

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



**ŞAPÇI (İBİRLER-BALIKESİR) VOLKANİTİ'NİN  
PETROGRAFİSİ, JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DİLBER ERDEM**

**BALIKESİR, OCAK - 2015**

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



**ŞAPÇI (İBİRLER-BALIKESİR) VOLKANİTİ'NİN  
PETROGRAFİSİ, JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DİBER ERDEM**

**BALIKESİR, OCAK - 2015**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Dilber ERDEM** tarafından hazırlanan “**ŞAPÇI (İBİRLER-BALIKESİR) VOLKANİTİ’NİN PETROGRAFİSİ, JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 05.01.2015 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Doç. Dr. Zafer ASLAN

Üye  
Yrd. Doç. Dr. M. Selman AYDOĞAN

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Atilla MUTLU



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Cihan ÖZGÜR

.....

**Bu tez alışması Balıkesir Üniversitesi Proje Araştırmaları Birimi tarafından 2010/12 nolu proje ile desteklenmiştir.**

## ÖZET

**ŞAPÇI (İBİRLER-BALIKESİR) VOLKANİTİ'NİN PETROGRAFİSİ,  
JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
DİLBER ERDEM  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ZAFER ASLAN)**

**BALIKESİR, OCAK - 2015**

Çalışma alanı Türkiye'nin en önemli tektonik yapılarından biri olan Maastrichtiyen de başlayıp Erken Tersiyer de son bulan İzmir-Ankara-Erzincan suture zonu üzerinde bulunmaktadır. İnceleme alanı Balıkesir ilinin yaklaşık olarak 10 Km kadar kuzeybatısında, Ayvatlar-Karacaören (Balıkesir) civarında olup yaklaşık 80 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır.

Çalışma alanının temelini Geç Kretase yaşlı Bornova Filişi oluşturmaktadır. Bu birimi Geç Kretase yaşlı Yayla Melanjı tektonik olarak üzerlemektedir. Bu birimleri sırasıyla Oligo-Miyosen yaşlı Hallaçlar formasyonu ile Erken Miyosen yaşlı Şapçı Volkaniti uyumsuz olarak üzerlemektedir. Yöredeki en geç birimi ise Kuvaterner yaşlı Alüvyon oluşturmaktadır.

Şanlı (Balıkesir) civarında yaygın olarak gözlenen Erken Miyosen yaşlı Şapçı volkanitleri andezit, traki-andezit ve trakitten oluşmaktadır. Petrografik olarak, andezin ile beraber biyotit ve amfibol mineralleri hakim halde bulunmaktadır. Jeokimyasal açıdan, kalk-alkalen özelliğinde olup orta derecede potasyum içeriğine sahiptir. LFSE elementlerce zenginleşme göstermesi ve (La/Lu)<sub>N</sub> değerlerinin 7,16-21,84 arasında olması tipik kalk-alkalen volkanizmaya işaret etmektedir. Tüm örnekler volkanik yay alanında yer almakta olup, aktif kıta kenarı ve zenginleşmiş manto kaynağını gösterir alanda bulunmaktadır. Tüm bu petrografik ve jeokimyasal özellikler Şapçı volkanitinin metasomatik bir mantodan türediğine işaret etmektedir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Şapçı Volkanitleri, andezit, kalk-alkalen magma, Batı Anadolu Miyosen volkanizması.

## **ABSTRACT**

### **PETROGRAPHY, GEOCHEMISTRY AND PETROLOGY OF THE ŞAPÇI (İBİRLER-BALIKESİR) VOLCANITE**

**MSC THESIS**

**DİLBER ERDEM**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**GEOLOGICAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. ZAFER ASLAN )**

**BALIKESİR, JANUARY 2015**

The study area is located on the Izmir-Ankara-Erzincan suture zone, which is one of the most important tectonic structures of Turkey, starting from Maastrichtian and ending in Early Tertiary. This area is nearly at 10 km northwest sector of Balıkesir, around Ayvatlar-Karacaören (Balıkesir) and covers in the range of about 80 km<sup>2</sup>.

Stratigraphically Late Cretaceous aged Bornova Flysch forms the basement of the study area. Late Cretaceous aged Yayla Melange is this unit tectonically. Oligo-Miocene aged Hallaçlar Formation and Early Miocene aged Sapci Volcanite obduct unconformably these units, respectively. The youngest unit in the area is thrust on the Quaternary aged alluvium.

Early Miocene aged Sapci volcanite that is seen extensively around Samli (Balıkesir) composed of andesite, trachy-andesite, and trachyte. Petrographically, andesine, biotite, and amphibole are the dominant minerals. Geochemically, they are calc-alkaline and have medium potassium (K) content. Showing enrichment in LFSE and values of 7.16-21.84 (La/Lu)<sub>N</sub> indicate typically calc-alkaline volcanism. All samples are located in volcanic arc, active continental margin, and enriched mantle area. Whole these petrographic and geochemical characteristics point out that Sapci volcanite was derived from a metasomatic mantle.

