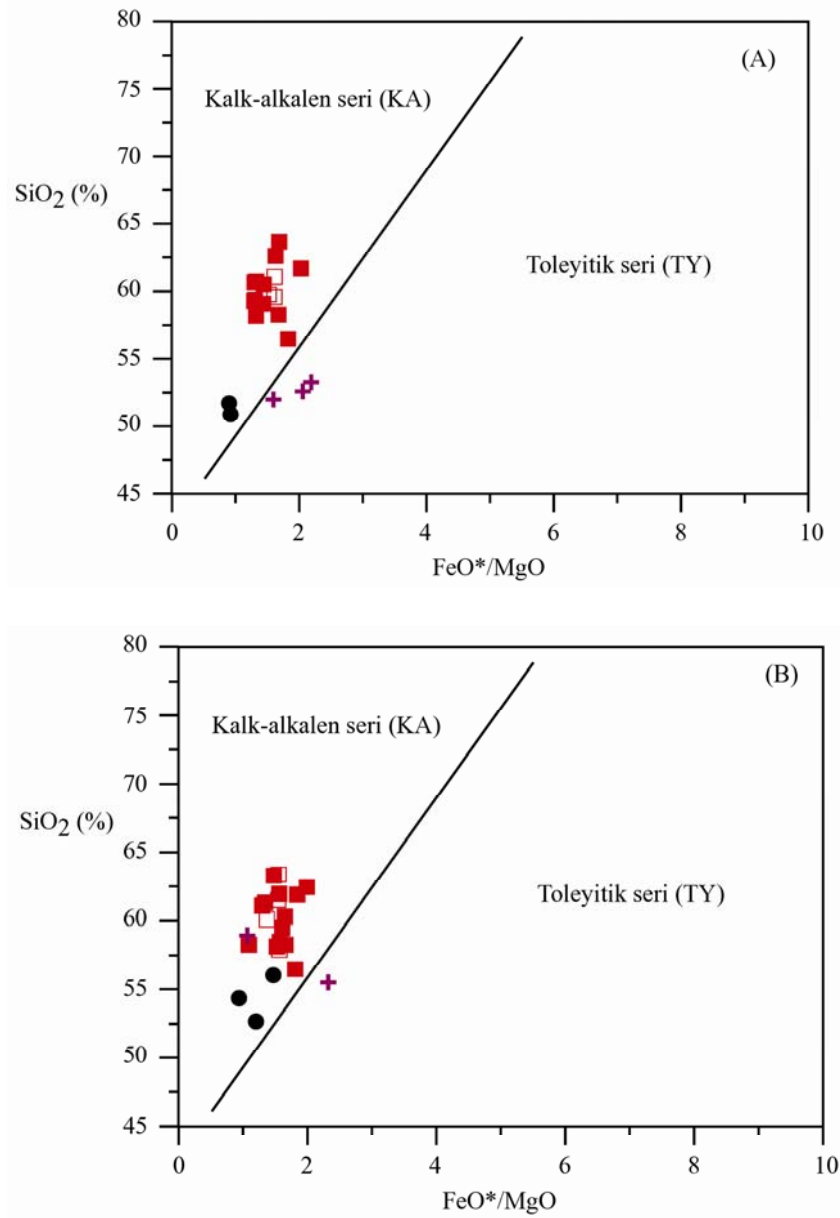
Şekil 3.17. Tepeköy (A) ve Çınarlı (B) volkanitlerinin SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O diyagramı [76]. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.

Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinde iyon yarıçapı büyük iz elementler (örneğin, Ba: 1691-266 ppm, Sr: 964-325 ppm) ve hafif nadir toprak elementlerin (La: 41-17 ppm, Ce: 80-32 ppm) konsantrasyonları yüksek olup, kendi içinde geniş bir değişim aralığı sunar. Bu volkanitlerde genel olarak orta derecede uyumsuz (Zr, V) elementler, uyumlu elementler (Y, Nb) ile çok uyumlu elementlere (Ni, Cr) göre daha çok zenginleşmiştir.

Bu elementlerin içerikleri ve bunların değişim aralıkları Ek Tablo 3'de verilmiştir. Değerli element içeriklerine göre karşılaştırıldığında, Tepeköy volkanitlerinin ortalama Cu (32 ppm), Zn (27 ppm) ve Au (2.9 ppm) değerleri Çınarlı volkanitlerine göre daha yüksektir (Cu: 22 ppm, Zn: 17 ppm, Au: 0.9 ppm); Pb ve Mo açısından önemli bir fark yoktur (Ek tablo 3).

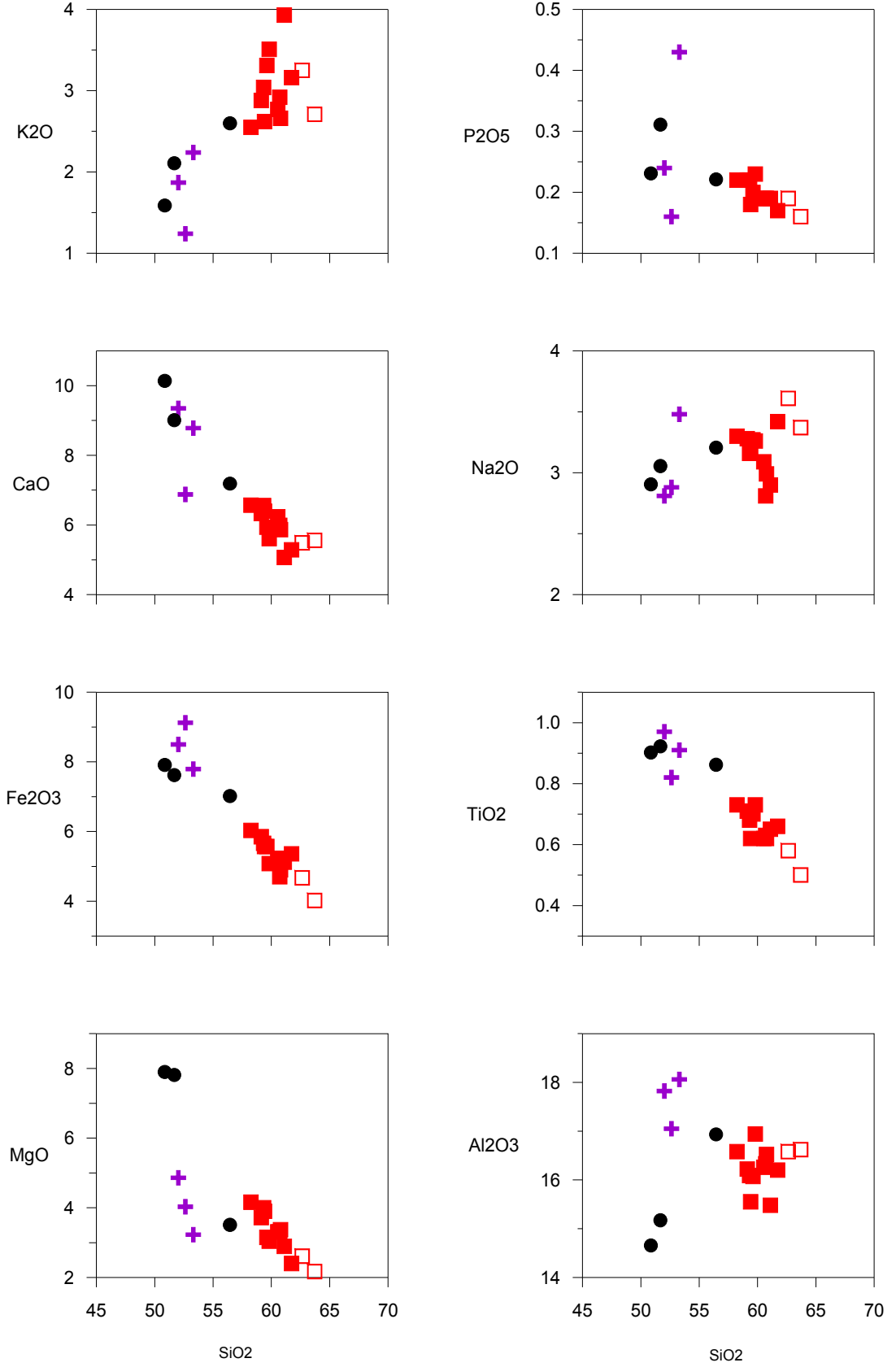
Tepeköy ve Çınarlı volkanik komplekslerine ait kayaçların magmatik gelişim süreçlerini (farklılaşma, fraksiyonel kristallenme, asimilasyon, magma karışımı vs.) ve kaynak alanlarını daha iyi anlayabilmek için ana oksit ve iz element diyagramları

(Harker), iz element (spidergram) ve nadir toprak element değişim diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 3.19 – Şekil 3.26). Genel olarak bakıldığında, Tepeköy ve Çınarlı volkanik komplekslerindeki bazaltik ve andezitik kayaların kendi içindeki kimyasal karakterleri ile iz ve nadir toprak element değişim yönsemeleri oldukça benzerlik sunmaktadır.

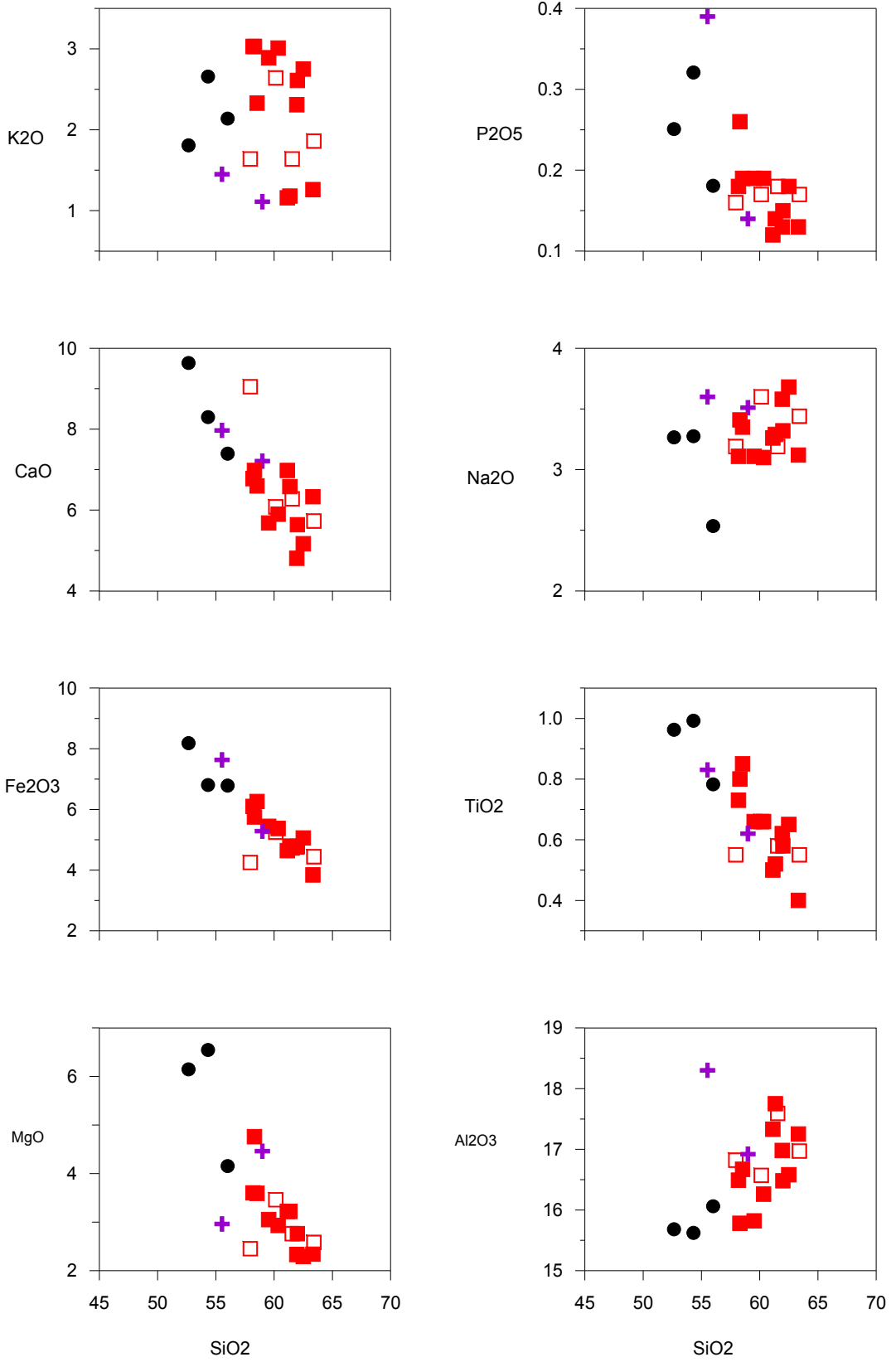


**Şekil 3.18.** Tepeköy (A) ve Çınarlı (B) volkanitlerinin FeO\*/MgO-SiO<sub>2</sub> diyagramı [77]. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.

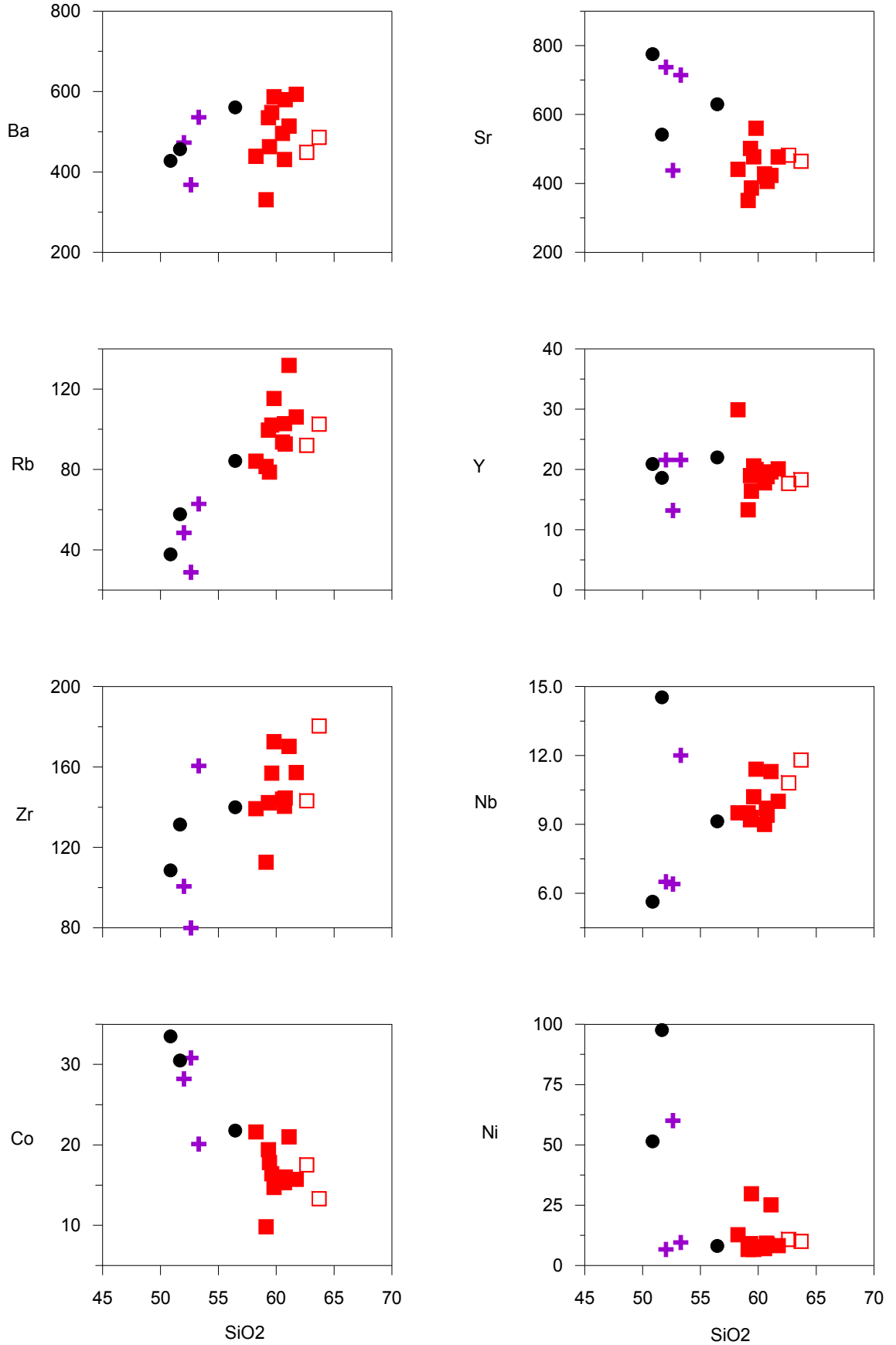
Ana element (Şekil 3.19 ve 3.20) ve iz element (Harker) diyagramlarına göre (Şekil 3.21 ve 3.22), Tepeköy ve Çınarlı volkanik kayaçlarını oluşturan magmanın fraksiyonel kristallenmesinde Mg-Fe'ce zengin mafik minerallerden özellikle piroksenlerin, ayrıca kalsik plajiyoklasların ve Fe-Ti oksitlerin önemli bir yeri vardır. İz element değişim diyagramları (Şekil 3.23 ve 3.24), yaklaşan plaka kenarlarında oluşan kayaçlara benzer özellikler sunmakta, özellikle iyon yarıçapı büyük elementlerce (Rb, Th, U vs.) zenginleşme ve negatif Nb, Ta, P ve Ti anomalileri içermektedir. Benzer durum nadir toprak element değişim grafiklerinde de gözlenmekte ve özellikle bazaltik andezit ve andezitlerde hafif negatif Eu anomalisi izlenmektedir (Şekil 3.25 ve 3.26).



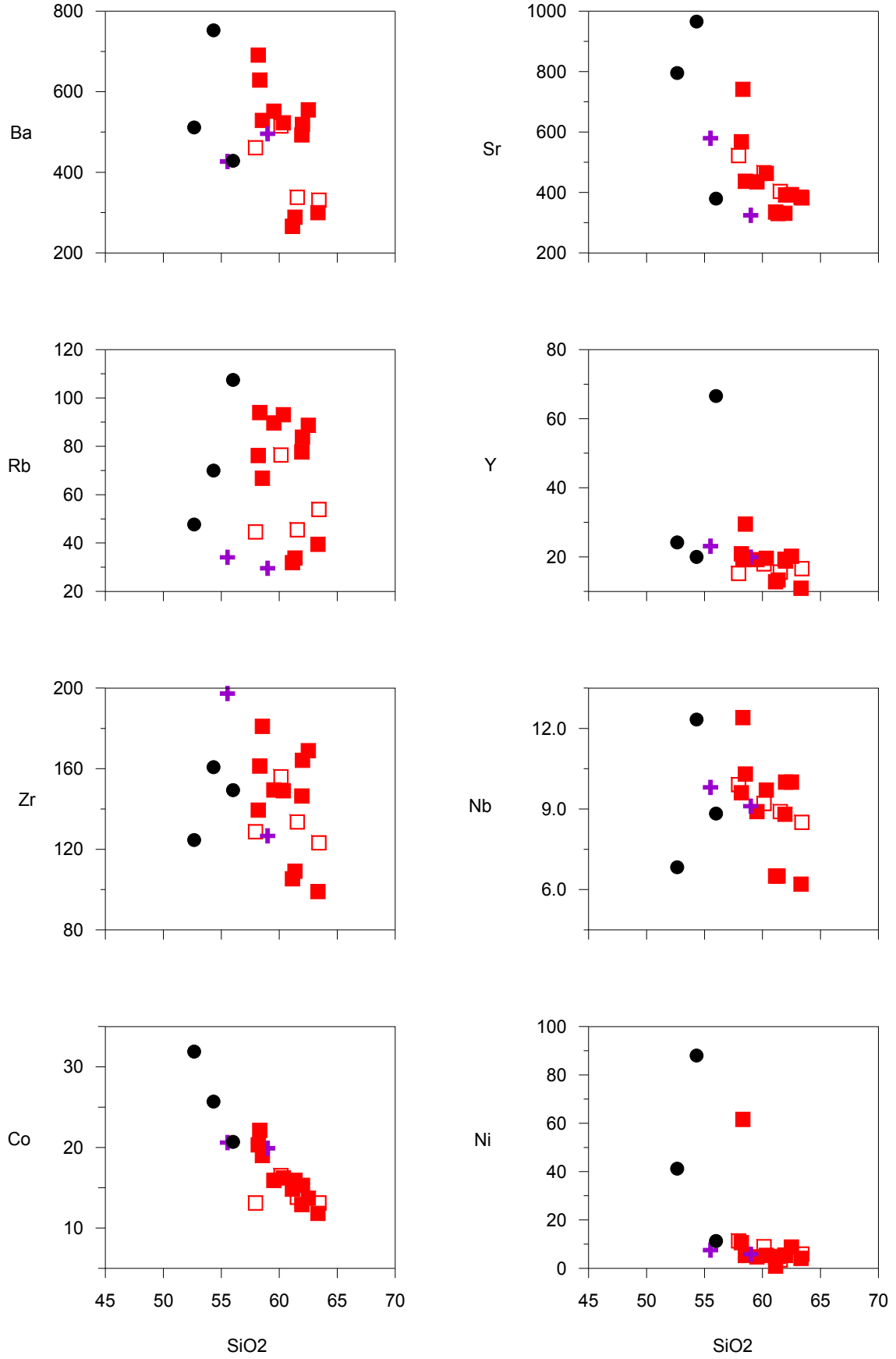
**Şekil 3.19.** Tepeköy (A) ve Çınarlı (B) volkanitlerinin ana element değişim (Harker) diyagramı. Ana elementler oksit olarak ağırlıkça yüzde (%) cinsindedir. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.



