



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İNLİCE (KONYA, ORTA ANADOLU) YÖRESİNDEKİ
NEOJEN VOLKANİK TİKAÇLARIN / BOYUNLARIN
MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL VE JEOKRONOLOJİK
ÖZELLİKLERİ

MOHAMED MAHMOUD AHMED DEY

YÜKSEK LİSANS/TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran- 2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Mohamed Mahmoud Ahmed Dey tarafından hazırlanan “İNLİCE (KONYA, ORTA ANADOLU) YÖRESİNDEKİ NEOJEN VOLKANİK TİKAÇLARIN / BOYUNLARIN MİNERALOGİK, JEOKİMYASAL VE JEOKRONOLOJİK ÖZELLİKLERİ” adlı tez çalışması 09/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

Prof. Dr. Kerim KOÇAK

Danışman

Unvanı Adı SOYADI

Prof. Dr. Kerim KOÇAK

Üye

Unvanı Adı SOYADI

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa YILDIZ

Üye

Unvanı Adı SOYADI

Dr. Öğretim Üyesi Gürsel KANSUN

Üye

Unvanı Adı SOYADI

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN

Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ - Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 221007058 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Mohamed Mahmoud Ahmed Dey

Tarih: 09/06/2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNLİCE (KONYA, ORTA ANADOLU) YÖRESİNDEKİ NEOJEN VOLKANİK TIKAÇLARIN / BOYUNLARIN MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL VE JEOKRONOLOJİK ÖZELLİKLERİ

MOHAMED MAHMOUD AHMED DEY

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Kerim KOÇAK

2023, 52 Sayfa

**Jüri
Prof. Dr. Kerim KOÇAK**

İnlıce yöresindeki (Konya'nın B-GB) Neojen lav kubbesi içinde dik kenarlı konik tepeler şeklinde çok sayıda volkanik tıkaçlar/boyunlar bulunur. Çalışma, yöredeki volkanik tıkaçların/boyunların mineralojisini petrografisini, jeokimyasal ve jeokronolojik ((U/Th)-He) karakteristiklerinin belirlenmesi ve yorumunu amaçlamaktadır.

Petrografik çalışmalar holokristalin porfrik yapı sergileyen örneklerin başlıca plajiyoklazlar (%38-48), biyotit (%12-24), amfibol (%5-11) ve piroksen (%7-11) minerallerinden oluştuğunu göstermektedir. Jeokimyasal analiz sonuçları örneklerin oldukça homojen bir bileşime sahip olduğunu gösterir; SiO₂ değeri %62.38-62.97, MgO %1.84-2.37, CaO %4.49-4.71 arasında değişirken, iz elementlerden Co'ın 9.5-10.4 ppm, Ni 4.8-8.1 ppm, Sr 551-620 ppm, ve Zr ise 160-190 değişmekte ve andezit/bazaltik andezit bileşimindedirler. Jeokronolojik çalışmalar Bayraklı mevkiinden alınan örneklerin apatit kristalleşme yaşının ~ 7.81 my (±0.7), Memlik bölgesinden alınan örneklerin kristalleşme yaşının ise ~8.03 my (±0.5) olduğunu göstermektedir.

Jeokimyasal veriler örneklerin dalma-batma ile ilişkili bir magmadan türediğini ileri sürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Neojen, volkanizma, jeokronoloji, jeokimya, İnlıce, Konya

ABSTRACT

MSc THESIS

MINERALOGICAL, GEOCHEMISTRY AND GEOCHRONOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NEOGENE VOLCANIC PLUGS / NECKS IN İNLICE (KONYA, CENTRAL ANATOLIA) REGION

MOHAMED MAHMOUD AHMED DEY
Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geological Engineering

Advisor: Prof. Dr. Kerim KOÇAK

2023, 52 Pages

Jury
Prof. Dr. Kerim KOÇAK

There are numerous volcanic plugs/necks in the form of steep-sided conical hills within the Neogene lava dome in the Inlice region (W-SW of Konya). The study aims to determine and interpret the mineralogical, petrographical, geochemical and geochronological ((U/Th)-He) characteristics of these volcanic plugs/necks in the region.

The petrographical studies show that the samples are composed mainly of plagioclase (38-48%), biotite (12-24%), amphibole (5-11%) and pyroxene (7-11%) crystals in a holocrystalline porphyric structure. The results of geochemical analyses show that the samples have a highly homogeneous chemical composition; the SiO₂ varies between 62.38-62.97%, MgO between 1.84-2.37%, CaO between 4.49-4.71%, Co between 9.5-10.4 ppm, Ni between 4.8-8.1 ppm, Sr between 551-620 ppm, and Zr between 159.9-190.1 ppm in the samples, and that the samples are andesite/basaltic andesite in composition. Geochronological studies show that the crystallization age of the apatite crystals in the samples from Bayraklı and Memlik localities are ~7.81 my (±0.7 my) and ~8.03 my (±0.5 my), respectively.

Geochemical data suggest that the samples were likely to be derived from a subduction-related magma.

Keywords: Neogene, volcanism, geochronology, geochemistry, İnlice, Konya

ÖNSÖZ

Öncelikle tez konusunun seçiminden yazımına kadar her süreçte büyük yardımlarını gördüğüm tez danışmanım Prof.Dr. Kerim KOÇAK’a teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Ayrıca büyük yardımlarını gördüğüm araştırma görevlisi Arif Selçuk PEKÖZ’e de teşekkür ederim. Bu tezin hazırlamasında bana yardımcı olan Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanlarına, teknik ve idari personellerine de teşekkür ederim. Bu zorlu süreçte benden desteğini bir an için bile esirgemeyen değerli ailem Moritanya’daki hocalarım ve arkadaşlarıma tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Mohamed Mahmoud Ahmed Dey
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. İnceleme Alanı	1
1.3. Yerleşim ve Ulaşım.....	3
1.4. Ekonomi	3
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
4. BÖLGENİN JEOLojİSİ.....	9
4.1. Stratigrafi	11
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	14
5.1. Petrografi	14
5.2. Jeokimya	20
5.2.1. Jeotektonik Konum	29
5.3. Jeokronoloji	33
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	41
6.1 Sonuçlar	41
6.2 Öneriler	41
KAYNAKLAR	42

SİMGELER VE KISALTMALAR

Mm: milimetre

KD: kuzeydoğu.

Km: kilometre.

Km²: kilometrekare.

CACC: (Central Anatolian Crystalline Complex) Orta Anadolu Kristal Kompleksi.

KB-GB: kuzeybatı-güneybatı

B-GB: batı-güneybatı.

K-G: kuzey-güney

Pl: plajiolaz,

Cpx: piroksen,

Bt: biyotit,

Vc: volkanik cam,

Amp: amfibol.

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışma kapsamında İnlice (KB Konya) köyü ve çevresinde Neojen lav kubbesi içinde yer alan tıkaçların / boyunların mineralojik ve kimyasal bileşiminin ve içerisindeki apatit kristallerinin (U/Th)-He yöntemi ile radyometrik yaşının, belirlenmesi ve yorumu amaçlanmaktadır.

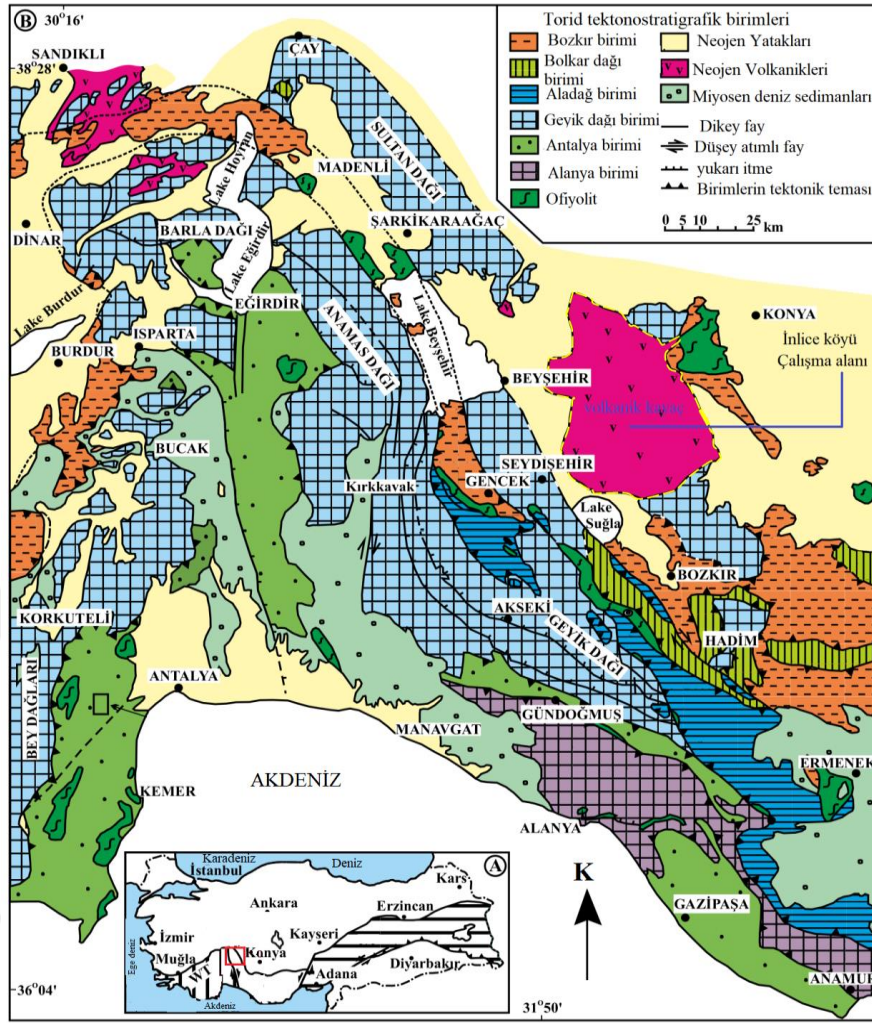
Konya'nın KB-GB'sında çeşitli bileşimlerde (riyolit, dasit, andezit, trakiandezit, bazalt ve lamprofirler) volkanik ve volkanoklastik birimler oluşmuştur (Keller ve ark. 1977; Temel ve ark. 1998; Kurt ve ark. 2003; Koçak 2012; Asan ve Ertürk 2013; Kocak ve Zedef 2016; Uyanık ve Koçak 2016; Uyanık 2016).

Çalışma alanı, Konya'nın B-GB'da merkeze ~50 km uzaklıkta İnlice köyü çevresinde yer almaktadır (Şekil 1). Bölgedeki tıkaçların genel jeolojik özellikleri Kocak (2021) tarafından ele alınmıştır. Miyosen'den itibaren yaygın Neojen volkanizması nedeniyle lav kubbesi içinde dik kenarlı konik tepeler şeklinde bir vadide çeşitli tıkaç ve tıkaç benzeri oluşumların geliştiğini görülmüştür. Bunlar yükseklikleri birkaç metreden 50 metreye kadar değişen dairesel-elipsoidal konik tepeler şeklinde yer alır ve bu özelliği ile genellikle dikkat çeken topoğrafik manzaralar oluşturur. Volkanik tıkaç/boyunlar, 10.9 ila 3.35 my yaşında olduğu öne sürülen lav kubbeleri içinde oluşur (Keller ve ark. 1977). Konya volkanitlerinin batı kesimi, inceleme alanının en genç lav kubbeleridir.

Çalışma alanının yanında bulunan Karadağ Tepe'deki lav kubbeleri, en büyüklerinden biridir ve kısmen nuée ardente çökelleri ile kaplıdır. Dasit-andezit bileşimli tıkaçlar K-G yönünde oluşan faylarla kesilmiş, tipik olarak KD yönünde gelişmiş bir eklem sistemine sahiptir (Kocak 2021).

1.2. İnceleme Alanı

İnceleme alanı, Konya iline ~50 km uzaklıkta olan İnlice köyü çevresinde yer almaktadır (Şekil 1, Şekil 2). İnlice köyü çevresinde, Konya'nın KB-GB'sında çeşitli volkanik ve piroklastik kayalar (örnek ignimbrit, aglomeralar, tüfler, lav akıntıları, dayklar ve tıkaçlar) yer almaktadır.

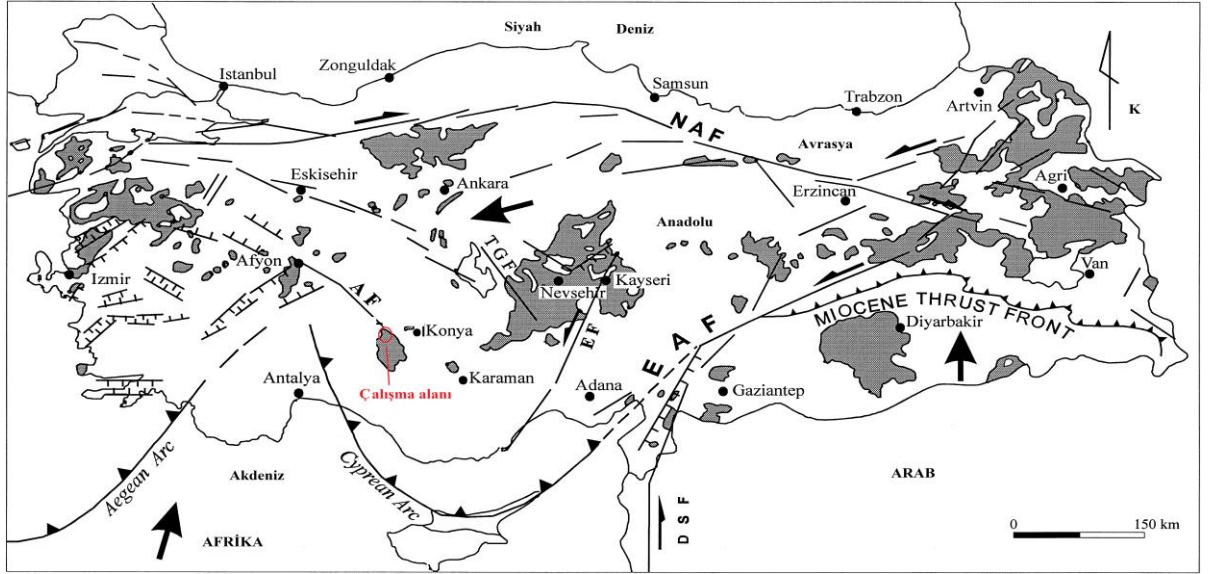


Şekil 1: (A) Torid kuşağının coğrafi alt bölümü. WT: Batı Toroslar; CT: Orta Toroslar; ET: Doğu Toroslar. (B) Batı ve Orta Toroslar arasındaki alanda tektonostratigrafik birimlerin dağılımı (Özgül 1984; Andrew ve Robertson 2002).

İnceleme alanının içerisinde yer aldığı Orta Anadolu bölgesinin kuzeyinde “Kuzey Anadolu fay” hattı, güneyinde ise Afrika-Anadolu konverjan sistemi tarafından çevrilmiş olup Geç Miyosen’den beri devam eden sıkışmalı-genişlemeli ve transpresif tektonik olaylarla şekillenmiştir (Keller ve ark. 1977; Sengör 1984; Kempler ve Garfunkel 1994).

Bölgedeki volkanik aktivitenin Miyosen (16.11 my)’den Pliyosene (3.35 My) kadar devam ettiği ileri sürülmüştür (Keller ve ark.1977; Şengör,1984; Kempler ve Garfunkel, 1994, Asan ve diğ., 2021). Volkanik aktivitenin dağılımı ve levha tektoniği arasında, bölgenin jeodinamiklerine bağlı yakın bir ilişki vardır (Wilson 1989).

Konya volkanitleri ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır örn.; Özgül 1976; Keller ve ark. 1977; Arculus 1994; Kurt ve ark. 2003.



Şekil 2: Orta Anadolu Türkiye'deki Konya volkanik kayaların konum haritası. DSF: Ölü Deniz Fayı; KAF: Kuzey Anadolu Fayı; EAF: Doğu Anadolu Fayı, AF: Akşehir Fayı, TGS: Tuzgölü Fayı, EF: Eçemiş Fayı (Ketin 1983; Temel ve ark. 1998).

1.3. Yerleşim ve Ulaşım

Konya ilinin Güney batısında yer alan İnlice köyü dağlık olmakla birlikte tarım yapılacak araziler de bulunmaktadır.

Ulaşım açısından ise İnlice Köyü, Konya ve Antalya illerini birbirine bağlayan hat üzerinde yer almaktadır. Konya ili merkezinden otobüs, araba ve diğer ulaşım araçları gibi bölgeye ulaşım sağlanmaktadır. İnlice köyü Konya merkeze yaklaşık 30 dakika uzaklıktadır.

1.4. Ekonomi

İnlice köyünün ekonomisi küçük ve büyükbaş hayvancılık ve tarıma (buğday, çeltik ve diğer tarım bitkileri) dayanmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çalışma alanını da içine alan yörede yapılan başlıca çalışmalar şunlardır;

Temel ve ark. (1998), geç Miyosen-Pliyosen yaşlı birçok volkanik kayaların Orta Anadolu'da Konya yöresinin B, KB ve GB'sında yüzeyletiğini belirtmiştir. Volkanik ürünler lav domları, nue'e ardentess ve ignimbirit çökelleridir, ağırlıklı olarak andezitik ila dasitik arasında bileşim, (nadir bazalt, bazaltik andezit, bazaltik trakiandezit ve trakiandezit (% 50,35–69,39 SiO₂) ile birlikte yüksek K kalk-alkali bileşim sergiler.