**KEYWORDS:** Şapçı volcanite, andesite, calc-alkaline magma, Miocene volcanism Western Anatolia.

# 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>vi</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Coğrafik Bilgiler.....	1
1.1.1 Coğrafi Konum .....	1
1.1.2 Topografya.....	1
1.1.3 İklim ve Bitki Örtüsü .....	2
1.1.4 Ulaşım ve Yerleşim .....	2
1.2 Balıkesir ve Civarının Bölgesel Jeolojisi .....	4
1.3 Önceki Çalışmalar .....	5
<b>2. YAPILAN ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>8</b>
2.1 Amaç ve Yöntemler.....	8
2.1.1 Arazi Çalışmaları .....	8
2.1.2 Laboratuar Çalışmaları .....	9
2.1.2.1 İnce Kesitlerin Hazırlanması.....	9
2.1.2.2 Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların Çekilmesi.....	9
2.1.2.3 Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması.....	9
2.1.2.4 Kimyasal Analizler.....	10
2.1.3 Büro Çalışmaları .....	10
<b>3. BULGULAR</b> .....	<b>11</b>
3.1 Stratigrafi ve Petrografi .....	11
3.1.1 Mesozoyik.....	14
3.1.1.1 Bornova Filişi.....	14
3.1.1.2 Yayla Melanjı.....	16
3.1.1.3 Hallaçlar Volkaniti .....	24
3.1.1.4 Şapçı Volkaniti.....	28
3.1.1.5. Alüvyon.....	39
<b>4. YAPISAL JEOLJİ</b> .....	<b>40</b>
4.1 Giriş .....	40
4.2 Tabakalı Yapılar .....	40
4.3 Faylar.....	40
4.4 Çatlaklar .....	41
<b>5. JEOKİMYA</b> .....	<b>42</b>
5.1 Şapçı Volkanitleri'nin Jeokimyasal Özellikleri .....	42
5.1.1 Giriş .....	42
5.1.2 Ana ve İz Elementler .....	42
<b>6. SONUÇLAR</b> .....	<b>59</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>61</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1: Çalışma alanının yerbulduru haritası.....	3
Şekil 1.2: Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları [ 1 ]......	4
Şekil 3.1 : Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesit. ....	12
Şekil 3.2 : Şamlı ve civarının jeoloji haritası.....	13
Şekil 3.3 : Şamlı ve çevresinden alınan A-A <sup>1</sup> enine jeolojik kesiti. ....	14
Şekil 3.4 : Şamlı ve çevresinden alınan B-B <sup>1</sup> enine jeolojik kesiti.....	14
Şekil 3.5 : Bornova filisi ile Yayla Melanjı biriminin sınır ilişkisi (Köteyli köyü, KB bakış yönü).....	15
Şekil 3.6 : Ezilmiş ve parçalanmış metabazik ve spilitik bazaltlar.....	17
Şekil 3.7 : Yayla Melanjındaki talklaşma (Ayvatlar yolu üzeri). ....	18
Şekil 3.8 : Yayla melanjı içerisindeki kristalize kireçtaşlarında gözlenen .....	18
Şekil 3.9 : Melanjı oluşturan birimlerde gözlenen limonitler (Yer:Değirmen boğazı içi orman yolu (2 Km.)mesire alanı girişi). ....	19
Şekil 3.10 : Yayla Melanjı'na ait talklaşmaların arazideki görünümü. ....	20
Şekil 3.11 : Yayla melanjının lateritleşmiş kesimlerindeki garniyerit ( yeşilimsi renk) arazi görünümü. ....	20
Şekil 3.12 : Cyanobacteria fosil içeren kireçtaşının makroskobik görüntüsü.....	21
Şekil 3.13 : a) Konsantrik karbonat halkaları kireçtaşlarının Cyanobacteria fosili içeren kireçtaşlarını mikroskobik görünümü, b) Çatlaklarında demir muhtefa eden kireçtaşının optik mikroskop görünümü. ....	22
Şekil 3.14 : Spilitik bazaltlardaki çatlakların arazideki görünümleri. ....	22
Şekil 3.15 : Yayla melanjı'nda gözlenen spilitik bazaltların mikroskobik örnekleri (ÇN, X4). ....	23
Şekil 3.16 : Hallaçlar Volkanitindeki altere olmuş andezitin sarımsı-grimsi rengi (Yer: Köteyli köyü 2 Km. KD' sunda). ....	25
Şekil 3.17 : Andezitteki zonlu plajiyoklaz ve okside biyotit (ÇN, X4). ....	26
Şekil 3.18 : Yarı öz şekilli kloritleşmiş amfibol mikroskobik görüntüsü (ÇN, X4). ....	27
Şekil 3.19 : Ayvatlar Köyü'nde Aysa Mermer'e ait işletme içerisinde andezit breşi.....	29
Şekil 3.20 : Ayvatlar Köyü'nde Aysa Mermer'e ait işletme içerisinde andezit breşi.....	30
Şekil 3.21 : Aysa Mermer tarafından işletilen masif Şapçı andezitleri ( Yer: Ayvatlar Köyü KB).....	30
Şekil 3.22 : Taş Ocağı olarak işletilen Şapçı andezitinde çatlak görünümleri. ....	31
Şekil 3.23 : Kiremitli Tepe'de gözlenen Şapçı andezitleri. ....	32
Şekil 3.24 : Dedebayır Tepe'de gözlenen Şapçı andezitleri. ....	32
Şekil 3.25 : Zonlu yapı gösteren plajiyoklaz. Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4). ....	33
Şekil 3.26 : Elek dokusu gösteren plajiyoklaz. Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4). ....	34



