

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**SARIALAN (ALTIEYLÜL, BALIKESİR) CİVARINDAKİ TERSİYER  
YAŞLI BAĞBURUN VE YÜREKLİ VOLKANİTLERİNİN  
PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

**FERAT SAVCI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri :** **Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BÜYÜKKAHRAMAN (Tez Danışmanı)**  
**Prof. Dr. Şener CERYAN**  
**Doç. Dr. Hakan ELÇİ**

**BALIKESİR, HAZİRAN - 2022**

## ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Sarıalan (Altıeylül, Balıkesir) Civarındaki Tersiyer Yaşlı Bağburun ve Yürekli Volkanitlerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**Ferat SAVCI**  
(imza)

## ÖZET

**SARIALAN (ALTIEYLÜL, BALIKESİR) CİVARINDAKİ TERSİYER YAŞLI  
BAĞBURUN VE YÜREKLİ VOLKANİTLERİNİN PETROGRAFİK VE  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
FERAT SAVCI  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ GÖKHAN BÜYÜKKAHRAMAN)**

**BALIKESİR, HAZİRAN - 2022**

Bu çalışmada Batı Anadolu'da Sarialan Mahallesi (Altieylül, Balıkesir) ve yakın çevresinde mostra veren Üst Oligosen yaşlı Bağburun ve Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Yürekli Volkaniti'nin petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla, öncelikle çalışma alanının 1/25.000'lik jeolojik haritası çizilerek; volkanitlerden sistematik olarak derlenen taze örnekler üzerinde petrografik ve jeokimyasal analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; bölgede tektonik evrimin üç ayrı aşamada tamamlandığı söylenebilir. İlk evrede andezit ve trakiandezitten oluşan Bağburun Volkaniti, ikinci evrede andezitik karakterli Hallaçlar Volkaniti ve son olarak üçüncü evrede ise daha çok dasit bileşimli olduğu söylenen Yürekli volkanik kayalar meydana gelmiştir. Literatürde her üç evrenin de olasılıkla yiten bir okyanus kabuğunun kısmi ergimesi ile oluştuğu belirtilmektedir. Kayaların mineral parajenezi genel olarak plajiyoklaz, amfibol, biyotit, sanidin, kuvars ve opak minerallerden oluşur. Petrografik olarak hâkim doku yarı kristalli porfirik doku olmakla beraber; bunun yanı sıra camı, trakitik, glameroporfirik, elek ve sferülitik dokular da dikkat çekmektedir. Kayaların büyük çoğunluğu yoğun alterasyona maruz kalmış ve mineraller büyük oranda karbonatlaşmış, serizitleşmiş, killeşmiş ve opaklaşmıştır. Jeokimyasal olarak, kayalar kalk-alkalen karakterli olup, yüksek K içermektedirler. Tektonik ortam olarak, hem Bağburun hem de Yürekli volkanik kayalarının oluşumlarına kaynaklık eden magmanın kıtasal yay ortamında oluştuğu sonucuna varılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Sarialan, Balıkesir, Bağburun Volkaniti, Yürekli Volkaniti, petrografi, jeokimya.

## **ABSTRACT**

### **PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF TERTIARY AGED BAĞBURUN AND YÜREKLİ VOLCANITES AROUND SARIALAN (ALTIEYLÜL, BALIKESİR)**

**MSC THESIS**

**FERAT SAVCI**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**GEOLOGICAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. GÖKHAN BÜYÜKKAHRAMAN)**

**BALIKESİR, JUNE - 2022**

In this study, the petrographic and geochemical properties of the Upper Oligocene aged Bağburun and Upper Oligocene-Lower Miocene aged Yürekli Volcanites outcropping in Sarıalan (Altieylül, Balıkesir) and its vicinity in Western Anatolia were investigated. For this purpose, 1/25.000 scaled geological map of the study area was firstly drawn and petrographic and geochemical analyses were carried out on the fresh samples systematically collected from volcanics. According to the results obtained; It can be said that the tectonic evolution in the region was completed in three separate stages. Bağburun volcanites, which are composed of andesite and trachyandesite in the first phase, Hallaçlar volcanites with andesitic character in the second phase, and Yürekli volcanic rocks, which are said to be mostly dacite in composition, were formed in the third phase. It is stated in the literature that all three phases were probably formed by the partial melting of a yielded oceanic crust. Mineral paragenesis of rocks generally consists of plagioclase, amphibole, biotite, sanidine, quartz and opaque minerals. Petrographically dominant texture is hipocrystalline porphyritic texture; In addition, glassy, trachytic, glameroporphyric, sieve and spherulitic textures are also noteworthy. Most of the rocks have been extensively altered and the minerals are largely carbonated, sericitized, argillized and opaque. Geochemically, the rocks are calc-alkaline in character and contain high K. As the tectonic environment, it was concluded that the magma, which is the source of the formation of both Bağburun and Yürekli volcanic rocks, was formed in the continental arc environment.

**KEYWORDS:** Sarıalan, Balıkesir, Bağburun Volcanity, Yürekli Volcanity, petrography, geochemistry.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Çalışma Alanının Coğrafik Durumu ve Özellikleri .....	1
1.1.1 Morfoloji .....	1
1.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü .....	1
1.1.3 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım .....	2
1.2 Önceki Çalışmalar.....	3
1.3 Materyal ve Metot.....	4
<b>2. BÖLGESEL JEOLJİ</b> .....	<b>6</b>
<b>3. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ</b> .....	<b>11</b>
3.1 Bağburun Volkaniti.....	11
3.2 Yürekli Volkaniti .....	18
<b>4. PETROGRAFI</b> .....	<b>23</b>
4.1 Bağburun Volkaniti'nin Petrografisi.....	23
4.2 Yürekli Volkaniti'nin Petrografisi .....	31
<b>5. JEOKİMYA</b> .....	<b>39</b>
5.1 Bağburun Volkaniti'nin Jeokimyası .....	39
5.2 Yürekli Volkaniti'nin Jeokimyası.....	51
5.3 Bağburun Volkaniti'nin Kimyasal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırmalı Analizi .....	61
<b>6. SONUÇLAR</b> .....	<b>64</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>66</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>70</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 1.1:</b> Çalışma alanının yer bulduru haritası (Google Maps, 2022'den değiştirilerek).....	2
<b>Şekil 2.1:</b> Türkiye'nin Alp-Himalaya orojenik kuşağındaki genel görünümü (Şengör, 1987). A-T: Anatolid-Toridler, P: Pontidler. ....	6
<b>Şekil 2.2:</b> Türkiye'nin ana tektonik birimlerinin genel görünümü (Okay ve Tüysüz, 1999). BFZ: Bornova Fliş Zonu; İAKK: İç Anadolu Kristalen Kompleksi.....	7
<b>Şekil 2.3:</b> KB Anadolu'nun basitleştirilmiş jeoloji haritası (Okay vd. 2002'den değiştirilerek).....	8
<b>Şekil 2.4:</b> Biga Yarımadası'nın stratigrafik kolon kesiti. (Atabey, 2004; Dönmez, 2005).....	9
<b>Şekil 2.5:</b> Orta Eosen'den Geç Miyosen'e doğru magmanın karakteristiğindeki değişim.....	10
<b>Şekil 3.1:</b> Sarıalan ve çevresinin genel jeoloji haritası (Pehlivan vd. 2007'den değiştirilerek).....	11
<b>Şekil 3.2:</b> Bağburun Volkaniti'nin genel görünümü (a, c: Sarıalan Mahallesi'nin hemen girişindeki mostra görünümü b: Yoğun alterasyona uğramış kesimin genel görünümü d: a, c mostralarının yakından görünümü). ....	12
<b>Şekil 3.3:</b> Bağburun Volkaniti'nin arazi görünümü (a: Sarıalan Mahallesi'nin kuzeyi, b: Sarıalan Mahallesi'nin kuzeybatısı).....	12
<b>Şekil 3.4:</b> Bağburun Volkaniti'nin stratigrafik kolon kesiti (Genç vd. 2012).....	13
<b>Şekil 3.5:</b> Bağburun Volkaniti'nin içindeki kayaç parçalarının genel görünümü (a: genel görünüm, b: yakından görünüm).....	14
<b>Şekil 3.6:</b> Bağburun Volkaniti'nin ignimbiritik düzeyindeki kayaç parçaları. ....	14
<b>Şekil 3.7:</b> Bağburun Volkaniti'nde görülen fiyamme yapısı. ....	15
<b>Şekil 3.8:</b> Bağburun Volkaniti'nde sık gözlenen kayaç parçaları. ....	16
<b>Şekil 3.9:</b> Bağburun Volkaniti'nin Sarıalan Mahallesi'nin içinden kuzeydoğuya gidildikçe artan alterasyon derecesinin görünümü. (a)'dan (d)'ye alterasyonun derecesi artmaktadır. ....	16
<b>Şekil 3.10:</b> Bağburun Volkaniti'ndeki limonitleşme ve hematitleşmenin genel görünümü. ....	17
<b>Şekil 3.11:</b> Bağburun Volkaniti'nde görülen çatlak sistemi ve çatlaklarda görülen hematitleşme ve limonitleşme (Çatlak ölçümü: K75B/80GB).....	17
<b>Şekil 3.12:</b> Bağburun Volkaniti'nde gözlenen eksfoliasyon yapısı. ....	18
<b>Şekil 3.13:</b> Sarıalan-Dallımandıra yolu üzerinde mostra veren Yürekli Volkaniti'nin genel görünümü.....	19
<b>Şekil 3.14:</b> Yürekli Volkaniti içinde gelişen karbonatlaşma, hematitleşme, limonitleşme ve silisleşmenin genel görünümü.....	19
<b>Şekil 3.15:</b> Yürekli Volkaniti'nin Sarıalan-Dallımandıra yolu üzerindeki genel görünümü (a: Çatlak yüzeyi genel görünümü, b: Çatlak yüzeyi ve çatlaklarda gelişen silisleşmiş yapı, c: Kristalleşmiş karbonatlaşma yapısı, çatlak pozisyonu: K20D/75KB).....	20
<b>Şekil 3.16:</b> Dedeboy Tepe civarındaki KD-GB gidişli breşik zon (a: Breşik zonun genel görünümü, b, c: Breşik zondaki hematitleşme ve karbonatlaşmanın yakından görünümü). ....	20

<b>Şekil 3.17:</b> Kayma yüzeylerinde gelişen demir kusmaları (a: Kayma yüzeylerinin genel görünümü, b: Kayma yüzeylerindeki demir bantlanmaları, c: Bantlı yapıda görülen hematitler; kayma yüzeyi pozisyonu: K50B/60GB).....	21
<b>Şekil 3.18:</b> Yürekli Volkaniti'nde kuzeye gidildikçe tane boyundaki değişimin makro ve mikro görüntüsü.....	22
<b>Şekil 4.1:</b> Kesitlerde görülen yoğun alterasyon izleri (a) Opaklaşmış biyotit ve amfibol, (b) biyotit mineralinin kafa kesiti üzerinde görülen opak mineraller, (c) Karbonatlaşan kısmın hasır ikizi göstermesi, (d) Minerallerin tamamen karbonatlaşması, (e) ve (f) opaklaşan biyotit ve amfibol mineralleri (a, c, d, e, f: Ç.N., b: T.N.).....	24
<b>Şekil 4.2:</b> Kesitlerde görülen yabancı kayaç parçalarının tipik görünümü (a), (b), (c) kuvars minerallerinden oluşan kayaç parçaları, (d), (e), (f) bazik karakterli kayaç parçaları ( a, b, c, d, e, f: Ç.N.).....	25
<b>Şekil 4.3:</b> Körfezlenmiş kırıklanmış kuvars fenokristalleri (a) Hamur tarafından kemrilmiş kuvars fenokristali, (b) Hamur tarafından kemrilmiş yer yer kırıklanmış kuvars fenokristali (a, b: Ç.N., Qz: Kuvars).....	26
<b>Şekil 4.4:</b> Uzamış yer yer iğnemsî bir hal almış biyotit, amfibol, piroksen ve plajiyoklaz mineralleri ile birlikte görünümü (a) Biyotit mineralinde kedigözü sönmesi izleri, (b) Özşekilli-yarıözşekilli amfibol mineralleri (a, b: Ç.N.; Amf: Amfibol, Bi: Biyotit, Prx: Piroksen, Pl: Plajiyoklaz).....	27
<b>Şekil 4.5:</b> Uzamış yer yer iğnemsî bir hal almış biyotit minerallerinin, amfibol mineralleri ile birlikteliği (a) Biyotit mineralinde kedigözü sönmesi izleri, (b) Özşekilli-yarıözşekilli amfibol mineralleri (a, b: Ç.N.; Amf: Amfibol, Bi: Biyotit, Prx: Piroksen, Pl: Plajiyoklaz). ....	27
<b>Şekil 4.6:</b> Hornblend fenokristallerinin genel görünümü, (a) hamur tarafından kemrilmiş opaklaşmış hornblend minerali, (b) Özşekilli hornblend mineralinin parçalanarak ayrışması (a: Ç.N., b: T.N.; Bİ: Biyotit, Hbl: Hornblend). ....	28
<b>Şekil 4.7:</b> Kenar zonu boyunca opaklaşmış yer yer karbonatlaşmış, hamur tarafından kemrilmiş tipik altıgen şekilli amfibol minerali, opak minerallerle beraber görülmektedir (T.N.; Hbl: Hornblend, Opg: Opak Mineral). ....	28
<b>Şekil 4.8:</b> Kenarlarından itibaren agregata dönüşmüş bir hornblendin, karbonatlaşmış klinoproksen ve sanidin minerallerinin ince kesit görünümü (Ç.N.; Hbl: Hornblend, Opg: Opak Mineral, Sa: Sanidin, Kpr: Klinoproksen). ....	29
<b>Şekil 4.9:</b> Akma yapısı gösteren plajiyoklaz mikrolitlerinin ince kesit görünümü (Ç.N.; Pl: Plajiyoklaz, Opg: Opak Mineral). ....	30
<b>Şekil 4.10:</b> Öz şekilsiz ojit minerallerinin genel görünümü (Ç.N; Kpr: Klinoproksen, Hbl: Hornblend, Bi. Biyotit, Pl: Plajiyoklaz). ....	31
<b>Şekil 4.11:</b> Karbonatlaşmanın genel görünümü (a) Tamamen karbonatlaşan mineraller, (c) ve (b) Karbonatlaşan kısım hasır ikizi göstermekte, (d) Bir kırık hattı boyunca gelişen karbonatlaşma görüntüsü (a, b, c, d: Ç.N.; Ka: Karbonat).....	32
<b>Şekil 4.12:</b> Bölgede mostra veren Yürekli Volkaniti kuzeyden güneye doğru gidildikçe minerallerinin ince taneliden iri taneliye geçiş yaptığı gözlenmektedir. Kuzeyden güneye sıralama a-b-c-d şeklindedir.....	32
<b>Şekil 4.13:</b> (a) Porfirik doku gösteren kesit, (b) Trakitik doku gösteren özşekilli plajiyoklaz mikrolitleri, (c) Bir arada öbekleşmiş plajiyoklaz	

fenokristallerinin oluşturduğu glameroporfirik doku, (d) Elek dokusu gösteren sınırdaş iki plajiyoklaz (a: T.N., b, c, d: Ç.N.; PI: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol). .....	33
<b>Şekil 4.14:</b> Yürekli Volkaniti’nde görülen kalsedonik sferülitik yapılar, (a) Sanidin mineralinin etrafını kuşatan sferülitik doku, (b) Sferülitlerin genel görünümü, (c) Biyotit ve plajiyoklaz minerallerinin etrafını kuşatan sferülitlerin görünümü, (d) Piroksen mineralinin etrafını kuşatan sferülitlerin görünümü (a, b, c, d: Ç.N.; PI: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol, Bi: Biyotit, Prx: Piroksen, Ks: Kalsedonik sferülitler). .....	34
<b>Şekil 4.15:</b> Opaklaş minerallerin genel görünümü (a, c: T.N., b, d: Ç.N.; Amf: Amfibol, Bi: Biyotit). .....	34
<b>Şekil 4.16:</b> (a) Biyotiti mineralinin içine nüfuz etmiş karbonatlaşma, (b) Kenar zonu boyunca opaklaşan amfibol minerali, (a,b: Ç.N.; Bi: Biyotit, Ka: Kalsit, Amf: Amfibol PI: Plajiyoklaz). .....	35
<b>Şekil 4.17:</b> Piroksen minerallerin mikroskop altında genel görünümü, (a) ve (c) Yoğun alterasyona uğrayan minerallerin görünümü, (b) Hamur tarafından kemrilmiş piroksen mineralleri, (d) Dilimleri net görülen piroksen görünümü (e) ve (f) Kalsedonik yapı arasında görülen ojit minerallerinin görünümü (a, b, c, d, e, f: Ç.N.; Ks: Kalsedon, Prx: Piroksen). .....	36
<b>Şekil 4.18:</b> Kesite gönderilen el örneğinin mikroskop görüntüsü (a) ince taneli sert birimin el örneği görünümü, (b) ve (c) Tamamen opaklaşmış biyotit minerallerinin uzamış iğnemi bir hal almış görüntüsü, (b:Ç.N., c:T.N.; Bİ: Biyotit). .....	37
<b>Şekil 4.19:</b> Mineral kapanımları gösteren biyotit fenokristallerinin genel görünümü, (a, b, c, d, e, f: Ç.N.; PI: Plajiyoklaz (sanidin), Amf: Amfibol (hornblend), Bi: Biyotit, Ks: Kalsedonik sferülitik yapılar). .....	37
<b>Şekil 4.20:</b> Plajiyoklaz minerallerinin genel görünümü, (a) Albit ikizlenmesi ve zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristalinde plajiyoklaz kapanımı, (b) Zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristali kalsedonik yapı içerisinde diğer plajiyoklaz mineralleriyle birlikteliği, (c) Albit karlspat kompozit ikizi gösteren plajiyoklaz minerali, (d) Zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristalinde plajiyoklaz kapanımları görünümü, (e) bir araya gelen plajiyoklaz fenokristallerinin glameroporfirik doku göstermesi, (f) İri-orta büyüklükte plajiyoklaz mineralleri, (a, b, c, d, e, f: Ç.N.; PI: Plajiyoklaz). .....	38
<b>Şekil 5.1:</b> Bağburun volkanik kayaçlarının SiO <sub>2</sub> ’ye karşı Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O (TAS) diyagramı (Le Maitre vd. 1989). Alkali-Subalkali eğrisi Irvine ve Baragar (1971)’e göre. ....	42
<b>Şekil 5.2:</b> Bağburun Volkaniti’nin SiO <sub>2</sub> (%)’ye karşı K <sub>2</sub> O (%) diyagramı (Le Maitre vd. 2002). .....	42
<b>Şekil 5.3:</b> Bağburun Volkaniti’nin AFM (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O, Fe <sub>2</sub> O <sub>3(t)</sub> , MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971). .....	43
<b>Şekil 5.4:</b> Bağburun volkanik kayaçlarının Zr/TiO <sub>2</sub> *0.0001’e karşı SiO <sub>2</sub> (%) (Winchester ve Floyd, 1977) diyagramı. ....	43
<b>Şekil 5.5:</b> Bağburun volkanik kayaçlarının Nb/Yb’ye karşı Zr/TiO <sub>2</sub> *0.0001 (Winchester ve Floyd, 1976) diyagramı. ....	44
<b>Şekil 5.6:</b> Bağburun Volkaniti’ne ait Hf/3-Th-Ta (Wood, 1980) tektonik ortam ayırtman diyagramı. ....	45



<b>Şekil 5.7:</b> Bağburun Volkaniti'ne ait Ti/100-Zr-Y*3 (Pearce ve Cann, 1973) tektonik ortam ayırtman diyagramı. ....	45
<b>Şekil 5.8:</b> Bağburun Volkaniti'nin OIB'ye göre normalize edilmiş eser element dağılım diyagramı (Normalize değerler Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	46
<b>Şekil 5.9:</b> Bağburun Volkaniti'nin E-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş eser element dağılım diyagramı (Normalize değerler Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	46
<b>Şekil 5.10:</b> Bağburun Volkaniti'nin N-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş eser element dağılım diyagramı (Normalize değerler Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	47
<b>Şekil 5.11:</b> Bağburun Volkaniti'nin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (Normalize değerleri Taylor ve McLennan, 1985'den alınmıştır).....	47
<b>Şekil 5.12:</b> Bağburun Volkaniti'nin SiO <sub>2</sub> (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramları. ....	48
<b>Şekil 5.13:</b> Bağburun Volkaniti'nin SiO <sub>2</sub> (%)'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları. ....	50
<b>Şekil 5.14:</b> Yürekli volkanik kayaçlarının SiO <sub>2</sub> (%)'ye karşı Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O (%), (TAS) diyagramı (Le Maitre vd. 1989). Alkali-Subalkali eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'e göre. ....	52
<b>Şekil 5.15:</b> Yürekli Volkaniti'nin SiO <sub>2</sub> (%) - K <sub>2</sub> O (%) diyagramı (Le Maitre vd. 2002). ....	53
<b>Şekil 5.16:</b> Yürekli Volkaniti'nin AFM (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O, Fe <sub>2</sub> O <sub>3(t)</sub> , MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971). ....	53
<b>Şekil 5.17:</b> Yürekli volkanik kayaçlarının Zr/TiO <sub>2</sub> *0.0001'e karşı SiO <sub>2</sub> (%) (Winchester ve Floyd, 1977) diyagramı. ....	54
<b>Şekil 5.18:</b> Yürekli volkanik kayaçlarının Nb/Yb'ye karşı Zr/TiO <sub>2</sub> *0.0001 (Winchester ve Floyd, 1976) diyagramı. ....	55
<b>Şekil 5.19:</b> Yürekli Volkaniti'ne ait Ti/100-Zr-Y*3 (Pearce ve Cann, 1973) tektonik ortam ayırtman diyagramı. ....	55
<b>Şekil 5.20:</b> Yürekli Volkaniti'ne ait Hf/3-Th-Ta (Wood, 1980) tektonik ortam ayırtman diyagramı. ....	56
<b>Şekil 5.21:</b> Yürekli volkanik kayaçlarının OIB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	56
<b>Şekil 5.22:</b> Yürekli volkanik kayaçlarının E-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır). ....	57
<b>Şekil 5.23:</b> Yürekli volkanik kayaçlarının N-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır). ....	58
<b>Şekil 5.24:</b> Yürekli Volkaniti'nin SiO <sub>2</sub> (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramları. ....	58
<b>Şekil 5.25:</b> Yürekli Volkaniti'nin SiO <sub>2</sub> (%)'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları. ....	59
<b>Şekil 5.26:</b> Yürekli Volkaniti'nin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (Normalize değerleri Taylor ve McLennan, 1985'den alınmıştır).....	61

<b>Şekil 5.27:</b> Bu çalışma ile Ercan vd. (1984a) kayaçlarının $\text{SiO}_2$ (%)'ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (%) (Cox vd. 1979) diyagramı.....	62
<b>Şekil 5.28:</b> Kimyasal analiz değerlerinin, Ercan vd. (1984a)'nın değerleriyle beraber $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ diyagramındaki dağılımı (Irvine ve Baragar, 1971).....	62
<b>Şekil 5.29:</b> Örneklerin AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).....	63

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 1.1:</b> Bağburun Volkaniti'nde önceki araştırmacılara ait litoloji, mineral bileşimi ve yaş verileri.....	5
<b>Tablo 5.1:</b> Bağburun ve Yürekli volkanitlerinin ana oksit (%) analizleri (A.Z.: Ateşte zayıt. Mg#: $100 \times \text{MgO} / (\text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ ); FS2, FS6, B13, B14 nolu örnekler Yürekli Volkaniti'ne aittir).....	39
<b>Tablo 5.2:</b> Bağburun ve Yürekli volkanitlerinin iz element (ppm/ppb) analizleri (FS2, FS6, B13, B14 nolu örnekler Yürekli Volkaniti'ne aittir).....	40
<b>Tablo 5.3:</b> Bağburun ve Yürekli volkanitlerinin nadir toprak element (ppm) analizleri (FS2, FS6, B13, B14 nolu örnekler Yürekli Volkaniti'ne aittir). .....	41

## SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ

<b>Ab</b>	: Albit
<b>Al<sub>top</sub></b>	: Toplam (tetrahedral ve oktahedral koordinasyonlu) alüminyum
<b>Amf</b>	: Amfibol
<b>An</b>	: Anortit
<b>Ap</b>	: Apatit
<b>Bi</b>	: Biyotit
<b>BSE</b>	: Toplam Silikat Yerküre
<b>°C</b>	: Santigrat derece
<b>DM</b>	: Tüketilmiş Manto
<b>En</b>	: Enstatit
<b>E-OOSB</b>	: Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
<b>FC</b>	: Fraksiyonel kristalleşme
<b>Hbl</b>	: Hornblend
<b>HFSE</b>	: Yüksek Çekim Alanlı Elementler
<b>HREE</b>	: Ağır Nadir Toprak Elementler
<b>ICP-AES</b>	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometri
<b>ICP-MS</b>	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometri
<b>KAF</b>	: Kuzey Anadolu Fayı
<b>Ka</b>	: Kalsit
<b>Kbar</b>	: Kilobar cinsinden basınç
<b>Km</b>	: Kilometre cinsinden uzunluk
<b>Kpir</b>	: Klinopiroksen
<b>Ku</b>	: Kuvars
<b>M</b>	: Metre cinsinden uzunluk
<b>Mm</b>	: Milimetre cinsinden uzunluk
<b>Mt</b>	: Manyetit
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
<b>N-OOSB</b>	: Tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
<b>NTE</b>	: Nadir Toprak Elementler
<b>OAB</b>	: Okyanus Adası Bazaltı
<b>Ol</b>	: Olivin
<b>OOSB</b>	: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
<b>Op</b>	: Opak mineral
<b>P</b>	: Basınç
<b>Pl</b>	: Plajiyoklaz
<b>Prx</b>	: Piroksen
<b>Sa</b>	: Sanidin
<b>T</b>	: Sıcaklık
<b>TAS</b>	: Toplam alkali-SiO <sub>2</sub>
<b>Mg#</b>	: Magnezyum numarası
<b>Zr</b>	: Zirkon

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tez çalışması olarak hazırlanmıştır. Tez kapsamında Sarıalan Mahallesi civarında yüzeyleyen Bağburun ve Yürekli Volkanitlerinin petrografik ve jeokimyasal özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Tez konumu bana öneren, beni yönlendiren, bilgisiyle yolumu aydınlatan, hiçbir zaman benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Fazlı ÇOBAN'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim. Arazi çalışmalarında bana yoldaşlık eden, emek sarfeden bölüm arkadaşım Jeo. Müh. Sezgin SEVİNÇ'e teşekkür ederim.

Çalışmalarında bana yol gösteren bilimsel katkı veren, tezin planlaması, araştırılması, yürütülmesi ve nihayet yazılmasında bana rehber olan; bunun yanı sıra eleştirileriyle doğruyu bulmamı sağlayan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BÜYÜKKAHRAMAN'a minnet borçluyum.

Hayat boyunca kariyerimde bilimsel sohbetleri ile çalışmalarına odaklanmamı sağlayan, tez boyunca motivasyonumu artıran değerli arkadaşım Muhammed Yasin AYDIN'a şükranlarımı sunuyorum.

SAVCI ailesinin tüm fertlerine ayrı ayrı teşekkür ederim.

Çalışma süreci boyunca çalışma tempoma katlanan ve katkı sunan, manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen eşim Aylin UÇAR SAVCI'ye müteşekkirim.

Son olarak müşidimin ne olacağını bana gösterdiği için ülkemizin kurucu lideri olan Mustafa Kemal ATATÜRK'e sonsuza kadar minnettar kalacağım.

**Balıkesir, 2022**

**Ferat SAVCI**

# 1. GİRİŞ

Bu çalışma, Batı Anadolu'da Balıkesir ili Altıeylül ilçesi Sarıalan Mahallesi civarında mostra veren Tersiyer yaşlı Bağburun ve Yürekli volkanitlerinin petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. İnceleme alanı yaklaşık 10 km<sup>2</sup>'lik bir alana yayılmaktadır. Bölgede bu iki volkanit haricinde Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar Volkaniti de yüzlek vermektedir (Pehlivan vd. 2007); ancak bu çalışmanın asıl konusunu teşkil etmemektedir. Krushensky, (1976) tarafından yapılan petrografik incelemede, Bağburun Volkaniti'nin propilitik lav, volkanoklastik breş ve tüflerden (kül döküntüsü, kül yağmuru, kül akması, kül akıntısı) oluştuğu belirlenmiştir. Birimin ilk adlanma yeri Havran ilçesi kuzeydoğusunda bulunan Bağburun Yaylası olduğu için bu adla anılmaktadır.

Çalışma alanında mostra veren volkanik kayaçların bu tez kapsamında araştırılacak özelliklerinin literatürde detaylı bir biçimde bulunmaması nedeniyle; bu çalışmanın Batı Anadolu volkanizmasının gelişim sürecine önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

## 1.1 Çalışma Alanının Coğrafik Durumu ve Özellikleri

Balıkesir ili, Altıeylül ilçesine bağlı olan Sarıalan Mahallesi 39°35'29.025" Kuzey ve 27°39'34.6680" Doğu koordinatlarında konumlanmaktadır. Altıeylül ilçesinin ve Balıkesir il merkezinin Batı-Güneybatısında yaklaşık 20,3 km mesafede yer alır. (Şekil 1.1).

### 1.1.1 Morfoloji

İnceleme alanı coğrafik olarak fazla engebeli olmayıp, büyük yükseltilere sahip değildir. Genel olarak kuzeybatı yönlü ve debisi düşük derelerle parçalanmış olan topoğrafya tatlı bir eğim gösterir. 250-400 metre arasında değişen yükseltilerin hâkim olduğu bölgede Sarıalan Mahallesi'nin kuzeyinde yer alan Kocabaş Tepe, Güney Tepe, Kocagedik Tepe; güneyinde yer alan Çamlı Tepe, Kıran Tepe, Güney Tepe ve doğuda yer alan Dedebayır Tepe, Çadıryeri Tepe ve Pınarlı Tepe, başlıca yükseltileri oluşturur.

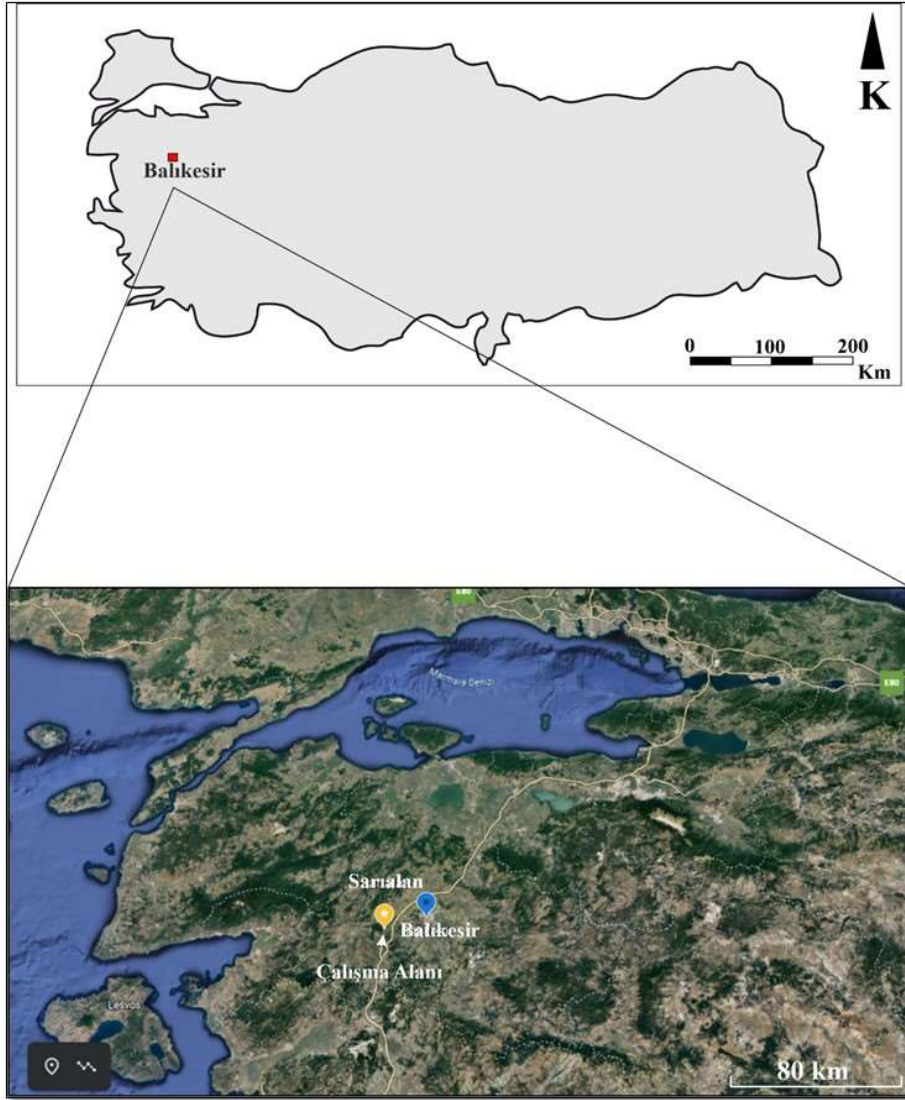
### 1.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma bölgesini de içine alan bölgenin geneli, bozulmuş Akdeniz iklimi etki alanı içerisinde yer alır ve Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında geçiş özelliği gösterir. Enlem farkı nedeniyle sıcaklık ortalamaları asıl Akdeniz iklim tipine göre düşüktür. Kar

yağışı ve don olası Akdeniz tipine göre daha sık görülür. Yıllık sıcaklık ortalaması 12°C-15°C, Ocak ayı sıcaklık ortalaması 5-6°C, Temmuz ayı sıcaklık ortalaması 24°C'dir. Yıllık yağış miktarı 600-800 mm'dir.