Kurt ve ark. (2003) Konya'nın kuzeybatısındaki volkanik kayaların jeokimyasal özelliklerini ele alarak bileşimlerinin bazaltik andezitlerden kalk-alkalin karakterli dasitlere kadar değiştiğini belirtmiştir. Ayrıca oluşumları kıtasal kabuğu içermiş olabileceğini bildirmiştir. Çalışmada, ana ve iz element (nadir Toprak Elementi de dahil) içeriklerinin ortak değişimine dayanarak hornblend, plajiyoklaz, piroksen ve titanlı manyetit ve plajiyoklaz (negatif Eu anomalisinin) farklılaşmasının kayaların petrojenezinde etkili olduğu ileri sürülmüştür. Hafif Nadir Toprak Element (HNTE)/(Ağır Nadir Toprak Element (ANTE) oranı ve İri Katyonlu Element (İKE)/Kalıcılığı Yüksek Element (KYE) oranı, örneklerin muhtemelen aktif bir kıtasal kenarında yitimle ilişkili bir magmadan itibaren oluştuğunu ileri sürmektedir.

Kurt ve ark. (2005), Konya'nın Erenkaya bölgesindeki volkanik kayaların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini incelemiştir. Çalışma alanı Kızılören Formasyonu, Lorasdağı Formasyonu, Erenler-Alacadağ volkanikleri ve Topraklı Formasyonu içermektedir. Erenkaya ignimbritleri, kuvars fenokristalleri ile vitrofirik hipohiyalin porfiritik doku ile karakterizedir. Piroksen, biyotit, plajiyoklaz, sanidin, hornblend, ve opak mineralleri mevcuttur. Volkanik kayalar ayrıca volkanik cam ve mikrokristalleri içerir. Jeokimyasal veriler, Erenler-Alacadağ volkaniklerinin andezitik-dasitik bir bileşime sahip olduğunu ve muhtemelen eski bir yitim bölgesinde oluştuğunu göstermektedir.

Asan ve Erturk (2013) Mineral kimyası ve jeokimyasal analiz sonuçlarına dayanarak, "minet" lamprofirleri tanımlamışlardır. Sanidin, flogopit, diyopsit ve titano-manyetitten oluşan mikrokristalin bir hamur içinde diyopsit ve flogopit fenokristallerini görmüşlerdir. Numunelerde segregasyon ve ocelli benzeri küresel yapılar yaygın olarak görülür. Ana elementler açısından, lamprofirler kalk-alkali ve potasik ile ultrapotasik kayac sınıfındadır.

Uyanık ve Kocak (2016), Konya BGB ve KB'sıFnde mafik mikrotaneli anklavlar içeren, lav domları, nuée ardentes ve ignimbiritler çökelleri bulunduğunu belirtmiştir. Jeokimyasal verilere dayanarak, volkaniklerin Asimilasyon-Fraksiyonel Kristalleşme ve/veya magma karışım süreci ile oluştuğu ileri sürülmüştür. Çeşitli jeotektonik diyagramlara dayanarak volkanik yay konumu ileri sürülmüştür.

Kocak ve Zedef (2016), Neojen Erenlerdagi volkanitlerindeki mafik anklav ve yan kayaçların jeokimyasal özelliklerini ele almışlardır. Çalışma, mafik anklavların kısmen kristalize felsik magma ile karıştırılmış temel magmanın hibridizasyonu ile oluştuğunu göstermektedir.

Kocak (2021) ilk kez Konya'dan 50 km uzaklıktaki İnlice köyü çevresinde, volkanik tıkaçların, kısmen nuée ardente çökelleri ile kaplı Neojen lav kubbesi içinde dik kenarlı konik tepeler şeklinde yer aldığını belirtmiştir.

Asan ve ark. (2021), Sulutas Volkanik Kompleksi (SVK)'nin jeokimyası ve jeokronolojisini incelemişlerdir. İç Anadolu'da, Türkiye. Çalışma, SVK'nin kökenini ve evrimini ve bunun yitimle ilgili süreçlerle ilişkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. SVK, Miyosen sırasında Afrika-Avrasya plakalarının yakınsama sistemi içinde Kıbrıs yayı boyunca geri çekilen yitim bölgesi ile ilgili inceleme yapmışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bölgede gerçekleştirilen saha çalışmaları ile tıkaç/boyunlardan ayrıntılı numune alımı gerçekleşmiş ve taze olanlarından Konya Teknik Üniversitesi (Türkiye) Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında ince kesitler hazırlanmıştır. Bunların mineralojik ve petrografik incelemesi ve görüntü alımı bölümde bulunan araştırma mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir.

Küçük bir alanda, (~3.83 km²) daireselden elipsoidal kadar değişen şekillerde dokuz tıkaç tespit edilmiştir (Kocak 2021) (Şekil 3). Tıkaç/boyun yüksekliği birkaç metreden >50 metreye kadar değişir. Konum-4' ve -5'in Google-Earth görüntüsü, eklem sisteminin çoğunlukla K-G yönlü faylarla kesilen KD yönünde gelişebileceğini göstermektedir (Şekil 6, Kocak 2021). Numuneler açık koyu gri renktedir ve çatlaklar ve faylar nedeniyle oldukça kırılmıştır. Ayrıca magma karışımına işaret eden mafik koyu renkli anklav içerir.



Şekil 5: “7” nolu numunenin alındığı tepe.



Şekil 6: Tıkaçlarda gelişen fay ve çatlaklar sistemi. (Kocak 2021)

Neojen volkanik tıkaçlarda gerçekleştirilecek arazi çalışmaları ile tıkaçların kendi arasında ve diğer kayalarla olan ilişkileri, çatlak sistemi, faylar vb. incelenerek petrografik (yumruk büyüklüğünde), jeokimyasal ve jeokronolojik (>5 kg) amaçlı örnek alımı gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında seçilen örneklerden önce Konya Teknik Üni. Jeoloji Müh. Bölümünde veya Pamukkale Üniv. de ince kesitleri yaptırılmıştır. Yapılan polarizan mikroskoba dayalı petrografik çalışmalardan sonra seçilen örneklerden, büyük örnekler alınıp (~ 5 kg) Çukurova Üniversitesi'nde (Adana) apatit ayrımı ve Çek Bilimler

Akademisi (Prag) Kaya Yapısı ve Mekanığı Enstitüsü, Neotektonik ve Termokronoloji Bölümü'nde (U/Th)-He yöntemi ile yaşlandırma analizi gerçekleştirilmiştir.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler, önceki ve güncel çalışmalar da dikkate alınarak Microsoft Word ve Endnote yardımı ile tez haline getirilmiştir.

İnce kesitlerden elde edilen görüntüler ImageJ yazılımı görüntü analizi yapılarak minerallerin modal bileşimi belirlenmiştir.



4. BÖLGENİN JEOLojİSİ

Miyosen bindirme cephesi boyunca Avrasya ve Arap levhalarının çarpışması Anadolu levhasının deformasyonuna neden olmuş, Doğu Anadolu'yu kısaltan ve bunu Doğu ve Kuzey Anadolu faylarının oluşumu ile takip eden Neotektonik dönemin başlangıcını belirlemektedir. Anadolu bloğu bu iki büyük fay boyunca batıya doğru hareket etmeye başlar (Yılmaz 1981). Neotektonik dönemde Türkiye'de gelişen yoğun volkanik aktivite, volkanik kayalar üreterek Doğu, Orta ve Batı Anadolu'da yaklaşık 85.000 km² 'lik bir alanı kaplamıştır (Ketin 1983).

Konya yöresinde Miyosen öncesi temel; fillit, şist, kuvarsit ve dolomitik kireçtaşı, metavolkanik kayalar, diyorit, diyabaz, gabro, peridotit ve serpantinitle temsil edilir (Keller ve ark. 1977; Temel ve ark. 1998; Kurt ve ark. 2003; Koçak 2012; Asan ve Ertürk 2013; Kocak ve Zedef 2016; Uyanık ve Koçak 2016).

Bu temel üzerine açılı uyumsuzlukla Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı, konglomera, kumtaşı ve çamur taşından ibaret Sille formasyonu, stromatolitik kireçtaşından ibaret Yalıtepe formasyonu, kireçtaşı, killi kireçtaşı, killi kireçtaşı-çamurtaşı ardalanması, çamurtaşı, marn, dolomit ve çört yumrulu ve bantlı, bol fosilli kireçtaşından ibaret Ulumuhsine formasyonu gelir (Özkan ve Söğüt 2011). Bunların üzerine uyumlu olarak volkanik breş, aglomera, tüfit ve tüflerden oluşan piroklastik kayalar gelmiştir. En genç volkanik kayalar andezit, dasit ve bazaltik andezittir. Alt Pliyosen yaşlı Yürükler formasyonu volkanik kayalar üzerine diskordan olarak gelir ve kırmızı konglomera, kırmızı ve kalış nodüllü çamurtaşı çökelleri içerir. Tüm bu litolojiler üst Pliyosen-Holosen yaşlı konglomeralı, Topraklı formasyonu ve kalış nodüllü çamurtaşı formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenir.

Afrika levhasının Anadolu levhasının altına dalması ile ilişkili olarak 3.35-16.11 My aralığında ve 14 ayrı evrede gerçekleşen kalkalkalin-alkalin volkanizması, Konya'nın KB-GB'sinde çeşitli volkanik ve proklastik kayalar (örnek ignimbrit, aglomeralar, tüfler, lav akıntıları, dayklar ve tıkaçlar) üretmiştir (Keller ve ark. 1977; Asan ve Ertürk 2013; Kocak 2021).

İnlice (KB Konya) köyü çevresinde Neojen lav kubbesi içinde, yükseklikleri birkaç metreden >50 metreye kadar değişen dairesel-elipsoidal dik kenarlı konik tepeler şeklinde çeşitli tıkaçlar / boyunlar oluşur. Söz konusu tıkaçların mineral karakteristikleri ve radyometrik yaşlandırılması ile ilgili şu ana kadar yapılan bir çalışma yoktur.

Volkanik tıkaçlar, dış katmanları aşınmış, sönmüş bir volkanın magmatik çekirdeğini içeren kule benzeri yer şekilleridir (Gates ve Richie 2007). Tıkaçlar genellikle intrüzif magmatik kayaların erozyona karşı direnci nedeniyle uzaktan tanımlanabilen, görünür topografik manzaralar oluşturur.

Türkiye'de çeşitli çalışmalarda tıkaç veya boyunun varlığı bildirilmekle birlikte, bunların özelliklerini ve oluşumlarını belirlemeye yönelik herhangi bir çalışma yoktur; Almus (Tokat; Pontidler) ve Yıldızeli (Sivas; CACC) bölgelerinde, Orta Eosen volkanizması trakitik dayklar, tıkaçlar ve stoklar şeklinde oluşabilir (Göçmengil ve ark. 2018). Afyon'da (Batı Anadolu'nun doğu kısmı), Orta Miyosen volkanitleri, lamproitik bileşimli kubbe/tıkaç biçimli kütleler halinde oluşurlar (Akal 2008). Dom ve volkanik boyun, Pliyosen-Kuvaterner yaşlı Gölcük volkanitlerinden Kırka-Afyon-Isparta volkanik bölgesinde de görülür.

Karaburç bölgesinin batısında, Küçük Menderes Graben'indeki (Batı Anadolu) Kiraz havzasındaki Miyosen yaşlı, yüksek K içeriğine sahip ve kalk-alkali porfirik andezitler; ya lav akıntısı veya sıg dayklar veya volkanik boyunlar olarak oluşurlar (Bozkurt ve ark. 2008).

Erciyes çöküntüsünün batı havza kenarında, Kayseri kenti yakınlarında, temel kayayı ve alt piroklastit seviyelerini kesen geç orta Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı bir bazaltik boyun vardır (Kocyigit ve Erol 2001).

Volkanik tıkaç, 10.9 ila 3.35 My olduğu önerilen lav domları içinde oluşur. Konya volkanitlerinin batı kesimi, çalışma alanının en genç lav kubbeleridir. Çalışma alanının yanındaki Karadağ Tepe'deki lav kubbeleri en büyüklerinden biridir ve kısmen nuée ardente çökelleri ile kaplıdır.

Dünya'da iyi bilinen tıkaçlar ise; Şeytan Kulesi, Kapsiki Peak (Kamerun), Sigiriya kaya ormanları (Rock Fortress, Sri Lanka) ve Ship Rock (New Mexico). Edinburgh'daki (İskoçya) Castle Rock, Deganwy Kalesi (Galler) ve Trosky Kalesi (Çek Cumhuriyeti) gibi volkanik tıkaç üzerine inşa edilmiş eski kaleler de vardır (Kocak 2021).

İnlice alanında (Konya bölgesi) geniş yayılıma sahip bu volkanitler yer yer hidrotermal alterasyona bağlı killeşmeler gösteren Kızılören ignimbiritleri ile başlar, tüflerle ardalanmalı değişik boyutlu volkanik ve sedimanter malzemelerden oluşmuş aglomeralarla devam eder. Proklastitler üste doğru dasit, andezit, piroksen andezit, traki andezit gibi volkanitlere geçerler. Dasitler mostrada beyazımsı, grimsi, kahvemsı bir renk sunarlar. İnceleme alanında en fazla yüzeyleyen birim olan andezitler mostrada gri,

koyu gri, pembemsi, taze yüzeylerinde ise koyu grimsi, siyah renklidirler. Makroskopik olarak hornblend ve feldispat kristalleri birim içerisinde gözlenmektedir.

Lavların soğumasına bağlı olarak kayaçlar, iyi gelişmiş soğuma çatlakları ve soğan kabuğu yapısı göstermektedir. Ayrıca inceleme alanındaki andezitler yer yer peribacalarını andıran boyun görünümündedirler (Kocak 2021).

İki piroksenli andezitler mostrada kahverengimsi, siyah, taze yüzeyleri siyah renkli, oldukça sert, dayanıklı ve yer yer az gözeneklidirler. Andezit/bazaltik andezitler, kahverengimsi, kırmızımsı, taze yüzeylerinde ise pembemsi olup, makro olarak feldispat ve amfibol kristalleri içerirler. Erenkaya İgnimbiritleri kahvems, grimsi, pembemsi renkli olup andezit, dasitik kayaç parçaları içermektedir. Makroskopik olarak hornblend ve biyotit kristalleri içerir. Birimin altında piroklastik surge çökelleri bulunur. Ayrıca bu birim içerisinde bol miktarda, yassılaştırmış pomza parçaları (fiamme) ve cam parçacıkları gözlenmektedir. Bu volkanizmanın yaşı radyometrik yöntemlerle Miyosen'den (16.11 My Yıl) Pliyosen'e (3.35 My Yıl)'a kadar devam ettiği ileri sürülmüştür (Keller ve ark. 1977; Asan ve Erturk 2013).

Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı çamur ve moloz akmalari şeklinde alüvyal karmaşık niteliğindeki Topraklı formasyonu ve güncel alüvyonların oluşturduğu birimler tarafından tüm birimler açılı uyumsuzluklarla örtülmektedir (Kocak 2021).

4.1. Stratigrafi

Çalışma, (Keller ve ark. 1977), çalışmasına dayanmaktadır ve bu yazarların jeolojik haritası ve stratigrafik sıralaması kullanılmıştır. Çalışma alanının stratigrafisinde Keller ve ark. (1977) tarafından radyometrik tarihleme ve volkaniklerle ara katkılı sedimanların fosil içeriklerine dayalı bağıl yaşlandırma kullanılmıştır. Her iki yöntemin sonuçları benzerdir. İncelenen bölgenin jeolojik haritası Şekil 7'de verilmiştir.

Temel kayaçları Miyosen öncesine aittir. Alt üst Permian metamorfik kayaçları (yeşilist, kalkışist, kuvarsit, mermer ve dolomitik kayaçlar); Triyas kireçtaşı, şeyl ve kuvarsit; Üst Triyas ve Alt Kretase konglomera, kumtaşı, kuvarsit, killi kireçtaşı, şeyl ve Jura-Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlar, kireçtaşı, radyolarit ve pelajik çökeller temeli oluşturur (Keller ve ark. 1977; Temel ve ark. 1998; Kurt ve ark. 2003; Koçak 2012; Asan ve Erturk 2013; Kocak ve Zedef 2016; Uyanık ve Koçak 2016).

Volkanik birimler, lav domları nue'e ardentes ve piroklastik düşüş ve akış (ignimbritler) çökelleri şeklinde yüzeyleyir. Sekiz grup tanımlanmıştır: yaşlıdan gence sırası ile; Silles volkaniti, Kızılören ignimbriti, lav domu, nue'e ardenti, Erenkaya ignimbiriti, iki piroksen andezitik lav domu, Kuzagil ignimbriti ve Sadıklar ignimbriti.

Konya'nın KB'sında yer alan Silles volkanitleri, bölgedeki radyometrik ölçümlere ve stratigrafik bulgulara göre en eski volkanik birimlerdir.

Kızılören ignimbriti, Konya volkanizmasının stratigrafik konumuna göre Silles volkanitlerinden sonra gelen en yaşlı birimdir. İgnimbirit yerleşimi 10.9 My yaşındaki lav domları takip eder (Keller ve ark. 1977). Çalışma alanının kuzeybatısında, Hacıbabadağ'ın kuzeyinde yer alan Erenlerdağ/Alacadağ volkanizmasının en eski lav domlarıdır. Konya volkanitlerinin batı kesimi boyunca yer alan Mesutlar, Fasıllar, Hüseyinler, Gevrekli ve Bostandere'deki lav domları, çalışma alanının en genç lav domlarıdır (Keller ve ark. 1977; Temel ve ark. 1998; Kurt ve ark. 2003; Koçak 2012; Asan ve Ertürk 2013; Kocak ve Zedef 2016; Uyanık ve Koçak 2016).

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

5.1. Petrografi

Araziden elde edilen örneklerden seçilen taze örneklerden ince kesit yaptırılmış ve polarizan petrografik mikroskop altında incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda numunelerin başlıca plajiyoklaz, amfibol ve biyotit minerallerinden ($\pm$ piroksen) oluştuğu belirlenmiştir. Örneklerde hamur volkanik cam ve mikrolitlerden ($\pm$ kristalit) oluşmaktadır (hipokristalin porfirik doku).