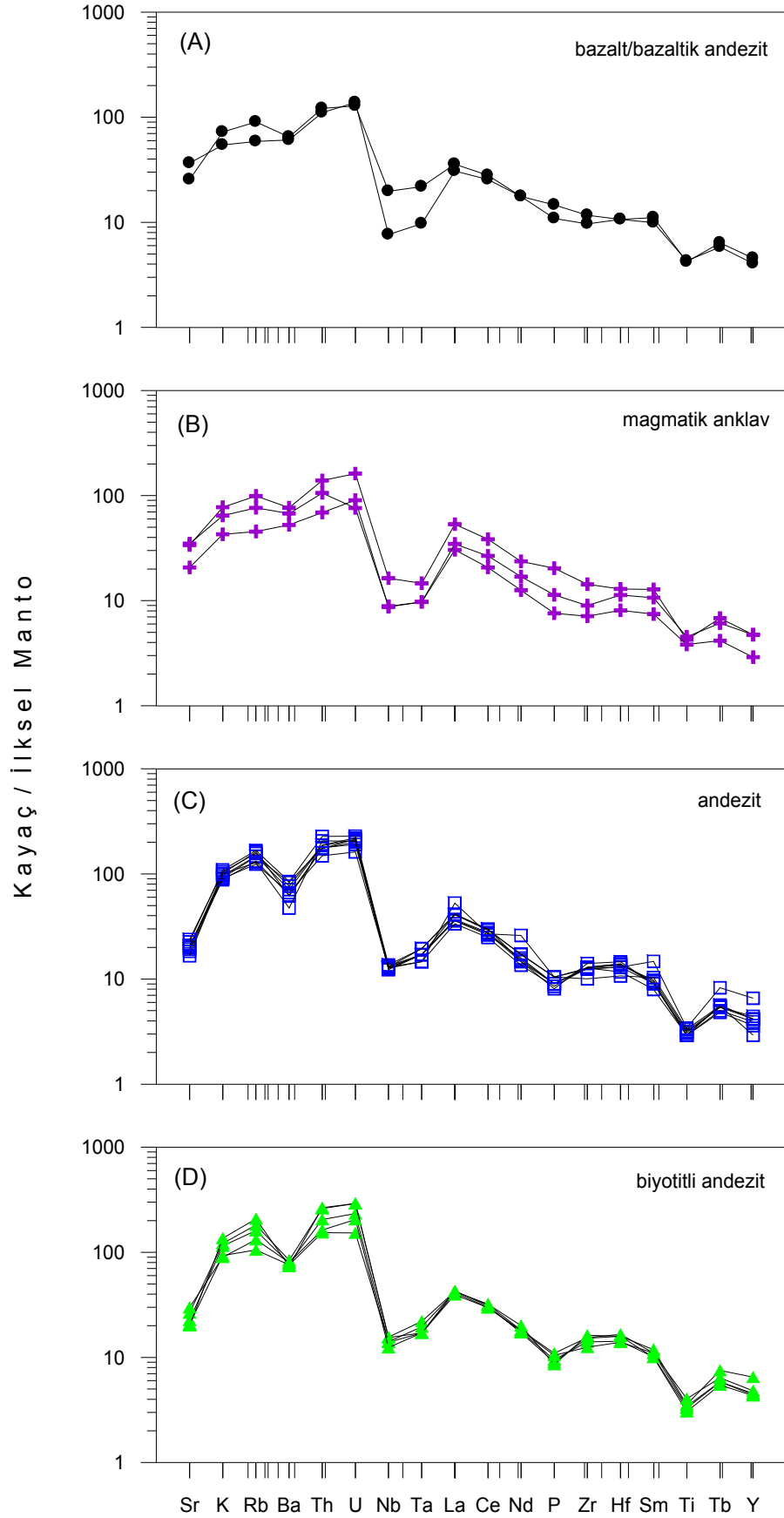
**Şekil 3.20.** Çınarlı volkanitlerinin ana oksit (Harker) değişim diyagramı. Ana elementler oksit olarak ağırlıkça yüzde (%) cinsindedir. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.



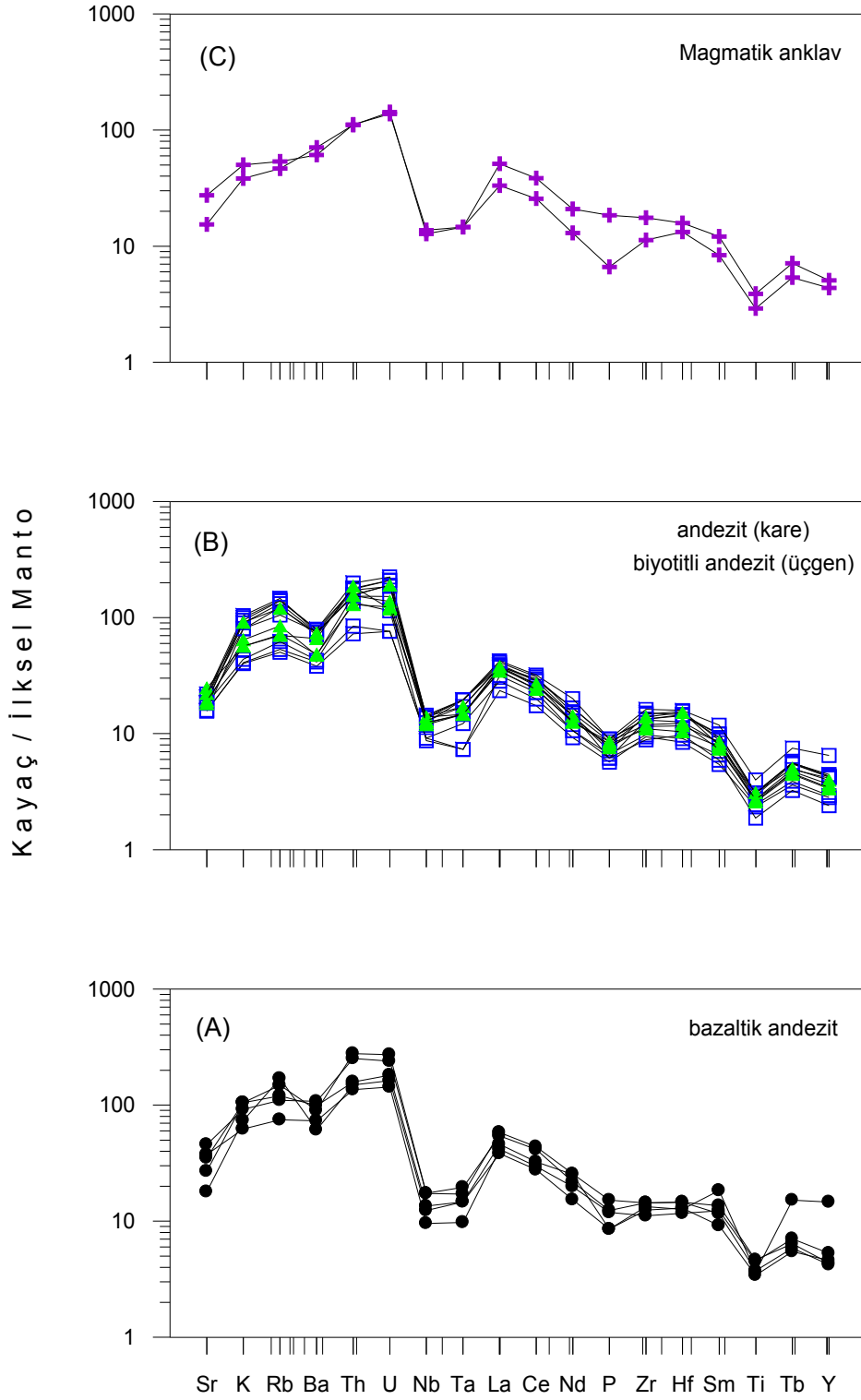
**Şekil 3.21.** Tepeköy volkanitlerinin iz element (Harker) değişim diyagramı. İz elementler ppm cinsindedir. Semboller Şekil 3.15’deki gibidir.



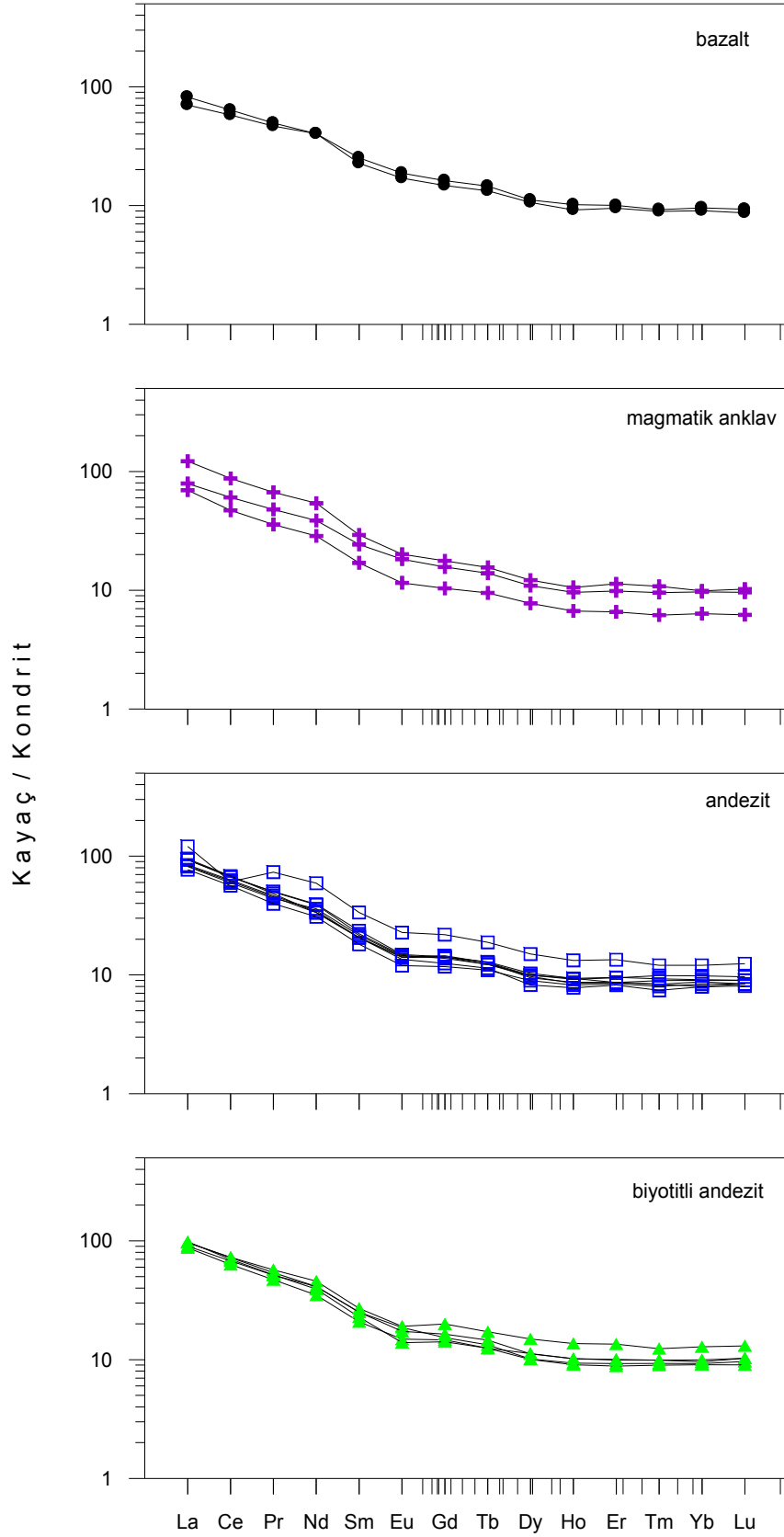
**Şekil 3.22.** Çınarlı volkanitlerinin iz element (Harker) değişim diyagramı. İz elementler ppm cinsindedir. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.



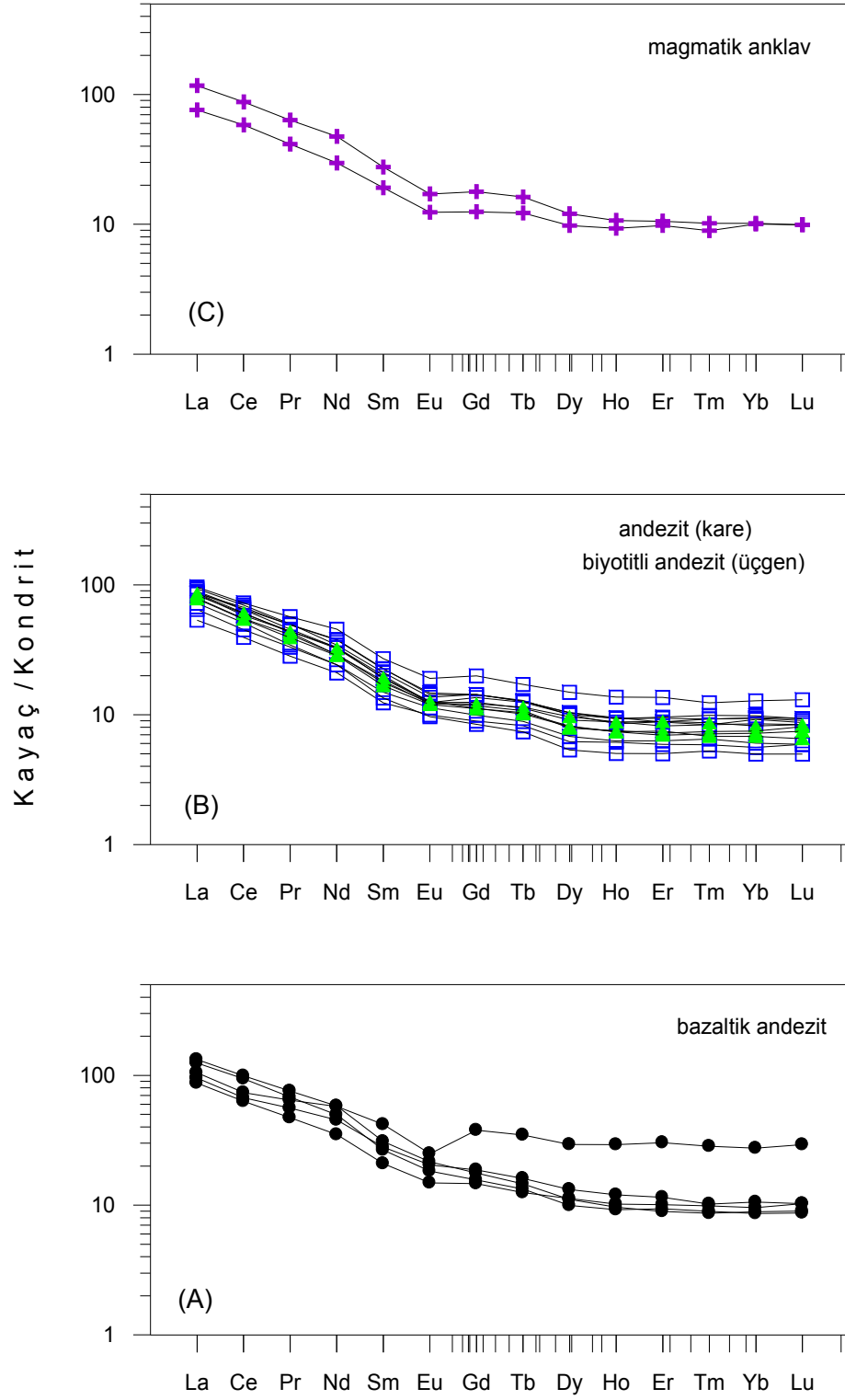
**Şekil 3.23.** Tepeköy volkanitlerinin ilksel mantoya göre [78] normleştirilmiş spidergramı. İz elementler ppm cinsindedir. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.



**Şekil 3.24.** Çınarlı volkanitlerinin ilksel mantoya göre [78] normalleştirilmiş spidergramı. İz elementler ppm cinsindedir. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.



**Şekil 3.25.** Tepeköy volkanitlerinin kondrite göre [79] normalleştirilmiş nadir toprak element diyagramı. Nadir toprak elementler ppm cinsindedir. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.

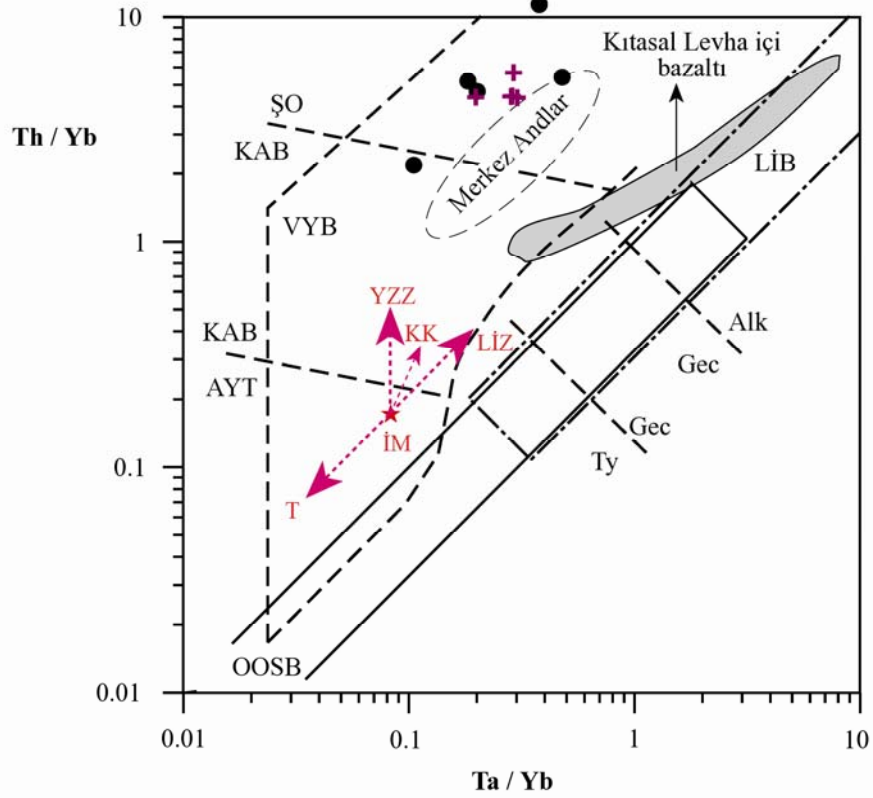


**Şekil 3.26.** Çınarlı volkanitlerinin kondrite göre [79] normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı. Nadir toprak elementler ppm cinsindedir. Semboller Şekil 3.15'deki gibidir.

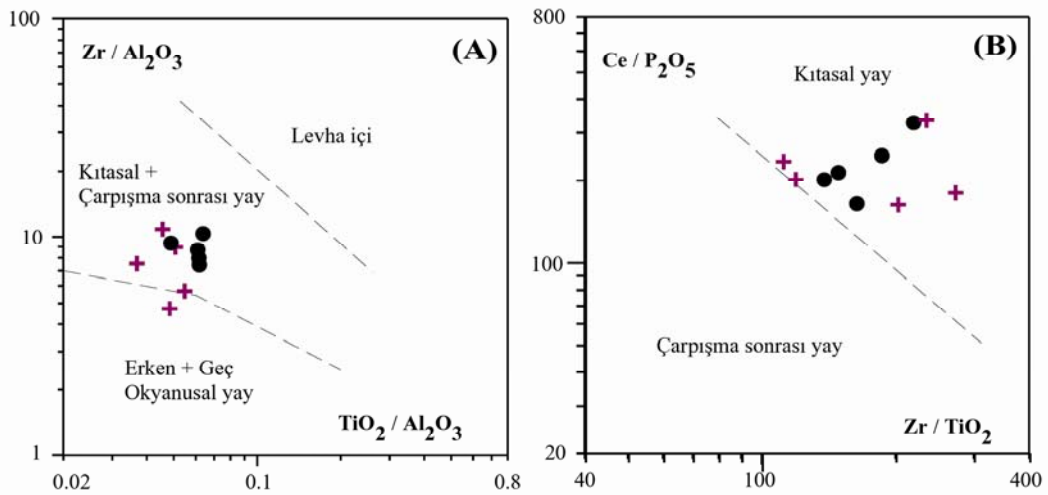
İlksel mantoya ve kondrite göre normalleştirilmiş volkanik kayaç ve magmatik anklav örneklerin birbirine paralel ve uyumlu dağılımlar sunması, hem Tepeköy hem de Çınarlı volkanitlerinin oluşumunda farklılaşmanın (diferansiyasyon) önemini vurgulamaktadır. Volkanitlerin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılımlarına bakıldığında, bazalt ve magmatik anklavlar ile andezitik kayaçlar arasında önemli derecede hafif ve ağır nadir toprak element zenginleşme farkı vardır. Yani bazalt ve magmatik anklavlarda  $[La/Lu]_N$  oranı 7-12 arasında sınırlı iken, andezitlerde  $[La/Lu]_N$  oranı 4-15 arasında daha geniş bir dağılım gösterir.

Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin oluştukları tektonik ortamı belirlemek ve magmatik prosesleri değerlendirmek amacıyla  $Th/Yb - Ta/Yb$  diyagramı [80] ile  $Zr/Al_2O_3 - TiO_2/Al_2O_3$  ve  $Ce/P_2O_5 - Zr/TiO_2$  diyagramları [81], kullanılmıştır (Şekil 3.27 ve 3.28). Değerlendirmeler için özellikle bazalt, bazaltik andezit ve magmatik anklav gibi bazik bileşime yakın en mafik örnekler kullanılmış, andezitler dikkate alınmamıştır. İncelenen volkanitlerdeki yüksek  $Th/Yb$  (çoğunlukla  $>5$ ) ve orta  $Ta/Yb$  (0.1-0.5) oranları (Şekil 3.27), bu kayaçların muhtemelen çarpışma ve çarpışma sonrası kıtasal yay ortamında oluşmuş olduklarını göstermektedir. Kayaç örneklerinin “Merkez Andlar” alanına yakın bir bölgeye düşmeleri bunu desteklemektedir. Şekil 3.27’deki vektör yönleri dikkate alındığında, Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin, eski bir yitim bileşeni içeren zenginleşmiş bir litosferik mantodan itibaren kaynaklanmış olabileceği ve gelişim süreçlerinde  $\pm$  kıtasal kirlenmenin önemli rol oynadığı söylenebilir.