<b>Şekil 3.27</b> : Magma evrimi gösteren plajiyoklaz. Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4).....	34
<b>Şekil 3.28</b> : Akma dokusu gösteren plajiyoklaz mikrolitlerinin Mikroskop ....	35
<b>Şekil 3.29</b> : a) Biotit ve opak minerale ait Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4). b) Opak mineral içeren biotit görüntüsü (ÇN, X4) c) Demirleşmiş biotit, plj. mikrolitleri içerisindeki görüntüsü (ÇN, X4).....	36
<b>Şekil 3.30</b> : Yarı öz şekilli kloritleşmiş amfibol mikroskopik görüntüsü (ÇN, X4).....	36
<b>Şekil 3.31</b> : Gaz boşluklarını dolduran kalsit görüntüsü (ÇN, X4). ....	37
<b>Şekil 3.32</b> : Amfibol minerali içerisinde plajiyoklaz enklizyon görüntüsü (ÇN, X4).....	37
<b>Şekil 3.33</b> : Mikrolitik porfirik dokuyla sahip amfibol görüntüsü (ÇN, X4) ...	38
<b>Şekil 5.1</b> : Şapçı volkanitlerinin SiO <sub>2</sub> 'e karşı Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O diyagramı [19]. ....	45
<b>Şekil 5.2</b> : Şapçı volkanitlerinin SiO <sub>2</sub> 'e karşı Zr/TiO <sub>2</sub> diyagramı. ....	45
<b>Şekil 5.3</b> : Şapçı volkanitlerinin Zr/Ti'e karşı Nb/Y diyagramı. ....	46
<b>Şekil 5.4</b> : Şapçı volkanitlerinden alınan örneklerle ait AFM [21] diyagramı... 46	
<b>Şekil 5.5</b> : Şapçı volkanitlerinin SiO <sub>2</sub> 'e karşılık K <sub>2</sub> O [ 19 ] diyagramı. ....	47
<b>Şekil 5.6</b> : Şapçı volkanitlerinin SiO <sub>2</sub> 'ye (wt%) karşılık ana element oksit (ağırlık %) değişim diyagramları. ....	49
<b>Şekil 5.7</b> : Şapçı volkanitlerinin SiO <sub>2</sub> 'ye (wt%) karşılık iz element (ppm) değişim diyagramları. ....	50
<b>Şekil 5.8</b> : Şapçı volkanitlerinin CaO'e (wt%) karşı Y (ppm) [22] diyagramı.....	51
<b>Şekil 5.9</b> : Şapçı volkanitlerinin Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 'e (wt%) karşılık CaO/Na <sub>2</sub> O (wt%) diyagramı.....	51
<b>Şekil 5.10</b> : Şapçı volkanitlerinin SiO <sub>2</sub> 'e (wt%) karşı Zr (ppm) diyagramı. ....	52
<b>Şekil 5.11</b> : Şapçı volkanitlerinin La'ya (ppm) karşı Zr (ppm) diyagramı.....	52
<b>Şekil 5.12</b> : Şapçı volkanitlerinin N-tipi MORB'a göre [23] normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları.....	53
<b>Şekil 5.13</b> : Şapçı volkanitlerinin Kondridite göre [25] normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım diyagramları.....	54
<b>Şekil 5.14</b> : Şapçı volkanitlerinin FeO-MgO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> üçgen diyagramında gösterimi.....	55
<b>Şekil 5.15</b> : Şapçı volkanitlerinin Hf/3-Th-Ta üçgen diyagramında gösterimi [26] , A: N tipi MORB, B: E tipi MORB, C: Plaka içi alkalın bazaltları, D: Volkanik yay bazaltları. ....	55
<b>Şekil 5.16</b> : Şapçı volkanitlerinin Ti-Zr tektonik konum [27]. ....	56
<b>Şekil 5.17</b> : Şapçı volkanitlerine ait Th/Yb-Ta/Yb tektonik ayırtman diyagramındaki konumları [27].....	56
<b>Şekil 5.18</b> : Şapçı volkanitlerine Ba/Nb-La/Nb 'a göre diyagram [25]. ....	57
<b>Şekil 5.19</b> : Şapçı volkanitlerine ait Nb/La-La/Yb diyagramı [23]. ....	57

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo5.1:</b> Balıkesir volkanitlerinden alınan örneklere ait ana (% ağı.) ve iz (ppm) elemet analiz değerleri .....	43
<b>Tablo5.2:</b> Balıkesir volkanitlerinden alınan örneklere ait nadir toprak element (ppm) analiz değerleri. ....	44

## SEMBOL LİSTESİ

<b>Sembol</b>	: Sembol Açıklaması veya Adı
<b>A/CNK</b>	: Moleküller ( $Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$ )
<b>ab (alb)</b>	: Albit
<b>akt</b>	: Aktinolit
<b>amf</b>	: Amfibol
<b>an</b>	: Anortit
<b>ANTE</b>	: Ağır Nadir Toprak Elementler
<b>ap</b>	: Apatit
<b>ar</b>	: Argon
<b>bio</b>	: Biyotit
<b>ÇA</b>	: Çalışma Alanı
<b>ÇN</b>	: Çiftnikol
<b>Cpx</b>	: Klinopiroksen
<b>DAF</b>	: Doğu Anadolu Fayı
<b>Eu*</b>	: (Sm+Gd) N/2
<b>FC</b>	: Fraksiyonel Kristallenme
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*</b>	: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cinsinden toplam demir
<b>FWHM</b>	: Dalga boyunun yarı yüksekliğinin genişliği
<b>GB</b>	: Güney batı
<b>Hbl</b>	: Hornblend
<b>HNTE</b>	: Hafif nadir toprak elementler
<b>J</b>	: Lias
<b>K</b>	: Potasyum
<b>KAF</b>	: Kuzey Anadolu Fayı
<b>Kb</b>	: Bornova Filişi
<b>KD</b>	: Kuzey doğu
<b>Ky</b>	: Yayla Melanjı
<b>KDAF</b>	: Kuzey Doğu Anadolu Fayı
<b>kl</b>	: Klorit
<b>klp</b>	: Klinopiroksen
<b>ks</b>	: Kalsit