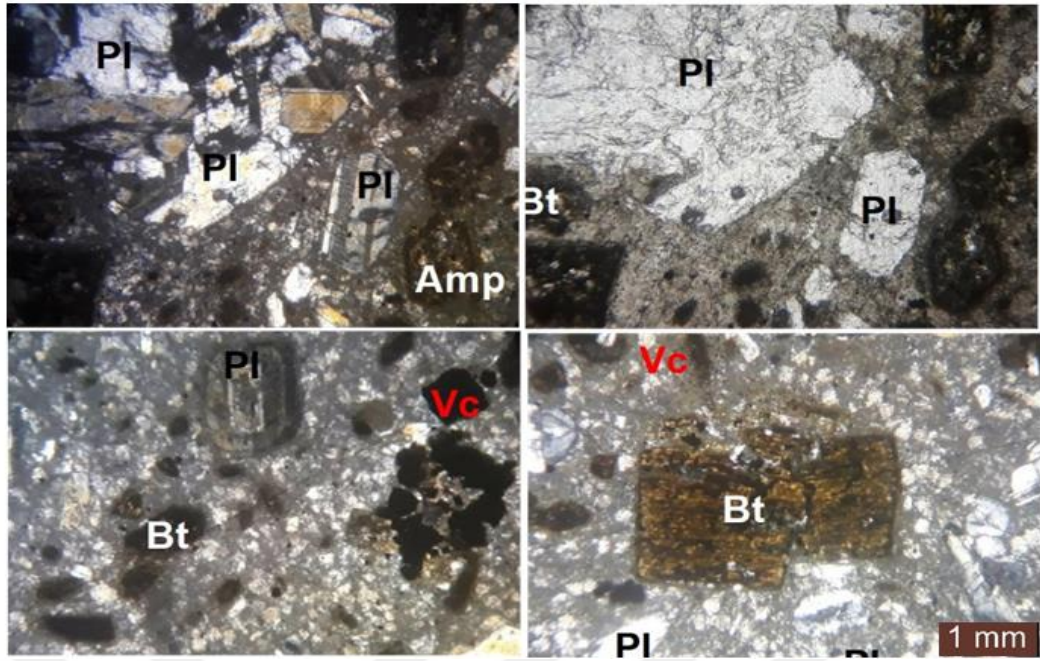
Örneklerde genel olarak yarı-öz şekilli, prizmatik ve albit ikizlenmesine sahip plajiyoklaz kristaller yüzdeleri 38 ila 48 arasında yer almaktadır. Tek nikölde tipik olarak kahvemsî renk ve pleokroizma gösteren biyotitler %12-24 arasında bulunmaktadır. Amfiboller (%5-11), tek nikoldeki yeşilimsî renk ve pleokroizma göstermektedirler. Y7 nolu numune de piroksenler özşekilliye yakın sekizgen yapıda gözlenmiş olup, oranı %7-10 arasında hesaplanmıştır. Tüm kesitlerde ise yaklaşık %25 civarında volkanik cam görülmüştür.

Görüntü işleme programı (Image J) yardımı ile örneklerin modal bileşiminin belirlenmesine çalışılmıştır. Image J programı ile elde edilen sonuçlar ve ayrıntılı bilgileri polarizan petrografik mikroskopta elde edilen görüntüleri ile birlikte aşağıda verilmektedir.

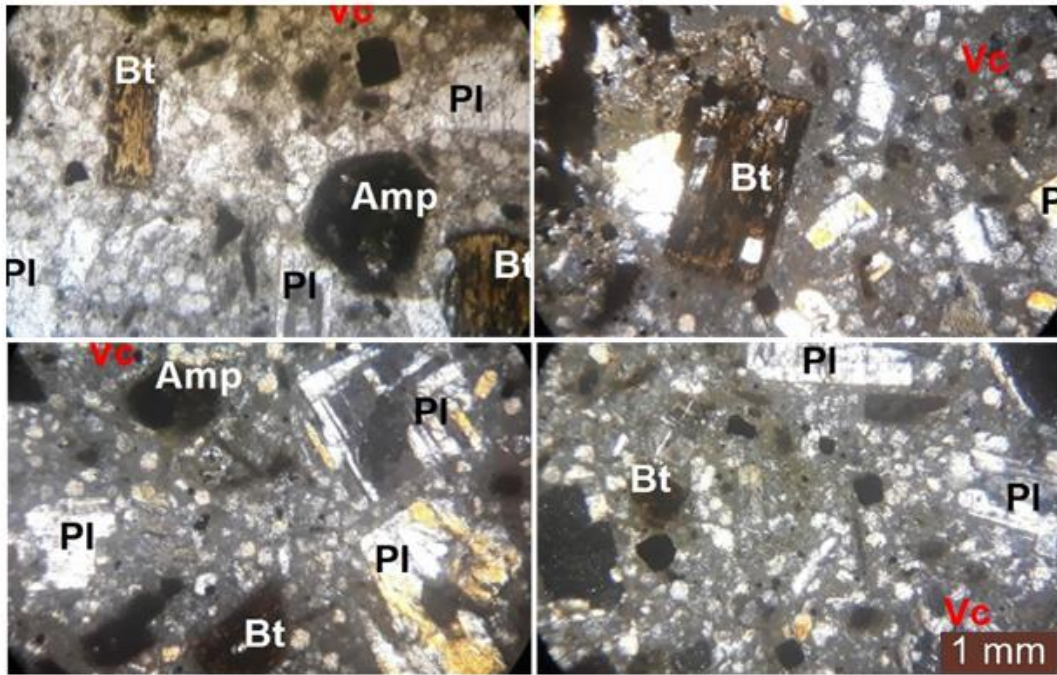
Y1 nolu numuneden yapılan ince kesit incelendiğinde plajiyoklazlar bazen iri fenokristaller şeklinde, bazen de daha küçük boyutlu genelde yarıözşekilli –özşekilsiz kristaller şeklindedir. Bazı plajiyoklazlarda polisentetik ve albit-periklin ikizleri belirgindir.

Fenokristalleri plajiyoklaslar (%42-46), kahve renkli biyotitler (%17-20) , yeşil renkli amfiboller (%6-8) oluşturmaktadır. Hamur, %22-26 oranında yer almaktadır (Şekil 8).

Y2 nolu örneğin volkanik cam (%20-23) içerisinde yer alan (vitrofirik porfirik doku başlıca yarıözşekilli plajiyoklaz (%38-42), yarıözşekilli –özşekilsiz amfibol (%7-11), kahve renkli biyotit (%21-24) içerdği belirlenmiştir (Şekil 9).

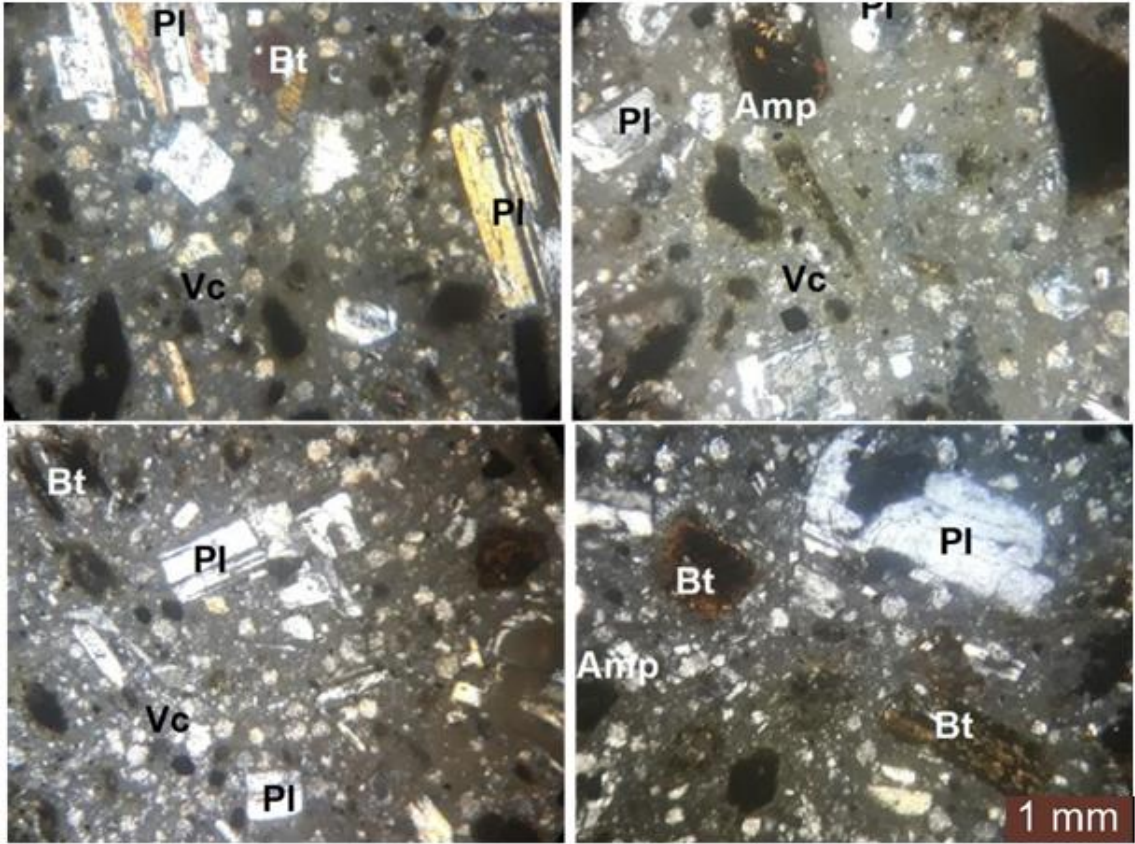


Şekil 8: Y1 numunesine ait ince kesit görüntüleri (Pl: plajiolaz, Bt: biyotit, Vc: volkanik cam, Amp: amfibol).



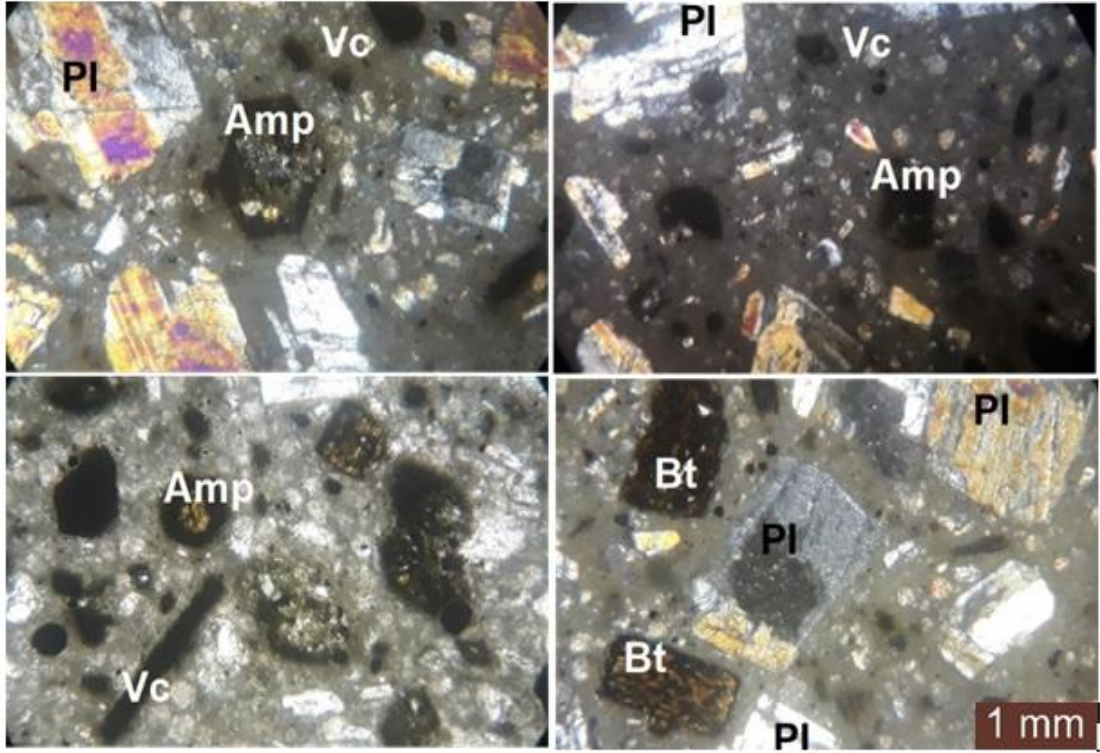
Şekil 9: Y2 numunesine ait polarizan mikroskop görüntüleri (ÇN). (Pl: plajiolaz, Bt: biyotit, Vc: volkanik cam, Amp: amfibol).

Benzer şekilde görüntü analizi ile Y3 nolu örneğin başlıca plajiolaz (%42-46), yeşil renkli amfibol (%8-11), biyotit (%16-19) ve hamur (%20-24) içerdiği belirlenmiştir (Şekil 10).



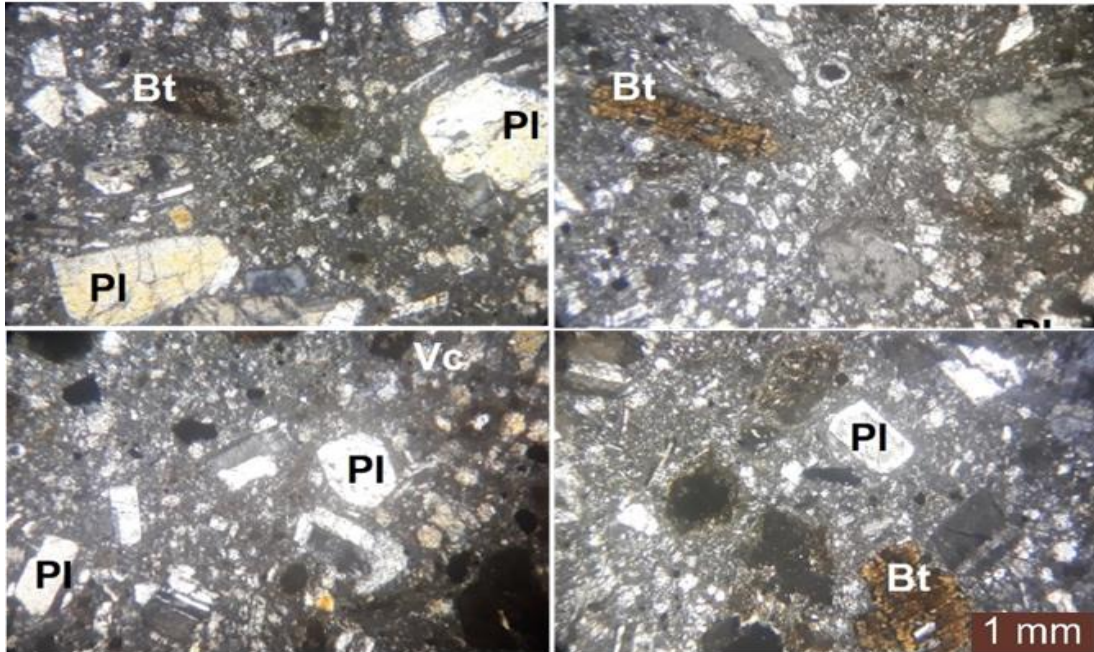
Şekil 10: Y3 numunesine ait ince kesit görüntüleri (Pl: plajiolaz, Bt: biyotit, Vc: volkanik cam, Amp: amfibol).

Y4 nolu numunede plajiyoklazlar bazen belirgin ikizlenme gösterir. İmagej uygulaması üzerinden minerallerin yüzdesi şu şekildedir: Plajiyoklaz (%38-42), amfiboller, (%7-10) ve biyotit (%15-20). Bağlayıcı volkanik camdan (%25-28) oluşmaktadır (Şekil 11).



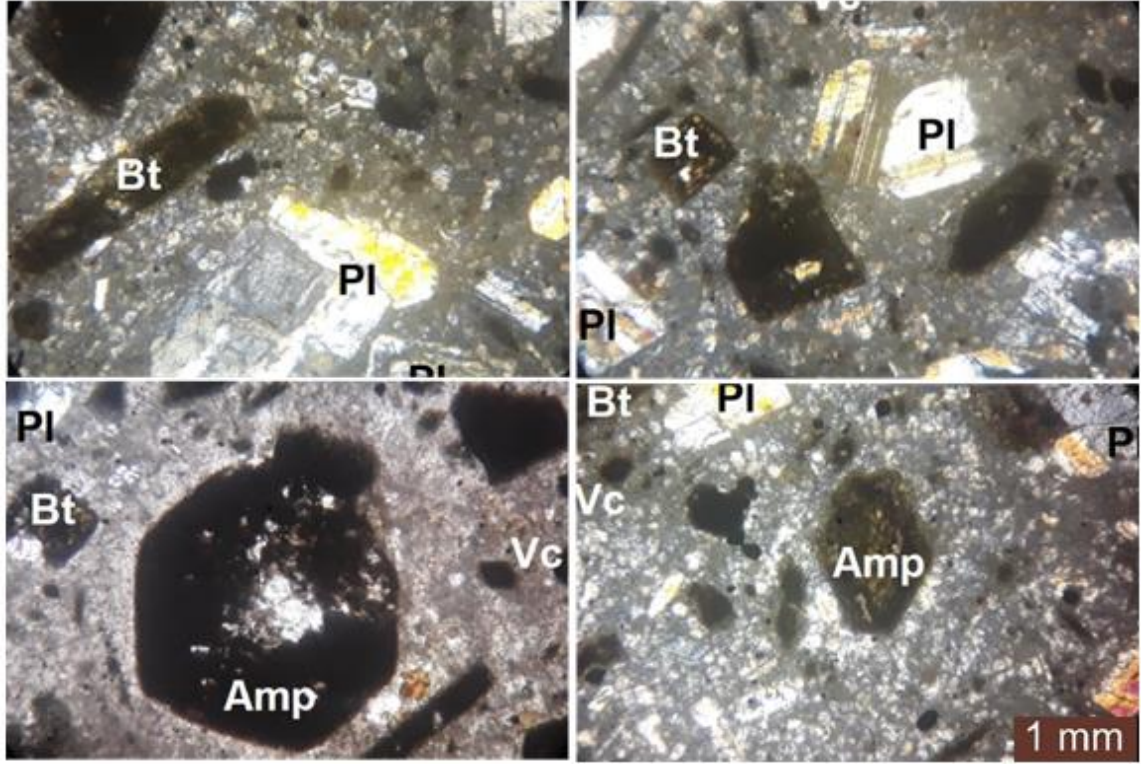
Şekil 11: Y4 numunesine ait ince kesit görüntüleri (Pl: plajiyoklaz, Bt: biyotit, Vc: volkanik cam, Amp: amfibol).