### 1.1.3 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım

Balıkesir il merkezine yaklaşık 20 km. uzaklıkta olan Sarıalan Mahallesi'ne ulaşım Balıkesir-Edremit karayolunun 16. kilometresinden sonra güneybatıya yönelen 5 km'lik asfalt yol ile sağlanır. Sarıalan Mahallesi'ne komşu köyler, güneybatıda Çamköy, Sofular; kuzeydoğuda Dallımandıra, güneydoğuda ise Köyyeri ve Ertuğrul Köyü'dür.



Şekil 1.1: Çalışma alanının yer bulduru haritası (Google Maps, 2022'den değiştirilerek).

## 1.2 Önceki Çalışmalar

Bölgede her üç volkanik evrenin ilk tanımlamasını ve adlandırmasını yapan Krushensky (1976)'dır. Krushensky (1976), Havran ilçesinin kuzeydoğusunda bulunan Bağburun Yaylası civarında yaptığı petrografik ve jeokronolojik çalışmalarında elde ettiği sonuçlara dayanarak her üç evrenin de olasılıkla yiten bir okyanus kabuğunun kısmı ergimesi ile oluştuğunu belirtmiştir. Balıkesir-Havran kuzeydoğusunda Karalar-Yeşiller bölgesindeki proklastik lav, volkanoklastik breş, tüflerlerden (Kül döküntüsü, kül yağmuru, kül akması, kül akıntısı) meydana gelen birim ilk kez Krushensky (1976) tarafından Bağburun Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Tüfler, kül yağmurları ve kül akıntıları şeklinde mostra verirken, lavlar ise kuvars ve sanidin içermektedir. Kuvars ve sanidin minerallerinin bulunması orijinal magma eriyiğinin riyodasitik ve/veya dasitik olduğunu ifade eder. Kuvars ve kristalleri hem ksenokristal hem de fenokristal olarak bulunmaktadır (Krushensky 1976).

Ercan vd. (1981a), Batı Anadolu'daki tüm Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayalarda petrolojik incelemeler yapmışlar ve inceleme alanındaki Volkanitin subalkalin nitelikte olduğunu tespit etmişlerdir. İncelediği kayaların litolojik sınıflamasında andezit ve dasit türünde olduklarını belirtilmişlerdir.

Ercan vd. (1984a) Krushensky (1976)'ya atıfla Edremit-Korucu (Balıkesir) yöresindeki andezitik-dasitik lav + tuf + aglomeralardan oluşan ve yaklaşık 200 metre kalınlık gösteren kayaç topluluğunu "Bağburun Formasyonu" olarak adlandırmışlar ve olasılıkla Paleosen–Eosen yaşlı olduğunu tespit etmişlerdir. Buna göre Lavlar yer yer silisleşmiştir. Andezitik-dasitik lavlar yeşilimsi, boz-sarımsı renktedir. Kayaçların porfirik, hyaloporfirik, mikrolitik ve yer yer fluidal doku gösterdikleri belirtilmiştir. Mineral bileşimi plajiyoklaz (oligoklaz-andezin) + hornblend + biotit + ojit + sanidin + kuvars olarak belirtilmiştir (Tablo 1.1). Hamurun volkanik cam + plajiyoklaz mikrolitlerinden oluştuğu, kuvarsların hamur içerisinde fenokristal şeklinde olduğu, hornblendlerin iğne şeklinde birbirini keser halde bulunduğu ve bozularak kloritleşmiş, limonitleşmiş, kalsitleşmiş oldukları, plajiyoklazların killeştiği, yer yer kalsitle yer değiştirdiği belirtilmiştir.

Ercan vd. (1985)'te, Batı Anadolu senozoyik Volkaniti'ne ait çalışmalarında; Krushensky (1976) ve Ercan vd. (1984a) tarafından yapılan çalışmalar esas alınarak bölge genelinde Eosen(?) yaşlı andezit + dasit + tuf + aglomeralardan oluşan kayaç topluluğunu "Bağburun



Formasyonu” olarak değerlendirmişlerdir (Tablo 1.1). Kimyasal analiz sonuçlarına göre esas kaya tipi andezittir. Kalkalkalen özellikli volkanikler yitim zonu ürünü olup, eski bir yay sistemini temsil eder.

Siyako vd. (1989), Alt-Orta Miyosen yaşlı Doyran Volkaniti’nin bir bölümünü Bağburun Volkaniti ile eşdeğer tutmuşlardır. Doyran Volkaniti’nin andezit + tuf + aglomeralardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Doyran Volkaniti’nin Biga Yarımadası’nın Erken-Orta Miyosen kalkalkalen volkanizmasının ürünü olduğunu tespit etmişlerdir (Tablo 1.1).

Genç vd. (2012), Krushensky (1976)’yı esas alarak; 1/25.000 ölçekli Balıkesir İ18-d2 paftasında Havran kuzeydoğusunda Bağburun Yaylası civarında andezitik lav + ignimbirit + aglomera + az volkanoklastiklerden oluşan birimi “Bağburun Formasyonu” olarak adlandırmışlardır. Bağburun Volkaniti’nin ignimbirit düzeylerinin istifin üst kesimlerinde egemen olduğunu, yeşil-mavi bol bazik kayaç parçaları içerdiğini ve yer yer fiyamme yapıları içerdiğini belirtmişlerdir (Tablo 1.1).

### **1.3 Materyal ve Metot**

1/25.000 ölçekli Balıkesir İ19-d3 topoğrafik paftası içinde yaklaşık 10 km<sup>2</sup>’lik bir alanın jeoloji haritası oluşturulmuştur. Arazi çalışmaları sırasında Brunton marka jeolog pusulası ve Garmin marka GPS aleti kullanılmıştır. Çalışmada kayaçların sınırları ve yapısal unsurlar tespit edilerek haritaya işlenmiştir. İnceleme alanından petrografik ve kimyasal analiz yapımı amaçlı 65 adet taze kayaç numunesi derlenmiştir.

Petrografik amaçlı alınan numunelerden Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nün ince kesit laboratuvarında 46 adet ince kesit yaptırılmıştır. Bu kesitler, Balıkesir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı laboratuvarındaki Olympus CX31-P marka polarizan mikroskopta incelenmiştir. Kayaç örneklerinin dokusal ve mineralojik özellikleri tespit edilmiş ve adlandırılmaları yapılmıştır.

Derlenen numunelerden 10 tanesi kimyasal analiz için Kanada’daki Bureau Veritas firmasına gönderilmiş ve tüm kayaç kimyasal analizleri yaptırılarak kayaçların ana oksit, eser element ve nadir toprak element içerikleri belirlenmiştir. Ana oksit ve eser elementler ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry), nadir toprak

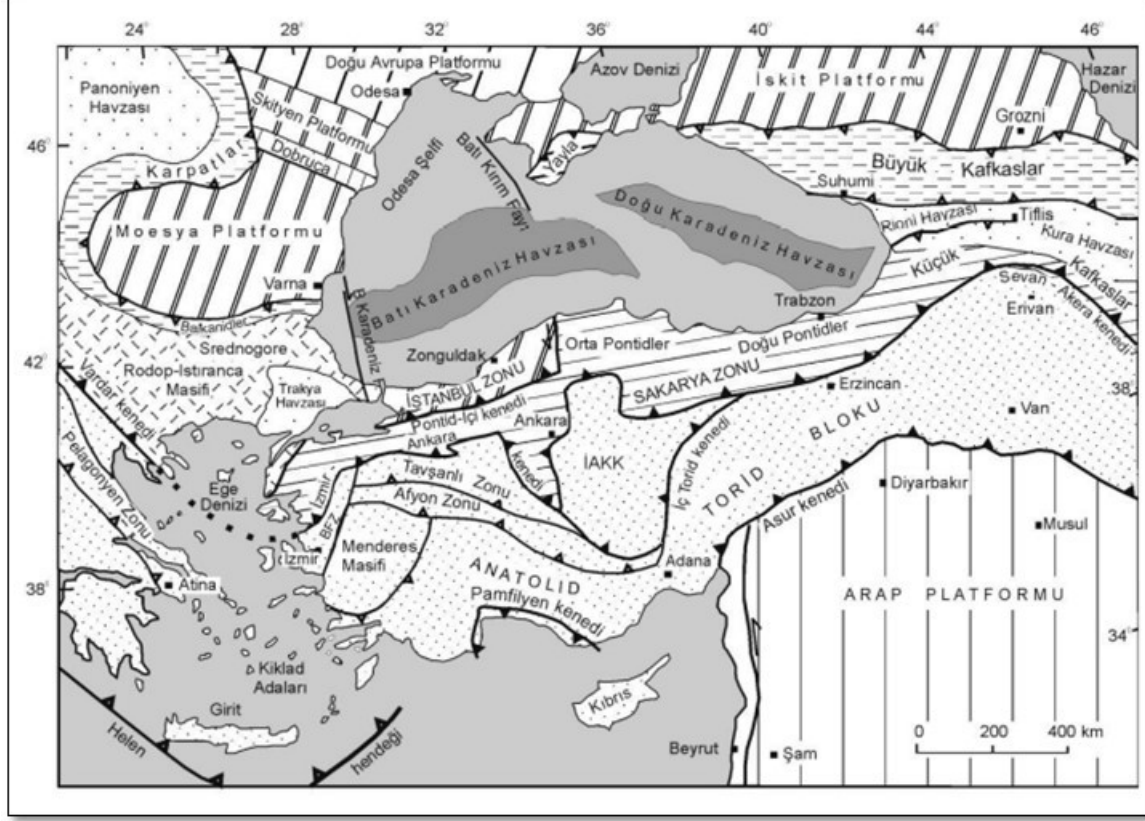
elementleri ise ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Ana oksitler % ağırlık, eser ve nadir toprak elementleri ise ppm cinsinden ölçülmüştür. Kimyasal analiz sonuçları incelenerek çeşitli jeokimyasal diyagramlar üretilmiş, inceleme konusu kayaçları oluşturan magmanın karakteri, kökeni ve kayaçların paleojeolojik süreçteki tektonik ortamları hakkında yorumlara ulaşılmıştır.

**Tablo 1.1:** Bağburun Volkaniti'nde önceki araştırmacılara ait litoloji, mineral bileşimi ve yaş verileri.

<i>Tanımlayan</i>	<i>Adlama</i>	<i>Kayaçlar</i>	<i>Mineral Bileşimi</i>	<i>Yaş</i>
Borsi vd. (1972)	Kalkalkalin Volkanitler	Latit Andezit + Dasit + Riyodasit	-	16,2 - 21,5 My
Krushensky, (1976)	Bağburun	Proplitik lav + Volkaniklastik breş + Tüf (Kül akıntısı ve kül yağmurları) + ignimbirit ve az oranda volkanit	Kuars + Sanidin + Klorit + Epidot	Neojen (?)
Ercan vd. (1984a)	Bağburun	Andezitik-Dasitik Lav + Tüf + Aglomera	Plj (Oligoklaz-Andezin) +hornblend+biyotit+ojit+sanidin+kuvars	Üst Kretase - Eosen
Ercan vd. (1985)	Bağburun	Andezitik -Dasitik Lav + Aglomeralar		Eosen ?
Siyako vd. (1989)	Doyran volkanitleri	Andezitik + Tüf + Aglomera	Plj + Hornblend + Kuvars + Apatit + Titanit + Opak mineraller	Alt - Orta Miyosen
Dönmez vd. (2005)	Dededağ Volkanitleri	Andezitik - Riyolitik lav + Piroklastik + İgnimbirit	-	-
Duru vd. (2007)	Bağburun	Andezitik lav + Aglomera ignimbirit ve az oranda volkaniklastik (Bazık kayaç parçalı fiyamme içerir.)	-	-
Genç vd. (2012)	Bağburun	Andezitik lav, ignimbirit ve az volkanoklastik	Plj + Hornblend + Kuvars + Apatit + Titanit + Opak mineraller	Geç Oligosen



Arap Platformu olmak üzere başlıca üç ana birimden oluşmaktadır (Şekil 2.2). İç Torid Süturu, Zağros Süturu, İzmir-Ankara-Erzincan Süturu ile tektonik birimler birbirlerinden ayrılmaktadır (Şengör ve Yılmaz 1981, Okay 1989, Okay ve Tüysüz 1999).



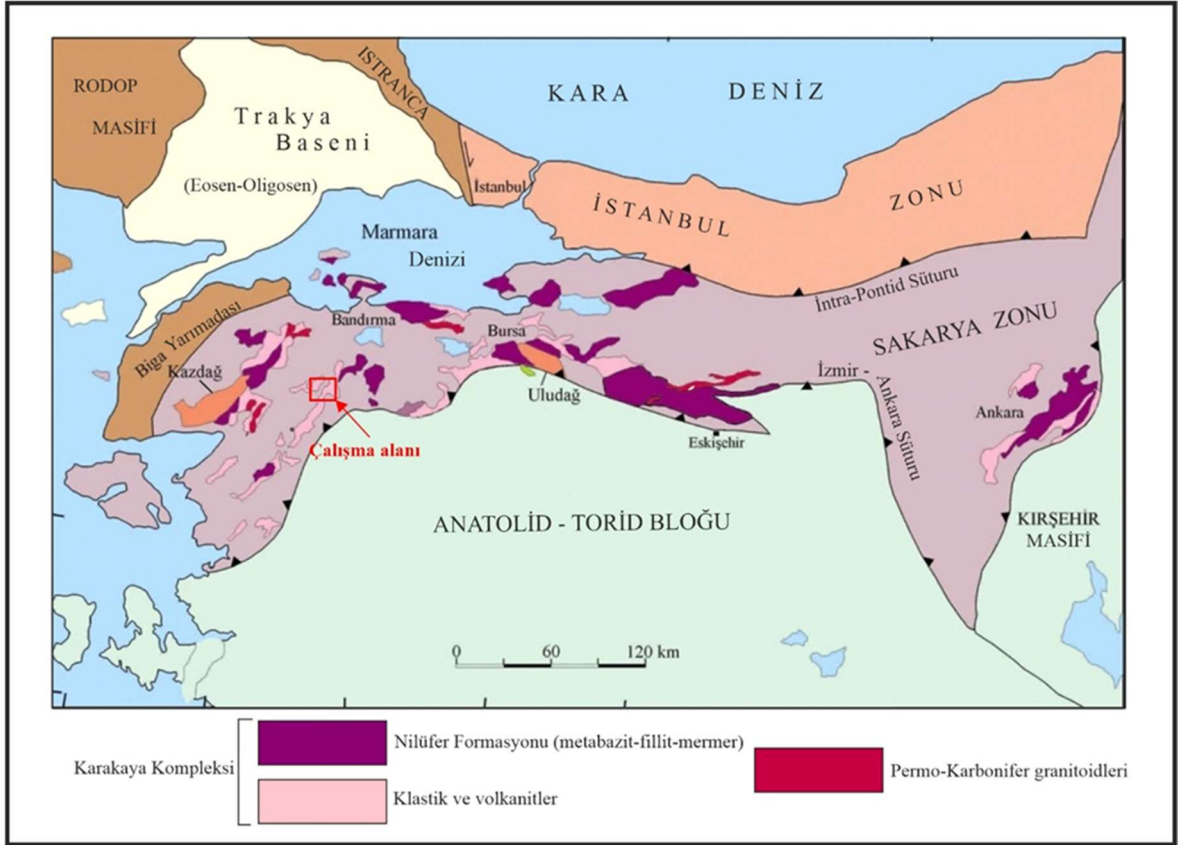
**Şekil 2.2:** Türkiye'nin ana tektonik birimlerinin genel görünümü (Okay ve Tüysüz, 1999).  
BFZ: Bornova Fliş Zonu; İAKK: İç Anadolu Kristalen Kompleksi.

Kuzeybatı Anadolu'da tektonik faaliyetleri Paleotektonik ve Neotektonik olarak iki ana dönemde başlamaktadır. Geç Kretase zamanında faaliyete başlayan magmatizma Orta Miyosen'e kadar sürer. Yaklaşık kuzey-güney eksenini boyunca sıkışmanın gerçekleştiği bu dönem Paleotektonik dönemi kapsar. Neotektonik dönem ise Orta Miyosen zamanı boyunca Arabistan ve Avrasya Levhaları'nın çarpışması neticesinde kuzey-güney yönlü sıkışan Anadolu Levhası batıya doğru hareket etmeye başladığı zamanı kapsamaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Neotektonik dönemde batıya hareketlenen Anadolu levhasını Ege yayı karşılamaktadır. Bu karşılaşmanın sonucunda hem Batı Anadolu'nun kuzey-güney gerilimi hem de KAF'ın etkisi ve Ege Bölgesi'nin gerilme tektoniğiyle beraber Biga Yarımadası deformasyona uğramıştır. Bu gerilme ve deformasyona bağlı olarak Biga Yarımadasında magmatik ve

tektonik faaliyetler Neotektonik zaman boyunca yoğun bir şekilde başlamıştır (Okay vd. 1990).

Çalışma alanı Edremit Körfezi'nin kuzeydoğusunda yer almaktadır. Çalışma alanı Biga Yarımadası'nın içinde bulunmaktadır (Şekil 2.3). Paleozoyik yaşlı metamorfiklerden oluşan Kazdağ Grubu Biga Yarımadası'nın temelini oluşturan kayalardır. Paleozoyik yaşlı metamorfiklerin üzerine ise tektonik dokunak olarak, Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi örter. Bunların üzerine ise Jura Yaşlı kumtaşları, yumrulu oolitik kireçtaşlarından oluşan bir istif gelmiştir. Üst Kretase dönemine gelindiğinde ise birimlerin üzerine Çetmi Melanjı gelmektedir (Okay vd. 1990; Ercan vd.1995; Yaltrak ve Okay, 2004).



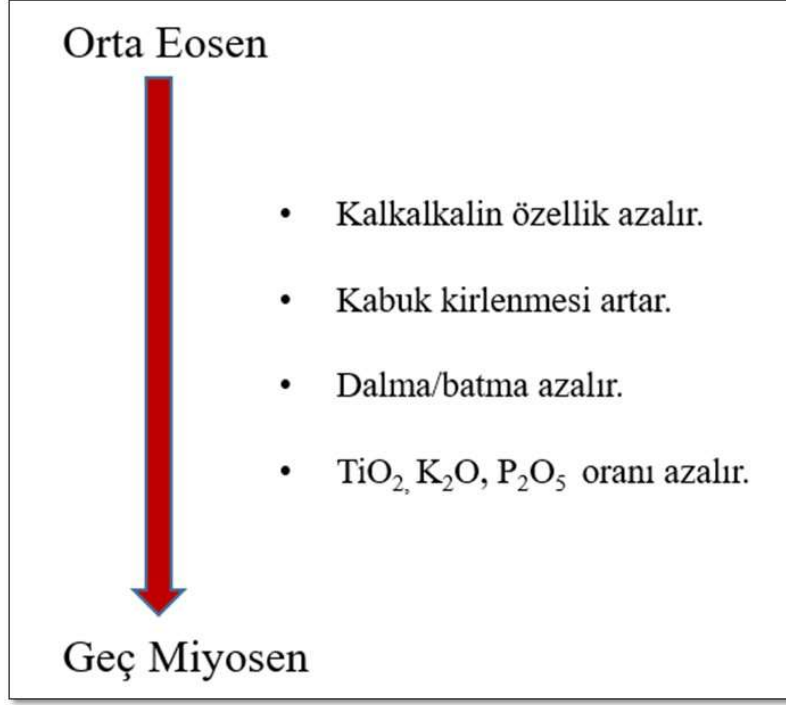
**Şekil 2.3:** KB Anadolu'nun basitleştirilmiş jeoloji haritası (Okay vd. 2002'den değiştirilerek).

Biga yarımadasında çarpışma sonrası meydana gelen Neotektonik dönemdeki magmatik aktivite Orta Eosen'de başlar Geç Miyosen'de biter. Üst kısımdan alta doğru magmatik serinin gösterdiği karakteristik özellikler alkalın-şoşonitik-kalkalkalin şeklindedir (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5). İlk evrede dalma/batma olayları metasomatizma zenginleşmesine neden

olmuştur. İkinci evrede ise metasomatize mantodan türeyen eriyikler ile Sakarya kabuk temelinin yüzeye çıkması sırasındaki olayların etkileşimi kabuk kirlenmesine neden olmuştur (Altunkaynak ve Genç, 2008).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	ÜYE	SEMBOL	KAYAÇ TIPI	AÇIKLAMALAR	
S E N O Z O Y İ K	KUVATERNER				Qal		Alüvyon	
	PLİYOSEN			Bayramiç		Tplb		Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı
				Gülşinar		Tgü		Fosilli-killi kireçtaşı
				Taştepe bazaltı		Tmt		Bazalt ve bazaltik piroklastikler
	M İ Y O S E N	ORTA	Çanakale	Tekkedere		Tmçt		Kireçtaşı, marn (Gelgit ortamı karbonatları)
				İntepe		Tmçİ		Çamurtaşı, marn, sittaşı, kumtaşı (Gelgit düzlüğü ve kanal çökelleri)
				Güzelyalı		Tmçg		Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı
				Sarıyar		Tms		Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı
	M İ Y O S E N	ALT	Orta Miyosen Volkanikleri	İlyasbaşı		Tmi		Çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı, marn, tuf (Gölse kıyıyüzü, plaj, ağız barı tipi delta, ve akarsu)
				Soma		Tmso		Kumtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı, bitümlü şeyl, kömür, volkanoklastik kayalar
				Çan		Tmç		Vitrik-kristal-litik tuf, andezitik-riyolitikdasitik lavlar ve piroklastikler
				Arıklı				Vitrik-kristal-litik tuf, andezitik-riyolitikdasitik lavlar ve piroklastikler
	M İ Y O S E N	ALT	Andezitik Volkanikler	Küçükkuyu		Tmk		Çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı, bitümlü şeyl, çamurtaşı ve tuf (derin göl türbiditik çökeller)
				Hallaçlar		Toh		Andezitik, bazaltik-riyolitik-dasitik lavlar ve piroklastikler
				Bagburun		Tob		Granitoidik kayalar
				Saraycık		Tos		Granitoidik kayalar
	O L I G O S E N		Biga Yarımadası Granitoidleri	Yeniköy		Toy		Granitoidik kayalar
				Atikhisar		Toa		Granitoidik kayalar
				Erdag Volkanikleri		Teer		Bazaltik lavlar ve bazaltik piroklastikler
				Beybaşı		Tebe		Kumtaşı, kilaşı, resifal kireçtaşı
	T E R S İ Y E R	ORTA	Ceylan Dedeliç Volkanikleri	Ted		Ted		Yeşil renkli tuf
				Tedka		Tedka		Denizel ignimbritler andezit, dasit
				Tedk		Tedk		Kumtaşı-kilaşı ardalanması (derin deniz türbidit çökelleri)
Tedh					Tedh		Kumtaşı-kilaşı ardalanması (derin deniz türbidit çökelleri)	
T E R S İ Y E R	ORTA	Sogucak			Tes		Resifal kireçtaşı	
					Teş		Bazaltik lavlar ve piroklastikler, volkanoklastik ve bazaltik dayklar	
					Tef		Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, (Gilbert, kıyıyüzü ve ağız barı delta çökelleri)	
					Teb		Andezitik lavlar ve piroklastikler	
M E S O Z O Y İ K	PALEOZOYİK		Edincik Volkanikleri		Tee		Andezitik lavlar ve piroklastikler	
			Temel Kayaçlar				Tersiyer öncesi temel kayalar	

Şekil 2.4: Biga Yarımadası'nın stratigrafik kolon kesiti. (Atabey, 2004; Dönmez, 2005).

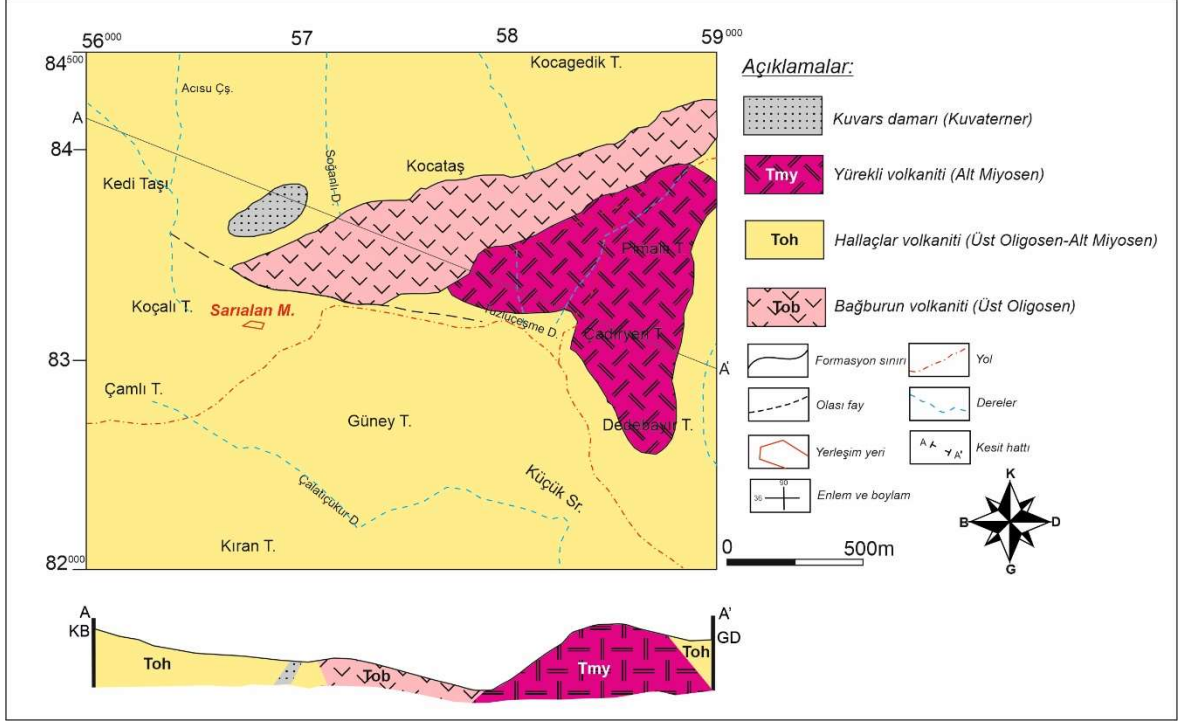


Şekil 2.5: Orta Eosen'den Geç Miyosen'e doğru magmanın karakteristiğindeki değişim.



### 3. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanında üç ana kayaç grubu yüzlek vermektedir. Bunlar yaşlıdan gence doğru Üst Oligosen yaşlı Bağburun Volkaniti, Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar Volkaniti ve yine Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Yüreklî Volkaniti'dir (Şekil 3.1).



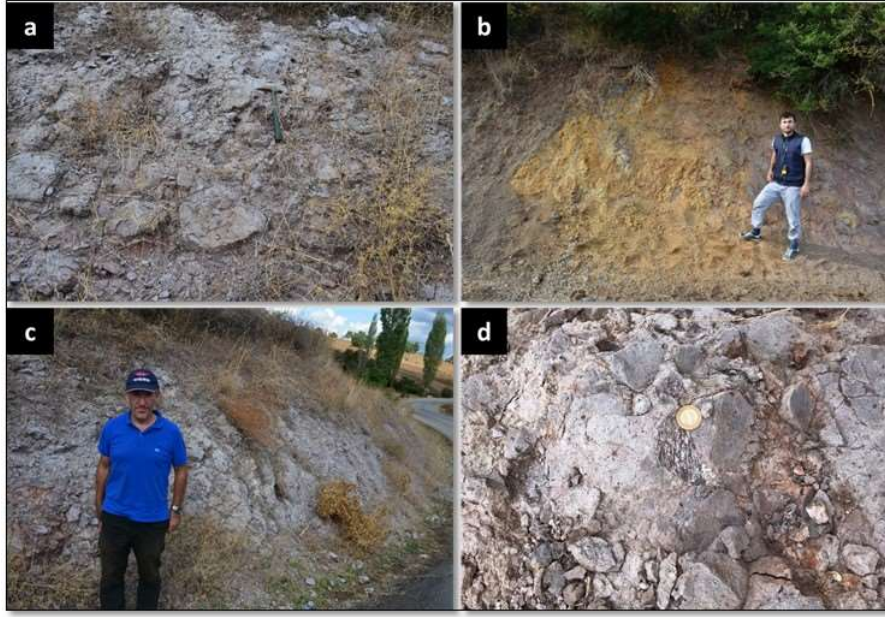
Şekil 3.1: Sarıalan ve çevresinin genel jeoloji haritası (Pehlivan vd. 2007'den değiştirilerek).

#### 3.1 Bağburun Volkaniti

Balıkesir-Havran kuzeydoğusunda bulunan Karalar-Yeşiller bölgesindeki Propilitik lav + volkaniklastik breş + tüflerden meydana gelen birim "Bağburun Formasyonu" olarak adlandırılmıştır (Krushensky, 1976), (Şekil 3.2).

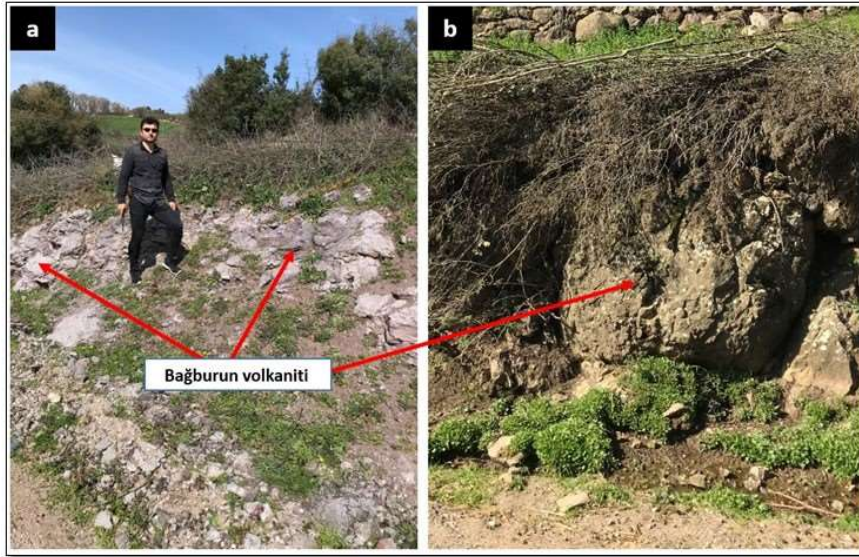
Bağburun Volkaniti yitim zonu ürünü olup, yay ardı volkanizmasının kalkalkalen özelliğini gösterir (Ercan, 1979).