<b>km</b>	: Kilometre
<b>ku</b>	: Kuvars
<b>LILE</b>	: Büyük iyon yarıçaplı litofil elementler
<b>LOI</b>	: Toplam uçucu içeriği
<b>Mg</b>	: Magnezyum
<b>Mg#</b>	: Magnezyum numarası
<b>Mm</b>	: Milimetre
<b>MORB</b>	: Okyanus ortası sırt bazaltı
<b>my</b>	: Milyon yıl
<b>olv</b>	: Olivin
<b>op</b>	: Opak mineral
<b>opx</b>	: Ortopiroksen
<b>pe</b>	: Permiyen
<b>plj</b>	: Plajiyoklaz
<b>prk</b>	: Piroksen
<b>srp</b>	: serpantin
<b>srz</b>	: serizit
<b>TEM</b>	: Taramalı Elektron Mikroskobu
<b>Tmş</b>	: Şapçı Volkaniti
<b>Toh</b>	: Hallaçlar Volkaniti
<b>Trk</b>	: Triyas
<b>Qal</b>	: Alüvyon
<b>XRD</b>	: X- ışınları difraktometresi
<b>µm</b>	: Mikronmetre

## ÖNSÖZ

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Ayvatlar-Karacaören (Balıkesir) civarında bulunan volkanitlerin çevre kayalar ile olan ilişkileri ve mineralojisi, petrografisi, jeokimyası ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, BAÜ Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

Bu çalışmayı yürüten danışman hocam Doç. Dr. Zafer ASLAN' a emeğinden, hoşgörüsünden ve verdiği destekten dolayı çok teşekkür ederim.

Çalışma sürecinde; Petrografik ve kil mineralojisi çalışmalarında bilgilerinden yaralandığım Prof. Dr. Fazlı ÇOBAN'a, paleontolojik tayinlerinden dolayı Yrd. Doç. Dr. A.Murat KILIÇ'a, teknik çizim programlarında yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Selman AYDOĞAN'a, laboratuvar ve mikroskop çalışmalarında yardımlarından dolayı Arş. Gör. Gökhan BÜYÜKKAHRAMAN'a, ince kesitlerimin hazırlanmasında emeği geçen Uzman Cüneyt BİRCAN'a ve tezimin yazım ve düzenleme ile ilgili çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli eşim Süleyman Demirel Üniversitesi Yüksek Lisans öğrencisi olan Jeoloji Mühendisi Erciyes ERDEM' e özellikle teşekkür ederim.

Çalışmamın en önemli aşamalarında biri olan arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı değerli meslektaşlarım Cansu Diniz, Can AKARCA ve Talat BERGİN ile kardeşim Abuzer KAPLAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında sonsuz güvenini hissettiğim, maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen KAPLAN ailesine ve aileme, özellikle de annem Ayşe KAPLAN ve babam Abuzer KAPLAN' a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Dilber ERDEM

Balıkesir, 2015

# 1. GİRİŞ

Balıkesir (Batı Anadolu) civarında volkanik ve magmatik kayalar bol miktarda bulunmakta olup, Erken Miyosen yaşlı Şapçı Volkaniti bunlardan biridir ve yörede geniş yayılım sunmaktadır. Şapçı volkaniti Balıkesir'in kuzeyinde ve batısında olmak üzere iki yerde mostra vermektedir. Bu çalışmada Balıkesir'in kuzeyinde Ayvatlar-Karacaören köyleri arasında bulunan Şapçı volkanitinin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri incelenmiştir.

## 1.1 Coğrafi Bilgiler

### 1.1.1 Coğrafi Konum

Çalışma alanı, Marmara Bölgesi'nde, Balıkesir-Bursa devlet karayolu üzerinde olup Balıkesir'in 10 km kuzey batısında bulunmaktadır.

Çalışma alanı içerisindeki yerleşim merkezleri Ayvatlar – İbirler – Karacaören ve Köteyli Köyleridir. 1/25.000 ölçekli Balıkesir İ19-C2 ve İ19-B4 topoğrafik paftaları arasında yer alan inceleme alanı 27°08' ve 29°05' doğu boylamları ile 38°04' ve 39°58' kuzey enlemleri arasında bulunmakta olup, yaklaşık 80 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1. 1).

### 1.1.2 Topografya

İnceleme alanı genellikle engebeli ve sarp bir topografyaya sahiptir. Yükseklik, inceleme alanının batısındaki tepelerde 300-390 m. arasında iken; doğusundaki tepelerde 300-457 m. arasında değişmektedir. Çalışma alanında bulunan en yüksek tepeler, batıda Döllük Tepe (369 m), doğuda ise Kocabayır Tepe (457m)'dir. Volkanizmanın lav akıntıları İbirler Köyünün Güneybatısında Dedebayır Tepe (484 m), Karacaören Köyü Güneydoğusunda Öküzyatağı Tepe (440m), İbirler

Köyü Güneyinde Kiremitli Tepe (322m) ve Ayvatlar Köyü Kuzeyinde ise Fatma Tepe (320m)' de gözlenmektedir.

İnceleme alanındaki en büyük dere Sepetçi Dere olup, harita alanını KB-GB yönünde ikiye ayırmaktadır ve akış yönü KB istikametindedir. Bu dere, inceleme alanının Güneyine doğru Söyleçayır Dere, doğusuna doğru ise Elmalı Dere ile birleşmektedir. İbirler Köyü'nün yaklaşık 1 km. kadar güneybatısında yine Söğütlüçeşme Deresi ile birleşen Yağcı Dere'si de bulunmaktadır.