Y5 nolu numune plajiyoklaz (%45-48), amfibol (%4-6), volkanik cam (%24-28), ve biyotitten (%14-18) yapılıdır (Şekil 12).



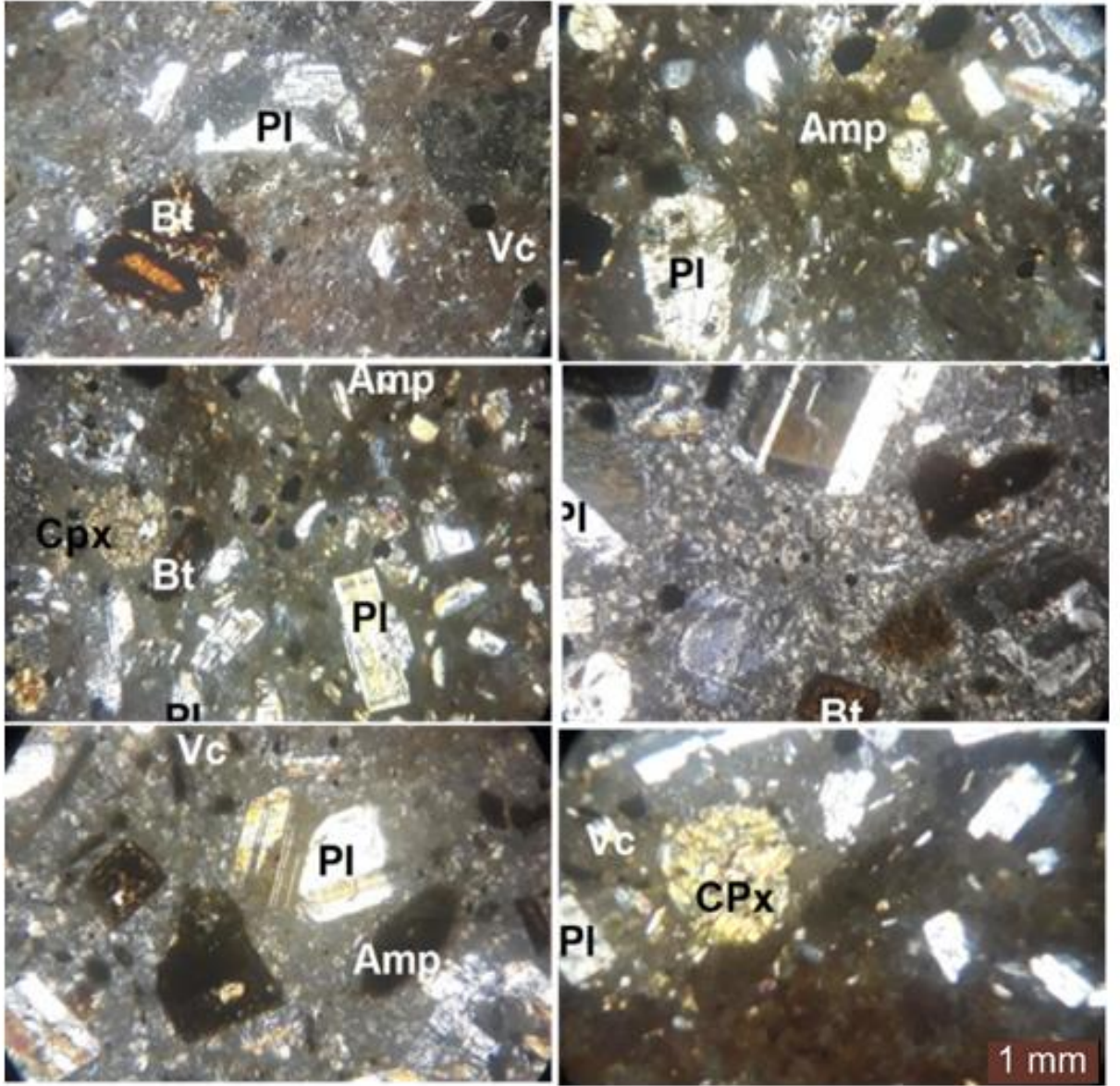
Şekil 12: Y5 numunesine ait ince kesit görüntüleri (Pl: plajiyoklaz, Bt: biyotit, Vc: volkanik cam, Amp: amfibol).

Y6 nolu numunede belirgin ikizlenmeli plajiyoklaz (%42-46), özşekli bazen özşekilsiz amfibol (%8-11), volkanik cam (%17-20) kahve renkli biyotit (%20-23) içerir (Şekil 13).



Şekil 13: Y6 numunesine ait ince kesit görüntüleri (Pl: plajiyoklaz, Bt: biyotit, Vc: volkanik cam, Amp: amfibol).

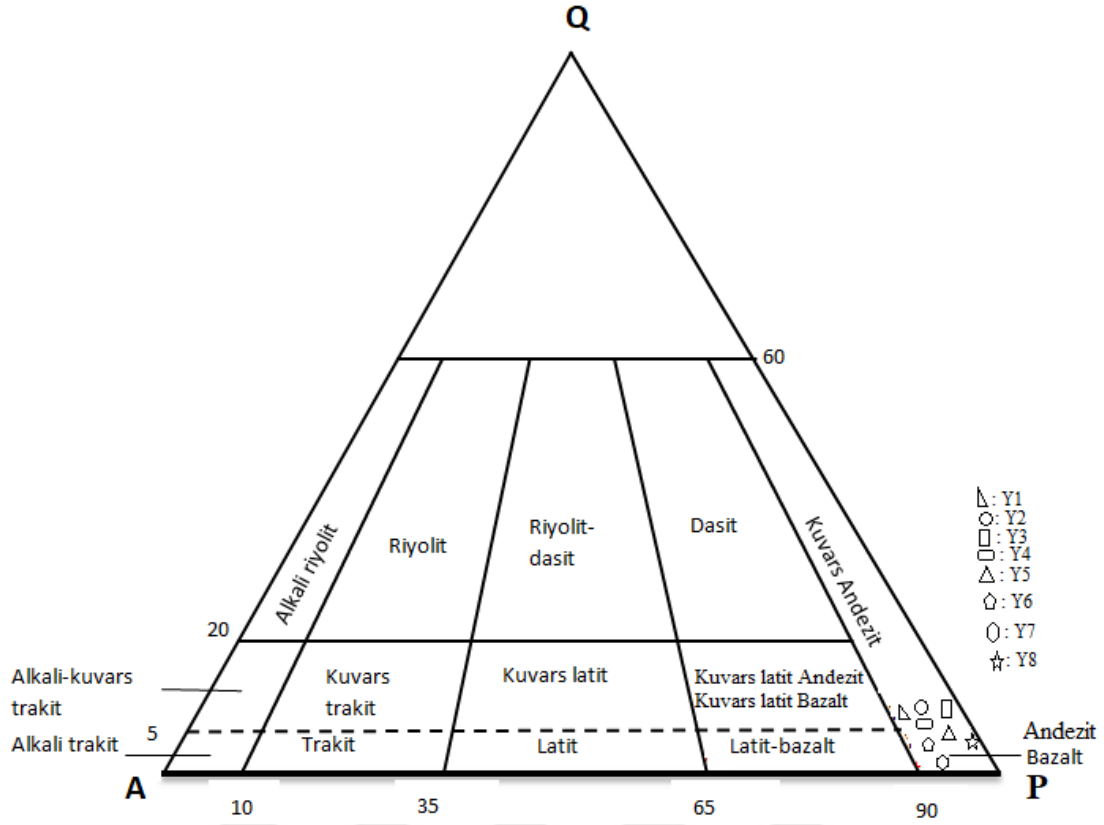
Y7 nolu numune ise, başlıca yarı öz şekilli, albit ikizli ve zonlu yapı gösteren plajiyoklaz (%38-42), yeşil renkli amfibol (%7-10), öz şekilsiz – öz şekilli piroksen (%7-10), kenarlarından itibaren opaklaşma gösteren kahve renkli biyotitden (%12-16) yapılıdır. Hamur (%18-22) başlıca volkanik cam, az miktarda mikrolit ve kristalitlerden oluşmaktadır (Şekil 14).



Şekil 14: Y7 numunesine ait ince kesit görüntüleri (Pl: plajiyoklaz, Cpx: piroksen, Bt: biyotit, Vc: volkanik cam, Amp: amfibol).

Y8 nolu numuneden yapılan ince kesit örneğinde plajiyoklazlar ikizlenme ve bazen de zonlanma gösterir (%41-46). Amfibol genelde öz şekillidir (%5-8). Ayrıca volkanik cam (%22-26) ve kahve renkli biyotit (%17-20) yer almaktadır.

İncelemeler sonucunda örneklerin hepsi QAP diyagramına göre (Şekil 15) 10 nolu bölgeye düşmüştür. Numuneler amfibol ve biyotit açısından zengin olduğundan ötürü, incelenen örnekler andezit olarak adlandırılmıştır.



Şekil 15: Volkanik kayaçların modal sınıflandırılması (Streckeisen ve ark. 2002)

5.2. Jeokimya

Araziden derlenen örneklerin petrografik incelemesi seçilen 6 örneğin ana ve iz element analizi ACMELAB'da (Kanada) gerçekleştirilmiş ve sonuçları Tablo 1' de verilmiştir.

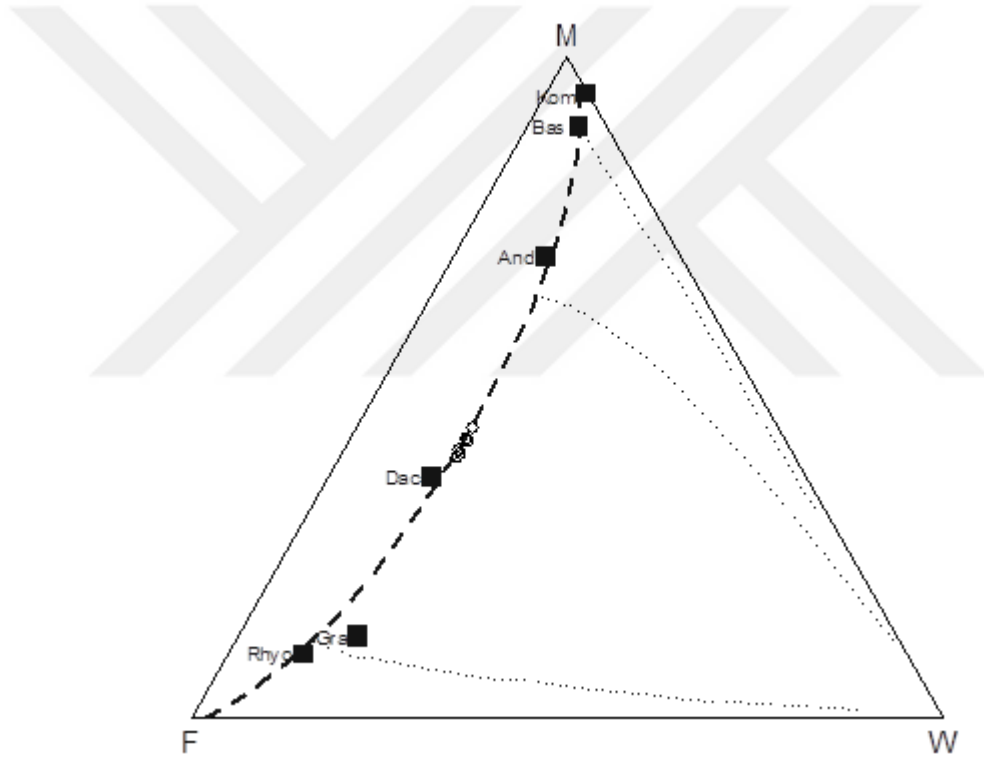
İnceleme alanındaki örnekleri ana oksit ve iz element içeriği çok sınırlı bir alanda değişim sergilerler; SiO_2 : % 62.38-62.97, MgO : %1.84-2.37, CaO % 4.49-4.71, Co 9.5-10.4 ppm, Ni: 4.8-8.1 ppm, Sr: 551-620 ppm, ve Zr 160-190 ppm. Buna karşılık yöredeki Neojen volkanizmasını kapsamlı olarak ele alan Temel ve ark. (1998), tüm volkaniklerdeki SiO_2 içeriklerinin % 50.35 ile 69.39 arasında yer aldığını ileri sürmüşlerdir.

Tablo 1: İnlice yöresindeki volkanik tıkaç/boyunların ana ve iz element analizi

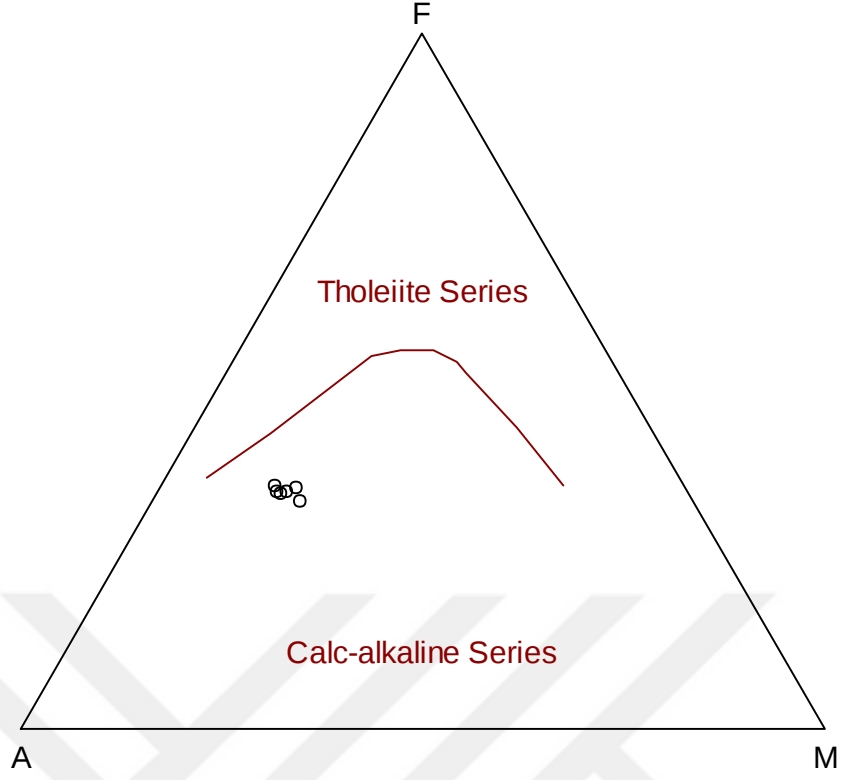
Örnek	Y4-A	Y5	Y7	Y8	Y9	Y10
SiO ₂	62,48	62,38	62,39	62,83	62,74	62,97
Al ₂ O ₃	16,16	16,18	16,32	16,23	16,44	16,22
Fe ₂ O ₃	4,72	4,96	5,18	4,79	4,92	5,08
MgO	2,37	2,09	2,28	1,95	1,92	1,84
CaO	4,56	4,71	4,71	4,49	4,67	4,5
Na ₂ O	3,12	3,33	3,37	3,27	3,42	3,39
K ₂ O	3,18	3,18	3,12	3,16	3,17	3,24
TiO ₂	0,57	0,62	0,63	0,59	0,6	0,58
P ₂ O ₅	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23
MnO	0,09	0,08	0,09	0,07	0,09	0,08
LOI	2,2	1,9	1,4	2,1	1,5	1,6
Toplam	99,68	99,66	99,72	99,7	99,7	99,73
Ba	940	952	963	963	986	1022
Rb	101,6	103,5	103,7	103,1	101,9	108,7
Sr	551,5	593,3	606,8	585,1	620,1	603,6
Pb	16,7	8,7	10,3	10,9	7,3	5
Zn	55	45	48	44	40	38
Ni	6,4	8,1	5,9	4,8	5,7	6,5
Co	9,5	10,1	10,4	9,6	10,1	9,8
Cr	20	30	30	30	20	0
Cs	4,7	4,9	4,6	4,9	4,4	4,4
Ga	15,6	15,5	15,9	15,7	15,4	15,5
Hf	4,6	4,7	4,4	4,3	4,5	4,5
Nb	12,1	12,2	12,4	11,9	11,8	12,2
Ta	1,1	1	1	1	0,8	1
U	6,4	6,7	6,4	5,4	6,6	6
Th	20,9	21,8	20,6	21,5	22,4	22,4
Zr	187,8	190,1	179,9	159,9	173,8	172,2
Y	17,9	20,2	19,9	19,4	19,5	18,7
La	43,9	44,4	42	45,5	46,2	46,7
Ce	77,1	73,7	71,8	74,9	78,6	79
Pr	8,18	8,12	7,9	8,21	8,37	8,34
Nd	28,7	29,3	27,9	30,8	28,8	29,6
Sm	4,9	5,12	4,97	4,97	4,97	4,73
Eu	1,08	1,18	1,11	1,11	1,13	1,13
Gd	3,91	4,08	4,3	4,11	4,21	4,4
Tb	0,58	0,6	0,62	0,59	0,6	0,59
Dy	3,14	3,36	3,57	3,41	3,52	3,31
Ho	0,65	0,67	0,71	0,69	0,69	0,67
Er	1,96	1,87	2,04	2,08	2,05	2,07
Tm	0,28	0,3	0,3	0,28	0,29	0,29
Yb	1,93	1,99	2,16	2,02	2,05	2,02
Lu	0,29	0,31	0,31	0,3	0,3	0,31

Örneklerin FMW diyagramı (Ohta ve Arai, 2007), genel olarak örnek bileşimlerinin alterasyondan ziyade, dasit ile andezit arasında uzanan magmatik bir çizgi izlediği görülmektedir (Şekil 16: FMW diyagramı (Ohta ve Arai 2007)).

