

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



EMİRDAĞ (AFYON) VOLKANİZMASININ MAGMATİK EVRİMİ

Selin BİLGİÇ GENÇER

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KASIM 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



EMİRDAĞ (AFYON) VOLKANİZMASININ MAGMATİK EVRİMİ

Selin BİLGİÇ GENÇER

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KASIM 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EMİRDAĞ (AFYON) VOLKANİZMASININ MAGMATİK EVRİMİ

**Selin BİLGİÇ GENÇER
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2015-823 nolu proje ile desteklenmiştir.**

KASIM 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EMİRDAĞ (AFYON) VOLKANİZMASININ MAGMATİK EVRİMİ

Selin BİLGİÇ GENÇER
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 07/11/2018 tarihinde jüri tarafından Oy birliği / Oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Sibel TATAR ERKÜL (Danışman)

Doç. Dr. Namık AYSAL

Dr. Öğr. Üyesi Volkan ÖZAKSOY

ÖZET

EMİRDAĞ (AFYON) VOLKANİZMASININ MAGMATİK EVRİMİ

Selin BİLGİÇ GENÇER

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sibel TATAR ERKÜL

Kasım 2018; 53 sayfa

Eskişehir'den Isparta'ya uzanan yaklaşık K-G doğrultulu bir hat boyunca gözlenen volkanizma, bölgesel yerleşimi ve jeokimyasal özellikleri bakımından Batı ve Orta Anadolu'daki volkanizmaya göre belirgin farklılıklar sunmaktadır. K-G doğrultulu bu çizgisellik boyunca gözlenen volkanik kayaç yüzleklerinde, Erken Miyosen'den günümüze kadar kuzeyden güneye doğru bir gençleşmenin olduğu ileri sürülmektedir. Bu volkanik birimler baskın bir şekilde alkali ve anorojenik olarak nitelenen ultrapotasik kayaçlardan meydana gelmiştir. Önceki çalışmalarda elde edilen jeokimya ve manto tomografisi verileri bu volkanizmanın Anadolu Levhası altına dalan litosferin yırtılması sonucu oluştuğunu işaret etmektedir. Bununla birlikte, Afyon'dan Emirdağ'a doğru KB-GD yönelimli bir hat boyunca yüzlek veren volkanik kayaçların bu jeodinamik konum içerisindeki yeri halen tam olarak bilinmemektedir. Bu kapsamda, Afyon, Emirdağ ve İncehisar volkanik birimlerinin petrografisi ve tüm kayaç ve Sr-Nd izotop jeokimyasına dayanan petrolojik özellikleri incelenmiş ve ön bulguları sunulmuştur.

Emirdağ ve İncehisar volkanik birimleri, Seydiler ignimbriti üzerinde yayılım sunmaktadır. Emirdağ volkanik birimi trakit ve trakidasit, İncehisar volkanik birimi ise trakit, bazaltik trakiandezit ve az miktarda trakidasit bileşimli masif lav akıntılarından meydana gelmiştir. Emirdağ trakit ve trakidasitleri kuvars, sanidin, plajiyoklaz, opasitleşmiş biyotit, ojit ve kersutitten oluşmaktadır. İncehisar trakiandezitleri, sanidin, plajiyoklaz, iddingsitleşmiş olivin, biyotit ve kersutitten, bazaltik trakiandezitleri ise sanidin, plajiyoklaz, ojit ve iddingsitleşmiş olivinden oluşmaktadır. Emirdağ trakit/trakidasitlerinin büyük çoğunluğu subalkali-kalkalkali karaktere sahip olup, iki örnek yüksek alkali ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) bileşimine sahip olması nedeni ile kalkalkali-alkali bileşime geçiş göstermektedir. İncehisar volkanik birimlerinin tamamı ise alkali bileşim sergilemektedir. Her iki volkanik birim sahip olduğu yüksek K_2O değeri ile şošonitik karakterlidir. İncehisar volkanik birimi düşük SiO_2 (50.12-55.08 wt %), yüksek Al_2O_3 (11.13-15.56 wt %), CaO (5.40-8.79 wt %), TiO_2 (1.29-1.96 wt %) ve Pb (3-285 ppm), Co (47-136 ppm) değerleri ile alkali lamprofir bileşimi sergilemektedir. Harker değişim diyagramlarında Emirdağ ve İncehisar volkanik birimleri farklılık göstermektedir. Artan SiO_2 içeriğine göre alkali ve kalk-alkali birimlerde, Fe_2O_3 , CaO , MgO , TiO_2 , P_2O_5 ve Rb, Th, U, Nb'da artış, Al_2O_3 , Zr ve V'da ise azalış görülmektedir. Na_2O İncehisar trakiandezitik kayaçlarında azalmakta, diğer birimlerde ise artmaktadır. K_2O İncehisar volkanik birimlerinde artmakta iken Emirdağ trakit ve trakiandezit örneklerinde azalmaktadır. İncehisar trakiandezitik kayaçlarında dikkat çekici biçimde Rb, Sr, Ba, Zr ve Nb elementlerinde bir dalgalanma söz konusudur. Rb/Sr değerleri Emirdağ ve İncehisar örneklerinde 0.09-0.44 arasında değişmektedir. İlksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element değişim diyagramlarında Emirdağ ve İncehisar volkanik birimleri

benzer dağılım desenleri sunmaktadır. İscehisar volkanik biriminin belirgin bir şekilde göstermiş olduğu pozitif U, negatif Nb, Pb, P ve Ti değerleri dikkat çekicidir. Kondrite göre normalize edilmiş dağılım desenlerinde ise her iki volkanik birimde de hafif nadir toprak elementlerden (LREE) ağır nadir toprak elementlere (HREE) doğru belirgin bir fraksiyonlanmanın varlığı söz konusudur. LREE'ler HREE'lere göre 100 kat daha fazla zenginleşmiştir. HREE'lerden, Ho, Er, Tm, Yb ve Lu elementleri yataya yakın dağılım deseni ile manto etkisini işaret etmektedir. Hafif negatif Eu anomalisi bu volkanik birimlerinin evriminde plajiyoklaz fraksiyonlanmasını göstermektedir. Emirdağ ve İscehisar volkanik biriminden toplam yedi adet $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop oranları elde edilmiştir. Elde edilen izotop konsantrasyonları Emirdağ ve İscehisar volkanik birimleri için sırası ile; 0.706284 – 0.706790, 0.512463 – 0.512472 ve 0.706527 – 0.707650, 0.512424 – 0.512464'dür.

Tüm bu veriler, Orta Miyosen döneminde gelişmiş kalk-alkali ve alkali volkanizmanın genişlemeye bağlı olarak önemli derecede metasomatizma izleri taşıyan litosferik mantonun yükselmesi ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Emirdağ ve İscehisar volkanizması, yükselen metasomatizmaya uğramış mantonun ergimesi ve ergiyen alt kabukla karışması ve fraksiyonel kristalleşme süreçlerine maruz kalması sonucunda meydana gelmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Afyon, alkali, kalk-alkali volkanizma, manto-kabuk etkileşimi, Sr-Nd izotopu.

JÜRİ: Doç. Dr. Sibel TATAR ERKÜL

Doç. Dr. Namık AYSAL

Dr. Öğr. Üyesi Volkan ÖZAKSOY

ABSTRACT

MAGMATIC EVOLUTION OF EMİRDAĞ (AFYON) VOLCANISM

Selin BİLGİÇ GENÇER

MSc Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sibel TATAR ERKÜL

November 2018; 53 pages

Volcanism that extends along a N-S-trending zone from Eskişehir to Afyon regions has contrasting features to those exposed in central and western Anatolia in terms of regional setting and geochemical characteristics. Volcanic exposures along the N-S lineament have been suggested to display younging from north to south. They have been dominated by alkaline and ultrapotassic rocks that were interpreted to have an anorogenic affinity. Previously published geochemical and mantle tomography data point out the generation of volcanism as a consequence of a slab tearing mechanism. Furthermore, the origin of NW-SE trending volcanic edifices is poorly known in this geodynamic context. In this study, petrography and whole-rock and Sr-Nd isotope geochemistry of Emirdağ and İscehisar volcanic units have been investigated and preliminary results have been presented.

Emirdağ and İscehisar volcanic units overlie the Seydiler ignimbrite. Emirdağ volcanic unit consists of trachyte and trachydacite massive lava flows and the İscehisar volcanic unit is characterized by trachyte, basaltic trachyandesite, and minor trachydacite massive lava flows. Emirdağ trachytes and trachydacites contain quartz, sanidine, plagioclase, biotite, augite and kaersutite. İscehisar trachyandesites consist of sanidine, plagioclase, iddingsitised olivine, biotite and kaersutite while basaltic trachyandesites were formed by sanidine, plagioclase, augite and iddingsitized olivine phenocrysts. The majority of Emirdağ trachyte and trachydacite samples have subalkaline/calc-alkaline character, but two samples display transition to alkaline field owing to their high $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ contents. All İscehisar volcanic samples alkaline character. Both volcanic units have shoshonitic character due to high K_2O content. İscehisar volcanic unit display lamprophyre characteristics defined by low SiO_2 (50.12-55.08 wt %), high Al_2O_3 (11.13-15.56 wt %), CaO (5.40-8.79 wt %), TiO_2 (1.29-1.96 wt %), Pb (3-285 ppm) and Co (47-136 ppm). Harker variation diagrams of the Emirdağ and İscehisar volcanic units show contrasting geochemical features to each other. Calc-alkaline and alkaline samples have increasing Fe_2O_3 , CaO , MgO , TiO_2 , P_2O_5 ve Rb, Th, U, Nb and decreasing Al_2O_3 , Zr, V trends against increasing SiO_2 content. Na_2O decreases in İscehisar trachyandesites while it increases in other units. Moreover, K_2O increases in İscehisar volcanic samples while it decreases in Emirdağ trachyte and trachyandesite samples. Trachyandesites of the İscehisar volcanic unit display strikingly fluctuated behaviour of Rb, Sr, Ba, Zr and Nb elements. Rb/Sr values range between 0.09 and 0.44 in the Emirdağ and İscehisar units. In primitive mantle normalized spidergrams, Emirdağ and İscehisar volcanic units have similar patterns to each other. Distinctive positive U and negative Nb, Pb, P and Ti in the İscehisar unit is noteworthy. In the chondrite-normalized spidergrams show that both units indicate a fractionation pattern from light rare earth elements (LREE) to heavy rare

earth elements (HREE). LREE are enriched hundred times than HREE. Flat-lying patterns of HREEs Ho, Er, Tm, Yb and Lu suggest the presence of mantle contribution. Slightly negative Eu anomaly also implies plagioclase fractionation during the evolution of volcanic units. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios have been measured from a total of seven samples belonging to the Emirdağ and İscehisar volcanic units. Emirdağ and İscehisar volcanic units have $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios of 0.706284 – 0.706790, 0.512463 – 0.512472 and 0.706527 – 0.707650, 0.512424 – 0.512464, respectively.

All these results suggest that the Middle Miocene calc-alkaline and alkaline volcanism could have been associated with upwelling of strongly metasomatized lithospheric mantle owing to the extensional regime. Emirdağ and İscehisar volcanism might have been generated by mixing of strongly metasomatized mantle and lower crustal rocks and the following fractionation processes.

KEYWORDS: Afyon, alkaline, calc-alkaline volcanism, mantle-crust interaction, Sr-Nd isotopes.

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Sibel TATAR ERKÜL

Assoc. Prof. Dr. Namık AYSAL

Asst. Prof. Dr. Volkan ÖZAKSOY

ÖNSÖZ

Batı ve Orta Anadolu’da eş zamanlı olarak gelişen ve üç ayrı toplulukla temsil olunan Miyosen – Kuvarterner yaşlı Alpin Magmatizması’nın oluşumu, jeodinamik ilişkileri ve magmatik evrimini açıklamak amacıyla birçok hipotez ileri sürülmüştür. Söz konusu tez çalışmasıyla bu üç temsilden biri olan “Kırka-Afyon-Isparta Volkanik Provansı” ile ilgili yapılan çalışmalara ve bu provansın açıklanmasında önemli yer tutan Afyon ve çevresinde gelişen volkanizma ile ilgili önerilen hipotezlere katkı sağlanması amaçlanmıştır.

“Emirdağ (Afyon) Volkanizmasının Magmatik Evrimi” isimli bu çalışmanın hazırlanması, projelendirilmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında fikirleri ve bilgi birikimiyle yol gösteren, genel anlamda jeolojik, daha özel anlamda ise petrografik açıdan bakış açısı kazanmamı sağlayan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Sibel TATAR ERKÜL’e,

Bu tez çalışmasına konu olan çalışma sahasını önererek bölgede gerçekleşen magmatik evrimin aydınlatılması hususunda önemli bir adım atmamıza vesile olan, saha çalışmaları öncesi ve sonrasındaki yorum ve tespitleriyle çalışmayı büyük ölçüde yönlendirip destek olan Sayın Doç. Dr. Fuat ERKÜL’e,

Tez projesinin desteklenmesi yoluyla bu çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan Akdeniz Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi’ne,

Lisans eğitiminden bu yana çalışmalarımızı birlikte yürüttüğümüz ve tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında ve sonrasında yardım eden meslektaşım Yüksek Jeoloji Mühendisi Cihan ÇOLAK’a,

Yüksek lisans eğitimimin tez döneminde hayatıma giren ve birlikte paylaştığımız hayatın zorlu döneminde desteğini her zaman yanımda hissettiren yol arkadaşım, sevgili eşim Mesut GENÇER’e,

Tüm eğitim öğretim hayatım boyunca gerek maddi gerekse de manevi desteklerini esirgemeyen, özellikle yüksek lisans eğitimim boyunca karşılaştığım bütün zorluklara benimle birlikte göğüs geren, cesaretlendiren, yaptığım çalışmaya benden daha çok inanan başta değerli annem Gülgün ACEMOĞLU ve ikizim Pelin BİLGİÇ olmak üzere attığım her adımda desteklerini yanımda hissettiğim sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	1
1.3. Bölgesel Jeoloji	1
1.4. Çalışma Yöntemleri	6
1.4.1. Ön değerlendirme çalışmaları	6
1.4.2. Arazi çalışmaları	6
1.4.3. Laboratuvar çalışmaları.....	9
1.4.4. Yorumlama ve sonuç yazım çalışmaları	10
2. KAYNAK TARAMASI	11
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	14
3.1. Stratigrafi.....	14
3.1.1. Afyon zonu temel kayalar	14
3.1.2. Geç miyosen göl/ölümlü çökelleri.....	16
3.1.3. Volkanik kayalar	16
3.2. Yapısal Jeoloji.....	22
3.2.1. Çizgisel yapılar.....	22
3.3. Mineraloji ve Petrografi	24
3.3.1. Emirdağ volkanik birimi	24
3.3.2. İscehisar volkanik birimi.....	27
3.4. Jeokimya	33

3.4.1.	Ana ve eser element jeokimyası karakteristikleri	33
3.4.2.	Sr-Nd izotop karakteristikleri.....	39
3.5.	Magma Kökeni.....	41
3.6.	Tektono-Magmatik Evrim.....	42
4.	SONUÇLAR.....	44
5.	KAYNAKLAR.....	45
6.	EKLER	51

ÖZGEÇMİŞ



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Emirdağ (Afyon) Volkanizmasının Magmatik Evrimi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

07/11/2018

Selin BİLGİÇ GENÇER

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Al ₂ O ₃	Aluminyum oksit
Ar	Argon
Ba	Baryum
CaO	Kalsiyum oksit
Ce	Seryum
Cm	Santimetre
Cs	Sezyum
Cu	Bakır
Dy	Disprosiyum
Er	Erbiyum
Eu	Evropiyum
Fe	Demir
Fe ₂ O ₃	Demir (III) oksit
g	Gram
Ga	Galyum
Gd	Gadolinyum
Hf	Hafniyum
HF	Hidroflorik asit
HCl	Hidroklorik asit
HNO ₃	Nitrik asit
Ho	Holmiyum
H ₃ PO ₄	Fosforik asit
K	Potasyum
kbar	Kilobar

km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
K ₂ O	Potasyum oksit
La	Lantanyum
LiBO ₂	Lityum metaborat
Lu	Lutesyum
m	Metre
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
MgO	Magnezyum oksit
ml	Mililitre
MnO	Manganez oksit
N	Normalite
Na ₂ O	Sodyum oksit
Nb	Neobiyum
Nd	Neodmiyum
Ni	Nikel
Mo	Molibden
P	Fosfor
Pb	Kurşun
P ₂ O ₅	Di fosfor penta oksit
Pr	Prasediyum
Rb	Rubidyum
Sc	Skandiyum
SiO ₂	Silisyum dioksit
Sm	Samaryum

Sr	Stronsiyum
Ta	Tantalyum
Tb	Terbiyum
Th	Toryum
Ti	Titanyum
TiO ₂	Titanyum dioksit
Tm	Tulyum
U	Uranyum
V	Vanadyum
W	Wolfram
Y	İtriyum
Yb	İterbiyum
Zr	Zirkonyum
Zn	Çinko
μ	Mikrometre
°	Derece
°C	Santigrat
<	Küçük
>	Büyük
=	Eşit
≠	Eşit değil
±	Artı – eksi
~	Yaklaşık
%	Yüzde
.	Ondalık ayracı

Kısaltmalar

ACME	“A Company Manufacturing Everything” isimli şirket
AGV-1	USGS Referans Malzeme Standartı (Andezit)
B	Batı
BAVP	Batı Anadolu Volkanik Provensi
D	Doğu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
ICP	İndüktif Kuplajlı (Eşleşmiş) Plazma
HFSE	High Field Strength Elements (Duraylılık Etki Alanı Yüksek)
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
KAIVP	Kırka-Afyon-Isparta Volkanik Provensi
My	Milyon yıl
MTA	Maden Tetkik Arama
NBS	National Bureau of Standards
OAVP	Orta Anadolu Volkanik Provensi
PFA	Perfloro Alkoksi
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. a) Batı Anadolu’da yüzeyleyen potasik-ultrapotasik volkanik kayaçların harita görünümü (Akal vd. 2012); b) Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimleri ve ana yapısal unsurları gösteren basitleştirilmiş jeoloji haritası (MTA, 2002’den değiştirilerek).....	2
Şekil 1.2. Senozoyik dönemde gelişen volkanik provensler (Ersoy vd. 2012).....	4
Şekil 1.3. Afyon ve civarının genelleştirilmiş 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası (MTA 2002, Ankara, Konya, İzmir ve Denizli paftaları ve Çolak, 2016’dan değiştirilerek). Bölgede yayılım gösteren (K-G) volkaniklerden önceki çalışmalara ait radyometrik yaşlar (My): (1) Besang vd. 1977, (2) Sunder 1982, (3) Lefevre vd. 1983, (4) Prelevic vd. 2012, (5) Helvacı ve Alonso 2000, (6) Gündoğan vd. 2012, (7) Yalçın 1989, (8) Platevoet vd. 2008.....	5
Şekil 1.4. Emirdağ ve çevresi volkanik birimlerine ait örnekleme haritası (Harita, Metin vd. (1987)’den değiştirilmiştir)	7
Şekil 1.5. İscehisar ve çevresi volkanik birimlerine ait örnekleme haritası (Harita, Metin vd. (1987)’den değiştirilmiştir)	8
Şekil 3.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti	15
Şekil 3.2. Emirdağ ve İscehisar civarının genelleştirilmiş 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (Metin vd. (1987)’den değiştirilmiştir)	16
Şekil 3.3. Emirdağ trakit/trakidasitleri’nin Seydiler piroklastik birimiyle ilişkisi.....	19
Şekil 3.4. Emirdağ trakit/trakidasitleri’nin makroskobik görünümü	19
Şekil 3.5. Emirdağ trakit/trakidasitleri’nin genel görünümü	19
Şekil 3.6. a) İscehisar bazaltik trakiandeziti’nin mostra görünümü; b) İscehisar bazaltik trakiandezitinde eksfoliasyon yapısı.....	20
Şekil 3.7. İscehisar trakiti’nin mostradaki tipik görünümü	21
Şekil 3.8. İscehisar trakidasiti’nin genel görünümü.....	21
Şekil 3.9. Emirdağ – İscehisar bölgesi SRTM -90 m verilerinden elde edilen morfolojik yükseltiliklere bağlı çizgisellikler ile gül diyagramındaki doğrultusu.....	23
Şekil 3.10. Emirdağ trakit/trakidasit birimlerindeki kuvars mineralleri içerisindeki hamur kapanımları.	24
Şekil 3.11. a); b); c); d); e); Emirdağ trakit/trakidasit birimi içerisindeki plajiyoklaz minerallerinde gelişen magma karışım dokuları	25

Şekil 3.12. Emirdağ trakit/trakidasit birimindeki biyotit mineralleri içerisinde gelişen plajiyoklaz ve hamur kapanımlarına ait görünüm, a) tek nikol; b) çift nikol.	26
Şekil 3.13. Emirdağ trakit/trakidasit birimindeki kersütit minerallerinde gelişmiş körfez yapılarının görünümü, a); c) tek nikol, b); d) çift nikol.	26
Şekil 3.14. İscehisar bazaltik trakiandezit’lerinde gelişen mikrolitik akış dokusuna ait görünüm	27
Şekil 3.15. İscehisar bazaltik trakiandezit biriminde gelişen a) özşekilli-yarıözşekilli olivin minerallerinde karbonatlaşma, iddingsitleşme ve opasitleşme türü bozunmalar; b); d) hamur kapanımları içeren iddingsitleşmiş olivinler; c) kemirilmiş olivin kristali	28
Şekil 3.16. İscehisar bazaltik trakiandezitlerinde gelişen a) kemirilmiş piroksen minerali kristal; b) polisentetik ikizlenme gösteren piroksen kristalleri.....	28
Şekil 3.17. İscehisar bazaltik trakiandezitler içerisindeki çubuksu klinopiroksen yığılımları	29
Şekil 3.18. a); b) İscehisar trakitindeki trakitik doku ve genel dokunun görünümü.....	30
Şekil 3.19. İscehisar trakitinde gelişen ışınsal mikrolit büyümeleri	30
Şekil 3.20. İscehisar trakit biriminde gelişen olivin mineralleri etrafında ve içerisinde gelişen iddingsitleşme türü bozunmanın; a; c) tek nikoldeki görünümü b); d) çift nikoldeki görünümü	31
Şekil 3.21. İscehisar trakti içerisinde gelişen biyotit minerali; a) tek nikoldeki görünümü; b) çift nikoldeki görünümü	31
Şekil 3.22. İscehisar trakitinde gelişen kersütit minerallerinin; a) tek nikoldeki görünümü; b) çift nikoldeki görünümü	32
Şekil 3.23. Ojit minerallerinin ve iç kısımlardaki hamur kapanımlarının; a) tek nikoldeki görünümü; b) çift nikoldeki görünümü	32
Şekil 3.24. Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerin Le Bas vd (1986) diyagramındaki dağılımları	33
Şekil 3.25. Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerin K_2O-SiO_2 (Peccerillo ve Taylor 1976) diyagramındaki dağılımları.....	34
Şekil 3.26. Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 ve P_2O_5 içeriklerinin SiO_2 içeriğine karşı değişimini gösteren Harker (1909) diyagramlarındaki dağılımı	36

Şekil 3.27. Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerin Rb, Sr, Ba, Y, Zr, V, Th, U, Nb içeriklerinin SiO ₂ içeriğine karşı değişimini gösteren Harker (1909) diyagramlarındaki dağılımı	37
Şekil 3.28. Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin Sun ve McDonough (1989)'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları	38
Şekil 3.29. Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin Boynton (1984)'e göre normalize edilmiş örümcek diyagramları.....	38
Şekil 3.30. Batı-Orta Anadolu'da yüzlek veren volkanik kayalar ile Emirdağ, İscehisar volkanik kayaların Sr-Nd izotop değerleri.....	39
Şekil 3.31. ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr ve ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd izotop bileşimlerine karşı SiO ₂ içeriklerini gösterir diyagram.....	40
Şekil 3.32. Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin La/Yb-La ve ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr-Rb/Sr değişimleri (Dumlupınar verileri Çolak (2016)'dan alınmıştır) ..	41
Şekil 3.33. Emirdağ ve İscehisar volkaniklerinin Yb/Rb-La/Rb ve Th/Yb-Ta/Yb değişimleri.....	42
Şekil 3.34. Ege bölgesinde Ege litosferik dilimindeki geriye hareketin ve beraberinde oluşan magmatizmayı gösteren şematik kesit (Jolivet vd. 2013).....	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerin tüm kayaç ana, eser ve nadir toprak element analiz değerleri	35
Çizelge 3.2. Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin Sr-Nd izotop değerleri.....	39



1. GİRİŞ

Bu çalışma yüksek lisans tezi kapsamında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda (Mineraloji-Petrografi) hazırlanmış olup tez kapsamında yapılan çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1.1. Çalışma Alanın Coğrafik Konumu

Çalışma Alanı, 1475 km²'lik alanda yayılım gösteren volkanik birimlerin 1/25.000 ölçekli K25a2, a3; K25b1, b2, b3, b4; K26a1, a2, a3, a4; K26b1, b4 paftalarını kapsayan alanı oluşturmaktadır.

Çalışma alanı Afyon İlinin 50 km kuzeydoğusunda yer alan Emirdağ ve Bolvadin ilçeleri arasında kalan volkanikler ile 20 km kuzeydoğusunda bulunan İscehisar ve Seydiler ilçelerinin sınırları içerisindedir (Şekil 1.1). Çalışma alanı bölgede yüzlek veren kayaç birimlerinin bileşimlerine bağlı olarak morfolojik farklılıklar göstermektedir. Çalışma alanında bulunan bölgelerdeki başlıca yükseltiler Emirdağ bölgesinde; Boğalı Tepe (1426 m), Emirdede Tepe (2064 m), Gölcük Tepe (1864 m), Yellibel Tepe (2069 m), Kuzpınar Tepe (1743 m), Karabörk Tepe (1813 m), Değirmenkaya Tepe (1497 m), Fatihkaya Tepe (1261 m), Seki Tepe (1466 m), Melemdağlınıkıran Tepe (1572 m) Tömsükkalesi Tepe (1649 m), İscehisar bölgesinde; Ağın Dağı (1807 m), Taşlı Tepe (1738 m), Kızlarsivrisi Tepe (1394 m), Ayva Tepe (1561 m), Topyeri Tepe (1394 m), Ataalanı Tepe (1201 m), Büyükyokuş Tepe (1176 m), Belen Tepe (1084 m), Büyüktokat (1148 m)'dir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma ile Afyon'un Emirdağ ve çevresinde yüzlek veren ve KG uzanımlı Kırka – Afyon – Isparta Volkanik Provensi'nin doğusunda kalan felsik volkanizmanın jeolojik, mineralojik-petrografik, jeokimyasal ve petrojenetik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Ancak arazi çalışmaları sırasında Emirdağ batısında bulunan İscehisar ve civarında yüzlek veren volkanik kayaçlarda çalışmaya dâhil edilerek Miyosen boyunca meydana gelen patlamalı volkanizmayı meydana getiren magma odası evriminin aydınlatılmasına ışık tutulmaya çalışılmıştır.