### **1.1.3 İklim ve Bitki Örtüsü**

Balıkesir'de Marmara ve Akdeniz iklimlerinin etkileri görülür. Yaz ayları sıcak ve rüzgârlı, kış ayları ise ılımandır. Yaz ve kış ayları arasındaki ısı farkları kıyılara göre daha fazladır. Senelik yağış miktarı 540-740 mm arasındadır.

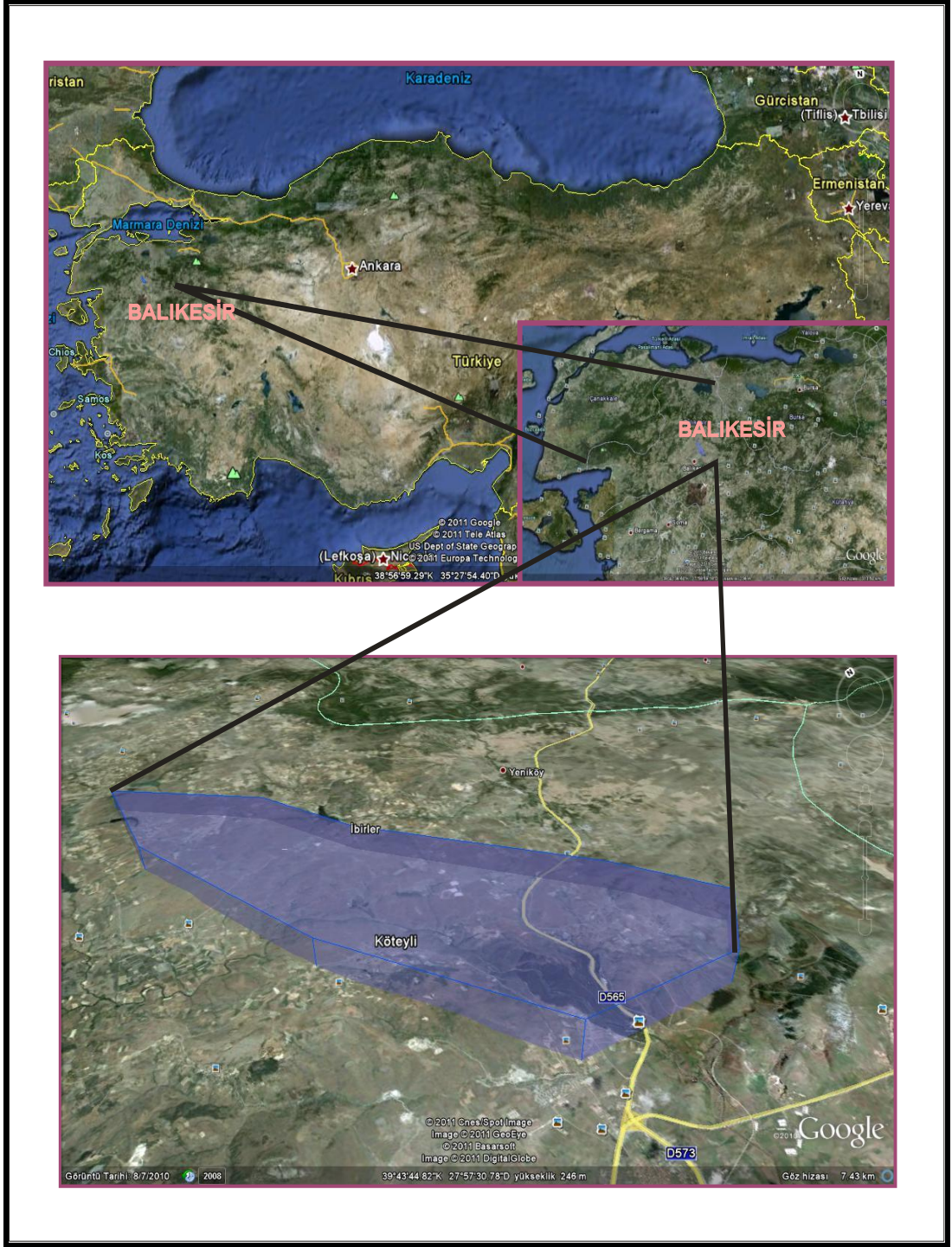
Balıkesir bitki örtüsü açısından çok çeşitlilik göstermesine rağmen inceleme alanında bitki örtüsü son derece fakirdir. Sarp alanlarda bodur ağaçlar bulunurken, diğer alanlar tarla olarak kullanılmaktadır.

### **1.1.4 Ulaşım ve Yerleşim**

Çalışma alanı, Marmara Bölgesi'nde, Balıkesir-Bursa devlet karayolu üzerinde olup Balıkesir'in 10 km kuzey batısında bulunmaktadır.

Çalışma alanına ulaşım asfalt yollarla sağlanmaktadır. Ayrıca köyler arasında stabilize yollar da mevcuttur.

İnceleme alanındaki en büyük yerleşim yerleri köyler olup bu köylerde hayvancılık ve tarım yapılmaktadır (Şekil 1.1).