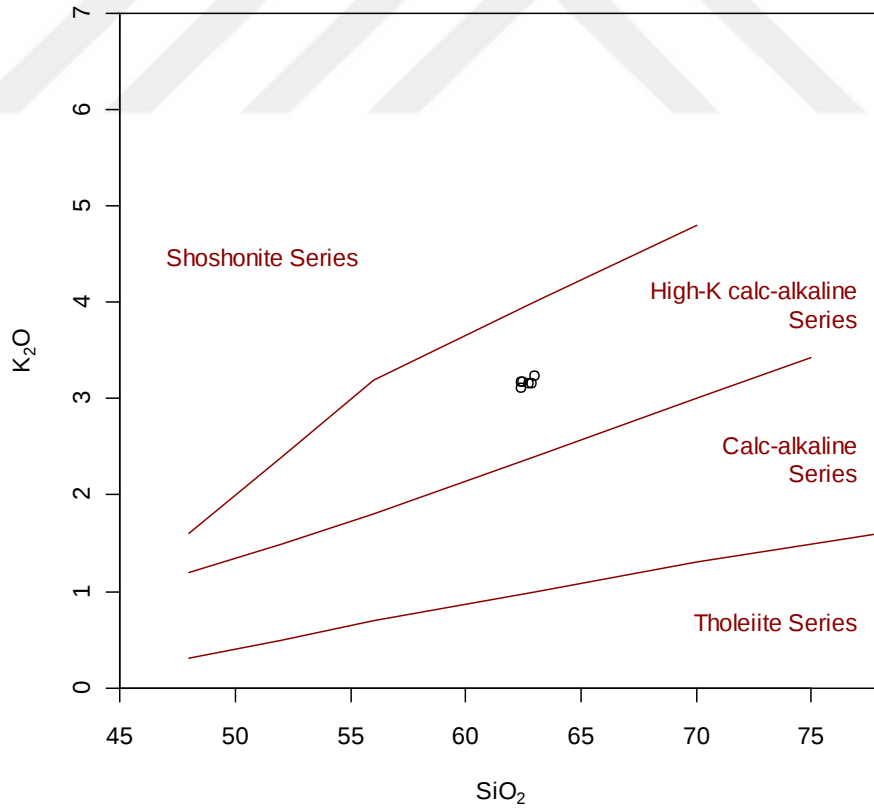
Ana oksitlere göre çizilen diyagramlarda Şekil 17'deki AFM diyagramında örnekler net bir şekilde kalk-alkalin bölgede yer alırken Şekil 18'de Yüksek K-kalk alkalin bölgede yer almaktadır. Örneklerin sahip olduğu yüksek Th/Yb ile Th ve Co içerikleri ise “kalk-alkalin” ve “Yüksek K-kalkalkalin-Şoşonitik” bileşime işaret etmektedir (Şekil 2017, Şekil 2018)



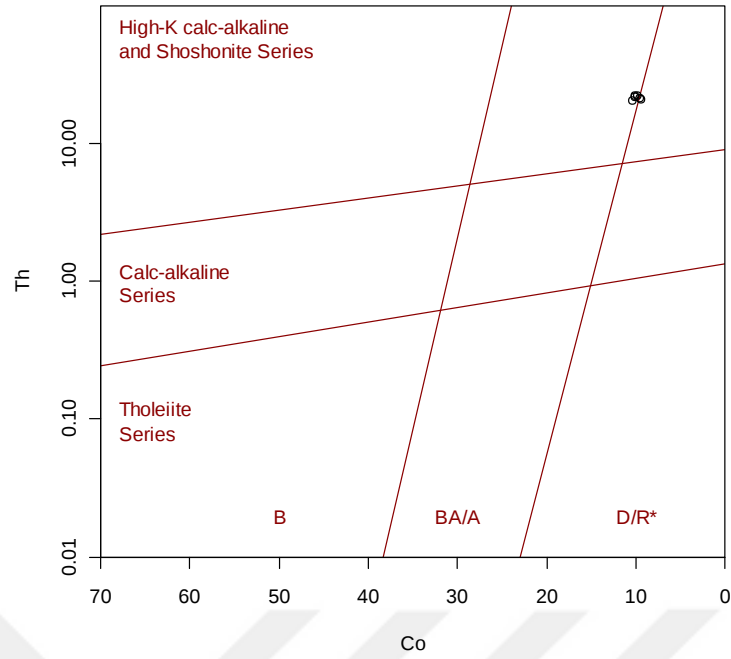
Şekil 16: FMW diyagramı (Ohta ve Arai 2007).



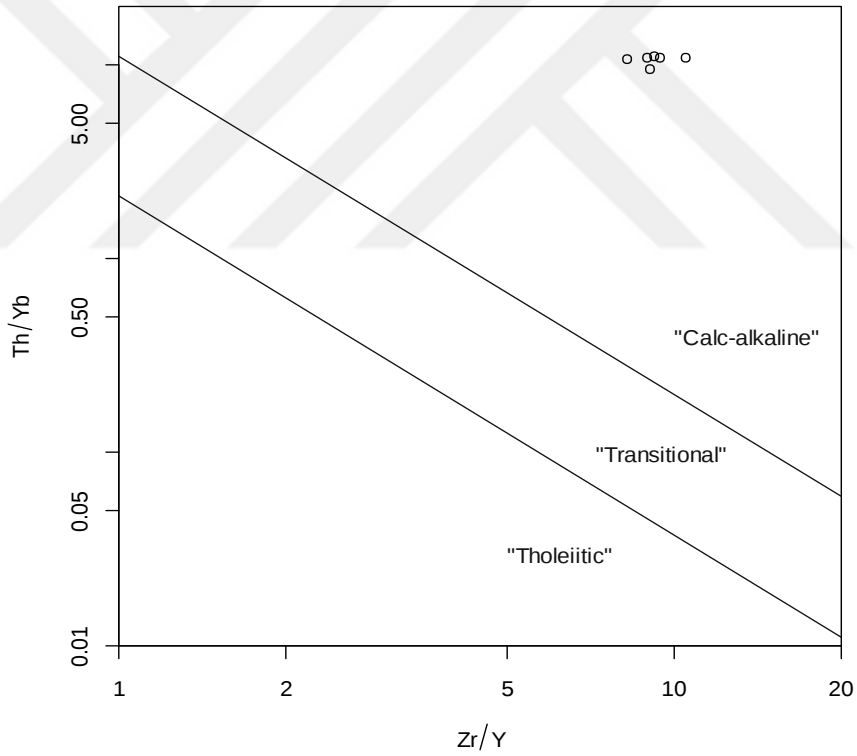
Şekil 17: AFM diyagramı (Irvine ve Baragar 1971).



Şekil 18: Örneklerin SiO₂-K₂O plot diyagramı (Peccerillo ve Taylor 1976).



Şekil 19: Co – Th plot diyagramı (Hastie ve ark. 2007).

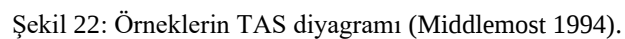


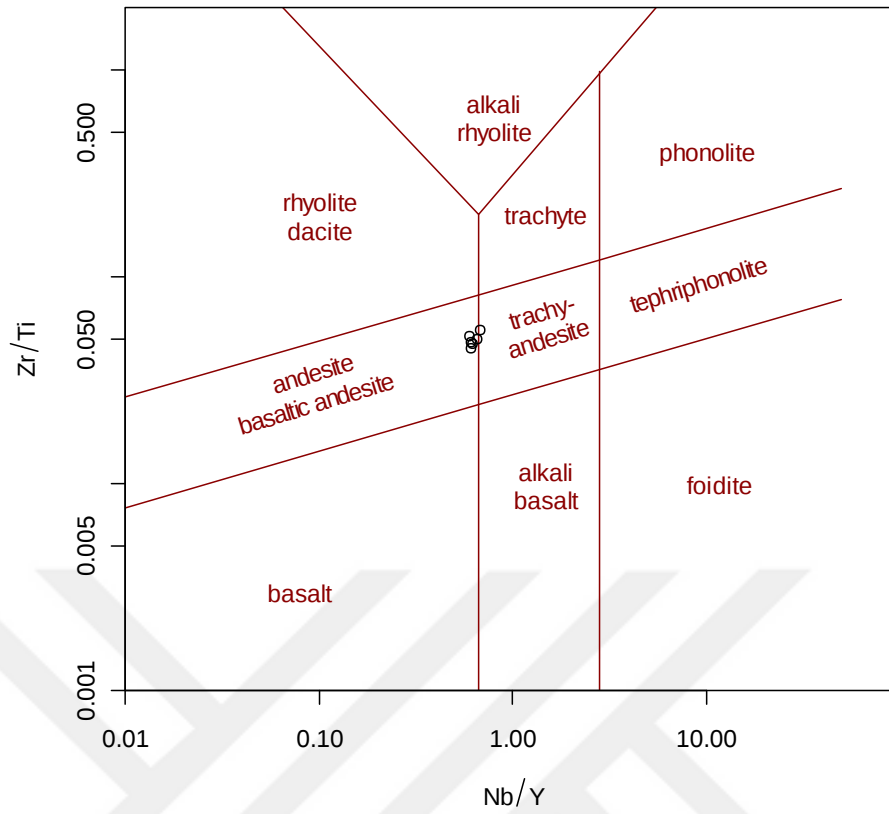
Şekil 20: Zr/Y – Th/Yb diyagramı (Ross ve Bedard 2009).

Örneklerin kimyasal analiz sonuçlarına göre adlandırılması için çeşitli diyagramlar kullanılmıştır; Şekil 21’ de verilen De la Roche ve ark. (1980)’nın R1-R2 ve Şekil 22’te verilen Middlemost (1994)’ün TAS diyagramlarında örnekler net bir şekilde dasit alanında bulunmaktadır. Ancak İz element içeriklerine göre çizilen Nb/Y—Zr/Th ve Co-Th diyagramlarında ise örnekler farklılık göstermekte ve

$R_1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$

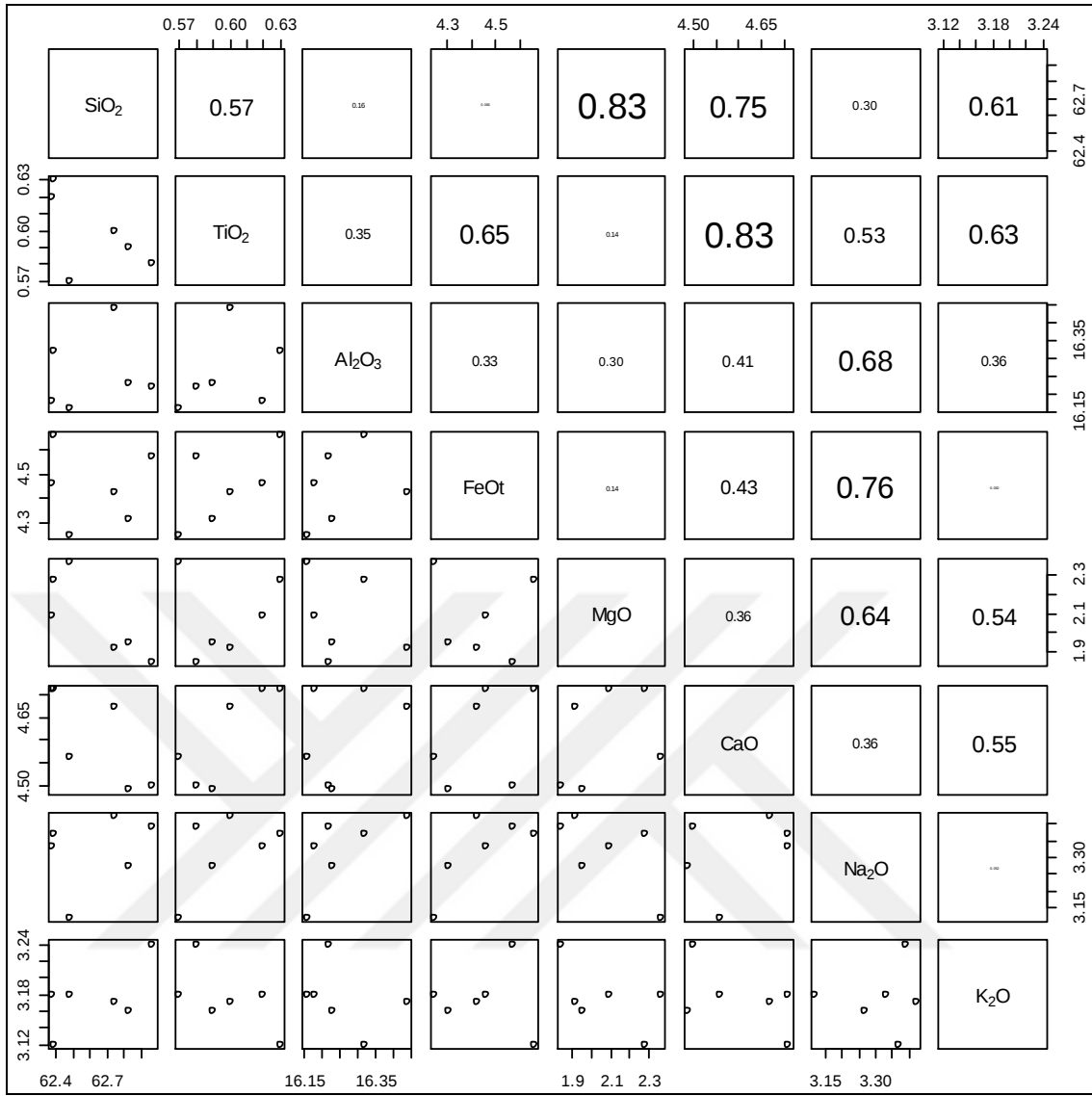
Şekil 21: Örneklerin R_1 - R_2 plot diyagramı (De la Roche ve ark. 1980)





Şekil 23: Nb/Y – Zr/Ti plot diyagramı (Pearce 1996).

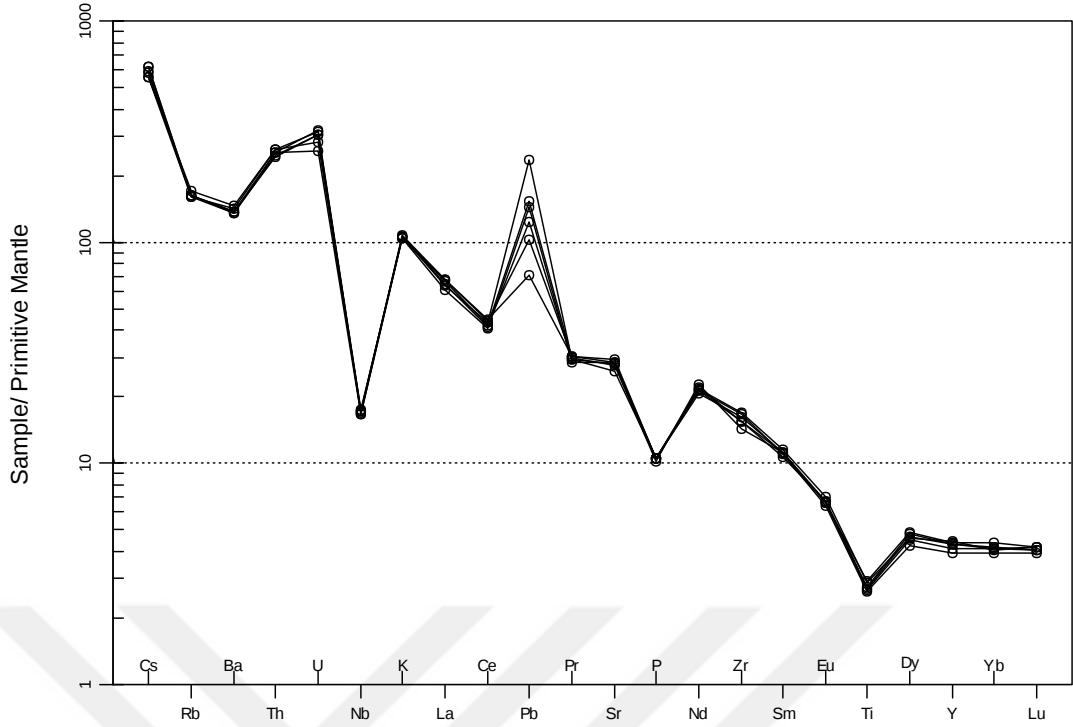
Örneklerin SiO_2 içeriği çok dar bir alanda değişim göstermesine rağmen anaoksit değişiminde korelasyonlar verebilmektedir; Harker diyagramlarına baktığımızda SiO_2 ile MgO, CaO negatif bir korelasyon göstermektedir. Bu ise MgO ve CaO içeren fazların (piroksen, amfibol) kristal farklılaşmasına uğrayarak ortamdan uzaklaştığına işaret etmektedir. CaO, TiO_2 ile, Na_2O de FeO ile güçlü bir pozitif korelasyon göstermektedir (Şekil 24: Ana oksitler harker diyagramı). FeO ve TiO_2 çoğunlukla mağmada ayrı bir faz oluşturmaktan ziyade amfibollerin bileşiminde yer aldığına işaret edebilir.