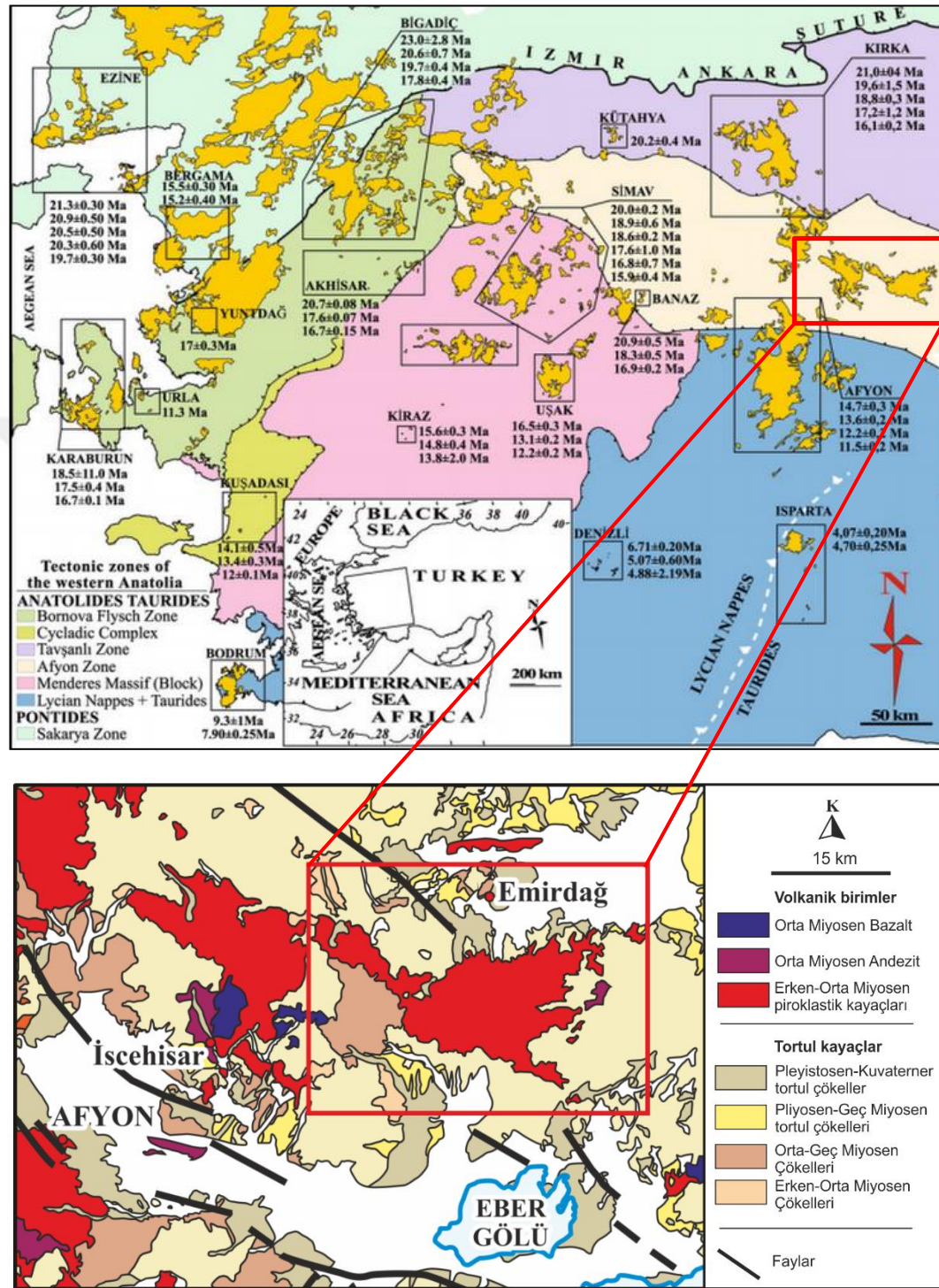
Söz konusu çalışma ile lokal anlamda K-G yönlü volkanik kuşak ile çalışma bölgesinde bulunan volkanik birimlerin ilişkisi, geniş anlamda ise Türkiye'de Miyosen dönemi volkanizmasının aydınlatılmasına çalışılmıştır.

1.3. Bölgesel Jeoloji

İscehisar çevresi ile Emirdağ ve Bolvadin arasını kapsayan çalışma alanı çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda Bolkardağ Birliği (Özgül 1971), Anatolid-Torid Platformu (Şengör ve Yılmaz 1981), Afyon Zonu (Okay ve Tüysüz 1999) olarak tanımlanmıştır.

Türkiye'deki Tetis evrimi Paleotetis ve Neotetis olmak üzere iki ana safhaya ayrılabilir. Kuzeyde bulunan Pontidler İzmir-Ankara Süturu ile güneyde bulunan Anatolid-Torid Platformundan ayrılmıştır (Şengör ve Yılmaz 1981; Okay vd. 1996).

Anatolide-Torid Platformu ana Alpin Tektonik Birlik'lerinden birisi olup Neotetisin kolları tarafından kuzey ve güneyde sınırlandırılmıştır (Şengör ve Yılmaz 1981).

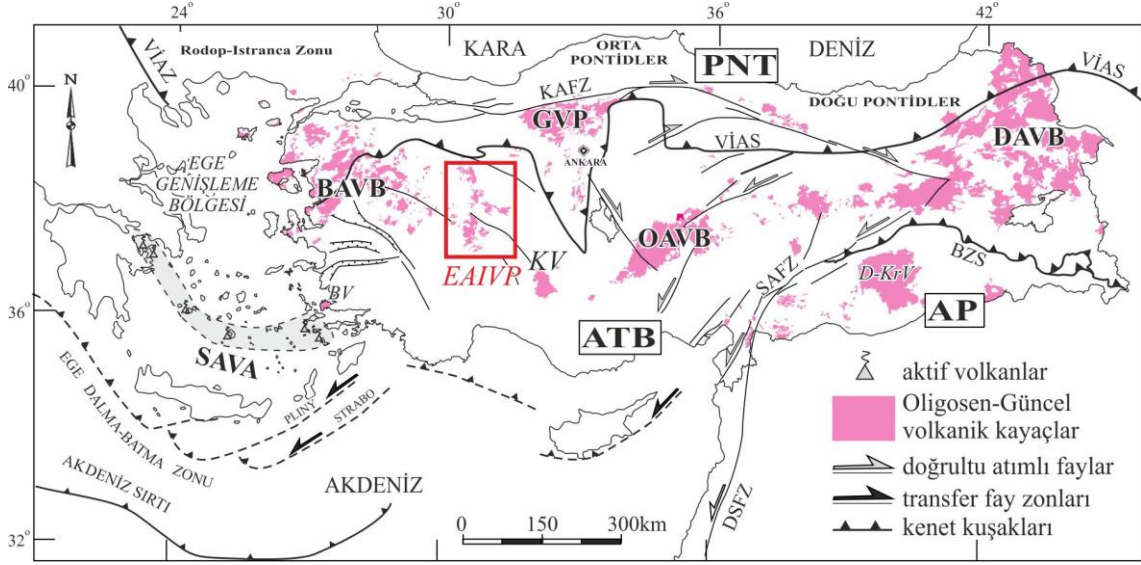


Şekil 1.1. a) Batı Anadolu'da yüzeylenen potasik-ultrapotasik volkanik kayaçların harita görünümü (Akal vd. 2012); **b)** Emirdağ ve İncehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimleri ve ana yapısal unsurları gösteren basitleştirilmiş jeoloji haritası (MTA, 2002'den değiştirilerek)

Anatolid-Torid Bloğu'nun kuzey kenarı Alpin orojenezi sırasında deforme olmuş ve bölgesel olarak metamorfizmaya uğrayarak metamorfizmanın yaşı ve türüne göre birkaç tektonik bölgeye ayrılmıştır. Ana metamorfik birimler Likya Napları, Menderes Masifi, Afyon Zonu ve Tavşanlı Zonu'dur (Okay 1984, Okay vd. 1996). Afyon Zonu, Anatolid'lerin ana tektonik zonlarından biridir. Bu zon için adlandırma ve sınırlar konusunda tartışmalar devam etsede en genel anlamda Anatolid-Torid Bloğu'nun kuzey pasif kıta kenarındaki platform çökellerinden oluştuğu kabul görmektedir. Afyon Zonu, batıda bölgesinde Menderes Masifi'nden doğuda Bolcardağ'a uzanan, tabanda 1500 m'den fazla kalınlık sunan metasilt, metakumtaşı ve nadir olarakta rekristalize kireçtaşı tabakalarından oluşan, Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı istifdir (Okay 1984). Önceki çalışmalar litostratigrafiyi Afyon Zonu orta kesiminde Karbonifer-Permien yaşlı taban şistlerini uyumsuz olarak yerleşen Mesozoyik taban konglomerası ve bunu takiben Anisiyen-Erken Mestiridyen yaş aralığındaki neritik platform çökelleri şeklinde belirlemiştir (Özcan vd. 1988; Göncüoğlu vd. 1992; Tolluoğlu vd. 1997). Yapılan çalışmalar Afyon Zonu stratigrafisinin Tavşanlı Zonu ve Likya Naplarının Mesozoyik-Erken Tersiyer serisi ile Menderes Masifi'ne benzer olduğunu ileri sürmüştür (Okay vd 1996). Anadolu'nun tektonik evrimi dört farklı model altında tartışılmıştır (Gürsoy vd 2003): **(1) Tektonik kaçış modeli** McKenzie (1972) tarafından önerilmiş ve sonrasında çeşitli araştırmacılar tarafından model geliştirilmiştir. Batı Anadolu'da gelişen horst graben sistemleri bu model ile açıklanmaktadır; **(2) Yay ardı genişleme (yayılma) modeli**; Helen yayının güney-güneybatı yönündeki hareketinin Ege genişleme tektoniğinin etkisi olduğunu önermektedir; **(3) Orojenik çöküş modeli** (Dewey 1988, Seyitoğlu ve Scott 1996); neotektonik rejimin kıtasal kabuğun yanal yayılmasının bir sonucu olduğunu önermektedir. Bu model Batı Anadolu'da horst-graben oluşumunun Paleosen çarpışması boyunca İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunu takiben meydana geldiğini ve graben oluşumunun Oligosen – Erken Miyosen'den buyana sürekli olduğunu öngörmektedir; **(4) İki aşamalı graben modeli**; yay ardı genişleme, orojenik çökme, tektonik kaçış ve geriye doğru hareket (roll-back) süreçlerinin ardarda veya birlikte çalışarak horst-grabeni oluşturduğunu varsaymaktadır.

Çalışma bölgesi KB-GD trendinde sahip Afyon Zonu'nun ortasında yer alan Afyon'un 20 km kuzeydoğusunda bulunan İncehisar ve 50 km kuzeydoğusunda bulunan Emirdağ bölgelerini kapsamaktadır. Bu zonun stratigrafik istifi birbirini takip eden ve uyumsuzluk gözlenen iki ayrı gruba ayrılabilir: **(1)** Alta mafik ve felsik meta-magmatik kayalarla birlikte amfibolit fasiyesi, **(2)** kıtasal kabuk ortamında çökelmiş düşük dereceli metasedimanlar şeklinde istiflenir (Candan vd 2005).

Üst Kretase'de başlayıp Senozoyik dönemde aktif olarak işleyen ve günümüze devam eden magmatik aktivite farklı yaş, tektonik ve jeokimyasal evrime sahip volkanik provenslerin oluşmasına neden olmuştur. Batı-Orta Anadolu'da gelişen Miyosen – Kuvaterner yaşlı Alpin Magmatizması ayrı yaş ve istifler sunan üç ayrı volkanik provense ayrılır (Şekil 1.2). Bu provensler batıdan doğuya doğru sırasıyla: **(1)** Batı Anadolu Volkanik Provensi (BAVP), **(2)** KG uzanımlı Kırka – Afyon – Isparta Volkanik Provensi (KAIVP), **(3)** Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVP)'dir.

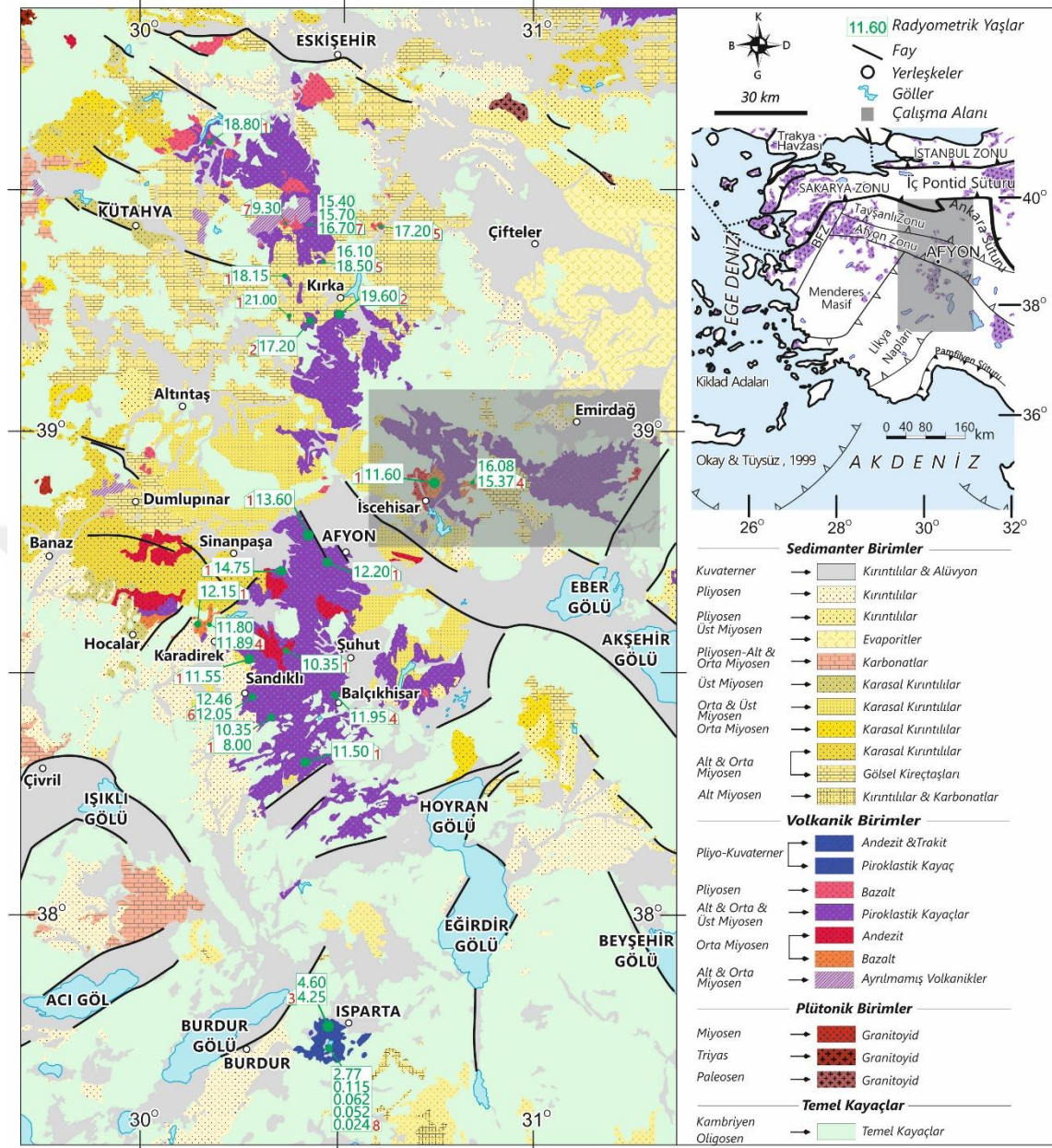


Şekil 1.2. Senozoyik dönemde gelişen volkanik provensler (Ersoy vd. 2012)

Batı Anadolu Volkanik Provensi (BAVP), Ege magmatizmasının doğusunu temsil etmekte ve kuzeyde Eosen ile başlayıp güneye doğru gençleşmektedir. Yılmaz (1989) tarafından BAVP'nin güney kısmının çarpışma sonrası volkanizmayı temsil ettiği kabul edilmektedir. Batı ve Orta Anadolu, Geç Oligosen – Erken Miyosen'de genişleme rejimi, Erken – Orta Miyosen'de metamorfik çekirdek oluşumu ve kalk-alkali magmatizma, Geç Miyosen ve sonrasında host-graben sistemleri ve alkali magmatizma ile temsil edilmektedir. Batı ve Orta Anadolu'da geniş alanlar boyunca yüzlek veren volkanizmadan elde edilen yaşlar şu şekilde sıralanabilir:

Afyon bölgesinde 8.50 My-18.15 My (Besang vd. 1977); Balçıkhisar 11.95 My (Prelevic vd. 2012); Isparta 0.024-4.60 My (LeFevre vd. 1983; Platevoet vd. 2008); İscehisar 11.60 My (Besang vd. 1977), İscehisar (Köroğlu) 16,08 My, 15.37 My (Prelevic vd. 2012); Karadirek 11.80 My-12.15 My (Prelevic vd. 2012; Besang vd. 1977); Kırka 9.30 My-19.60 My (Yalçın, 1989; Sunder, 1982; Helvacı ve Alanso 2000) (Şekil 1.3).

Kalk-alkali volkanizmanın gelişmesinde bölgesel tektonik rejime ilişkin iki farklı görüş bulunmaktadır. Kalk-alkali magmatizma ya sıkışma tektoniğinin (Yılmaz 1989, Savaşçın ve Güleç 1990, Savaşçın 1990) yada Erken Miyosen'de başlayan genişleme tektoniğinin (Kaya 1981, Kissel vd. 1986; Seyitoğlu ve Scott 1992) bir ürünü olarak gelişmiştir. 3-4 My. aralıktan sonra BAVP'nin ikinci evresinde magmatizma şošonitik ve alkali karakterde başlamış ve aynı zamanda daha genç graben sistemleriyle ilişkilendirilmiştir. BAVP'nin üçüncü evresinde (Pliyosen-Kuvaterner), alkali volkanizma karakter olarak hiper-alkaliye dönüşmüştür (Savaşçın ve Oyman 1998). BAVP'nin doğusunda bulunan KAIVP ise aynı zaman aralığında (21-4 My) hiçbir kalk-alkali etki olmaksızın tamamen potasik-alkali karakterde gelişmiştir (Savaşçın vd. 1994).



Şekil 1.3. Afyon ve civarının genelleştirilmiş 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası (MTA 2002, Ankara, Konya, İzmir ve Denizli paftaları ve Çolak, 2016'dan değiştirilerek). Bölgede yayılım gösteren (K-G) volkaniklerden önceki çalışmalara ait radyometrik yaşlar (My): (1) Besang vd. 1977, (2) Sunder 1982, (3) Lefevre vd. 1983, (4) Prelevic vd. 2012, (5) Helvacı ve Alonso 2000, (6) Gündoğan vd. 2012, (7) Yalçın 1989, (8) Platevoet vd. 2008

Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVP) ve Batı Anadolu Volkanik Provensi (BAVP), Kırka-Afyon-Isparta Volkanik Provensi (KAIVP)'nden farklı olarak kalk-alkali volkanizma ile başlar ve alkali ve şošonitik karakterde devam etmektedir (Savaşçın ve Oyman 1998).

Batı Anadolu Volkanik Provansı (BAVP)'nin doğusunda yer alan Kırka-Afyon-Isparta Volkanik Provansı (KAIVP) kuzeyde Eskişehir'den başlayıp güneyde Isparta'ya kadar uzanır. Yaklaşık 250 km uzunluğunda ve K-G gidişli olup Erken Miyosen-Pliyosen aralığında gelişmiştir (Keller ve Villari 197; Besang vd 1977; Sunder 1980; Keller 1983; Lefevre vd. 1983; Yağmurlu vd. 1997; Aydar vd. 1998; Alıcı vd. 1998; Floyd vd. 1998; Savaşçın ve Oyman 1998; Francalanci vd. 2000; Helvacı ve Alanso 2000; Akal 2003; Çoban ve Flower 2006; Kumral vd. 2006; Akal 2008; Platevoet vd. 2008; Dilek ve Altunkaynak 2009; Elitok vd. 2010; Prelevic vd. 2010, 2012, 2015).

Kırka-Afyon-Isparta Volkanik Provansı (KAIVP) boyunca yüzlek veren volkanik kayaçların Batı Anadolu Volkanik Provansı (BAVP) Miyosen kayaçlarına göre daha alkali (K bakımından zengin) bileşime sahip oldukları görülmüştür. KAIVP jeodinamik açıdan Kıbrıs ve Helen yitim zonlarının kesişim bölgesi üzerinde bölgesel yakınsama doğrultusuna paralel olarak gelişmiştir (Yağmurlu vd. 1997, Savaşçın ve Oyman 1998, Dilek ve Altunkaynak 2009). Bu nedenle birçok çalışmada magmatik aktivite, bu iki yiten levhanın arasında kalan boşluktan yükselen astenosferik ısı kaynağı ile ilişkilendirilmektedir (Yağmurlu vd. 1997, Savaşçın ve Oyman 1998, Dilek ve Altunkaynak 2009).

1.4. Çalışma Yöntemleri

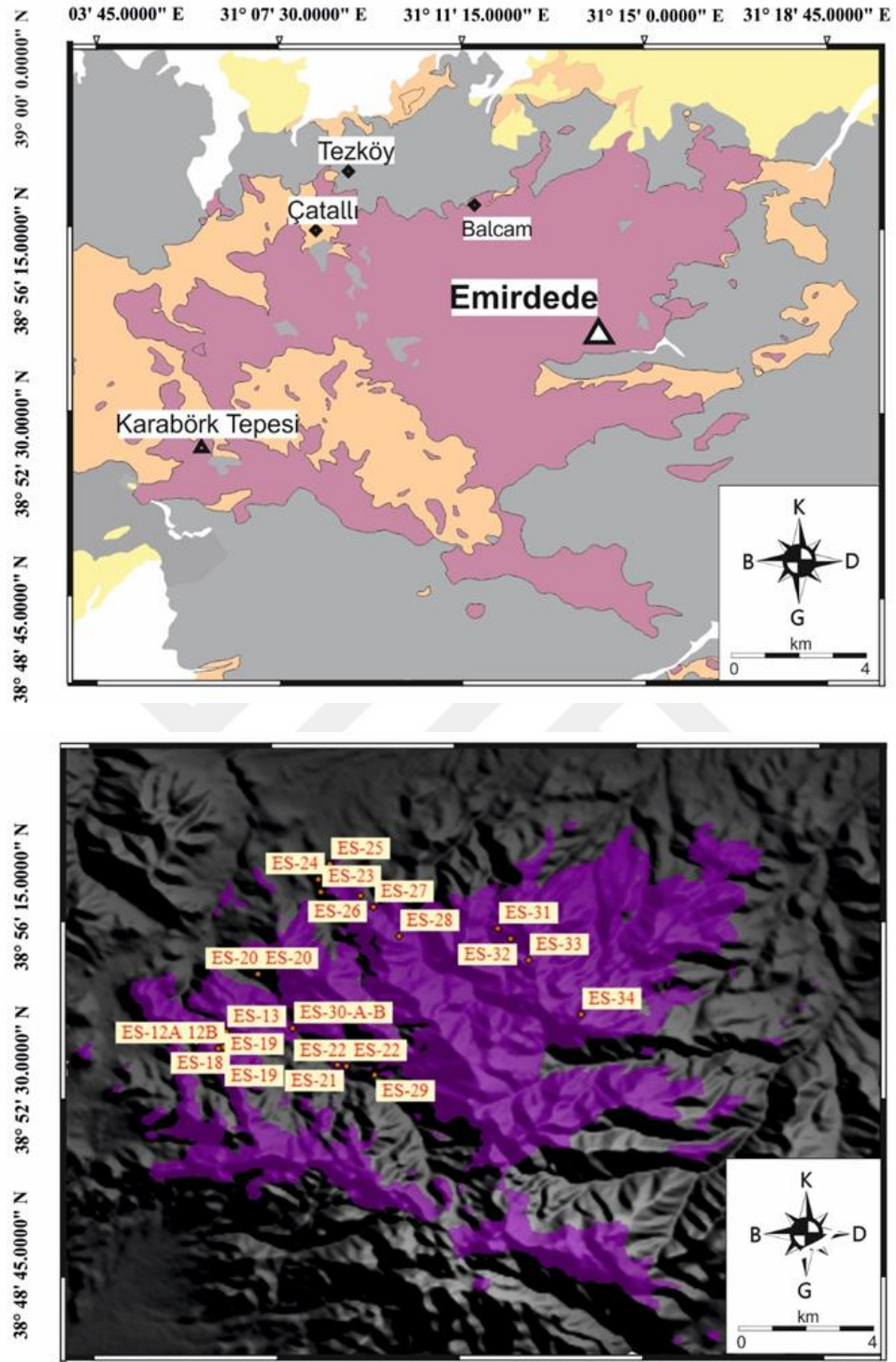
Yüksek lisans tezi kapsamında, Afyon ili doğusunda yüzlek veren Emirdağ ve İscehisar civarındaki volkanik birimlerin, jeolojik, mineralojik-petrografik, jeokimyasal ve izotopik amaçlı çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar “ön değerlendirme çalışmaları, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları, yorumlama ve sonuç rapor yazım sonuçları” olmak üzere dört bölüme ayrılmakta ve aşağıda detayları sunulmaktadır:

1.4.1. Ön değerlendirme çalışmaları

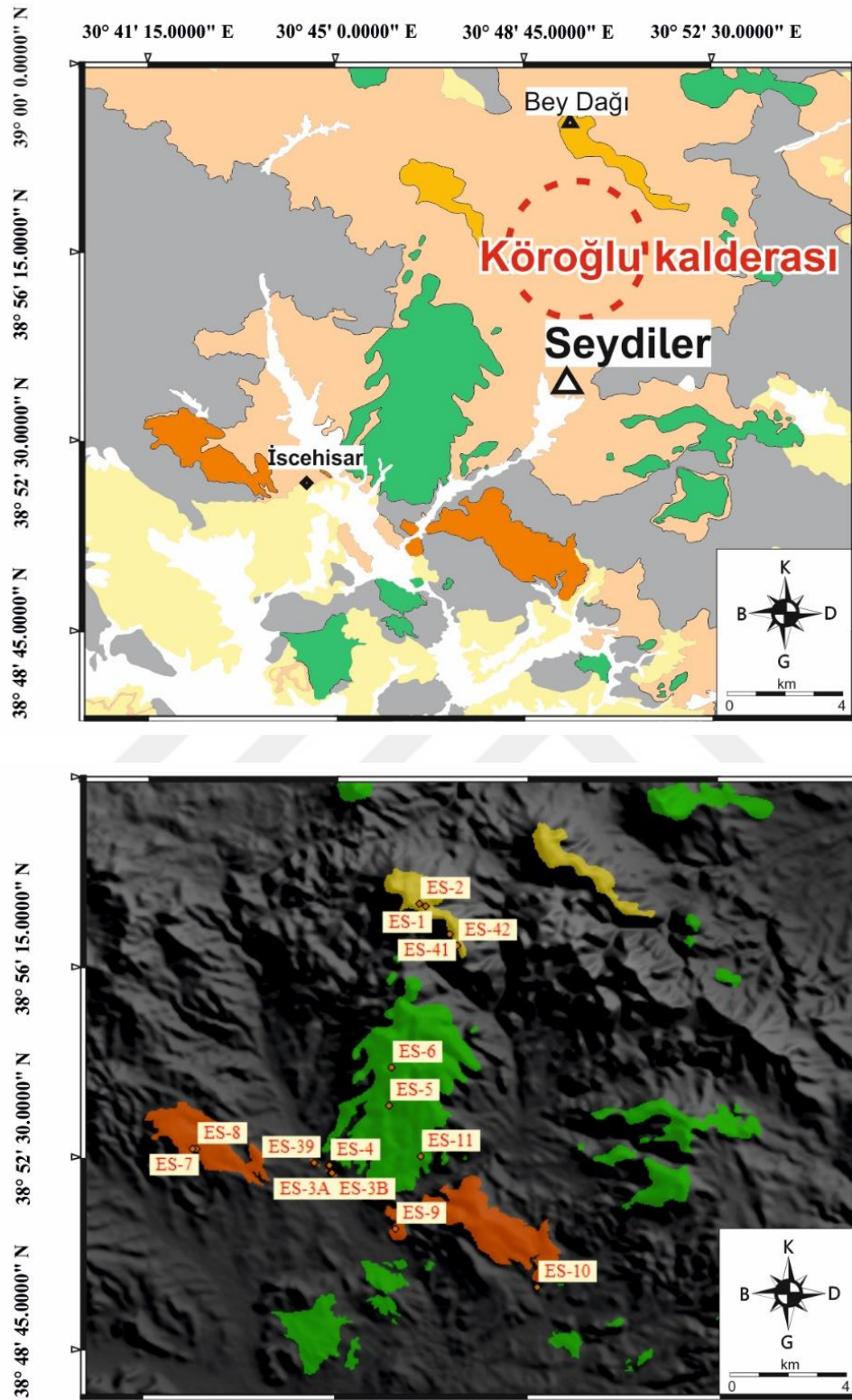
Arazi çalışmaları öncesinde, Metin vd. (1987) tarafından yapılan jeolojik haritalar ve çeşitli araştırmacıların çalışmaları detaylı bir şekilde incelenmiş, haritalar “MapInfo Pro” ve “Global Mapper” programları kullanılarak birleştirilmiş ve yeniden çizilmiştir.