$Zr/Al_2O_3 - TiO_2/Al_2O_3$  (Şekil 3.28A) tektonik ayırtman diyagramlarına göre [81], Tepeköy ve Çınarlı volkanitleri hemen hemen tümüyle “kıtasal + çarpışma sonrası yay” alanında yer alırlar. Söz konusu volkanik kayaçların kıtasal bir yayda mı, yoksa çarpışma sonrası bir yayda mı geliştikleri  $Ce/P_2O_5 - Zr/TiO_2$  tektonik ayırtman diyagramına göre (Şekil 3.28B) net bir şekilde görülmektedir; yani incelenen volkanitlerin en mafik üyeleri tümüyle kıtasal yay alanında yer alırlar.



**Şekil 3.27.** Tepeköy ve Çınarlı mafik volkanik kayaç örneklerinin Th/Yb – Ta/Yb diyagramındaki konumları [80]. Semboller Şekil 3.15’deki gibidir. KAB: Kalk-alkali Bazaltlar, AYT: Adayayı Toleyitleri, VYB: Volkanik Yay Bazaltları, ŞO: Şoşonit, OOSB: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları, LİB: Levha İçi Bazaltları, Ty: Toleyitik, Gec: Geçişli, Alk: Alkali, İM: İlksel Manto, T: Tüketilme, LİZ: Levha İçi Zenginleşme, YZZ: Yitim Zonu Zenginleşmesi, KK: Kıtasal Kirlenme. “Merkez Andlar” ve Kıtasal Levha içi bazaltı” alanları [82]’den alınmıştır.



**Şekil 3.28.** Tepeköy ve Çınarlı mafik volkanik kayaç örneklerinin  $Zr/Al_2O_3$  –  $TiO_2/Al_2O_3$  (A) ve  $Ce/P_2O_5$ – $Zr/TiO_2$  (B) tektonik ayırtman diyagramları [81]. Semboller Şekil 3.15’deki gibidir.

### 3.6. Tepeköy ve Çınarlı Volkanitlerinin Mineral Kimyası ve Oluşum Şartları

Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerine ait olivinli bazaltlar ve olivin-içeren bazaltik andezitler olivin+klinopiroksen±ortopiroksen+plajiyoklas şeklinde mineral birlikteliğine sahiptir (Ek Tablo 5). Bu minerallerin ana oksit element analizleri Tepeköy için Ek Tablo 6’da ve Çınarlı için Ek Tablo 7’de verilmiştir.

Olivinlerin minerallerine ait yapısal formüller ise 4 oksijene göre hesaplanmıştır. Olivinler çoğunlukla özşekilli fenokristaller halinde gözlenirler ve forsteritik bileşim sunarlar (Tepeköy için  $Fe_{0.7-0.8}Wo_{0.2-0.3}$ ; Çınarlı için:  $Fe_{0.8-0.9}Wo_{0.1-0.2}$ ) (Şekil 3.29).

Bu kayalardaki öz-yarı öz şekilli ve farklı boyutlardaki klinopiroksenler [83]’e göre ojit bileşiminde (Tepeköy için:  $En_{40.7-48.4}Wo_{40.4-43.6}Fs_{7.3-15.3}Ac_{0.8-2.6}$ ; Çınarlı için:  $En_{41-45.2}Wo_{41.2-46}Fs_{8.4-13.5}Ac_{0.7-1.4}$ ) (Şekil 3.30), ortopiroksenler ise enstatit bileşimindedir (Tepeköy için:  $En_{68.4-72.3}Wo_{2.6-4.2}Fs_{24.5-28.9}Ac_{0-0.6}$ ) (Şekil 3.31). yapısal formülleri 6 oksijene göre hesaplanmıştır (Ek Tablo 6 ve 7).

Genelde taze görünümlü ve mikrofeno-kristal olarak gözlenen plajiyoklasların yapısal formülleri 32 oksijene göre hesaplanmıştır. Plajiyoklasların cinsi [84]’e göre olivinli bazaltlarda andezin ve bitovnit ( $An_{44.5-86.1}$ ) arasında değişirken, olivinli bazaltik andezitlerde andezin ve labradorit ( $An_{36.1-59.2}$ ) arasında değişim sunar (Şekil 3.32).

Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerine ait Fe-Ti-oksit minerallerinin kimyasal analizlerinden yapısal parametreleri ve formülleri elde etmek için, 4 oksijene göre normalleştirilmiş katyonlardan itibaren hesaplamalar yapılmıştır (Ek Tablo 6 ve 7). Bu volkanik kayaların tümünde genellikle orta-küçük ve öz-yarı öz şekilli kristaller halinde olan Fe-Ti-oksit kristallerinin bileşimleri birbirlerine oldukça yakındır. Ulvospinel-magnetit uç üyeleri açısından bakıldığında [85], magnetit uç üyesine daha yakın olan Fe-Ti-oksitlerin genel bileşimleri, Tepeköy olivinli bazaltlarında  $Mt_{95}Usp_{05}$  ila  $Mt_{85}Usp_{15}$  arasında değişirken, Çınarlı’nın olivin-içeren bazaltik andezitlerinde hem magnetit ( $Mt_{80}Usp_{20}$ - $Mt_{90}Usp_{10}$ ) hem de ulvospinel ( $Usp_{100}$ ) bileşimindedir (Şekil 3.33).

Diğer taraftan andezit ve amfibollü andezitlerde yaygın olarak glomeroporfirik, elek ve reaksiyon dokuları gözlenir ve klinopiroksen+ortopiroksen±olivin±amfibol+ plajiyoklas

şeklinde geniş bir mineral birlikteliğine sahiptirler (Ek Tablo 5). Bu kayalarda olivin minerallerine sadece birkaç örnekte rastlanmış olup, genelde yarı öz şekilli mikrofenokristaller halinde gözlenirler ve forsteritik bileşim sunarlar (Çınarlı için:  $Fe_{0.84.8-85.6}$ ) (Şekil 3.29).

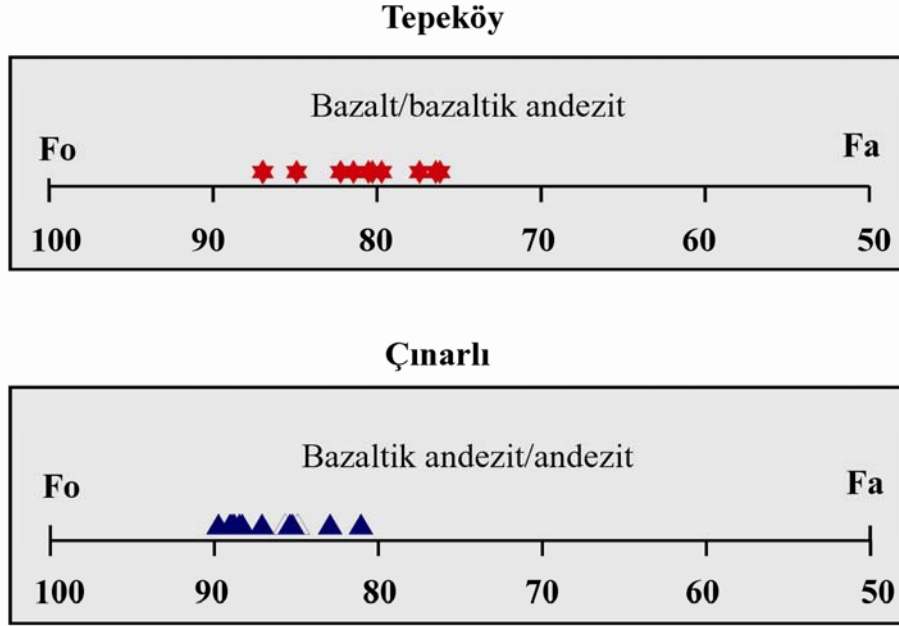
Bu kayalardaki feno ve mikrofenokristalli klinopiroksenler ojit bileşiminde (Tepeköy için:  $En_{41.4-49.9}Wo_{41.8-43.9}Fs_{7.4-13.8}Ac_{0.8-1.7}$ ; Çınarlı için:  $En_{41.8-42.8}Wo_{43.1-43.1}Fs_{13.1-13.8}Ac_{1.2-1.4}$ ) (Şekil 3.30), ortopiroksenler ise enstatit bileşimindedir (Tepeköy için:  $En_{67.2}Wo_{1.9}Fs_{30.9}Ac_{0.1}$ ; Çınarlı için:  $En_{33.9-77.9}Wo_{1.7-2.4}Fs_{19.7-51.5}Ac_{0-12.5}$ ) (Şekil 3.31).

Plajiyoklas mineralleri çoğunlukla farklı boyutlarda gözlenir ve seri dokusu oluşturur; buna ek olarak bazı plajiyoklaslarda elek (sieve) doku gözlenirken, bazılarında taze bir görünüm hakimdir. Plajiyoklas cinsi andezitlerde andezin bileşimindeyken ( $An_{39.5-45.5}$ ), bazaltik andezitlerde andezin ve labradorit bileşimi ( $An_{32.4-68.9}$ ) arasında değişir (Şekil 3.32).

Tepeköy andezitlerinde ve Çınarlı amfibollü andezitlerde bulunan Fe-Ti-oksitlerin bileşimleri  $Mt_{80}Usp_{20}$  ila  $Mt_{70}Usp_{30}$  arasında değişim göstermektedir (Şekil 3.33). Amfibol minerallerinin yapısal formülleri 23 oksijene göre hesaplanmıştır. Bu mineraller sadece Çınarlı andezitlerinde gözlenir; genelde prizmatik şekilli ve kenarları reaksiyon dokulu olup, [86]'ya göre büyük oranda Mg'ca zengin hastingsit bileşimlidirler ( $Mg\#$ : 0.75-0.77) (Şekil 3.34).

Tepeköy ve Çınarlı andezitlerinde bulunan mafik mikrogranüler anklavlar genelde küçük yer yer iri kristal topluluklarından oluşur; klinopiroksen+ortopiroksen+plajiyoklas+Fe-Ti oksit şeklinde bir mineral birlikteliği sunarlar (Ek Tablo 5). Bu ana kayalara ait magmatik anklavların mafik mineral bileşimleri ve plajiyoklaslardaki An içerikleri dikkate alındığında, bu anklavların büyük oranda benzerlik sunduğu gözlenmiştir. Klinopiroksen ve ortopiroksen bileşimleri sırasıyla,  $En_{41.7-50.7}Wo_{39.8-43.3}Fs_{5.6-14.3}Ac_{0.6-1.4}$  ve  $En_{65.5-67.8}Wo_{1.8-2.2}Fs_{31.1-32.4}Ac_{0-0.1}$ ; arasında değişim gösterir (Şekil 3.30 ve 3.31). Magmatik anklavlardaki plajiyoklasların An içeriği ( $An_{41-67.1}$ ) ana kayalarınkine göre biraz daha yüksektir (Şekil 3.32). Çınarlı andezitlerindeki anklavların Fe-Ti oksit bileşimleri hem magnetit ( $Mt_{95}Usp_{05}-Mt_{35}Usp_{65}$ ) hem de

ulvospinel (Usp<sub>100</sub>) bileşimleri arasında değişirken, Tepeköy andezitlerindeki anklavlarda bileşim sabittir (Mt<sub>85</sub>Usp<sub>15</sub>) (Şekil 3.33).



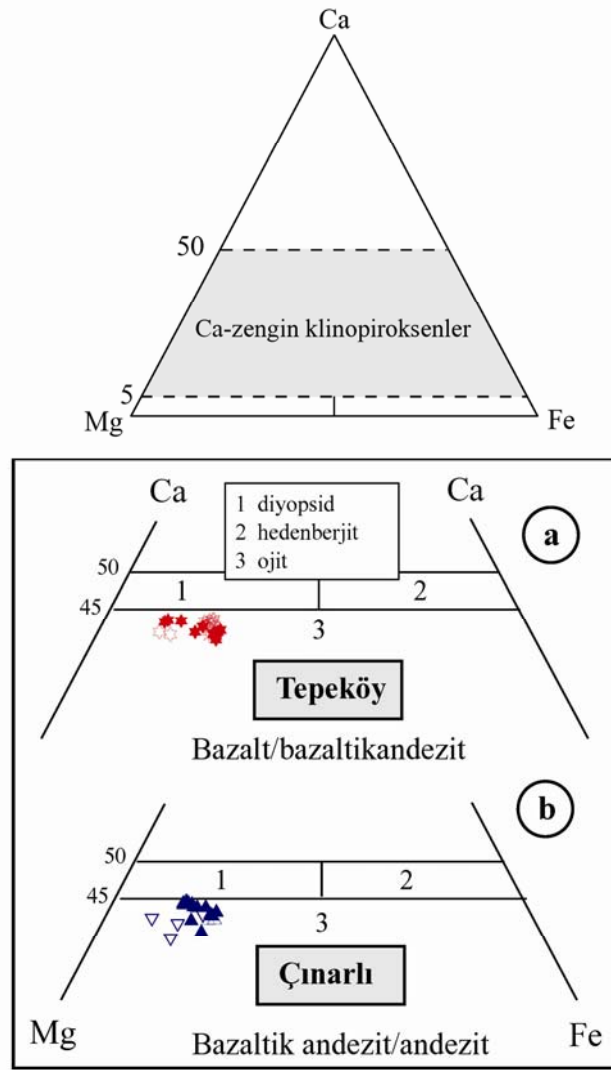
Şekil 3.29. Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerinin olivin bileşimleri.

Piroksen, amfibol, mika ve feldispatlar gibi silikat minerallerinin bileşimleri ile magnetit ve ilmenit gibi Fe-Ti oksitlerin bileşimleri oluştukları magmatik kayaların sıcaklık ve basınç şartlarını büyük oranda yansıtmaktadır. Söz konusu mineralleri kullanarak birçok araştırmacı inceledikleri magmatik kayaların oluşum koşullarını belirlemeye çalışmışlardır [87-93].

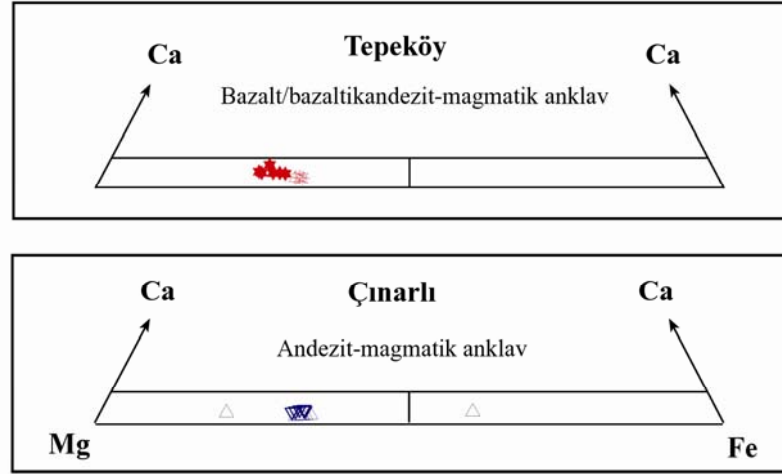
Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerin oluşum şartları [10] tarafından çalışılmış ve yukarıda belirtilen minerallerin çoğu üzerinde basınç ve sıcaklık hesaplamaları yapılmıştır. Dengeli ana minerallerin mineral kimyasına dayalı jeotermobarometrik incelemeler sonucunda, kalk-alkalen karakterli bazaltik ve andezitik kayaların polibarik (~2-8 kbar) bir gelişim tarihçesine, değişen sıcaklıklarda (850-1050 °C) açık sistem farklılaşmasına maruz kaldıkları, kristallenme derinliklerinin 6-24 km arasında değiştiği ve bu kayaların oluşumundan kısa bir süre önce sıg magma odalarında karışıma uğradıkları belirtilmiştir.

İnceleme alanının batısındaki Melendiz, Keçiboyduran, Hasandağ ve Karataş volkanitlerinde mineral kimyası ve jeotermobarometre üzerine yapılan çalışmalarda [10,

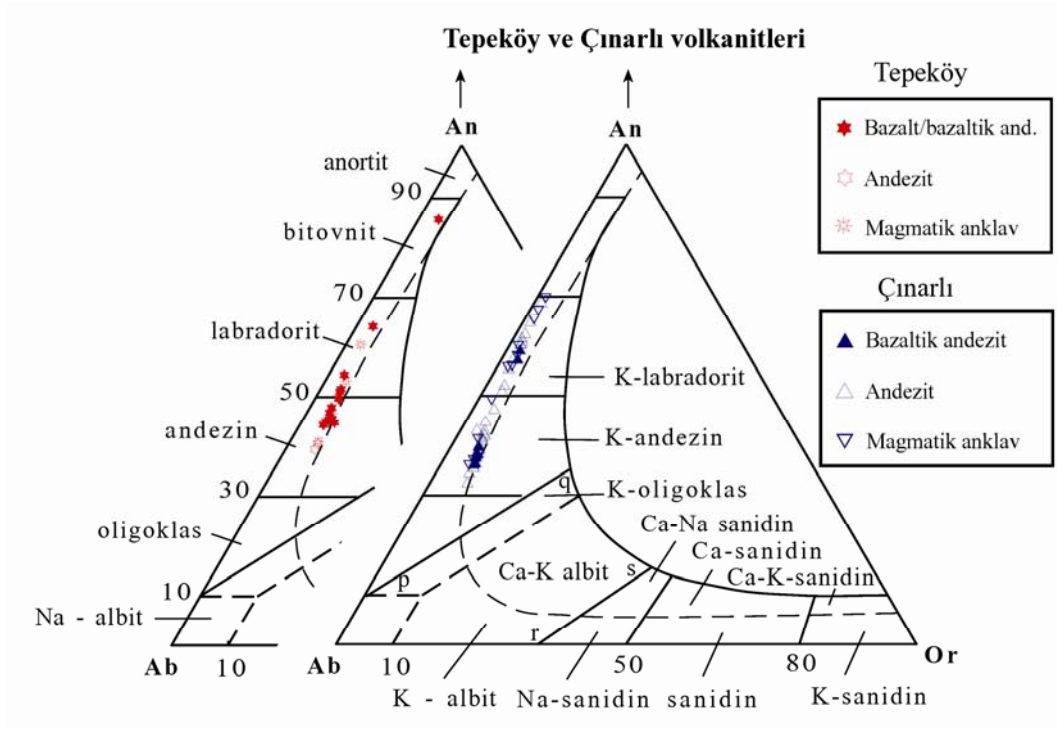
28, 51, 55) benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmalarda kalkalkalen-alkalen volkanitlerin gelişim süreçlerinde özellikle polibarik farklılaşmaya işaret edilmiş, bölgedeki volkanizma oluşumlarının ilk safhasında bir magma odasında kapalı sistem farklılaşması olurken, daha sonra ikili ve üçlü magma odaları ile açık sistem farklılaşmasına geçildiği vurgulanmıştır. Ayrıca bu farklılaşma süreçlerine, sistematik magma beslenmelerine bağlı olarak gelişen magma karışım faaliyetlerinin eşlik ettiği belirtilmiştir.



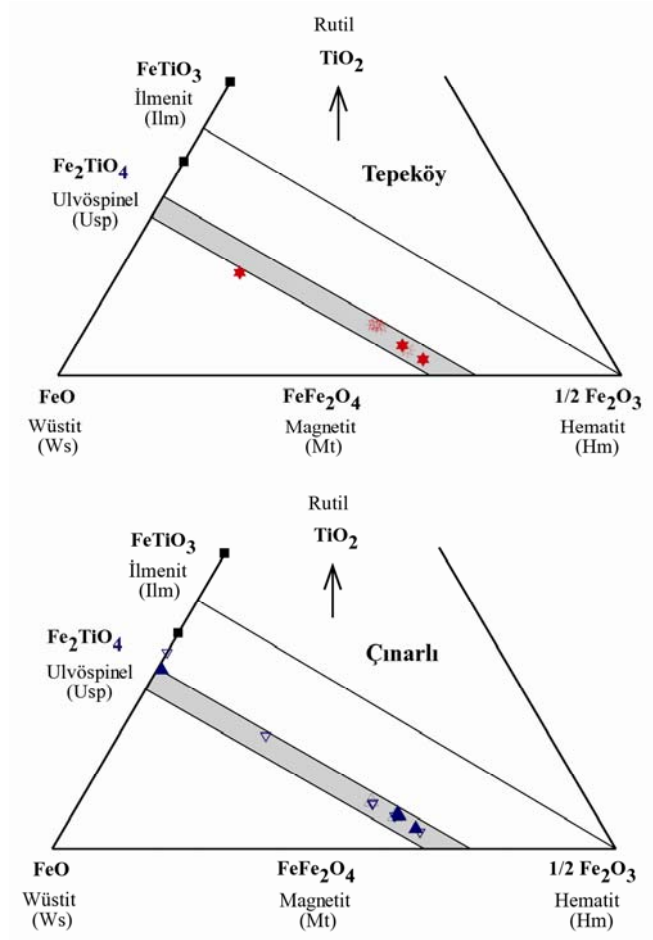
**Şekil 3.30.** Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki klinopiroksenlerin geleneksel Ca-Mg-Fe üçgen diyagramındaki [83] bileşimleri.