Şekil 24: Ana oksitler harker diyagramı

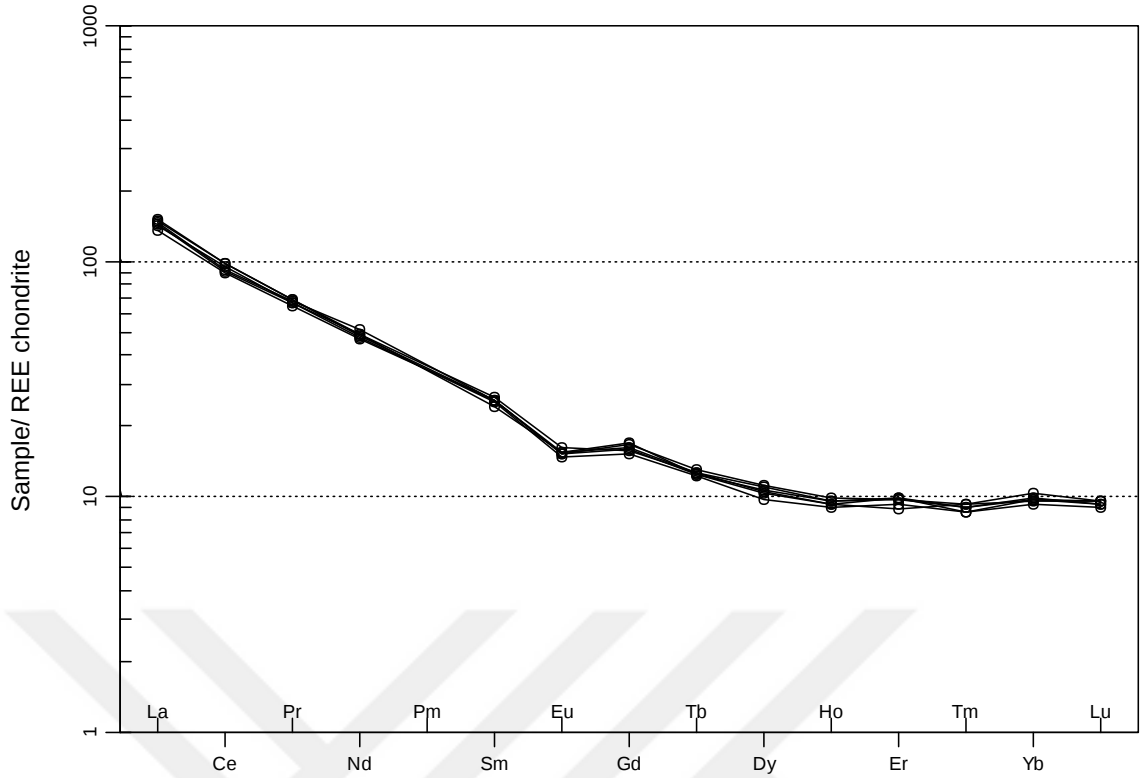
İlksel manto bileşimine oranlanmış iz element diyagramına baktığımızda ise Cs, Th, U, K ve Pb, elementleri açısından bir zenginleşme, Rb, Ba, Nb, P ve Ti açısından ise bir fakirleşme gözlenmiştir (Şekil 25). İri Katyonlu Elementlerde (örn. K, Ba, İKE) gözlenen sözkonusu zenginleşme ve Kalıcılığı Yüksek Elementlerde (örn. Nb, Ti, KYE) fakirleşme yitimle ilgili magmaların tipik özelliğidir ve bazaltik kabuktan ve pelajik çökeltilerden (organik, karbonat veya kil açısından zengin) kırıntılı çökellerden türetilen eriyik veya sıvı bileşen olan levhanın dalması ile oluşturulabilir.

Sr, P ve Ti anomalileri Plajiyoklaz, manyetit ve apatitin fraksiyonel kristalleşmesine işaret edebilir. Tüm örnekler, oluşumlarında bir yitim bileşenini gösteren karakteristik bir negatif Nb ve Ti anomalisine sahiptir (Pearce 1983).



Şekil 25: Örneklerin ilkel mantoya (Sun ve McDonough 1989) oranlanmış iz element diyagramı

Örneklerin Kondrite oranlanmış Nadir Toprak Element (NTE) (Şekil 26) diyagramı genel olarak bir farklılaşmış ((La/Yb)_N: 13.5-16) ve kaşık biçimli bir desen sunmaktadır. Dalma-batma ile ilişkili magmalara benzer (Wood ve ark. 1979; Wood 1980; Pearce 1983) şekilde Hafif nadir Toprak Elementlerince (HNTE) bir zenginleşme ((La/Sm)_N : 5.3-6.2) kendini göstermektedir. Farklılaşmış ve HNTE’ce zenginleşmiş karakter örneklerin kökeninde içermiş olduğu kıtasal kabuğa işaret etmektedir (Watters ve Pearce 1987). Amfibol farklılaşması, kalsik amfibollerin Orta Nadir Toprak Elementlerinin (ONTE) (Gd'den Ho'ya) Ağır Nadir Toprak Elementlerine (ANTE) (Er'den Lu'ya) afinitesi nedeniyle içbükey ('kaşık' şeklinde) REE desenleri oluşturma eğilimi gösterir (Klein ve ark. 1997; Dalpé ve Baker 2000). Örnekler magmada plajiyoklas farklılaşmasına işaret eden ayrıca-zayıf orta negatif Eu* anomalisi de göstermektedir ((Eu/Eu*)_N: 0.73-0.78, Tablo 2).



Şekil 26: Örneklerin kondrite (Anders ve Grevesse 1989) oranlanmış Nadir Toprak Element diyagramı

Genel olarak farklılaşmış bir NTE diyagramı sergilenmektedir. Eu normalize 0,669 ile 0,761 arasındadır ve negatif Eu* anomalisi ile karakterize olmuştur.

HNTE olarak $(La/Yb)_N$ 21,484 ile 25,478 arasında bir sonuç ile farklılaşma göstermektedir. Bunun yanı sıra ANTE olarak $(Eu/Yb)_N$ 3,075 ile 3,701 arasında olup yine farklılaşmış bir desen sunmaktadır (Tablo 2).

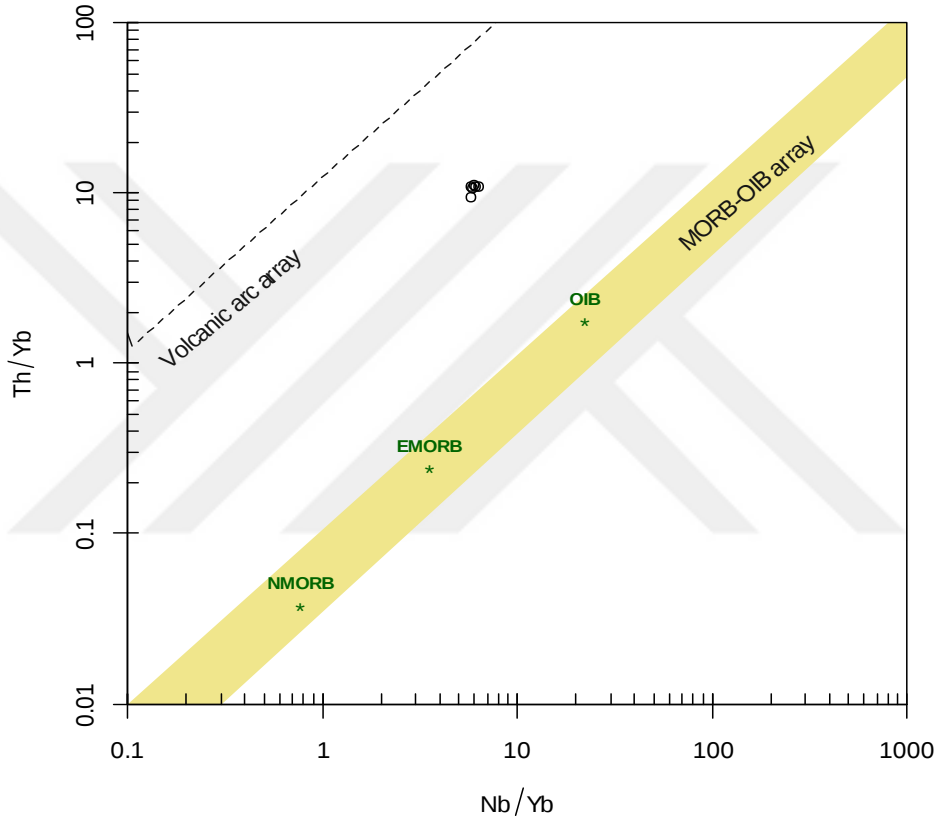
Tablo 2: Kondrite normalize NTE bazı değerlerin minimum ve maksimum oranları.

	$(Eu/Eu^*)_N$	$(La/Yb)_N$	$(La/Sm)_N$	$(Eu/Yb)_N$
Minimum	0,73	13,46	5,3	1,49
Maksimum	0,78	16,01	6,19	1,72

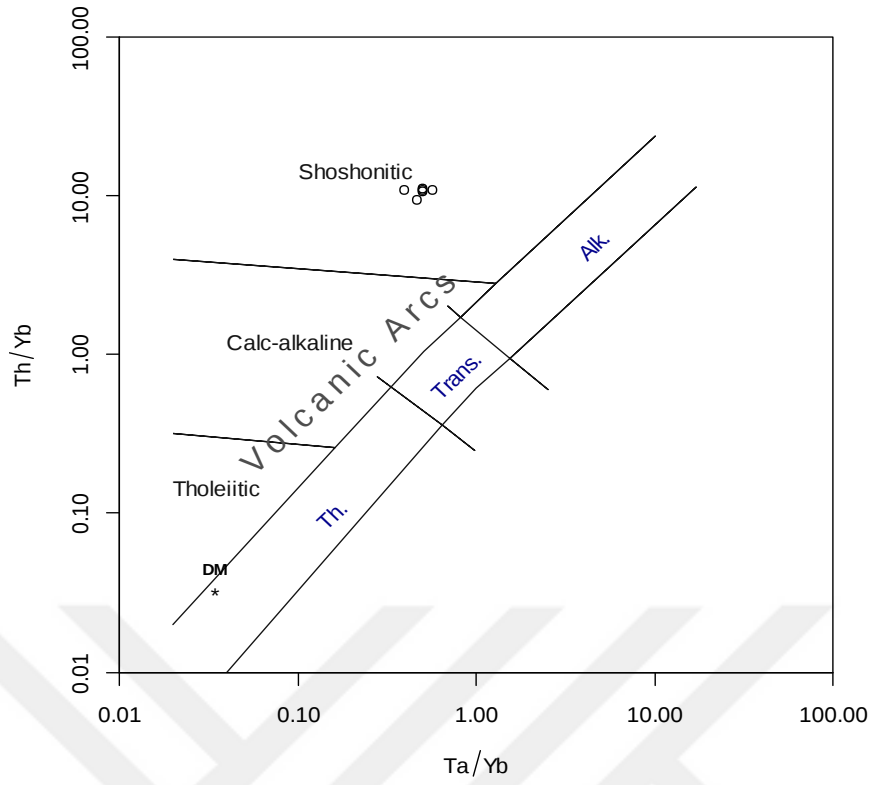
5.2.1. Jeotektonik Konum

Örnekler nispeten yüksek Th/Yb ve Nb/Yb oranlarına sahip olup Okyanus Ortası Sırtı Bazalt (MORB)- Okyanusal Adası Bazalt (OIB) dizilimin göre daha zenginleşmiş, volkanik yay dizilimine yakın bir bileşim sergilemektedirler (Şekil 27). Nitekim örnekler (Pearce 1982) ye ait Ta/Yb-Th/Yb diyagramında şöşonitik bölgede yer

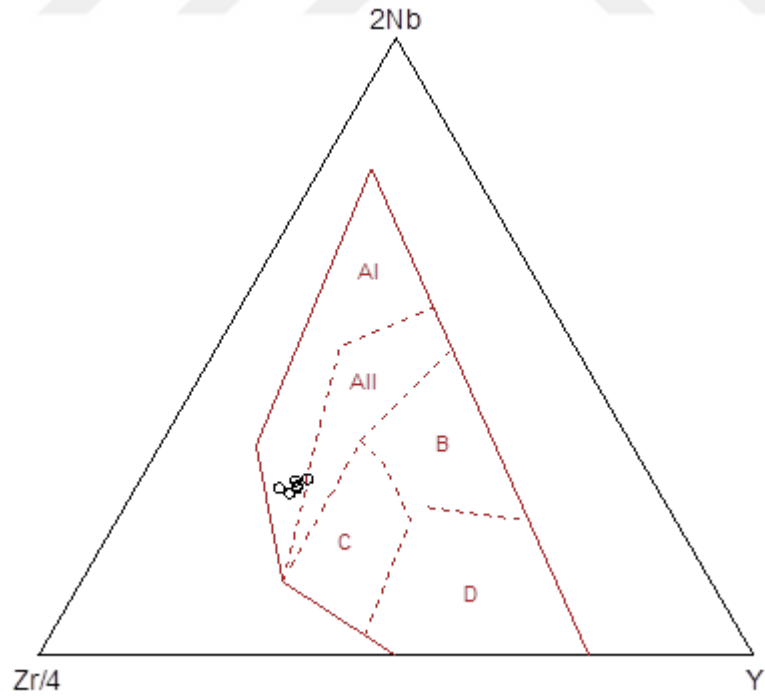
almaktadır (Şekil 28). Meschede (1986) sınıflandırmasına göre ise örnekler çoğunlukla diyagramda AI ile temsil edilen kıta içi alkali bazalt olarak tanımlanmıştır (Şekil). Örnekler içermiş oldukları nispeten yüksek La ve düşük Nb ve Y içerikleri ile kalk-alkalin orojenik bölgede (Şekil 30) yer almaktadırlar. Şekil 31’de ise tüm örnekler sahip oldukları yüksek La/Yb oranları ile alkali yay içerisinde gözlenmiştir. Şekil 32’de ise de örnekler nispeten yüksek Zr ve Nb içerikleri ile (Muller ve ark. 1992) diyagramında “çarpışma sonrası yay potasik kayaçları” işaret etmektedirler.



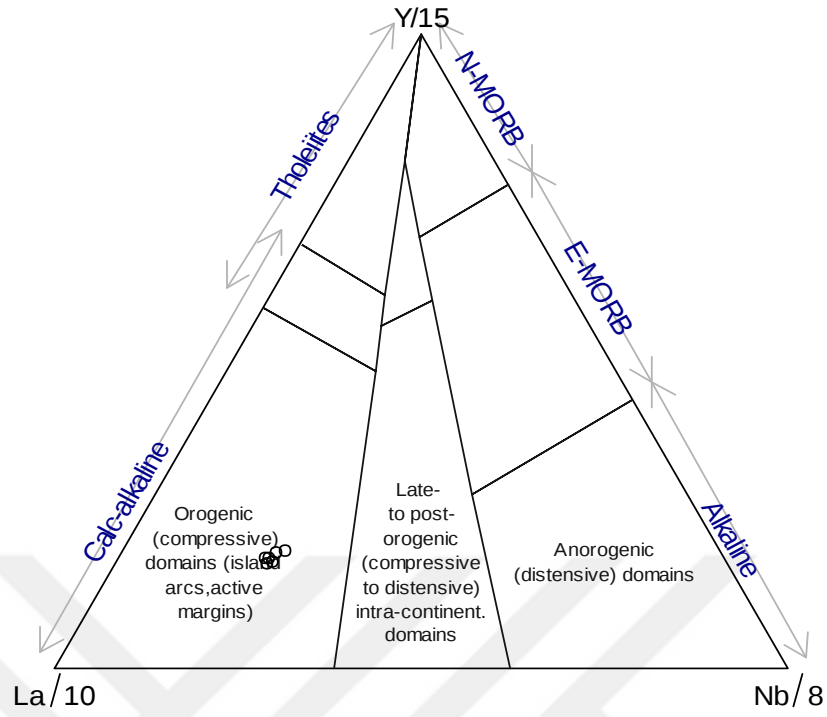
Şekil 27: Nb/Yb – Th/Yb diyagramı (Pearce 2008). (Okyanus Ortası Sırtı Bazalt (MORB)- Okyanusal Adası Bazalt (OIB)).