1.4.2. Arazi çalışmaları

Saha çalışmaları Kasım 2015 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahası 1475 km²'lik bir alanda yayılım gösteren K25, K26 nolu 1/25.000 ölçekli paftaları kapsamaktadır (Şekil 1.4). Çalışma alanının tamamı incelenerek ana yapısal hatlar, bölgedeki volkanik kayaçların dağılımları, diğer birimlerle olan ilişkileri incelenmiştir. Geniş alanlarda yüzlek veren volkanik kayaçların kökenlerinin ve oluştukları ortamların ortaya konulması için petrografik tanımlama ve jeokimyasal adlandırma amaçlı temiz, taze, herhangi bir alterasyona uğramamış her bir volkanik fasiyesi karakterize edecek şekilde örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Yapılan arazi çalışması sırasında volkanik kayaçların göstermiş olduğu dokusal, bileşimsel ve mineralojik özellikler gözönünde tutularak iki farklı sahada çalışılmış ve her birimi temsil edecek şekilde örnekler alınmıştır (Şekil 1.4, 1.5).



Şekil 1.4. Emirdağ ve çevresi volkanik birimlerine ait örnekleme haritası (Harita, Metin vd. (1987)'den değiştirilmiştir)



Şekil 1.5. Işcehisar ve çevresi volkanik birimlerine ait örnekleme haritası (Harita, Metin vd. (1987)'den değiştirilmiştir)

1.4.3. Laboratuvar çalışmaları

Emirdağ ve İncehisar volkanik birimlerinden alınan ve her bir volkanik birimi temsil eden, örneklerin kesilmesi, kırılması ve öğütülmesi çalışmaları Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'ndaki makine – teçhizatlar kullanılarak yapılmıştır. Ön hazırlığı tamamlanan örneklerden 45 adeti Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnce Kesit Laboratuvarları'nda petrografik amaçlı incelenmek üzere ince kesit yaptırılmıştır. Hazırlanan ince kesitlerin mineralojik-petrografik (modal bileşim, doku, adlandırma) incelemeleri ayrıntılı olarak Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi Laboratuvarı'nda bulunan Nikon-pol ve Olympus marka alttan aydınlatmalı binoküler/trinoküler polarizan mikroskoplarda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sırasında, Emirdağ ve İncehisar volkanitlerine ait kayaç örneklerinin mineralojik bileşimleri ve dokusal özellikleri incelenmiş ve arazi düzeyinde ayırtılan her bir fasiyese ait kayaçların mikroskobik ölçekte de ayrımı yapılmış ve tanımlanarak fotoğrafları çekilmiştir.

Petrografik incelemelerden sonra temiz ve her bir fasiyesi temsil eden örnekler, Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Mineraloji-Petrografi laboratuvarında çeneli kırıcılar yardımı ile 0.4 cm'den daha küçük boyuta getirilmiştir. Kırılan ve istenilen boyuta getirilen bu örnekler daha sonra tungsten karbit havanda titreşimli değirmen ile 200 mesh elek altına geçebilecek boyuta getirilinceye kadar öğütülmüştür. Arazi ve petrografik incelemeler sonucunda, 30 adet örnekten tüm kayaç ana ve eser element analizleri ACME, Vancouver-Kanada'da yaptırılmıştır. Ana ve eser element analizleri sırasında, iki yüz miligram kayaç pudrası 1.5 g LiBO₂ kaynaştırıcı ile grafit kaplarda karıştırılmıştır. Daha sonra karışım 1050°C de 15 dakika fırında ısıtılmıştır. Ergiyen örnekler %5'lik HNO₃ asitte çözülmüştür. Uluslararası standartlar ve boş kap ölçümleri düzeltme hesaplamalarında kullanılmıştır. Ana ve bazı eser elementler için (Ba, Nb, Ni, Sr, Sc, Y ve Zr) çözeltiler ICP emisyon spektrometresine yüklenmiş ve ölçülmüştür (Jarrel Ash AtomComb 975). Nadir toprak elementlerin ölçümü için solüsyonlar ICP kütle spektrometrisine yüklenmiş ve ölçülmüştür (Perkin - Elmer Elan 6000). Ana elementler için hassasiyet %2'den daha az, eser elementler için ise %10'dan daha iyidir.

7 adet örnek için Stronsiyum ve Neodmiyum izotop jeokimyası deneyleri Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Stronsiyum ve Neodmiyum izotop jeokimyası deneyleri, ODTÜ Merkez Laboratuvarı (Ar-Ge Eğitim ve Ölçme Merkezi, Radyojenik İzotop Laboratuvarı)'nda Köksal ve Göncüoğlu (2008)'de detayları ve koşulları verilen metodlardan uyarlanmış olan TLM-ARG-RİL-01 (Sr İzotop Oranı Analizi Deney Talimatı) ve TLM-ARG-RİL- 02 (Nd İzotop Oranı Analizi Deney Talimatı) talimatları uygulanarak yaptırılmıştır. Tartım, kimyasal çözme ve kromatografi işlemleri 100 temizlik standartında temiz laboratuvar koşullarında, ultra saf su ve kimyasallar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Herbir kayaç pudrası örneğinden yaklaşık 80 mg tartılarak PFA şişelere aktarılmıştır. Numuneler, 4 ml 52 % HF içinde 4 gün süreyle 160 °C'lik ısıtıcı tabla üzerinde bekletilerek tamamen çözülmüştür. Isıtıcı tabla üzerinde kurutulan örnekler önce 4 ml 6 N HCl içinde bir gün süreyle çözülmüştür. Numuneler daha sonra tekrar ısıtıcı tabla üzerinde buharlaştırılıp kurutularak 1 ml 2.5 N HCl içine alınmış ve kromatografiye hazır duruma getirilmiştir. Stronsiyum elementi, 2.5 N HCl asitle 2 ml hacimde Bio Rad AG50 W-X8, 100-200 mesh reçine kullanılarak teflon kolonlarda ayrılmıştır. Stronsiyumun toplanmasından sonra 6 N HCl ile nadir toprak

elementleri fraksiyonu toplanmıştır. Stronsiyum, tek Refilamentleri üzerine Ta-aktivatör ve 0.005 N H₃PO₄ kullanılarak yüklenmiş ve statik modda ölçülmüştür. ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr verileri ⁸⁶Sr/⁸⁸Sr = 0.1194'e normalize edilmiştir. Ölçümler ırasında Sr NBS 987 standartı 0.710251±10 (n=2) olarak ölçülmüştür. Neodmiyum elementi, diğer nadir toprak elementlerinden 0.22 N HCl asit kullanılarak, teflon kolonlarda, 2 ml hacimde HDEHP (bis-ethyexyl fosfat) kaplı biobeads Bio Radreçineden geçirilerek ayrılmıştır. Ayrılan Neodmiyum, 0.005 N H₃PO₄ ile birlikte Refilamente yüklenmiş, çift filament tekniği kullanılarak statik modda ölçülmüştür. Analizler sırasında, ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd verileri ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0.7219 ile normalize edilmiş, Nd LaJolla standartı ise 0.511851±10 (n=2) olarak ölçülmüştür. Stronsiyum ve Nd izotop oranı ölçüm sonuçları üzerinde herhangi bir bias düzeltmesi yapılmamıştır. Ölçümler, Triton Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (Thermo-Fisher) kullanılarak çoklu toplama ile yapılmıştır. Analitik belirsizlikler 2 sigma düzeyindedir.

1.4.4. Yorumlama ve sonuç yazım çalışmaları

Büro çalışmaları, literatür araştırmasıyla elde edilen önceki çalışmalar ile arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi süreçlerinden oluşmaktadır. Metin vd. (1987) tarafından yapılan jeolojik haritalar “MapInfo Pro, Global Mapper 15 ve QGis” programları kullanılarak birleştirilmiş ve arazi çalışması sonrası revize edilerek saha ilişkilerinin tanımlanabilmesi amaçlanmıştır. Ana, eser ve izotop jeokimyasından elde edilen sonuçlar “Petrograph 1.0.5 ve GCD Toolkit” ile çizdirilmiş ve “Corel Draw Graphics Suite X7” programı ile düzenlenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Çalışma alanı ile ilgili bugüne kadar yapılan çalışmalar kronolojik sıra ile verilmiştir: Romieux (1942), Paşadağları ve Emir Dağları çevresinde yaptıkları çalışmada, Emir Dağları'nı volkanik materyaller içeren az kıvrımlı mermer ve kristalize kireçtaşlarından meydana geldiğini ve bunların diyoritler tarafından kesildiğini belirtmiştir. Paşadağlarında görülen kristalen şistlerin, üzerinde yer alan mermerlere göre daha yaşlı ve ikisinin Paleozoyik yaşında olabileceğini vurgulamıştır. Metin vd. (1987), Bolvadin ve Yunak çevrelerinde yaptıkları çalışmada Afyon K26 ve Ilgın K27 paftalarını haritalamışlardır. Paleozoyik yaşlı olarak kabul edilen Afyon metamorfitlerinin genel olarak albit – klorit – muskovit- biotit – kuvars şistlerden oluştuklarını belirtmişlerdir. Mesozoyik yaşlı Emirdağ Grubu Karaçaltepe Kireçtaşı Formasyonu, Yörükkaracaören Formasyonu ve Koraşi Formasyonu olmak üzere üç formasyonda incelemişlerdir. Tersiyer yaşlı Yeniköy Formasyonu kendinden yaşlı birimlerle uyumsuz olup Gebeciler Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlendiği ifade edilmiştir. Çalışmacılar incelenen bölgede volkanik faaliyetlerin Üst Miyosen'de başlayarak tüm Pliyosen boyunca devam ettiğini belirtmişlerdir. Volkanizma ürünlerini Seydiler Tüf ve Aglomerası, Adatepe Andeziti, Karakaya Bazaltı olarak üçe ayırmışlardır. Keller ve Villari (1972), yaptıkları çalışmada Afyon ve çevresinde bulunan ignimbiritik kayaçların jeokimyasal ve fiziksel özelliklerini çalışmışlardır. Bu ignimbiritlerin potasik karakterde olduğunu ve fraksiyonel kristalleşme sonucu anatektik ve riolitik ignimbiritlerin kıtasal kabuğun ergimesi sonucunda oluşabileceğini belirtmişlerdir. Öngür (1973), yaptığı çalışmada bölgenin egemen kayaç grubunun tüf, tüf breşi ve lapilli olduğunu belirtmiştir. Besang vd. (1977), Afyon bölgesinde gelişen vollanizmanın çeşitli ürünlerinde K/Ar yöntemi kullanarak radyometrik yaş tayini yapmışlardır. Yaptıkları bu radyometrik yaş tayin, sonucunda elde edilen sonuçlar; 14.75 ± 0.3 My; 13.6 ± 0.2 My 12.20 ± 0.15 My; 12.15 ± 0.2 My; 11.6 ± 0.25 My; 11.55 ± 0.2 My; 10.35 ± 0.2 My; 8.6 ± 0.2 My; 8.8 ± 0.6 My ve 8.0 ± 0.6 My'dır. Ve bu sonuçlar neticesinde söz konusu volkanizmanın Orta Miyosen sonunda başlayıp, Üst Miyosen süresince geliştiğini ortaya koymuşlardır. Becker-Platen vd. (1977), volkanik kayaçlarla eşyaşlı olarak çökel kayaçlarda yaptıkları spor-polen çalışmaları neticesinde Besang vd. (1977)' de elde yaşların doğruluğunu kanıtlamışlardır. Uman ve Yergök (1979), Emirdağ (Afyon) yöresindeki kaya birimlerinin kaya türü özelliklerini ayrıntılı olarak çalışmışlar ve bu bölgeye ait genel bir stratigrafik kolon oluşturmuşlardır. Keller (1983), Afyon ve çevresinde yüzlek veren ultrapotasik kayaçları çalışmıştır. Ercan (1986), Orta Anadolu'daki Senozoyik volkanizmasını incelemiş ve Paleosen'den Kuvarterner'e çeşitli evrelerde etkin olan volkanizmayı altı farklı gruba ayırarak jeodinamik açıdan değerlendirmiştir. Aydar vd. (1995, 1998), Köroğlu kalderasını Alt Seydiler ve Üst Seydiler olmak üzere iki aşamalı olarak püsküren Seydiler İgnimbiriti'nin bir sonucu olup volkanizmayı denetleyen KD ve KB iki tektonik unsur olduğunu ortaya koymuşlardır. Volkanizmayı oluşturan magmalar alkali ve yüksek potasyumlu karakterdedir. Bölgede etkin olan magmatizmanın anateksi, fraksiyonel kristallenme, magma karışımı ve derin kesimlerden sığ kesimlere yerleşen mantonun metasomatizması ile ilişkili olduğu ileri sürülmektedir. Yağmurlu vd. (1997), Isparta-Afyon çizgiselliğinde yüzlek veren volkanik kayaçların potasik ve ultrapotasik karakterde olduğunu ve bunların ve 15 My'dan 4 My'a kadar değişen yaş aralığına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Savaşçın ve Oyman (1998), Kırka-Afyon-Isparta Yapısal Çizgiselliği'ni KG uzanımlı bir sınır çizgisi olarak tanımlamış ve bu sınır çizgisinin Batı ve Orta Anadolu arasında fay ve volkanizma tarafından denetlendiğini belirten bir model

geliştirmişlerdir. Francalanci vd. (1990, 2000), KG gidişli Eskişehir-Afyon-Isparta çizgiselliği boyunca yüzlek veren alkali volkanizmanın tektonik rejim tarafından kontrol edildiğini ve bu volkanizmanın güneye doğru gençleştiğini ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar, Eskişehir Afyon bölgesindeki volkanizmanın manto yitimi ile ilişkili metasomatizma, Isparta bölgesinde volkanizmanın ise astenosferik kökenli olduğunu belirtmişlerdir. Akal (2003), Afyon-Balçıkhisar civarındaki melilit lösitleri çalışmış ve bu kayaların mantonun yitim kuşağında düşük dereceli kısmi ergimesi sonucu oluştuğunu ileri sürmüştür. Gürsoy vd. (2003), Afyon bölgesinde yayılım gösteren ve tektonik kaçış rejimi içerisinde volkanizmanın detaylı paleomanyetik çalışmasını yapmıştır. Tektonik kaçış sınırı ve Orta-Batı Anadolu’da yapılan çalışmalar sonucunda bölgenin saat yönünde $12.3 \pm 4.2^\circ$ ’lik bir rotasyona uğradığını ve rotasyonun kabuksal kalınlaşmadan sonar meydana geldiğini ortaya koymuştur. Innocenti vd. (2005), Eskişehir Afyon çizgiselliğinde yayılım gösteren bazaltik andezitlerden toplam kayaç ana element ve Sr–Nd izotop jeokimyası çalışmaları yapmıştır. Çoban ve Flower (2006, 2007), yaptıkları çalışmada güneyde yüzlek veren Bucak Lamproyiti’nin manto kamasının kirlenme ve metasomatizması sonucu, daha kuzeyde bulunan Afyon lamproyitlerinin mantonun kısmi ergimesi veya volkanizmaya sonradan katılan malzemeden oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Akal (2008), Afyon Lamproyitleri’nin oluşumunu dalma batma süreçleriyle ilişkilendirerek ileri derecede metasomatizmaya uğramış olduklarını ileri sürmüş ve bunları Akdeniz Lamproyit’leri olarak adlandırmıştır. Selçuk (2009), doktora tezi kapsamında Mahmudiye-Çifteler-Emirdağ havzasının neotektoniğini çalışan araştırmacı, Eskişehir Fay Zonu’nu üç ayrı segmente ayırmış ve kinematik analizler sonucunda bu zonun normal bileşenli sağ yanal doğrultu atımlı fay olduğunu belirtmiştir. Mahmudiye-Çifteler-Emirdağ havzasının batı kenarının eğim atımlı ve verev normal faylarla kontrol edildiğini ileri sürmüştür. Dilek ve Altunkaynak (2009, 2010), Batı Anadolu Volkanik Provansı ve Eskişehir-Afyon-Isparta Volkanik Provansı’ni kapsayan derleme veya yeniden gözden geçirme çalışmasında bölge ile ilgili önceden önerilen veriler ve kendilerinin ortaya koydukları verileri karşılaştırarak bölgede yeni bir model ileri sürmüşlerdir. Yaptıkları araştırmada tümkayaç kimyası, Sr–Nd ve ilk kez Pb izotop jeokimyası çalışmaları yapmışlardır. Gündoğan vd. (2009), Sandıklı çevresinin volkanik stratigrafisini ortaya koymuş volkanosedimanter istifleri kesen subvolkanik kayalar ve ilişkili lavlarda ana, eser, izotop jeokimyası ve U–Pb yaş tayini yapmıştır. Çalışmacılara göre, gölsel çökeller, bazalt, trakit ve trakiandezit lav akıntıları ile piroklastik kayalardan oluşan volkano-sedimanter seri, lav domu ve siyenit/siyenodiyorit bileşimli porfiritik sokulum tarafından kesilmektedir. Volkanik birimlerden elde edilen yaş tayinleri volkanizmanın Orta-Geç Miyosen boyunca etkin olduğunu işaret etmektedir. Biryol vd. (2011), Manto tomografisi verileriyle volkanizmanın Anadolu Levhası altına dalan litosferin yırtılması sonucu oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Akal vd. (2012), Sızma-Kadınhanı/Konya bölgesinde stratigrafi, jeokimya ve radyometrik yaş çalışmaları sonucu volkanik aktivitenin Gondwananın kuzey kenarında oluştuğunu ve Alt Triyas trakiandezitlerin Neotetis’in kuzey kolunun açılmasıyla ilişkilendirerek genişlemeli tektonik rejim öngörmüşlerdir. Prelevic vd (2010, 2012, 2015), Afyon ve çevresinde yüzlek veren lamproyitlerden mineral kimyası, radyometrik yaş analizi, jeokimya ve izotop çalışması yapmışlar ve yatay dalma batma modelini ileri sürmüşlerdir. Çolak (2016), Yüksek lisans tezi kapsamında yaptığı jeolojik, petrografik, jeokimyasal ve izotop çalışmaları neticesinde Dumlupınar ve çevresinde yüzlek veren volkanik kayaları yaşlıdan gence doğru Kozviran Dasiti, Akçadere Trakidasiti, Balçıdamı Trakiti ve Çepni Trakiandeziti olarak isimlendirmiştir. Araştırmacı, jeokimya çalışmaları

sonucunda Dumlupınar ve çevresinde yüzlek veren volkaniklerin oluşumunda zenginleşmiş ve metasomatize olmuş magma kökeninden bahsetmiştir.



3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Stratigrafi

Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren birimler stratigrafik olarak yaşlıdan gence doğru Paleozoyik yaşlı metamorfikler içeren temel kayalar, Mesozoyik kayaları, Tersiyer kayaları ve Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanik birimler olmak üzere ayırtlanmış ve bu başlık altında incelenmiştir (Şekil 3.1, 3.2).

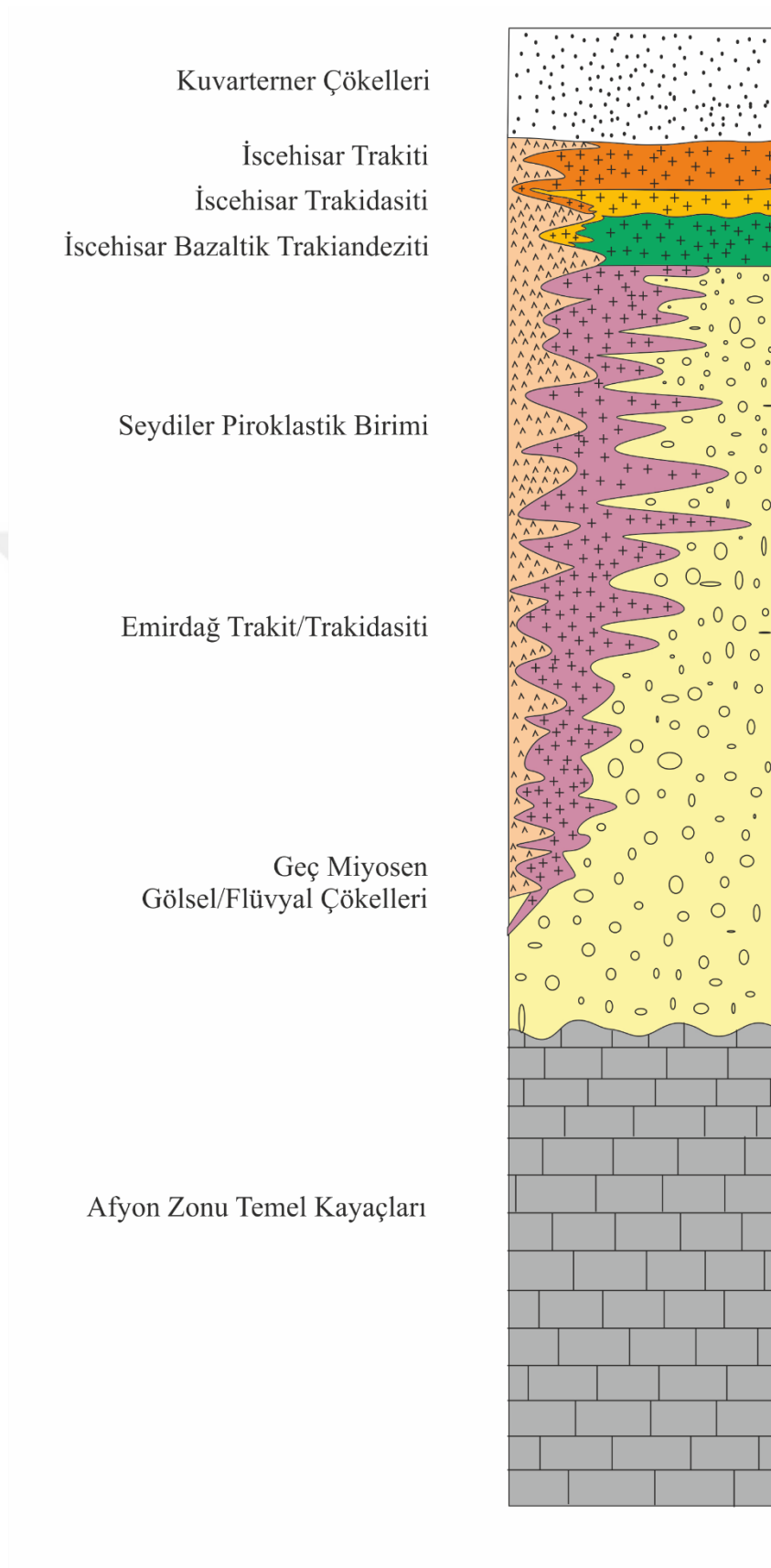
3.1.1. Afyon zonu temel kayaları

İç Toros Kuşağına ait Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar ve karbonatlar Afyon Zonu Temel Kayaçlarını oluşturmaktadır. Stratigrafik istifte en altta yer alan ve en yaşlı birimi oluşturan Afyon Metamorfikleri olarak adlandırılan birim bu çalışma kapsamında Afyon Zonu Temel Kayaçları olarak incelenmiştir. Bu metamorfikler; yeşil, kahve renkli olup klorit, biyotit, kuvars, muskovitlerden oluşmaktadır. (Metin vd 1987). Genellikle kalın istifler sunan Emirdağ Grubu bu birimin üzerine uyumsuz olarak yerleşmiştir.

Afyon'un K, KD, KB ve GB'sında geniş alanlar kaplayan metamorfikler çalışma sahası içerisinde K26a4 paftasında Bolvadin kuzeyinde ve K25a2 paftası İscehisar kuzeybatısında yayılım göstermektedir (Şekil 3.2).

Emirdağ Grubu, Metin vd. (1987) tarafından üç formasyona ayırtlanmıştır. Bunlar; Karaçaltepe Formasyonu, Yürük Karacaören Formasyonu ve Koraşi Formasyonu'dur. Birimin adı Afyon K26a4 paftasındaki Yürük Karacaören Köyünden alınmıştır. Genellikle ince taneli, metakonglomera ve metakumtaşından oluşan birim sarı, kirli sarı renge sahiptir. Birim Afyon metamorfikleri üzerinde diskordan olarak bulunmaktadır. Metin vd. (1987) yaptıkları çalışmalarda Karaçaltepe Kireçtaşı formasyonunun yaşını Orta-Üst Triyas olarak belirlemişler ve buna dayanarak Yürük Karacaören Formasyonun yaşını Alt-Orta Triyas olabileceğini düşünmüşlerdir.

Karaçaltepe Formasyonu adını çalışma alanını oluşturan Emirdağ ilçesi civarındaki Karaçal Tepe'den almaktadır. Karaçaltepe Üyesi, tabanda dolomit, dolomitik kireçtaşı, daha üst seviyelerde ise rekristalize kireçtaşları ile temsil olmaktadır. Dolomitler açık gri renge sahiptir. Birimin üst seviyelerini oluşturan rekristalize kireçtaşları ise beyaz gri renkli olup orta-kalın tabakalanmalıdır (Şahin ve Ünlügenç, 2014). İnceleme alanında K26a4 paftasında Yürük Karacaören kuzeyinde Taşlıdere, Güney köyleri dolaylarında gözlenmektedir. Birim genellikle beyaz, kirli beyaz renklere olup kristalize kireçtaşları yer yer mermerleşmiştir. Birimin alt dokanağı daha yaşlı Yürük Karacaören Formasyonu ile geçişli, üst dokanak ise uyumsuzdur. Karaçaltepe Formasyonu'nun alt dokanağı çoğu yerlerde Afyon Metamorfikleri ile tektonik dokanaklıdır. Karaçaltepe Kireçtaşı Formasyonu geçirdikleri metamorfizma sonucu çoğu yerlerde kristalize olmuşlardır (Metin vd. 1987). Formasyon'un yaşı fosil bulgularına dayanarak Metin vd. (1987) tarafından Orta-Üst Triyas-Jura olarak saptanmıştır.