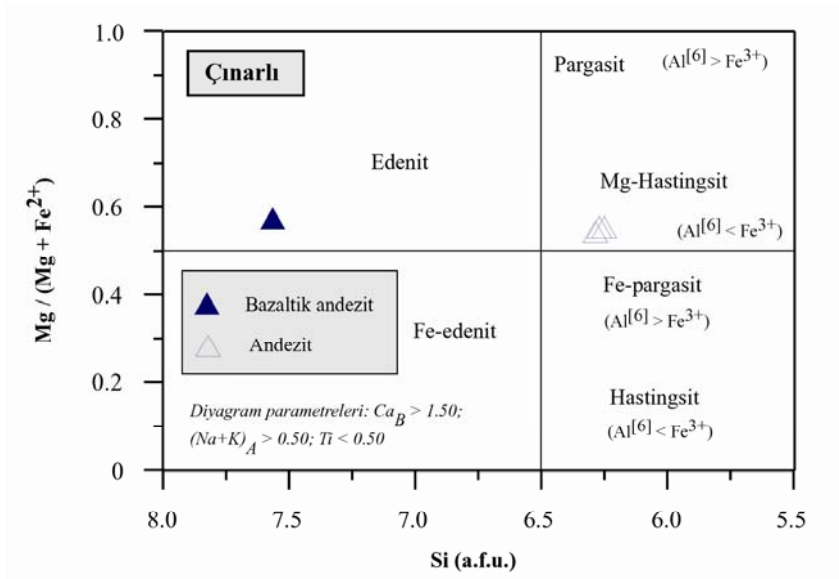
**Şekil 3.31.** Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki ortopirosenlerin geleneksel Ca-Mg-Fe üçgen diyagramındaki [83] bileşimleri



**Şekil 3.32.** Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki plajiyoklas minerallerinin An-Ab-Or üçgen sınıflama diyagramındaki bileşimleri. rs çizgisinin sağındaki feldispatlar tüm sıcaklıklarda monoklinik, solundakiler ise triklinik. Düşük basınçta rs ve rq çizgileri arasındaki feldispatlar oda sıcaklığında triklinik, yüksek sıcaklıkta monoklinik [84].



**Şekil 3.33.** Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki Fe-Ti oksitlerin  $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$  ayırmanın diyagramındaki [85] bileşimleri.



**Şekil 3.34.** Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerindeki amfibollerin [86]'in sınıflama diyagramındaki bileşimleri.

## BÖLÜM IV. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Orta Anadolu Volkanik Kompleksi'nin güneyinde yüzeyleyen Üst Neojen yaşlı Tepeköy ve Çınarlı komplekslerine ait volkanik kayaçların incelenmesini konu alan ve 108Y003 nolu Tübitak Projesi'nin bir bölümünü oluşturan bu çalışmanın önemli sonuçları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1- Tepeköy ve Çınarlı volkanik komplekslerinin 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası yapılarak, bu volkanik komplekslerin yapısal, volkanostratigrafik ve tektonik özellikleri ortaya konulmuştur. Çınarlı Volkanik Kompleksi (ÇVK) genel hatlarıyla yuvarlak şekilli, çok bacalı, aşınmış bir stratovolkan görünümünde iken; Tepeköy Volkanik Kompleksi (TVK) KB-GD yönlü fayların doğu bloğunda yer alan, yarım daire şekilli bir kaldera yapısı sunar. Volkanostratigrafiye göre, bu volkanik komplekslerin litolojik birimleri üç ana grupta toplanmıştır. Bunlar yaşlıdan gence doğru i) Piroklastik çökeller ii) Andezitler ve iii) Bazalt/bazaltik andezitler şeklinde sıralanabilir. Ayrıca bu komplekslerin dışında kalan ve komplekslerin kuzey sınırını oluşturan, bölgedeki en genç volkanik birim Kuvaterner yaşlı Göllüdağ volkanitleridir. İnceleme alanındaki örtü birimlerini ise epiklastik çökeller, yamaç molozları, alüvyal yelpazeler ve alüvyonlar oluşturur.

2- Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerine ait andezitik kayaçlar genellikle gri renkli olup, plajiyoklas fenokristalleri ve magmatik anklav içermeleri ile tipiktirler. Bu anklavlar genelde yuvarlak veya elipsoidal şekilli, hem iri hem de ince tanelidirler. Bazen homojen bir görünüme sahip olan bu anklavlar, bazen de iç-içe geçmiş iki ana halkadan oluşan heterojen bir yapı sunarlar. Diğer taraftan, andezitlere küçük mostralalar halinde eşlik eden bazaltik kayaçlar koyu gri ve siyah renkli olup, daha taze ve sert görünümlü bir yapıya, vesiküler ve nadiren porfirik bir dokuya sahiptirler; magmatik anklav içermezler.

3- İncelenen andezitik kayaçlarda yaygın olarak glomeroporfirik, elek, zonlanma ve reaksiyon dokuları gözlenir. Bu dokular magma karışımının mikroskopik delilleri olarak sayılabilir. Ayrıca bu kayaçlar klinopiroksen+ortopiroksen±olivin±amfibol±biyotit+plajiyoklas+Fe-Ti oksitler şeklinde geniş bir mineral birlikteliğine sahiptirler. Buna karşın, çoğunlukla hyalo mikrolitik porfirik doku gösteren olivince zengin bazaltlar ve bazaltik andezitler olivin+klinopiroksen±ortopiroksen+plajiyoklas+Fe-Ti-oksitler şeklinde sulu mineraller içermeyen bir mineral grubu oluşturur.

4- Tepeköy ve Çınarlı andezitlerinde gözlenen magmatik anklavlar makro olarak genelde mikrofenokristal, bazen de fenokristal topluluklarından oluşur. İnce kesitlerde holokristalin-porfirik ve holokristalin-subofitik dokuların baskın olduğu magmatik anklavlarda, klinopiroksen+ortopiroksen+plajiyoklas+Fe-Ti-oksitler ya da klinopiroksen+ortopiroksen± amfibol±biyotit+plajiyoklas şeklinde iki farklı mineral birlikteliği gözlenir ki, bu ana kayaçlarınkine oldukça benzerdir.

5- Petrografik-mineralojik özelliklere ve kayaç sınıflama diyagramlarına göre, incelenen volkanitlerin ve içerdikleri magmatik anklavların hemen hemen tümünün bazalt ve andezit bileşiminde oldukları, ayrıca trakiandezit alanına doğru yönseme sundukları tespit edilmiştir. Bu özellik volkanik kayaçların çoğunlukla yarı alkali karakterli olduklarına ve kısmen de yarı alkali-alkali geçişli karaktere sahip olduklarına işaret etmektedir. SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O sınıflama diyagramına göre, Tepeköy volkanitlerinin yüksek-K, Çınarlı volkanitlerinin ise orta ve yüksek-K içerikli kalk-alkalen karakterli oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde FeO\*/MgO-SiO<sub>2</sub> diyagramı, bu volkanitlerin kalk-alkalen özelliklerini destekler. Ayrıca bu volkanitler içindeki magmatik anklavların çoğu toleyitik-kalkalkali geçişlidir.

6- İncelenen volkanitlerdeki bazaltların ve bazik bileşimli magmatik anklavların Mg-numaralarının [Mg# (MgO/(MgO+FeO<sup>t</sup>)): 53-48] ve uyumlu element konsantrasyonlarının (Ni < 100ppm ; Co < 50 ppm) çok düşük olması (ilksel magmalarda Mg#: 66-75, Ni> 400 ppm), bu kayaçların birincil bir magma ürünü olmadıklarını ve önemli derecede farklılaşmaya (±kıtasal kontaminasyona) maruz kaldıklarını göstermektedir. Ana ve iz element değişim diyagramları, bu volkanitlerin kristalizasyon süreçlerinde özellikle piroksen, kalsik plajiyoklas ve Fe-Ti oksitlerin önemli bir rol oynadığını göstermiştir. İz element ve nadir toprak element değişim diyagramlarındaki bazalt ve andezitik kayaç örneklerine ait yönsemelerin birbirine paralellik sunması farklılaşmanın önemli bir magmatik süreç olduğunu desteklemektedir.

7- İz element değişim diyagramlarına (spidergramlar) göre, incelenen volkanik kayaçlar yaklaşan plaka kenarlarında oluşan kayaçlara oldukça benzer özellikler sunmaktadır. Özellikle iyon yarıçapı büyük elementlerce (Rb, Th, U vs.) zenginleşme ve negatif Nb, Ta, P ve Ti anomalileri içermektedirler. Benzer durum nadir toprak element değişim grafiklerinde de gözlenmiştir. Bu diyagramlardaki hafif negatif Eu anomalisi, plajiyoklas farklılaşmasına bağlanmıştır.

8- Tektonik ortam ayırtman diyagramlarına göre ( $Zr/Al_2O_3-TiO_2/Al_2O_3$  ve  $Ce/P_2O_5-Zr/TiO_2$ ), Tepeköy ve Çınarlı volkanitlerine ait bazaltik kayaçların “kıtasal+çarpışma sonrası yay” ortamında oluştukları tespit edilmiştir. İncelenen volkanitlerdeki yüksek Th/Yb (çoğunlukla  $>5$ ) ve orta Ta/Yb (0.1-0.5) oranları, bu kayaçların muhtemelen çarpışma ve/veya çarpışma sonrası kıtasal yay ortamında oluşmuş olduklarını desteklemekte ve kökenlerinin eski bir yitim bileşeni içeren zenginleşmiş bir litosferik mantodan itibaren kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir.

9- İncelenen volkanitlerin kaynak alanlarının ve gelişim süreçlerinin ayrıntılı incelenmesine ve belirlenen magmatik olayların (özellikle magma karışımı ve kabuksal kirlenme) doğrulanmasına yönelik olarak Rb-Sr, Nd-Sm ve Pb-Pb izotop ölçümlerinin gerçekleştirilmesi ile bu kayaçların oluşumuna önemli katkılar sağlanabilir.

10- Tepeköy ve Çınarlı volkanik kayaçlarının jeokronolojisine yönelik olarak yapılacak olan ayrıntılı yaş analizleri ile, Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin jeodinamik ve petrojenetik evrimine önemli katkılar sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75, 181-241, 1981.
- [2] Ketin, İ., Tectonic units of Anatolia, *Bull Mineral Res. And Explor. Inst., Ankara*, 66, 23-34, 1966.
- [3] Şengör, A.M.C., Türkiye'nin neotektoniğinin esasları Geological Society of Turkey, 40pp, 1980.
- [4] Şengör, A.M.C., Görür, N. and Saroğlu, F., Strike slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In Biddle, T.R., Christie-Blick, N. (Eds.), *Strike-slip Deformation, Basin Formation and sedimentation. Soc. Econ. Paleontol. Min. Spec. Pub.37*, pp. 227-264, 1985.
- [5] Bozkurt, E., Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodin. Acta*, 14, 3-30, 2001.
- [6] Dirik, K. and Göncüoğlu, C., Neotectonic characteristics of central Anatolia. *Inter. Geol. Rev.* 38, 807-817, 1996.
- [7] Dirik, K., Neotectonic evolution of the northwestward arched segment of the Central Anatolian Fault Zone, Central Anatolia-Turkey. *Geodinamica Acta.* 14, 147-158, 2001.
- [8] Göncüoğlu, M.C. and Toprak, V., Neogene and Quaternary volcanism of Central Anatolia: a volcano-structural evaluation, *Bulletin de la Section de Volcanologie Soc. Geol. France*, 26, 1-6, 1992.
- [9] Toprak, V., “Vent distribution and its regional tectonics, Cappocian Volcanics, Turkey. *Yerbilimleri* pp. 2-67 in Turkish with English abstract, 1998.
- [10] Aydın, F., Contrasting complexities in the evolution of calc-alkaline and alkaline melts of the Niğde volcanic rocks, Turkey: textural, mineral chemical and geochemical evidence. *Eur. J. Mineral.*, 20, 101-118, 2008.
- [11] Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F. and Villari, L., The Neogen calc-alkaline volcanism of central Anatolia: Geochronological data on Kayseri-Niğde area. *Geol. Mag.* 112, 349-360, 1975.
- [12] Besang, C., Eckhardt, F.J., Hare, W., Kreuzer, H. and Müller, P., Radiometrische Altersbestimmungen an Neogenen Eruptivgesteinen der Turkey, *Geol.jb.*, B-25, 3-36, 1977.
- [13] Batur, İ., Nevşehirin güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl Volkaniklerinin Jeokimyası ve Petrolojisi, *Hacettepe Üniv. Yer Bilimleri Dergisi* 4, 70-88, Ankara.
- [14] Ercan, T., Fujitani, T., Matsuda, J., Tokel, S., Natsu, K., Ul, T., Can, B., Selvi, Y., Yıldırım, T., Ölmez, M., and Akbaşlı, A., 1990. The origin and evolution of the

cenozoic volcanism Hasandağı-Karacadağı area (Central Anatolia). Jeomorfoloji dergisi 18, 39-55, 1978.

[15] Ketin, i., Türkiye jeolojisine genel bir bakış, İstanbul teknik Üniversitesi sayı 1259, 595s, 1983.

[16] Toprak, V., and Göncüoğlu, M.C., Tectonic control on the development of the Neogene-Quaternary Central Anatolian volcanic province Turkey. Geological J. 28, 357-369, 1993.

[17] Toprak, V., Keller, J. and Schumacher, R., Volcano – Tectonic Features of the Cappadocia Volcanic Province, Middle East Technical Univ., Dept. Of Geol. Eng., AUCE – 94, Spec. Pub., No: 7. I – 58, 1994.

[18] Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, I., and Şengör, A.M.C., Paleotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, Central Turkey: sedimentary record of a Neo-Tethyan closure. In: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F. (eds), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society of London Special Publication, 467-482, 1984.

[19] Cater, J.M.I., Hana, S.S., Ries, A.C., and Tunner, P., Tertiary evolution of Sivas Basin, central Turkey. Tectonophysics, 195, 29-46, 1991.

[20] Dirik, K., Göncüoğlu, C., Kozlu, H., Stratigraphy and pre-Miocene tectonic evolution of the southwestern part of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey. Geol. J., 34, 303-319, 1999.

[21] Oktay, F.Y., Ulukışla ve çevresinin stratigrafisi ve jeolojik evrimi. TJK Bülteni, 25: 15-23., 1982.

[22] Özgül, N., Torosların bazı temel özellikleri, Bülten TJK, 19, 69-78, 1976.

[23] Göncüoğlu, M.C., Geochronological data from southern part (Niğde area) of Central Anatolian Masif. Mineral Research and Exploration Institute Bulletin, Turkey, 105/106, 83-96, 1986.

[24] Göncüoğlu, M.C., Niğde Masifinin Jeolojisi, Orta Anadolu Jeoloji Sempozyumu, TJK Yayınları, 16-19, 1981.

[25] Temel, A., Kapadokya eksplosif volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri, Ph. D- Thesis, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 209, 1992.

[26] Le Pennec, J.L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G., and Gourgoud, A., Neogene ignimbrites of the Nevşehir plateau (central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints. J. Volcanol. Geotherm. Res. 63, 59-87, 1994.

[27] Aydar, E., Gündoğdu, N., Bayhan, H., ve Gourgoud, A., Kapadokya Provensinin Kuvaterner Yaşlı Volkanizmasının Volkanik-Yapısal ve Petrolojik İncelenmesi. Tübitak Türk Yer Bilimleri Derg., 3, 1, 25-42. Ankara, 1994.

- [28] Aydar, E., and Gourgoud, A., The geology og Mount Hasan stratovolcano Central Anatolia, Turkei J. Volcanol. Geotherm. Res. Y 85, 129-152, 1998.
- [29] Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, L., and Zanchi, A., Continental arc volcanism and tectonics setting in Central Anatolia, Turkey. Tectonophysics 146, 217-230, 1988.
- [30] Temel, A., Gündoğdu, M.N., and Gourgoud, A., Petrological and geochemical characteristics of Cenozoic high-K calc-alkaline volcanism in Konya, Central Anatolia, Turkey. J. Volcanol. Geotherm. Res. 85, 327-354, 1998.
- [31] Notsu, K., Fujitani, T., Ui, T., Matsuda, J., and Ercan, T., Geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia, Turkey. J. Volcanol. Geotherm. Res. 64, 171-192, 1995.
- [32] Kürkçüoğlu, B., Sen. E., Aydar, E., Gourgoud, A., and Gündoğdu, N., Geochemical apporoach to magmatic evolution of Mt. Erciyes stratovolcano Central Anatolia, Turkey. J. Volcanol. Geotherm. Res. 85, 473-494, 1988.
- [33] Bigazzi, G., Yenilgin, Z., Ercan, T., Oddone, M., and Özdoğan, M., Fission track dating obsidians of central and northern Anatolia. Bull. Volkanol. 55, 588-595, 1993.
- [34] Druitt, T.H., Brenchley, P.J., Gökteni Y.E., and Francaviglia, V., Late-Quaternary rhyolitic eruptions from the Acıgöl Complex, central Turkey. J. Geol. Soc. (London). 152, 655-667, 1995.
- [35] Sassano, G., Acıgöl Bölgesinde Neojen ve Kuvaterner Volkanizması, MTA Report No: 6841, 1964.
- [36] Pasquare, G., Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia. Atti Accad. Naz. Lincei 9 53-204, 1968.
- [37] Yıldırım, T., ve Özgür, R., Acıgöl kalderası. Jeomorfoloji dergisi, 10,59-70, 1981.
- [38] Ekingen, A., Nevşehir kalderasında jeofizik prospeksiyon sonuçları. Türkiye jeoloji kurultayı, 1982 Bildiri özetleri kitabı, 82, 1982.
- [39] Toksöz, T., and Bilginer, Ö., Studies of the resistivity of the Acıgöl (Nevşehir) caldera. Miner. Res. Explor. Inst. Turk. Report No:7154, Ankara, 1980.
- [40] Keller, J., and Seifried, C., The present status of obsidian source characterization in anatolia and the near east. PACT, 25, 57-87, 1990.
- [41] Aydar, E., Gündoğdu, M.N., Bayhan, H., and Gourgoud, A., Kapadokya bölgesi kuvaterner yaşlı volkanizmasının yapısal-volkanik ve petrolojik incelemesi. Doğa-yerbilimleri, 3, 25-42, 1993.
- [42] Aydar, E., Volcanological and petrological characteristics of Karataş volcanites, Central Anatolia. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi. 19, 41-55 (In Turkish with English abstract), 1997.

- [43] Batum, İ., Nevşehirin güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl Yöresi Volkaniklerinin Jeolojisi ve Petrografisi, Hacettepe Üniv. Yer Bilimleri Dergisi 4, 50-69, Ankara, 1978.
- [44] Ercan, T., Tokel, S., ve Matsuda, J.I., Hasandağı- Karacadağ (Orta Anadolu) Kuvaterner Volkanizmasına İlişkin yeni jeokimyasal, izotopik ve radyometrik veriler, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 7, 8-21, 1992.
- [45] Koçyiğit, A. and Beyhan, A., “A new intracontinental transcurrent structure: the central Anatolian fault Zone, Turkey”, *Tectonophysics*, 284, 317-336, 1998.
- [46] Koçyiğit, A., and Erol, O., “A tectonic escape structure. Erciyes poly-arc basin, Kayseri, Central Anatolia, Turkey”, *Geodinamica Acta*, 14, 133-145, 2001.
- [47] Beekman, P.H., Hasandağı- Melendiz Dağı Bölgesindeki Pliyosen ve Kuvaterner Volkanizma Faaliyetleri, MTA Dergisi 66, 88-103, Ankara, 1966.
- [48] Yetiş, C., Kelling, G., Gökçen, S.L., and Baroz, F., A revised stratigraphic framework for Later Cenozoic sequences in the northeastern Mediterranean region. *Geol. Rundsch.*, 84, 794-812, 1995.
- [49] Türkecan, A., Akçay, ve A.Dönmez, M., Kayseri- Niğde- Nevşehir Tersiyer Volkanitleri: M.T.A. Rapor No:10575. (Yayınlanmamış), 2003.
- [50] Toprak, V., ve Göncüoğlu, C., 1993. Keçiboyduran- melendiz fayı ve bölgesel anlamı Orta Anadolu. *Yerbilimleri* 16, 55-65, in Turkish with English abstract.
- [51] Güçtekin, A., Hasandağ ve Erciyes (Orta Anadolu) stratovolkanlarının jeokimyasal ve petrolojik evrimi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [52] Ercan, T., Akbaşlı, A., Yıldırım, T., Fişekli, A., Selvi, Y., Ölmez, E ve Can, B. Acıgöl (Nevşehir yöresindeki Senazyotik yaşlı volkanik kayaların petrolojisi. MTA Dergisi, 113, 31-44, 1991.
- [53] Schumacher, R., A-Type signature in a late high-K calcalkaline ignimbrite from the Central Anatolia Volcanic Province, Second International Turkish Geology Workshop, 6-8 Eylül, 1995, Sivas, Türkiye, Abstracts, s.101, 1995.
- [54] Schumacher, R., Mues-Schumacher, U., and Koberski, U., Petrographical and Geochemical aspects and K/Ar-dating of ignimbrites in Cappadocia, Turkey, 6th Congress of the Geol. Soc., Athens, Abstracts, 1992.
- [55] Aydar, E., Etude volcano- structurale et magmatologique du strato-volcan hasandağı (Anatolia central- Turquie). These de Docteur, Université de Clermont-Ferrand, France, 200 pp, 1992.
- [56] Keller, J., Quaternary maar volcanism near Karapınar in Central Anatolia. *Bull. Volcanol.* 382, 378-396, 1974.
- [57] Gevrek, A.İ., Kapadokya volkanik Bölgesi Volkanizması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, s. 175, 1997.