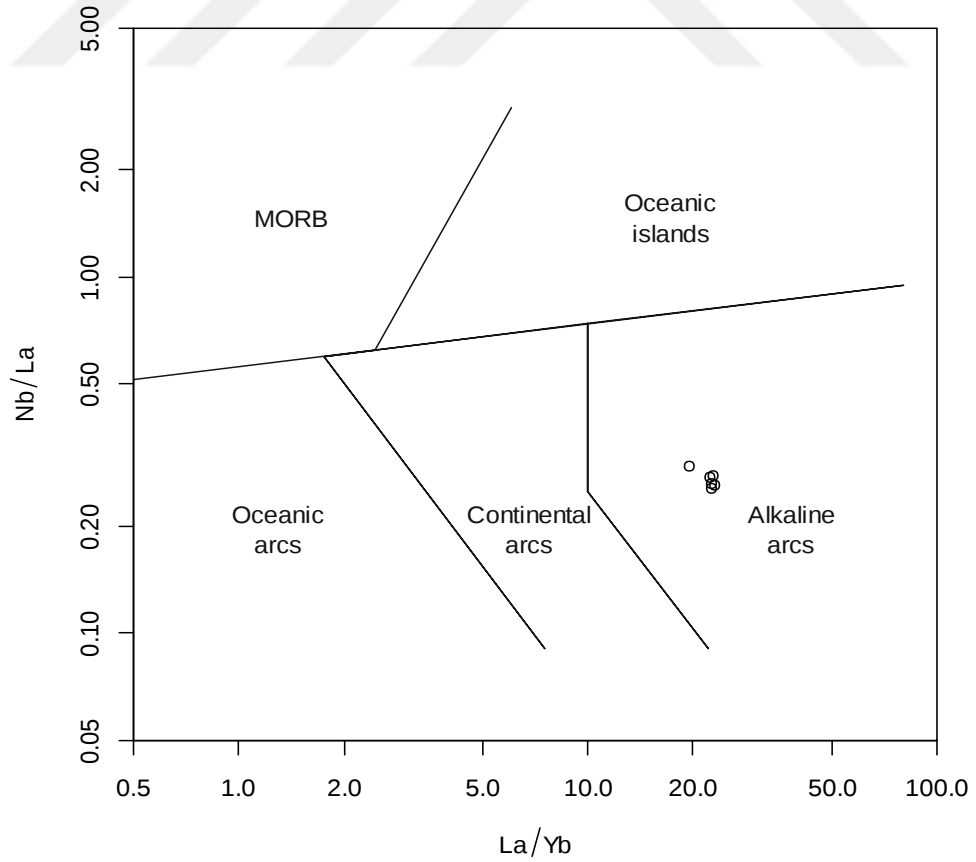
Şekil 28: Ta/Yb-Th/Yb diyagramı (Pearce 1982)



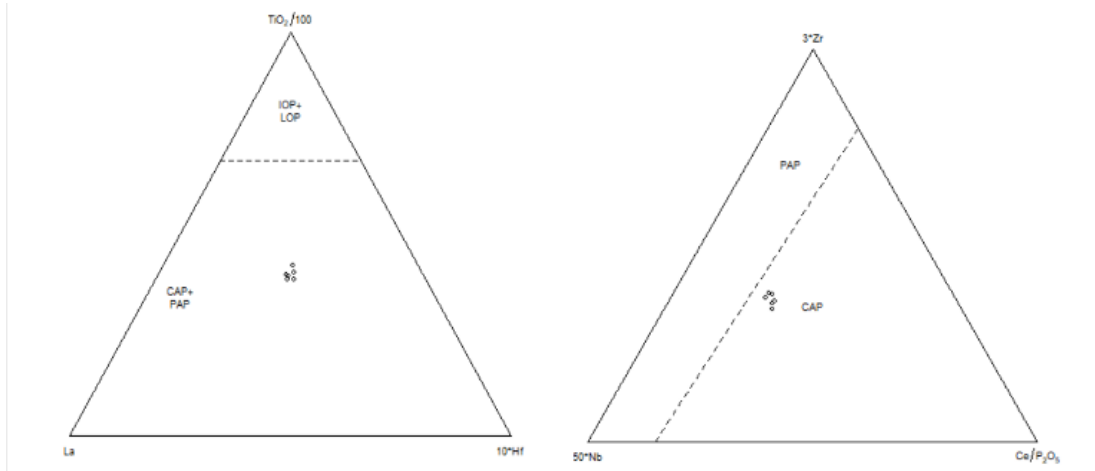
Şekil 29: Zr/4 – 2Nb – Y diagramı (Meschede 1986). Alanlar şu şekilde tanımlanır: AI, plaka içi alkali bazaltlar; Tümü, levha içi alkali bazaltlar ve levha içi toleittler; B, E tipi MORB; C, levha içi toleittler ve volkanik yay bazaltları; D, N tipi MORB ve volkanik yay bazaltları.



Şekil 30: La/10 – Y/15 – Nb/8 diyagramı (Cabanis ve Lecolle 1989).



Şekil 31: La/Yb – Nb/La diyagramı (Hollocher ve ark. 2012).



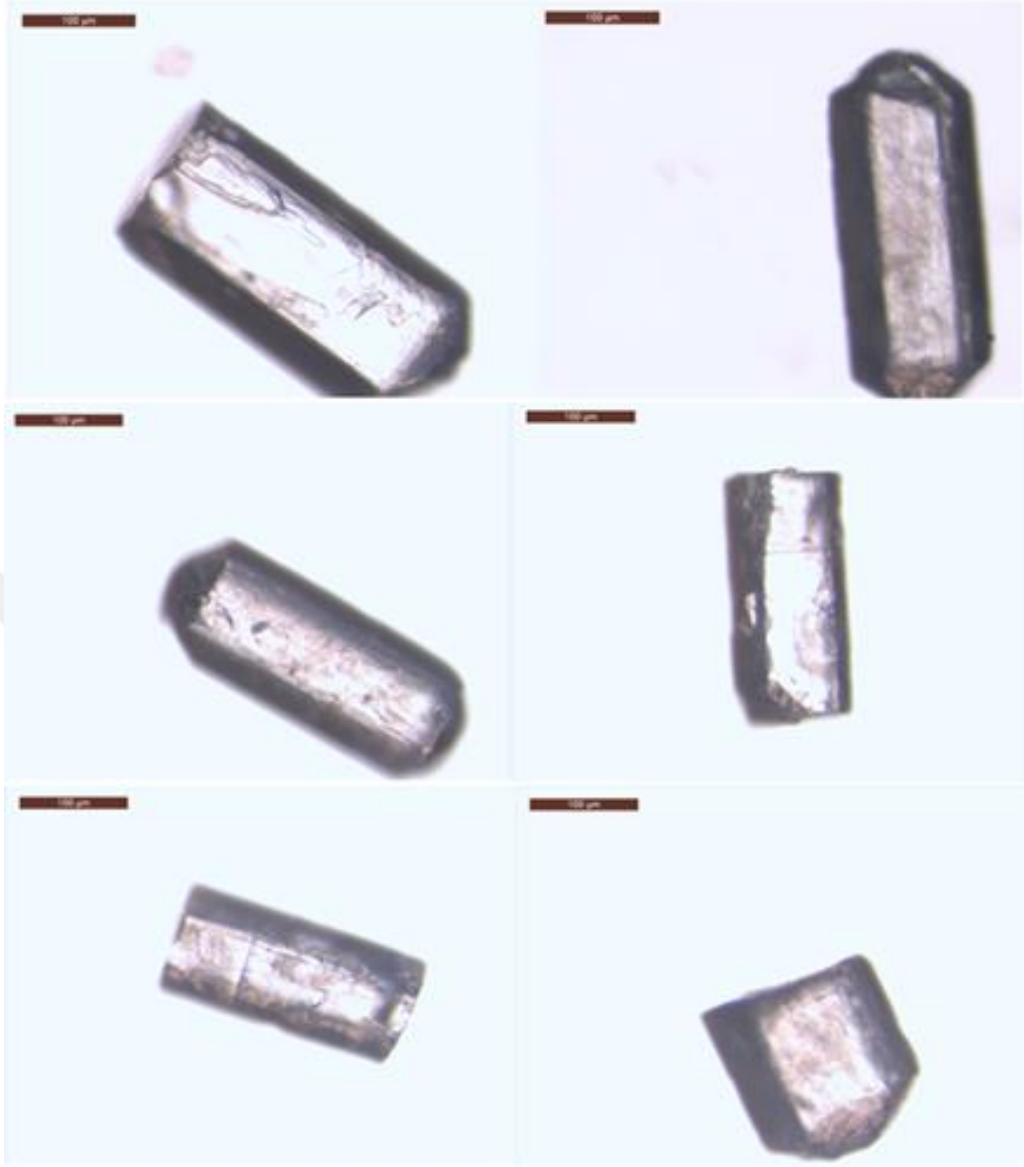
Şekil 32: Potasik kayalar için tektonik ayırım diyagramları (a, b) (Muller ve ark. 1992), CAP, kıtasal yay potasik kayalar; PAP, çarpışma sonrası ark potasik kayalar; GIB, ilk okyanus arkı potasik kayalar; LOP, geç okyanus arkı potasik kayalar.

5.3. Jeokronoloji

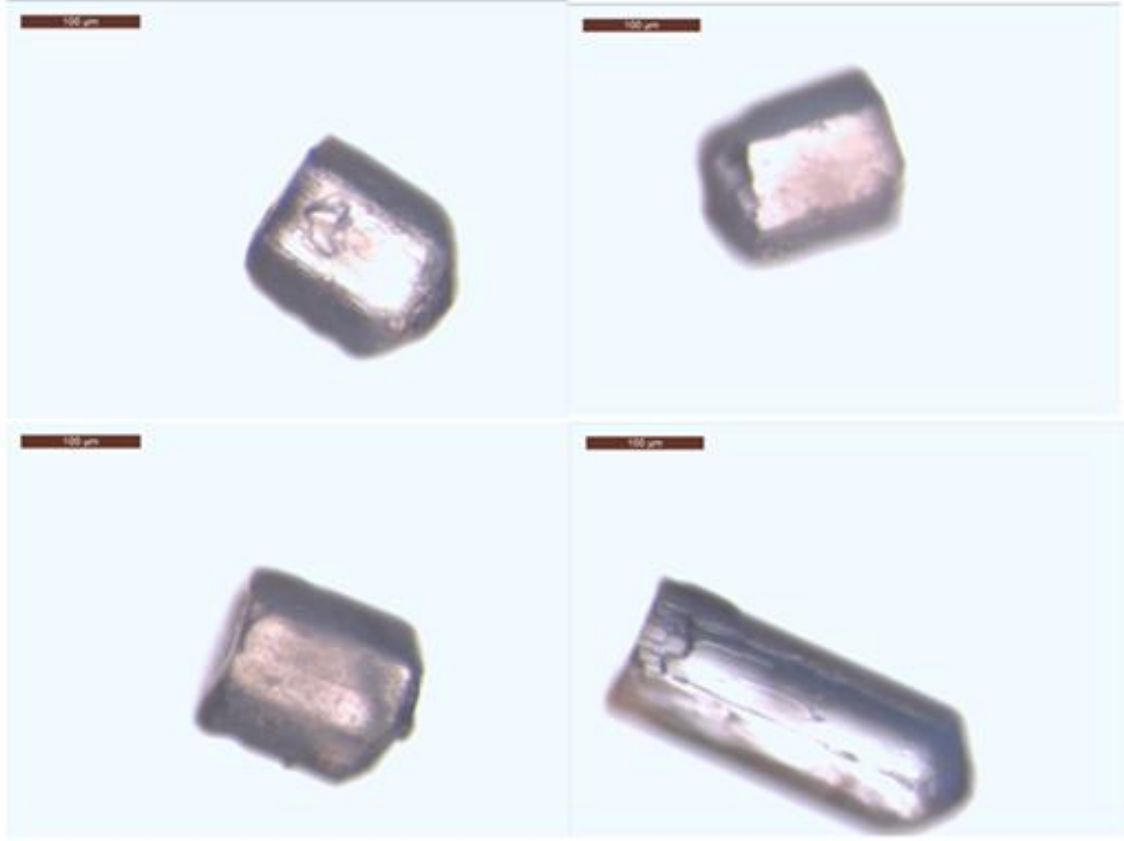
(U-Th-SM)/He Apatit yaşlandırma(AHe) tekniği, Uranyum, Toryum ve Samaryum elementlerinin yarı ömürleri ile zaman içinde üretilen alfa bozunması ($4He$) miktarı arasındaki orana dayanır. Bu yaşlandırma tekniği ile elde edilen yaşlar genellikle kristalleşme veya çökeltme yaşlarından daha gençtir. Bu duruma numunelerin apatit helyum sistemi için belirlenen kapanma sıcaklığından (T_c) (Dodson 1973) daha yüksek sıcaklıklarda geçirilen süreden kaynaklandığı söylenebilir. Helyum atomları, kapanım sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda apatit kristalleri içinde kilitlidir ve üretimleri, radyoaktif bozunma ile ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th ve ^{147}Sm elementlerinin ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb ve ^{143}Nd 'ye dönüştürülmesi sırasında α ışıınımı ile sağlanır. Temel olarak AHe yaşı hesaplamak için gerekli veriler (Reiners ve ark. 2002) tarafından (i) yarı ömür sabitleri (λ_s) ve (ii) $4He$, ^{238}U , ^{235}U ve ^{232}Th (^{147}Sm) miktarları olarak belirlenmiştir. Belirlenen yaş formülü apatit taneciğinde birincil $4He$ elementi olmadığını varsayar ve şu şekilde ifade edilir: $4He=8238U(\exp(\lambda_{238}t)-1)+7235U(\exp(\lambda_{235}t)-1)+6232Th(\exp(\lambda_{232}t)-1)$, “t”= AHe yaşı.

Örneklerden seçilen iki adet örnekten Çukurova Üniversitesinde mineral ayırımı yapılmış, ve elde edilen apatit kristallerinden (Şekil 33) Çek Cumhuriyeti’nde (U/Th)-He yöntemi ile yaşlandırması gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 3 de sunulmuştur.

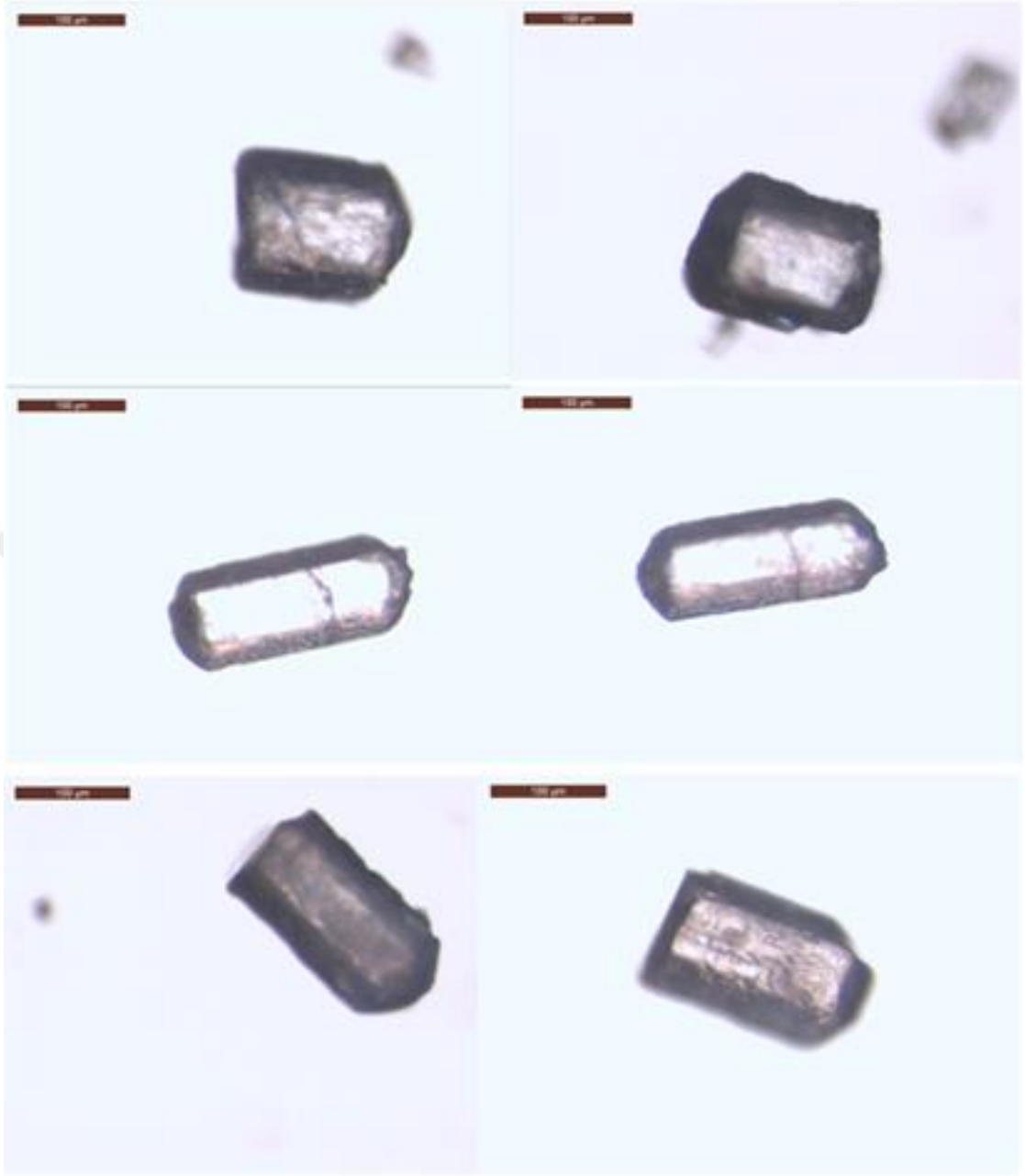
Numunelerin AHe yaşının hesaplanması için, apatit kristallerinde (optik olarak temiz ve ekstra mineral veya sıvı kapanımlarından arındırılmış) depolanan 4He miktarı, lazer ışını ısıtmalı sisteme (Neotektonik ve Departmanında ALPHACHRON cihazı) bağlı bir kuadropol ktle spektrometresi ile belirlendi. ek Bilimler Akademisi, Jeoloji Enstitüsü,Termokronoloji, Kaya yapısı ve Mekaniki Enstitüsünde HS-ICP-MS (Yüksek znrlkl İndüktif Olarak Eşleşmiş Plazma – Ktle Spektrometresi) cihazı ile ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th ve Sm^{147} miktarı ile ölçülmüştür. Her numune için en az 5 apatit kristalinden ölçümler yapıldı ve apatit tanelerinin ortalama yaşı, bu 5 apatit tanesini içeren numunenin AHe yaşı olarak verildi (yaşın hatası, beş ayrı yaşın standart sapmasıdır). Genel olarak, bu yöntemle elde edilen sonuçlar, numunelerin $67^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'den soğumaya başladığı andan yüzey sıcaklıklarına kadar geçen srenin bulunmasına yardımcı olmuştur. Ancak bu çalışmanın örnekleri volkanik kayalardan oluştuğu için yaşları örneklerin oluşum yaşlarına uygun olmalıdır. Dur 81-1 ve Dur 82-2 yaşları standart numunelerin yaşlarıdır (yaşları bilinen durango kristalleri $31,1\pm 1,4$ Ma, (Flamary ve ark. 2021). Bu çalışmanın durango yaşları 29,79 Ma ile temsil edilmektedir. Bu şu anlama gelir: durango yaşları standart $31,1\pm 1,4$ Ma durango yaşı aralığında olduğundan ölçümlerin analitik hataları minimumdur.