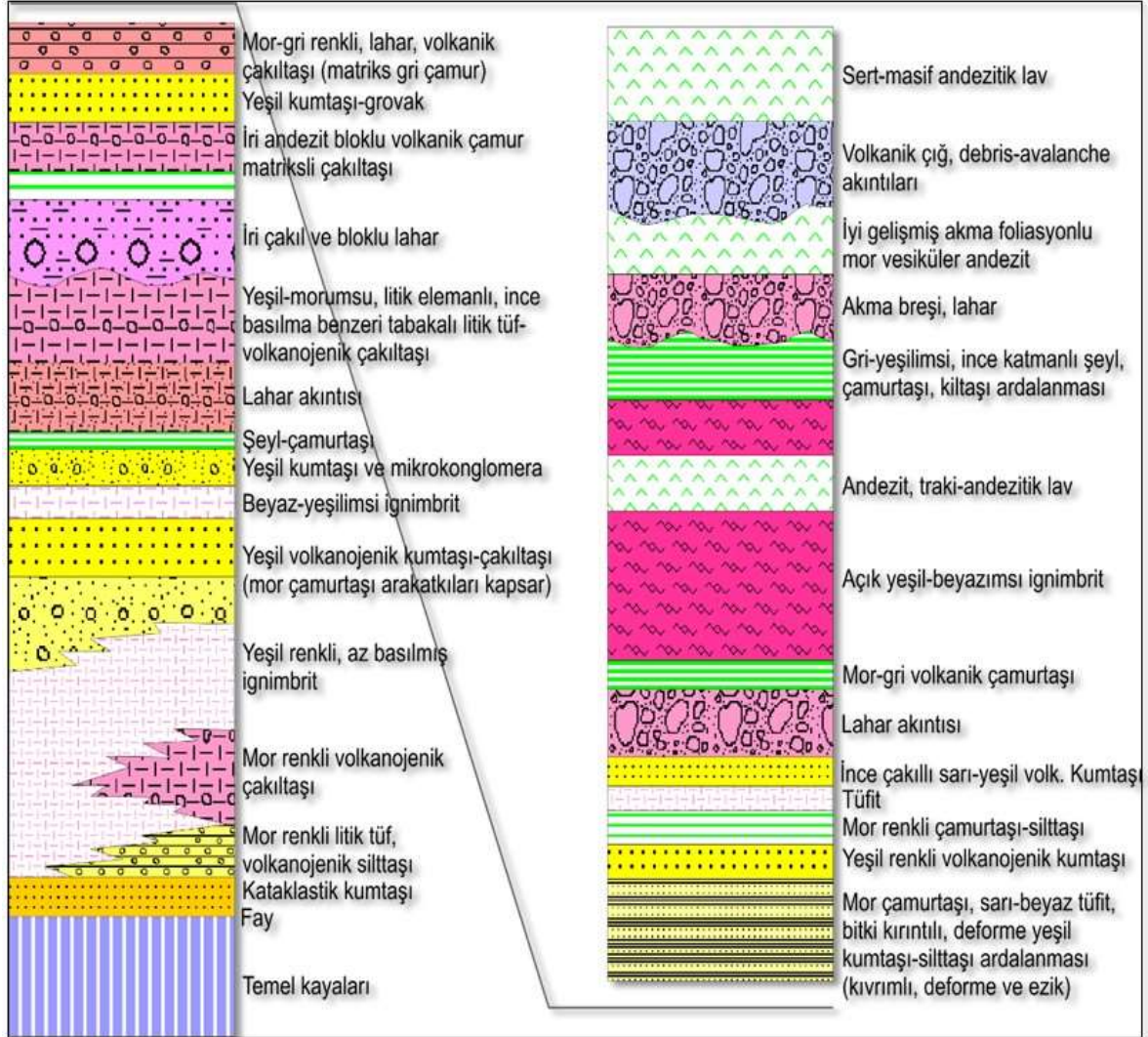
**Şekil 3.2:** Bağburun Volkaniti'nin genel görünümü (a, c: Sarıalan Mahallesi'nin hemen girişindeki mostra görünümü b: Yoğun alterasyona uğramış kesimin genel görünümü d: a, c mostralarının yakından görünümü).

Birimin tip yeri Balıkesir İ18-d2 paftasında Havran (Balıkesir)'in kuzeydoğusundaki Bağburun Yaylası'dır. İnceleme alanında ise Sarıalan Mahallesi civarında dar bir alanda mostra vermekte olup, birimin diğer birimlerle sınır ilişkisi tespit edilememiştir. Birimin yayılımı köyün girişinden başlayarak içlerine kadar aralıklarla devam etmektedir (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3:** Bağburun Volkaniti'nin arazi görünümü (a: Sarıalan Mahallesi'nin kuzeyi, b: Sarıalan Mahallesi'nin kuzeybatısı).

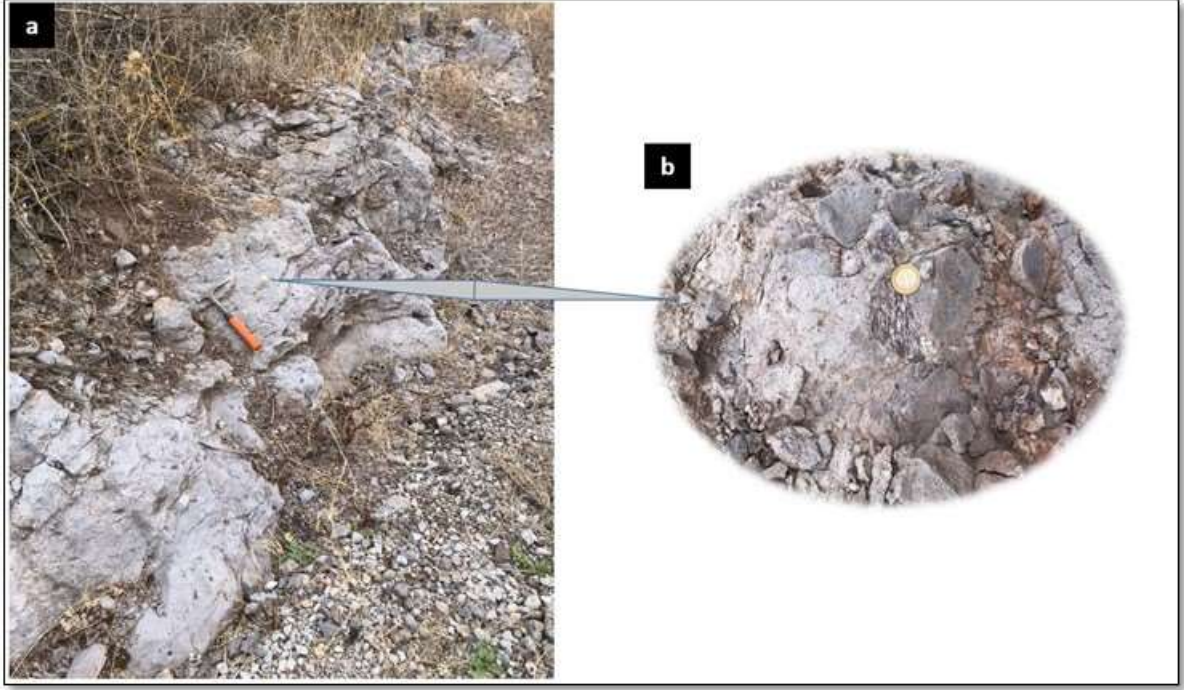
Bağburun Volkaniti altta bordo-şarabi renkli kırıntılı çökel kayaları ve aglomeratik seviyelerle başlar. Bunların üzerine yeşil-mavi renkli bol bazik kayaç parçaları ve yer yer fiyamme oluşumları içeren ignimbiritik kayaçlar gelir (Duru vd. 2007), (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Bağburun Volkaniti'nin stratigrafik kolon kesiti (Genç vd. 2012).

Sarıalan Mahallesi civarında mostra veren Bağburun Volkaniti'ne ait kayaçlarda yapılan arazi gözlemlerinde kayaçların, yeşil-mavi renkli bol bazik kayaç parçalı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).





**Şekil 3.5:** Bağburun Volkaniti'nin içindeki kayaç parçalarının genel görünümü (a: genel görünüm, b: yakından görünüm).

Bazık kayaç parçalarının yer yer uzamış şekilde fiyamme yapılarının olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.7).



**Şekil 3.6:** Bağburun Volkaniti'nin ignimbiritik düzeyindeki kayaç parçaları.



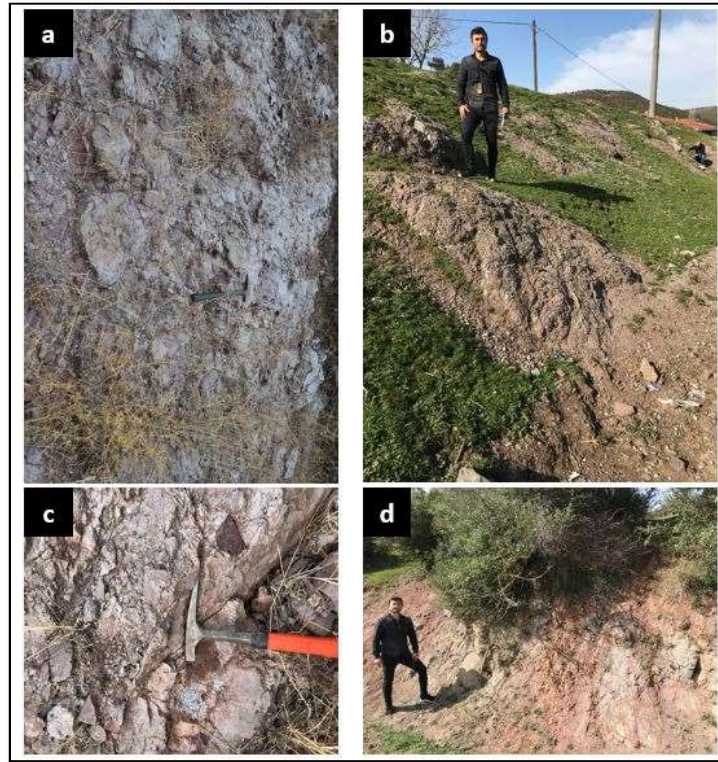
**Şekil 3.7:** Bağburun Volkaniti'nde görülen fiyamme yapısı.

Taze yüzeyi, beyazımsı, açık grimsi, yeşilimsi renk göstermekle beraber bol kayaç parçalıdır (Şekil 3.8). Bazı kayaç parçalarının yer yer uzadığı merceğimsi bir yapı gösterdiği görülmektedir. Mostra veren kayaçların oldukça alterasyona uğradığı tespit edilmiştir. Alterasyonun köyün içinden kuzeydoğuya gidildikçe arttığı gözlenmektedir (Şekil 3.9).





**Şekil 3.8:** Bağburun Volkaniti'nde sık gözlenen kayaç parçaları.



**Şekil 3.9:** Bağburun Volkaniti'nin Sarıalan Mahallesi'nin içinden kuzeydoğuya gidildikçe artan alterasyon derecesinin görünümü. (a)'dan (d)'ye alterasyonun derecesi artmaktadır.

Bağburun Volkaniti'nin mostra yüzeyi genel itibariyle alterasyona uğramıştır. Alterasyonun kırık ve çatlaklarda daha fazla geliştiği tespit edilmiştir (Şekil 3.11). Limonitleşme, ve hematitleşme oldukça tipiktir (Şekil 3.10 ve Şekil 3.11).



**Şekil 3.10:** Bağburun Volkaniti'ndeki limonitleşme ve hematitleşmenin genel görünümü.

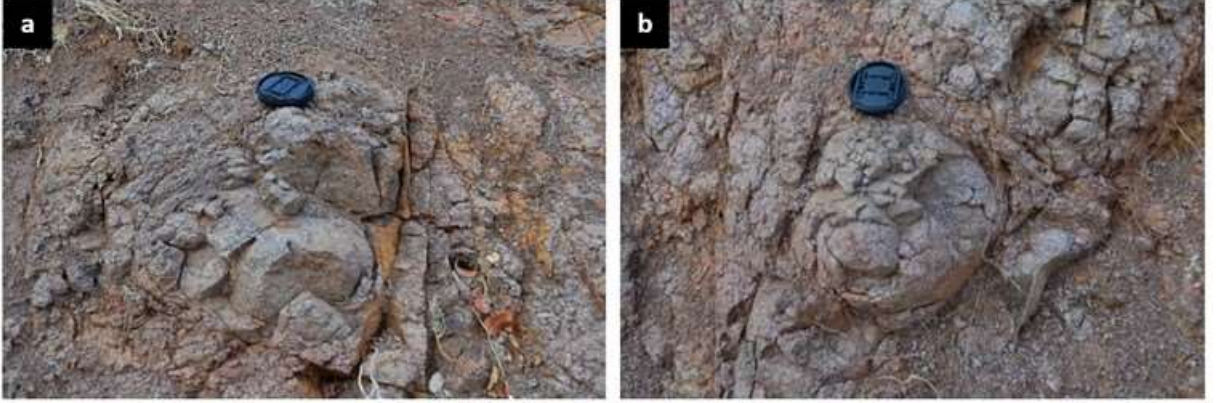
Bağburun Volkaniti'nin lav düzeylerinin bol kırıklanmış çatlaklanmış olduğu ve bu kırık-çatlak sistemlerinde ayrışmanın fazlaştığı görülmektedir. Limonitleşme, hematitleşme ve karbonatlaşmanın görüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 3.11).



**Şekil 3.11:** Bağburun Volkaniti'nde görülen çatlak sistemi ve çatlaklarda görülen hematitleşme ve limonitleşme (Çatlak ölçümü: K75B/80GB).

Çatlak sisteminin etkisinde kalan bazı kayalarda literatürde “soğan kabuğu ayrışması” olarak da bilinen eksfoliasyon yapıları tespit edilmiştir (Şekil 3.12).





**Şekil 3.12:** Bağburun Volkaniti'nde gözlenen eksfoliasyon yapısı.

### 3.2 Yürekli Volkaniti

Beyaz, grimsi renkli el örneğinde kuvars ve biyotit minerallerince zengin bol kayaç parçalı asidik bileşimli lav ve piroklastikler “Yürekli Dasiti” olarak adlandırılmıştır (Akyürek ve Sosyal, 1978).

Birim Hallaçlar Volkaniti'nin üzerinde yer almaktadır. Bergama'nın kuzeyinde Benda vd. (1974) elde ettiği radyometrik yaşa göre birimin yaşını Erken Miyosen olarak tespit etmişlerdir.

İnceleme alanının özellikle güneydoğusunda mostra veren Yürekli Volkaniti, açık boz renkli, grimsi, sert ve ince taneli kayaçlarla birlikte içinde daha koyu renkli, bazik anklav içeren kayaçlardan oluşmaktadır. Anklavın yaklaşık olarak boyu 4cm'dir. Mostra tektonizma ve soğumadan dolayı kayma çizgileri ve çatlaklar içermektedir. Çatlak yüzeylerinde yoğun demiroksit ve karbonat oluşumları bulunmaktadır (Şekil 3.13 ve Şekil 3.14).



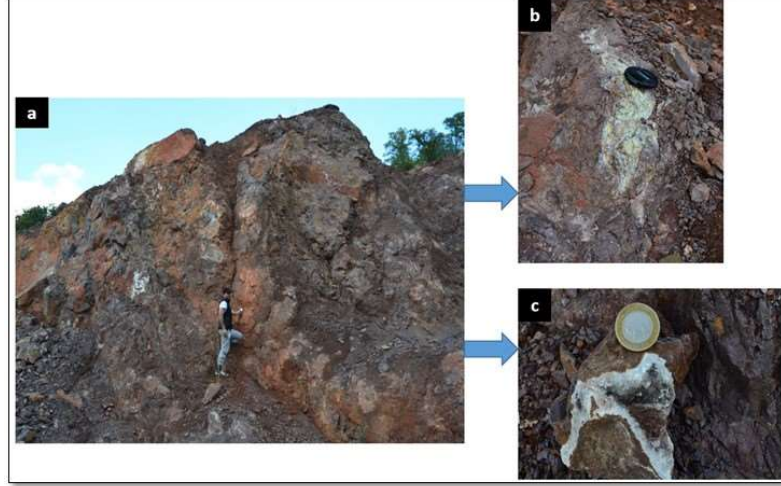
**Şekil 3.13:** Sarıalan-Dallımandıra yolu üzerinde mostra veren Yürekli Volkaniti'nin genel görünümü.



**Şekil 3.14:** Yürekli Volkaniti içinde gelişen karbonatlaşma, hematitleşme, limonitleşme ve silisleşmenin genel görünümü.

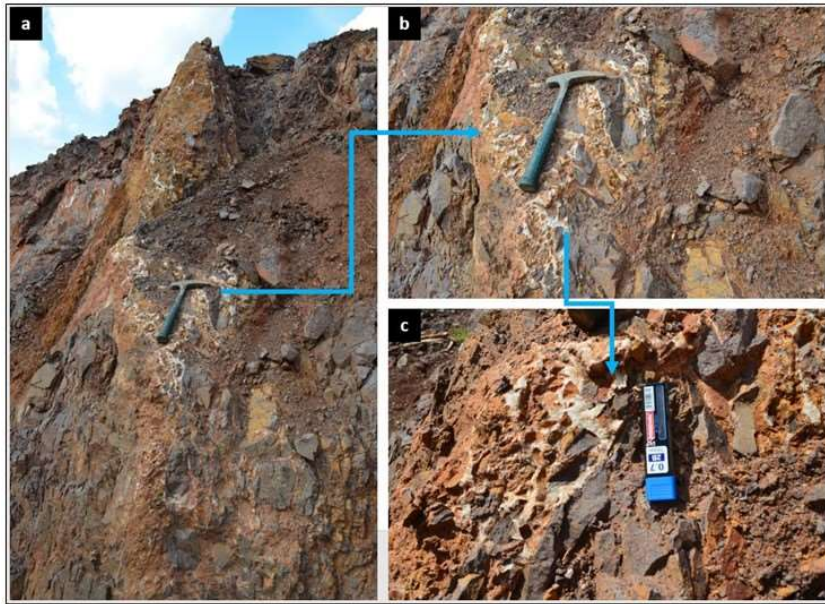


Yürekli Volkaniti içerisinde pek çok çatlak ve kırık sistemi gelişmiştir. Bu çatlak ve kırık sistemleri boyunca karbonat mineralizasyonu sık sık görülmekle beraber bunun yanı sıra limonitleşme, silisleşme ve hematitleşme görülmektedir (Şekil 3.15).



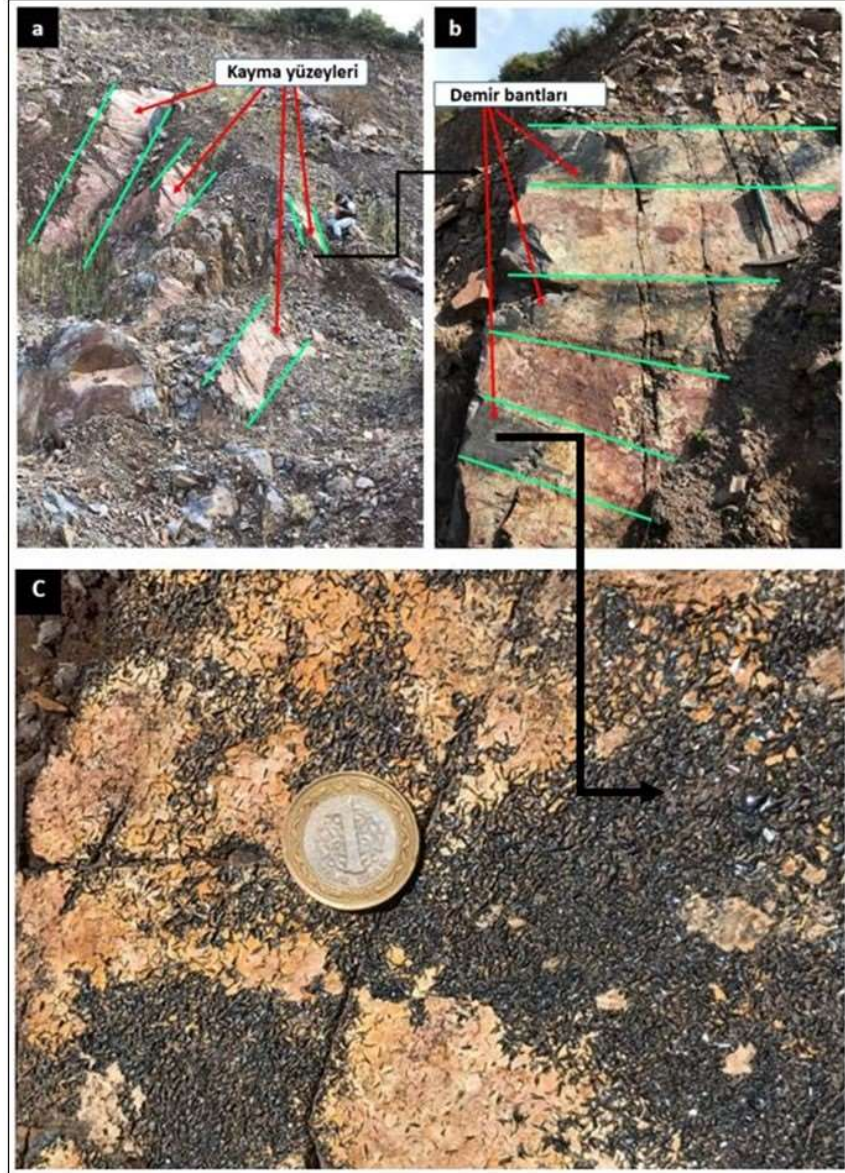
**Şekil 3.15:** Yürekli Volkaniti'nin Sarıalan-Dallımandıra yolu üzerindeki genel görünümü (a: Çatlak yüzeyi genel görünümü, b: Çatlak yüzeyi ve çatlaklarda gelişen silisleşmiş yapı, c: Kristalleşmiş karbonatlaşma yapısı, çatlak pozisyonu: K20D/75KB).

Dedebayır Tepe civarındaki dasitlerde KD–GB gidişli breş zonu tespit edilmiştir. Breşik zonda karbonatlaşmanın, hematitleşmenin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.16).



**Şekil 3.16:** Dedebayır Tepe civarındaki KD–GB gidişli breşik zon (a: Breşik zonun genel görünümü, b, c: Breşik zondaki hematitleşme ve karbonatlaşmanın yakından görünümü).

Kayma yüzeylerinde demir kusmaları tespit edilmiş olup dentritik yapı göstermektedir. Demir kusmaları iğnemsî şekilde 1cm-1mm arasında değişen boyutlarda oldukları belirlenmiştir. Bu demir kusmalarının prizmatik hematit oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.17).



**Şekil 3.17:** Kayma yüzeylerinde gelişen demir kusmaları (a: Kayma yüzeylerinin genel görünümü, b: Kayma yüzeylerindeki demir bantlanmaları, c: Bantlı yapıda görülen hematitler; kayma yüzeyi pozisyonu: K50B/60GB).

Yürekli Volkaniti'nin çıkış yerinden kuzeye doğru gidildikçe mineraller hem makro hem de mikro düzeyde ince taneli yapıdan iri taneli yapıya geçtiği gözlenmektedir. Yapılan kimyasal analiz ve mikroskobik tayinde de bu durum doğrulanmıştır. Andezitik-dasit, dasitik-andezit ve en son dasitte geçiş gözlemlenmiştir (Şekil 3.18).





**Şekil 3.18:** Yürekli Volkaniti'nde kuzeye gidildikçe tane boyundaki değişimin makro ve mikro görüntüsü.

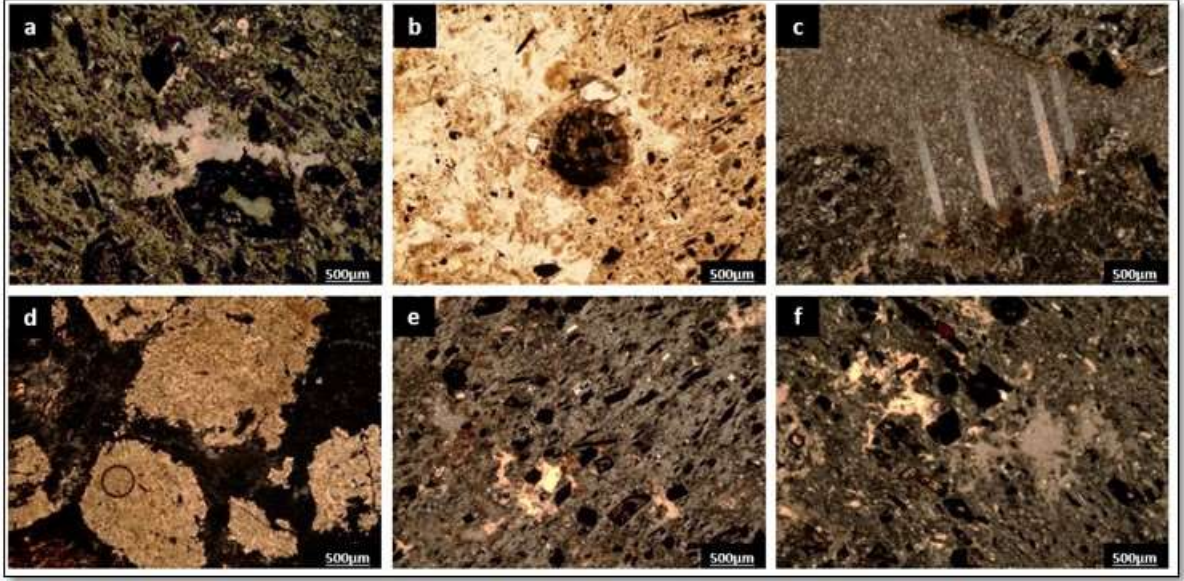
## 4. PETROGRAFI

Bağburun ve Yürekli Volkanitleri'nin petrografik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla arazide kayaçların taze yüzeylerinden derlenen numuneler, Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün ince kesit laboratuvarına gönderilerek, 46 adet ince kesit yaptırılmıştır. Bu kesitler, Balıkesir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı'nda bulunan laboratuvarında Olympus CX31-P marka polarizan mikroskop yardımıyla incelenmiştir. Böylece, örneklerin dokusal, mineralojik ve petrografik özellikleri tespit edilmiş ve adlandırmaları yapılmıştır.

### 4.1 Bağburun Volkaniti'nin Petrografisi

Bağburun Volkaniti'nden alınan numunelerin ince kesitlerinde yapılan incelemelerde. Kayaçlar seriate dokulu olup Plajiyoklas, amfibol (hornblend), kuvars, piroksen (ojit), alkali feldispat (sanidin) başlıca fenokristalleri oluşturur. Opak minerallerden manyetit ve pirit bulunmaktadır. İkincil mineraller olarak kalsit, klorit ve epidot bulunmaktadır (Şekil 4.1).

Kesitlerde yoğun alterasyon gözlemlenmiş olup, amfibol ve mika mineralleri tamamen opaklaşmıştır. Amfibol, mika ve kuvars fenokristalleri hamur tarafından kemrilmiş ve körfezlenmiştir. Amfibol ve mika mineralleri yoğun bir kırıklanma ve parçalanmaya maruz kalmıştır. Plajiyoklaz mineralleri serizitleşmiş, karbonatlaşmış ve killeşmiştir. Plajiyoklaz mineralleri hem fenokristal halde hem de hamur içerisinde mikrolit şeklinde bulunmaktadır. Biyotit ve hornblend mineralleri uzamış yer yer iğnemi bir şekil almış ve genellikle yoğun bir alterasyona uğramışlardır. Kırıklanma ve parçalanma tipik olup, bunlar aynı zamanda hamur tarafından kemirilmiş durumdadırlar (Şekil 4.1).

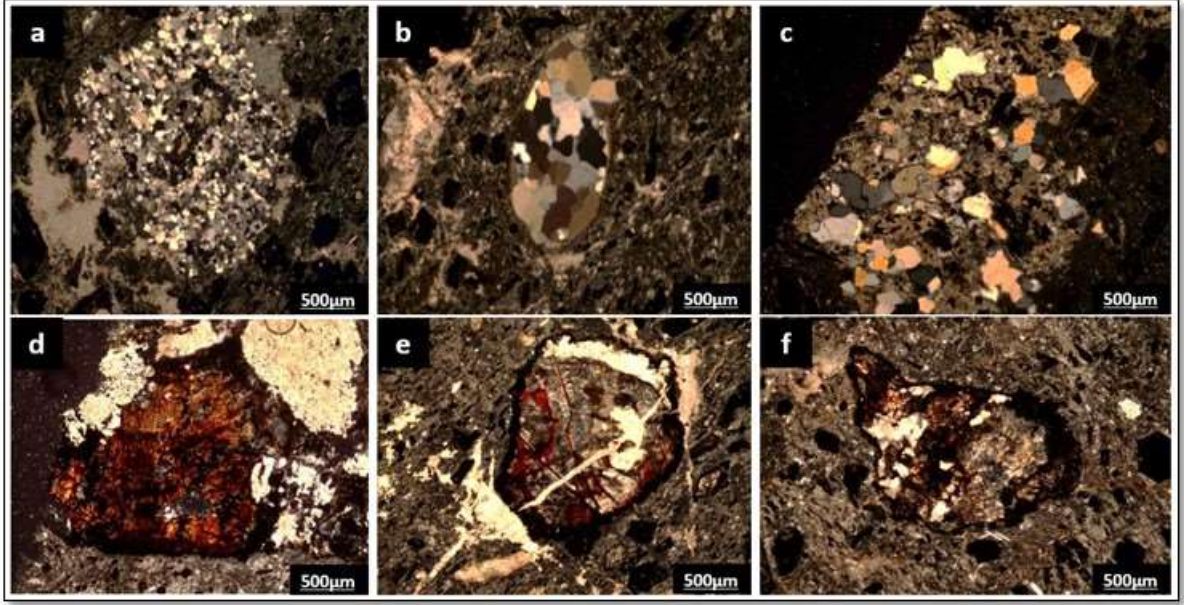


**Şekil 4.1:** Kesitlerde görülen yoğun alterasyon izleri (a) Opaklaşmış biyotit ve amfibol, (b) biyotit mineralinin kafa kesiti üzerinde görülen opak mineraller, (c) Karbonatlaşan kısmın hasır ikizi göstermesi, (d) Minerallerin tamamen karbonatlaşması, (e) ve (f) opaklaşan biyotit ve amfibol mineralleri (a, c, d, e, f: Ç.N., b: T.N.).

Kesitlerin genelinde alterasyondan dolayı opaklaşma tipiktir. Opaklaşmanın yanı sıra karbonatlaşma, serizitleşme, killeşme ve kloritleşme gözlenmektedir.

Kesitlerde yabancı kayaç parçaları tipiktir. Kayaç parçaları tipik olarak iki şekilde oldukları tespit edilmiştir. Bazı karakterli olanlar yoğun alterasyona uğrayarak karbonatlaşmış, opaklaşmıştır. Bazı karakterli olmayan ve genellikle kuvars minerallerinden oluşan kayaç parçaları ise alterasyona uğramadığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.2).

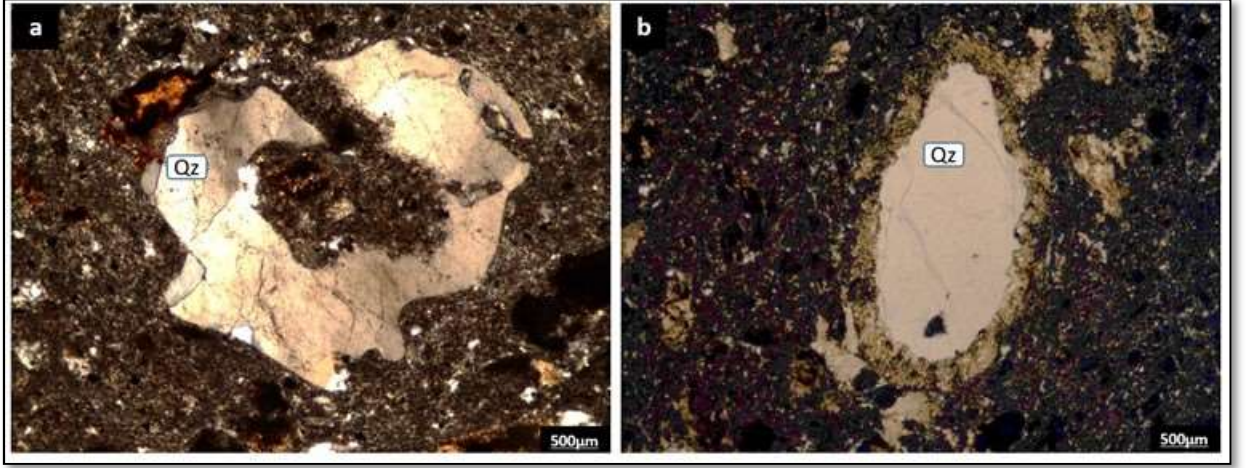




**Şekil 4.2:** Kesitlerde görülen yabancı kayaç parçalarının tipik görünümü (a), (b), (c) kuvars minerallerinden oluşan kayaç parçaları, (d), (e), (f) bazik karakterli kayaç parçaları ( a, b, c, d, e, f: Ç.N.).