- [58] Deniel, C., Aydar, E., and Gourgaud, A., The Hasan Dagi stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a collision zone. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 87, 275-302, 1998.
- [59] Aydar, E., and Gourgaud, A., Garnet-bearing basalts : an example from Mt. Hasan, Central Anatolia, Turkey. *Mineralogy and Petrology.* 75, 185-201, 2002.
- [60] Tatsumi, Y., Nakashima, T., and Tamura, Y., The petrology and geochemistry of calc-alkaline andeites on Shodo-Shima Island, SW Japan. *J. Petrol.*, 43 (1), 3-16, 2002.
- [61] Cvetkovic, V., Prelevic, D., Downes, H., Jovanovic, M., Vaselli, O., and Pecskey, Z., Origin and geodynamic significance of tertiary postcollisional basaltic magmatism in Serbia (central Balkan Peninsula). *Lithos* 73, 161-186, 2004.
- [62] Duggen, S., Hoernle, K., Van Den Bogaard, and Garbe-Schönberg, D., Post-collisional transition from subduction- to intraplate-type magmatism in the westernmost Mediterranean: Evidence for continental-edge delamination of subcontinental lithosphere. *J. Petrol.*, 46 (6), 1155-1201, 2005.
- [63] Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirwall, M.F., and Mitchell, J.G., Petrogenetic evolution of Late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey. *J. Volcanol. Geothermal. Res.* 102, 67-95, 2000.
- [64] Aldanmaz, E., Köprübaşı, N., Gürer, Ö.F., Kaymakçı, N., and Gourgaud, A., Geochemical constraints on the Cenozoic, OIB-type alkaline volcanic rocks of NW Turkey: Implications for mantle sources and melting processes. *Lithos* 86, 50-76, 2006.
- [65] Pe-Piper, G., and Piper, D.J.W., Late Cenozoic, post-collisional Aegean igneous rocks: Nd, Pb and Sr isotopic constraints on petrogenetic and tectonic models. *Geological Magazine* 138, 653-668, 2001.
- [66] Pe-Piper, G., and Piper, D.J.W., Neogene backarc volcanism of the Aegean: New insights into the relationship between magmatism and tectonics. *Geol. Soc. Amer. Special Paper*, 418, 17-31, 2007.
- [67] Seghedi, I., Balintonil, I., and Szakacs, A., Inteplay of tectonics and Neogene post-Collisional magmatism in the intracorporation region. *Lithos*, 45, 483-497, 1998.
- [68] Seghedi, I., Downes, H., Pecskey, Z., Thirlwall, M.F., Szakacs, A., Prychodko, M., and Matthey, D., Magmagenesis in a subduction-related post-collisional volcanic arc segment: the Ukrainian Carpathians. *Lithos* 57, 237-262, 2001.
- [69] Turner, S., Arnaud, J.L., Rogers, N., Hawkesworth, C., Harris, N., Kelley, S., Van Calstern, P., and Deng, W., Post-collision, shoshonitic volcanism on the Tibetan Plateau: Implications for convective thinning of the lithosphere and the source of ocean island basalts. *J. Petrol.* 37 (1), 45-71, 1996.
- [70] Williams, H.M., Turner, S.P., Pearce, J.A., Kelley, S.P. and Harris, N.B.W., Nature of the source regions for post-collisional, potassic magmatism in southern and northern

Tibet from geochemical variations and inverse trace element modeling. *J. Petrol.*, 45, 555-607, 2004.

[71] Guo, Z., Wilson, M., Liu, J., and Mao, Q., Post-collisional, potassic and ultrapotassic magmatism of the Northern Tibetan plateau : Constraints on characteristics of the mantle source, geodynamic setting and uplift mechanisms. *J. Petrol.* 47 (6), 1177-1220, 2006.

[72] Gencalioglu Kuscü, G., and Geneli, F., Review of post- collisional volcanism in the Central Anatolian Volcanic province (Turkey), with special reference to the Tepekoy Volcanic complex, *Int Earth, Sci. (Geol Rundsch)*, 99, 593-621, 2010.

[73] Geneli, F., Tepeköy (Niğde) Volkanizmasının Petrokimyası, Master Tezi (yayınlanmamış), Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, 81s, 2003.

[74] Le Maitre, R.W., A classification of igneous rocks and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Cambridge University Press, Cambridge, 236 pp. 2002.

[75] Winchester, J.A. and Floyd, P.A., Geochemical Discrimination of Different Magma Series and their Differentiation Products using Immobile Elements, *Chem. Geol.*, 20, 325-343, 1977.

[76] Peccerillo, A., and Taylor, S.R., Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58, 63-81, 1976.

[77] Miyashiro, A., Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Am. J. Sci.* 274:321-335., 1974.

[78] McDonough, W.F., and Sun, S.S., The composition of the Earth. *Chem. Geol.* 120:223-253. doi:10.1016/0009-2541(94)00140-4, 1995.

[79] Boynton, W.V., Geochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies. In "Rare Earth Element Geochemistry", P. Henderson, ed. Elsevier, 63-114, 1984.

[80] Pearce, J.A., Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In "Andesites: Orogenic andesites and plate tectonics", R.S. Thorpe, ed. Wiley, Chichester, 525-548, 1982.

[81] Müller, D., Stumpfl, E.F., and Taylor, W.R., Shoshonitic and alkaline lamprophyres with elevated Au and PGE concentrations from the Kreuzeck Mountains, Eastern Alps, Austria. *Mineral Petrol* 46:23-42, 1992.

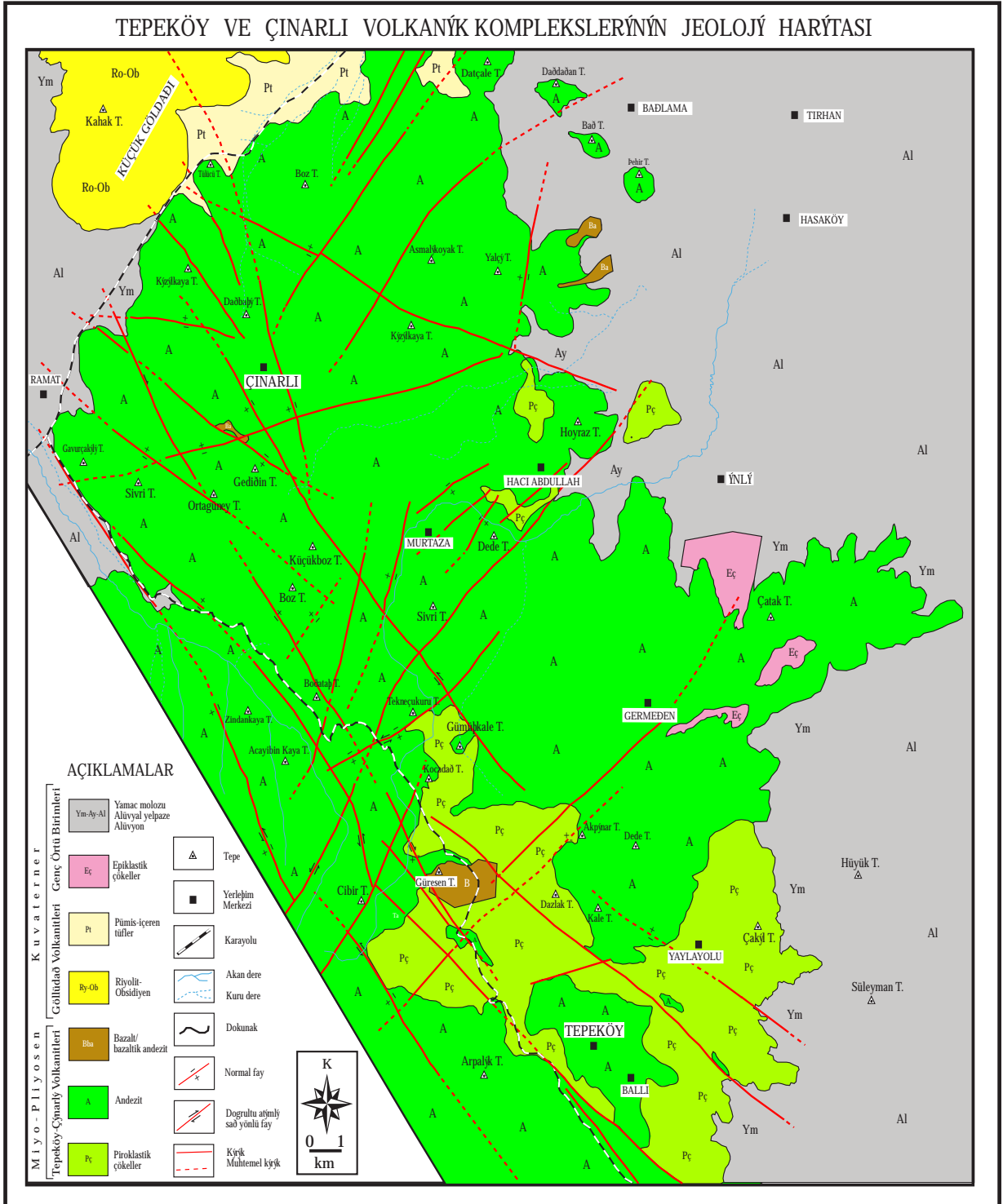
[82] Menzies, M.A. and Kyle, P.R., Continental Volcanism: A Crust-Mantle Probe. In: Menzies, M.A., (ed), *Continental Mantle*, Clarendon Press, Oxford, 157-177, 1990.

[83] Morimoto, N., Nomenclature of pyroxenes. *Can. Mineral.*, 27, 143-156, 1989.

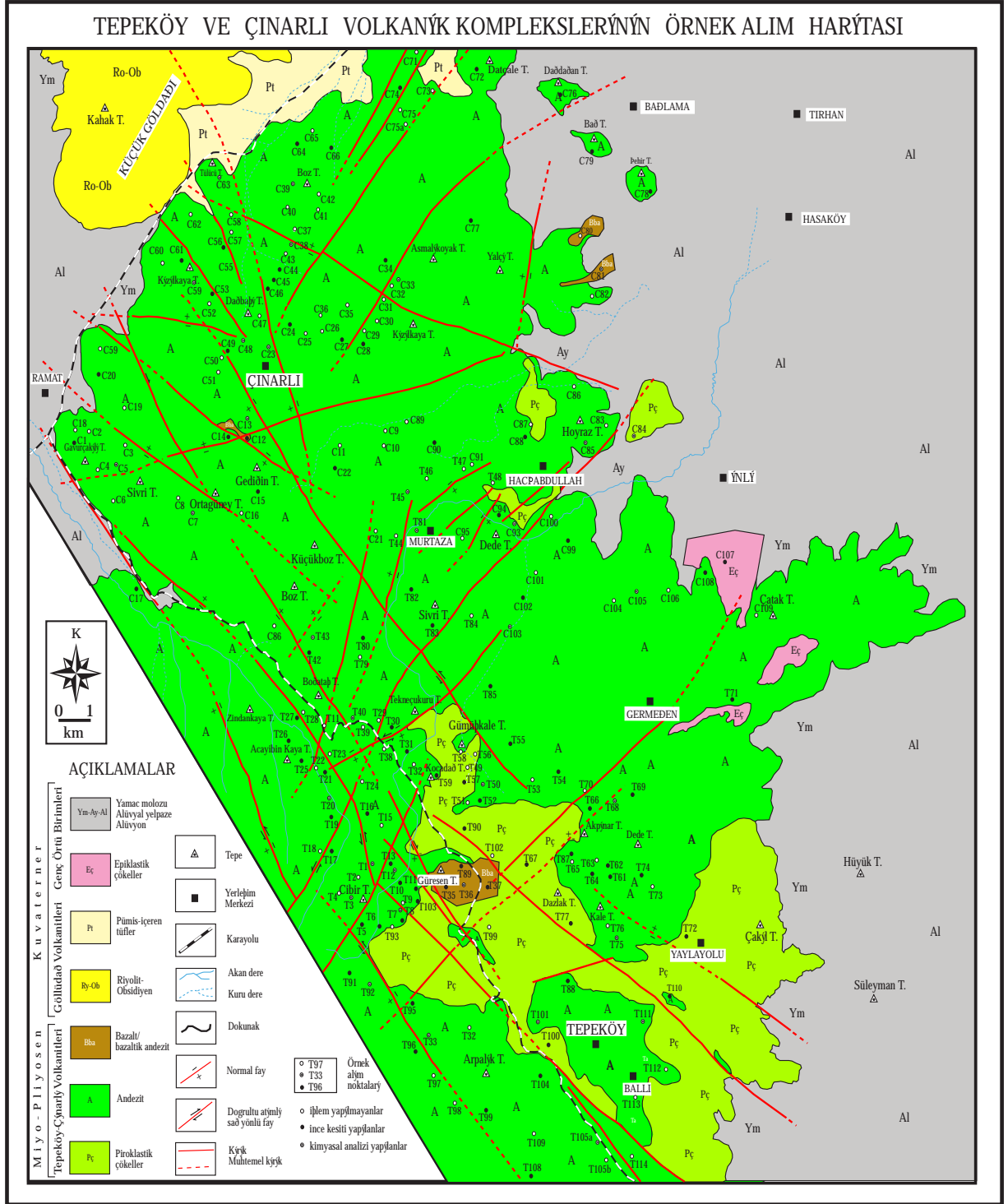
- [84] Smith, J.V. and Brown, W.L., Feldspar Minerals, Second Revised and Extended Edition, Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- [85] Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J., An Introduction to the Rock-Forming Minerals, Second Edition, Longman Group Limited, Hong Kong, 696 s, 1992.
- [86] Leake, B.E., Wooley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., and Gilbert, M.C., et al., Nomenclature of amphiboles report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New minerals and Mineral Names. *Eur. J. Mineral.*, 9, 623-651, 1997.
- [87] Nimis, P., Clinopyroxene geobarometry of magmatic rocks. Part 2 – Structural geobarometers for basic to acidic, tholeiitic and mildly alkaline magmatic systems. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 135, 62-74, 1999.
- [88] Holland, T.J.B., and Blundy, J., Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 116, 433-447, 1994.
- [89] Johnson, M.C., and Rutherford, M.J., Experimental calibration of the aluminium-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley Caldera (California) volcanic rocks. *Geology*, 17, 837-841, 1989.
- [90] Andersen, D.J., Lindsley, D.H., and Davidson, P.M., QUILF: a pascal program to assess equilibria among Fe-Mg-Ti oxides, pyroxenes, olivine, and quartz. *Comput. Geosci.*, 19, 1333-1350, 1993.
- [91] Spencer, K.J., and Lindsley, D.H., A solution model for coexisting iron-titanium oxides. *Am. Mineral.*, 66, 1189-1201, 1981.
- [92] Luhr, J.F., Slab-derived fluids and partial melting in subduction zones: insights from two contrasting Mexican volcanoes (Colima and Ceboruco). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 54, 1-18, 1992.
- [93] Fuhrman, M.L. and Lindsley, D.H., Ternary-feldspar Modelling and Thermometry, *Am. Mineral.*, 73, 201-215, 1988.

## **EKLER**

## TEPEKÖY VE ÇINARLI VOLKANİK KOMPLEKSLERİNİN JEOLJİ HARİTASI



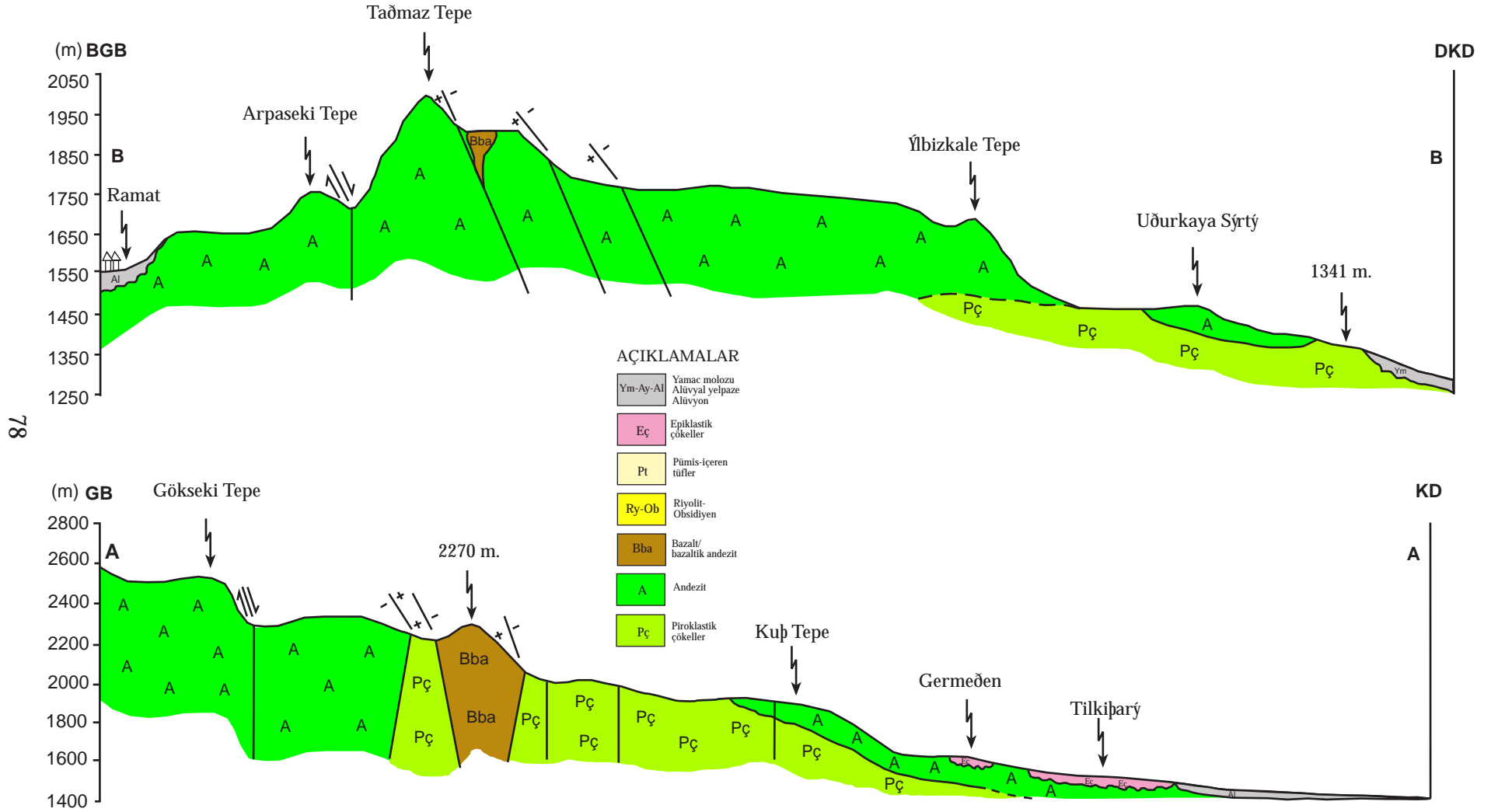
Ek Pekil 1. Tepeköy ve Çınarlı Volkanik Komplekslerinin Jeoloji Haritası (108Y003 nolu Tübitak Projesi'nden alınmıştır).



Ek 2. Tepeköy ve Çınarlı Volkanik Komplekslerinin Örnek Alım Haritası (108Y003 nolu Tübitak Projesi'nden alınmıştır)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERÝ	FORMASYON	LÝTOLOJÝ	AÇIKLAMALAR
S E N O Z O Y Ý K	K U V A T E R N E R	HOLOSEN	Genç Örtü Birimleri	Ym-Ay-Al	Al: Alüvyon Ay: Alüvyal yelpaze Ym: Yamaç molozu
		PLEYÝSTOSEN	Göllüdağ Volkanitleri	Eç	Eç: Epiklastik çökeller
	N E O J E N	M Ý Y O - P L Ý Y O S E N	Tepeköy-Çýnarlý Volkanik Kompleksi	Pt	Pt: Pümis-içeren tüfler
				Ry-Ob	Ry-Ob: Riyolit-Obsidiyen
				Bba	Bba: bazalt/bazaltik andezit
				A	A: Andezit
				Pç	Pç: Piroklastik çökeller
					Ölçeksiz

Ek Þekil 3. Tepeköy ve Çýnarlý Volkanik Kompleksinin Genelleþtirilmiþ Stratigrafik Dikme Kesiti.



Ek Þekil 4. Tepeköy ve Çınarlı Volkanik Komplekslerinin Jeolojik Enine Kesitleri

**Ek Çizelge 1.** Tepeköy Volkanitlerinin Genel Petrografik ve Mineralojik Özellikleri

Örnek Numarası	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%) (> 0.5 mm)	Hamur (%)	Açıklamalar
T36, T50b	Bazalt	Mikrolitik porfirik, trakitik, intergranüller	Pl: 8-10 Ol: 7-10 Cpx: 5-6 Opx: 3-5	Plajiyoklas mikrolitleri, olivin ve piroksen kristalleri ile opak granüller (77-69)	Yer yer iri kristalli anklavlar içermekte (Cpx+Pl+Op). Olivin kristallerinde çatlaklar boyunca gelişmiş kloritleşme gözlenmekte. Bazılarında ise buna yer yer karbonatlaşma eşlik etmektedir.
T75	Bazaltik andezit	Hyalo-mikrolitik porfirik, glomero-porfirik, seri, elek, zonlu	Pl: 15 Cpx: 4 Opx: 3	Plajiyoklas mikrolitleri, piroksen ve opak granüller, volkan camı (78)	Yer yer elek ve zonlu plajiyoklas fenokristalleri gözlenmekte. Hamurda çok sayıda dağınık opak granüller mevcut.
T12, T33, T41b, T68, T81, T101, T105b, T111	Andezit	Hyalo-mikrolitik porfirik, flüidal, seri, elek, reaksiyon	Pl: 10-25 Cpx: 4-7 Opx: 3-6	Volkan camı, piroksen ve opak mineral granülleri oldukça yaygın (83-62)	Yer yer orta-iri kristalli (Opx+Cpx+Pl+Op) anklavlar ile bazen sadece Opx+Cpx'den oluşan anklavlar mevcut. Bazı Opx'ler Cpx kristalleri tarafından kuşatılmış durumda. Taze ve elek dokusu gösteren plajiyoklaslar birlikte.
T3, T8, T20, T40a, T43a <sup>+</sup> , T92	Biyotitli andezit	Hyalo-mikrolitik porfirik, vitrofirik glomeroporfirik, trakitik, reaksiyon, zonlu, seri, elek	Pl: 15-35 Cpx: 5-7 Opx: 4-5 Bio: 3-6	Plajiyoklas mikrolitleri, volkan camı, piroksen, biyotit ve opak granüller (73-47)	Biyotitler iri ve küçük kristalli olup, hem taze hem de opasitleşme gösterirler. Bazı kesitlerde yer yer ksenokuars gözlendi. Plajiyoklaslarda yoğun kapanımlar mevcut olup, elek ve taze görünümlü plajiyoklaslar birlikte gözlenmiştir. Yer yer iri kristalli anklavlar (Cpx+Pl+Op) var.
T40k, T41k, T81k	Magmatik anklav (Gabro porfir ve Diyorit porfir)	Hipokristalin porfirik, ofitik, yer yer flüidal ve intergranüler, zonlu	Pl: 15-25 Cpx: 5-7 Opx: 2-5	Plajiyoklas, piroksen mikrokristalleri ve opak granüller (78-63)	Kesitler yoğun bir şekilde mikrofenokristallerden ve opak minerallerden oluşmakta ve düzensiz boşluklar içermektedir.