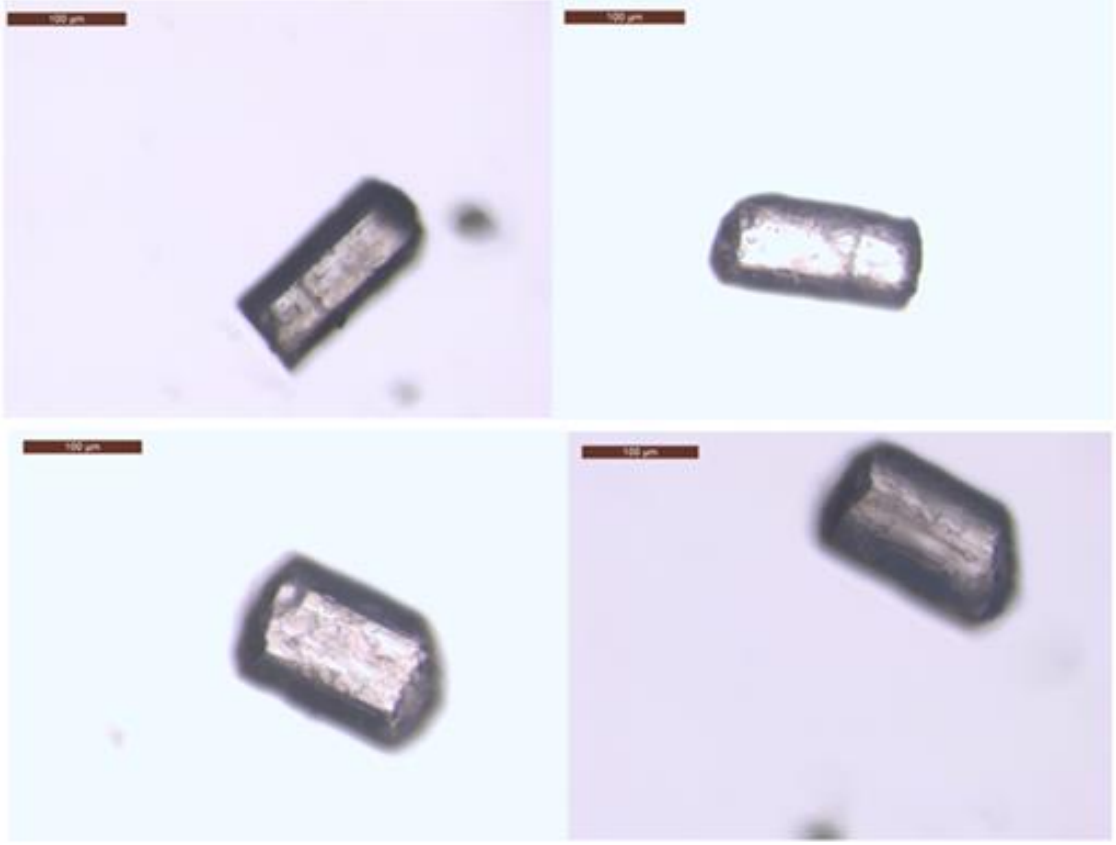
Şekil 33: Yaşlandırma yapılan bazı apatit kristallerinin CL resimleri



Şekil 33: dev.



Şekil 33: Dev..



Şekil 33: Dev.

Jeokronolojik analiz sonuçlarına göre Bayraklı mevkiinden alınan örneklerin yaşı 8.93 ila 7.03 my arasında olup ortalama olarak 7.81 my (hata payı 0.7 my) yaşı elde edilmiştir. Memlik bölgesinden alınan numunelerde yaşlar ise 8.47 ila 7.54 my arasında olup, ortalama 8.03 my (hata payı 0.5 my) olarak bulunmuştur. Sonuçlara ilişkin ayrıntılı bilgiler Tablo-2’de verilmiştir.

Tablo 3: Araziden alınan örneklerin jeokronoloji analiz sonuçlarına ait veriler

Sample Name:	Th/U	Error	moles 4 He	moles 238 U	moles 235 U	moles 232 Th	moles 147 Sm	volume grain (microns ³)	mass grain (g)	ppm U 238	ppm U 235	ppm Th 235	Age (Ma, uncorrected, iterative)	Error	FT	Age (Ma, corrected)	Error	Average age (Ma)	St. Deviation (±Ma)
Bayraklı-1	3,18	0,05	2,04E-13	1,44E-12	1,06E-14	4,72E-12	4,42E-13	4138490	1,32E-05	26,00367	0,192345	82,7757566	6,29	0,06	0,82	7,64	0,07	7,81	0,697656887
Bayraklı-2	3,03	0,05	2,27E-13	1,62E-12	1,20E-14	5,09E-12	3,71E-13	2755460	8,82E-06	44,18343	0,326551	133,857879	6,3	0,05	0,8	7,85	0,07		
Bayraklı-3	3,17	0,05	1,34E-13	8,68E-13	6,42E-15	2,84E-12	2,46E-13	2000770	6,40E-06	32,5009	0,241513	103,0717713	6,86	0,07	0,77	8,93	0,09		
Bayraklı-4	2,82	0,05	1,95E-13	1,43E-12	1,06E-14	4,16E-12	3,27E-13	2242120	7,17E-06	47,71597	0,352961	134,5659162	6,35	0,06	0,84	7,59	0,07		
Bayraklı-5	2,46	0,04	1,07E-13	8,98E-13	6,65E-15	2,28E-12	2,75E-13	2108700	6,75E-06	31,92844	0,237165	78,55548234	5,84	0,05	0,83	7,03	0,06		
Memlik-1	3,87	0,06	1,34E-13	7,92E-13	5,86E-15	3,17E-12	2,47E-13	1638470	5,24E-06	36,23446	0,269557	140,280236	6,88	0,06	0,81	8,47	0,08	8,03	0,461821358
Memlik-2	2,87	0,05	1,16E-13	8,98E-13	6,64E-15	2,66E-12	2,23E-13	1125340	3,60E-06	59,80546	0,444238	171,5045466	6,01	0,06	0,74	8,13	0,08		
Memlik-3	3,98	0,07	9,67E-14	6,53E-13	4,83E-15	2,69E-12	1,80E-13	1498730	4,80E-06	32,66458	0,243663	129,9229194	5,96	0,06	0,79	7,54	0,07		
Memlik-4	3,18	0,05	5,57E-14	4,12E-13	3,05E-15	1,35E-12	1,14E-13	699695	2,24E-06	44,15162	0,332375	140,4053782	6,08	0,06	0,72	8,45	0,08		
Memlik-5	3,42	0,05	1,06E-13	7,63E-13	5,64E-15	2,70E-12	2,05E-13	1370900	4,39E-06	41,69428	0,310328	142,6646201	5,98	0,05	0,79	7,55	0,07		
Dur 81-1	17,33	0,31	5,71E-13	2,90E-13	2,14E-15	5,19E-12	1,52E-13						30,08	0,32		30,08	0,32	29,79	0,414599465
Dur 81-2	17,48	0,28	1,57E-12	8,04E-13	5,94E-15	1,45E-11	4,13E-13						29,49	0,32		29,49	0,32		

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar inceleme alanındaki tıkaç/boyun şeklinde gelişmiş volkanik kayaçların;

- a) yüksek K kalkalkalin (şoşonitik!) özellik gösteren andezit/bazaltik andezit bileşiminde olduğuna
- b) Piroksen, amfibol ve plajiyoklaz kristal farklılaşmasına uğradığına
- c) Neojen volkanizmasının son evrelerinde [7,81 (± 0.7) - 8.03 (± 0.46) my] geliştiğine
- d) Muhtemelen Arap-Afrika ve Anadolu levhaları arasındaki çarpışma / dalma-batma izleri belirgin olmakla birlikte çarpışma sonrası potasik yay konumunda geliştiğine işaret etmektedir.

6.2 Öneriler

Yörede daha detaylı jeokimyasal, jeokronolojik ve izotop çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akal, C., 2008. K-richterite-olivine-phlogopite-diopside-sanidine lamproites from the Afyon volcanic province, Turkey, *Geological Magazine* 145 4: 570-585.
- Anders, E. ve Grevesse, N., 1989. Abundances of the elements: Meteoritic and solar, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 53 1: 197-214.
- Andrew, T. ve Robertson, A. H. F., 2002. The Beyşehir-Hoyran-Hadım Nappes: genesis and emplacement of Mesozoic marginal and oceanic units of the northern Neotethys in southern Turkey, *Journal of the Geological Society* 159: 529-543.
- Arculus, R. J., 1994. Aspects of Magma Genesis in Arcs, *Lithos* 33 1-3: 189-208.
- Asan, K. ve Ertürk, M. A., 2013. First Evidence of Lamprophyric Magmatism from the Konya Region, Turkey: a Genetic Link to High-K Volcanism, *Acta Geologica Sinica-English Edition* 87 6: 1617-1629.
- Asan, K., Kurt, H., Gündüz, M., Gençoğlu Korkmaz, G. ve Morgan, G., 2021. Geology, geochronology and geochemistry of the Miocene Sulutaz volcanic complex, Konya-Central Anatolia: genesis of orogenic and anorogenic rock associations in an extensional geodynamic setting, *International Geology Review* 63 2: 161-192.
- Bozkurt, E., Winchester, J. A., Ruffet, G. ve Rojay, B., 2008. Age and Chemistry of Miocene Volcanic Rocks from the Kiraz Basin of the Küçük Menderes Graben: Its Significance for the Extensional Tectonics of Southwestern Anatolia, Turkey', *Geodinamica Acta* 21 5-6: 239-257.
- Cabanis, B. ve Lecolle, M., 1989. The La/10-Y/15-Nb/8 Diagram - a Tool for Discrimination Volcanic Series and Evidencing Continental-Crust Magmatic Mixtures and or Contamination, *Comptes Rendus De L Academie Des Sciences Serie II* 309 20: 2023-2029.
- Dalpé, C. ve Baker, D. R., 2000. Experimental investigation of large-ion-lithophile-element-, high-field-strength-element- and rare-earth-element-partitioning between calcic amphibole and basaltic melt: the effects of pressure and oxygen fugacity, *Contributions to Mineralogy and Petrology* 140 2: 233-250.
- De la Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P. ve Marchal, M., 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major-element analyses — Its relationships with current nomenclature, *Chemical Geology* 29 1: 183-210.
- Dodson, M. H., 1973. Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems, *Contributions to mineralogy and petrology* 40 3: 259-274.
- Flamary, R., Courty, N., Gramfort, A., Alaya, M. Z., Boisbunon, A., Chambon, S., Chapel, L., Corenflos, A., Fatras, K. ve Fournier, N., 2021. Pot: Python optimal transport, *The Journal of Machine Learning Research* 22 1: 3571-3578.
- Gates, A. E. ve Richie, D., 2007. Encyclopedia of earthquakes and volcanoes. *Encyclopedia of earthquakes and volcanoes*: 365pp.
- Göçmengil, G., KARACIK, Z., GENÇ, Ş. C. ve BİLLOR, M. Z., 2018. ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology and petrogenesis of postcollisional trachytic volcanism along the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (NE, Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences* 27 1: 1-31.
- Hastie, A. R., Kerr, A. C., Pearce, J. A. ve Mitchell, S., 2007. Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th-Co discrimination diagram, *Journal of petrology* 48 12: 2341-2357.
- Hollocher, K., Robinson, P., Walsh, E. ve Roberts, D., 2012. Geochemistry of Amphibolite-Facies Volcanics and Gabbros of the Storen Nappe in Extensions West and Southwest of Trondheim, Western Gneiss Region, Norway: A Key to

- Correlations and Paleotectonic Settings, American Journal of Science 312 4: 357-416.
- Irvine, T. N. ve Baragar, W. R. A., 1971. A guide to the chemical classification of the common rocks, Canadian Journal of Earth Sciences 8: 523–548.
- Keller, J., Jung, D., Burgath, K. ve Wolff, F., 1977. Geologie und petrologie des Neogenen kalkalkali- vulkanismus von Konya (Erenler Dağ - Alaca Dağ - Massiv, Geologisches Jahrbuch Hessen 25: 37-117.
- Kempler, D. ve Garfunkel, Z., 1994. Structures and Kinematics in the Northeastern Mediterranean - a Study of an Irregular Plate Boundary, Tectonophysics 234 1-2: 19-32.
- Ketin, I., 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İstanbul, İTÜ, p.
- Klein, M., Stosch, H. G. ve Seck, H. A., 1997. Partitioning of high field-strength and rare-earth elements between amphibole and quartz-dioritic to tonalitic melts: an experimental study, Chemical Geology 138 3: 257-271.
- Kocak, K. ve Zedef, V., 2016. Geochemical Characterisics Of The Lava Domes in Yatagan Village And Sağlık Town, From Erenlerdağı (Konya, Central Turkey) Volcanites, Acta Geobalcanica 2 1: 7-19.
- Kocak, K., 2021. Geological Characteristics Of The Neogene Volcanic Plugs in Inlice (Konya) Area, Central Turkey. Proceedings 2021, Geobalcanica Society.
- Kocayigit, A. ve Erol, O., 2001. A tectonic escape structure: Erciyes pull-apart basin, Kayseri, central Anatolia, Turkey, Geodinamica Acta 14 1-3: 133-145.
- Koçak, K., 2012. Geochemical characteristics of the Late Miocene to Pliocene Ulumuhsine sill of the Erenlerdağı volcanics, Konya, Central Turkey, , Ore potential of alkaline, kimberlite and carbonatite magmatism, 2012, 14-18 September, Sudak, Ukraine.
- Kurt, H., Özkan, A. M. ve Kocak, K., 2003. Geology, Petrography And Geochemistry Of The Subduction Related Volcanic Rocks, West Of Konya, Central Anatolia, Türkiye Jeoloji Bülteni 46 2: 39 – 51
- Kurt, S., Akgül, B. ve Kurt, H., 2005. Sağlık-Erenkaya (Konya Batısı) yöresi volkanik kayaların petrografik ve jeokimyasal özellikleri, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 17 1: 190-204.
- LeBas, M. J., LeMaitre, R. W., Streckeisen, A. ve Zanettin, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram, Journal of Petrology 27 745–750.
- Meschede, M., 1986. A Method of Discriminating between Different Types of Midocean Ridge Basalts and Continental Tholeiites with the Nb-Zr-Y Diagram, Chemical Geology 56 3-4: 207-218.
- Middlemost, E. A. K., 1994. Naming Materials in the Magma Igneous Rock System, Earth-Science Reviews 37 3-4: 215-224.
- Muller, D., Rock, N. M. S. ve Groves, D. I., 1992. Geochemical Discrimination between Shoshonitic and Potassic Volcanic-Rocks in Different Tectonic Settings - a Pilot-Study, Mineralogy and Petrology 46 4: 259-289.
- Ohta, T. ve Arai, H., 2007. Statistical empirical index of chemical weathering in igneous rocks: A new tool for evaluating the degree of weathering, Chemical Geology 240 3-4: 280-297.
- Özgül, N., 1976. Toroslar 'ın bazı temel jeoloji özellikleri, TJB 19: 65-78.
- Özgül, N., 1984. Stratigraphy and tectonics evolution of the central Taurides, International Symposium on the geology of the Taurus Belt, Ankara, 77 - 90.

- Özkan, A. M. ve Söğüt, A. R., 2011. DİLEKÇİ (KONYA BATISI) ÇEVRESİNDEKİ NEOJEN ÇÖKELLERİNİN STRATİGRAFİSİ, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 5 3: 1131-1138.
- Pearce, J. A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries, In: Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks, Eds: S., T. R.: Wiley, Chichester, p. 525-548.
- Pearce, J. A., 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins.
- Pearce, J. A., 1996. A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams, In: Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration, Eds: Wyman, D. A., Canada: Geological Association of Canada, p. 79-113.
- Pearce, J. A., 2008. Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust, Lithos 100 1-4: 14-48.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey, Contributions to mineralogy and petrology 58: 63-81.
- Reiners, P. W., Farley, K. A. ve Hickes, H. J., 2002. He diffusion and (U-Th)/He thermochronometry of zircon: initial results from Fish Canyon Tuff and Gold Butte, Tectonophysics 349 1-4: 297-308.
- Ross, P. S. ve Bedard, J. H., 2009. Magmatic affinity of modern and ancient subalkaline volcanic rocks determined from trace-element discriminant diagrams, Canadian Journal of Earth Sciences 46 11: 823-839.
- Sengör, A. M. C., 1984. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia, Geological Society of America.
- Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J. ve Lamere, J., 2002. Igneous rocks; a classification and glossary of terms; recommendations of the International Union of Geological Science Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, Cambridge University Press, Cambridge: 236.
- Sun, S. S. ve McDonough, W. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, Geological Society, London, Special Publications 42 1: 313-345.
- Temel, A., Gundogdu, M. N. ve Gourgau, A., 1998. Petrological and geochemical characteristics of Cenozoic high-Kcalc-alkaline volcanism in Konya, Central Anatolia, Turkey Journal of Volcanology and Geothermal Research 85 1-4: 327-354.
- Uyanık, C. ve Koçak, K., 2016. GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ERENLERDAGI VOLCANICS, KONYA, CENTRAL TURKEY, Bulletin of the Geological Society of Greece 50 4: 2057-2067.
- Uyanık C ve K., K., 2016. Geochemical characteristics of the Erenlerdagi volcanics, Konya, Central Turkey. , the 14th International Congress, Thessaloniki, May 2016., Thessaloniki, Greece.
- Watters, B. R. ve Pearce, J. A., 1987. Metavolcanic Rocks of the La Ronge Domain in the Churchill Province, Saskatchewan: Geochemical Evidence for a Volcanic Arc Origin, Geological Society, London, Special Publications 33 1: 167.
- Wilson, M., 1989. Igneous Petrogenesis. A Global Tectonic Approach., London, Boston, Sydney, Wellington, : Unwin Hyman, p.

- Wood, D. A., Joron, J. L., Treuil, M., Norry, M. ve Tarney, J., 1979. Elemental and Sr isotope variations in basic lavas from Iceland and the surrounding ocean floor, *Contributions to Mineralogy and Petrology* 70 3: 319-339.
- Wood, D. A., 1980. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagnetic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary Volcanic Province, *Earth and Planetary Science Letters* 50 1: 11-30.
- Yilmaz, H., 1981. Genesis of Uranium Deposits in Neogene Sedimentary-Rocks Overlying the Menderes Metamorphic Massif, Turkey, *Chemical Geology* 31 3: 185-210.