Kuvars mineralleri hem fenokristal hem de ksenokristal olarak hamur içerisinde bulunmaktadır. Fenokristal veya ksenokristal olarak bulunan kuvars minerallerlerinin genelinde körfezlenme tipiktir (Şekil 4.3). Termal şok ile kırılanmıştır (Krushensky, 1976).

Kuvars minerallerinin ikinci dolgu olarak da kesit içinde bulunması tipiktir. Bu öbeksiz kuvars minerallerinin lav akarken Bağburun'un temel birimi olan kum taşlarının parçalarını olduğu tespit edilememiştir. Yapılan incelemede bu kuvars öbeklerinin ikincil dolgu olduğu düşünülmüştür. Kuvars öbeklerinin alterasyona maruz kalmaması bu ihtimali kuvvetlendirmektedir. Kuvars öbeklerinden oluşmayan bazik karakterli kayaç parçaları ise yoğun alterasyona uğramıştır. Bağburun Volkaniti'nin içinde bulunan bazik kayaç parçalarının zamanla düşmesi sonucunda oluşan boşluğa kuvars minerallerinin ikincil olarak yerleştiği düşünülmektedir.



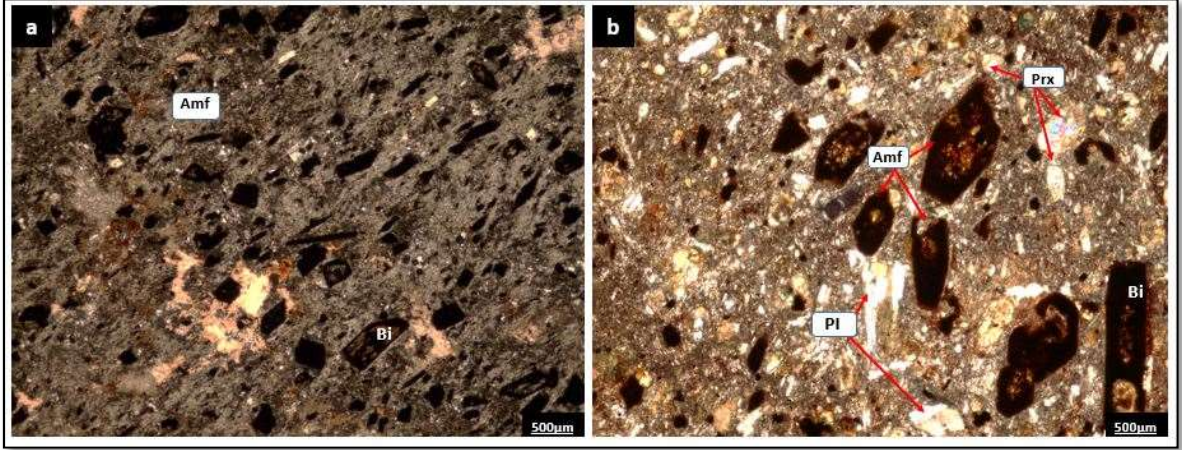
**Şekil 4.3:** Körfezlenmiş kırıklanmış kuvars fenokristalleri (a) Hamur tarafından kemrilmiş kuvars fenokristali, (b) Hamur tarafından kemrilmiş yer yer kırıklanmış kuvars fenokristali (a, b: Ç.N., Qz: Kuvars).

Biyotit mineralleri opaklaşmış, kırıklanmış, parçalanmış, mineraller uzun eksenleri boyunca uzamışlardır. Biyotit minerallerinde uzaması yer yer iğnemsî bir yapı şeklini almasına neden olmuştur. Biyotitler özşekilli-yarıözşekilli fenokristal halde bulunmaktadır. Yer yer kafa kesiti görüntüsü tipiktir. Hamur içinde biyotit mineralleri yer yer akma yapısı göstermektedir. Çok nadir görülmekle beraber bazı biyotitlerde kedigözü sönmesi izleri gözlenmiştir (Şekil 4.4).

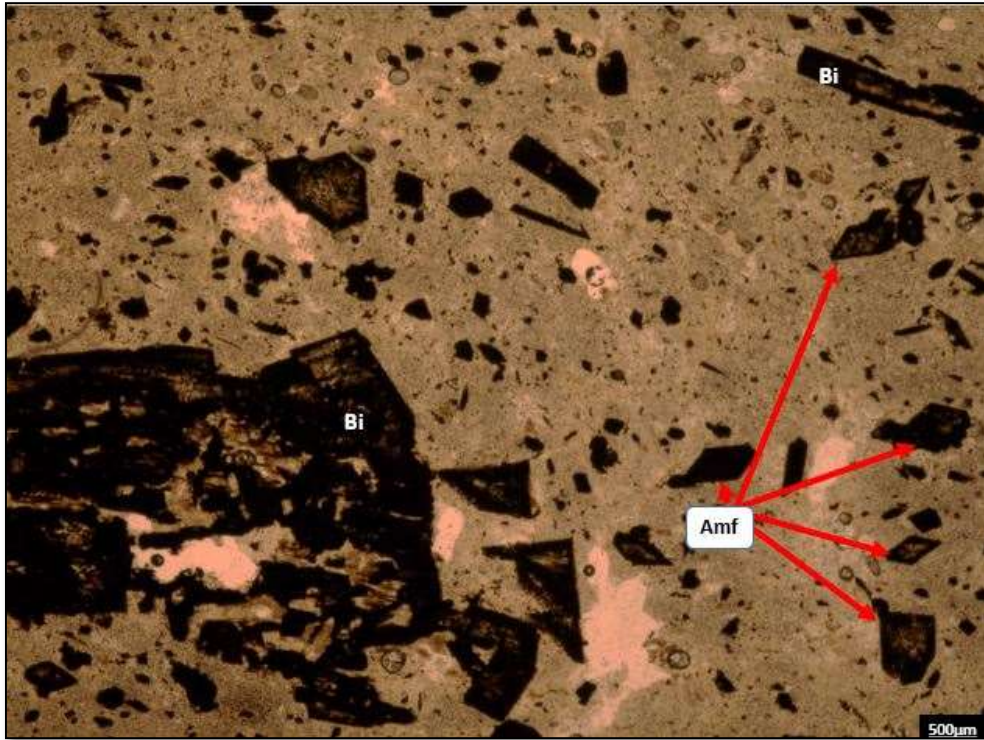
Biyotit minerali kesitin genelinde karbonatlaşmış kloritleşmiş halde bulunmaktadır. Bol miktarda mineral kapanımları içermektedir. Tamamen opaklaşmamış biyotit mineralleri yer yer tipik kedigözü sönmesi göstermektedir (Şekil 4.5).

Amfibol mineralleri özşekilli – yarıözşekilli olarak, kırıklanmış, parçalanmış yer yer uzun eksenleri boyunca uzamış şekilde hamur içerisinde fenokristal halde bulunmaktadır. Kırık eksenli boyunca bazı amfibol minerallerinin karbonatlaştığı, amfibolün hamur tarafından kemrildiği, yer yer mineralin içine nüfuz ettiği tespit edilmiştir. Karbonatlaşma, kloritleşme görülmektedir. Düzgün altıgen şekilli mineraller tipiktir. Amfibol minerallerin genelinde opaklaşma tipiktir (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7).



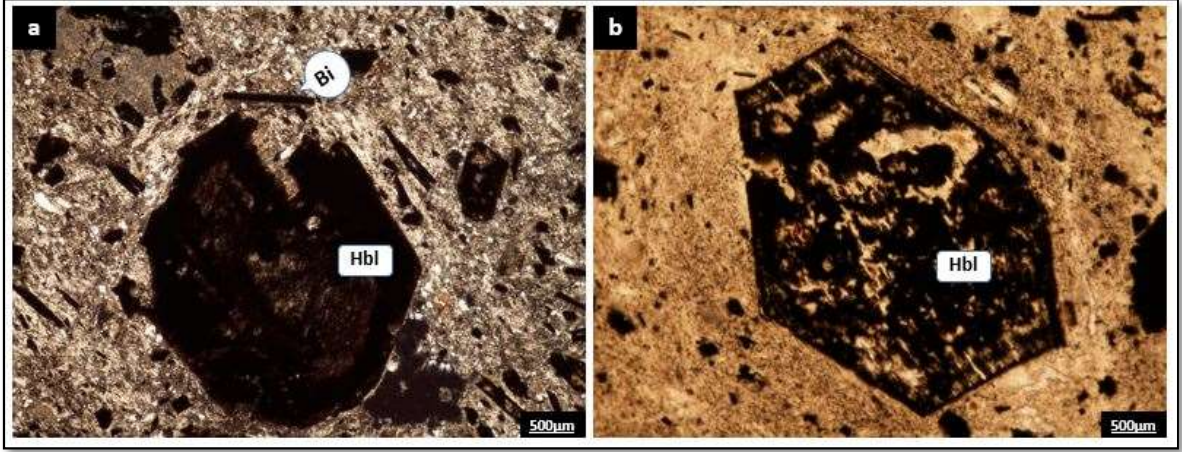


**Şekil 4.4:** Uzamış yer yer iğnemsı bir hal almış biyotit, amfibol, piroksen ve plajiyoklaz mineralleri ile birlikte görünümü (a) Biyotit mineralinde kedigözü sönmesi izleri, (b) Özşekilli-yarıözşekilli amfibol mineralleri (a, b: Ç.N.; Amf: Amfibol, Bi: Biyotit, Prx: Piroksen, Pl: Plajiyoklaz).

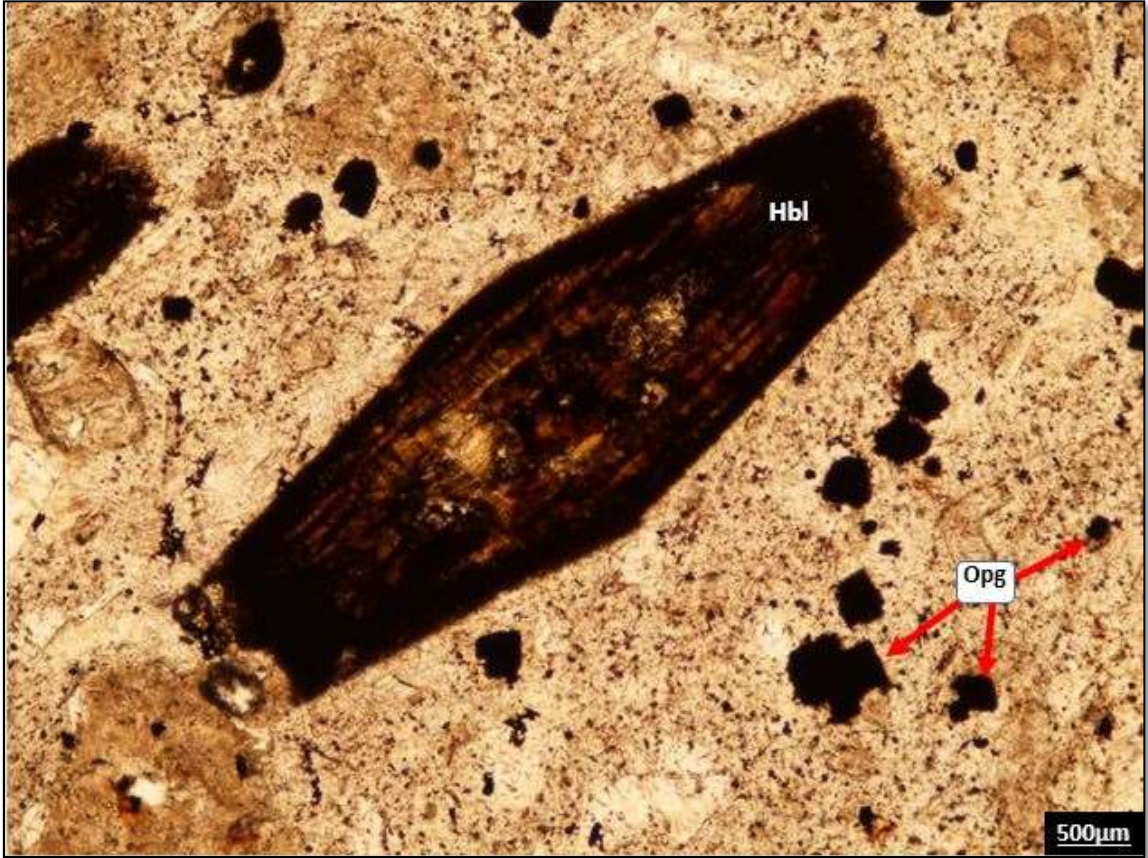


**Şekil 4.5:** Uzamış yer yer iğnemsı bir hal almış biyotit minerallerinin, amfibol mineralleri ile birlikteliği (a) Biyotit mineralinde kedigözü sönmesi izleri, (b) Özşekilli-yarıözşekilli amfibol mineralleri (a, b: Ç.N.; Amf: Amfibol, Bi: Biyotit, Prx: Piroksen, Pl: Plajiyoklaz).





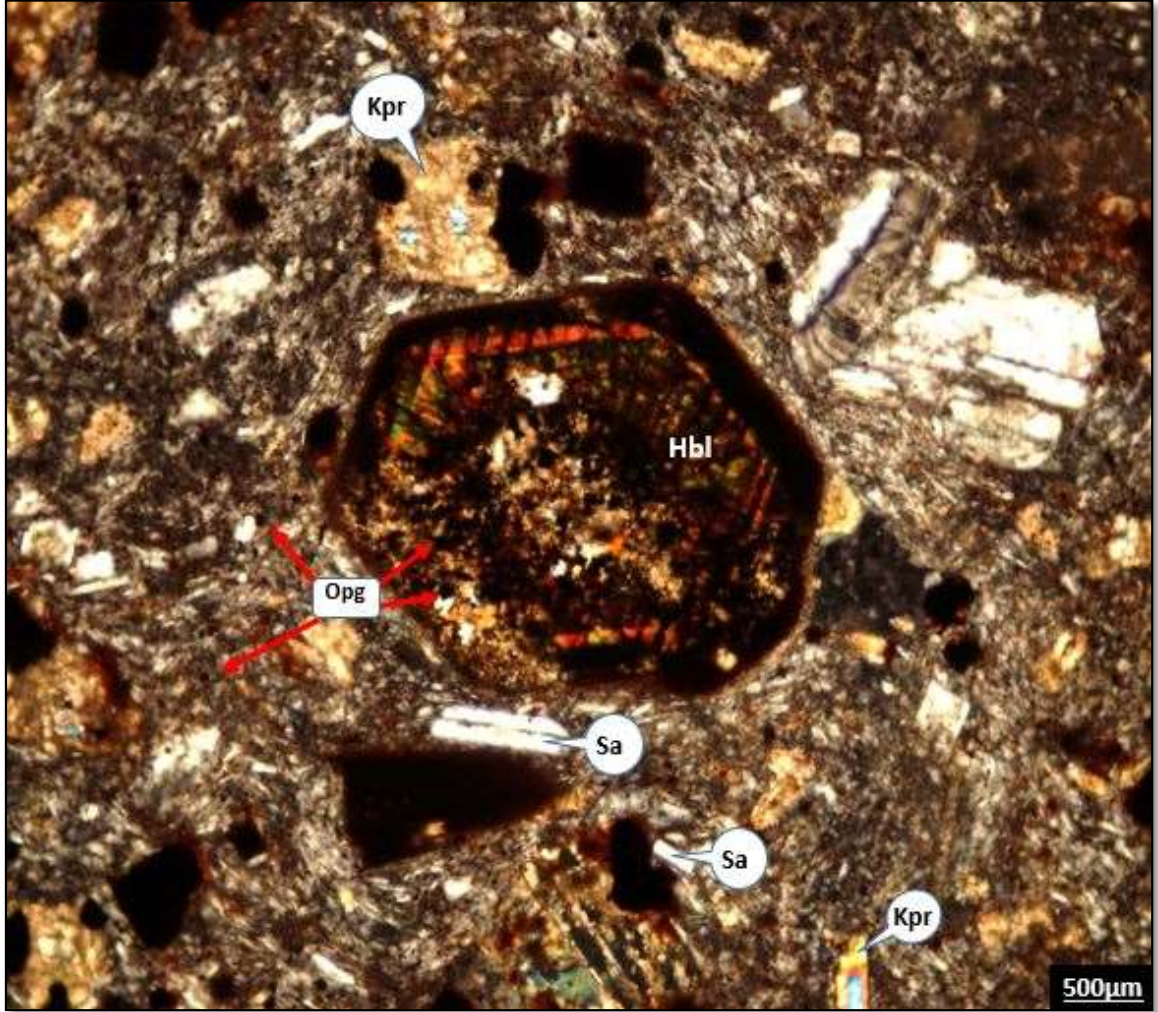
**Şekil 4.6:** Hornblend fenokristallerinin genel görünümü, (a) hamur tarafından kemrilmiş opaklaşmış hornblend minerali, (b) Özşekilli hornblend mineralinin parçalanarak ayrışması (a: Ç.N., b: T.N.; Bİ: Biyotit, Hbl: Hornblend).



**Şekil 4.7:** Kenar zonu boyunca opaklaşmış yer yer karbonatlaşmış, hamur tarafından kemrilmiş tipik altıgen şekilli amfibol minerali, opak minerallerle beraber görülmektedir (T.N.; Hbl: Hornblend, Opg: Opak Mineral).



Bazı amfibol minerallerinin kenar zonu boyunca küçük mineral agregatlarına dönüştüğü tespit edilmiştir. Fenokristal halde bulunan amfibol mineralleri, plajiyoklaz mikrolitleri tarafından çevrelenmiştir. Plajiyoklaz mikrolitleri fenokristal etrafında akma dokusu gösterdiği gözlemlenmiştir. Hamur amfibol fenokristallerinin içine nüfuz ettiği tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8:** Kenarlarından itibaren agregata dönüşmüş bir hornblendin, karbonatlaşmış klinoproksen ve sanidin minerallerinin ince kesit görünümü (Ç.N.; Hbl: Hornblend, Opg: Opak Mineral, Sa: Sanidin, Kpr: Klinoproksen).

Plajiyoklaz mineralleri özşekilli–yarı özşekilli olarak hamur içerisinde fenokristal ve plajiyoklaz mikrolitleri olarak bulunmaktadır. Plajiyoklazlarda karbonatlaşma tipiktir. Yer yer elek ve poiklitik doku gösteren plajiyoklaz mineralleri bulunmaktadır. Plajiyoklaz mikrolitleri akma yapısı göstermektedir. Fenokristal halde bulunan plajiyoklaz minerallerinin bazıları mineral kapanımları gösterdikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.9).



**Şekil 4.9:** Akma yapısı gösteren plajiyoklaz mikrolitlerinin ince kesit görünümü (Ç.N.; Pl: Plajiyoklaz, Opg: Opak Mineral).

Kesit içerisinde az miktarda bulunan piroksen minerali genel itibariyle öz şekilsiz, orta ve iri taneli olarak bulunmaktadır. Mineralin ayrışması ileri seviyede olup çoğunlukla tüm özelliklerini kaybetmiş vaziyettedir. Bazı piroksenlerde kenar zonu boyunca killeşme ve kloritleşmenin olduğu gözlemlenmiştir. Tek nikolde yüksek rölyefleri ile tipik olup, yoğun alterasyondan dolayı dilinimleri tespit edilememiştir. Çift nikolde ise ikinci dizinin canlı renkleri olan turuncu, sarı, mavi ve pembe renklerini gösterdikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.10).

Yapılan incelemede sönme durumuna göre piroksenlerin, klinopriksen grubundan ojit minerali oldukları tespit edilmiştir.





**Şekil 4.10:** Öz şekilsiz ojit minerallerinin genel görünümü (Ç.N; Kpr: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Bi. Biyotit, Pl: Plajiyoklaz).

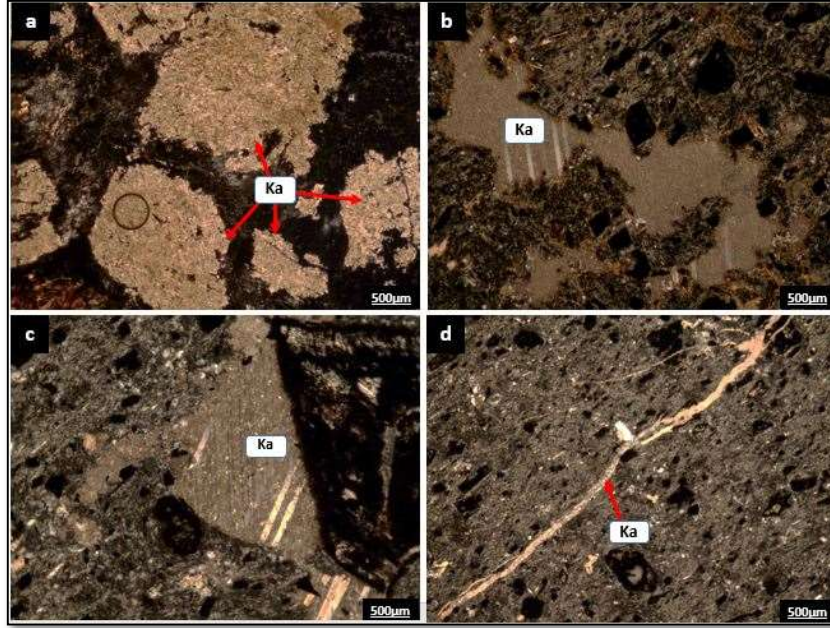
Sanidin minerallerinin çoğunlukla özşekilsiz ve yarı özşekilli olarak hamur için dağılık halde buldukları tespit edilmiştir. Çift nikolde karspad ikizi gösteren sanidin minerali, tek nikolde düşük pleokroizması ve çok düşük optik engebisiyle tipiktir. Çoğunlukla altere olmuş feldspatlar bulutumsu bir yüzeyi andırır. Yoğun alterasyon sonucu karbonatlaşmış, serizitleşmiş ve killeşmişlerdir.

Kesitlerin genelinde karbonatlaşma tipiktir. Karbonatın kalsit mineraline dönüştüğü gözlenmektedir. Kırıklar boyunca karbonatın kesitin içine nüfuz ettiği tespit edilmiştir. Kalsit kristallerinin tipik hasır ikizi gösterdikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.11).

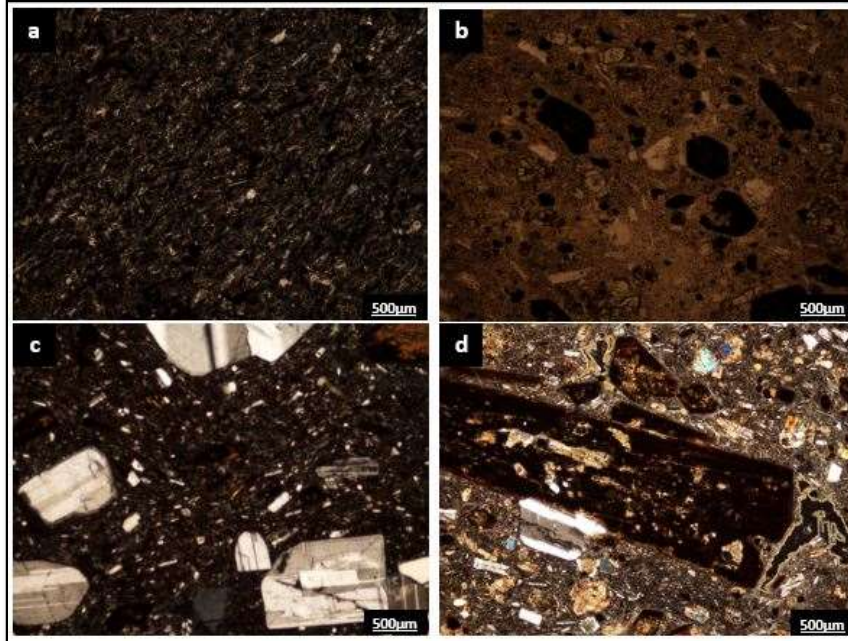
## 4.2 Yürekli Volkaniti'nin Petrografisi

İnceleme alanından mostra veren kayaçların petrografik incelemeleri yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda Yürekli Volkaniti'ne ait kayaçların andezit, dasitik-andezit, andezitik-dasit karakterli olduğu belirlenmiştir. Özellikle MTA'nın haritasında gösterilen

çıkış noktalarından kuzeye gidildikçe tane boyunun arttığı ince kesitlerde gözlenmektedir (Şekil 4.12).



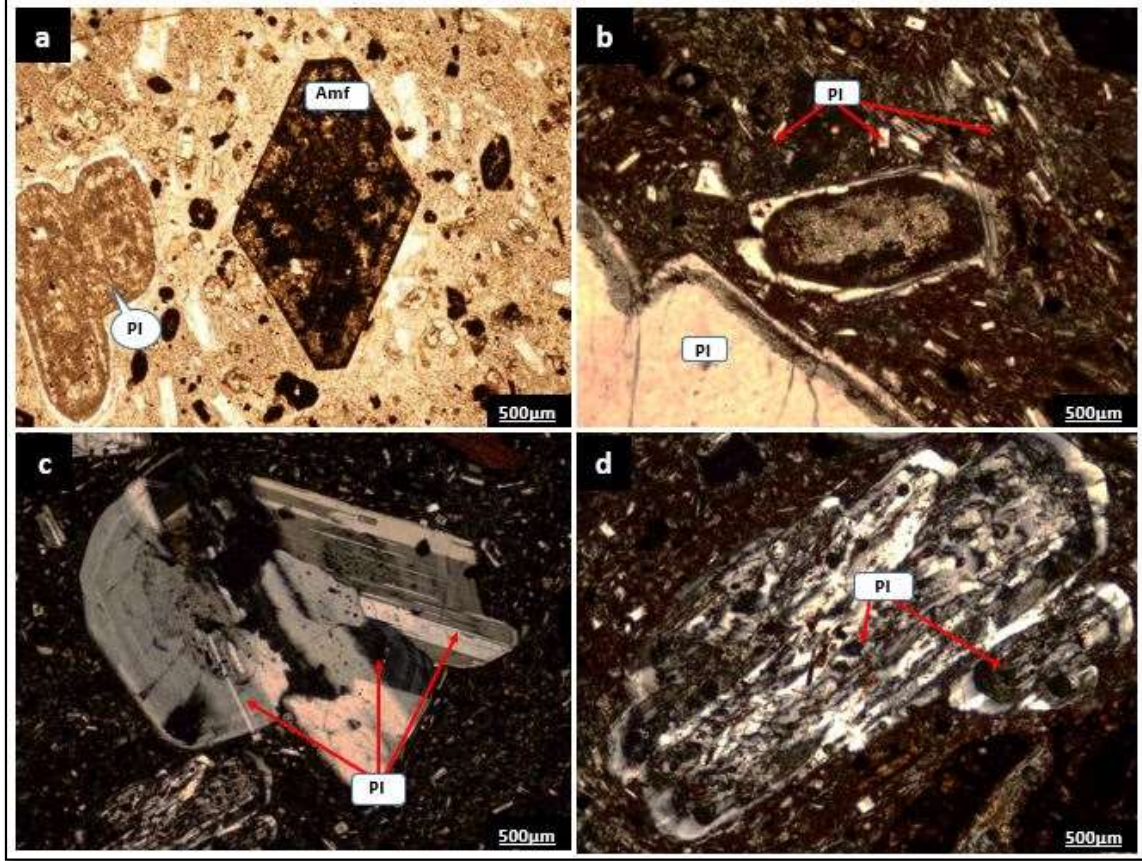
**Şekil 4.11:** Karbonatlaşmanın genel görünümü (a) Tamamen karbonatlaşan mineraller, (c) ve (b) Karbonatlaşan kısım hasır ikizi göstermekte, (d) Bir kırık hattı boyunca gelişen karbonatlaşma görüntüsü (a, b, c, d: Ç.N.; Ka: Karbonat).



**Şekil 4.12:** Bölgede mostra veren Yürekli Volkaniti kuzeyden güneye doğru gidildikçe minerallerinin ince taneliden iri taneliye geçiş yaptığı gözlenmektedir. Kuzeyden güneye sıralama a-b-c-d şeklindedir.



Yürekli Volkaniti'ndeki dasitik-andezit, dasit olarak adlandırılan kayaçların ince kesitleri incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir. Genel olarak kayaçlar porfirik, mikrolitik-porfirik, glameroporfirik, yarıcamsal ve yer yer trakitik doku göstermektedir (Şekil 4.13).

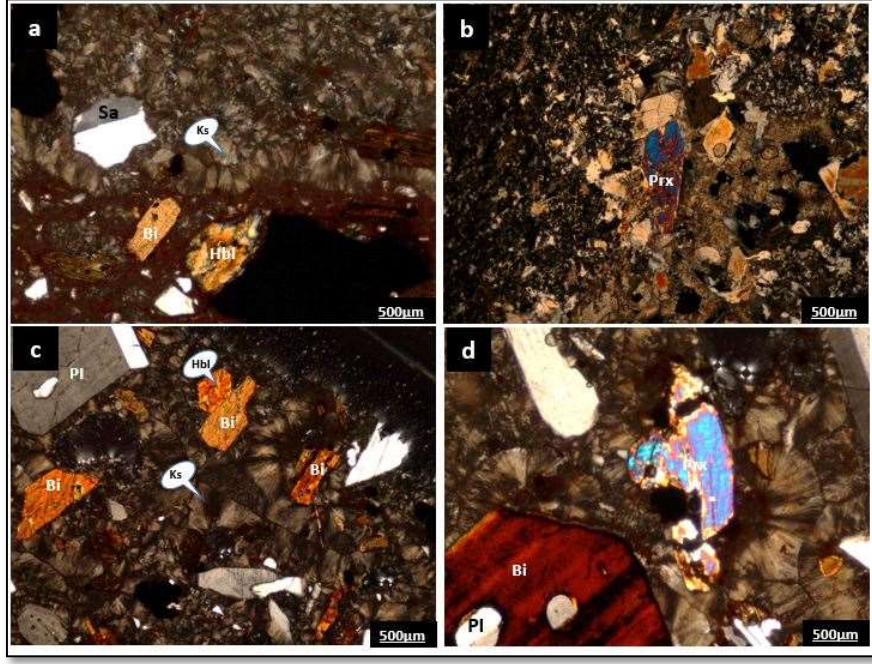


**Şekil 4.13:** (a) Porfirik doku gösteren kesit, (b) Trakitik doku gösteren özşekilli plajiyoklaz mikrolitleri, (c) Bir arada öbekleşmiş plajiyoklaz fenokristallerinin oluşturduğu glameroporfirik doku, (d) Elek dokusu gösteren sınırdaş iki plajiyoklaz (a: T.N., b, c, d: Ç.N.; PI: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol).

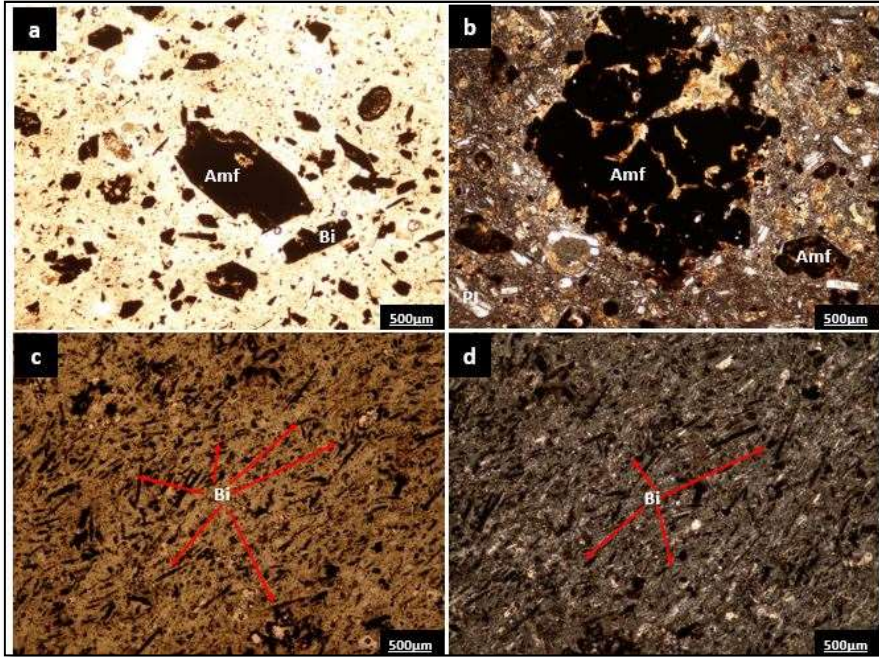
Kesitlerde bazik karakterli kaya parçaları gözlenmektedir. Bu bazik kaya parçalarının hamur tarafından asimile edilmiş olup, uzamış şekilde olduğu tespit edilmiştir. Bu bazik kayaç parçaları içerisinde sferülitik dokulu kalsedonik oluşumlar gözlenmektedir (Şekil 4.14).