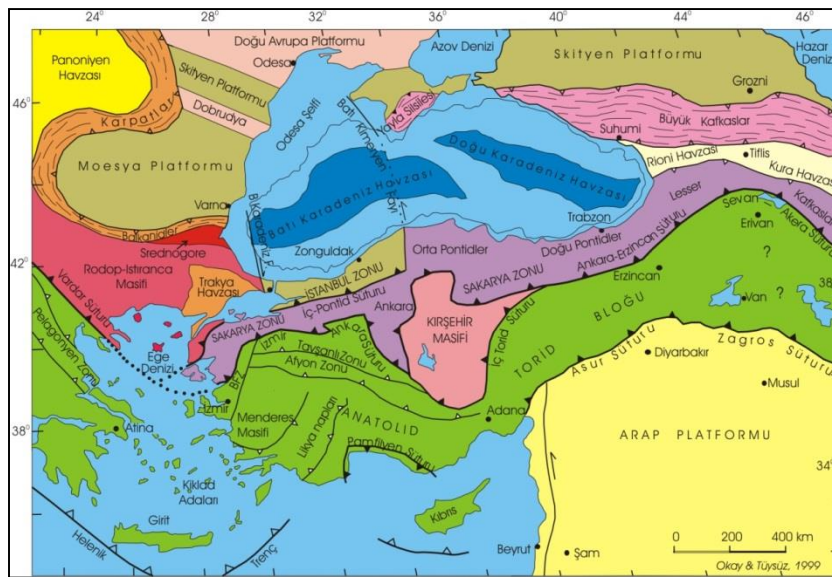
Şekil 1.1: Çalışma alanının yerbulduru haritası.



## 1.2 Balıkesir ve Civarının Bölgesel Jeolojisi

Türkiye tektonik olarak Anatolid-Torid bloğu, Sakarya zonu, İstanbul zonu ve Asur-Zagros suture zonu olmak üzere 4 ana gruba ayrılmıştır (Şekil 1.2). Çalışma alanı Sakarya Zonu'nun batısında yer almaktadır.

Anatolid-Torid bloğunun kuzeye doğru hareket ederek Sakarya zonu'na çarpması sonucu iki blok arasında bulunan Neotetis denizi kapanmış ve çarpışma sonrasında İzmir-Ankara-Erzincan suture boyunca hem ofiyolitik seri hem de volkanizma ve magmatizma yoğun bir şekilde gelişmeye başlamıştır. Çalışma alanının da içinde bulunduğu bölge olan Sakarya zonunun batısı, kuzeybatı Anadolu veya Biga yarımadası olarak ta adlandırılmaktadır. Yörede, volkanizma ve magmatizma Geç Kretase'den itibaren başlamış olmasına rağmen volkanizmanın ve magmatizmanın etkili olduğu dönem iki bloğun çarpışmaya başlamasıyla birlikte kabuğun kalınlaşmaya başladığı Eosen ve sonrasındadır. Volkanizma batı Anadolu'da çok yaygın olup Pliyosen'e kadar devam etmektedir. Zaman zaman bimodal volkanizmanın da görüldüğü bölgedeki en yaygın volkanizma Oligo-Miyosen yaşlı Hallaçlar volkanizmasıdır. Erken Miyosen yaşlı Şapçı volkanizması ise Hallaçlar volkanizmasını kesmiştir. Eosen'de kalk-alkali olarak başlayan volkanizma Pliyosen'de alkali özelliğini sunmaktadır. Bölgedeki volkanizmalar genel olarak andezit, dasit ve piroklastlarından oluşur.



Şekil 1.2: Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları [ 1 ].

### 1.3 Önceki Çalışmalar

Volkanizmanın yoğun olarak görüldüğü batı Anadolu'da pek çok araştırmacı çalışma yapmıştır. Ayrıca tektonik durum olarakta son derece önemli konuma sahip olan bölgedeki çalışmalar halen devam etmektedir.

Yöredeki ilk önemli çalışma Krushensky [2] tarafından yapılmıştır. Çalışmada yöredeki kaya birimleri ilk defa tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Özellikle magmatik ve volkanik kayaların petrografik özellikleri ve birbirleriyle olan jeolojik ilişkileri aydınlatılmıştır.

Seyhan [3], Güney Marmara bölgesindeki andezitler ve bu andezitlerin ayrışmasına bağlı olarak meydana gelen kil minerallerinin özelliklerini incelemiştir. Yöredeki andezit-porfirit-riyolit ve asidik tüflerin kaolin yönünden zengin olduğunu tespit etmiştir. Kaolin oluşumunun tabiatta Al-Fe elementlerinin birbirlerinden ayrılmalarına bağlı olduğunu ve bunu sağlayacak olan kimyasal ortamların volkanik ve magmatik olaylar sırasında kolayca sağlanabildiği belirtmiştir. Bazaltik magmadan bölgesel olarak ayrılan andezit magması ve palinjenerojenik magmasının erupsiyonuna bağlı asit lavlarının kaolin ve kayacını meydana getirdiklerini ve bunların çoğunlukla Orta ve Batı Anadolu'da yaygın olduğunu ileri sürmüştür.

Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimini inceleyen Bingöl [4] yöresinin Ege adaları ve Yunanistan ile birlikte Geç Tersiyer'e kadar aynı jeotektonik evrimini geçirdiğini kanıtlamıştır. Buna göre, Manisa-Balıkesir- Eskişehir hattı Geç Kretase'de bir yok olma zonuna karşılık geldiğini ve Pliyo-Kuvaterner'de Batı Anadolu'nun Ege adaları ile birlikte Yunanistan doğusundan geçen bir hat boyunca güneye doğru hareket ettiği olasılığını tespit etmiştir. Ayrıca Batı Anadolu'nun temel kayalarını Menderes, Kazdağı ve Uludağ metamorfik masiflerden Anti-Kambriyen oluştuğunu, bunların Erken Paleozoyik'te birbirlerinden bu günkünden farklı coğrafi koordinatlarda bulunabileceklerini ve üç masifinde Permo-Karbonifere kadar karasal olduğunu ileri sürmektedir.