Şekil 3.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti

Koraşı Formasyonu yeşil ve kahve renklerde kireçtaşı, kumtaşı ve konglemera araldanmasından oluşmaktadır. Birim çalışma sahasında Afyon K26b1 paftasında Göveçci Köyü dolaylarında gözlenmektedir. Metin vd. (1987) çalışmalarında Koraşı Formasyonu'nun yanal ve düşey geçişli olması sebebiyle formasyonun yaşının Karaçaltepe Kireçtaşı Formasyonu ile aynı olabileceğini belirtmişlerdir. Metin vd. (1987) tarafından ayırtılan formasyonlar bu çalışma kapsamında Afyon Zonu Temel Kayaçları içerisinde birleştirilerek incelenmiştir.

3.1.2. Geç miyosen gölsel/flüvyal çökelleri

Gebeciler Formasyonu beyaz ve gri renklerde olup Metin vd. (1987) tarafından iki üye altında incelenmiştir. Bunlar en altta tüf, tüfit ve konglemaralardan oluşan Özbek Üyesi ve üstte ise gölsel kireçtaşlarından meydana gelen Akpınar Kireçtaşı Üyesi'dir. Gebeciler Formasyonu Afyon K26a4 paftasında Özbek ve Dişli köylerinin kuzeydoğusunda tipik olarak gözlenmektedir. Gebeciler formasyonu alt dokanakla genellikle uyumlu iken temel kayalarla açısız uyumsuzdur. Formasyonun üst dokanağı bazalt, Erdemir Konglemerası ve daha güncel yaşlı alüvyonlar ile uyumsuzdur (Metin vd. 1987).

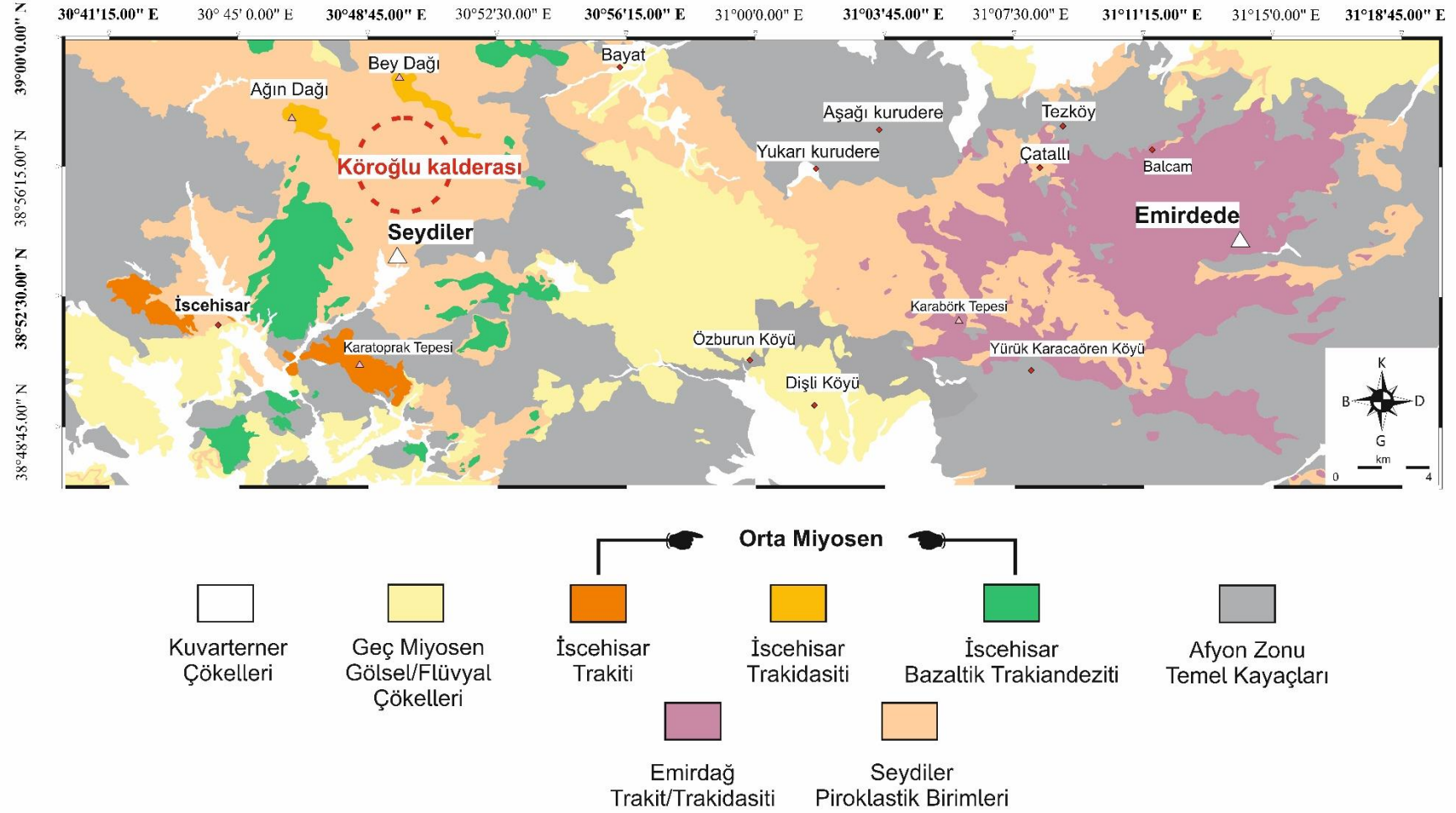
Sarı ve bej renklere sahip Erdemir Konglemerası karasal kökenlidir. Gölsel ve karasal olarak çökelen Gebeciler Formasyonu ile aralarındaki ilişki uyumludur (Metin vd. 1987).

Geç Miyosen Gölsel/Flüvyal Çökelleri İncehisar bölgesinin güneybatısı ile doğusunda, Emirdağ'ın ise batı ve güney batısında yer alır.

3.1.3. Volkanik kayaçlar

Çalışma sahası Miyosen – Pliyosen süresince aktif olan volkanik aktivitenin etkisinde kalmıştır. Söz konusu volkanik faaliyet neticesinde ortaya çıkan andezit, bazalt, ve tuf gibi volkanik ürünler çalışma sahasında geniş alanlar kaplamaktadır. Volkanik birimler arazide ve mineralojik/petrografik ve dokusal özellikleri dikkate alınarak bu çalışmada yeniden adlandırılmıştır. Tanımlanan bu volkanik birimler:

(1) Emirdağ trakiti; (2) Emirdağ trakidasiti; (3) İncehisar trakiti; (4) İncehisar trakidasiti; (5) İncehisar bazaltik trakiandeziti'dir. Söz konusu volkanik birimlerin stratigrafik olarak altında yer alan Seydiler piroklastik birimi ise bu çalışma kapsamında tekrar isimlendirilmemiştir.



Şekil 3.2. Emirdağ ve İscehisar civarının genelleştirilmiş 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (Metin vd. (1987)'den değiştirilmiştir)

3.1.3.1. Seydiler piroklastik birimi

Çalışma alanında yüzlek veren volkanik istifte altta bulunan tüfler Metin vd. (1987) tarafından “Seydiler Tüf ve Aglomerası” olarak adlandırılmıştır. Seydiler tüf aglomeraları beyaz, beyazımsı sarı, krem renkli gözlenmektedir. Birimin yaklaşık kalınlığı 200 m kadardır ve çalışma sahasında geniş yayılım sunmaktadır. Göktaş (2010) tarafından birim Köroğlu Volkanitleri olarak tanımlanmıştır. Aydar vd. (1998) ise birimi “Seydiler İgnimbiriti” olarak adlandırmış ve Alt Seydiler (AS) ve Üst Seydiler (ÜS) olmak üzere iki ayrı volkanizmanın ürünü olarak incelemişlerdir. Birimin pekişmiş bölümleri Alt Seydiler olarak adlandırılan ignimbiritlerin üst seviyelerinde izlenmektedir. Alt Seydiler İgnimbiriti sarımsı renklerdeyken pekişmemiş kesimlerde ise beyazımsı renklerde olduğu görülmektedir. Alt Seydiler İgnimbiriti kaldera civarında 250 metre kalınlığa sahipken Üst Seydiler İgnimbiriti ise bu bölgede yaklaşık 200 metre kalınlığa sahiptir (Aydar vd. 1998).

Şahin ve Ünlügenç (2014), granülometrik sınıflamada söz konusu birimde vitrik, kristal ve lapilli tüf gibi kayaç çeşidi saptamışlardır. Yalçın (1988) ise pümisler ve bazaltik lavlarda radyometrik yaş tayininde bulunmuştur. Birimin yaşı K/Ar radyometrik yaş tayini neticesinde 9-19 My olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda elde edilen verilere göre birimin yaşı Erken Miyosen-Pliyosen yaş aralığındadır (Şahin ve Ünlügenç 2014).

3.1.3.2. Emirdağ volkanikleri

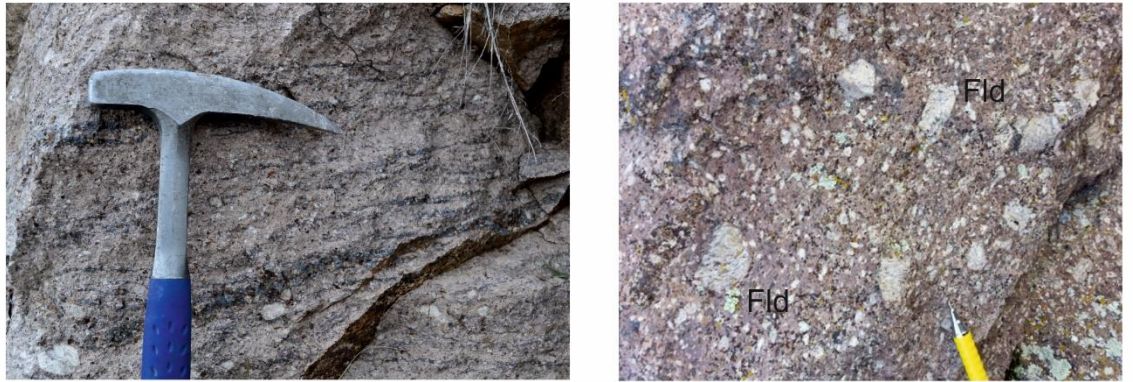
Metin vd. (1987) tarafından Adatepe andeziti olarak isimlendirilen birim bu çalışma kapsamında en iyi Emirdağ ve çevresinde yüzlek vermesi sebebi ile Emirdağ Volkanikleri içerisinde değerlendirilmiştir. Birim göstermiş olduğu mineralojik ve dokusal özelliklerine göre Emirdağ trakiti/trakidasiti olarak adlandırılmıştır.

3.1.3.3. Emirdağ trakit/trakidasiti

Birim arazide açık griden koyu griye değişen renkler sunmaktadır ve kalınlığı yaklaşık olarak 150 – 200 m kadardır. Çalışma sahasının temel kayaçlarını oluşturan Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçlarla olan dokanağı faylıdır. Bölgedeki volkanik kayaçların stratigrafik konumu en altta tüf-aglomera onun üzerinde Emirdağ trakidasiti şeklindedir (Şekil 3.3, 3.4, 3.5).



Şekil 3.3. Emirdağ trakit/trakidasitleri'nin Seydiler piroklastik birimiyle ilişkisi



Şekil 3.4. Emirdağ trakit/trakidasitleri'nin makroskobik görünümü



Şekil 3.5. Emirdağ trakit/trakidasitleri'nin genel görünümü

Emirdağ çevresinde yüzlek veren volkanik birimlere ait radyometrik yaş verisi bulunmamaktadır. Bununla birlikte stratigrafik istife göre yapılan göreceli yaşlandırmada Emirdağ trakit/trakidasitleri'nin yaşının Miyosen-Pliyosen olduğu düşünülmektedir.

3.1.3.4. İscehisar volkanikleri

Önceki çalışmalarda (Metin vd. 1987), Karakaya bazaltı olarak adlandırılan volkanik kayalara, yapılan bu çalışma da en iyi yüzlek verdiği İscehisar ve civarı olması sebebi ile İscehisar Volkanikleri adı verilmiştir. Birimin yaşı Besang vd. (1977) tarafından yapılan çalışmada 11.60 My, Prelevic vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada (Köroğlu) 15.37 – 16.08 My olarak tanımlanmıştır.

Daha önce tek bir birim olarak tanımlanan ve haritalanan bu volkanikler, göstermiş oldukları litolojik, mineralojik-petrografik ve dokusal karakteristiklerine göre üç farklı volkanik birime ayırtlanmıştır. Bu birimler: (1) İscehisar bazaltik trakiandeziti; (2) İscehisar trakiti; (3) İscehisar trakidasiti'dir.

3.1.3.5. İscehisar bazaltik trakiandeziti

İscehisar bazaltik trakiandezit birimi, koyu kahverenkli, siyahımsı, kırmızımsı renklere sahiptir. Çalışma alanı içerisinde Afyon K25-b1, K25-b4, K25-a2 ve K25-a3 paftalarında yüzlek vermektedir. İscehisar bazaltik trakiandeziti K-G ve çoğunlukla KB-GD doğrultulu bir gidiş sunmaktadır. Bazaltik trakiandezitler çalışma sahası içinde Seydiler piroklastik biriminin üzerinde gözlemlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. a) İscehisar bazaltik trakiandeziti'nin mostra görünümü; **b)** İscehisar bazaltik trakiandezitinde eksfoliasyon yapısı

3.1.3.6. İscehisar trakiti

Makroskopik olarak, koyu gri, gri renklerde yer yer alterasyona uğramış breşik yapıda ve bol miktarda gaz boşluğu içermektedir. İscehisar ilçe merkezinin yaklaşık olarak 12 km kuzeyinde, Afyon K25-b1 paftasında yer almaktadır (Şekil 3.2) ve yaklaşık 50 m kalınlığa sahiptir (Şekil 3.7). Stratigrafik olarak Seydiler piroklastik biriminin üzerinde yer alan birim, KB-GD doğrultulu bir gidiş sunmaktadır.



Şekil 3.7. İscehisar trakiti'nin mostradaki tipik görünümü

3.1.3.7. İscehisar trakidasiti

Birim önceki çalışmalarda Karakaya Bazaltı olarak adlandırılmış ve adını Seydiler Kasabası'nın KB'sında yer alan Karakaya Tepesi'nden almıştır. Bu çalışma kapsamında yapılan mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar neticesinde birime İscehisar Trakidasiti adı verilmiştir. Kahve-koyu kahve renklere sahip olması ve akıntı yapısıyla arazide kolaylıkla ayırt edilmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. İscehisar trakidasiti'nin genel görünümü

3.2. Yapısal Jeoloji

Türkiye neotektoniği Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ve Ege-Kıbrıs Yayısı tarafından kontrol edilmektedir (Şengör vd. 1985).

Anadolu bloğu; dört ana neotektonik yapıdan oluşmaktadır. Bunlar;

- (1) Kuzeyde sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Sistemi,
- (2) Doğuda sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Sistemi,
- (3) Ölüdeniz Fay Sistemi,
- (4) Batıda Ege makaslama zonu ve güneyde Kıbrıs dalma - batma zonudur.

Bu dört ana yapının dışında kalan diğer tektonik yapılar ise; Ege Genişleme Sistemi, Akşehir Fay Zonu, Tuzgölü Fay Zonu, Orta Anadolu Fay Sistemi, İnönü-Eskişehir Fay Sistemidir (Koçyiğit 2003).

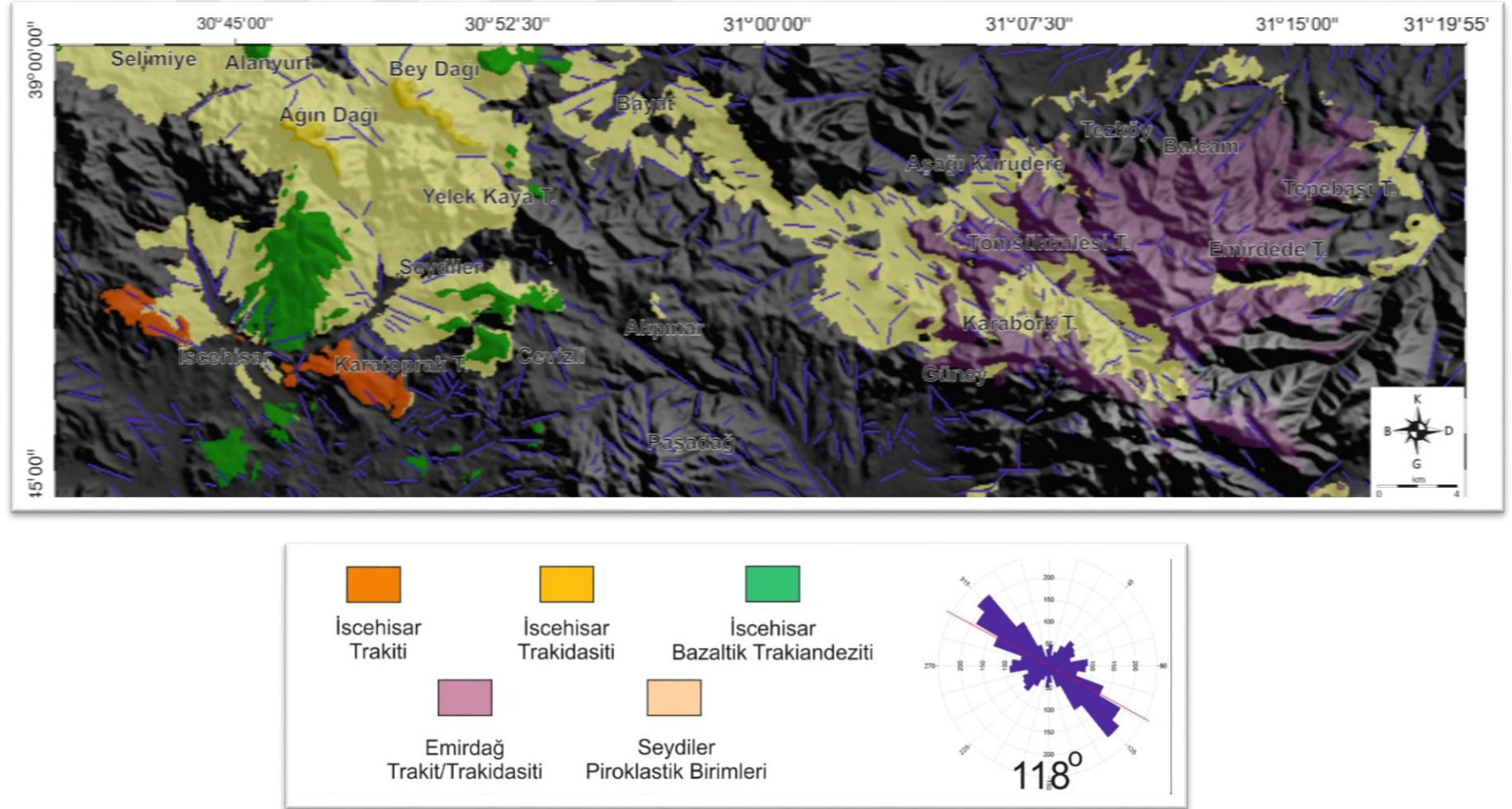
Emirdağ ve İscehisar volkanik birimleri, K-B gidişli sağ yanal doğrultu atımlı ve normal bileşenli İnönü-Eskişehir Fay Zonu ile K-B doğrultulu Akşehir Fay zonu arasında kalan bölgede yer almaktadır. Aynı zamanda Eskişehir 'den Afyon ve Isparta'ya kadar uzanan K-G gidişli volkanik provensin doğusunda KB-GD doğrultulu yüzlek vermektedir.

Söz konusu volkanik birimlerin yerleşimine yaklaşımda bulunabilmek amacıyla SRTM -90 m verilerinden yola çıkarak Afyon ve çevresindeki morfolojik yükseltiliklere bağlı çizgisellikler gül diyagramları ile incelenmiştir (Şekil 3.9).

3.2.1. Çizgisel yapılar

Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik kayalar üzerindeki morfolojik yükseltilere bağlı çizgisellikler, SRTM – 90 m verilerinden elde edilmiştir. İscehisar-Emirdağ hattı K62°B doğrultusundadır. Afyon ve çevresinde yayılım sunan volkanik kayalar üzerindeki morfolojik yükseltilerin çizgisellikleri incelendiğinde Emirdağ ve İscehisar bölgeleriyle tutarlı doğrultuda oldukları görülmektedir. Ancak bölge içerisinde kuzeybatı çizgiselliklerini kesen KD, KG ve DB doğrultulu morfolojik çizgiselliklerde yer almaktadır (Şekil 3.9).

Selçuk (2009) tarafından yapılan çalışmada İnönü-Eskişehir Fay Zonu, Yörükkaracaören segmenti, Bardakçı Kaymaz segmenti ve Paşakadın segmenti olmak üzere üç segmente ayrılmış olup fay doğrultuları sırasıyla K25°B, K70°B ve DB ölçülmüştür.



Şekil 3.9. Emirdağ – İscehisar bölgesi SRTM -90 m verilerinden elde edilen morfolojik yükseltiliklere bağlı çizgisellikler ile gül diyagramındaki doğrultusu

3.3. Mineraloji ve Petrografi

Emirdağ ve İscehisar çevresinde geniş alanlarda yüzlek veren volkanik birimlerden mineralojik ve petrografik çalışmalar yapılması amacı ile örnekler alınmış ve bu örneklerden ince kesit yaptırılmıştır. Yapılan bu inceleme de söz konusu volkanik birimlerin dokusal özellikleri ve mineralojik bileşimleri detaylı bir şekilde tanımlanmış ve her bir fasiyesi oluşturan kayaç örneklerinin isimlendirilmesi yapılmıştır.

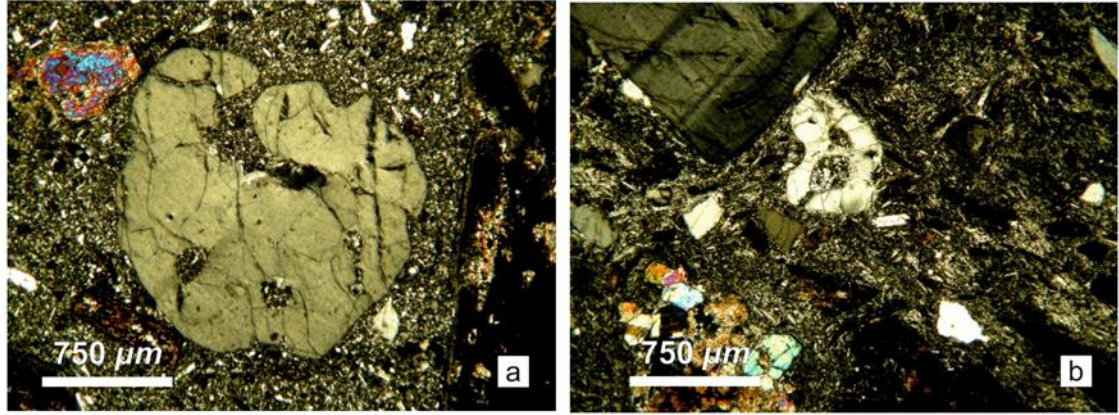
Çalışma alanında yüzlek veren birimler, Emirdağ Trakit/Trakidasiti ile İscehisar trakiti, İscehisar trakidasiti, İscehisar bazaltik trakiandeziti birimleridir.

3.3.1. Emirdağ volkanik birimi

3.3.1.1. Emirdağ trakit/trakidasiti

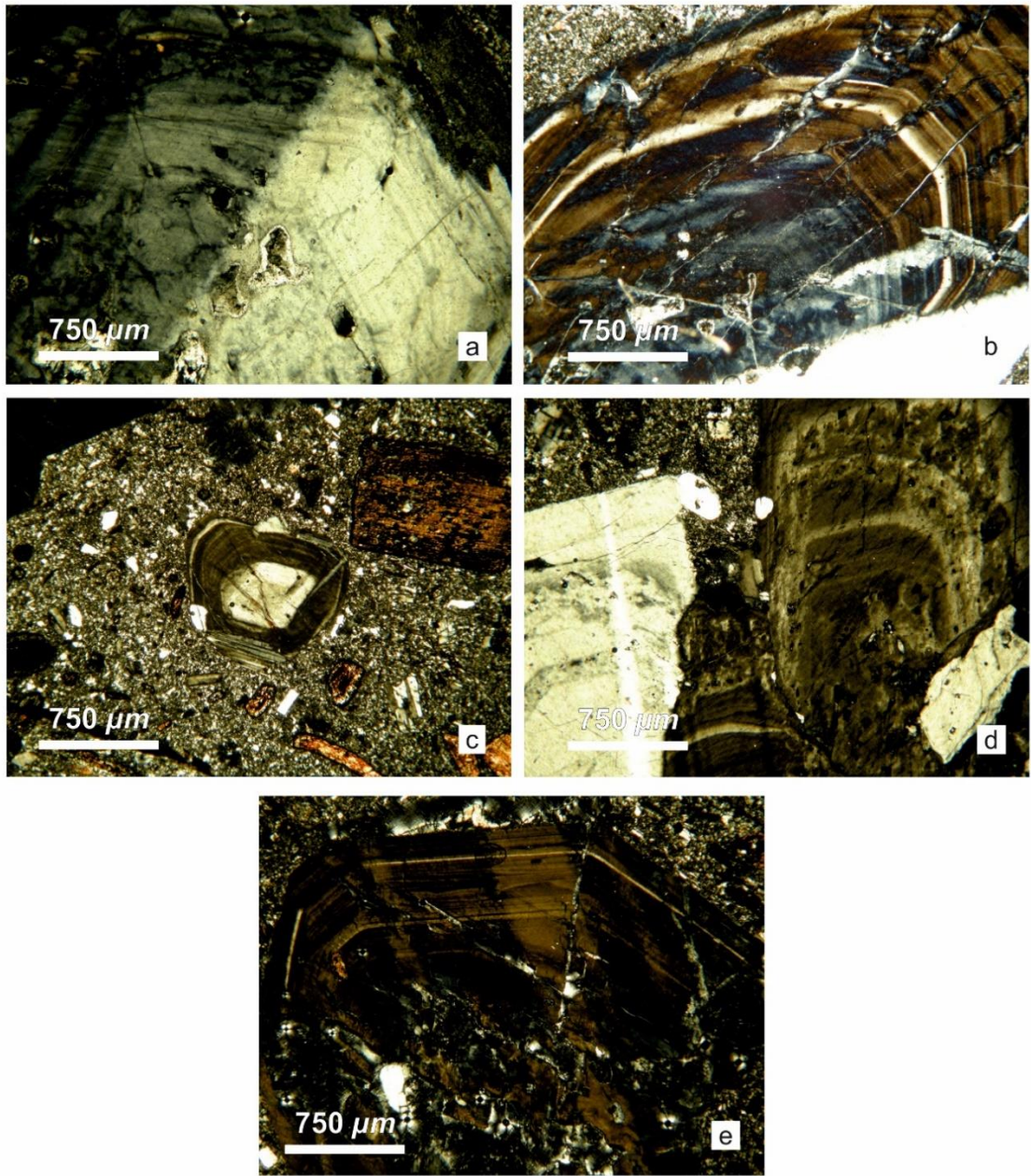
Emirdağ Trakit/Trakidasiti olarak adlandırılan bu birim hiyalopitik dokulu olup kuvars, plajiyoklaz, sanidin, biyotit, ojit, kersütit, hornblend ana minerellerinden meydana gelmiştir. Tali minerallerden ise apatit bulunmaktadır.

Kuvars mineralleri, grimsi beyaz renkli olup özşekilsizdir. Emirdağ trakit/trakidasit biriminin içerisinde bulunan kuvarslar iri fenokristaller halinde bulunmakta ve magma ile yeniden reaksiyonu ifade eden körfez (embayed) yapılı dokular göstermektedir (Şekil 3.10).