Kesitlerin genelinde opaklaşma, karbonatlaşma, killeşme, kloritleşme tipiktir. Özellikle biyotit ve amfibol mineralleri çevrelerinden itibaren opasitleşme/opaklaşma görülmekte olup, bu durum kesitlerin tamamı için tipiktir (Şekil 4.15).



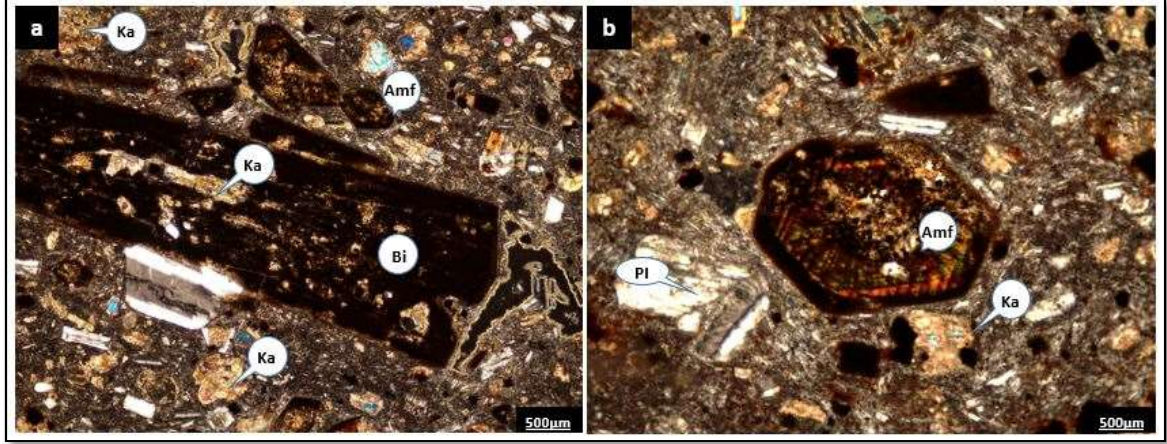


**Şekil 4.14:** Yürekli Volkaniti'nde görülen kalsedonik sferülitik yapılar, (a) Sanidin mineralinin etrafını kuşatan sferülitik doku, (b) Sferülitlerin genel görünümü, (c) Biotit ve plajiyoklaz minerallerinin etrafını kuşatan sferülitlerin görünümü, (d) Piroksen mineralinin etrafını kuşatan sferülitlerin görünümü (a, b, c, d: Ç.N.; PI: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol, Bi: Biotit, Prx: Piroksen, Ks: Kalsedonik sferülitler).



**Şekil 4.15:** Opaklaş minerallerin genel görünümü (a, c: T.N., b, d: Ç.N.; Amf: Amfibol, Bi: Biotit).

Çatlaklar arasında karbonatlar bir hat boyunca kesitin içine nüfuz etmiştir. Minerallerin(amfibol, plajiyoklaz, biyotit) karbonatlaştığı gözlenmektedir (Şekil 4.16).

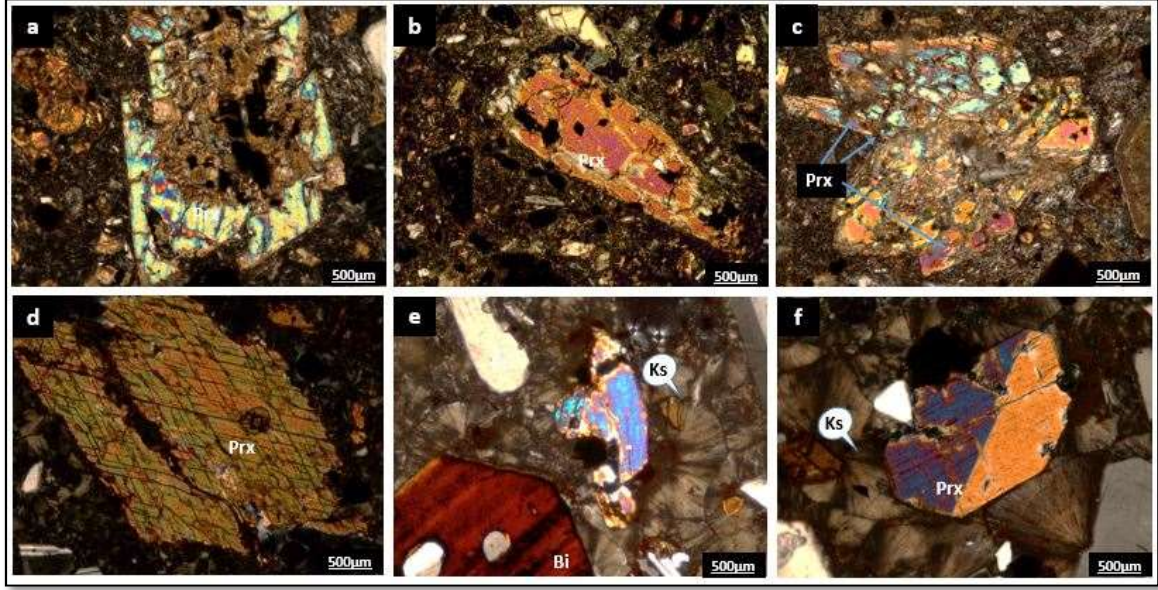


**Şekil 4.16:** (a) Biyotiti mineralinin içine nüfuz etmiş karbonatlaşma, (b) Kenar zonu boyunca opaklaşan amfibol minerali, (a,b: Ç.N.; Bi: Biyotit, Ka: Kalsit, Amf: Amfibol Pl: Plajiyoklaz).

Piroksen mineralleri çoğunlukla özşekilsiz ve yarıözşekilli olarak buldukları gözlemlenmiştir. Sekizgen olanları mevcut olmakla beraber alterasyondan dolayı çoğunlukla kırıklanmış, parçalanmış bir vaziyette özşekilsiz formda bulunmaktadır. Yüksek rölyefleri ile soluk sarımsı rengiyle kendini belli eden piroksenler alterasyondan dolayı çift yönlü dilimleri oldukça zor tespit edilmektedir. Sarı, mavi, pembe ve turuncu renkleriyle ikinci sıradaki yüksek girişim renkleriyle çift nikolde tanınmaktadır. Yapılan optik incelemede piroksen minerallerinin ojit oldukları tespit edilmiştir. Kenar zonları ve dilinimleri boyunca killeşme ve kloritleşme tipiktir. Hamur yer yer mineralin içine nüfuz etmiştir. Bazı piroksen minerallerinin mineral kapanımları mevcuttur (Şekil 4.17).

Biyotit mineralleri özşekilli, yarı özşekilli ve yer yer özşekilsiz halde fenokristal halde bulunmaktadır. B12, B13, B14 numunelerinin kesitlerinde biyotit mineralleri opaklaşmış opasitleşmiş bir vaziyette uzun eksenleri boyunca uzamış iğnemi bir hal aldığı gözlemlenmiştir. Sert ve ince taneli olan birimin mikroskop ve kimyasal analizlerinde andezit oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.18).

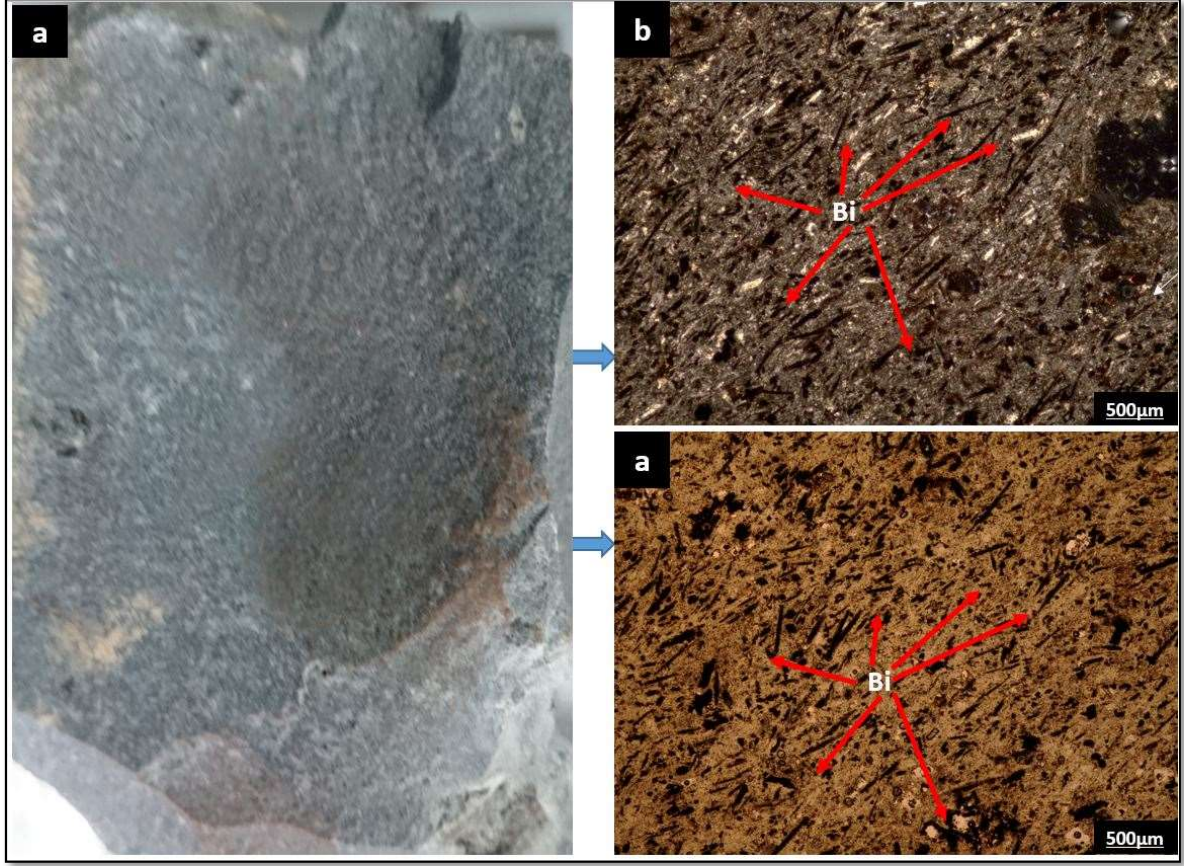




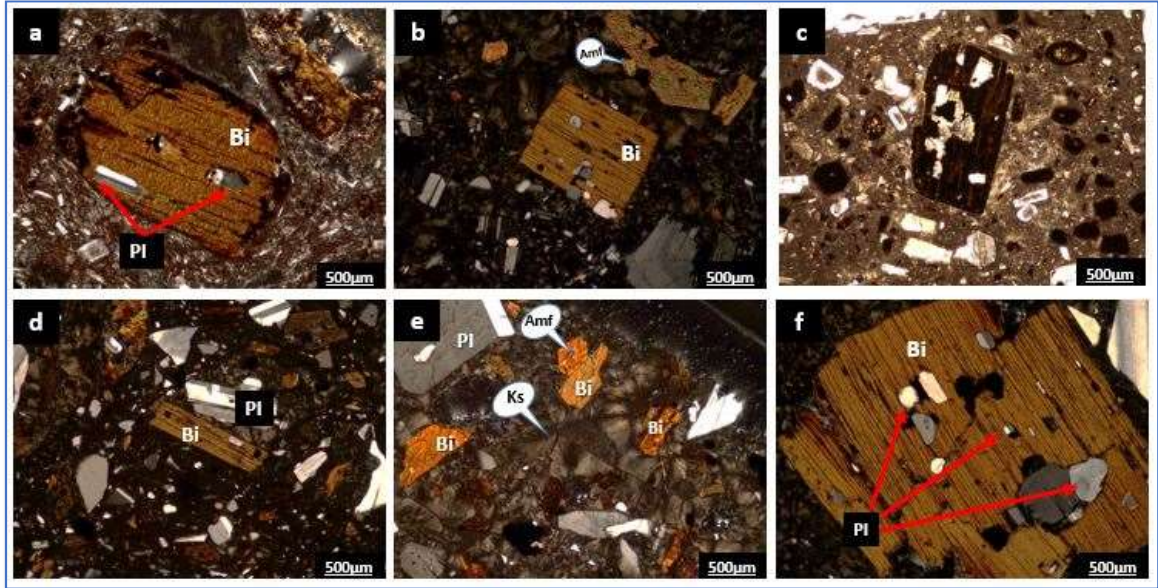
**Şekil 4.17:** Piroksen minerallerin mikroskop altında genel görünümü, (a) ve (c) Yoğun alterasyona uğrayan minerallerin görünümü, (b) Hamur tarafından kemrilmiş piroksen mineralleri, (d) Dilimleri net görülen piroksen görünümü (e) ve (f) Kalsedonik yapı arasında görülen ojit minerallerinin görünümü (a, b, c, d, e, f: Ç.N.; Ks: Kalsedon, Prx: Piroksen).

Çift nikolde yeşil ve kahverengi girişim renkleri gösteren biyotit mineralleri, tipik kedigözü sönmesi göstermektedir. Tek nikolde sarımsı, kahverengimsi pleokrizma göstermektedirler. Biyotit minerallerinin içinde başka mineral kapanımları gösterdikleri tespit edilmiştir. Biyotitlerin yer yer dilinimleri boyunca ayrışarak kloritleştiği görülmektedir (Şekil 4.19).





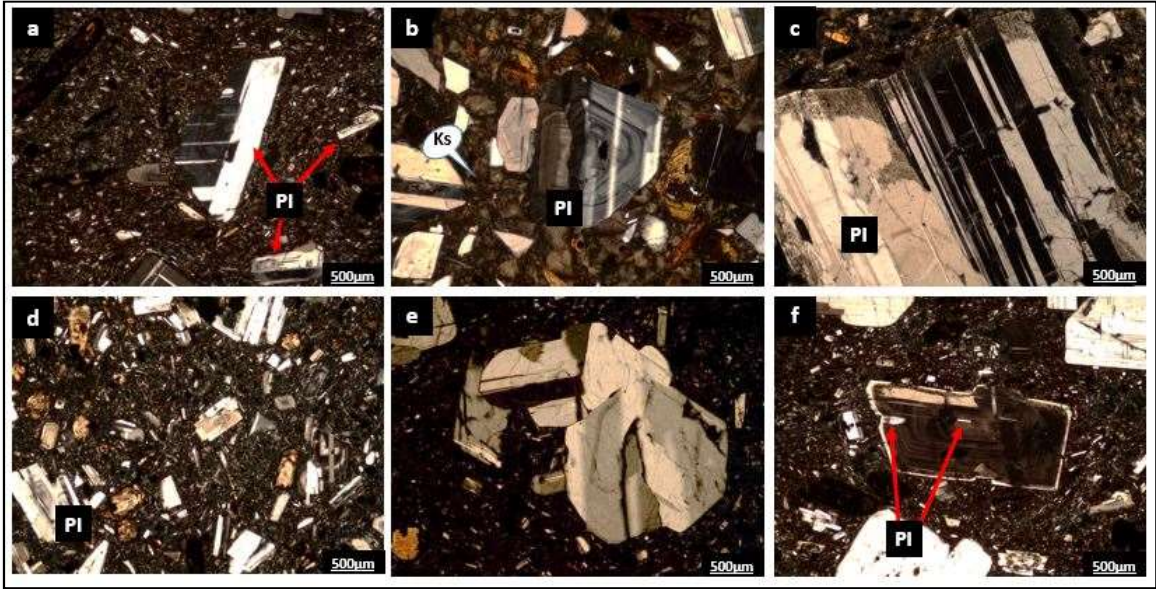
**Şekil 4.18:** Kesite gönderilen el örneğinin mikroskop görüntüsü (a) ince taneli sert birimin el örneği görünümü, (b) ve (c) Tamamen opaklaşmış biyotit minerallerinin uzamış iğnemsî bir hal almış görüntüsü, (b:Ç.N., c:T.N.; Bİ: Biyotit).



**Şekil 4.19:** Mineral kapanımları gösteren biyotit fenokristallerinin genel görünümü, (a, b, c, d, e, f: Ç.N.; Pl: Plajiyoklaz (sanidin), Amf: Amfibol (hornblend), Bi: Biyotit, Ks: Kalsedonik sferülitik yapılar).



Plajiyoklaz mineralleri özşekilli yarı özşekilli fenokristalleri ve mikrolitler halinde bulunmaktadır. Mineral tayininde sönme açıları andezin oldukları görülmüştür. Mineraller genellikle ayrıışmış, karbanotlaşmış, serizitleşmiş bir halde bulunmaktadırlar. Ayrıışmış plajiyoklaz minerallerinde elek dokusu tipiktir. Plajiyoklaz mineralleri diğer minerallerin kapanımı olarak da bulunmaktadır. Bazı plajiyoklaz minerallerinin yine plajiyoklaz kapanımları mevcuttur. Plajiyoklazlarda albit ve karlspat kompozit ikizleri de tipiktir. Plajiyoklaz mikrolitleri genellikle fenokristaller çevresinde akma yapısı göstermektedir. Plajiyoklaz fenokristalleri yer yer bir araya gelerek glameroporfirik doku göstermektedirler. Plajiyoklazlarda zonlanma tipiktir. Mineraller yer yer parçalanmış, kırıklanmış bir vaziyettedir (Şekil 4.20).



**Şekil 4.20:** Plajiyoklaz minerallerinin genel görünümü, (a) Albit ikizlenmesi ve zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristalinde plajiyoklaz kapanımı, (b) Zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristali kalsedonik yapı içerisinde diğer plajiyoklaz mineralleriyle birlikteliği, (c) Albit karlspat kompozit ikizi gösteren plajiyoklaz minerali, (d) Zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristalinde plajiyoklaz kapanımları görünümü, (e) bir araya gelen plajiyoklaz fenokristallerinin glameroporfirik doku göstermesi, (f) İri-orta büyüklükte plajiyoklaz mineralleri, (a, b, c, d, e, f: Ç.N.; PI: Plajiyoklaz).

## 5. JEOKİMYA

İnceleme alanında yüzeyleyen Bağburun ve Yürekli volkanitlerine ait toplam 10 adet örnek ana oksit, iz element ve nadir toprak element içeriklerinin belirlenmesi amacıyla Kanada'daki Bureau Veritas firmasına gönderilmiş; böylece sonuçlar % oksit ve ppm/ppb bazında elde edilmiştir. Örneklerin ana oksit içerikleri (%) Tablo 5.1'de, eser element içerikleri (ppm/ppb) Tablo 5.2'de ve nadir toprak element içerikleri (ppm) ise Tablo 5.3'de verilmiştir.

**Tablo 5.1:** Bağburun ve Yürekli volkanitlerinin ana oksit (%) analizleri (A.Z.: Ateşte zayıt. Mg#:  $100 \times \text{MgO}/(\text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ ; FS2, FS6, B13, B14 nolu örnekler Yürekli Volkaniti'ne aittir).

	B1	B6	B5	B7	B9	FS6	FS2	B4	B14	B13
SiO <sub>2</sub>	61,43	59,31	60,74	59,52	59,43	57,18	63,30	60,91	61,61	62,45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,48	14,41	16,18	14,43	15,41	16,14	16,18	14,72	14,80	14,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,01	5,11	7,10	5,11	6,33	7,68	5,76	5,97	4,41	4,15
MgO	3,11	0,65	1,90	0,61	2,32	1,68	1,09	3,68	2,38	2,24
CaO	3,05	4,48	1,00	4,14	2,82	5,98	4,39	1,92	3,59	3,70
Na <sub>2</sub> O	3,73	0,66	4,98	0,69	5,33	3,00	3,33	3,83	2,93	2,91
K <sub>2</sub> O	2,51	6,86	3,39	6,87	2,63	3,52	3,40	2,60	4,05	3,97
TiO <sub>2</sub>	0,64	0,65	0,74	0,66	0,67	0,75	0,61	0,65	0,58	0,56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,18	0,19	0,17	0,13	0,30	0,22	0,17	0,17	0,15
MnO	0,07	0,05	0,06	0,03	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,038	0,036	0,028	0,028	0,024	0,011	0,004	0,020	0,009	0,008
Ba	1291	1078	1020	1275	1016	1476	1271	1105	1228	1237
Ni	95	71	61	61	72	25	<20	72	34	28
Sc	15	17	16	17	18	22	13	17	12	11
A.Z.	5,4	7,4	3,4	7,5	4,5	3,3	1,3	5,1	5,1	4,9
Toplam	99,79	99,88	99,80	99,87	99,77	99,75	99,81	99,78	99,80	99,81
Mg#	34,10	11,28	21,11	10,66	26,82	17,95	15,91	38,13	35,05	35,05

### 5.1 Bağburun Volkaniti'nin Jeokimyası

Magmanın ana ve iz elementlerinin oranlarını belirleyen etken, magmanın oluşumundan yüzeye çıkıp soğumasına kadar geçirdiği süreçlerde başından geçen değişimlerdir. Magmanın geçirdiği değişimleri tespit etmek için yapılan kimyasal analizler sonucunda belirlenmiş diyagramlar vasıtasıyla bu süreçler yorumlanabilmektedir. Bu çalışmada Bağburun Volkaniti'ne ait 6 adet örneğin kimyasal analiz sonuçları belirlenmiş ve tüm jeokimyasal diyagram ve parametreler bulunmak suretiyle söz konusu kayaçların karakterleri yorumlanmıştır.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre; SiO<sub>2</sub> içeriğinin %61.43-59.31, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriğinin % 16.18-13.48, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriğinin %7.10-5.11, MgO içeriğinin %3.68-0.61, CaO içeriğinin % 4.48-1.00, Na<sub>2</sub>O içeriğinin % 4.98-0.66, K<sub>2</sub>O içeriğinin ise % 6.87-2.51 değerleri arasında olduğu gözlenmektedir. Diğer ana oksitlerden TiO<sub>2</sub>, MnO ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerleri ise çok az değişkenlik göstermektedirler (Tablo 5.1).

**Tablo 5.2:** Bağburun ve Yürekli volkanitlerinin iz element (ppm/ppb) analizleri (FS2, FS6, B13, B14 nolu örnekler Yürekli Volkaniti'ne aittir).

	B1	B6	B5	B7	B9	FS6	FS2	B4	B14	B13
Be	2	<1	3	3	<1	4	5	<1	<1	1
Co	16,6	10,1	14,7	10,0	14,9	19,4	15,3	15,9	10,9	14,5
Cs	1,1	5,2	0,5	4,3	0,3	51,5	11,8	1,2	1,6	1,6
Ga	10,9	14,0	13,4	15,8	14,8	16,9	16,2	13,9	16,5	16,4
Hf	3,1	3,1	3,8	3,3	3,4	4,1	4,2	3,9	4,1	3,9
Nb	6,7	6,7	7,7	6,9	7,5	9,7	10,1	7,5	8,1	8,4
Rb	45,2	149,3	61,2	144,9	45,7	153,8	125,3	48,1	85,8	83,8
Sn	<1	<1	1	1	1	2	1	1	<1	<1
Sr	866,5	310,7	881,1	306,2	1043,6	785,7	597,0	849,8	717,0	732,4
Ta	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	0,5	0,4	0,5
Th	12,9	12,4	13,1	12,5	12,8	23,4	24,4	12,9	10,2	10,1
U	2,0	2,3	2,2	2,3	1,7	6,5	5,8	2,4	2,3	2,2
V	84	122	75	121	96	185	146	81	93	86
W	0,5	0,7	1,4	0,8	0,8	2,3	2,2	1,1	1,0	1,1
Zr	118,6	113,3	129,9	117,9	113,1	144,5	150,8	136,5	145,7	140,4
Y	21,6	18,2	18,8	17,6	23,8	19,4	17,8	20,6	15,5	15,4
Mo	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,9	0,1	0,4	0,3
Cu	4,5	14,1	9,3	13,7	6,8	10,2	10,5	3,5	5,9	4,5
Pb	16,0	13,7	14,3	12,3	14,0	13,1	13,1	17,9	5,3	4,2
Zn	68	68	45	66	53	65	56	59	53	50
Ni	81,0	38,6	37,4	31,4	57,4	12,0	6,9	60,4	25,7	23,3
As	8,3	13,7	17,5	13,2	24,6	35,9	24,9	9,7	5,0	3,5
Cd	<0.1	0,2	<0.1	0,2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sb	0,4	2,8	5,3	2,4	1,0	75,5	69,4	0,1	0,4	0,3
Bi	0,2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ag	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Au	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Hg	0,02	0,08	0,01	0,06	0,02	0,02	0,05	<0.01	<0.01	<0.01
Tl	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0,1	0,1	<0.1	<0.1	<0.1
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

**Tablo 5.3:** Bağburun ve Yürekli volkanitlerinin nadir toprak element (ppm) analizleri (FS2, FS6, B13, B14 nolu örnekler Yürekli Volkaniti'ne aittir).

	B1	B6	B5	B7	B9	FS6	FS2	B4	B14	B13
La	32,5	30,9	37,0	30,6	40,9	41,9	41,7	29,9	40,0	39,1
Ce	52,4	56,9	66,2	56,9	62,5	77,2	71,6	59,1	70,0	71,9
Pr	6,86	6,36	7,67	6,41	8,01	8,89	7,82	6,59	7,77	7,79
Nd	27,6	24,3	30,1	24,8	30,4	33,9	29,3	25,6	29,3	28,6
Sm	5,23	4,30	5,52	4,31	5,46	6,45	5,23	4,68	5,07	4,98
Eu	1,13	1,08	1,25	1,04	1,37	1,47	1,24	1,09	1,27	1,18
Gd	4,68	4,01	4,32	3,82	5,06	5,21	4,32	4,21	4,04	3,83
Tb	0,67	0,58	0,64	0,56	0,71	0,68	0,57	0,61	0,53	0,51
Dy	3,73	3,28	3,79	3,21	4,23	3,90	3,18	3,70	3,12	2,77
Ho	0,78	0,67	0,74	0,65	0,84	0,67	0,67	0,78	0,56	0,54
Er	2,28	1,91	2,25	1,92	2,59	2,05	1,86	2,27	1,70	1,46
Tm	0,33	0,27	0,33	0,28	0,35	0,28	0,24	0,33	0,22	0,22
Yb	2,09	1,74	2,42	1,68	2,38	1,94	1,64	2,22	1,45	1,37
Lu	0,33	0,28	0,37	0,27	0,37	0,30	0,25	0,33	0,22	0,21

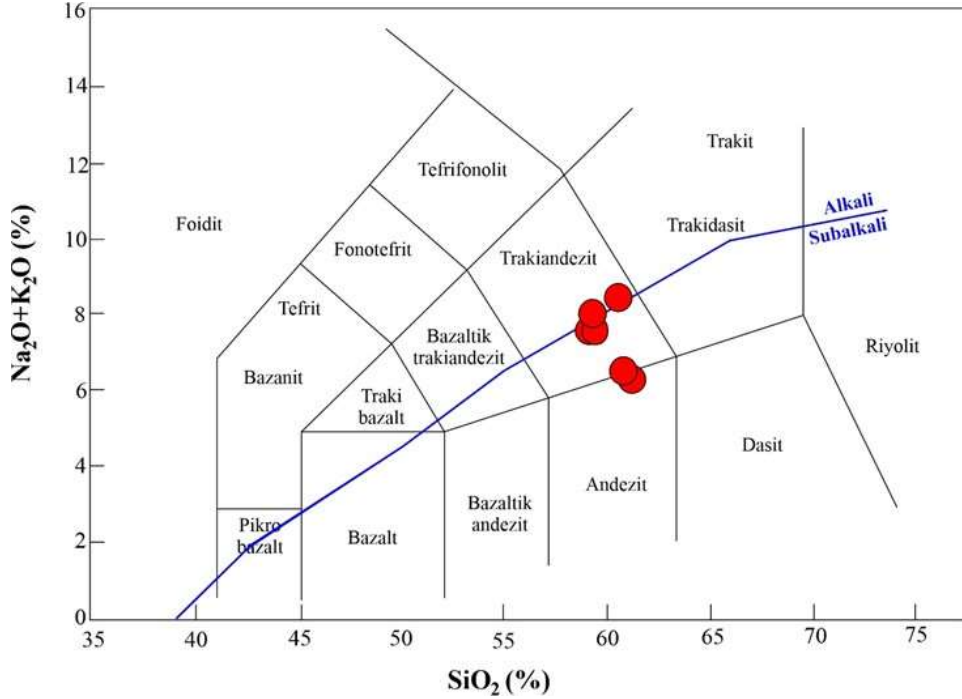
Örnekler Le Maitre vd. (1989)'un  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  diyagramına (TAS) yerleştirildiğinde 4 adet örneğin trakiandezite, 2 örneğin de trakiandezit ile andezit sınırına düştüğü tespit edilmiştir. Irvine ve Baragar, (1971)'in eğrisini ölçüt olarak aldığımızda örneklerin dördünün alkali-subalkali çizgisi üzerindeki sınıra düştüğü, diğer 2 örneğin ise subalkali olduğu gözlenmektedir (Şekil 5.1).

Örneklerin potasyum (K) içeriklerinin belirlenmesi için,  $\text{SiO}_2$ 'e karşılık  $\text{K}_2\text{O}$  değerleri (Le Maitre vd. 2002) diyagramına yerleştirildiğinde örneklerin tamamının yüksek potasyum içerdikleri tespit edilmiştir (Şekil 5.2).

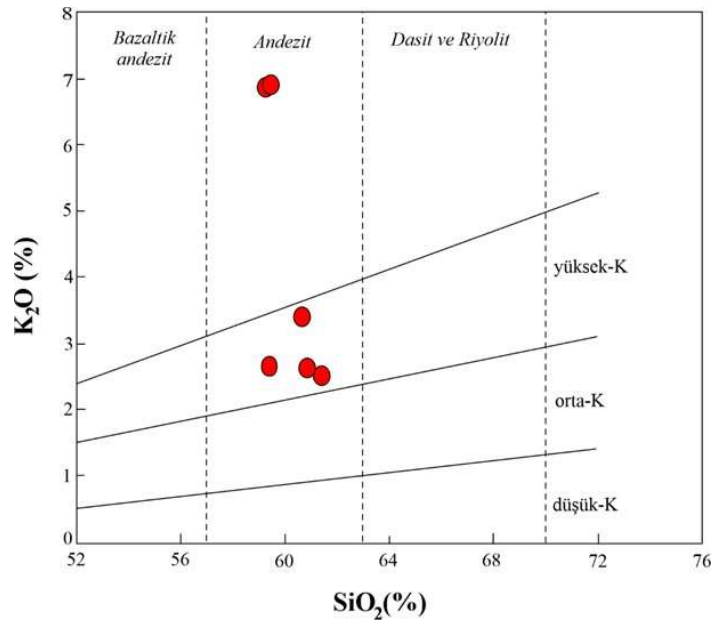
Kayaçların sınıflandırılmasında  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t}) - \text{MgO}$  değerleri Irvine ve Baragar (1971), diyagramına yerleştirildiğinde dört örneğin kalkalkali bölgesine, iki örneğin ise kalkalkali-toleyitik sınırına düştüğü gözlenmektedir. Bu sonuç (Siyako vd. 1989) Doyran volkaniklerinin Biga Yarımadası'ndaki Erken-Orta Miyosen kalkalkalen ürünü olduklarını doğrular niteliktedir. Ercan (1979), Bağburun Volkaniti'nin yay ardı volkanizmasının kalkalkalen serisi ürünü olduğu teziyle de uygunluk göstermektedir (Şekil 5.3).