- Örnek numaralarının coğrafik yerleri jeolojik haritalarda gösterilmiştir.
- Pl: Pliyoklas, Cpx: Klinopiroksen, Opx: Ortopiroksen, Ol: Olivin, Bio: Biyotit, Amp: Amfibol, Op: Opak mineral
- Modal analiz yapılan her bir kesitte yaklaşık 800 nokta sayılmıştır.
- \* Amfibol içeren örnekler (% 1-2)
- + Ksenokuars içeren örnekler (< 1).

**Ek Çizelge 2. Çınarlı Volkanitlerinin Genel Petrografik ve Mineralojik Özellikleri**

Örnek Numarası	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%) (> 0.5 mm)	Hamur (%)	Açıklamalar
C13 <sup>+</sup> , C72, C81 <sup>+</sup> , C96, C103	Bazaltik andezit	Mikrolitik porfirik, glomeroporfirik, elek	Pl: 5-10 Ol: 8 Cpx: 7-8 Opx: 5-7	Plajiyoklas mikro- litleri, mafik mineral ve opak granüller (75-67)	Yer yer kuvars ksenolitleri mevcut ve bunlar piroksen kristalcikleri tarafından kuşatılmış durumda. Bazı plajiyoklas fenokristallerinde elek dokusu gözlendi. Ayrıca hamurda yer yer klorit ve Fe-oksitleşmeler mevcut.
C23, C33, C38, C39 <sup>+</sup> , C48, C63*, C78 <sup>+</sup> , C93	Andezit	Hyalo-mikrolitik porfirik, vesiküler, glomeroporfirik, seri, elek, zonlu	Pl: 8-23 Cpx: 4-8 Opx: 5-7	Plajiyoklas mikrolitleri, piroksen ve opak granüller ile volkanik cam (83-62)	Yer yer elek dokulu plajiyoklaslar ile küçük yuvarlağımsı ve yarı özşekilli prizmatik amfibol kristalleri gözlenmekte. İri ve orta boyutlu anklavlar mevcut (Pl+Opx+Cpx+Op). Ayrıca bazı kesitlerin hamurunda iri opak mineral kümelenmeleri ile yer yer ksenokuvars bulunmakta.
C5, C7, C22*, C59, C85*, C105	Amfibollü andezit	Mikrolitik porfirik glomeroporfirik, seri, reaksiyon, elek, zonlu	Pl: 15-18 Cpx: 7-8 Opx: 3-5 Amf: 5-6	Plajiyoklas mikrolitleri piroksen, biyotit ve opak granüller (70-63)	Küçük taneli anklavlar (Cpx+Op) ile iri kristalli anklavlar (Cpx+Amp+ Op) ve (Cpx+Pl±Bio+ Op) mevcut. Biyotit ve amfibollerde kısmen veya tamamen opaklaşma, yer yer elek ve zonlu dokulu plajiyoklaslar gözlenmekte Bir-iki kesitte hamur yer yer oksitleşmeden dolayı kızılımsı.
C38k, C48k	Magmatik anklav (Gablo porfir ve Diyorit porfir)	Hipokristalin porfirik, ofitik, elek, zonlu	Pl: 25-30 Cpx: 5-8 Opx: 5-10	Plajiyoklas mikrokristalleri, piroksen ve opak granüller (60-52)	Hamurda yer yer boşluklar olmakla birlikte plajiyoklas mikrokristalleri oldukça yaygın. Opx'lerde yoğun oksitleşme gözlenmekte. Bazı plajiyoklas fenokristallerinde opak mineral yığılımları mevcut.

**Ek Çizelge 3a. Tepeköy Volkanik Kayaçlarının Tüm Kayaç Ana Oksit Analiz Sonuçları**

<b>Örnek No</b>	<b>Kayaç Türü</b>	<b>SiO2</b>	<b>Al2O3</b>	<b>Fe2O3</b>	<b>MgO</b>	<b>CaO</b>	<b>Na2O</b>	<b>K2O</b>	<b>TiO2</b>	<b>P2O5</b>	<b>MnO</b>	<b>Cr2O3</b>	<b>LOI</b>	<b>Toplam</b>	<b>Mg#</b>
T-50B	Bazalt	50,92	14,64	7,89	7,88	10,12	2,90	1,58	0,90	0,23	0,13	0,02	2,50	99,67	52,61
T-36	Bazalt	51,74	15,16	7,60	7,79	8,99	3,05	2,10	0,92	0,31	0,12	0,04	1,90	99,71	53,25
T-75	Bazaltik Andezit	56,51	16,92	7,00	3,49	7,17	3,20	2,59	0,86	0,22	0,11	0,00	1,70	99,74	35,65
T-81	Andezit	58,31	16,65	6,07	3,30	7,01	3,26	2,69	0,76	0,18	0,11	0,00	1,40	99,77	37,66
T-20	Andezit	59,61	16,07	5,57	3,15	5,94	3,27	3,31	0,70	0,20	0,10	0,00	1,90	99,79	38,59
T-111	Andezit	59,12	16,22	5,85	3,72	6,33	3,28	2,88	0,71	0,22	0,10	0,01	1,30	99,77	41,41
T-68	Andezit	61,73	16,20	5,36	2,40	5,29	3,42	3,16	0,66	0,17	0,08	0,01	1,30	99,79	33,23
T-12	Andezit	58,24	16,58	6,03	4,16	6,57	3,30	2,55	0,73	0,22	0,09	0,01	1,30	99,79	43,40
T-41B	Andezit	59,41	15,55	5,57	3,90	6,40	3,18	2,62	0,62	0,18	0,11	0,02	2,30	99,81	43,76
T-105B	Andezit	60,54	16,26	5,23	3,31	6,24	3,09	2,77	0,62	0,19	0,09	0,01	1,50	99,80	41,29
T-101	Andezit	60,71	16,33	4,70	3,31	5,99	2,81	2,92	0,63	0,19	0,09	0,01	2,10	99,80	43,90
T-33	Andezit	60,77	16,52	4,90	3,37	5,87	2,99	2,66	0,62	0,19	0,09	0,01	1,80	99,79	43,32
T-92	Bi-Andezit	59,81	16,94	5,08	3,04	5,61	3,26	3,51	0,73	0,23	0,09	0,00	1,50	99,77	39,94
T-8	Bi-Andezit	61,10	15,48	5,12	2,89	5,07	2,90	3,93	0,65	0,19	0,09	0,00	2,40	99,81	38,55
T-40A	Bi-Andezit	59,32	16,09	5,66	4,00	6,56	3,16	3,04	0,68	0,22	0,09	0,01	0,90	99,79	43,99
T-3	Bi-Andezit	62,64	16,58	4,67	2,61	5,49	3,61	3,25	0,58	0,19	0,08	0,01	0,10	99,82	38,31
T-43A	Bi-Andezit	63,71	16,62	4,02	2,17	5,56	3,37	2,71	0,50	0,16	0,07	0,00	1,00	99,87	37,50
T-40K	Magmatik Anklav	53,30	18,06	7,79	3,23	8,78	3,48	2,24	0,91	0,43	0,12	0,00	1,40	99,74	31,54
T-41K	Magmatik Anklav	52,62	17,05	9,12	4,03	6,88	2,88	1,24	0,82	0,16	0,16	0,01	4,80	99,81	32,94
T-81K	Magmatik Anklav	52,02	17,82	8,50	4,86	9,35	2,81	1,87	0,97	0,24	0,15	0,00	1,10	99,71	38,85

**Ek Çizelge 3b. Tepeköy Volkanik Kayaçlarının Tüm Kayaç İz Element Sonuçları**

Örnek No	Kayaç Türü	Ni	Co	Sc	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ba	Cs	Ta	Th	U	V	Zr	Y	W	As
T-50B	Bazalt	51,2	33,4	27	16,0	3,3	5,6	37,5	773,6	426	0,5	0,4	9,3	2,9	218	108,2	20,8	0,8	1,2
T-36	Bazalt	97,3	30,4	21	15,8	3,3	14,5	57,4	539,8	455	1,2	0,9	10,2	2,7	173	131,0	18,5	1,2	1,4
T-75	Bazaltik Andezit	7,8	21,7	15	18,3	4,3	9,1	83,9	627,9	559	4,2	0,7	13,7	4,3	220	139,6	21,9	2,0	<0.5
T-81	Andezit	5,2	18,8	15	16,8	4,2	8,9	83,6	539,0	516	3,1	0,6	13,2	4,0	162	130,3	19,7	2,1	<0.5
T-20	Andezit	6,6	16,4	13	17,0	4,4	10,2	102,1	477,2	548	4,2	0,7	17,2	4,9	131	156,9	20,6	2,4	<0.5
T-111	Andezit	9,0	19,4	15	16,5	4,2	9,2	99,6	501,7	535	4,1	0,7	15,8	4,6	137	142,3	19,0	2,2	<0.5
T-68	Andezit	8,2	15,7	12	16,3	4,5	10,0	106,1	476,8	593	2,5	0,8	19,1	4,8	128	157,2	20,1	1,6	1,4
T-12	Andezit	12,7	21,6	16	16,9	4,0	9,5	84,1	441,1	439	2,6	0,6	14,7	4,2	132	139,2	29,9	1,8	0,6
T-41B	Andezit	29,7	17,8	14	15,3	3,6	9,3	78,7	387,1	463	3,3	0,6	12,5	3,4	105	142,1	16,4	1,5	<0.5
T-105B	Andezit	7,0	15,3	13	15,8	4,3	9,0	93,7	428,3	496	3,7	0,7	15,6	4,4	114	144,0	17,8	2,1	<0.5
T-101	Andezit	9,2	15,3	13	15,8	4,0	9,7	102,8	420,2	431	3,8	0,7	14,6	4,5	117	140,4	18,9	2,2	<0.5
T-33	Andezit	8,8	16,0	14	16,2	4,3	9,4	92,7	405,8	580	3,7	0,7	14,9	4,0	115	144,5	18,8	5,4	1,3
T-92	Bi-Andezit	7,7	14,7	14	16,4	5,1	11,4	115,3	560,5	587	4,7	0,9	21,9	6,1	142	172,5	20,0	2,7	1,1
T-8	Bi-Andezit	25,1	21,0	13	15,8	4,9	11,3	131,8	423,4	514	5,6	0,7	22,3	6,1	112	170,2	19,6	2,9	<0.5
T-40A	Bi-Andezit	10,8	17,5	15	16,5	4,0	10,8	92,0	482,0	449	4,5	0,9	17,4	5,1	123	143,1	17,7	2,3	<0.5
T-3	Bi-Andezit	10,0	13,3	10	16,7	5,2	11,8	102,5	464,4	486	2,2	0,8	20,0	5,8	92	180,4	18,3	3,8	0,8
T-43A	Bi-Andezit	6,6	9,8	10	16,4	3,3	9,5	81,5	350,6	331	4,0	0,8	17,3	4,3	70	112,6	13,3	2,3	<0.5
T-40K	Magmatik Anklav	9,5	20,1	12	18,0	4,0	12,0	62,9	714,4	536	1,4	0,6	11,7	3,4	173	160,5	21,6	1,4	<0.5
T-41K	Magmatik Anklav	60,0	30,8	23	16,5	2,5	6,4	28,9	437,7	368	0,8	0,4	5,8	1,9	166	79,9	13,2	1,5	<0.5
T-81K	Magmatik Anklav	6,6	28,2	23	18,1	3,5	6,5	48,5	737,6	473	1,6	0,4	8,9	1,6	206	100,6	21,6	0,8	0,8

**Ek Çizelge 3c. Tepeköy Volkanik Kayaçlarının Tüm Kayaç Nadir Toprak ve Değerli Element Analiz Sonuçları**

Örnek No	Kayaç Türü	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Cu	Pb	Zn	Mo	Au
T-50B	Bazalt	21,8	46,8	5,70	24,2	4,93	1,38	4,20	0,69	3,59	0,73	2,12	0,30	2,00	0,30	52,3	2,8	39	0,7	<0.5
T-36	Bazalt	25,4	51,4	6,05	24,2	4,42	1,25	3,82	0,63	3,42	0,66	2,01	0,29	1,89	0,28	44,1	3,5	29	0,7	1,3
T-75	Bazaltik Andezit	27,9	54,5	6,27	24,7	4,88	1,27	4,24	0,69	3,60	0,73	2,09	0,32	2,08	0,33	34,7	1,4	25	<0.1	<0.5
T-81	Andezit	26,1	51,0	5,65	21,3	4,20	1,07	3,58	0,61	3,12	0,66	1,92	0,31	1,97	0,31	26,2	1,4	8	0,1	<0.5
T-20	Andezit	29,2	54,7	6,14	24,1	4,48	1,07	3,81	0,63	3,56	0,70	2,14	0,31	2,05	0,32	39,7	1,0	19	<0.1	2,0
T-111	Andezit	28,9	53,5	6,14	23,6	4,59	1,09	3,67	0,60	3,19	0,67	1,82	0,29	1,88	0,29	18,6	1,1	18	0,1	<0.5
T-68	Andezit	29,3	54,8	5,88	20,1	4,01	1,03	3,65	0,58	3,20	0,66	1,99	0,32	2,05	0,31	16,3	2,1	18	0,5	<0.5
T-12	Andezit	37,4	49,1	8,93	35,5	6,54	1,67	5,65	0,89	4,82	0,95	2,83	0,39	2,52	0,40	47,1	5,8	29	1,0	2,3
T-41B	Andezit	23,8	45,5	4,84	18,5	3,53	0,88	3,04	0,52	2,88	0,59	1,77	0,26	1,75	0,27	14,1	0,8	23	0,2	<0.5
T-105B	Andezit	25,6	49,6	5,51	20,0	4,02	0,99	3,24	0,54	2,65	0,56	1,73	0,24	1,66	0,26	12,2	1,0	14	0,1	<0.5
T-101	Andezit	26,1	50,7	5,65	20,8	4,02	1,04	3,76	0,60	3,04	0,62	1,83	0,27	1,67	0,27	27,6	1,9	63	0,1	<0.5
T-33	Andezit	25,3	48,1	5,37	21,6	4,18	1,06	3,65	0,61	3,31	0,67	2,01	0,30	1,90	0,29	46,7	1,7	59	0,2	0,8
T-92	Bi-Andezit	30,0	58,3	6,58	24,8	4,89	1,37	3,95	0,63	3,25	0,67	1,95	0,30	1,93	0,31	31,3	1,6	38	0,9	<0.5
T-8	Bi-Andezit	30,4	56,3	6,31	23,5	4,45	1,02	3,66	0,59	3,23	0,65	1,86	0,29	1,89	0,29	11,8	1,2	24	<0.1	6,1
T-40A	Bi-Andezit	28,9	54,3	6,09	23,3	4,32	1,07	3,56	0,58	3,12	0,61	1,81	0,27	1,83	0,27	16,6	1,3	23	0,3	<0.5
T-3	Bi-Andezit	32,5	58,2	6,46	23,7	4,09	1,05	3,30	0,56	3,06	0,61	1,80	0,28	1,77	0,28	36,4	4,6	19	1,4	4,6
T-43A	Bi-Andezit	23,2	41,4	4,68	18,5	3,20	0,79	2,69	0,44	2,40	0,47	1,42	0,22	1,40	0,22	20,4	1,4	13	0,2	<0.5
T-40K	Magmatik Anklav	37,9	70,6	8,14	32,4	5,70	1,48	4,58	0,74	3,93	0,76	2,39	0,35	2,07	0,33	42,0	2,1	19	0,5	<0.5
T-41K	Magmatik Anklav	21,6	38,0	4,36	17,2	3,32	0,85	2,69	0,45	2,50	0,48	1,39	0,20	1,33	0,20	60,0	3,5	41	0,3	<0.5
T-81K	Magmatik Anklav	24,6	48,9	5,86	23,2	4,75	1,34	4,06	0,66	3,53	0,69	2,08	0,31	2,03	0,31	45,2	2,4	12	<0.1	<0.5

**Ek Çizelge 4a. Çınarlı Volkanik Kayaçlarının Tüm Kayaç Ana Oksit Analiz Sonuçları**

Örnek No	Kayaç Türü	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr2O3	LOI	Toplam	Mg#
C-103	Bazaltik Andezit	52,71	15,67	8,16	6,13	9,62	3,26	1,80	0,96	0,25	0,12	0,02	1,00	99,68	45,50
C-13	Bazaltik Andezit	54,38	15,61	6,78	6,53	8,28	3,27	2,65	0,99	0,32	0,10	0,04	0,70	99,62	51,70
C-96	Bazaltik Andezit	56,06	16,05	6,76	4,14	7,38	2,53	2,13	0,78	0,18	0,12	0,01	3,70	99,78	40,50
C-105	Andezit	58,18	16,49	6,10	3,60	6,78	3,11	3,03	0,73	0,18	0,11	0,01	1,30	99,62	39,61
C-93	Andezit	58,53	16,67	6,26	3,59	6,60	3,35	2,33	0,85	0,19	0,12	0,01	1,30	99,78	38,93
C-81	Andezit	59,52	15,82	5,44	3,05	5,68	3,11	2,89	0,66	0,19	0,09	0,00	3,30	99,79	38,39
C-33	Andezit	60,34	16,26	5,37	2,93	5,90	3,10	3,01	0,66	0,19	0,09	0,00	1,90	99,79	37,75
C-23	Andezit	61,13	17,33	4,64	3,22	6,98	3,26	1,16	0,50	0,12	0,08	0,01	1,40	99,85	43,54
C-48	Andezit	61,35	17,75	4,79	3,22	6,58	3,29	1,18	0,52	0,14	0,08	0,01	0,90	99,85	42,76
C-63	Andezit	61,94	16,98	4,76	2,33	4,81	3,58	2,31	0,62	0,13	0,08	0,00	2,30	99,83	35,23
C-38	Andezit	61,99	16,48	4,78	2,76	5,64	3,32	2,61	0,58	0,15	0,08	0,01	1,40	99,81	39,09
C-78	Andezit	62,50	16,58	5,06	2,29	5,17	3,68	2,75	0,65	0,18	0,09	0,01	0,90	99,82	33,46
C-39	Andezit	63,32	17,25	3,84	2,34	6,33	3,12	1,26	0,40	0,13	0,06	0,01	1,80	99,86	40,38
C-22	Bi-Andezit	58,31	15,78	5,75	4,76	6,98	3,41	3,03	0,80	0,26	0,10	0,03	0,50	99,70	47,92
C-59	Bi-Andezit	57,95	16,82	4,25	2,45	9,05	3,19	1,64	0,55	0,16	0,07	0,00	3,70	99,81	39,05
C-7	Bi-Andezit	61,55	17,59	4,73	2,76	6,28	3,19	1,64	0,58	0,18	0,08	0,01	1,30	99,83	39,34
C-5	Bi-Andezit	63,41	16,97	4,44	2,58	5,73	3,44	1,86	0,55	0,17	0,08	0,01	0,60	99,86	39,24
C-85	Amf-Andezit	60,14	16,57	5,25	3,46	6,08	3,60	2,64	0,66	0,17	0,09	0,01	1,10	99,79	42,28
C-38K	Magmatik Anklav	55,52	18,30	7,63	2,96	7,97	3,60	1,45	0,83	0,39	0,12	0,00	1,00	99,77	30,13
C-48K	Magmatik Anklav	58,99	16,92	5,28	4,46	7,21	3,51	1,11	0,62	0,14	0,10	0,02	1,40	99,80	48,42