Ercan ve diğeri [5] Batı Anadolu'da Balıkesir ili Edremit ile Korucu merkezleri arasındaki Tersiyer yaşlı çökel ve magmatik kayalarda yapılan stratigrafik ve volkanik kayaların kökensel yorumları yapılarak yörenin stratigrafisini ortaya çıkarmıştır. Buna göre, temel kaya birimleri üzerinde sırasıyla Bağburun volkanitleri ve bunları kesen Eybek ile Kozak Plütonları, Hallaçlar volkanitleri, Dedetepe volkanitleri ve bunların üzerine gelen Soma formasyonu çökelleri ve Rahmanlar aglomerasının geldiğini tespit etmiştir. Çalışmasında Eosen yaşlı Bağburun volkanitlerinin yitim zonu oluştuklarını, Eosen sonrası oluşan volkanizmanın (Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı Hallaçlar volkanitleri ve Erken Miyosen yaşlı Dedetepe volkanitleri) ise kıta kabuğu anateksisi ile oluşmuş kıta içi volkanitlerin özelliğini gösterdiğini, ayrıca söz konusu volkanitlerin kalk-alkalen özellik taşıdıklarını belirlemiştir.

Ercan ve diğeri [6] Batı Anadolu'da Ayvalık, Edremit bölgelerinde Eosen ve sonrası yaşlı 16 değişik formasyona ait volkanik kayalardan alınan örneklerin jeokimyası ile stronsyum izotoplarını ve K/Ar radyometrik yaşlarını saptamıştır. Bu örneklerin bazaltik, andezitik ve riyolitik türde olup levha içi volkanitlerin özelliğini gösterdiği ve kabuk malzemesinin anatektik ergimesi ile oluştuklarını tespit etmiştir. Yöredeki en genç kayaç olan Kula bazaltlarının ve Denizli volkanitlerinin manto kökenli, diğer Oligosen ve Miyosen yaşlı bazik ortaç ve asidik volkanitlerin ise kıta içi volkanitleri olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca bu volkanik kayalarda kirlenmelerin varlığını da ortaya koymuştur.

Balıkesir ve Bandırma arasında yer alan bölgenin jeolojisini ortaya koyan Ercan ve Diğeri [7] bu yöreyi Batı Anadolu'da magmatizmanın en yoğun ve uzun süreli olarak etkin olduğu alan olarak tanımlamıştır. Bu volkanik kayaların çoğunlukla andezitik yer yer dasitik, bazende riyodasitik türden olduğunu belirtmiştir. Jeokimyasal olarak Miyosen yaşlı volkanik kayaların kalk-alkalin karakterli olup kabuksal köken özellikleri taşıdığını ileri sürmüştür.

Biga yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki Tersiyer volkanizmasının Eosen ve Geç Miyosen arasında çeşitli evrelerden oluşan volkanik kayaları altı ana gruba ayrılmıştır [8]. Ayrıca çalışmada kayaların jeokimyası ile

petrolojisi de aydınlatılmış ve kirlenmenin varlığı tespit edilerek bunun jeotektonik konum ile olan ilişkisi aydınlatılmaya çalışılmıştır.

Yörede magmatizma ve volkanizmaya bağlı olarak gelişen pek çok maden yatağı da bulunmaktadır. [9] Dursunbey'in batısındaki volkanik kayalar içinde oluşmuş Tumanpınarı cevherleşmesini incelemiştir. Buna göre cevherleşmenin, hidrotermal bir Fe-Mn mineralizasyonunu olduğunu ve silişleşme, hematitleşme, killeşme ile karbonatlaşmanın gözlemlendiğini ileri sürmüştür. Mineralizasyon, Miyosen yaşlı andezitler içinde KD-GB yönünde 2 km den daha fazla uzunlukta izlenen fay boyunca gelişmiştir.

Koca [10] İzmir yöresinde andezitlerin ve bunların bozunma ürünü olan killerin özelliklerini araştırmıştır. Killerin oluşumunu iki şekilde açıklamaktadır; birincisi andezit lavı, kendisinden önce akan ve kısmen soğumuş olan lavı alterasyona uğratarak onu rezidüel zemin haline dönüştürmektedir. İkinci olarak ise andezit içerisindeki süreksizlikler boyunca yer altı suyunun ve atmosferik faktörlerin etkisiyle fiziksel ve kimyasal bozunma sonucunda andezit lavı ve süt tane boyundan oluşan zemin haline gelmektedir. Yapılan deneyler sonucunda gerçek kayma açılarının uyumlu olası ve aynı zamanda soğuma yüzeyleri boyunca da düşük açılarda kaymalar süreksizlik yüzeyinin kendisinin değil kil dolgusunun makaslama dayanım parametrelerinin kontrol ettiğinin bir kanıtı olduğunu çalışmaları ile ortaya koymuştur.