$\text{Zr}/\text{TiO}_2 * 0.0001$ 'e karşı  $\text{SiO}_2$  (Winchester ve Floyd, 1977) ve Nb/Y'ye karşı  $\text{Zr}/\text{TiO}_2 * 0.0001$  (Winchester ve Floyd, 1976) diyagramlarında örneklerin neredeyse

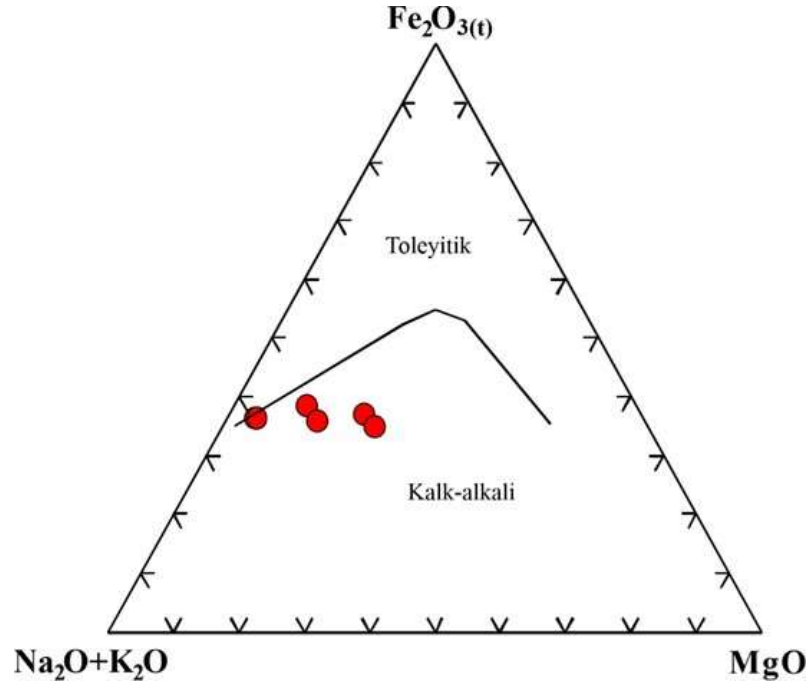
tamamının andezit bölgesine düştüğü görülmektedir. Bu sonuç, petrografik olarak andezit şeklinde yapılan tanımlamanın kimyasal analiz sonuçlarıyla da uyumlu olduğunu göstermektedir (Şekil 5.4 ve Şekil 5.5).



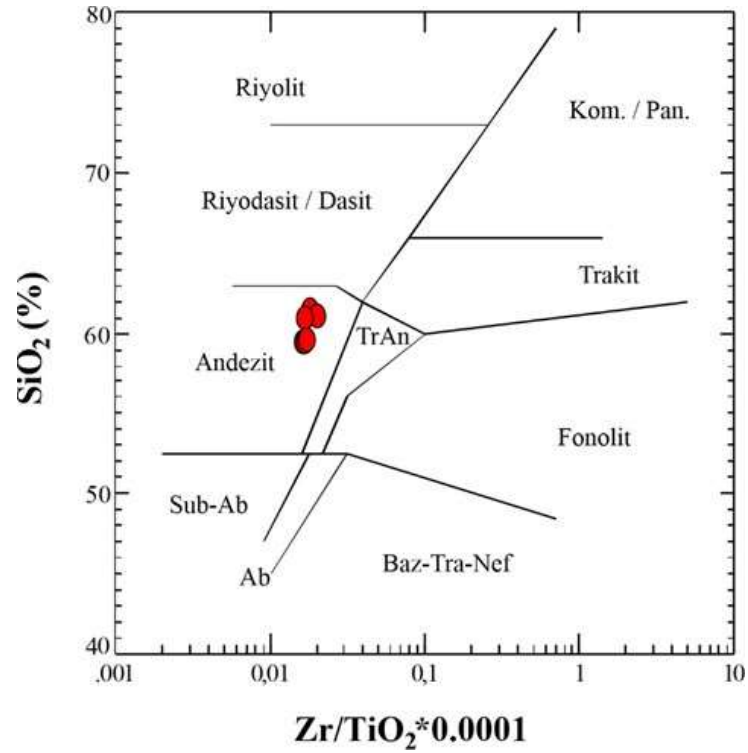
**Şekil 5.1:** Bağburun volkanik kayalarının SiO<sub>2</sub>'ye karşı Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O (TAS) diyagramı (Le Maitre vd. 1989). Alkali-Subalkali eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'e göre.



**Şekil 5.2:** Bağburun Volkaniti'nin SiO<sub>2</sub> (%)'ye karşı K<sub>2</sub>O (%) diyagramı (Le Maitre vd. 2002).

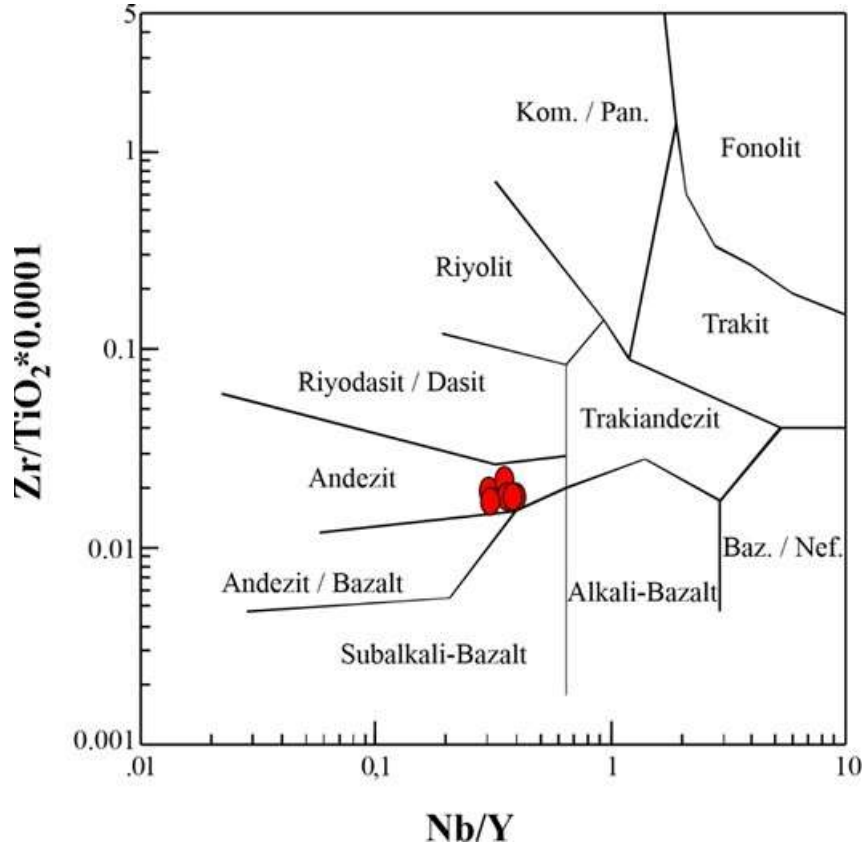


Şekil 5.3: Bağburun Volkaniti'nin AFM ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_{3(t)}$ ,  $\text{MgO}$ ) diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).



Şekil 5.4: Bağburun volkanik kayaların  $\text{Zr}/\text{TiO}_2 \cdot 0.0001$ 'e karşı  $\text{SiO}_2$  (%) (Winchester ve Floyd, 1977) diyagramı.





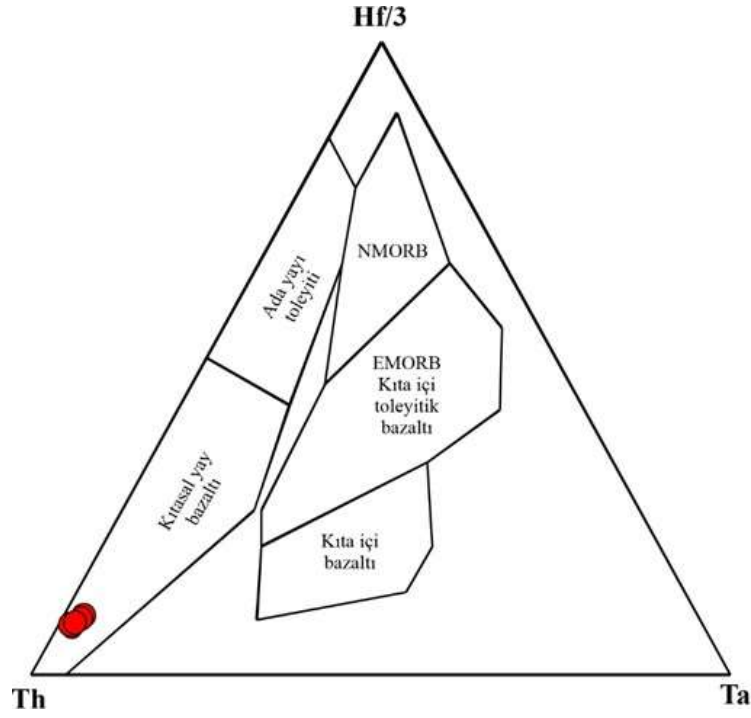
**Şekil 5.5:** Bağburun volkanik kayaçlarının Nb/Yb'ye karşı  $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$  (Winchester ve Floyd, 1976) diyagramı.

Kayaçların ultrabazik ortamlarının belirlenmesinde kullanılan Th–Hf/3–Ta diyagramına (Wood, 1980) yerleştirildiğinde örneklerin tümünün kıtasal yay bazaltı bölgesine düştüğü görülmektedir ve bu sonuç; Ercan (1979)'un tespit ettiği Bağburun Volkaniti'nin kıtasal yay bazaltı volkanizması ürünü olduğu savıyla örtüşmektedir (Şekil 5.6 ve Şekil 5.7).

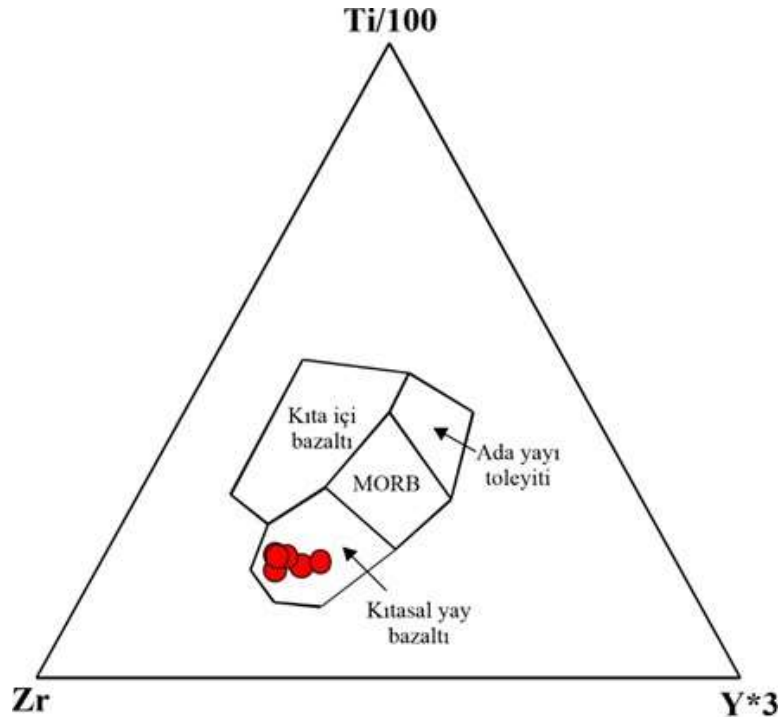
Bağburun volkanik kayaçlarının Okyanus Adası Bazaltı (OIB)'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları Şekil 5.8'de verilmiştir. Buna göre örneklerde Sr, Rb, Ba ve Th içeriklerinde zenginleşme gözlenirken, Nb, Ta, Ce, Zr ve Y içeriklerinde fakirleşme olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuç, kayaçların E-Tipi ve N-Tipi Okyanus Ortası Sırt Bazaltı (OOSB)'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımlarında da görülmekte olup, bu diyagramda farklı olarak Ce ve Zr zenginleşmeleri dikkat çekmektedir (Şekil 5.9 ve Şekil 5.10).

Bağburun Volkaniti'nin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları Şekil 5.11'de verilmiştir. Buna göre, kayaçlarda negatif Eu anomalisi tipiktir. Bu durum Bağburun Volkaniti'ni oluşturan magmanın önce plajiyoklaz kristallerinden ayrılıp daha

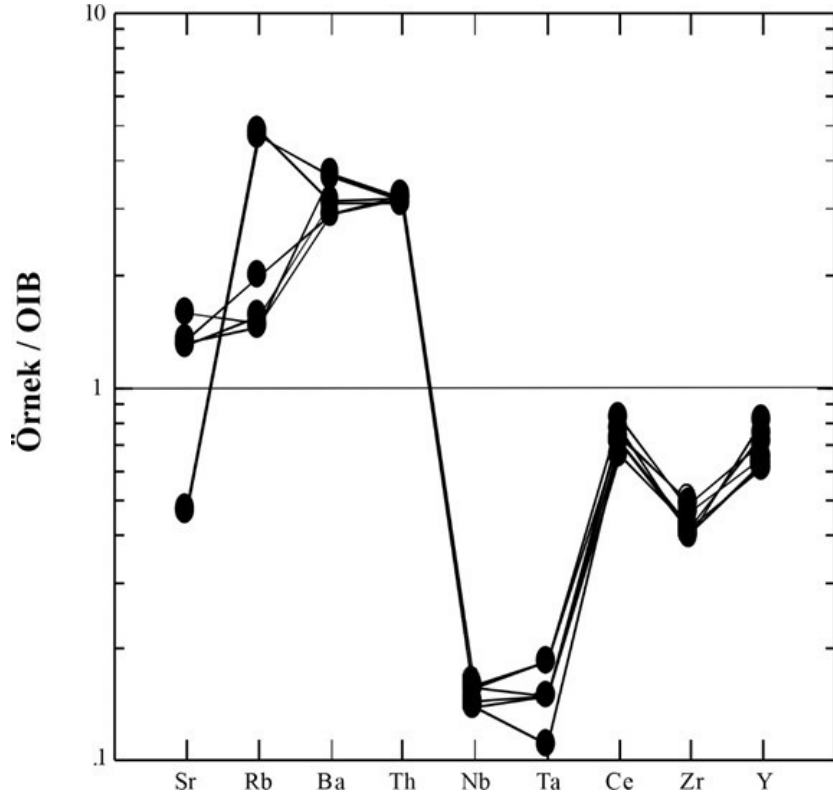
sonra katılaştırmanın bir sonucudur. Çünkü Eu, magma odasında bırakılan plajiyoklazda saklıdır.



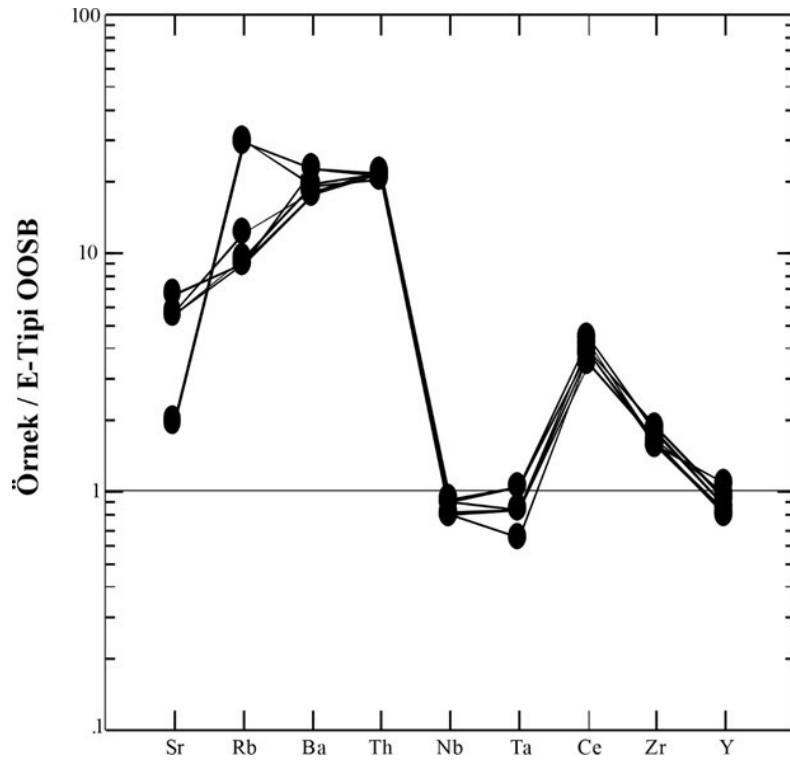
Şekil 5.6: Bağburun Volkaniti'ne ait Hf/3-Th-Ta (Wood, 1980) tektonik ortam ayırtman diyagramı.



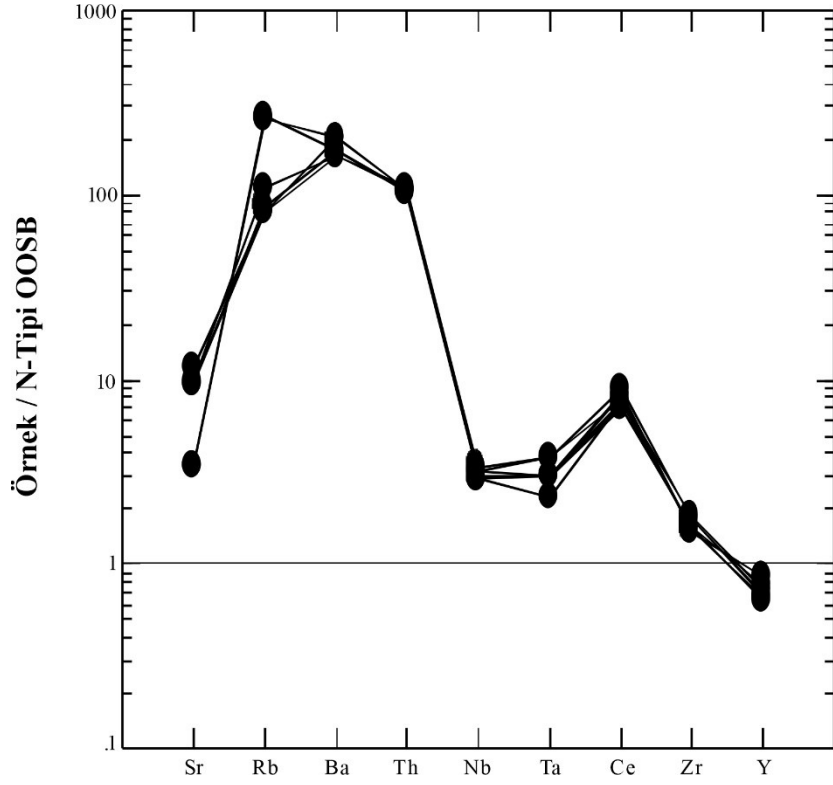
Şekil 5.7: Bağburun Volkaniti'ne ait Ti/100-Zr-Y\*3 (Pearce ve Cann, 1973) tektonik ortam ayırtman diyagramı.



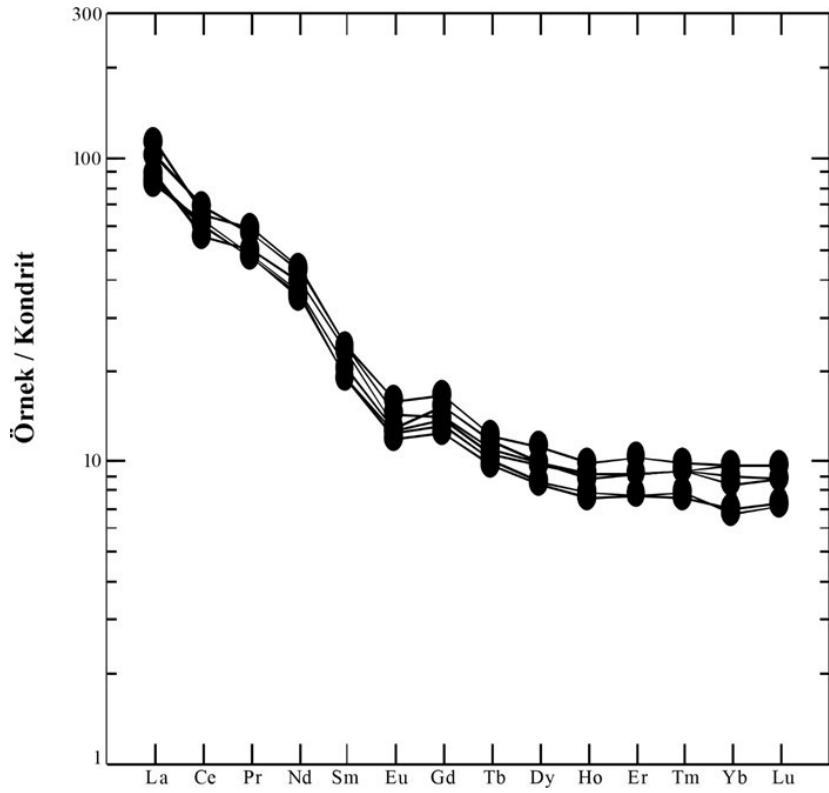
Şekil 5.8: Bağburun Volkaniti'nin OIB'ye göre normalize edilmiş eser element dağılım diyagramı (Normalize değerler Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).



Şekil 5.9: Bağburun Volkaniti'nin E-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş eser element dağılım diyagramı (Normalize değerler Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).



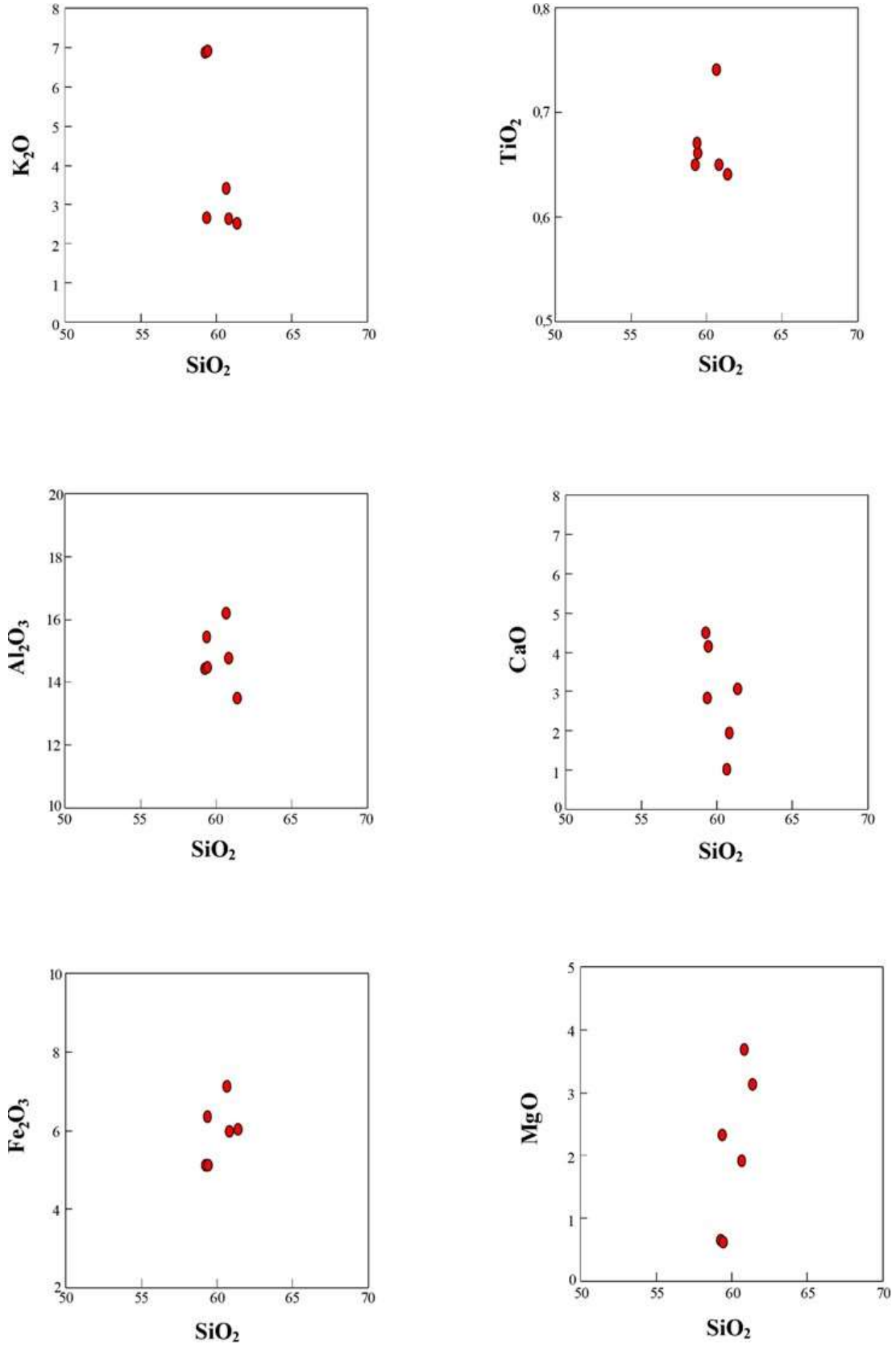
**Şekil 5.10:** Bağburun Volkaniti'nin N-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş eser element dağılım diyagramı (Normalize değerler Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).



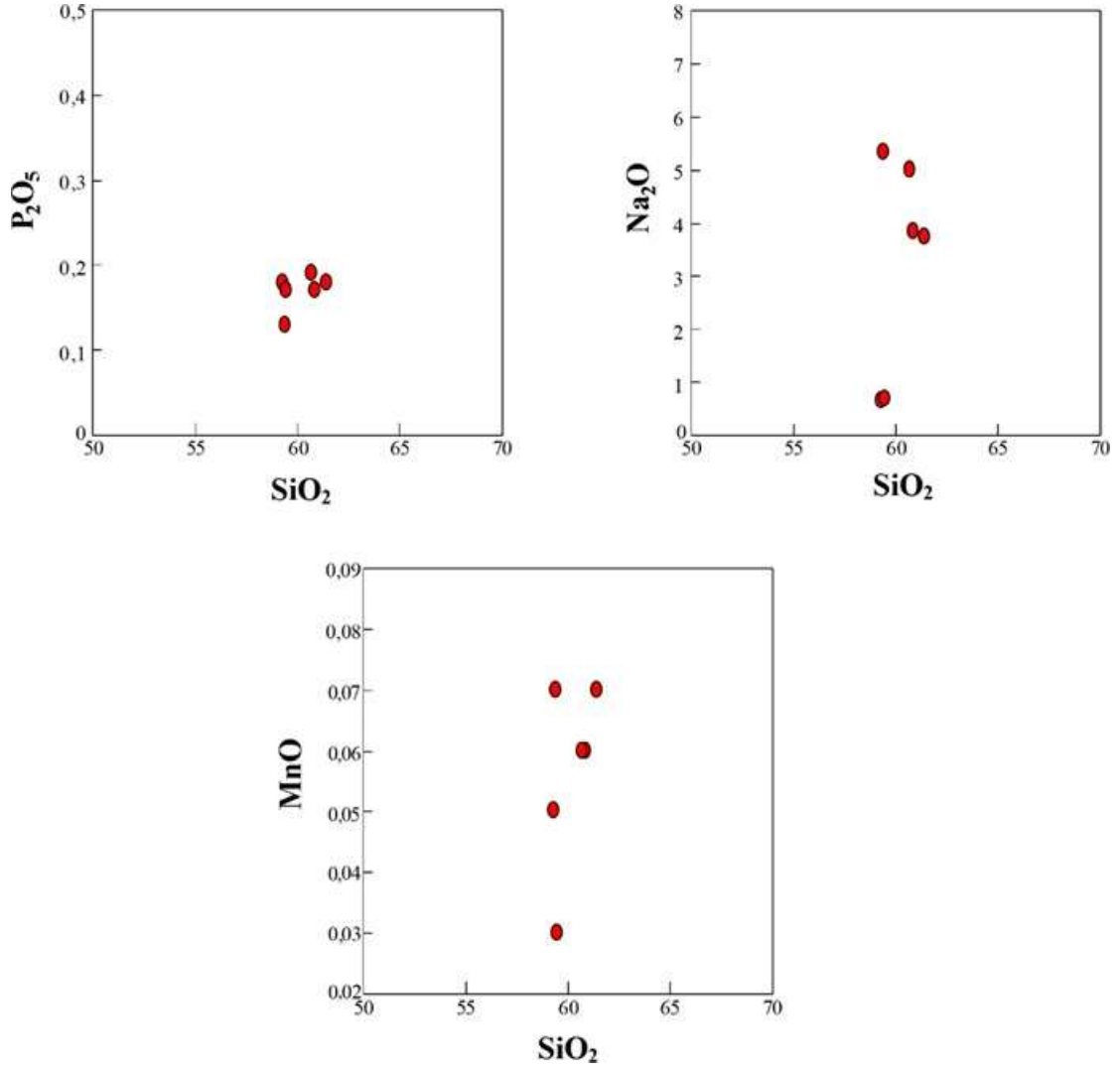
**Şekil 5.11:** Bağburun Volkaniti'nin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (Normalize değerleri Taylor ve McLennan, 1985'den alınmıştır).



SiO<sub>2</sub> (%)'ye karşı ana oksit (%) değişimlerini gösteren Harker diyagramları Şekil 5.12'deki gibidir.

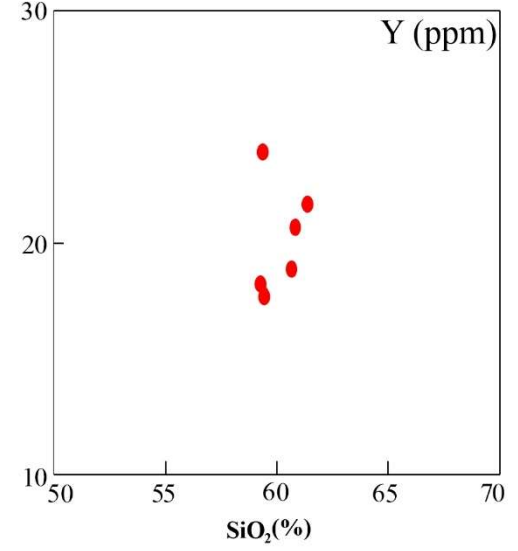
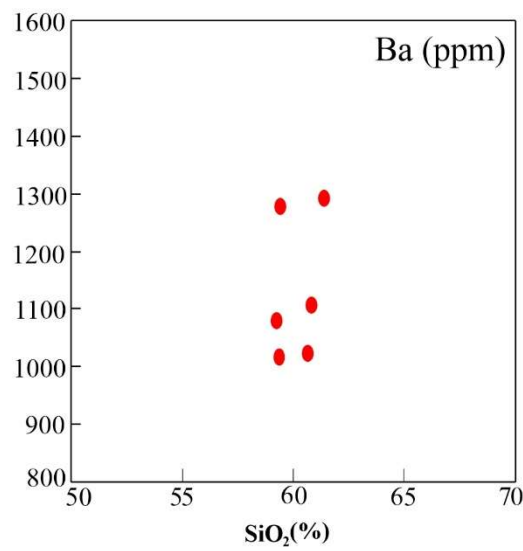
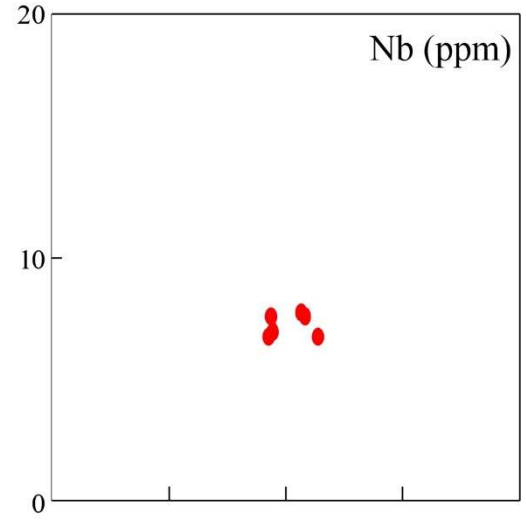
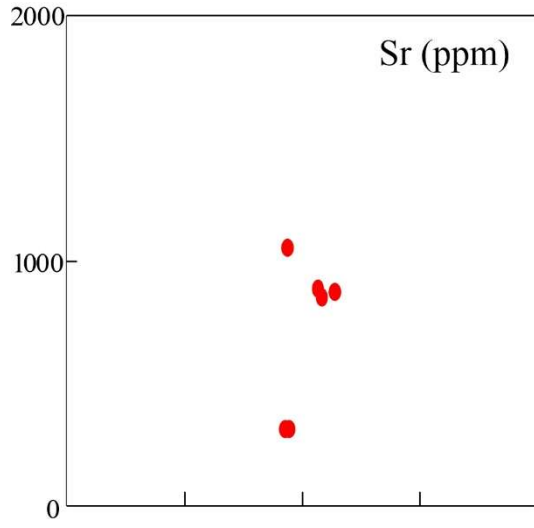
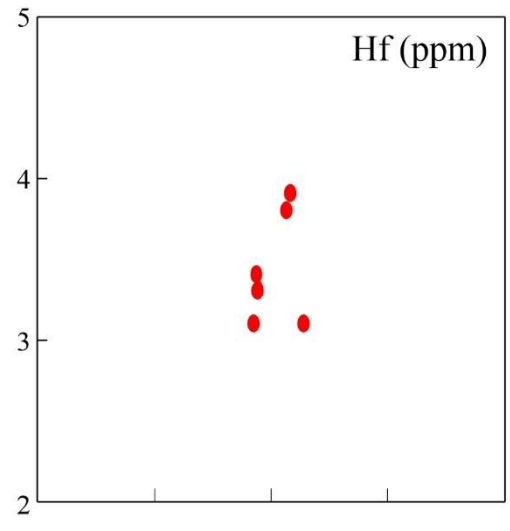
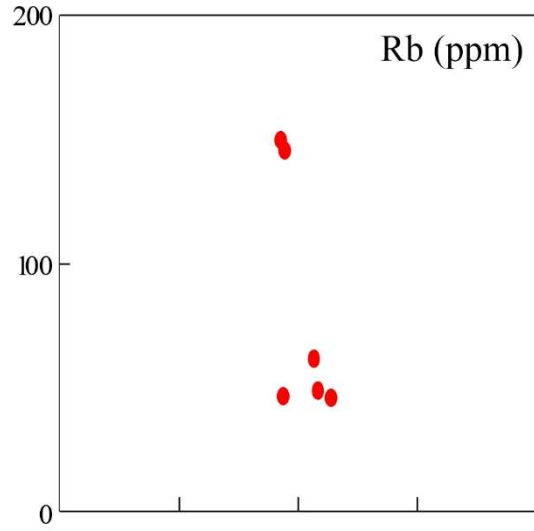


Şekil 5.12: Bağburun Volkaniti'nin SiO<sub>2</sub> (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramları.