**Ek Çizelge 4b. Çınarlı Volkanik Kayaçlarının Tüm Kayaç İz Element Sonuçları**

Örnek No	Kayaç Türü	Ni	Co	Sc	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ba	Cs	Ta	Th	U	V	Zr	Y	W	As
C-103	Bazaltik Andezit	40,9	31,8	26	16,4	3,6	6,8	47,4	793,1	510	0,9	0,4	11,4	3,0	197	124,2	24,0	0,9	1,0
C-13	Bazaltik Andezit	87,7	25,6	22	16,0	4,5	12,3	69,7	963,5	751	2,2	0,7	21,1	5,0	173	160,4	19,8	1,4	0,7
C-96	Bazaltik Andezit	11,0	20,6	21	15,8	3,9	8,8	107,2	377,4	427	4,3	0,6	12,5	3,4	161	149,0	66,4	1,5	<0.5
C-105	Andezit	10,6	20,3	15	16,5	4,0	9,6	76,2	568,0	1691	3,2	0,6	13,3	3,8	140	139,4	20,9	1,5	<0.5
C-93	Andezit	5,3	19,0	17	16,0	4,9	10,3	66,8	437,3	529	2,7	0,8	12,9	3,2	138	181,4	29,5	1,6	<0.5
C-81	Andezit	4,7	15,9	14	15,2	4,4	8,9	89,7	435,0	552	3,5	0,8	14,8	4,4	115	149,4	19,2	2,0	<0.5
C-33	Andezit	5,3	16,2	13	15,9	4,5	9,7	93,1	463,2	523	3,9	0,8	15,1	4,4	123	149,0	19,6	2,1	<0.5
C-23	Andezit	0,9	14,8	13	17,5	2,6	6,5	31,9	335,0	266	1,2	0,3	6,1	1,6	88	105,3	12,8	1,1	<0.5
C-48	Andezit	4,9	15,9	13	17,5	2,8	6,5	33,8	330,2	289	0,6	0,5	7,1	1,6	66	109,1	13,3	1,2	0,6
C-63	Andezit	5,4	12,9	12	15,5	3,9	8,8	77,7	331,2	493	1,3	0,6	14,5	3,9	76	146,4	19,3	1,3	0,7
C-38	Andezit	5,3	15,3	12	16,8	4,8	10,0	83,8	392,3	519	3,1	0,7	13,2	4,0	89	164,1	18,8	5,4	<0.5
C-78	Andezit	8,8	13,7	11	15,5	4,5	10,0	88,7	393,2	555	3,3	0,8	16,7	4,7	80	168,9	20,2	2,0	<0.5
C-39	Andezit	4,1	11,8	9	16,6	3,0	6,2	39,5	384,3	300	1,0	0,3	11,4	2,4	73	99,0	10,9	1,6	1,0
C-22	Bi-Andezit	61,6	22,1	17	14,9	4,5	12,4	94,0	741,6	629	2,7	0,8	23,3	5,7	135	161,3	19,2	1,7	0,6
C-59	Bi-Andezit	11,3	13,1	10	16,3	3,6	9,9	44,6	522,0	461	2,0	0,6	15,7	2,5	71	128,7	15,2	1,1	0,6
C-7	Bi-Andezit	3,5	13,8	11	16,6	3,8	8,9	45,5	403,5	338	2,0	0,6	10,9	2,6	89	133,5	15,6	1,4	0,6
C-5	Bi-Andezit	5,9	13,1	11	16,4	3,2	8,5	53,9	381,9	331	0,9	0,6	13,0	2,9	62	123,1	16,6	1,5	0,9
C-85	Amf-Andezit	8,9	16,5	12	15,6	4,7	9,2	76,4	465,6	515	3,2	0,7	13,1	4,0	96	155,9	18,0	1,8	<0.5
C-38K	Magmatik Anklav	7,5	20,6	13	18,9	4,9	9,8	34,1	579,4	427	0,8	0,6	9,4	2,9	174	197,3	23,1	1,4	<0.5
C-48K	Magmatik Anklav	5,8	19,9	16	15,4	4,1	9,1	29,6	324,6	496	0,8	0,6	9,3	3,0	87	126,6	19,9	0,8	0,6

**Ek Çizelge 4c. Çınarlı Volkanik Kayaçlarının Tüm Kayaç Nadir Toprak ve Değerli Element Analiz Sonuçları**

Örnek No	Kayaç Türü	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Cu	Pb	Zn	Mo	Au
C-103	Bazaltik Andezit	29,5	54,1	6,80	27,1	5,46	1,50	4,84	0,76	4,25	0,86	2,41	0,33	2,20	0,33	72,5	6,6	41	0,9	<0.5
C-13	Bazaltik Andezit	41,0	79,9	9,21	34,8	6,02	1,58	4,57	0,69	3,56	0,69	1,87	0,28	1,86	0,29	49,1	7,1	37	1,1	1,8
C-96	Bazaltik Andezit	32,4	59,3	7,84	34,5	8,13	1,83	9,77	1,64	9,43	2,10	6,36	0,92	5,74	0,94	19,9	2,2	33	0,1	<0.5
C-105	Andezit	27,0	50,9	5,74	20,9	4,06	1,09	3,79	0,59	3,62	0,73	2,11	0,32	2,00	0,33	12,2	0,9	21	0,1	<0.5
C-93	Andezit	29,9	58,6	6,95	27,4	5,26	1,40	5,15	0,81	4,79	0,98	2,85	0,40	2,67	0,42	9,7	0,6	17	<0.1	<0.5
C-81	Andezit	26,7	54,3	6,01	22,6	4,37	1,08	3,70	0,60	3,34	0,68	1,84	0,27	1,92	0,28	14,1	0,6	15	0,1	<0.5
C-33	Andezit	27,8	52,7	6,05	22,8	4,42	1,05	3,69	0,61	3,22	0,61	1,85	0,30	1,97	0,30	30,4	0,8	17	<0.1	0,7
C-23	Andezit	16,6	31,9	3,44	12,6	2,41	0,73	2,31	0,39	1,99	0,44	1,24	0,19	1,17	0,19	19,3	0,4	5	<0.1	<0.5
C-48	Andezit	20,1	36,5	4,05	14,5	2,90	0,83	2,56	0,42	2,19	0,45	1,32	0,21	1,26	0,19	14,9	2,0	5	<0.1	<0.5
C-63	Andezit	26,4	47,0	5,38	19,8	3,71	0,91	3,50	0,59	3,23	0,67	1,97	0,30	1,96	0,29	18,7	13,4	14	0,5	<0.5
C-38	Andezit	27,1	52,1	5,56	19,7	3,90	0,91	3,23	0,53	2,93	0,63	1,72	0,27	1,78	0,27	11,8	1,4	13	0,2	<0.5
C-78	Andezit	29,0	56,5	6,11	20,6	4,12	1,00	3,71	0,60	3,32	0,67	2,01	0,32	2,05	0,30	11,4	2,1	22	0,8	<0.5
C-39	Andezit	22,4	41,3	4,20	14,5	2,62	0,71	2,18	0,35	1,72	0,36	1,05	0,17	1,04	0,16	12,8	1,7	10	0,3	0,5
C-22	Bi-Andezit	38,4	76,0	8,29	29,7	5,16	1,34	4,04	0,63	3,20	0,66	1,96	0,29	1,80	0,28	34,4	5,2	22	0,6	0,8
C-59	Bi-Andezit	25,8	48,6	5,37	19,4	3,75	0,93	2,89	0,48	2,60	0,53	1,57	0,22	1,42	0,21	14,6	3,7	12	0,1	1,0
C-7	Bi-Andezit	24,3	44,0	4,79	17,1	3,26	0,88	2,88	0,49	2,63	0,53	1,46	0,23	1,50	0,24	19,9	2,8	17	0,2	<0.5
C-5	Bi-Andezit	24,6	44,4	5,07	17,4	3,43	0,91	3,03	0,51	2,53	0,54	1,51	0,24	1,56	0,26	8,3	1,4	8	0,3	<0.5
C-85	Amf-Andezit	26,7	49,2	5,26	17,3	3,55	0,89	3,14	0,54	3,11	0,63	1,86	0,28	1,71	0,27	11,2	0,8	16	0,1	<0.5
C-38K	Magmatik Anklav	36,3	70,9	7,75	28,5	5,38	1,26	4,63	0,77	3,89	0,77	2,22	0,33	2,13	0,32	45,0	2,7	18	0,4	0,9
C-48K	Magmatik Anklav	23,6	47,1	5,07	17,8	3,73	0,91	3,24	0,58	3,16	0,67	2,06	0,29	2,10	0,32	6,4	1,7	5	<0.1	0,6

**Ek Çizelge 5.** Tepeköy ve Çınarlı volkanik komplekslerindeki farklı kayaç türleri ve bunların mineral birliktelikleri

Volkan Türü	Kayaç Türü	Kayaç Yapıcı Ana Mineraller						
		Plajiyoklas	Olivin	Ortopiroksen	Klinopiroksen	Amfibol	Biyotit	Fe-Ti Oksit
Tepeköy	Bazalt/bazaltik andezit	+	+	+	+	-	-	+
	Andezit	-	-	+	+	-	-	+
	Magmatik anklav	+	-	+	+	-	-	+
Çınarlı	Bazaltik andezit	+	+	-	+	+	-	+
	Andezit	+	+	+	+	+	-	+
	Magmatik anklav	+	-	+	+	-	-	+

**Ek Çizelge 6.** Tepeköy Volkanitleri'ndeki minerallerin kimyasal (mikroprob) analiz sonuçları**Olivin**

Örnek No	T36-1-1-kk	5-m	6-k	7-m	10-k	T36-2-1-m	5-kk	7-k
Örnek Adı	Ol-trakibazalt							
SiO <sub>2</sub>	38.12	39.85	38.65	39.56	38.81	38.65	38.11	38.22
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01
FeO	21.83	12.62	17.61	17.57	18.63	18.56	21.02	19.34
MnO	0.45	0.27	0.36	0.25	0.38	0.43	0.51	0.46
MgO	39.77	47.28	43.42	46.08	42.62	43.14	40.46	42.74
CaO	0.13	0.15	0.08	0.16	0.17	0.16	0.15	0.11
Na <sub>2</sub> O	0.03	0.01	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03
K <sub>2</sub> O	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
<b>Toplam</b>	<b>100.37</b>	<b>100.25</b>	<b>100.21</b>	<b>100.72</b>	<b>100.66</b>	<b>100.97</b>	<b>100.28</b>	<b>100.98</b>
Si	0.989	0.990	0.984	0.987	0.988	0.981	0.986	0.975
Ti	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al (t)	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
Cr	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe <sup>2+</sup>	0.473	0.262	0.375	0.304	0.397	0.394	0.455	0.412
Mn	0.010	0.006	0.008	0.005	0.008	0.009	0.011	0.010
Mg	1.538	1.750	1.647	1.714	1.618	1.633	1.561	1.625
Ca	0.001	0.004	0.002	0.004	0.005	0.004	0.004	0.003
Na	0.004	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
% Fo	76.46	86.98	81.47	84.94	80.31	80.56	77.44	79.76
Mg#	0.76	0.87	0.81	0.85	0.80	0.80	0.77	0.79

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Fo:  $(100 \times \text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+}))$ . Mg#:  $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mn})$ . m: kristal merkezi. k: kristal kenarı. kk: küçük kristal Yapısal parametreler 4 oksijene göre hesaplanmıştır.

**Ek Çizelge 6. devamı**  
**Ortopiroksen**

Örnek No	T40b1-3-kk	T40b4-21-kk	T40b5-24-kk	T36-1-11-m	12-k	T36-4-3-m	4-k
Örnek Adı	Andezit	Mag.Ank.	Ol-Trbazalt				
SiO <sub>2</sub>	53.91	53.16	52.60	54.10	53.11	53.70	53.42
TiO <sub>2</sub>	0.12	0.19	0.12	0.29	0.25	0.23	0.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.63	0.67	0.50	0.93	0.81	0.77	0.95
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.09	1.44	1.45	2.65	2.31	2.17	3.18
FeO	18.47	18.31	17.73	13.91	16.32	16.02	14.37
MnO	0.82	1.04	1.14	0.57	0.63	0.58	0.66
MgO	24.66	24.21	23.89	27.04	25.15	25.65	26.05
CaO	0.95	0.95	1.00	1.46	1.34	1.42	1.42
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.00	0.04	0.07	0.04	0.05	0.17
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
<b>Toplam</b>	<b>100.69</b>	<b>99.97</b>	<b>98.51</b>	<b>101.04</b>	<b>100.00</b>	<b>100.61</b>	<b>100.54</b>
Si	1.974	1.967	1.974	1.951	1.956	1.959	1.949
Ti	0.003	0.005	0.003	0.008	0.007	0.006	0.008
Al (t)	0.027	0.029	0.022	0.040	0.035	0.033	0.041
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Fe <sup>3+</sup>	0.030	0.040	0.041	0.072	0.064	0.059	0.087
Fe <sup>2+</sup>	0.564	0.565	0.555	0.417	0.500	0.487	0.435
Mn	0.025	0.033	0.036	0.017	0.020	0.018	0.020
Mg	1.346	1.335	1.336	1.454	1.381	1.395	1.417
Ca	0.037	0.038	0.040	0.056	0.053	0.056	0.055
Na	0.001	0.000	0.003	0.005	0.003	0.004	0.012
K	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
Al <sup>[4]</sup>	0.026	0.029	0.022	0.040	0.035	0.033	0.041
Al <sup>[6]</sup>	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg#	0.68	0.68	0.68	0.74	0.70	0.71	0.72
% Wo	1.86	1.87	2.00	2.79	2.62	2.75	2.74
% En	67.15	66.43	66.44	71.93	68.35	69.14	69.90
% Fs	30.92	31.70	31.42	25.04	28.89	27.94	26.77

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Mg#: Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>+Mn). m: kristal merkezi. k: kristal kenarı. kk: küçük kristal. Yapısal parametreler 6 oksijene göre hesaplanmıştır. Fe<sup>2+</sup> ve Fe<sup>3+</sup> ayrımı. Droop (1987)'a göre yapılmıştır.

**Ek Çizelge 6. devamı**  
**Klinopiroksen**

Örnek No	T40b1-1-m	2-k	T40b2-10-m	11-k	12-kk	T40b4-17-m	20-k	T36-1-3-m	1-4-k	13-kk	4-1-m	2-k	9-m	10-k
Örnek Adı	Andezit		Mag.Ank					Ol-Trbazalt						
SiO <sub>2</sub>	52.23	52.76	52.80	51.32	52.92	52.74	53.21	51.41	51.08	51.52	51.40	52.70	51.73	52.85
TiO <sub>2</sub>	0.40	0.18	0.22	0.48	0.17	0.37	0.19	0.49	0.91	0.40	0.64	0.39	0.56	0.37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.49	0.82	1.06	2.99	0.84	1.46	0.86	1.41	2.62	1.96	2.21	1.57	2.14	1.40
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01	0.02	0.00	0.05	0.26	0.00	0.23	0.06	0.23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.61	2.01	1.90	2.10	1.01	1.24	2.00	4.50	2.79	3.80	2.74	1.76	2.35	1.38
FeO	6.97	5.85	6.77	6.18	7.19	7.61	6.42	5.41	5.00	5.60	6.72	4.30	5.82	3.32
MnO	0.32	0.52	0.41	0.21	0.46	0.40	0.46	0.38	0.24	0.33	0.29	0.17	0.28	0.13
MgO	14.96	15.38	15.02	15.21	14.84	15.45	15.22	14.61	15.91	14.95	15.13	16.45	15.49	17.42
CaO	21.12	21.83	21.48	20.86	21.84	20.43	21.89	20.64	20.54	20.29	20.39	21.67	21.04	21.78
Na <sub>2</sub> O	0.38	0.32	0.40	0.33	0.29	0.36	0.36	0.73	0.42	0.71	0.41	0.39	0.35	0.24
K <sub>2</sub> O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.08	0.01	0.03	0.01	0.00	0.02	0.02
<b>Toplam</b>	<b>99.50</b>	<b>99.68</b>	<b>100.07</b>	<b>99.75</b>	<b>99.58</b>	<b>100.07</b>	<b>100.66</b>	<b>99.67</b>	<b>99.58</b>	<b>99.86</b>	<b>99.94</b>	<b>99.63</b>	<b>99.80</b>	<b>99.13</b>
Si	1.955	1.970	1.967	1.913	1.977	1.959	1.970	1.941	1.905	1.932	1.923	1.949	1.928	1.952
Ti	0.011	0.005	0.006	0.013	0.005	0.010	0.005	0.014	0.026	0.011	0.018	0.011	0.016	0.010
Al (t)	0.065	0.036	0.047	0.131	0.037	0.064	0.038	0.062	0.116	0.087	0.097	0.069	0.094	0.061
Cr	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.008	0.000	0.007	0.002	0.007
Fe <sup>3+</sup>	0.045	0.056	0.053	0.059	0.028	0.035	0.056	0.127	0.078	0.106	0.077	0.049	0.064	0.038
Fe <sup>2+</sup>	0.217	0.182	0.210	0.192	0.224	0.236	0.198	0.169	0.155	0.174	0.209	0.133	0.181	0.102
Mn	0.010	0.016	0.013	0.007	0.015	0.013	0.014	0.012	0.008	0.010	0.009	0.005	0.009	0.004
Mg	0.835	0.856	0.834	0.845	0.827	0.856	0.840	0.822	0.885	0.836	0.844	0.907	0.861	0.959
Ca	0.847	0.873	0.857	0.833	0.874	0.813	0.868	0.835	0.821	0.815	0.817	0.859	0.840	0.862
Na	0.028	0.023	0.029	0.024	0.021	0.026	0.026	0.053	0.830	0.052	0.030	0.028	0.025	0.017
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
Al <sup>[4]</sup>	0.045	0.030	0.033	0.087	0.023	0.041	0.030	0.059	0.095	0.068	0.077	0.051	0.072	0.048
Al <sup>[6]</sup>	0.020	0.006	0.014	0.044	0.014	0.023	0.008	0.003	0.021	0.019	0.020	0.018	0.022	0.013
Mg#	0.75	0.77	0.75	0.77	0.76	0.75	0.76	0.73	0.79	0.74	0.74	0.83	0.77	0.87
% Wo	42.72	43.50	42.94	42.52	43.96	41.11	43.36	41.36	41.53	40.89	41.16	43.36	42.43	43.46
% En	42.11	42.85	41.78	43.14	41.56	43.27	41.96	40.74	44.76	41.92	42.50	45.80	43.47	48.37
% Fs	13.77	12.69	13.84	13.13	13.43	14.31	13.39	15.26	12.17	14.60	14.85	9.43	12.82	7.30

## Ek Çizelge 6. devamı

### Fe-Ti-oksit (Ti-Magnetit)

Örnek No	T40b1-7	T40b2-15	T40b5-26	T36-1-16	20
Örnek Adı	Andezit		Mag.Ank.	Ol-Trbazalt	
SiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	9.57	9.09	4.77	5.64	3.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.03	3.34	1.04	3.06	1.90
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.13	0.05	0.21	0.79
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45.81	47.42	55.54	53.49	59.56
FeO	34.59	34.17	33.09	33.08	31.71
MnO	0.35	0.25	0.03	0.29	0.20
MgO	2.83	3.17	0.64	1.70	1.13
CaO	0.01	0.02	0.05	0.05	0.04
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
<b>Toplam</b>	<b>96.29</b>	<b>97.60</b>	<b>95.21</b>	<b>97.52</b>	<b>98.37</b>
Si	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti	2.193	2.049	1.143	1.293	0.700
Al (t)	1.088	1.179	0.390	1.099	0.686
Cr	0.024	0.031	0.013	0.051	0.191
Fe <sup>3+</sup>	10.502	10.693	13.312	12.265	13.723
Fe <sup>2+</sup>	8.814	8.563	8.814	8.429	8.119
Mn	0.090	0.063	0.008	0.075	0.052
Mg	1.285	1.416	0.304	0.772	0.516
Ca	0.003	0.006	0.017	0.016	0.013
Na	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg#	0.06	0.07	0.01	0.04	0.02
Cr#	0.02	0.03	0.03	0.04	0.22
Fe <sup>3+</sup> #	0.89	0.88	0.96	0.90	0.93
Ti#	0.66	0.63	0.78	0.53	0.44

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Mg#: Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>). Cr#: Cr/(Cr+Al). Fe<sup>3+</sup>#: Fe<sup>3+</sup>/(Fe<sup>3+</sup>+Cr+Al). Ti#: Ti/(Ti+Al+Cr). Yapısal parametreler 4 oksijene göre Fe<sup>2+</sup> ve Fe<sup>3+</sup> ayrımı. Droop (1987)'a göre hesaplanmıştır.

## Ek Çizelge 6. devamı

### Plajiyoklas

Örnek Adı	BazAnd	Mag.Ank				Ol-Trbaz							
SiO <sub>2</sub>	57.27	59.51	57.92	55.20	53.15	53.13	57.70	54.82	58.22	56.14	55.84	52.90	57.52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.83	26.00	26.18	28.25	29.25	29.60	26.67	27.51	26.30	26.84	27.46	29.67	26.24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.39	0.36	0.39	0.32	0.60	0.61	0.53	1.45	0.68	0.56	0.63	0.65	0.83
BaO	0.04	0.01	0.07	0.00	0.03	0.04	0.07	0.03	0.11	0.06	0.06	0.04	0.10
SrO	0.16	0.11	0.10	0.13	0.22	0.13	0.12	0.07	0.06	0.12	0.14	0.10	0.11
CaO	9.22	8.24	8.48	11.02	12.45	12.98	9.39	10.78	9.10	9.98	10.40	12.75	9.04
Na <sub>2</sub> O	5.88	6.43	6.21	4.96	4.22	3.70	5.66	4.70	5.69	5.13	5.01	3.89	5.82
K <sub>2</sub> O	0.62	0.81	0.76	0.53	0.35	0.39	0.73	0.36	0.62	0.62	0.51	0.37	0.61
<b>Toplam</b>	<b>100.41</b>	<b>101.47</b>	<b>100.11</b>	<b>100.41</b>	<b>100.27</b>	<b>100.58</b>	<b>100.87</b>	<b>99.72</b>	<b>100.78</b>	<b>99.46</b>	<b>100.05</b>	<b>97.37</b>	<b>100.27</b>
Si	10.274	10.525	10.406	9.944	9.647	9.609	10.309	9.975	10.394	10.187	10.085	9.750	10.344
Al (t)	5.672	5.419	5.543	5.998	6.257	6.309	5.616	5.889	5.534	5.740	5.845	6.444	5.561
Fe <sup>3+</sup>	0.059	0.053	0.059	0.048	0.091	0.092	0.079	0.221	0.102	0.085	0.095	0.100	0.125
Ba	0.003	0.001	0.005	0.000	0.002	0.003	0.005	0.002	0.008	0.004	0.004	0.003	0.007
Sr	0.017	0.011	0.010	0.014	0.023	0.014	0.012	0.007	0.006	0.014	0.015	0.011	0.011
Ca	1.772	1.561	1.632	2.127	2.421	2.515	1.797	2.101	1.741	1.940	2.012	2.518	1.742
Na	2.045	2.205	2.163	1.732	1.485	1.297	1.961	1.658	1.969	1.805	1.754	0.318	2.029
K	0.142	0.183	0.174	0.122	0.081	0.090	0.166	0.084	0.141	0.144	0.117	0.087	0.140
% An	44.76	39.54	41.12	53.43	60.72	64.45	45.80	54.68	45.20	49.90	51.81	86.14	44.54
% Ab	51.66	55.83	54.49	43.51	37.25	33.25	49.96	43.14	51.14	46.41	45.17	10.88	51.89
% Or	3.58	4.63	4.39	3.06	2.03	2.31	4.24	2.17	3.67	3.69	3.03	2.98	3.58

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. % An, Ab ve Or: Sırasıyla anortit, albit ve ortoklas yüzdeleri. mkt: mikrolit. m: kristal merkezi. k: kristal kenarı. kk: küçük kristal. Yapısal parametreler 32 oksijene göre hesaplanmıştır.