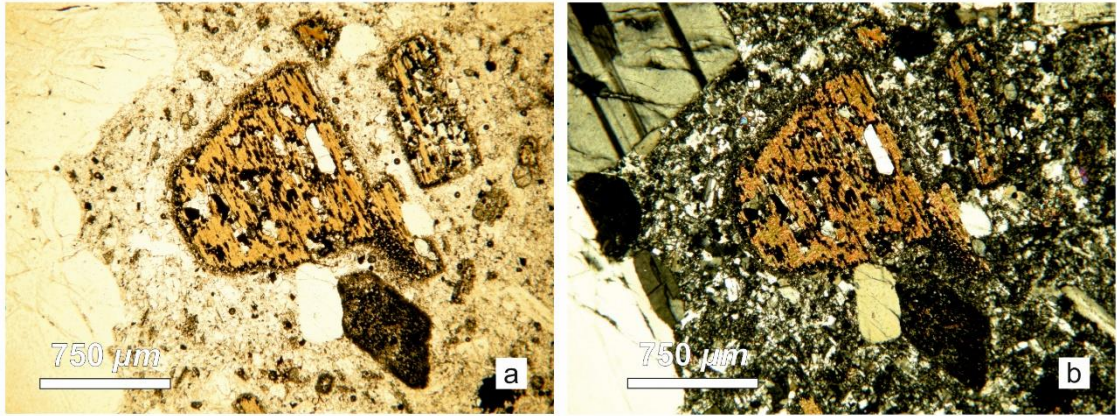
Şekil 3.10. Emirdağ trakit/trakidasit birimlerindeki kuvars mineralleri içerisindeki hamur kapanımları.

Plajiyoklaz mineralleri zonlu dokulu olup magma karışım dokuları sunmaktadır (Şekil 3.11).



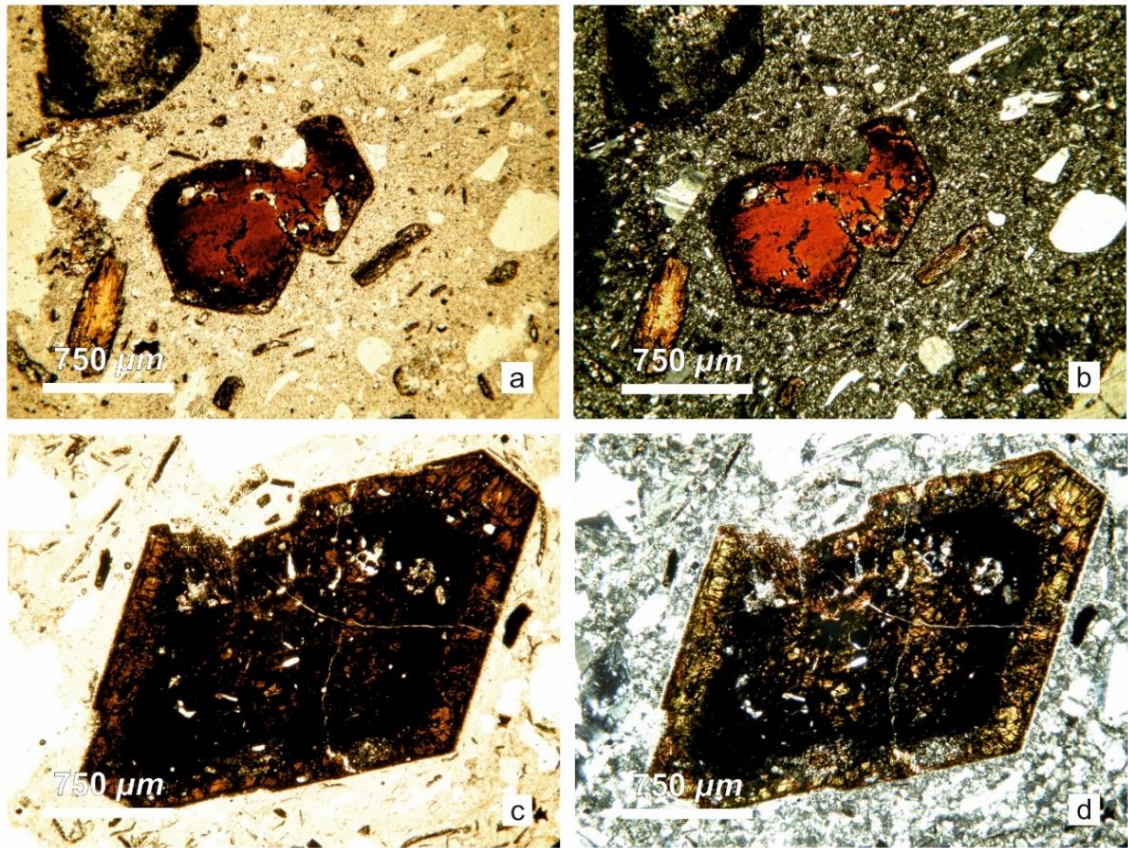
Şekil 3.11. a); b); c); d); e); Emirdağ trakit/trakidasit birimi içerisindeki plajiyoklaz minerallerinde gelişen magma karışım dokuları

Emirdağ trakit/trakidasit birimindeki biyotit minerallerinin içerisinde yaygın olarak plajiyoklaz ve hamur kapanımları gözlenmektedir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Emirdağ trakit/trakidasit birimindeki biyotit mineralleri içerisinde gelişen plajiyoklaz ve hamur kapanımlarına ait görünüm, **a)** tek nikol; **b)** çift nikol.

Kersütit mineralleri özşekli olup yaygın olarak körfez yapıları görülmektedir. Kersütit minerallerinin kenarlarında opasitleşme türü bozunmalar yaygındır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Emirdağ trakit/trakidasit birimindeki kersütit minerallerinde gelişmiş körfez yapılarının görünümü, **a); c)** tek nikol, **b); d)** çift nikol.

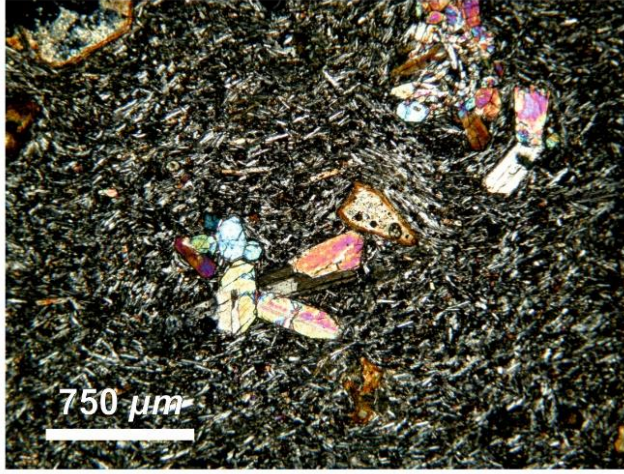
3.3.2. İscehisar volkanik birimi

İscehisar volkanik birimleri mineralojik açıdan birbirinden bağıl olarak farklılıklar sunan mineraller topluluklarından meydana gelmiştir ve bu nedenle kendi içerisinde üç farklı birim altında incelenmiştir.

3.3.2.1. İscehisar bazaltik trakiandeziti

İscehisar bazaltik trakiandezit birimi plajiyoklaz, olivin, ojit, kersütit, biyotit fenokristallerinden oluşmakta ve Emirdağ trakit/trakidasit biriminden olivin içeriği ile farklılık sunmaktadır.

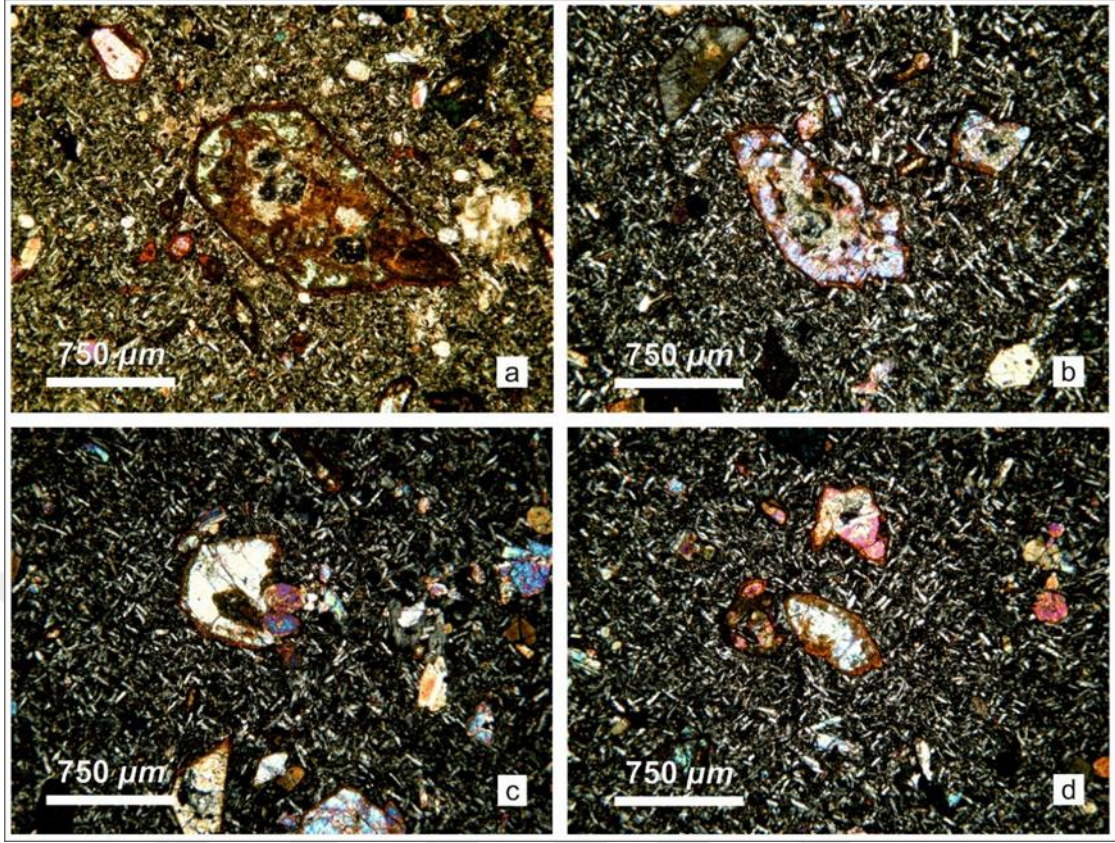
İscehisar bazaltik trakiandezit birimi hyalopilitik doku ve mikrolitik akış dokusu'na sahiptir (Şekil 3.14).



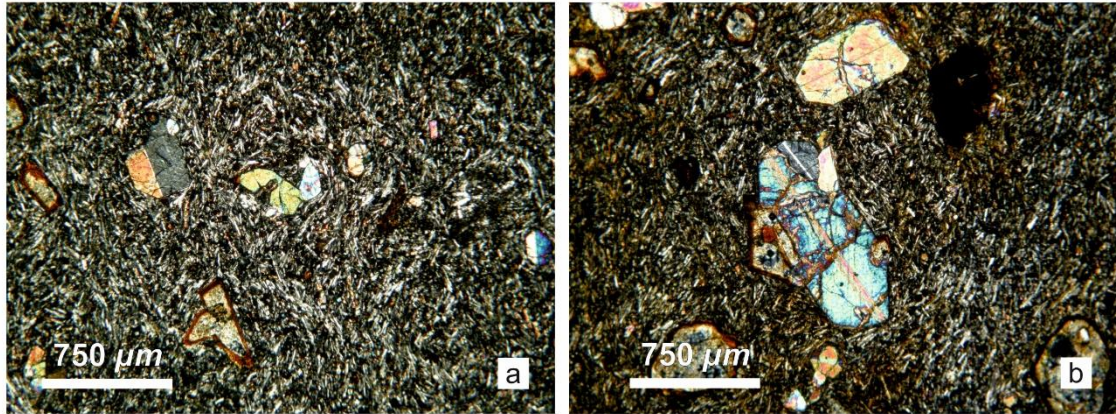
Şekil 3.14. İscehisar bazaltik trakiandezit'lerinde gelişen mikrolitik akış dokusuna ait görünüm

Olivin mineralleri canlı girişim renklerine sahip olup, optik engebese oldukça yüksektir. Özşekilli ve yarı-özşekillidir. Olivin mineralleri etrafında tek nikolde sarımsı renklerde gelişmiş iddingsitleşme ve karbonatlaşma türü bozunmalar hâkimdir. Olivin kristallerinde görülen opasitleşmeler de ayrıca çok yaygındır.

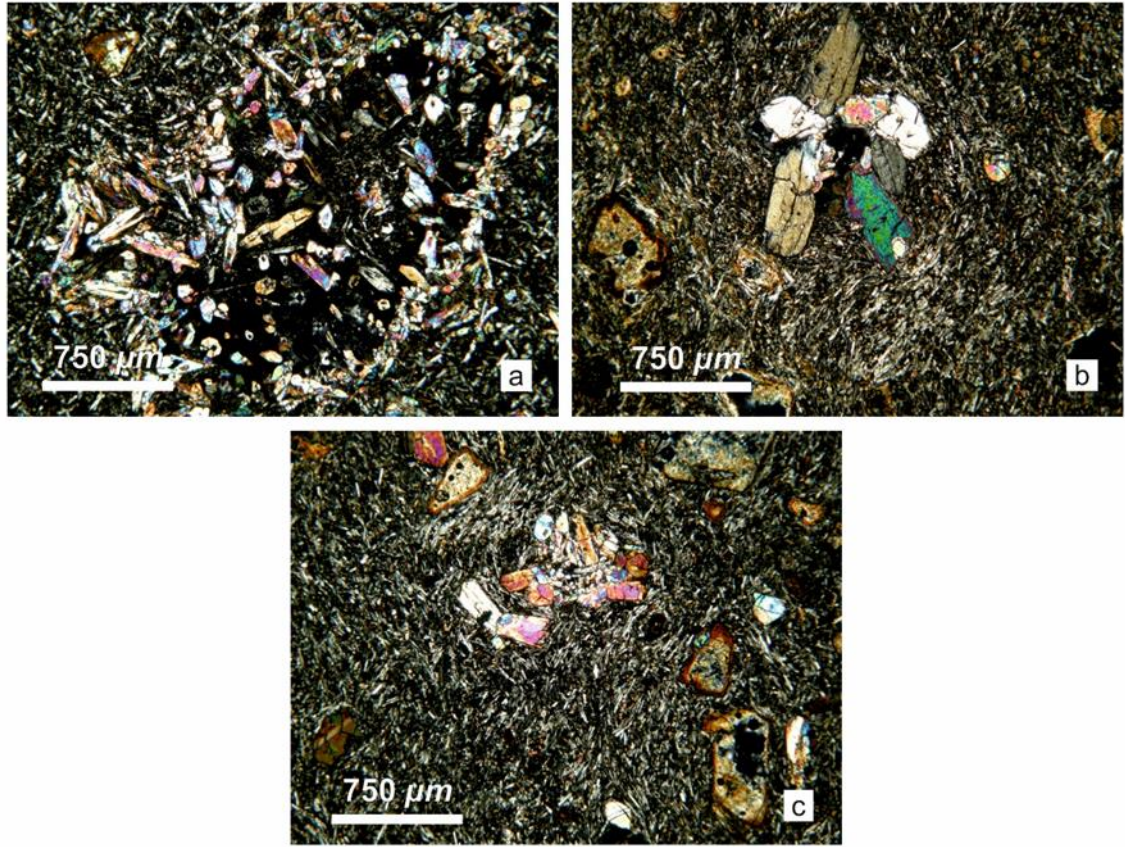
İscehisar bazaltik trakiandezit birimi içerisinde klinopiroksen mineralleri, ortopiroksen minerallerine göre daha baskın ve bol miktarda bulunmaktadır. Polisentetik ikizlenme gösteren piroksen minerallerinde magma ile reaksiyona girme nedeni ile kemirilme yapıları mevcuttur. Birim içerisinde gelişen piroksen grubu mineralleri yer yer kümülatlar şeklinde bulunmaktadır (Şekil 3.15; 3.16; 3.17).



Şekil 3.15. İscehisar bazaltik trakiandezit biriminde gelişen **a)** özşekilli-yarıözşekilli olivin minerallerinde karbonatlaşma, iddingsitleşme ve opasitleşme türü bozunmalar; **b); d)** hamur kapanımları içeren iddingsitleşmiş olivinler; **c)** kemirilmiş olivin kristali



Şekil 3.16. İscehisar bazaltik trakiandezitlerinde gelişen **a)** kemirilmiş piroksen minerali kristal; **b)** polisentetik ikizlenme gösteren piroksen kristalleri

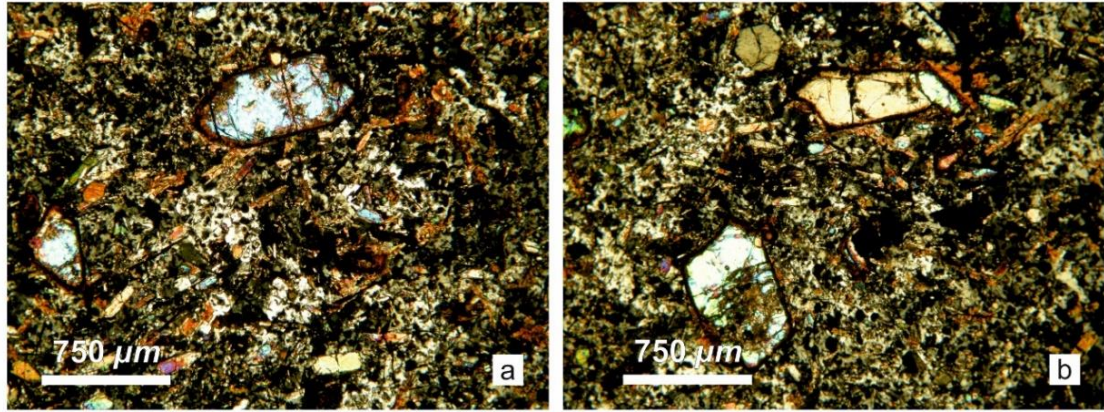


Şekil 3.17. İscehisar bazaltik trakiandezitler içerisindeki çubuksu klinopiroksen yığılımları

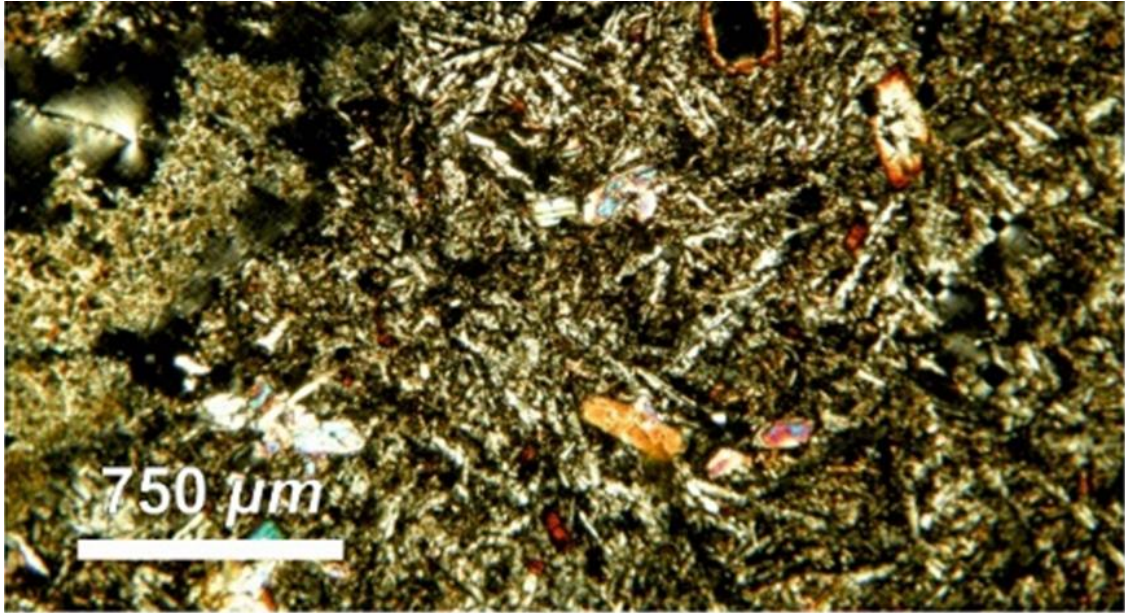
3.3.2.2. İscehisar trakiti

İscehisar trakit birimi plajiyoklaz, olivin, biyotit, ojit ve kersütit minerallerinden oluşmaktadır. Birimde yaygın bir şekilde trakitik doku görülmektedir ve ışınal mikrolit büyümeleri vardır. Biyotit, ojit, kersütit minerallerinde opasitleşme ve iddingsitleşme türü bozunmalar görülmektedir ve bu minerallerin tümü kristalli holokristalen matriksin içinde kapanım şeklinde bulunmaktadır. Birimde gelişen feldispat mineralleri tümüyle kristallenmiştir (Şekil 3.18; 3.19).

İscehisar trakit birimi, İscehisar bazaltik trakiandezitleri ile hemen hemen aynı mineralojik bileşime sahip olmakla birlikte dokusal olarak farklılık göstermektedir. Birimde hyalopitik doku daha baskındır.

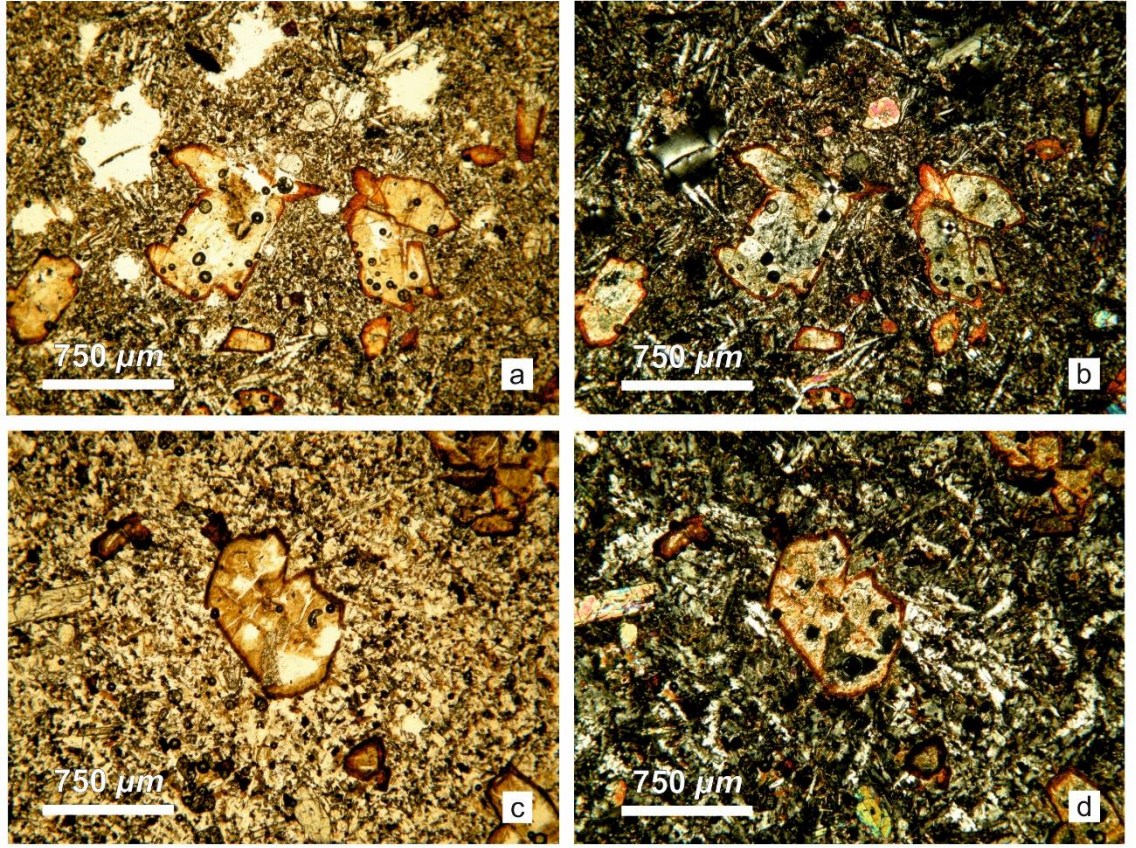


Şekil 3.18. a); b) İscehisar trakitindeki trakitik doku ve genel dokunun görünümü

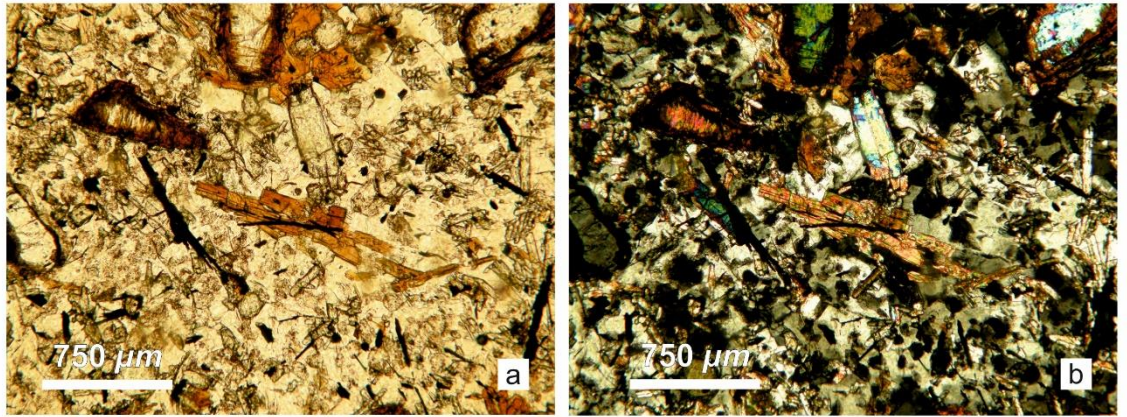


Şekil 3.19. İscehisar trakitinde gelişen ışınal mikrolit büyümeleri

Birim içerisinde gelişen olivin minerallerinde iddingsitleşme yaygındır (Şekil 3.20; 3.21).