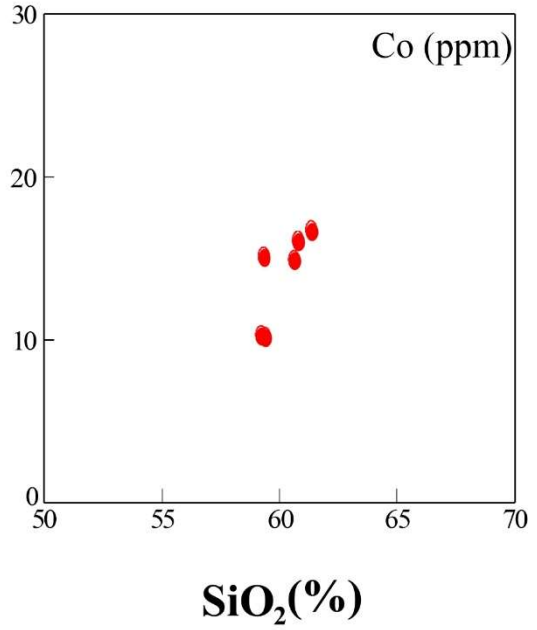
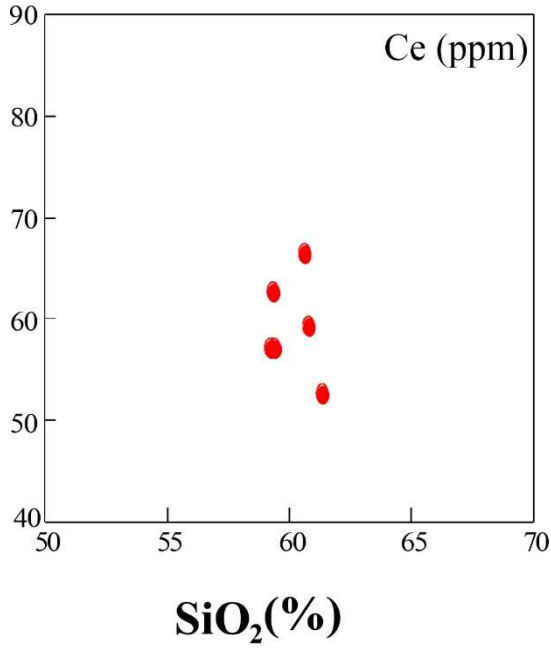
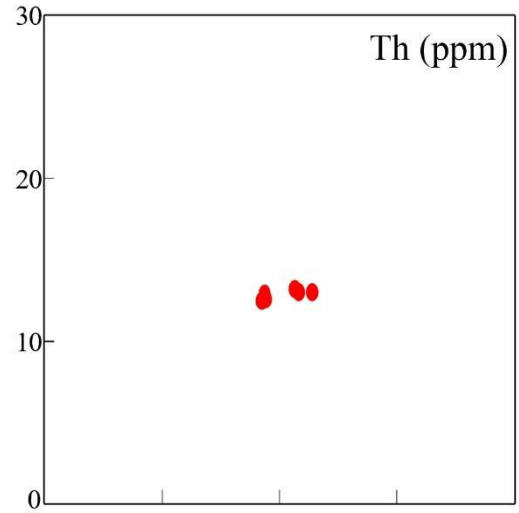
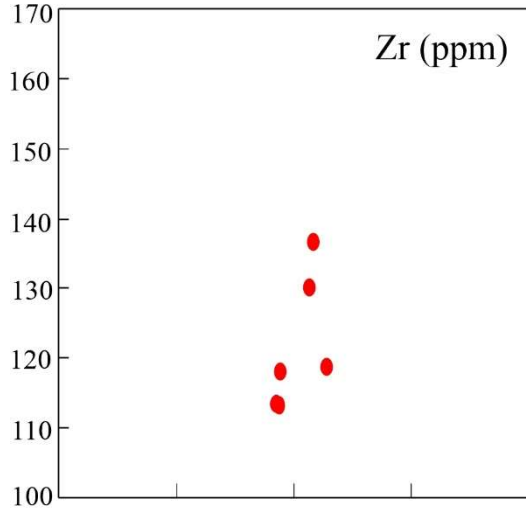


Şekil 5.12: (devam)

Kayaçların muhteviyatında kütlece %0.1 değerinden daha az miktarda olan elementler iz elementler olarak tanımlanmışlardır. İz elementler SiO<sub>2</sub> kristalleşme sürecinin açıklanmasında önemli bir role sahiplerdir. SiO<sub>2</sub>'ye karşı iz elementlerin değişimleri kristalleşme sürecinde hangi etkenlerin rol oynadığını veya hangi faktörlerin etkili olduğunun belirlenmesi açısından önemlidir. Magmanın yüzeye çıkarken yaşadığı sürece bağlı olarak (kabuk kirlenmesi vb.) bazı iz elementler zenginleşir. Kayaç içerisinde bol miktarda bulunan (zenginleşen) iz elementlerden bazıları ana oksitlerin yerini alabilir (Şekil 5.13).



**Şekil 5.13:** Bağburun Volkaniti'nin SiO<sub>2</sub> (%)'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları.



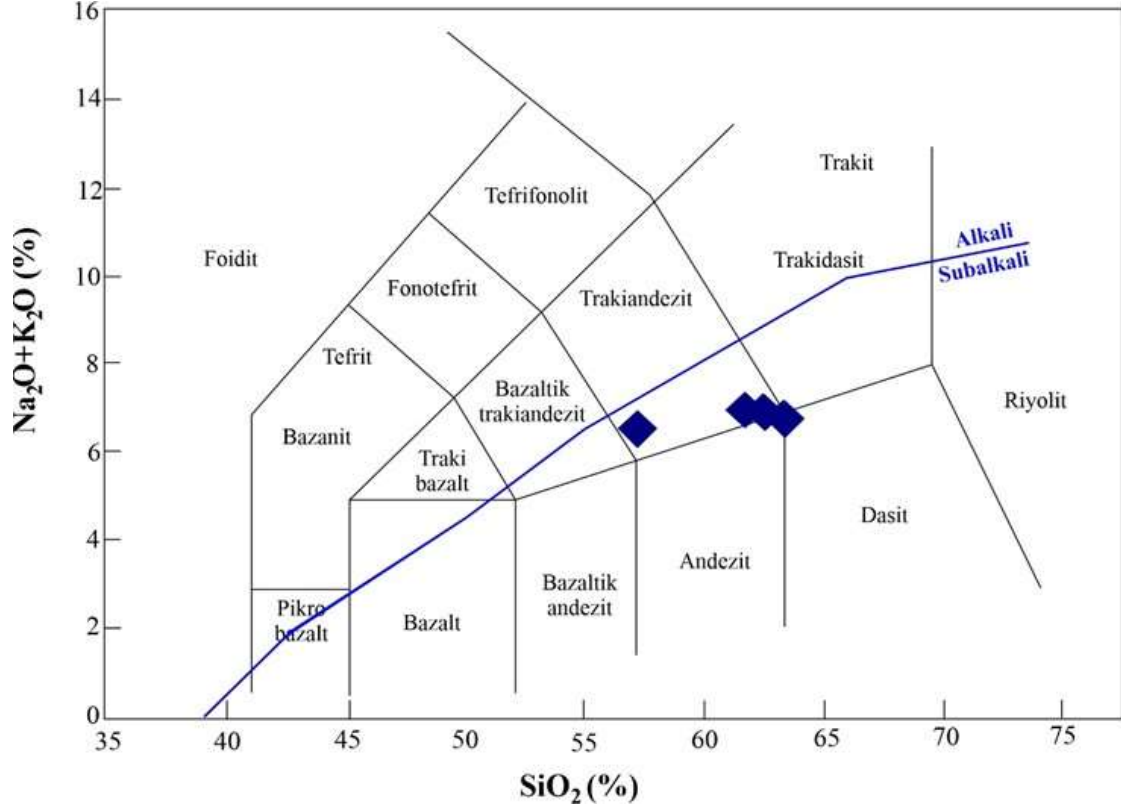
Şekil 5.13: (devam).

## 5.2 Yürekli Volkaniti'nin Jeokimyası

Kimyasal analiz sonuçlarına göre; %SiO<sub>2</sub> içerikleri %63.43-57.18, %Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri %16.18-14.55, %Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri %7.68-4.15, %MgO içerikleri %2.38-1.09, %CaO içerikleri % 5.98-3.59, %Na<sub>2</sub>O içerikleri % 3.33-2.91 ve %K<sub>2</sub>O içerikleri % 4.05-3.40 değerleri arasında değişkenlik göstermektedir. Diğer ana oksitler TiO<sub>2</sub>, MnO ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeriklerinde ise dikkat çekici bir değişim gözlenmemektedir.

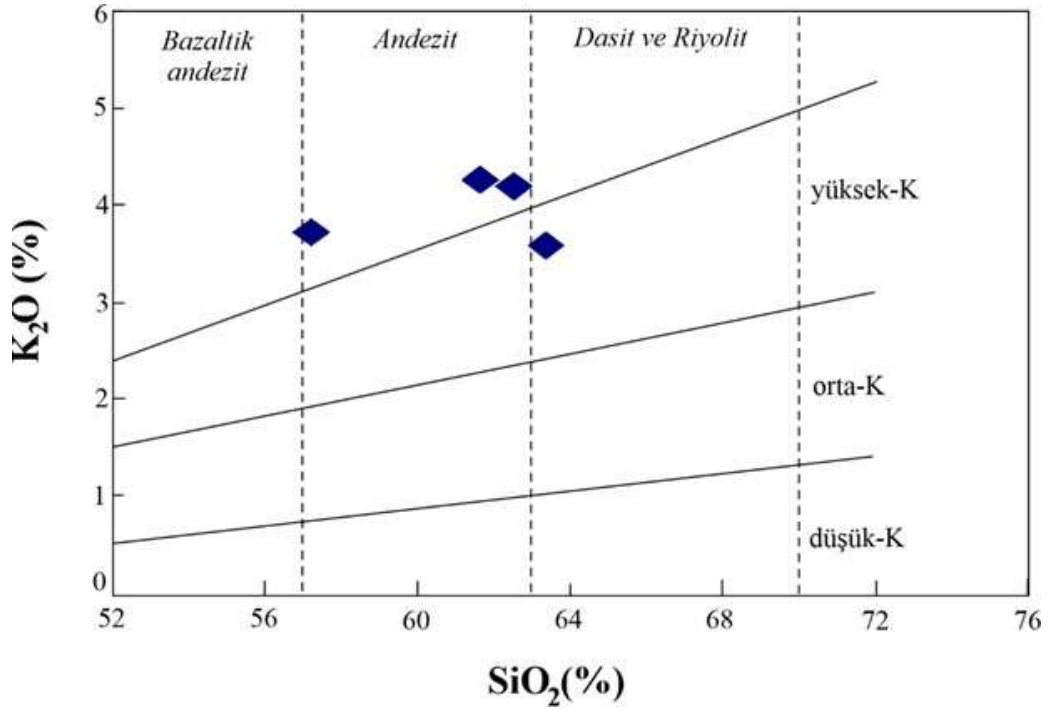


Örnekler Le Maitre vd. (2002)'nin  $\text{SiO}_2$  (%)'ye karşılık  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  (%) diyagramına yerleştirildiğinde; 1 örneğin trakiandezite, 1 örneğin trakiandezit ile andezit sınırına düştüğü, diğer 2 örneğin ise trakidasit-dasit-andezit sınırınının tam üstünde yer aldığı görülmektedir. Irvine ve Baragar, (1971)'in alkali/subalkali eğrisi ölçüt alındığında, tüm örneklerin subalkali olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.14).



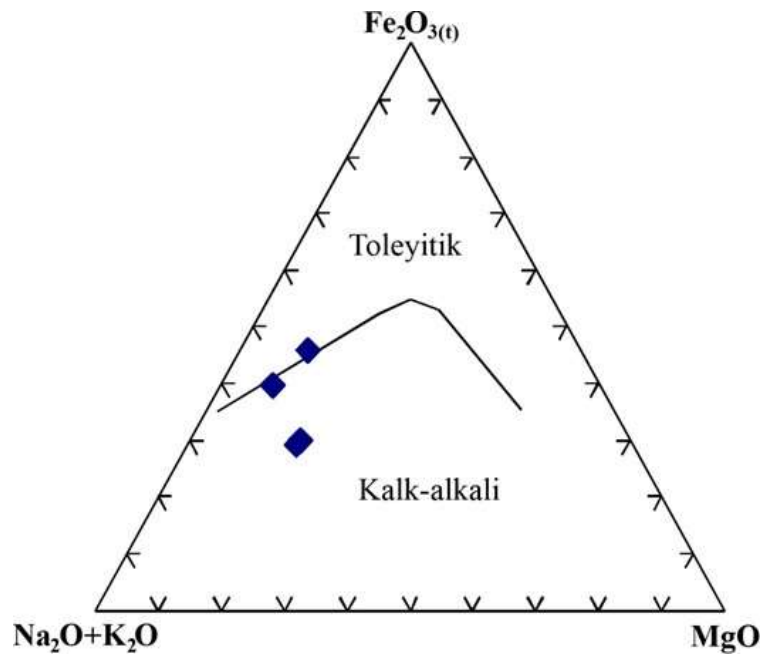
**Şekil 5.14:** Yürekli volkanik kayaların  $\text{SiO}_2$  (%)'ye karşı  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  (%), (TAS) diyagramı (Le Maitre vd. 1989). Alkali-Subalkali eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'e göredir.

Yürekli Volkaniti'nin potasyum (K) içeriğinin belirlenmesi için, değerler  $\text{SiO}_2$  (%)'ye karşılık  $\text{K}_2\text{O}$  (%) (Le Maitre vd. 2002) diyagramına yerleştirildiğinde örneklerin genelinin yüksek potasyum içerdikleri tespit edilmiştir (Şekil 5.15).



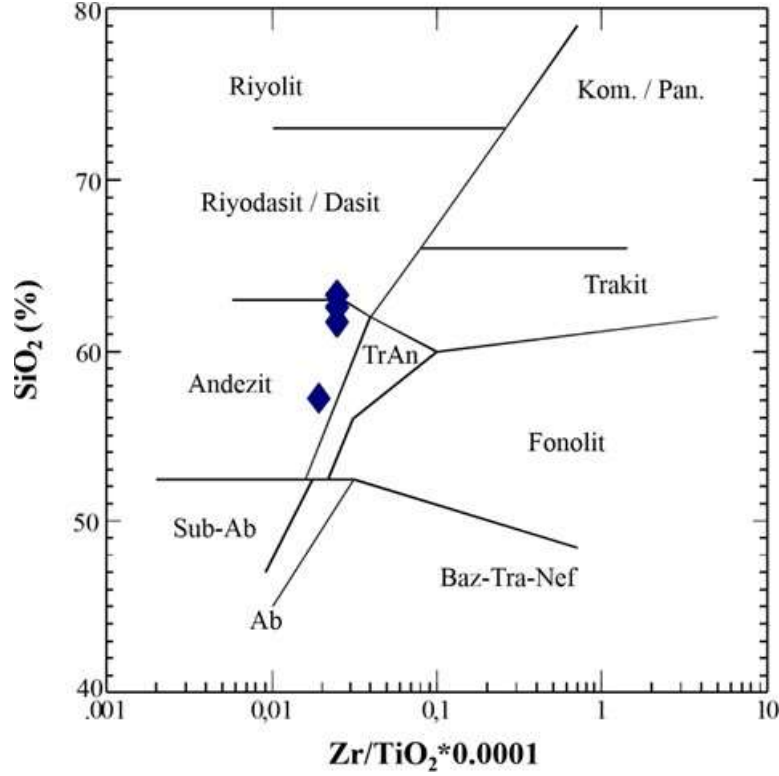
Şekil 5.15: Yürekli Volkaniti'nin SiO<sub>2</sub> (%) - K<sub>2</sub>O (%) diyagramı (Le Maitre vd. 2002).

Kayaçların sınıflandırılmasında Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O-Fe<sub>2</sub>O<sub>3(t)</sub>-MgO değerleri Irvine ve Baragar (1971), diyagramına yerleştirildiğinde 2 örneğin kalkalkali bölgesine, 2 örneğin ise kalkalkali-toleyitik sınırına düştüğü gözlenmektedir (Şekil 5.16).



Şekil 5.16: Yürekli Volkaniti'nin AFM (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3(t)</sub>, MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).

Zr/TiO<sub>2</sub>\*0.0001'e karşı SiO<sub>2</sub> (%) (Winchester ve Floyd, 1977) diyagramında örneklerin 3 tanesinin andezit bölgesine düştüğü görülmektedir. Bunun yanı sıra diğer 1 örneğin ise andezit-riyodasit/dasit sınırına düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 5.17).

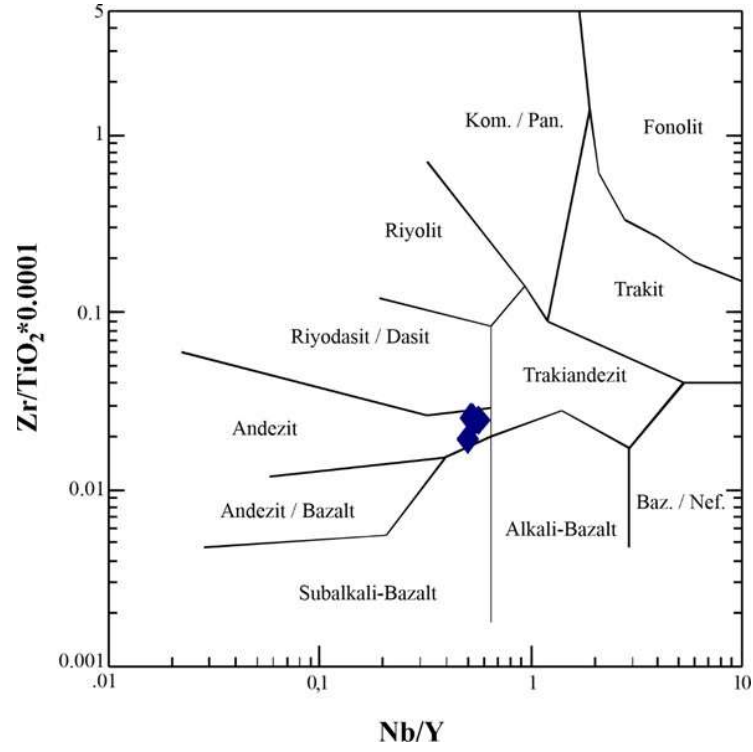


Şekil 5.17: Yürekli volkanik kayaların Zr/TiO<sub>2</sub>\*0.0001'e karşı SiO<sub>2</sub> (%) (Winchester ve Floyd, 1977) diyagramı.

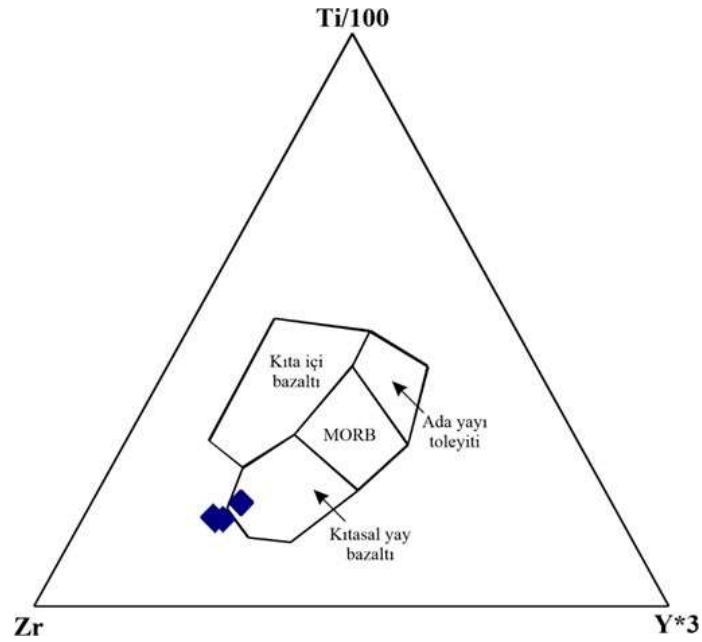
Kimyasal analiz sonuçları Nb/Y'ye karşı Zr/TiO<sub>2</sub>\*0.0001 (Winchester ve Floyd, 1976) ikili diyagramına yerleştirildiğinde, kayaların andezite yakın olmakla beraber bunun yanı sıra dasite yakın oldukları da görülmektedir (Şekil 5.18).

Yürekli Volkaniti kayaları, ultrabazik ortamlarının belirlenmesinde kullanılan Th-Hf/3-Ta diyagramına yerleştirildiğinde, örneklerin tümünün Bağburun Volkaniti'nde olduğu gibi kıtasal yay bazaltı bölgesine düştüğü gözlenmektedir (Şekil 5.19 ve Şekil 5.20).

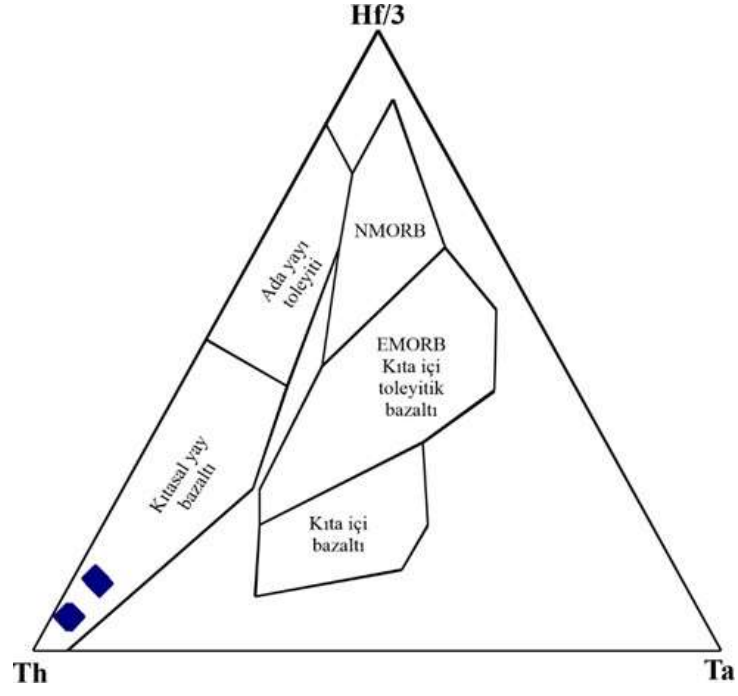
Yürekli volkanik kayalarının Okyanus Adası Bazaltı (OIB)'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları Şekil 5.21'de verilmiştir. Buna göre, Sr, Nb, Ba ve Th elementleri zenginleşme gösterirken; Nb, Ta, Ce, Zr ve Y elementleri ise fakirleşmiştir. Bu sonuç aynı zamanda Bağburun Volkaniti kayalarıyla da uyumludur.



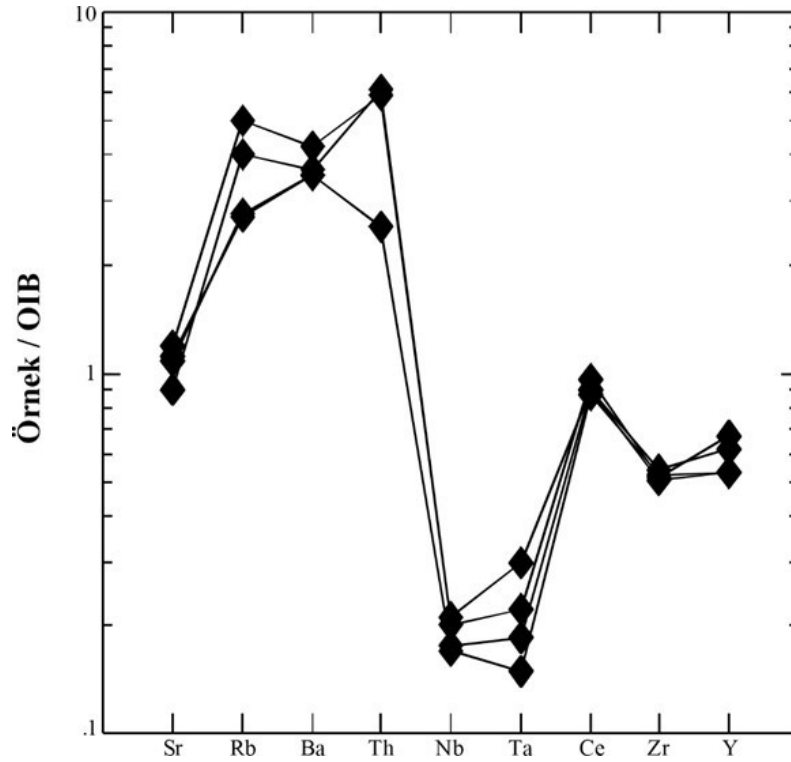
**Şekil 5.18:** Yürekli volkanik kayaların Nb/Yb'ye karşı Zr/TiO<sub>2</sub>\*0.0001 (Winchester ve Floyd, 1976) diyagramı.



**Şekil 5.19:** Yürekli Volkaniti'ne ait Ti/100-Zr-Y\*3 (Pearce ve Cann, 1973) tektonik ortam ayırtman diyagramı.



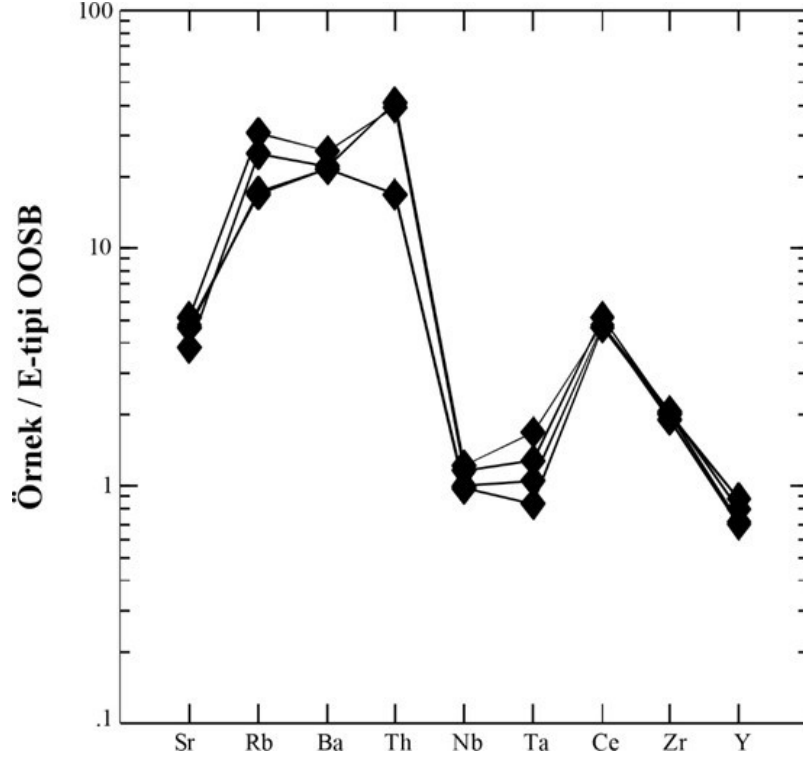
Şekil 5.20: Yürekli Volkaniti'ne ait Hf/3-Th-Ta (Wood, 1980) tektonik ortam ayırtman diyagramı.



Şekil 5.21: Yürekli volkanik kayaların OIB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).



Benzer sonuç, kayaçların E-Tipi Okyanus Ortası Sırt Bazaltı (OOSB)'ye göre göre normalize edilmiş iz element dağılımlarında da görülmekte olup, bu diyagramda farklı olarak Ta, Ce ve Zr zenginleşmeleri dikkat çekmektedir (Şekil 5.22).

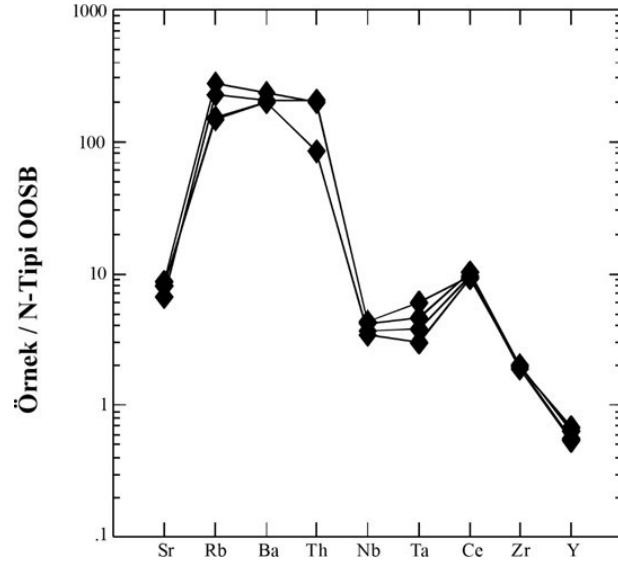


**Şekil 5.22:** Yürekli volkanik kayaçlarının E-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).

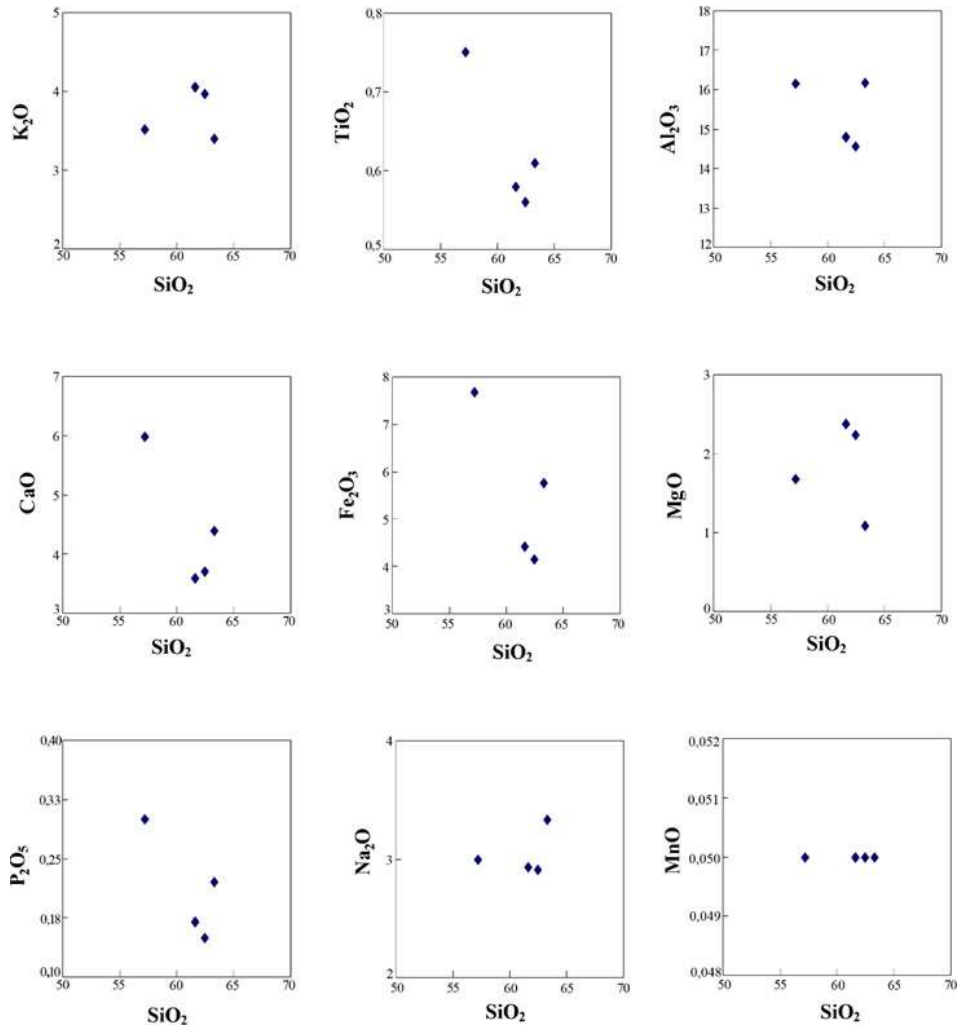
Kayaçların N-Tipi Okyanus Ortası Sırt Bazaltı (OOSB)'ye göre göre normalize edilmiş iz element dağılımlarında E-Tipindekiyle hemen hemen aynı desenin oluştuğu görülmektedir (Şekil 5.23).