**Ek Çizelge 7.** Çınarlı Volkanitleri'ndeki minerallerin kimyasal (mikroprob) analiz sonuçları

**Olivin**

Örnek No	C13-1-7-m	C13-3-7-kk	10-kk	C13-4-6-k	11-kk	C13-5-1-m	2-k	C85-2-6-kk	6-2-kk
Örnek Adı	Ol-BazAnd							Amf-Andezit	
SiO <sub>2</sub>	39.41	39.93	41.56	39.66	39.69	40.12	42.46	39.47	39.66
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.02	0.02	0.30	0.02	0.02	0.00	2.80	0.00	0.00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02
FeO	12.63	10.78	16.53	10.81	10.92	10.07	15.75	14.64	13.87
MnO	0.23	0.17	0.35	0.17	0.15	0.18	0.26	0.25	0.19
MgO	47.44	48.76	44.79	48.18	48.09	48.96	37.61	45.95	46.25
CaO	0.18	0.12	0.25	0.19	0.16	0.15	0.73	0.10	0.11
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00
K <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.01
<b>Toplam</b>	<b>99.98</b>	<b>99.84</b>	<b>103.84</b>	<b>99.08</b>	<b>99.05</b>	<b>99.52</b>	<b>99.81</b>	<b>100.44</b>	<b>100.13</b>
Si0	0.983	0.987	1.010	0.989	0.990	0.992	1.065	0.987	0.991
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Al (t)	0.001	0.001	0.009	0.001	0.001	0.000	0.083	0.000	0.000
Cr	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.306	0.000
Fe <sup>2+</sup>	0.263	0.223	0.336	0.225	0.228	0.208	0.330	0.005	0.290
Mn	0.005	0.004	0.007	0.004	0.003	0.004	0.006	0.713	0.004
Mg	1.764	1.797	1.623	1.791	1.788	1.804	1.407	0.000	1.723
Ca	0.005	0.003	0.007	0.005	0.004	0.004	0.020	0.000	0.003
Na	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
% Fo	87.01	88.97	82.85	88.82	88.70	89.66	80.98	84.84	85.60
Mg#	0.87	0.89	0.83	0.89	0.89	0.89	0.81	0.85	0.85

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Fo:  $(100 \times \text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+}))$ . Mg#:  $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mn})$ . m: kristal merkezi. k: kristal kenarı. kk: küçük kristal Yapısal parametreler 4 oksijene göre hesaplanmıştır.

**Ek Çizelge 7. devamı (Ortopiroksen)**

Örnek No	C38k-4-5-m	6-k	3-4-kk	8-kk	C85-1-5-kk	6-kk	2-1-m	3-1-m	2-k	4-1-kk	5-1-kk	6-kk
Örnek Adı	Mag.Ank.	Amf-Andezit										
SiO <sub>2</sub>	52.84	52.96	53.11	53.06	53.19	53.26	52.90	53.27	52.87	48.87	52.56	53.79
TiO <sub>2</sub>	0.15	0.11	0.17	0.15	0.18	0.12	0.19	0.15	0.14	0.17	0.13	0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.64	0.51	0.59	0.61	0.64	0.48	0.63	0.66	0.62	3.38	0.65	1.80
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.61	1.88	1.78	5.72	1.20	1.61	1.44	1.71	1.94	11.40	2.10	2.36
FeO	17.77	17.26	18.47	14.65	18.60	17.95	18.63	18.32	18.59	21.14	18.07	10.73
MnO	0.81	0.85	0.86	0.86	0.83	0.84	0.86	0.85	0.86	0.41	0.80	0.32
MgO	24.39	24.72	23.95	24.21	24.19	24.56	23.95	24.32	23.84	11.42	23.99	29.06
CaO	0.97	0.89	1.10	1.10	0.91	0.87	0.92	0.92	0.95	1.04	0.96	1.22
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.02	0.04	0.03	0.00	0.02	0.01	0.00	0.03	3.23	0.02	0.02
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.12	0.00	0.00
<b>Toplam</b>	<b>99.20</b>	<b>99.22</b>	<b>100.08</b>	<b>101.49</b>	<b>99.76</b>	<b>99.72</b>	<b>99.56</b>	<b>100.07</b>	<b>99.85</b>	<b>101.21</b>	<b>99.30</b>	<b>99.53</b>
Si	1.967	1.969	1.967	1.957	1.970	1.972	1.967	1.969	1.966	1.930	1.963	1.935
Ti	0.004	0.003	0.005	0.004	0.005	0.003	0.005	0.000	0.004	0.005	0.004	0.006
Al (t)	0.028	0.022	0.026	0.027	0.028	0.021	0.028	0.029	0.027	0.157	0.029	0.076
Cr	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
Fe <sup>3+</sup>	0.045	0.052	0.050	0.157	0.033	0.045	0.040	0.047	0.054	0.330	0.059	0.064
Fe <sup>2+</sup>	0.551	0.534	0.570	0.446	0.575	0.554	0.578	0.564	0.575	0.679	0.561	0.321
Mn	0.026	0.027	0.027	0.027	0.026	0.026	0.027	0.027	0.027	0.014	0.025	0.010
Mg	1.353	1.370	1.323	1.331	1.336	1.356	1.328	1.340	1.321	0.672	1.336	1.559
Ca	0.039	0.035	0.044	0.043	0.036	0.035	0.037	0.036	0.038	0.044	0.038	0.047
Na	0.000	0.001	0.003	0.002	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.247	0.001	0.001
K	0.000	0.000	0.000	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000
Al <sup>[4]</sup>	0.028	0.022	0.026	0.027	0.028	0.021	0.028	0.029	0.027	0.070	0.029	0.065
Al <sup>[6]</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.000	0.011
Mg#	0.68	0.69	0.67	0.68	0.68	0.68	0.67	0.68	0.67	0.39	0.67	0.80
% Wo	1.92	1.75	2.17	2.17	1.80	1.71	1.82	1.81	1.88	2.22	1.90	2.35
% En	67.20	67.81	65.62	66.35	66.59	67.22	66.05	66.52	65.48	33.85	66.09	77.87
% Fs	30.88	30.37	32.07	31.38	31.61	30.99	32.09	31.67	32.54	51.48	31.94	19.71

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Mg#: Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>+Mn). m: kristal merkezi. k: kristal kenarı. kk: küçük kristal. Yapısal parametreler 6 oksijene göre hesaplanmıştır. Fe<sup>2+</sup> ve Fe<sup>3+</sup> ayrımı. Droop (1987)'a göre yapılmıştır.

## Ek Çizelge 7. devamı

### Klinopiroksen

Örnek No	C13-1-1-m	6-k	10-kk	3-11-kk	13-kk	14-kk	5-5-kk	6-kk	C38k-1-1-kk	5-kk	C85-1-3-kk	5-kk
Örnek Adı	Ol-BazAnd								Mag.Ank		Amf-Andezit	
SiO <sub>2</sub>	52.62	49.67	53.25	51.18	51.05	48.75	49.50	50.56	53.70	52.75	52.47	52.49
TiO <sub>2</sub>	0.15	1.05	0.20	0.71	0.74	1.23	0.99	0.82	0.14	0.20	0.21	0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.70	4.39	0.37	3.62	3.03	5.14	4.65	3.91	1.00	1.06	0.99	0.90
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.03	0.02	0.42	0.00	0.01	0.26	0.42	0.50	0.02	0.01	0.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.83	3.07	0.88	1.98	2.50	3.87	3.37	2.81	0.81	1.54	1.60	1.84
FeO	6.15	3.72	7.19	3.50	4.43	3.71	3.14	2.82	2.80	6.34	6.93	6.32
MnO	0.47	0.15	0.41	0.11	0.18	0.14	0.14	0.12	0.10	0.38	0.40	0.35
MgO	15.09	15.15	16.07	15.85	16.02	14.65	15.33	15.65	18.37	15.45	14.88	15.30
CaO	21.96	21.93	20.60	22.34	21.25	21.78	22.00	22.58	21.62	21.47	21.31	21.43
Na <sub>2</sub> O	0.30	0.28	0.26	0.29	0.27	0.31	0.27	0.32	0.20	0.38	0.38	0.33
K <sub>2</sub> O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01
<b>Toplam</b>	<b>99.28</b>	<b>99.46</b>	<b>99.25</b>	<b>100.00</b>	<b>99.50</b>	<b>99.62</b>	<b>99.66</b>	<b>100.01</b>	<b>99.27</b>	<b>99.28</b>	<b>99.19</b>	<b>99.19</b>
Si	1.974	1.855	1.987	1.888	1.900	1.827	1.845	1.871	1.967	1.971	1.971	1.969
Ti	0.004	0.029	0.006	0.020	0.021	0.035	0.028	0.023	0.004	0.006	0.006	0.006
Al (t)	0.031	0.194	0.016	0.157	0.133	0.227	0.204	0.170	0.044	0.046	0.044	0.040
Cr	0.000	0.001	0.001	0.012	0.000	0.000	0.008	0.012	0.014	0.001	0.000	0.000
Fe <sup>3+</sup>	0.052	0.086	0.025	0.055	0.070	0.108	0.094	0.078	0.022	0.043	0.045	0.052
Fe <sup>2+</sup>	0.192	0.116	0.224	0.108	0.137	0.115	0.097	0.087	0.086	0.198	0.217	0.197
Mn	0.015	0.005	0.013	0.003	0.006	0.004	0.004	0.004	0.003	0.001	0.013	0.011
Mg	0.844	0.844	0.894	0.871	0.889	0.819	0.852	0.863	1.003	0.860	0.833	0.856
Ca	0.883	0.878	0.824	0.883	0.847	0.875	0.878	0.895	0.849	0.859	0.857	0.861
Na	0.022	0.020	0.019	0.021	0.019	0.023	0.020	0.022	0.014	0.028	0.028	0.024
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
Al <sup>[4]</sup>	0.026	0.145	0.013	0.112	0.100	0.173	0.155	0.129	0.033	0.029	0.029	0.031
Al <sup>[6]</sup>	0.005	0.049	0.003	0.045	0.033	0.054	0.049	0.041	0.011	0.017	0.015	0.009
Mg#	0.76	0.80	0.77	0.84	0.81	0.78	0.81	0.84	0.90	0.78	0.75	0.77
% Wo	43.97	45.06	41.22	45.48	43.05	44.99	45.16	45.94	42.91	43.19	43.02	43.04
% En	42.05	43.32	44.74	44.90	45.16	42.11	43.79	44.31	50.74	43.25	41.80	42.76
% Fs	12.90	10.58	13.10	8.54	10.80	11.73	10.05	8.65	5.63	12.17	13.79	13.01

**Ek Çizelge 7. devamı**  
**Fe-Ti-oksit (Ti-Magnetit/Ulvospinel)**

Örnek No	C13-3-17	18	5-10	C38k-1-6	3-1	3	4-7	C85-1-8	9
Örnek Adı	Ol-BazAnd			Mag.Ank.				Amf-Andezit	
SiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	7.05	34.44	4.33	8.43	20.69	36.81	2.89	6.54	9.29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.35	0.67	1.60	2.54	2.00	0.24	1.47	1.72	1.53
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.19	0.05	0.15	0.01	0.07	0.00	0.05	0.11	0.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53.30	0.42	59.45	48.78	23.61	0.00	59.07	53.41	47.85
FeO	32.58	57.48	31.97	36.23	45.91	54.90	31.01	33.55	35.91
MnO	0.43	0.31	0.51	0.37	0.42	0.84	0.14	0.45	0.43
MgO	3.30	2.68	1.75	1.26	1.53	3.60	0.92	1.69	1.69
CaO	0.17	0.06	0.05	0.04	0.15	0.03	0.03	0.03	0.01
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.01	0.09	0.28	0.00	0.01	0.02	0.00
K <sub>2</sub> O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00
<b>Toplam</b>	<b>100.37</b>	<b>96.11</b>	<b>99.67</b>	<b>97.67</b>	<b>94.32</b>	<b>96.42</b>	<b>95.59</b>	<b>97.51</b>	<b>96.84</b>
Si	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti	1.548	7.826	0.980	1.936	4.858	8.307	0.688	1.509	2.155
Al (t)	1.152	0.239	0.568	0.914	0.736	0.085	0.548	0.622	0.556
Cr	0.044	0.012	0.004	0.002	0.002	0.000	0.013	0.027	0.029
Fe <sup>3+</sup>	11.708	0.097	13.468	11.211	5.547	0.000	14.064	12.333	11.105
Fe <sup>2+</sup>	7.952	14.520	8.049	9.254	11.985	13.774	8.206	8.609	9.262
Mn	0.106	0.079	0.130	0.096	0.111	0.213	0.038	0.117	0.111
Mg	1.436	1.207	0.785	0.574	0.712	1.610	0.434	0.773	0.777
Ca	0.053	0.019	0.016	0.013	0.050	0.010	0.010	0.000	0.003
Na	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg#	0.07	0.08	0.04	0.27	0.04	0.10	0.02	0.04	0.04
Cr#	0.04	0.05	0.006	0.003	0.00	0.00	0.022	0.041	0.05
Fe <sup>3+</sup> #	0.89	0.28	0.95	0.91	0.87	1.14	0.95	0.94	0.94
Ti#	0.56	0.98	0.63	0.68	0.87	0.99	0.55	0.70	0.79

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Mg#: Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>). Cr#: Cr/(Cr+Al). Fe<sup>3+</sup>#: Fe<sup>3+</sup>/(Fe<sup>3+</sup>+Cr+Al).  
Ti#: Ti/(Ti+Al+Cr). Yapısal parametreler 4 oksijene göre Fe<sup>2+</sup> ve Fe<sup>3+</sup> ayrımı. Droop (1987)'a göre hesaplanmıştır.

## Ek Çizelge 7. devamı

### Amfibol

Örnek No	C13-4-8-kk	C85-3-4-kk	6-1-mk	3-mk	4-mk
Örnek Adı	Ol-BazAnd	Amf-Andezit			
SiO <sub>2</sub>	54.37	58.40	42.35	42.40	42.81
TiO <sub>2</sub>	0.87	0.16	2.06	2.25	2.34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.52	0.63	12.14	12.16	12.13
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.03	0.05	0.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	5.02	7.34	8.93	8.52	8.68
MnO	0.29	0.42	0.09	0.11	0.07
MgO	10.42	12.52	15.82	16.27	16.25
CaO	14.00	18.78	11.10	11.35	11.24
Na <sub>2</sub> O	2.96	0.35	2.47	2.50	2.61
K <sub>2</sub> O	0.91	0.00	0.43	0.40	0.45
<b>Toplam</b>	<b>98.36</b>	<b>98.75</b>	<b>95.42</b>	<b>96.01</b>	<b>96.64</b>
Si	7.565	8.188	6.285	6.249	6.269
Ti	0.091	0.017	0.230	0.249	0.258
Al (t)	1.561	0.129	2.123	2.112	2.093
Cr	0.000	0.000	0.004	0.006	0.007
Fe <sup>3+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe <sup>2+</sup>	0.584	0.861	1.108	1.050	1.063
Mn	0.034	0.050	0.011	0.014	0.009
Mg	2.161	2.617	3.500	3.575	3.548
Ca	2.087	2.821	1.765	1.792	1.763
Na	0.798	0.095	0.711	0.714	0.741
K	0.162	0.000	0.081	0.075	0.084
Al <sup>[4]</sup>	0.435	0.188	1.715	1.751	1.731
Al <sup>[6]</sup>	1.126	0.317	0.408	0.361	0.363
Mg#	0.79	0.75	0.76	0.77	0.77

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Mg#: Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>). m: kristal merkezi.  
k: kristal kenarı. kk: küçük kristal. Yapısal formüller 23 oksijene göre hesaplanmıştır.

## Ek Çizelge 7. devamı

### Plajiyoklas

Örnek No	C13-3-1-m	2-k	3-kk	C38k-1-1-kk	4-kk	5-kk	6-kk	C85-1-1-m	2-k	4-m	5-kk	6-kk	8-kk	4-5-m	6-k	9-kk	5-1-m	2-k	7-kk	8-kk
Örnek Adı	Ol-BazAnd	Mag-Ank.			Amf-Andez															
SiO <sub>2</sub>	54.06	59.54	59.45	54.98	51.63	60.31	56.75	62.25	59.76	52.52	58.79	56.80	51.47	55.87	59.28	54.75	58.93	59.42	57.77	52.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.74	25.44	25.46	28.71	30.88	25.30	27.56	22.68	25.00	29.12	25.15	26.47	30.15	27.28	25.16	28.13	25.19	25.23	26.09	59.58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.37	0.46	0.36	0.38	0.44	0.28	0.24	0.32	0.37	0.62	0.41	0.38	0.60	0.36	0.36	0.75	0.37	0.43	0.40	0.67
BaO	0.00	0.05	0.06	0.01	0.04	0.10	0.01	0.04	0.05	0.01	0.05	0.04	0.04	0.02	0.07	0.04	0.08	0.05	0.00	0.02
SrO	0.07	0.12	0.13	0.11	0.06	0.06	0.12	0.06	0.07	0.06	0.09	0.05	0.11	0.03	0.09	0.07	0.08	0.06	0.09	0.16
CaO	11.61	7.88	7.69	11.39	14.08	7.34	10.05	6.23	7.66	12.55	7.80	9.57	13.94	10.40	7.86	11.66	8.14	7.75	8.95	13.15
Na <sub>2</sub> O	4.48	6.49	6.50	4.83	3.24	6.75	5.53	6.53	6.46	4.01	6.31	5.49	3.37	5.17	6.20	4.53	6.39	6.46	6.23	3.81
K <sub>2</sub> O	0.42	0.89	0.87	0.28	0.21	0.82	0.36	1.00	0.89	0.20	0.87	0.57	0.15	0.50	0.83	0.28	0.81	0.84	0.43	0.17
<b>Toplam</b>	<b>99.75</b>	<b>100.87</b>	<b>101.52</b>	<b>100.69</b>	<b>100.58</b>	<b>100.96</b>	<b>100.62</b>	<b>99.11</b>	<b>100.26</b>	<b>99.09</b>	<b>99.47</b>	<b>99.37</b>	<b>99.83</b>	<b>99.63</b>	<b>99.85</b>	<b>99.81</b>	<b>99.90</b>	<b>100.24</b>	<b>99.96</b>	<b>99.64</b>
Si	9.811	10.595	10.501	9.875	9.354	10.687	10.154	11.156	10.676	9.629	10.600	10.287	9.405	10.114	10.635	9.872	10.582	10.625	10.389	9.523
Al (t)	6.147	5.335	5.508	6.077	6.593	5.284	5.811	4.790	5.264	6.292	5.344	5.650	6.493	5.820	5.319	6.022	5.331	5.317	5.529	6.374
Fe <sup>3+</sup>	0.056	0.068	0.053	0.057	0.067	0.041	0.036	0.048	0.055	0.095	0.062	0.058	0.092	0.054	0.054	0.114	0.056	0.064	0.060	0.102
Ba	0.000	0.003	0.004	0.001	0.003	0.007	0.001	0.003	0.004	0.001	0.004	0.003	0.003	0.001	0.005	0.003	0.006	0.004	0.000	0.001
Sr	0.007	0.012	0.013	0.011	0.006	0.006	0.012	0.006	0.007	0.006	0.009	0.005	0.012	0.003	0.009	0.007	0.008	0.006	0.009	0.017
Ca	2.257	1.502	1.455	2.192	2.733	1.393	1.926	1.196	1.466	2.465	1.507	1.857	2.729	2.017	1.511	2.269	1.566	1.485	1.724	2.576
Na	1.576	2.239	2.226	1.682	1.338	2.319	1.918	2.269	2.237	1.425	2.206	1.928	1.194	1.815	2.156	1.595	2.224	2.239	2.172	1.351
K	0.097	0.202	0.196	0.064	0.049	0.185	0.082	0.229	0.203	0.047	0.200	0.132	0.035	0.115	0.190	0.065	0.186	0.192	0.099	0.040
% An	57.43	38.10	37.53	55.66	69.73	35.75	49.06	32.38	37.53	62.61	38.51	47.42	68.95	51.10	39.17	57.75	39.38	37.92	43.16	64.95
% Ab	40.10	56.78	57.41	42.71	29.04	59.49	48.85	61.43	57.28	36.20	56.38	49.22	30.16	45.97	55.91	40.60	55.95	57.19	54.37	34.05
% Or	2.47	5.12	5.06	1.63	1.24	4.76	2.09	6.19	5.19	1.19	5.11	3.36	0.88	2.93	4.92	1.65	4.67	4.89	2.47	1.00

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. % An, Ab ve Or: Sırasıyla anortit, albit ve ortoklas yüzdeleri. mkt: mikrolit, m: kristal merkezi, k: kristal kenarı, kk: küçük kristal. Yapısal parametreler 32 oksijene göre hesaplanmıştır.