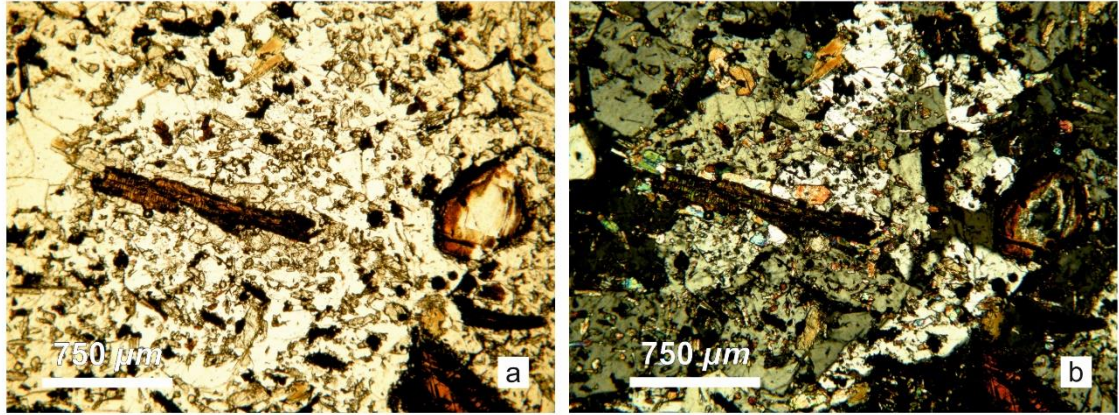


Şekil 3.20. İncehisar trakit biriminde gelişen olivin mineralleri etrafında ve içerisinde gelişen iddingsitleşme türü bozunmanın; **a; c)** tek nikoldeki görünümü **b; d)** çift nikoldeki görünümü

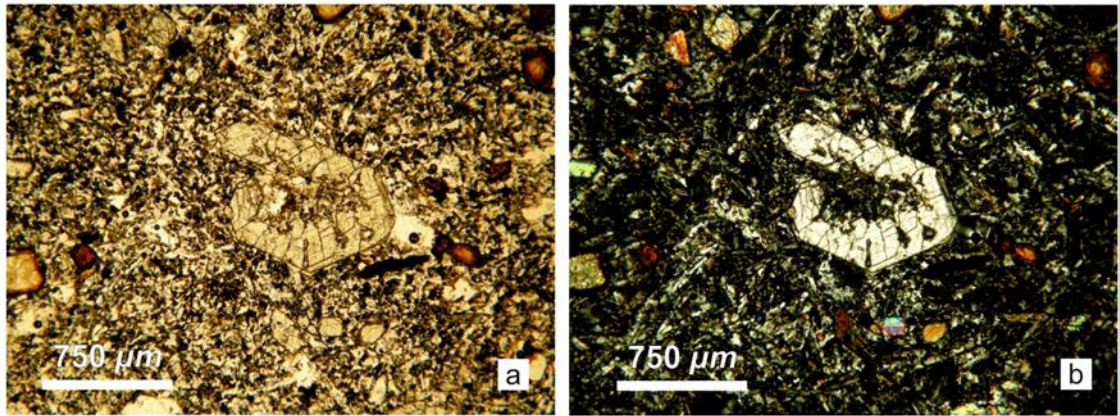


Şekil 3.21. İncehisar trakti içerisinde gelişen biyotit minerali; **a)** tek nikoldeki görünümü; **b)** çift nikoldeki görünümü

Kersütit mineralleri latalar şeklinde olup opasitleşme türü bozunma görülmektedir. Ojit minerallerinin ve iç kısımlarda hamur kapanımları yaygındır (Şekil 3.22; 3.23).



Şekil 3.22. İscehisar trakitinde gelişen kersütit minerallerinin; **a)** tek nikoldeki görünümü; **b)** çift nikoldeki görünümü



Şekil 3.23. Ojit minerallerinin ve iç kısımlardaki hamur kapanımlarının; **a)** tek nikoldeki görünümü; **b)** çift nikoldeki görünümü

3.3.2.3. İscehisar trakidasiti

İscehisar trakidasiti olarak tanımlanan birim plajiyoklaz, ojit, kersütit, biyotit, hornblend minerallerinden oluşmaktadır.

Plajiyoklaz mineralleri ince uzun latalar şeklinde olup Emirdağ trakit/trakidasitlerden farklı olarak birimde magma karışım dokuları bulunmamaktadır.

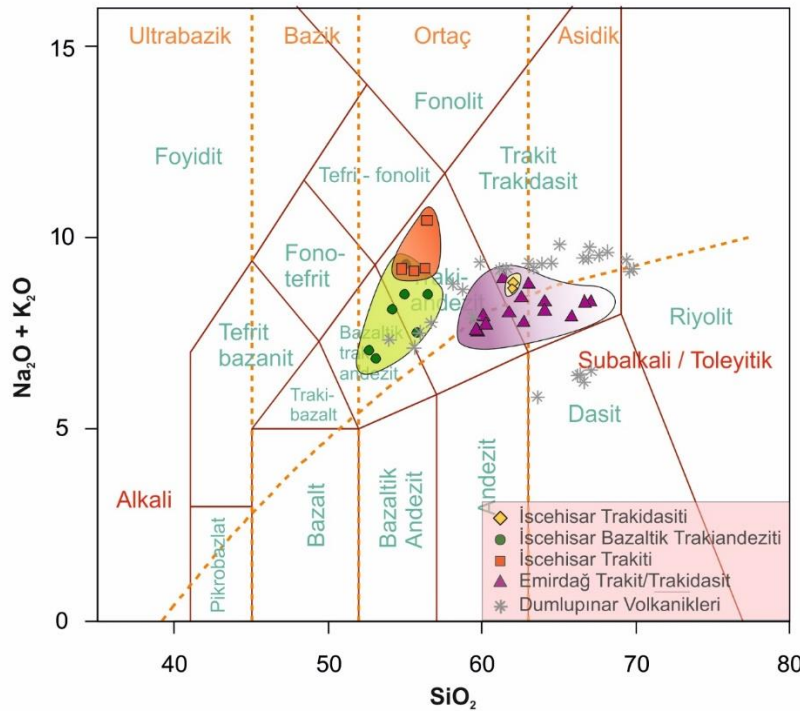
Kersütit ve ojit minerallerinde alterasyona bağlı olarak opasitleşme türü bozuşma oldukça fazladır.

3.4. Jeokimya

3.4.1. Ana ve eser element jeokimyası karakteristikleri

Emirdağ ve İscehisar civarında yüzlek veren volkanik kayaçların sınıflandırılması, isimlendirilmesi ve bu birimlerin petrolojik ve magmatik evriminin aydınlatılabilmesi amacıyla petrografik çalışmalar sonunda birimleri temsilen 27 adet jeokimya örneği seçilmiştir. Bunlardan İscehisar trakidasiti'ni temsilen 2, İscehisar trakiti'nden 4, İscehisar bazaltik trakiandeziti'nden 7, Emirdağ trakit/trakidasiti'ni temsilen 14 adettir.

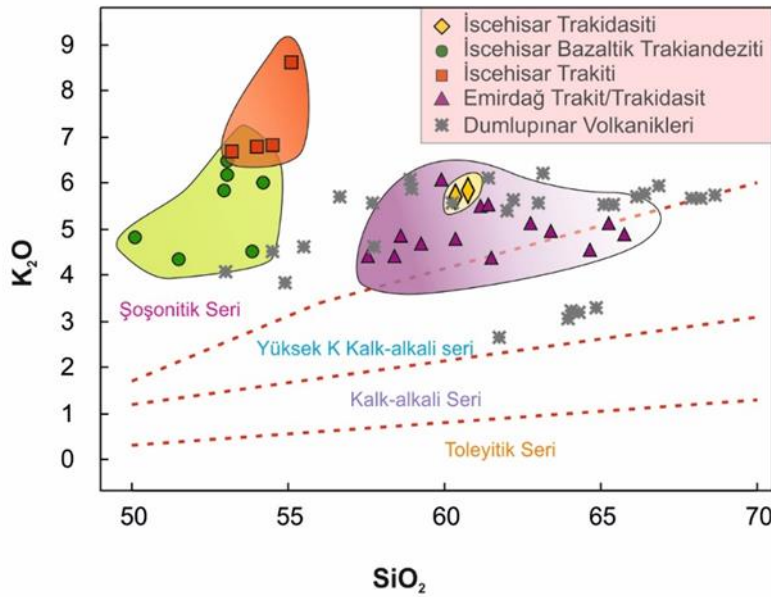
Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimler için farklı renk ve semboller kullanılarak çeşitli jeokimyasal diyagramlarda değerlendirilerek bölge jeolojisinin ve volkanizmayı meydana getiren magmanın özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İscehisar volkanik birimi mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda üç ayrı birime ayrılarak jeokimyasal adlandırma diyagramında İscehisar trakidasiti, İscehisar bazaltik trakiandeziti ve İscehisar trakiti isimlerini almışlardır. Emirdağ ve çevresinde yüzlek veren volkanik birim ise jeokimyasal adlandırma diyagramında trakiandezit, trakit-trakidasit bölgelerine düşmektedir. Emirdağ volkanik biriminin büyük çoğunluğunun trakit-trakidasit bölgesine düşmesi nedeniyle bölgedeki volkanik kayaçlara Emirdağ trakit-trakidasiti adı verilmiştir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerinin Le Bas vd (1986) diyagramındaki dağılımları

İscehisar bölgesinde yüzlek veren ve bu çalışma ile İscehisar trakidasiti, İscehisar trakiti ve İscehisar bazaltik trakiandeziti olarak adlandırılan üç birimde Le Bas vd. (1986)'ya göre alkali bileşime, Emirdağ trakit/trakidasiti olarak adlandırılan birim ise

subalkali/toleyitik bileşime sahiptir. K_2O - SiO_2 diyagramına (Peccerillo ve Taylor 1976) göre her dört birimde şoşonitik seriye düşmektedir (Şekil 3.25).



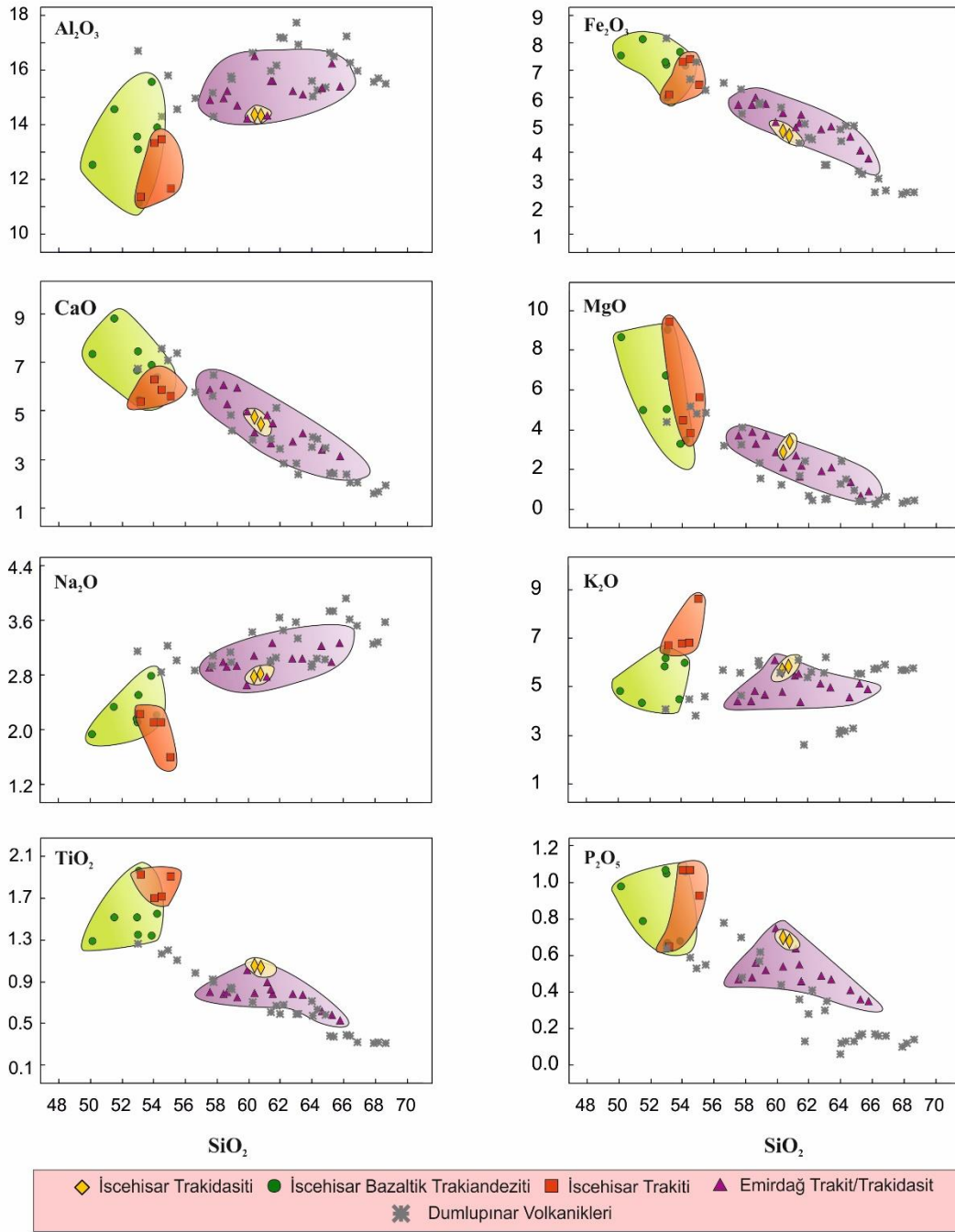
Şekil 3.25. Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerin K_2O - SiO_2 (Peccerillo ve Taylor 1976) diyagramındaki dağılımları

$MgO > 3$, $K_2O > 3$, $K_2O/Na_2O > 2$ ve $(K_2O + Na_2O)/Al_2O > 1$ değerlerine sahip volkanik kayalar Foley vd. (1987) tarafından ultrapotasik kayaç olarak tanımlanmaktadır. Emirdağ ve İscehisar'dan alınan örneklerde yapılan jeokimya analiz sonuçlarıyla ilgili değerlere bakılarak söz konusu volkanik kayaların Foley vd. (1987) tarafından önerilen kayaç sınıflamasında olup olmadıkları kontrol edilmiştir. Emirdağ ve çevresinde yüzlek veren volkanik kayaların K_2O ve MgO değerleri sırasıyla 4.37 – 6.09; 0.71 – 3.90 arasında; İscehisar ve çevresinde yüzlek veren volkanik kayalarda ise bu değerler 8.61 – 4.34, 3.28 – 9.44 arasındadır. K_2O/Na_2O oranı Emirdağ çevresindeki volkanik kayalar için 1.34 – 2.30, İscehisar ve çevresindeki volkanik kayalarda ise 1.61 – 5.38 değerlerine sahiptir. $(K_2O + Na_2O)/Al_2O$ oranı ise Emirdağ volkanik kayaları için 0.48 – 0.61 arasında, İscehisar volkanik kayalarında ise bu oran 0.46 – 0.88 arasında değişen değerlere sahiptir. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik kayalar için ultrapotasik kayaç tanımlaması yapılamaz. Bergman (1987), $K_2O/Na_2O > 5$ ve SiO_2 %45-55 değerlerine sahip ultrapotasik kayaları lamproyitik olarak tanımlamıştır. Emirdağ ve çevresinde yüzlek veren volkanik kayalar 57.53 - 63.40 %, İscehisar ve çevresinde yüzlek veren volkanik kayalar ise 50.12 - 60.77 % arasında değişen SiO_2 içerikleri ile lamproyitik karakter sergilememektedir (Çizelge 3.1).

Ana-eser element Harker (1909) diyagramları değerlendirildiğinde artan SiO_2 içeriğine göre Fe_2O_3 , CaO , MgO , TiO_2 , P_2O_5 , Rb , Th , U , Nb 'da artış, Al_2O_3 , Zr ve V 'da ise azalış görülmektedir. Na_2O İscehisar trakitlerinde azalmakta, diğer birimlerde ise artmaktadır. K_2O İscehisar volkanik birimlerinde artmakta iken, Emirdağ trakit/trakidasitinde azalmaktadır (Şekil 3.26; 3.27).

Çizelge 3.1. Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerin tüm kayaç ana, eser ve nadir toprak element analiz değerleri

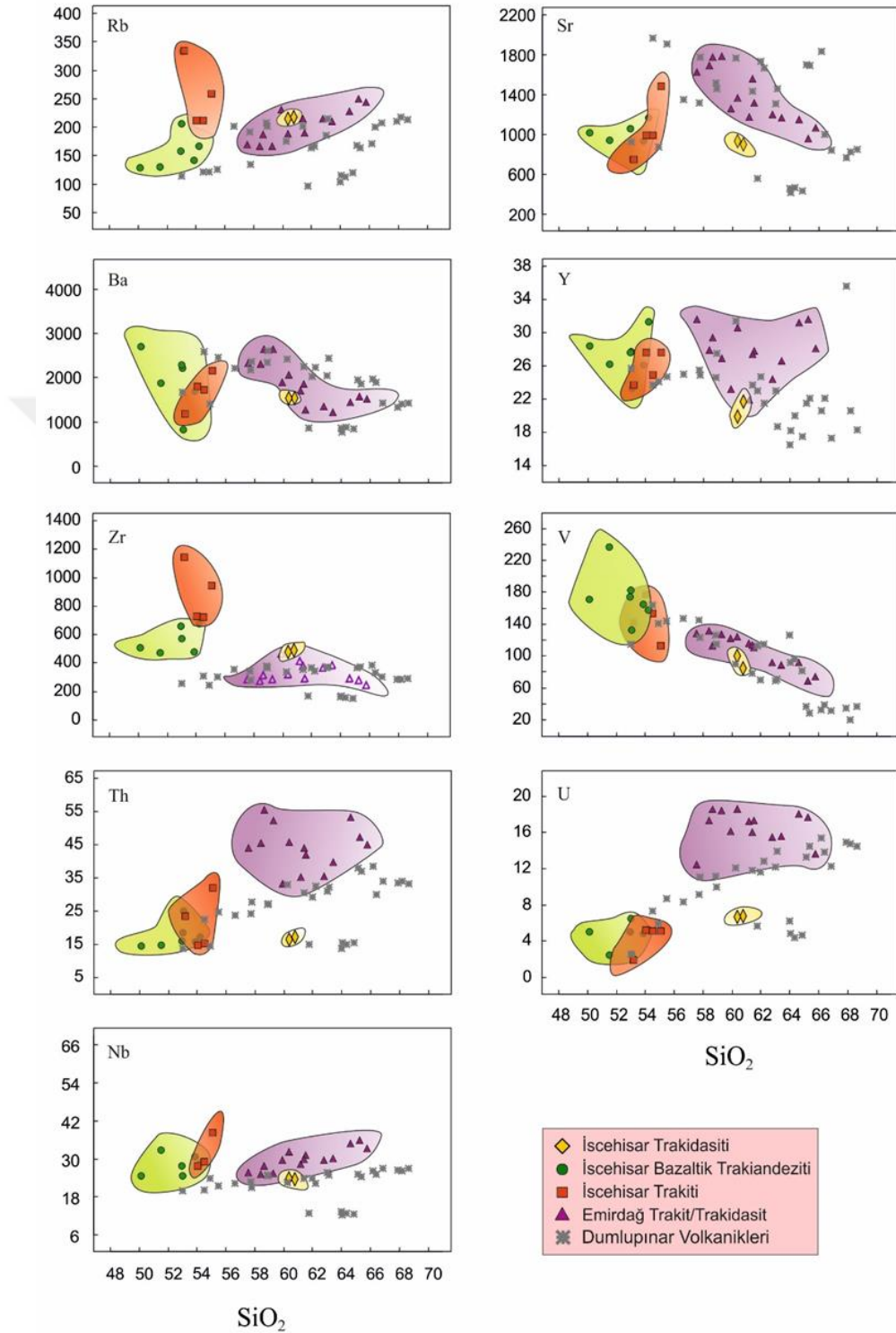
Birim	İscehisar Trakidasiti		İscehisar Bazaltik Trakiandeziti							İscehisar Trakiti				Emirdağ Trakit/Trakidasiti																
Örnek	ES-41	ES-1	ES-2	ES-5	ES-6	ES-7	ES-10	ES-11	ES-40	ES-3B	ES-9	ES-8	ES-4	ES-15	ES-16	ES-17	ES-21	ES-27	ES-31	ES-32	ES-33	ES-14	ES-18	ES-19	ES-23	ES-29	ES-35			
SiO ₂	60.77	60.37	53.03	50.12	52.96	53.05	51.52	54.21	53.86	54.52	55.08	53.19	54.02	61.52	64.63	65.75	65.26	61.16	62.77	61.41	63.40	58.40	57.53	58.61	59.91	60.37	59.27			
TiO ₂	1.04	1.05	1.35	1.29	1.52	1.96	1.52	1.55	1.34	1.72	1.91	1.93	1.70	0.78	0.62	0.53	0.58	0.90	0.78	0.83	0.77	0.78	0.80	0.80	1.01	0.79	0.75			
Al ₂ O ₃	14.34	14.36	13.10	12.54	13.58	11.13	14.58	13.91	15.56	13.46	11.66	11.36	13.35	15.61	15.35	15.40	16.23	14.32	15.23	15.60	15.11	14.96	14.91	15.22	14.23	16.50	14.69			
Fe ₂ O ₃	4.59	4.76	7.19	7.53	7.29	5.99	8.15	7.17	7.66	7.40	6.48	6.09	7.31	5.37	4.56	3.77	4.08	4.90	4.83	5.07	4.92	5.73	5.75	6.01	5.09	5.42	5.77			
MgO	3.37	2.91	5.02	8.68	6.76	9.05	4.98	3.48	3.28	3.87	5.63	9.44	4.51	2.22	1.36	0.92	0.71	2.72	1.91	1.65	2.11	3.90	3.72	3.29	2.89	2.09	3.73			
CaO	4.46	4.74	7.44	7.32	6.66	5.47	8.79	6.41	6.88	5.87	5.62	5.40	6.27	4.47	3.40	3.12	2.46	4.81	3.75	3.68	4.06	6.06	5.89	5.26	4.96	4.12	5.96			
Na ₂ O	2.81	2.77	2.10	1.93	2.16	2.51	2.33	2.22	2.79	2.10	1.60	2.23	2.11	3.27	3.23	3.27	2.98	2.77	3.04	3.02	3.04	2.98	2.90	2.92	2.65	3.08	2.93			
K ₂ O	5.85	5.69	6.16	4.83	5.84	6.49	4.34	5.99	4.50	6.83	8.61	6.69	6.78	4.37	4.56	4.89	5.14	5.48	5.11	5.53	4.97	4.40	4.42	4.84	6.09	4.78	4.68			
MnO	0.07	0.08	0.12	0.13	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.08	0.11	0.09	0.09	0.07	0.09	0.07	0.06	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.12	0.09	0.06	0.07	0.09			
P ₂ O ₅	0.68	0.70	1.05	0.98	1.07	0.67	0.79	1.06	0.68	1.07	0.93	0.65	1.07	0.46	0.41	0.35	0.36	0.64	0.49	0.55	0.47	0.48	0.47	0.56	0.75	0.54	0.52			
AK	1.5	2.1	2.7	3.7	1.3	2.8	2.3	3.0	2.8	2.4	1.3	2.1	2.1	1.3	1.3	1.5	1.7	1.6	1.5	1.9	0.6	1.5	2.8	1.6	1.7	1.6	0.8			
Toplam	99.49	99.51	99.26	99.21	99.29	99.37	99.41	99.15	99.46	99.36	98.99	99.33	99.36	99.48	99.48	99.53	99.52	99.45	99.50	99.39	99.52	99.30	99.31	99.25	99.41	99.39	99.25			
Sc	13	14	24	23	22	17	28	22	22	22	18	17	22	13	10	8	8	15	12	13	12	15	16	16	15	13	16			
Cu	8.5	19.8	44.3	48.5	43.4	45.7	34.5	22.9	36.0	35.7	32.8	38.0	19.7	9.9	7.9	7.3	5.5	14.9	15.3	17.7	12.4	24.2	18.9	15.7	14.0	9.3	31.0			
Pb	0.8	0.9	4.2	3.6	4.2	11.1	4.1	2.3	3.8	5.2	12.7	9.5	1.0	2.4	1.7	3.8	4.5	3.6	2.6	2.4	1.4	8.3	2.7	4.7	8.7	5.6	11.2			
Zn	18	41	52	68	62	54	67	48	58	59	50	51	57	36	30	42	42	46	24	34	19	49	35	23	48	40	46			
Ni	5.7	8.7	31.2	280.9	122.2	328.5	56.6	97.4	109.1	85.3	90.2	319.2	69.4	8.8	4.0	3.4	2.7	7.6	10.4	13.5	5.7	12.3	14.4	7.5	8.6	4.2	10.0			
Co	69.2	43.4	55.4	97.9	62.3	64.2	47.3	53.0	71.1	136.5	49.4	55.3	114.5	70.2	53.6	53.8	105.1	55.4	58.8	57.2	52.7	54.1	51.7	53.0	60.4	46.6	54.3			
Mo	0.2	0.7	1.7	1.2	1.2	0.2	1.4	1.2	1.5	1.2	0.5	0.2	0.7	0.9	1.1	0.8	0.3	2.3	0.5	0.5	0.4	1.6	0.8	1	2.1	1	1.5			
Cs	8.8	8.5	6.5	8.0	3.3	9.3	3.0	4.9	14.3	10.6	3.2	11.0	5.8	15.9	18.0	18.2	19.9	13.7	16.5	14.3	17.9	10.6	10.8	12.5	15.5	11.1	9.6			
Nb	23.6	23.9	24.6	24.7	27.8	62.6	32.9	28.7	30.8	29.1	38.2	61.2	27.8	31.2	34.9	33.3	36.0	28.4	29.6	30.0	30.1	25.1	25.8	27.8	29.5	32.2	25.4			
Ga	18.9	18.0	17.5	17.0	18.2	20.0	16.5	18.2	17.6	20.5	20.0	19.4	18.6	17.7	18.3	18.0	18.6	17.9	17.2	18.4	17.7	17.3	17.6	18.3	18.2	18.9	16.9			
V	85	100	182	171	174	132	237	158	165	153	113	142	177	111	92	74	69	116	92	114	89	131	128	113	122	124	127			
W	354.2	182.2	195.6	421.8	256.1	226.1	165.5	196.0	234.2	441.3	158.0	148.2	304.5	380.6	324.3	337.3	414.9	336.0	329.3	315.8	278.6	261.8	228.1	240.0	300.5	251.8	243.0			
Ba	1533	1539	2214	2709	2293	829	1870	3974	1695	1719	2157	1175	1791	1283	1445	1521	1571	1704	1358	1863	1219	2315	2325	2636	1886	2065	2636			
Rb	218.0	214.9	206.3	129.1	158.5	332.7	129.6	167.2	141.7	211.7	258.3	333.8	211.7	190.6	227.9	243.3	250.4	220.4	214.2	214.6	210.8	166.9	168.9	187.0	231.0	189.2	166.6			
Sr	902.7	934.2	1689.8	1019.0	1061.2	747.8	941.4	1169.7	934.4	989.6	1479.8	751.0	991.8	1313.4	1148.6	1063.0	955.3	1178.6	1203.1	1561.8	1166.2	1687.6	1623.6	1772.7	1256.6	1369.4	1782.2			
Hf	13.6	13.2	14.9	13.9	17.9	31.8	12.9	18.1	12.3	19.6	27.1	31.3	18.8	8.0	8.0	6.8	7.5	11.0	9.7	10.4	10.4	7.3	7.2	8.4	12.6	8.4	7.7			
Y	21.7	19.9	27.7	28.4	27.6	23.3	26.2	31.3	26.1	24.9	27.6	23.7	27.6	27.8	31.2	28.1	31.6	21.9	24.4	27.4	26.6	27.9	31.6	29.4	23.2	30.6	26.9			
Zr	487.8	480.5	569.7	506.9	658.5	1174.3	470.3	673.8	476.8	725.2	946.7	1144.3	728.8	294.5	294.3	247.9	278.6	417.0	370.2	377.7	387.8	271.7	285.1	315.6	468.0	321.2	286.0			
Th	17.2	16.5	18.4	14.4	16.1	25.1	14.8	17.2	15.8	15.2	32.0	23.6	14.7	42.0	53.2	44.9	47.3	35.2	35.4	43.9	39.7	45.4	43.9	55.4	33.2	45.8	52.2			
U	6.8	6.7	6.5	5.0	5.0	2.6	2.5	5.3	4.9	5.1	5.1	1.9	5.2	17.3	18.1	13.7	17.7	17.2	15.5	16.0	15.6	17.3	12.5	18.6	16.1	18.6	18.4			
Ta	1.7	1.9	1.4	1.5	1.6	3.6	1.9	1.8	1.7	1.7	2.1	3.7	1.8	2.6	2.9	2.8	3.0	2.1	2.3	2.3	2.3	2.0	1.9	2.0	2.0	2.5	2.1			
La	64.0	62.4	80.1	63.0	71.0	105.9	56.7	77.9	64.2	70.9	162.2	102.9	71.9	110.3	119.3	93.2	04.1	76.5	87.3	114.9	96.3	122.0	131.6	139.5	80.3	123.7	133.9			
Ce	129.8	125.7	166.4	124.2	146.0	230.7	112.5	159.3	122.0	144.2	337.1	223.3	148.1	193.9	217.6	166.4	178.7	146.3	167.3	219.9	186.2	229.7	229.4	257.6	151.3	222.5	257.2			
Pr	14.42	14.14	19.05	14.39	16.72	25.52	12.62	18.18	13.80	17.19	38.87	25.03	17.28	20.89	22.62	17.54	19.44	15.83	18.48	22.65	19.31	24.64	26.33	27.32	16.16	24.06	27.16			
Nd	55.2	53.7	73.3	55.2	62.3	93.4	46.5	68.3	51.1	66.5	144.3	91.0	68.0	71.8	80.3	62.9	68.0	56.6	68.0	79.1	69.7	88.9	97.9	99.2	59.7	87.0	96.7			
Sm	8.75	8.87	12.87	10.37	10.44	13.65	8.52	11.64	8.58	11.16	19.56	13.21	11.34	11.34	12.67	9.72	10.49	9.01	10.53	11.74	10.79	13.78	15.30	15.26	9.83	13.78	15.13			
Eu	1.99	1.97	3.12	2.56	2.57	2.86	2.23	2.67	2.14	2.58	4.10	2.72	2.64	2.58	2.60	2.06	2.23	2.07	2.41	2.65	2.47	3.12	3.42	3.32	2.29	2.95	3.35			
Gd	6.76	6.43	9.37	8.30	8.46	9.33	7.07	9.13	6.98	8.31	12.48	9.06	8.45	8.53	9.51	7.41	7.91	6.99	7.47	8.40	7.86	9.78	11.15	10.61	7.19	9.75	10.16			
Tb	0.87	0.84	1.19	1.08	1.11	1.11	0.99	1.19	0.96	1.04	1.31	1.08	1.10	1.10	1.18	0.99	1.06	0.89	0.95	1.03	0.98	1.10	1.24	1.24	0.88	1.19	1.17			
Dy	4.25	4.05	5.80	5.60	5.76	5.62	5.11	5.85																						