Yürekli volkanik kayaçlarının ana oksitlerinin  $\text{SiO}_2$  (%) içeriğine göre değerlerinin Harker, (1909) diyagramlarındaki ilişkileri incelendiğinde, artan  $\text{SiO}_2$  oranıyla birlikte  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oranının arttığı; buna karşın  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  ve  $\text{P}_2\text{O}_5$  oranında azalma olduğu;  $\text{MnO}$  örneklerinde ise sabit değerde seyir ettiği görülmektedir (Şekil 5.24).

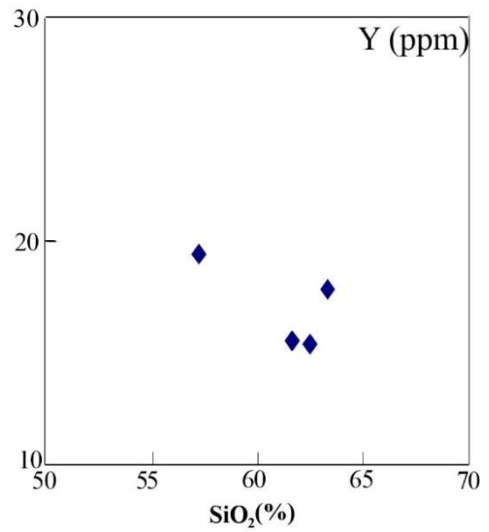
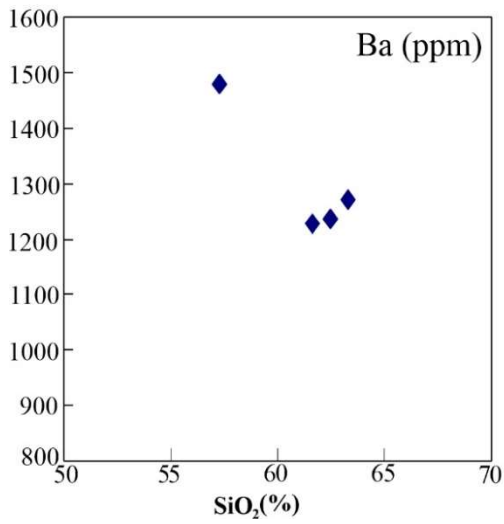
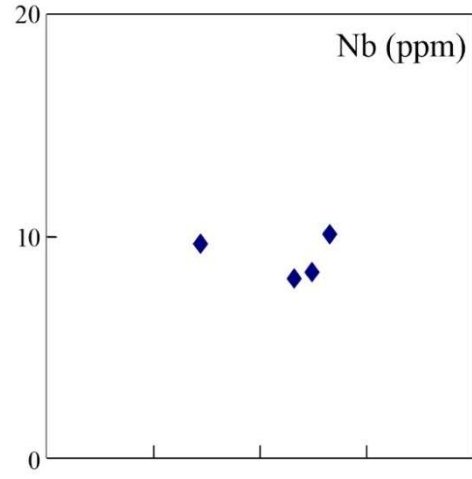
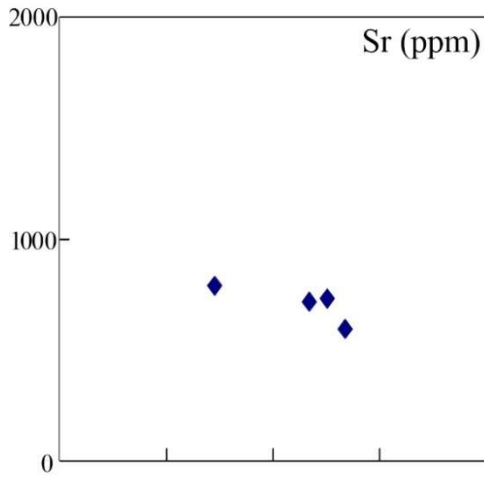
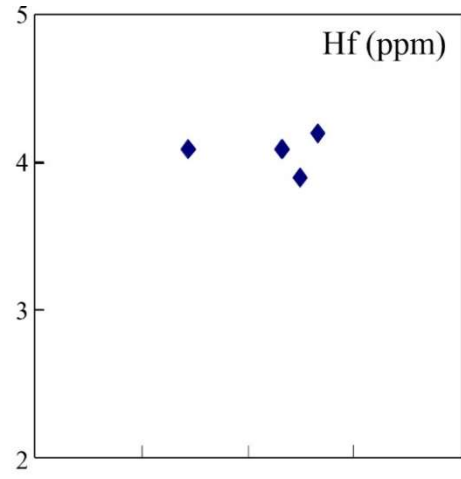
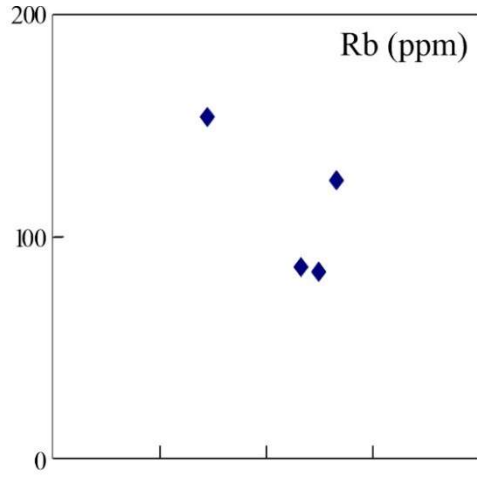
Yürekli Volkaniti'nin  $\text{SiO}_2$  (%)'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları ise Şekil 5.25'de verilmiştir.



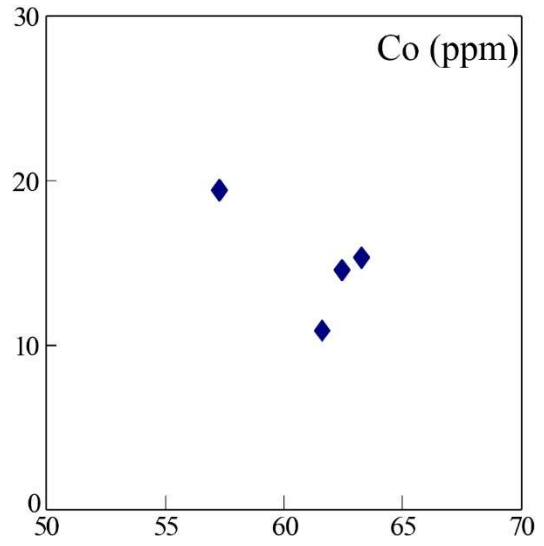
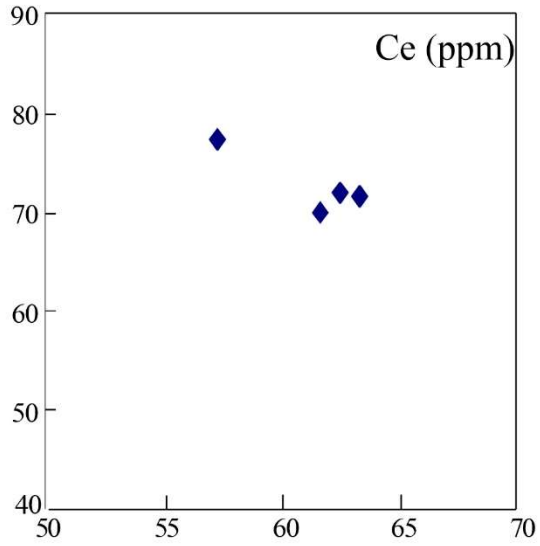
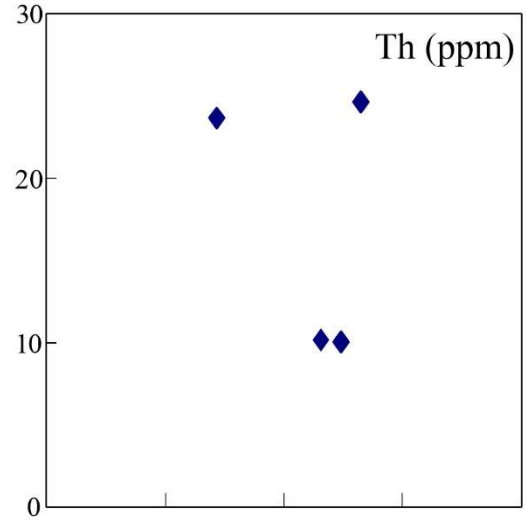
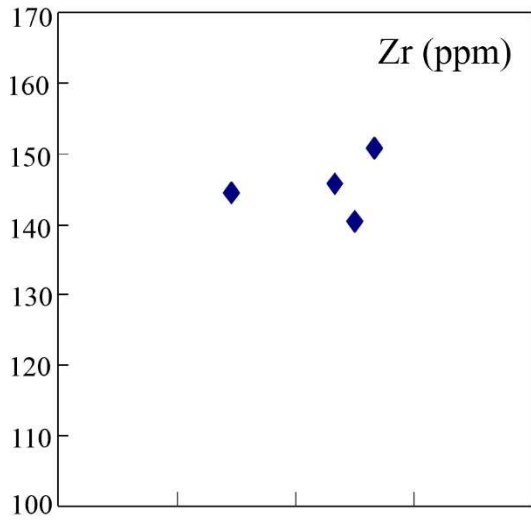
Şekil 5.23: Yürekli volkanik kayaçlarının N-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).



Şekil 5.24: Yürekli Volkaniti'nin SiO<sub>2</sub> (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramları.



**Şekil 5.25:** Yürekli Volkaniti'nin SiO<sub>2</sub> (%)'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları.

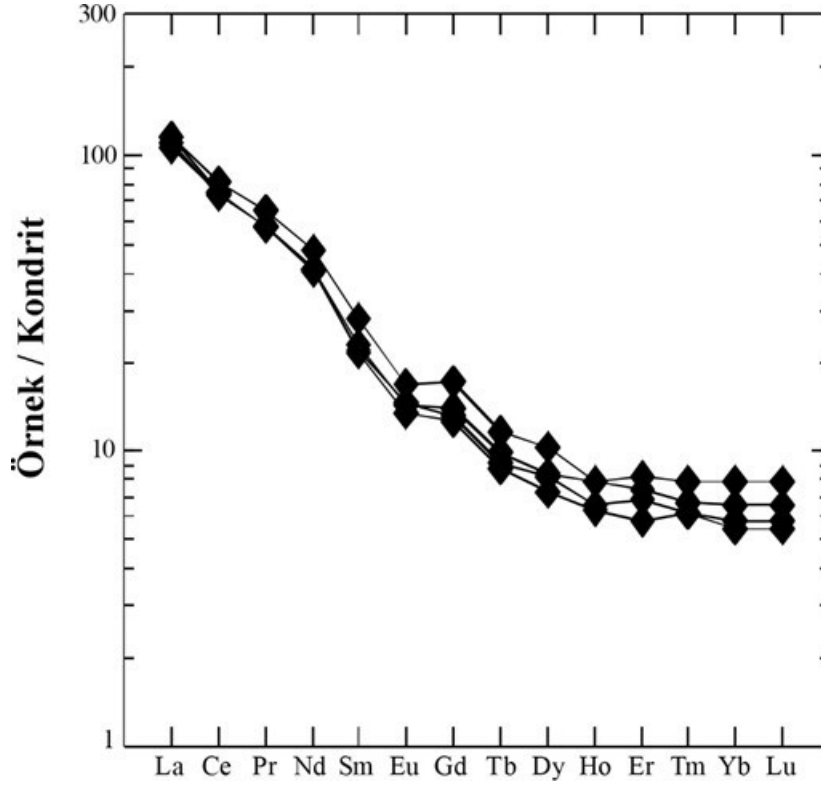


**SiO<sub>2</sub>(%)**

**SiO<sub>2</sub>(%)**

**Şekil 5.25:** (devam).

Yürekli Volkaniti'nin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları ise Şekil 5.26'da verilmiştir. Buna göre, kayalarda Bağburun Volkaniti kayalarında olduğu gibi negatif Eu anomalisi tipiktir.



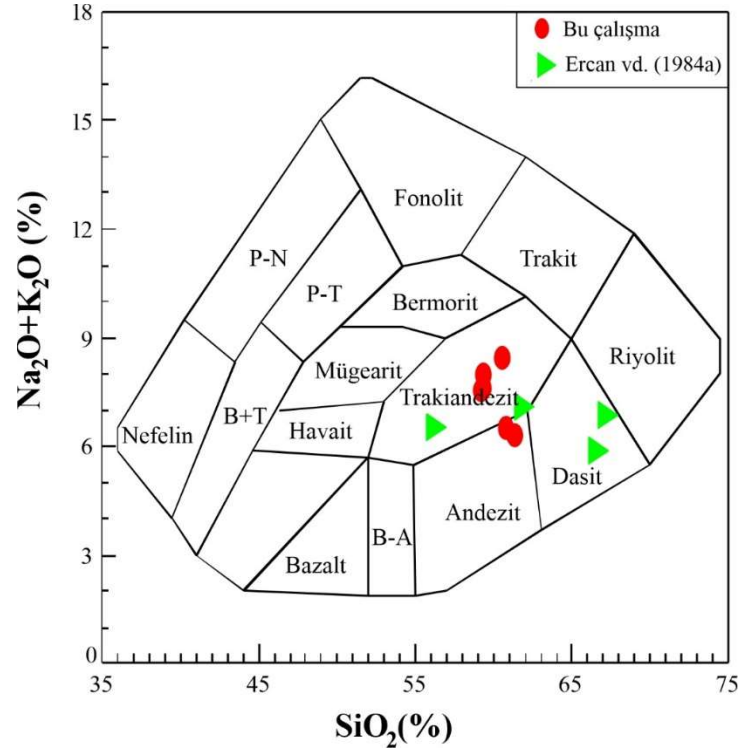
**Şekil 5.26:** Yürekli Volkaniti'nin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (Normalize değerleri Taylor ve McLennan, 1985'den alınmıştır).

### 5.3 Bağburun Volkaniti'nin Kimyasal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırmalı Analizi

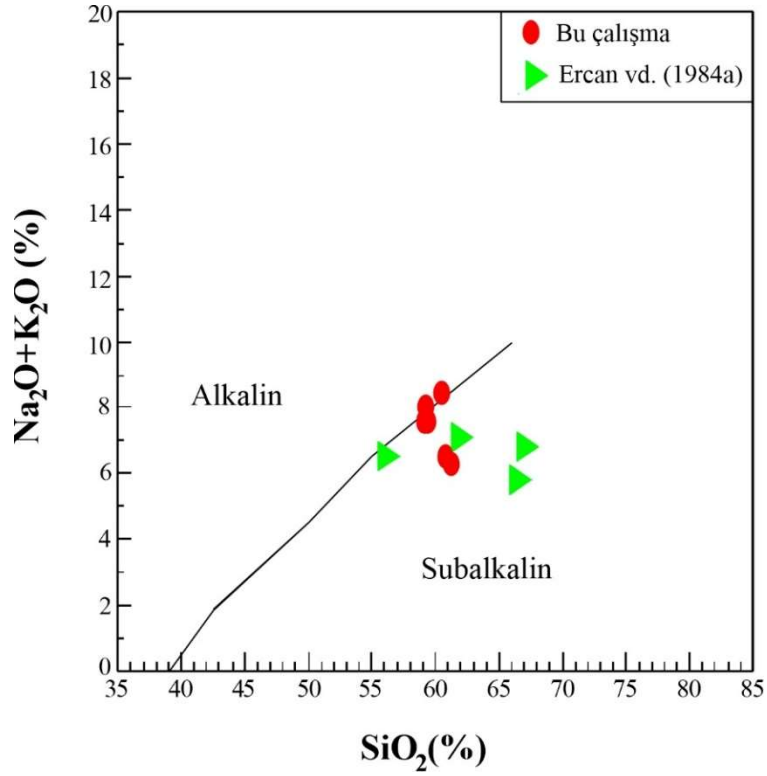
Ercan vd. (1984a) sonuçları ile inceleme alanının kimyasal analizleri  $\text{SiO}_2$  (%)'ye karşı  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  (%) (Cox vd. 1979) diyagramına konulduğunda her ikisinin kayaçları andezit olduğu görülmektedir (Şekil 5.27).

Magmatik kayaçlar genel olarak üç seri altında incelenirler. Bu üç seri subalkalen, alkalen ve peralkalen olarak adlandırılır. Magmanın içerdiği element oranı (miktarı) magmatik serinin tespitinde önemlidir. Element konsantrasyonlarından elde edilen veriler magmanın çıkış süreciyle ilgili doğru yorumlarda bulunmamızı sağlar. Kayaçlardaki  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  toplam alkali miktarının,  $\text{SiO}_2$  miktarına karşı değeri kayacın hangi seriye ait olduğuna dair önemli bir göstergedir (Irvine ve Baragar, 1971). Bu durumda kayaçlarımızın toplam alkali-silis değerlerinin, Ercan vd. (1984a) elde ettikleri kimyasal analiz sonuçlarıyla beraber grafiğe aktarıldığında her iki çalışmanın sonuçlarının birbirleriyle uyduğuna ve subalkalen karakterli oldukları görülmektedir (Şekil 5.28).



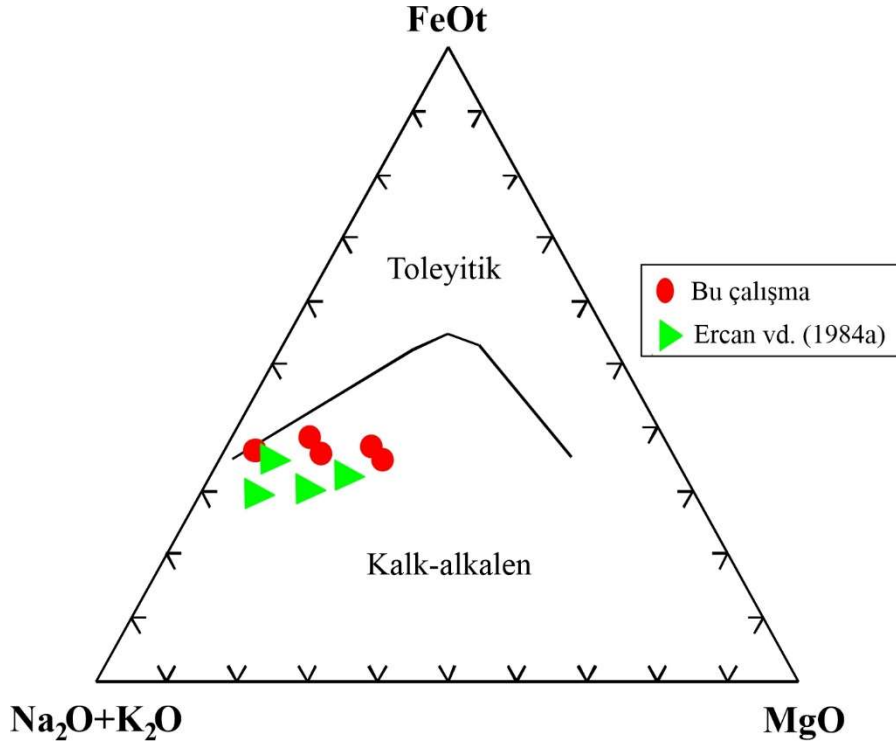


Şekil 5.27: Bu çalışma ile Ercan vd. (1984a) kayaların SiO<sub>2</sub> (%)'ye karşı Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O (%) (Cox vd. 1979) diyagramı.



Şekil 5.28: Kimyasal analiz değerlerinin, Ercan vd. (1984a)'nın değerleriyle beraber SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O diyagramındaki dağılımı (Irvine ve Baragar, 1971).

Magma ayrılaşmaya başladığında demirin toplam miktarı ( $Fe_2O_{3(t)}$ ) magmanın toleyitik mi yoksa kalkalkalin magmaya mı doğru farklılaştığının belirlemede önemli bir rol oynar. Irvine ve Baragar (1971), toplam alkali- $(Fe_2O_{3(t)})$ -MgO oranlarının ilişkisini gösteren AFM üçgen diyagramı bu durumun belirlenmesinde kullanılabilir en önemli diyagramlardandır.  $Na_2O+K_2O$  toplam alkali miktarının, toplam  $SiO_2$  oranının ilişkisini gösteren diyagrama göre subalkalen özellik gösteren örneklerimizin AFM üçgeni diyagramına yerleştirildiğinde, örneklerin tamamının kalkalkali karakterde olduğu belirlenmiştir. Ercan vd. (1984a) yaptığı çalışmada elde ettikleri verileri ile birlikte değerlendirildiğinde her iki analiz sonuçlarının aynı karakter özellikleri gösterdikleri tespit edilmiştir (Şekil 5.29).



Şekil 5.29: Örneklerin AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışmada Batı Anadolu'da Sarıalan Mahallesi (Altıeylül, Balıkesir) ve yakın çevresinde mostra veren Üst Oligosen yaşlı Bağburun ve Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Yürekli volkanitlerinin petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Yapılan incelemelere göre özetle aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Çalışma alanının 1/25.000'lik jeoloji haritasına göre 3 ana birim yüzlek vermektedir. Bunlar sırasıyla Bağburun Volkaniti, Hallaçlar Volkaniti ve Yürekli Volkanitidir.

Petrografik incelemelere göre; Bağburun Volkaniti kayalarının mineralojik bileşiminin plajiyoklaz + amfibol (hornblend) + biyotit + alkali feldispat + piroksen (ojit) + kuvars + opak mineral olduğu tespit edilmiştir. Tali mineral olarak manyetit ve pirit içermektedirler. Yürekli Volkaniti kayalarının mineralojik bileşimi ise plajiyoklaz + amfibol (hornblend) + sanidin + biyotit + piroksen (ojit) + kuvars + opak mineral olarak tespit edilmiştir.

Petrografik incelemelerde kayaların genellikle yarı kristalli porfirik dokulu oldukları, bazı kesitlerde ise hyaloporfirik doku gösterdikleri dikkat çekmiştir. Tüm kayalarda özel dokulardan plajiyoklazlarda elek dokusu tipiktir. Biyotit, amfibol ve plajiyoklazların bazılarında poiklitik doku ve glameroporfirik doku gözlenmiştir.

Örneklerin tamamında karbonatlaşma tipiktir. Karbonatlaşmayla beraber killeşme, serisitleşme ve kloritleşme gözlenmiştir. Biyotitlerde hematitleşme ile özellikle demir içerikli minerallerde opaklaşma yaygın olarak gözlenmektedir. Bu da inceleme konusu kayaların yoğun bir alterasyona maruz kaldıklarının ispatıdır.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre; Bağburun Volkaniti'ne ait kayaların litolojisi genellikle andezit veya kısmen traki-andezit bileşimindedir. Yürekli Volkaniti'nden alınan örneklerde yapılan incelemelerde ise kayaların 3 tanesinin andezit, 1 tanesinin ise dasit bileşiminde oldukları tespit edilmiştir.

Kimyasal analiz sonuçları, hem Bağburun hem de Yürekli volkanitlerinin yüksek K (potasyum) içerdiklerini ve kalk-alkalin karakterde olduklarını göstermiştir.

Bağburun ve Yürekli Volkaniti örneklerinin her ikisi de, tektonik ortam ayırtman diyagramlarında kıtasal yay bazaltı alanında görünmektedirler.

Bağburun ve Yürekli Volkaniti kayaçlarının nadir toprak element dağılım diyagramlarına bakıldığında, tümünde negatif Eu anomalisinin tipik olduğu gözlenmektedir.

Bu çalışma sayesinde, literatürde “Yürekli Dasiti” olarak isimlendirilen volkanik kayaçların “Yürekli Volkaniti” olarak adlandırılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

## 7. KAYNAKLAR

- Akyürek, B. ve Soysal, Y. (1978). Kırkağaç-Soma (Manisa), Savaştepe, Korucu, Ayvalık (Balıkesir)-Bergama (İzmir) civarının Jeolojisi. *MTA, Rapor no: 6432*.
- Altunkaynak, Ş. and Genç, Ş.C. (2008). Petrogenesis and time-progressive evolution of the Cenozoic continental volcanism in the Biga Peninsula, NW Anatolia (Turkey). *Lithos* 102, 316-340.
- Atabey, E., Ilgar, A. ve Sakıtış, A. (2004). Çanakkale Havzasının Orta Üst Miyosen Stratigrafisi Çanakkale KB Türkiye. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Dergisi* 128, 79-97.
- Benda, L., Innocenti, F., Mazzuoli, R., Radicati, F. and Stffens, P. (1974). Stratigraphic and radiometric daha of the Neogene in Northwest Turkey. *Deutsch. GeoGes*, 125, 183-193.
- Borsi S., Ferrara, G., Innocenti, F. and Mazzuoli, R. (1972). Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea. *Bulletin Volcanologique*, 36-1, 473-496.
- Cox, K.G., Bell, J.D. and Pankhurts, R.J. (1979). The interpretation of igneous rocks. *George Allen and Unwin.*, 450 pp.
- Dönmez, M., Akçay, A.E., Genç, Ş. ve Acar, Ş. (2005). Biga Yarımadasında Orta-Üst Eosen Volkanizması ve Denizel İgnimbiritler. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Dergisi Sayı: 131*, 49-62.
- Duru, M., Pehlivan, Ş., Dönmez, M., Ilgar, A., Akçay, A.E., Saydam, G.D., vd. (2007). 1:100.000 ölçekli Jeoloji Haritaları, No: 97, Balıkesir İ18 Paftası, *MTA Genel Müdürlüğü Yayını*, 53.
- Ercan, T. (1981a). Batı Anadolu Tersiyer Volkaniti ve Bodrum yarımadasındaki volkanizmanın durumu. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi* 2/3-4, 263-282.
- Ercan, T. (1979). Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 10, 117-137.
- Ercan, T., Günay, E. ve Türkecan, A. (1984a). Edremit-Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer stratigrafisi magmatik kayaların petrolojisi ve kökensel yorumu. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 27, 21-30.
- Ercan, T., Satır, M., Kreuzer, H., Türkecan, A., Günay, E., Çevikbaş, A., vd. (1985). Batı Anadolu Senozoyik Volkaniti'ne ait yeni kimyasal, izotopik ve radyometrik verilerin yorumu. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 28, 121-136.



- Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., vd. (1995). Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşanlı Adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer volkanizmasının özellikleri. *MTA Dergisi, cilt 117*, 55–86.
- Genç, Ş.C. ve Altunkaynak, Ş. (2007). Eybek graniti (Biga yarımadası, KB Anadolu) üzerine: Yeni jeokimya verileri ışığında yeni bir değerlendirme. *Yerbilimleri, 28(2)*, 75-98.
- Google, Google Maps. Erişim: 24 Nisan 2022. “<https://www.google.com/maps>”.
- Harker, A. (1909). The Natural History of Igneous Rocks. *Methuen and Co.*, London, 344 p.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. Jour. Earth. Scien.*, 8, 523-548.
- Krushensky, R.D. (1976). Neogene calc-alkalene extrusive and intrusive rocks of the Karalar-Yeşiller area, Northwest Anatolia, Turkey. *Bulletin Volcanologique, 40*, 336-360.
- Le Maitre, R.W. (2002). Igneous rocks a Classification and Glossary of Terms Recommendations of the International Union of Geological Sciences, Sub-Commission on the Systematics of Igneous Rocks, *Cambridge University Press*, 236 p.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A.J. and Keller, M.J. (1989). A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms, *Blackwell*, Oxford, 193.
- Okay, A.İ. (1989). Tectonic units and sutures in the pontides, Northern Turkey. In: Sengör AMC (ed) Tectonic evolution of the Tethyan region, *Kluwer academic publishers*, pp 109-116.
- Okay, A.İ., Monod, O. and Monié, P. (2002). Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction. *Lithos, 64*, 155-178.
- Okay, A.İ. and Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M. (Eds.), The Mediterranean Basins. Tertiary extension within the Alpine Orogen. *Geological Society, London, Special Publication, 156*, 475-515.
- Okay, A.İ., Siyako M. ve Bürkan, K.A. (1990). Biga Yarımadası'nın Jeolojisi ve Tektonik Evrimi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 83*, 121.
- Pearce, J.A. and Cann, J.R. (1973). Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters, 19*, 290-300.

- Pehlivan, Ş., Duru, M., Dönmez, M., Ilgar, A., Akçay, A.E., Erdoğan, K., vd. (2007). Türkiye Jeolojisi Haritaları No:96, Balıkesir, İ-19 Paftası. *Maden Tetkik Arama*, Ankara, 40.
- Siyako, M., Bürkan, K.A. ve Okay, A.İ. (1989). Biga ve Gelibolu Yarımadaı'nın Tersiyer Jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. *TPJD Bülteni C 1/3* Aralık 1989, 183–199.
- Sun, S. and Mc Donough, Q.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle compositions and processes, (eds: Saunders, A.D. and Norry, M.J) "Magmatism in the ocean basins", *Geological Society of London Specific Publish*, 42, 312-345.
- Şengör, A.M.C. (1987). Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of lowangle normal faulting; Examples from western Turkey. In: Continental Extensional Tectonics. (Eds. M.P. Coward, J.F. Dewey and P.L. Hancock), *Geol. Soc. Pub.*, 28, 575-589.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. (1983). Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından bir Yaklaşım. *TJK Yerbilimleri Özel Dizisi, No. 1*, İstanbul.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Taylor, S.R. and McLennan, S.M. (1985). The Continental Crust: Its Composition and Evolution. *1st ed. Oxford*, UK: Blackwell.
- Winchester, J.A. and Floyd, P.A. (1977). Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.
- Winchester, J.A. and Floyd, P.A. (1976). Geochemical magma type discrimination: application to altered and metamorphosed basic igneous rocks. *Earth and Planetary Science Letters*, 28, 459-469.
- Wood, D.A. (1980). The application of Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*, 56, 11-30.
- Yaltrak, C. ve Okay, A.İ. (2004). Edremit Körfezi Kuzeyinde Paleotetis Birimlerinin Jeolojisi. *İTÜ Dergisi*, 3 (1), 67-79.

Yılmaz. Y. (1989). An approach to the origin of young volcanic rocks of western Turkey.  
A.M.C Şengör (Ed.), *Tectonic Evolution of the Tethyan Region*, Kluwer, Dordrecht,  
pp. 159-189.

# ÖZGEÇMİŞ

## Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ferat SAVCI

Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1984 Nusaybin

e-posta : feratsvc@gmail.com

## Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Lisans	Anadolu Üniversitesi/İşletme Bölümü	2012
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği	2015
Lisans	Anadolu Üniversitesi/Felsefe Bölümü	2015
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Jeoloji Mühendisliği	2018