Şekil 3.26. Emirdağ ve İncehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂ ve P₂O₅ içeriklerinin SiO₂ içeriğine karşı değişimini gösteren Harker (1909) diyagramlarındaki dağılımı

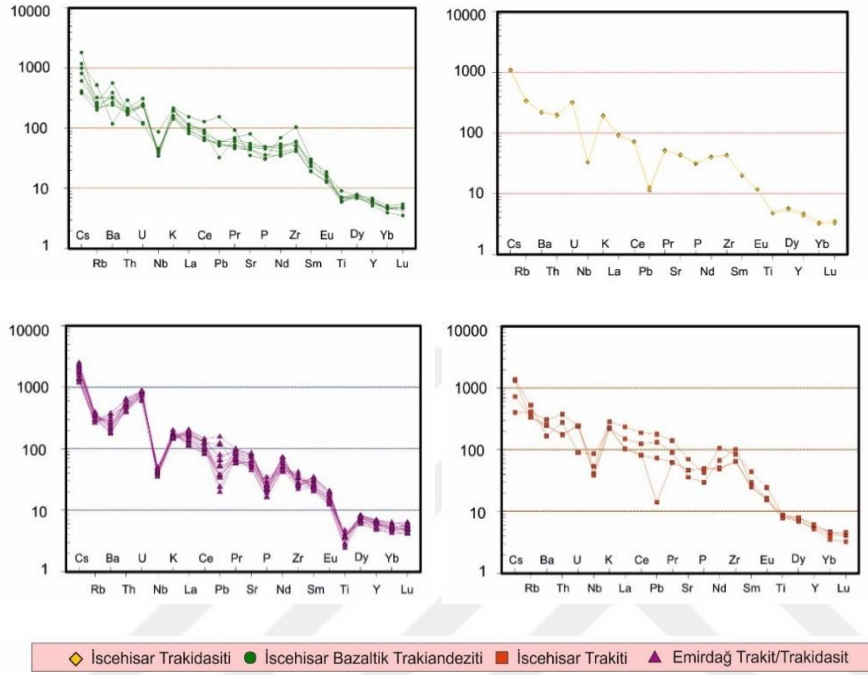
İlksel mantoya göre normalize edilmiş (Sun ve McDonough 1989) çoklu element değişim diyagramları Şekil 3.28’de gösterilmiştir. Emirdağ ve İncehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerde Nb, Pb, Ti elementlerince fakirleşme, İncehisar bazaltik trakiandezit ve İncehisar trakiti biriminde U, K ve Zr, İncehisar trakit biriminde K ve Zr elementleri bakımından zenginleşme görülürken, Emirdağ trakit/trakidasit biriminde Cs, U, Nd elementlerince zenginleşme dikkat çekicidir (Şekil 3.28). Kondrite göre normalize

edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramları Şekil 3.29’da gösterilmiştir (Boynton 1984).

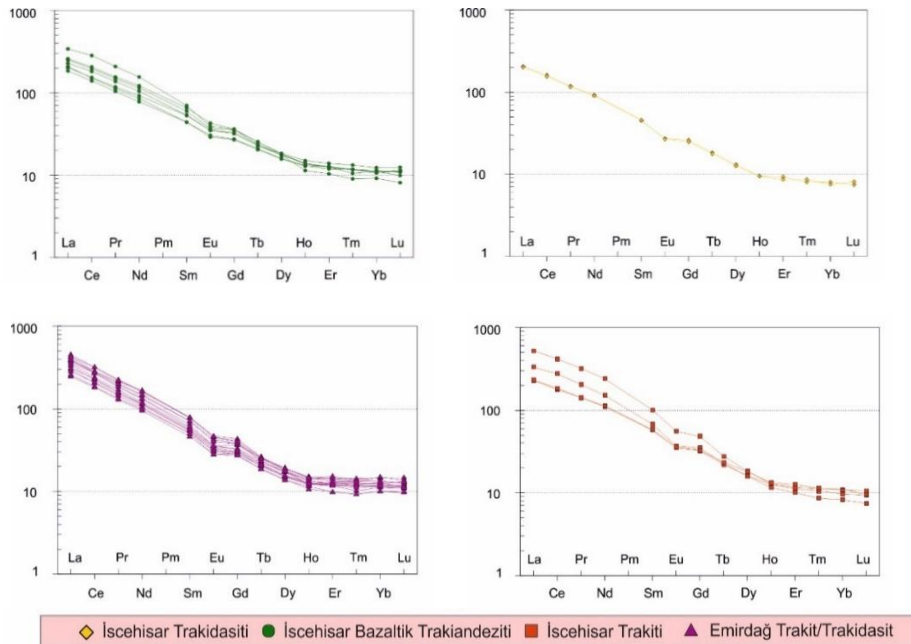


Şekil 3.27. Emirdağ ve İncehisar volkanik birimlerin Rb, Sr, Ba, Y, Zr, V, Th, U, Nb içeriklerinin SiO_2 içeriğine karşı değişimini gösteren Harker (1909) diyagramlarındaki dağılımı

Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element değişim diyagramlarında Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerinin tümünün hafif nadir toprak elementlerinden ağır nadir toprak elementlerine doğru bir azalma olduğu görülmektedir. Zenginleşme hafif nadir toprak elementlerinde tüm volkanik birimlerde 200-500 kat arasında iken, ağır nadir toprak elementlerinde bu oran yaklaşık olarak 7-15 kat arasındadır (Şekil 3.29).



Şekil 3.28. Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin Sun ve McDonough (1989)'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları



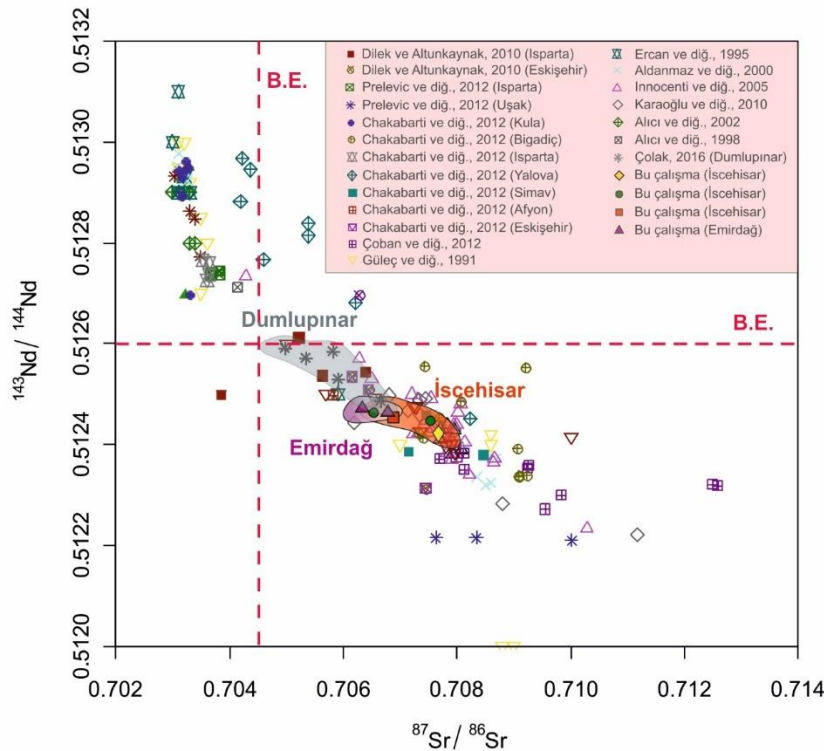
Şekil 3.29. Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin Boynton (1984)'e göre normalize edilmiş örümcek diyagramları

3.4.2. Sr-Nd izotop karakteristikleri

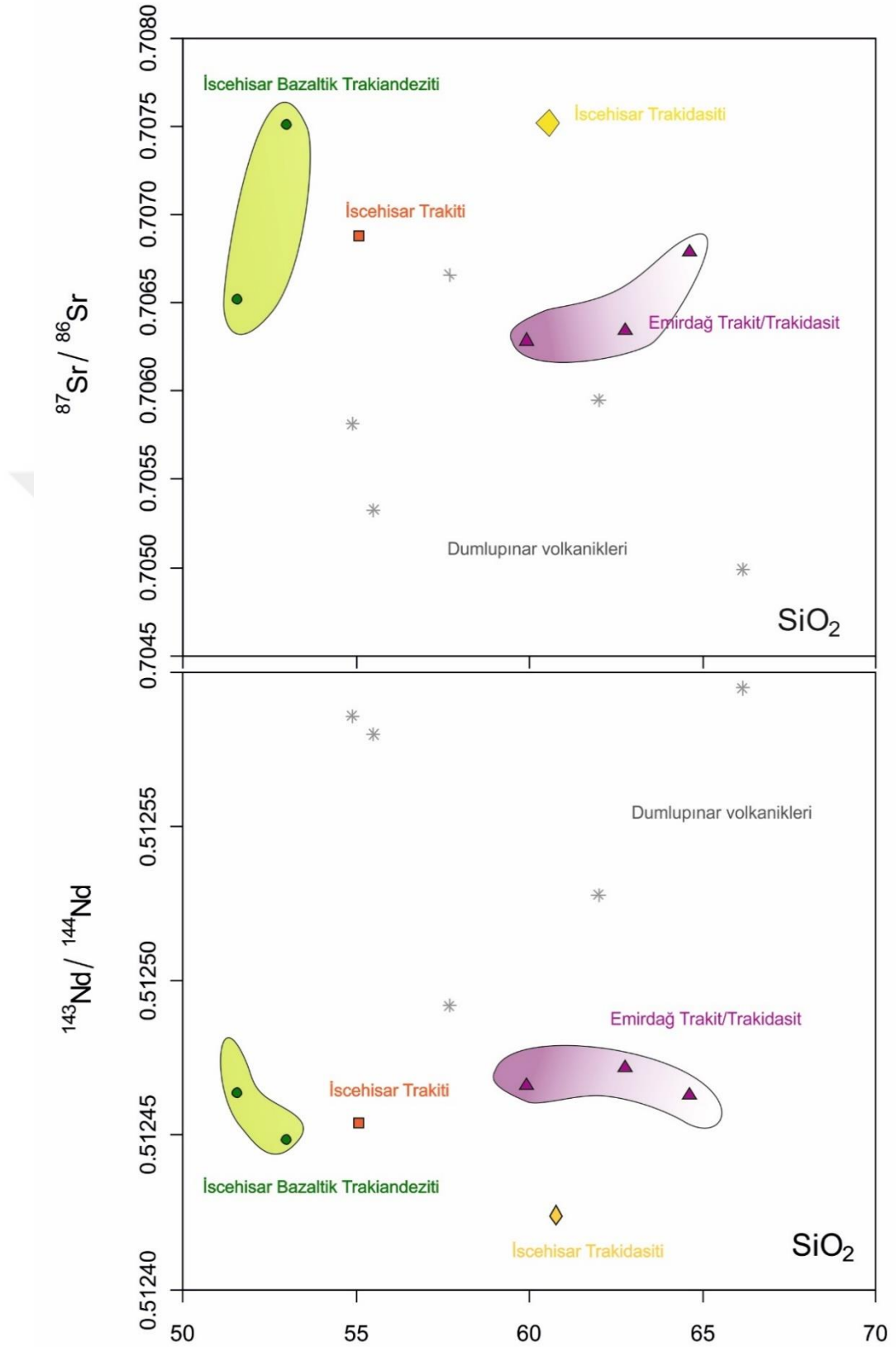
Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik kayalardan her birimi temsil edecek şekilde 7 adet örnek seçilerek Sr-Nd izotop analizleri yapılmıştır. İscehisar bölgesinde yüzlek veren ve bu çalışmada İscehisar trakidasiti olarak adlandırılan birimden elde edilen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop değerleri sırasıyla 0.70765 - 0.512424, İscehisar bazaltik trakiandeziti 0.707514 - 0.706527 ve 0.512449 - 0.512464, İscehisar trakiti 0.706881 - 0.512454 arasında değişmektedir. Emirdağ ve çevresinde yüzlek veren ve bu çalışma kapsamında Emirdağ trakit/trakidasiti olarak adlandırılan birimden elde edilen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop değerleri sırasıyla 0.706790 - 0.706284 - 0.706342 ve 0.512463 - 0.512466 - 0.512472 arasında değişmektedir (Çizelge 3.2, Şekil 3.30; 3.31).

Çizelge 3.2. Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin Sr-Nd izotop değerleri

Örnek No	Birim	Rb	Sr	Nd	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	±Hata	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	±Hata
ES-41	İscehisar trakidasiti	218.0	902.7	55.2	0.70765	7	0.512424	3
ES-6	İscehisar bazaltik trakiandeziti	158.5	1061.2	62.3	0.707514	5	0.512449	2
ES-10	İscehisar bazaltik trakiandeziti	129.6	941.4	46.5	0.706527	5	0.512464	4
ES-9	İscehisar trakiti	258.3	1479.8	144.3	0.706881	5	0.512454	3
ES-16	Emirdağ trakit/trakidasiti	227.9	1148.6	80.3	0.706790	9	0.512463	2
ES-23	Emirdağ trakit/trakidasiti	231.0	1256.6	59.7	0.706284	6	0.512466	3
ES-31	Emirdağ trakit/trakidasiti	214.2	1203.1	68.0	0.706342	6	0.512472	3



Şekil 3.30. Batı-Orta Anadolu’da yüzlek veren volkanik kayalar ile Emirdağ, İscehisar volkanik kayaların Sr-Nd izotop değerleri

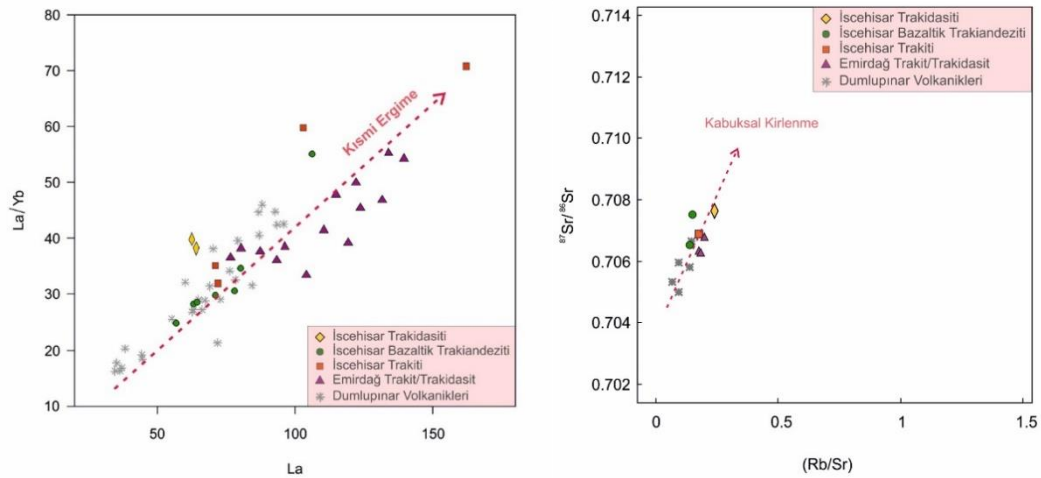


Şekil 3.31. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop bileşimlerine karşı SiO_2 içeriklerini gösterir diyagram

3.5. Magma Kökeni

Emirdağ ve civarında yüzlek veren trakitik volkanizmaya ait örneklerin büyük bir kısmı kalk-alkali çok az bir kısmı ise alkali bölgede yer almaktadır. Birim yüksek K'lu kalk-alkali-şoşonitik karakterlidir. Daha küçük alanlarda yayılım sunan İncehisar volkanikleri ise alkali-şoşonitik karakter sunmaktadır. Emirdağ volkanikleri 4.37-6.09 %wt; K₂O, 1.34-2.30 wt%; K₂O/Na₂O, 0.71-3.90 wt%; MgO ve 57.53-63.40 wt% SiO₂ değerlerine sahiptir. İncehisar volkanikleri ise, 4.34-8.61 wt% K₂O, 1.61-5.38 wt % K₂O/Na₂O, 3.28-9.44 wt% MgO ve 50.12-60.77 wt% SiO₂ içerikleri sunmaktadır. Foley (1987) ve Bergman (1987) verilerine göre tanımlanan ultrapotasik ve lamproyitik kayaç sınıflaması kriterleri değerlendirildiğinde, İncehisar volkaniklerinin bileşimlerinin lamproyitik karaktere yakın olduğu görülmektedir. Emirdağ ve İncehisar birimlerinde SiO₂'ye karşı değişen ana ve eser element içerikleri değerlendirildiğinde benzer gidişler sunmaktadır, ancak İncehisar volkaniklerinde Na₂O'de belirgin bir azalış K₂O içeriğinde ise belirgin bir artış görülmektedir. İlksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş çoklu element ve örümcek diyagramlarında ise Emirdağ ve İncehisar volkanikleri'nin bazı element içerikleri bakımından farklılık sunduğu görülmektedir.

Magmatik kayaçların oluşumu ve katılaşması sırasında etken olan süreçler değerlendirildiğinde, Emirdağ ve İncehisar civarında yüzlek veren volkanik kayaçlarda, La/Yb-La değişim diyagramlarında artan La/Yb içeriğine karşı La içeriği de hem Emirdağ'da hem de İncehisar'da artmaktadır. Yine benzer şekilde ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr-Rb/Sr değişim diyagramlarında da benzer davranışlar görülmektedir (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. Emirdağ ve İncehisar çevresinde yüzlek veren volkanik birimlerin La/Yb-La ve ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr-Rb/Sr değişimleri (Dumlupınar verileri Çolak (2016)'dan alınmıştır)

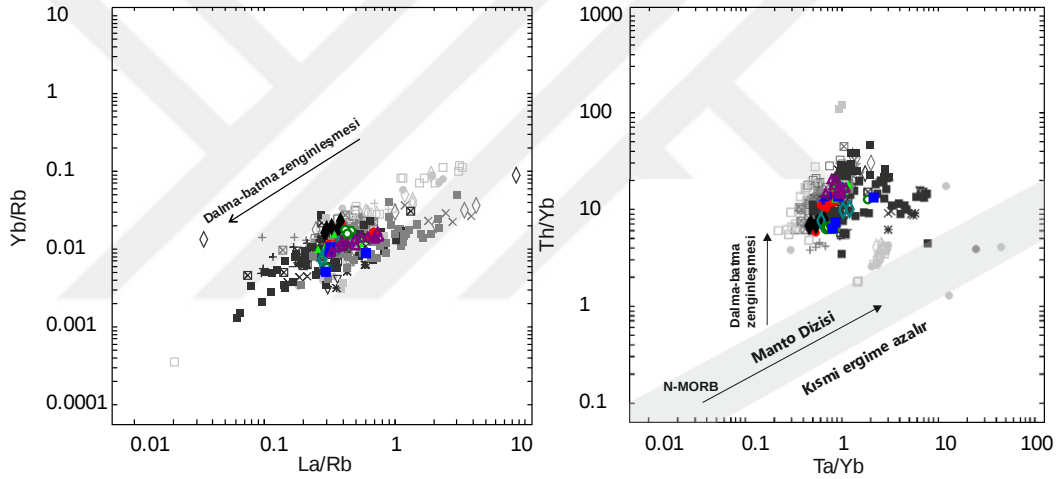
Emirdağ volkanik birimlerinde kısmi ergime, İncehisar birimlerinde ise kabuksal kirlenme daha fazla olup, bu özellikleri ile Emirdağ ve İncehisar birimleri birbirlerinden farklılık sunmaktadır (Şekil 3.32).

Ana, eser element tüm değişim diyagramlarına bakıldığında, özellikle Emirdağ volkaniklerinin ve İncehisar volkaniklerinin birbirinden farklı gidişlere sahiptir. Her iki birim birçok element açısından farklı davranışlar sergilemektedir. Ancak Emirdağ

biriminin kendi içerisinde ve İscehisar biriminin kendi içerisinde ayrı ayrı gelişmiş fraksiyonel kristalleşme süreci hakimdir. Tüm elde edilen veriler değerlendirildiğinde birbirlerinden farklı karakteristiklere sahip olan Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerinin farklı oranlarda manto ve kabuk bileşenlerinden türediği düşünülmektedir. Her iki volkanik birimde düşük $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, Nb/u, Ce/Pb ve nispeten yüksek $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerlerine sahiptir. Bu veriler zenginleşmiş ve metasomatize olmuş litosferik mantoyu işaret etmektedir.

Kalk-alkali karakterli Emirdağ volkanik biriminin oluşumunda kabuk katkısı mantoya göre daha fazla, alkali karakterli İscehisar volkanik biriminde ise manto katkısı daha fazladır. Ancak, kabuksal kirlenme etkisi İscehisar volkanik biriminde daha belirgindir.

Emirdağ ve İscehisar volkanik birimlerinde artan Yb/Rb-La/Rb ve Th/Yb-Ta/Yb oranları bu kayaların kökeninde dalma-batma etkisini işaret etmektedir. Burada dikkat çekici olan ise bu etkinin İscehisar volkaniklerinde daha fazla olduğudur (Şekil 3.33).

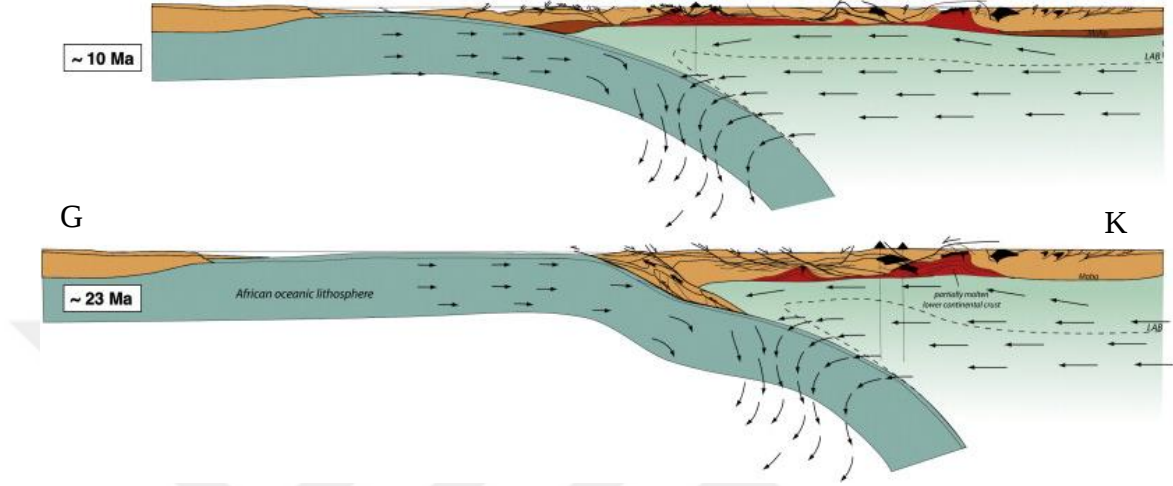


Şekil 3.33. Emirdağ ve İscehisar volkaniklerinin Yb/Rb-La/Rb ve Th/Yb-Ta/Yb değişimleri

3.6. Tektono-Magmatik Evrim

Anadolu'da Geç Oligosen ve sonrasında gelişen magmatizmayı oluşturan jeodinamik ortamın açıklanması için orojenik çökme ve buna bağlı litosferik delaminasyon (Aldanmaz vd. 2000; Dilek ve Altunkaynak 2009), dilimin geriye hareketi sonucu manto yükselimi ve litosferik incelleme ve dilimin geriye hareketi sonrasındaki dilim yırtılması gibi fikirler öne sürülmüştür. Batı Anadolu'daki kalk-alkali volkanizmanın jeokimyasal izleri incelendiğinde, yüksek K'lu, şoşonitik bir karaktere sahip oldukları ve yüksek derecede kabuk ergimesinin etkin olduğu görülmektedir ve bu nedenle orojenik nitelik sunmaktadır. Orogenik imzaya sahip volkanik birimlerin en geç 12.2 My'a kadar etkin olduğu izlenmektedir (Erkül vd. 2013). Bu evreden sonra bölgede belirgin bir şekilde alkali karaktere sahip ve astenosferik katkının izlendiği bir jeokimyaya sahip volkanik birimler bölgede etkin olmuştur. Bu astenosferik etkinin başladığı 12.2 My yaşının dilim yırtılmasının başladığı zaman olarak kabul edilmektedir.

Tüm jeolojik ve jeokimyasal veriler değerlendirildiğinde Emirdağ volkanik biriminin ve İscehisar volkanik biriminin belirgin şekilde orojenik imza taşıdıkları ve bu nedenle jeodinamik konum açısından batı Anadolu'daki diğer volkanik birimler ile karşılaştırılabileceği görülmektedir. Emirdağ volkanik biriminde dilimin geriye hareketi sonucu litosferik manto ve kabuk bileşenlerinin hakim olduğu kalk-alkali volkanizma hakimdir (Jolivet vd. 2013) (Şekil 3.34).



Şekil 3.34. Ege bölgesinde Ege litosferik dilimindeki geriye hareketin ve beraberinde oluşan magmatizmayı gösteren şematik kesit (Jolivet vd. 2013)

İscehisar'da ise dalan litosferik dilimde meydana gelen yırtılmanın hemen öncesinde gelişen metasomatize manto+kabuk bileşeninin hakim olduğu geçişli yüksek K'lu ultrapotasik volkanizma hakimdir.

Emirdağ ve İscehisar çevresinde yüzlek veren bu volkanikler, genişlemeli tektonik rejim etkisi ile astenosfer yükselimi ve bunun sonucunda gelişen litosferik mantonun kısmi ergimesi ile ilişkilendirilebilir. Litoseferdeki ergimeyi takiben alt kabuğun ergimesi ve karışması olayları gerçekleşmiştir. Üst kabuğun eklenmesi ile ise bu volkanikler kirlenmeye uğramışlardır.

4. SONUÇLAR

1. Orta Miyosen döneminde gelişen Emirdağ ve İscehisar civarında kalk-alkali ve alkali volkanizma birliktelik sunmaktadır. Kalk-alkali volkanizma Emirdağ ve çevresinde trakit/trakidasit bileşiminde yüzlek vermektedir. Alkali volkanizma İscehisar ve civarında bazaltik trakiandezit ile başlamakta ve trakidasit ile bitmektedir.
2. Emirdağ çevresindeki volkanik sistemler bazı bölgelerde KB doğrultulu normal faylar, bazı bölgelerde ise KD doğrultulu normal faylar ile kontrol edilmektedir.
3. Elde edilen jeokimyasal verilere göre Emirdağ ve İscehisar volkanikleri kısmi ergime, kabuksal kirlenme, fraksiyonel kristallenme ve magma karışım süreçlerinden etkilenmişlerdir. Özellikle İscehisar volkaniklerinde üst kabuk etkisi daha yoğun görülmektedir.
4. Bölgede yüzlek veren volkanizmada dalma-batma etkisi oldukça yoğundur ve bölgedeki diğer volkanik birimler ile uyumluluk göstermektedir.
5. Bölgede gelişen genişlemeye bağlı olarak manto ve kabuk etkileşimleri sonucu metasomatizma etkisi taşıyan litosferik mantonun yükselmesi kalk-alkaliden başlayan ve alkalilere geçiş yapan volkanizma gelişmiştir. Emirdağ volkanizması dilimin geriye hareketi, İscehisar volkanizması ise dalan litosferik dilimde meydana gelen yırtılmanın hemen öncesinde oluşmuştur.

5. KAYNAKLAR

- Akal, C. 2003. Mineralogy and geochemistry of melilite leucitites, Balçıkhisar, Afyon (Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 12 (3): 215-239.
- Akal, C. 2008. K-richterite–olivine–phlogopite–diopside–sanidine lamproites from the Afyon volcanic province, Turkey. *Geological Magazine*, 145 (4): 570-585.
- Akal, C., Candan, O., Koralay, E., Oberhänsli, R., Chen, F. ve Prelević, D., 2012. Early Triassic potassic volcanism in the Afyon Zone of the Anatolides/ Turkey: implications for the rifting of the NeoTethys, *International Journal of Earth Sciences* 101 (1), 177-194
- Akal, C., Helvacı, C., Prelević, D., van den Bogaard, P., 2013. High-K volcanism in the Afyon region, western Turkey: from Si-oversaturated to Si-undersaturated volcanism. *Int. J. Earth Sci.* 102, 435–453.
- Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. and Mitchell, J.G. 2000. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 102 (1): 67- 95.
- Alıcı, P., Temel, A., Gourgaud, A., Kieffer, G. and Gündoğdu, M.N. 1998. Petrology and geochemistry of potassic rocks in the Gölcük area (Isparta, SW Turkey): genesis of enriched alkaline magmas. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85 (1): 423-446.
- Aydar E. and Bayhan H. 1995. Le volcanisme alcalin d'Afyon, Anatolie de l'ouest, Turquie: approche volcanologique et pétrologique, *Bull. Section Volcanologique, Soc. Géol. France* 36: 1-5.
- Aydar, E., Bayhan, H. and Gourgaud, A. 1998. Köroğlu caldera, mid-west Anatolia, Turkey: volcanological and magmatological evolution. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85 (1): 83-98.
- Aydar, E., Bayhan, H. and Gourgaud, A. 2003. The lamprophyres of Afyon stratovolcano, western Anatolia, Turkey: description and genesis. *Comptes Rendus Geoscience*, 335 (3): 279-288.
- Becker-Platen, J., Benda, L. and Steffens, P., 1977, Litho-und biostratigraphische und radiometrische Altersbestimmungen aus dem Jungtertiär der Türkei: *Geol. Jb.*, B 25, 139-167.
- Bergman, S.C. 1987. Lamproites and other potassium-rich igneous rocks: a review of their occurrence, mineralogy and geochemistry. *Geological Society, London, Special Publications*, 30 (1): 103-190.
- Besang, C., Eckhardt, F.J., Harre, W., Kreuzer, H. and Müller, P. 1977. Radiometrische Altersbestimmungen an neogenen eruptivgesteinen der Türkei. *Geologisches Jahrbuch B*, 25: 3-36. BİNGÖL, E. 1977. Muratdağı jeolojisi ve ana kayaç birimlerinin petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 20: 13-66.
- Biryol, C.B., Beck, S.L., Zandt, G. and Özacar, A.A. 2011. Segmented African lithosphere beneath the Anatolian region inferred from teleseismic P-wave tomography. *Geophysical Journal International*, 184 (3): 1037-1057.

- Boynton, W.V. 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements; meteorite studies. Elsevier, pp. 63-114, Amsterdam.
- Candan, O., Çetinkaplan, M., Oberhansli, R., Rimmele, G. and Akal, C. 2005. Alpine high-P/low-T metamorphism of the Afyon Zone and implications for the metamorphic evolution of Western Anatolia, Turkey. *Lithos*, 84 (2005): 102-124.
- Çoban, H. and Flower, M.F. 2006. Mineral phase compositions in silicaundersaturated 'leucite' lamproites from the Bucak area, Isparta, SW Turkey. *Lithos*, 89 (3): 275-299.
- Çoban, H. and Flower, M.F. 2007. Late Pliocene lamproites from Bucak, Isparta (southwestern Turkey): implications for mantle 'wedge' evolution during Africa-Anatolian plate convergence. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29 (1): 160-176.
- Çolak, C. 2016. Dumlupınar Volkanik Birimlerinin Petrojenetik Evrimi ve Eskişehir-Afyon-Isparta Çizgiselliği İle Jeodinamik İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 74 s.
- Dilek, Y. and Altunkaynak, Ş. 2009. Geochemical and temporal evolution of Cenozoic magmatism in western Turkey: mantle response to collision, slab breakoff, and lithospheric tearing in an orogenic belt. *Geological Society, London, Special Publications*, 311 (1): 213-233.
- Dilek, Y. and Altunkaynak, Ş. 2010. Geochemistry of Neogene – Quaternary alkaline volcanism in western Anatolia, Turkey, and implications for the Aegean mantle. *International Geology Review*, 52 (4-6): 631-655.
- Dewey J.F. 1988. Extensional Collapse of Orogens, *Tectonics*, 7, 1123-1139.
- Ercan, T. 1986. Orta Anadolu'daki Senozoyik Volkanizması. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 107: 119-140.
- Elitok, Ö., Özgür, N., Druppel, K., Dilek, Y., Platevoet, B., Guillou, H., Poisson, A., Scaillet, S., Satır, M., Siebel, W., Bardintzeff, J.M., Deniel, C. and Yılmaz, K., 2010. Origin and geodynamic evolution of late Cenozoic potassium-rich volcanism in the Isparta area, southwestern Turkey. *International Geology Review*, 52 (4–6): 454–504.
- Erkül, F., Erkül, S.T., Ersoy, Y., Uysal, İ. and Klöetzli, U. 2013. Petrology, mineral chemistry and Sr–Nd–Pb isotopic compositions of granitoids in the central Menderes metamorphic core complex: Constraints on the evolution of Aegean lithosphere slab. *Lithos*, 180, 74-91.
- Ersoy, Y.E., Helvacı, C. and Palmer, M.R. 2012. Petrogenesis of the Neogene volcanic units in the NE–SW-trending basins in western Anatolia, Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 163 (3): 379-401.
- Floyd, P.A., Yalınız, M.K. and Göncüoğlu, M.C. 1998. Geochemistry and petrogenesis of intrusive and extrusive ophiolitic plagiogranites, Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Lithos*, 42 (3): 225-241.
- Foley, S., Venturelli, G., Green, D.H. and Toscani, L. 1987. The ultrapotassic rocks: characteristics, classification and constraints for petrogenetic models. *Earth-Science Reviews*, 24 (2): 81-134.

- Francalanci, L. 1990. Tertiary-Quaternary alkaline magmatism of the Aegean Western Anatolian area: a petrological study in the light of new geochemical and isotopic data. International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region, pp. 385-396, 1-6 October, Dokuz Eylül University, İzmir.
- Francalanci, L., Innocenti, F., Manetti, P. and Savaşçın, M.Y. 2000. Neogene alkaline volcanism of the Afyon-Isparta area, Turkey: petrogenesis and geodynamic implications. *Mineralogy and Petrology*, 70 (3-4): 285-312.
- Göktaş, F. 2010. Kırka-Seyitgazi (ESKİŞEHİR) Havzası ve Çevresindeki Neojen Tortullaşması ile Volkanizmanın Jeolojik Etüdü. MTA Derleme No:11306, Ankara, (yayınlanmamış).
- Gündoğan, İ., Helvacı, C., Güngör, T., Özerler, M., Yücel Öztürk, Y. ve Karamandere, İ.H., 2009. Sandıklı (Afyon) çevresindeki Neojen volkanizmasıyla ilişkili hidrotermal alterasyon ve cevherleşmelerin mineralojisi ve genetik ilişkisi. TÜBİTAK, Proje No: 106Y153, Kasım 2009, İzmir, 221 s.
- Gündoğan, İ., Yücel Öztürk, Y., Helvacı, C., Güngör, T., Karamandere, İ. H. ve Koralay, O.E. 2012. Sandıklı (Afyon) volkanitlerinin jeolojik konumu ve Karacaören siyenitoidinin jeokronolojik yaşının volkanik istifteki önemi. 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı, pp. 362-363, 2-6 Nisan, Ankara.
- Gürsoy, H., Piper, J.D.A. and Tatar, O. 2003. Neotectonic deformation in the western sector of tectonic escape in Anatolia: palaeomagnetic study of the Afyon region, central Turkey. *Tectonophysics*, 374 (1): 57-79.
- GÜRSU, S. ve GÖNCÜOĞLU, M.C. 2005. Batı Torosların (Sandıklı GB'sı, Afyon) Geç Neoproterozoyik ve Erken Paleozoyik Yaşlı Birimlerinin Jeolojisi ve Petrografisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 130: 29-55.
- Harker, A. 1909. The natural history of igneous rocks. The Macmillan Company, New York, 418 p.
- Helvacı, C and Alonso, R.N. 2000. Borate deposits of Turkey and Argentina; a summary and geological comparison. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9 (1): 1- 27.
- Innocenti, F., Agostini, S., Di Vincenzo, G., Doglioni, C., Manetti, P., Savaşçın, M.Y. and Tonai, S. 2005. Neogene and Quaternary volcanism in Western Anatolia: magma sources and geodynamic evolution. *Marine Geology*, 221 (1): 397-421.
- Jolivet, L., Faccenna, C., Huet, B., Labrousse, L., Pourhiet, L., Lacombe, O., Lecomte, E., Burov, E., Denele, T., Brun, J.P., et al. 2013. Aegean tectonics: Strain localization, slab tearing and trench retreat, *Tectonophysics* 597–598, 1-33.
- Kaya, O., 1981, Miocene reference section for the coastal part of West Anatolia. *Newsl. Strathgr.* 10, 164-191.
- Keller, J. and Villari, L. 1972. Rhyolitic ignimbrites in the region of Afyon (Central Anatolia). *Bulletin Volcanologique*, 36 (2): 342-358.
- Keller, J. 1983. Potassic lavas in the orogenic volcanism of the Mediterranean area. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 18 (1): 321-335.
- Kissel, C., Laj, C., Poisson, A., Savaşçın, M.Y., Simeakis, K. and Mercier, L., 1986. Paleomagnetic evidence for Neogene rotational deformations in the Aegean Domain. *Tectonics*, 5, 783-795

- Koçyiğit, A. 2003. Orta Anadolu'nun genel neotektonik özellikleri ve depremselliği, Haymana-Tuzgolu-Ulukisla Basenleri Uygulamalı Çalışma: TAPG, Özel Sayı 5, 1-26.
- Köksal, S. and Göncüoğlu, M.C. 2008. Sr and Nd isotopic characteristics of some S-, I- and A-type granitoids from Central Anatolia. Turkish Journal of Earth Sciences, 17 (1): 111-127.
- Kumral, M., Çoban, H., Gedikoğlu, A. and Kılınç, A. 2006. Petrology and geochemistry of augite trachytes and porphyritic trachytes from the Gölcük volcanic region, Isparta, SW Turkey: a case study. Journal of Asian Earth Sciences, 27 (5): 707-716.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. Journal of petrology, 27 (3): 745-750.
- Lefevre, C., Bellon, H. and Poisson, A. 1983. Présence de leucitites dans le volcanisme Pliocene de la region d'Isparta (Taurides occidentales, Turquie). Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences. Série 2, Mécaniquephysique, chimie, sciences de l'univers, sciences de la terre, 297 (4): 367-372.
- Mckenzie, D. 1972. Active Tectonics of Mediterranean Region, Geophys. J. R. Astro. Soc., 30, 109-185.
- Metin, S., Genç, Ş. ve Bulut, V. 1987. Afyon ve dolayının jeolojisi. MTA Raporu, No: 8103 (yayınlanmamış), Ankara.
- Okay, A.İ. 1984. Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. In: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (ed. J.E. Dixon ve A.H.F. Robertson), Geological Society Special Publication No. 17, 455-466
- Okay, A.İ., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R., Akyüz, S. 1996. Paleo- and NeoTethyan events in northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints. The Tectonic Evolution of Asia, 420- 441.
- Okay, A.I. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. Geological Society, London, Special Publications, 156 (1): 475-515.
- Öngür, T. 1973. Sandıklı (Afyon) jeotermal araştırma bölgesine ilişkin jeolojik durum ve jeotermal enerji olanakları. MTA Raporu No: 5520 (yayınlanmamış), Ankara.
- Pearce, J.A. 1983. The role of sub-continental lithosphere in magma genesis at destructive plate margins. In Continental basalts and mantle xenoliths. Nantwich: Shiva, 230-49.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R. 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. Contrubutions to Mineralogy and Petrology, 58: 63-81.
- Platevoet, B., Scaillet, S., Guillou, H., Blamart, D., Nomade, S., Massault, M., Poisson, A., Ö., Elitok, N., Özgür, F., Yağmurlu and Yılmaz, K. 2008. Pleistocene eruptive chronology of the Gölcük volcano, Isparta Angle, Turkey. Quaternaire. Revue de l'Association Française Pour L'étude du Quaternaire, 19 (2): 147-156.

- Prelević, D., Akal, C., Romer, R.L and Foley, S.F. 2010. Lamproites as indicators of accretion and/or shallow subduction in the assembly of southwestern Anatolia, Turkey. *Terra Nova*, 22 (6): 443-452.
- Prelević, D., Akal, C., Foley, S.F., Romer, R.L., Stracke, A. and Van Den Bogaard, P. 2012. Ultrapotassic mafic rocks as geochemical proxies for postcollisional dynamics of orogenic lithospheric mantle: the case of southwestern Anatolia, Turkey. *Journal of Petrology*, 53 (5): 1019-1055.
- Prelević, D., Akal, C., Romer, R.L., Mertz-Kraus, R. and Helvacı, C. 2015. Magmatic response to slab tearing: constraints from the Afyon Alkaline Volcanic Complex, western Turkey. *Journal of Petrology*, 56 (3): 527-562.
- Savaşçın, M.Y. 1990. Magmatic activities of Cenozoic compressional and extensional tectonic regime in Western Anatolia. In eds. Savaşçın and Eronat, Vol.II, 420-434.
- Savaşçın, Y. and Güleç, N. 1990. Relationship between magmatic and tectonic activities in western Turkey. *International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region*, pp. 300-313, 1-6 October, Dokuz Eylül University, İzmir.
- Savaşçın, M.Y., Birsoy, R., Dağ, N. and Nohutcu, E., 1994. Kırka-Afyon Isparta structural trend and alkaline rock associations, Anatolia. *Bull. Geol. Soc. of Greece*, 89-98.
- Savaşçın, M.Y. and Oyman, T. 1998. Tectono-magmatic evolution of alkaline volcanics at the Kırka-Afyon-Isparta structural trend, SW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7 (3): 201-214.
- Sağlam Selçuk, A. 2009. Mahmudiye-Çifteler-Emirdağ (Eskişehir GD'su) Havzasının Neotektoniği. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 129 s.
- Seyitoğlu, G. and Scott, B.C., 1992. Late Cenozoic volcanic evolution of the Northeastern Aegean Region. *Journ. of Volcanol. And Geotherm. Resear.*, 54, 157-176.
- Seyitoğlu, G. , Scott, B. C., 1996. The age of the Alaşehir graben (West Turkey) and its tectonic implications, *Geological Journal*, 31, 1-11.
- Sun, S.S. 1980. Lead isotopic study of young volcanic rocks from mid-ocean ridges, ocean islands and island arcs. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 297 (1431): 409 - 445.
- Sun, S.S. and McDonough, W.S. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geological Society, London, Special Publications*, 42 (1): 313-345.
- Sunder, M.S., 1980. Geochemistry of the Sarıkaya borate deposits (Kırka-Eskişehir). *Bulletin of the Geological Society of Turkey*, 2: 19-34.
- Sunder, M.S, 1982. Geology of the Kırka (Eskişehir) region and the formation of Sakarya borate deposits: TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi, ss. 105-107, Ankara.
- Şahin Ş., Ünlügenç Ü.C. 2014. Bayat-Bolvadin (Afyonkarahisar) Arasındaki Bölgenin Stratigrafisi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, cilt.1, ss.173-191.

- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Şaroğlu, F. and Görür, N. 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey a case study. *Strike-slip Deformation, basin Formation, and Sedimentation* (Eds: Biddle, K.T. and Christie-Blick, N.) Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub. 37 (in honor of J.C. Crowell), 227-264.
- Uman, Ö. ve Yergök, A. F. 1979. “Emirdağ (Afyon) dolayının jeolojisi”, MTA Rap, (6604). Yağmurlu, F., Savaşın, Y. ve Ergun, M. 1997. “Relation of alkaline volcanism and active tectonism within the evolution of Isparta Angle, SW Turkey”, *The Journal of Geology*, 105, 717-728.
- Yağmurlu, F., Savaşın, Y. and Ergün, M. 1997. Relation of alkaline volcanism and active tectonism within the evolution of the Isparta Angle, SW Turkey. *The Journal of Geology*, 105 (6): 717-728.
- Yalçın, H. 1988. Kırka (Eskişehir) yöresi volkanosedimenter oluşumlarının mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 209.
- Yalçın, H. 1989. Neojen yasli Kırka (Eskişehir) volkanosedimanter gölsel basenin stratigrafik ve tektonik özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri*, 6-7: 165-181.
- Yılmaz, Y., 1989. An approach to the origin of young volcanic rocks of Western Turkey, In A.M.C. Şengör (ed), *Tectonic Evolution of the Tethyan Region*, Kluwer Academic Publishers, 159-189.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z. and Altunkaynak, Ş. 2001. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance. *Journal of Geodynamics*, 31 (3): 243-2.

6. EKLER

EK-1: Çalışma sahasından alınan volkanik kayaç örneklerinin özellikleri ve çalışma yöntemleri

Birim	Örnek No	Lokasyon	Özellikler	Bozunma	Mineralojik Bileşim	İnceleme Yöntemleri			Kayaç adı
						İncekesit	Jeokimya	Sr-Nd	
İscehisar Trakidasiti	ES – 1	308182/4314093	ince uzun plajiyoklaz lataları	opasitleşme yaygın	plajiyoklaz, ojit, piroksen, olivin	+	+		rakidasit
	ES – 2	307979/4314201	kersütitler levhamsı prizmatik latalar şeklinde	opasitleşme yaygın	plajiyoklaz, ojit, hornblend, kersütit	+	+		trakidasit
	ES – 41	308876/4312966	kersütit latalar şeklinde	ojitlerde ve biyotitlerde aşırı derece opasitleşme	plajiyoklaz, ojit, kersütit, biyotit	+	+	+	trakidasit
	ES – 42	309107/4312509	plajiyoklazlar ince uzun latalar şeklinde	opasitleşme yaygın	plajiyoklaz, ojit, piroksen, biyotit	+			trakidasit
İscehisar Traktiti	ES – 3a	304994/4303661		olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, piroksen, olivin	+			trakit
	ES – 3b	304994/4303661		olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, olivin	+	+		trakit
	ES – 4	304928/4303661		olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, olivin	+	+		trakit
	ES – 8	300870/4304703		olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, olivin	+	+		trakit
	ES – 9	306902/4301411	kersütitler latalar şeklinde	ojit-kersütitte opasitleşme	kuvars, plajiyoklaz, ojit, kersütit, biyotit	+	+	+	trakit
	ES – 39	304483/4304071		olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz, olivin, ojit	+			trakit
İscehisar Bazaltik Trakiandeziti	ES – 5	306844/4306277		olivinlerde iddingsitleşme karbonatlaşma?	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, olivin	+	+		bazaltik trakiandezit
	ES – 6	306994/4307806		olivinlerde iddingsitleşme karbonatlaşma	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, olivin	+	+	+	bazaltik trakiandezit
	ES – 7	300748/4304732		olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, olivin	+	+		bazaltik trakiandezit
	ES – 11	307770/4304239		olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz, ojit, olivin	+	+		bazaltik trakiandezit
	ES – 40	305138/4304795		olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, olivin	+	+		bazaltik trakiandezit
	ES – 10	311259/4299032	plajiyoklaz mikrolitleri yaygın	olivinlerde iddingsitleşme	plajiyoklaz fenokristalleri, ojit, olivin	+	+	+	bazaltik trakiandezit
Emirdağ Trakit/Trakidasiti	ES – 12a	335175/4306440		mafik minerallerde karbonatlaşma yaygın	plajiyoklaz, ojit	+			trakit/trakidasit
	ES – 12b	335175/4306440		karbonatlaşma yaygın	plajiyoklaz, ojit	+			trakit/trakidasit
	ES – 13	335452/4307054	plajiyoklazlarda magma karışım dokuları	biyotitlerde opasitleşme	plajiyoklaz, biyotit, ojit, sanidin	+			trakit/trakidasit

ES – 14	335731/4306568			± kuvars, plajiyoklaz, hornblend, ojit,	+	+		trakit/trakidasit
ES – 15	336131/4306328	plajiyoklazlar zonlu doku ve magma karışım dokuları	hornblendlerde opasitleşme	plajiyoklaz, biyotit, kersütit, hornblend	+	+		trakit/trakidasit
ES – 16	336859/4305391	kuvarslarda körfaz dokusu plajiyoklazlarda magma karışım dokuları	kersütitlerde opasitleşme	plajiyoklaz, kuvars, biyotit, kersütit, hornblend, sanidin, ojit, apatit	+	+	+	trakit/trakidasit
ES – 17	336766/4305387		kersütitlerde opasitleşme	plajiyoklaz, kersütit, ojit, hornblend	+	+		trakit/trakidasit
ES – 18	335334/4306460	plajiyoklazlarda magma karışım dokuları	Kesitte aşırı derece opasitleşme	plajiyoklaz, ojit, hornblend	+	+		trakit/trakidasit
ES – 19	335339/4305986		mafik minerallerde karbonatlaşma ojitlerde aşırı derece opasitleşme	plajiyoklaz, kuvars, ojit	+	+		trakit/trakidasit
ES – 20	336469/4309353	kuvarslarda körfaz dokusu	olivinlerde iddingsitleşme	olivin, kuvars, ojit, plajiyoklaz, sanidin	+			trakit/trakidasit
ES – 21	338820/4305690	plajiyoklazlar zonlu dokulu	kersütitlerde opasitleşme	plajiyoklaz, kuvars, kersütit	+	+		trakit/trakidasit
ES – 22	339092/4305648			plajiyoklaz, ojit, hornblend	+			trakit/trakidasit
ES – 23	338434/4312574			plajiyoklaz, ojit, hornblend	+	+	+	trakit/trakidasit
ES – 24	338385/4313072			plajiyoklaz, ojit, hornblend	+			trakit/trakidasit
ES – 25	338724/4313654	piroksenler latalar şeklinde	opasitleşme yaygın	kuvars, plajiyoklaz, biyotit, kersütit, hornblend, ojit	+			trakit/trakidasit
ES – 26	339634/4312403	piroksenler latalar şeklinde	opasitleşme yaygın	kuvars, plajiyoklaz, biyotit, kersütit, hornblend, ojit	+			trakit/trakidasit
ES – 27	340039/4311927		hornblendlerde karbonatlaşma ve aşırı derece opasitleşme	plajiyoklaz, hornblend, ojit	+	+		trakit/trakidasit
ES – 28	340816/4310784	ojitler çubuğumsu prizmatik latalar şeklinde	ojitlerde aşırı derece opasitleşme	plajiyoklaz, ojit	+			trakit/trakidasit
ES – 29	339921/4305287			biyotit, plajiyoklaz, hornblend, ojit	+	+		trakit/trakidasit
ES – 30a	337453/4307204	kuvars içinde hamur kapanımları	kersütit ve piroksenlerde aşırı derece opasitleşme	kuvars, kersütit, piroksen, apatit	+			trakit/trakidasit
ES – 30b	337453/4307204	kuvars içinde hamur kapanımları	kersütit ve piroksenlerde aşırı derece opasitleşme	kuvars, kersütit, piroksen	+			trakit/trakidasit
ES – 31	343785/4311029	kuvarslarda körfaz dokusu kuvars içinde hamur kapanımları	kersütitlerde aşırı derece opasitleşme	plajiyoklaz, kuvars, ojit, kersütit	+	+	+	trakit/trakidasit
ES – 32	344203/4310595	kuvarslarda körfaz dokusu plajiyoklazlar zonlu dokulu		plajiyoklaz, ± kuvars, plajiyoklaz, piroksen, amfibol,	+	+		trakit/trakidasit
ES – 33	344698/4309722	plajiyoklazlarda magma karışım dokuları kuvarslarda körfaz dokusu		plajiyoklaz, kuvars, kersütit, egirin ojit	+	+		trakit/trakidasit
ES – 34	346289/4307548			plajiyoklaz, ojit, hornblend	+			trakit/trakidasit
ES – 35	334541/4306701	plajiyoklazlarda magma karışım dokuları	plajiyoklazlarda aşırı derece opasitleşme	plajiyoklaz, ojit, hornblend	+	+		trakit/trakidasit

	ES – 36	334528/4306793			plajiyoklaz, ojit, hornblend	+			trakit/trakidasit
	ES – 37	334630/4306836			plajiyoklaz, ojit, hornblend	+			trakit/trakidasit
	ES – 38	334561/4306791			plajiyoklaz, ojit, hornblend	+			trakit/trakidasit

ÖZGEÇMİŞ

SELİN BİLGİÇ GENÇER

selinbilgic07@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2014-2018	Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2009-2013	Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

ESERLER

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Bilgiç S., Erkül F., Tatar Erkül S., "EMİRDAĞ (AFYON) VOLKANİZMASININ PETROJENEZİ ", 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı, ANKARA, TÜRKİYE, 10-14 Nisan 2017, vol.1, no.1, pp.1-1