Biga yarımadasında, Orta-Geç Eosen volkanizması ve denizel ignimbiritlerin stratigrafik ve petrografik özellikleri incelenmiştir [11]. Bu çalışmada Eosen yaşlı volkanikler stratigrafik olarak ve litolojik özelliklerine göre kendi içerisinde 5 formasyona ayırmıştır. Daha önceki çalışmalarda yaşları Oligosen olduğu düşünülen piroklastik toplulukların büyük bir kısmının Eosen yaşlı oldukları ve denizel ortamda oluştuklarını belirlemiştir.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1 Amaç ve Yöntemler**

Batı Anadolu'da bulunan inceleme alanının yoğun olarak magmatizma ve volkanizma içermesinden dolayı, bölge jeolojik olarak büyük bir önem taşımakta ve bu nedenle de araştırmacıların ilgisini bu bölgeye çekmektedir. Bölgede Eosen'den Pliyosen'e kadar çok çeşitli volkanik ve magmatik kayalar yer almakta olup bunlara bağlı cevherleşmede mevcuttur. Bundan dolayı bölgede pek çok araştırmacı incelemede bulunmuştur. Ancak özellikle petrolojik amaçlı çalışmalar batı Anadolu bölgesini kapsamakta olup geniş ölçekli çalışmalardır. Lokal ve ayrıntılı çalışma son derece azdır. Bu nedenle bu çalışmada Ayvatlar-İbirler-Karacaören (Balıkesir) köyleri ve çevresinde yüzeylemiş Şapçı volkanik kayaları ile çevre kayalarının minerolojik petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi ve bu volkanitin petrolojik yönden aydınlatılarak bölgenin jeodinamiğindeki önemini tespit etmek amaçlanmıştır.

Yürütülen bu çalışma, literatür taraması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

#### **2.1.1 Arazi Çalışmaları**

Bu çalışmanın ilk aşamasını oluşturan arazi çalışmaları, bölgede yer alan birimlerin tanıtılması sınır ilişkilerinin ortaya konması, yapısal ve tektonik unsurların belirlenmesine yönelik olmuştur. Fakat çalışmanın amacı doğrultusunda arazide yüzeyleme veren volkanik kayalar ile ilgili daha detaylı arazi çalışmaları yapılmaktadır.

Bu doğrultudaki çalışmalar önceki çalışmalarda dikkate alınarak Balıkesir Ayvatlar-Karacaören-İbirler Köyleri ve civarında yüzlek veren volkanikler ile çevre kayaların sınırları ve stratigrafisi belirlenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılarak

yaklaşık 80 km<sup>2</sup>'lik bir alanın 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun ve sistematik olarak yaklaşık 100 adet volkanik kayalardan ve yaklaşık 20 adet yan kayalardan olmak üzere 120 adet örnek alımı yapılmıştır.

## **2.1.2 Laboratuvar Çalışmaları**

### **2.1.2.1 İnce Kesitlerin Hazırlanması**

Çalışma alanından alınan kayaç ve el örneklerinin belirlenmesi amacı ile volkanik kayalara ait 35, yan kayalara ait ise 7 adet olmak üzere toplam 42 el örneğinin ince kesitleri hazırlanmıştır. Kayalardan alınan el örneklerini laboratuvarında 0,5x2x4 cm boyutlu plakacıklar halinde kesilmiş ve yüzeysel pürüzlükleri giderildikten sonra 1 mm kalınlığındaki 2,5x5 cm boyundaki cam üzerine kanada balsamı ile yapıştırılmıştır. Dereceli aşındırıcılar yardımı ile 0,025 mm kalınlığına kadar inceltilmiş kesitler petrografik incelemelere hazır hale getirilmiştir. İnce kesitlerin ilk bölümü Pamukkale Üniversitesi'nde daha sonra ise Balıkesir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında görevli teknisyen tarafından hazırlanmıştır.

### **2.1.2.2 Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların Çekilmesi**

İnce kesitleri hazırlanmış olan örnekleri BAÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskobu Laboratuvarında Olymos CX31P Marka polarizan mikroskop aracılığıyla incelenmiş ve mikroskoba bağlı aynı marka fotoğraf makinesi ile mikro fotoğraflama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

### **2.1.2.3 Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması**

Petrografik incelemeler sonucunda uygun olan 10 adet örnek jeokimyasal özelliklerin ortaya konması amacı için ana, iz ve nadir toprak element analizleri

yaptırılmıştır. Analize gönderilen örnekleri seçimi ve hazırlanması BAÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Ana, iz ve nadir toprak element analizleri için seçilmiş olan el örnekleri kırıcı yardımı ile birkaç cm boyutuna kadar küçültülerek 50-100 gr'lık örnek paketleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu örnekler ACME Laboratuvarına (Kanada) analize gönderilmiştir.

#### **2.1.2.4 Kimyasal Analizler**

Magmatik kayalara ait 10 adet örneğin analiz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Bu analizler ACME Analytical Laboratories Ltd. Vancouver/Kanada'da yapılmış olup, ana ve iz elementler ICP (Inductively Coupled Plasma ) yöntemleriyle, nadir toprak elementleri ise ICP-MS (Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry) yöntemiyle analiz edilmiştir. Ana elementlerin analizinde SO-18/CSC standartları kullanılırken, iz element analizinde SO-18 standartları kullanılmıştır. Ana ve iz element analizleri için 0,2gr toz örnek 1,5gr LiBO<sub>2</sub>ile karıştırılarak %5 HNO<sub>3</sub> içeren bir sıvı içinde çözündürülmesinden itibaren analiz edilirken, nadir toprak element analizleri ise 0.250 gr toz örneğin dört farklı asit içinde çözündürülmüş ve analiz edilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak ölçülmüştür.

#### **2.1.3 Büro Çalışmaları**

Çalışmanın son safhasını oluşturan büro çalışmaları arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve rapor haline getirilerek sunulmasını kapsamaktadır.

Bu nedenle elde edilen veriler amacına uygun olarak çeşitli jeolojik ve ofis programları yardımıyla değerlendirilmiş, haritalar, kesitler, gerekli tablo ve grafikler oluşturularak çalışma amacı doğrultusunda yorumlanmıştır. Tüm bunların sonunda ise BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsünün yazım kurallarına uygun olarak bu tez hazırlanmıştır.

### **3. BULGULAR**

#### **3.1 Stratigrafi ve Petrografi**

Çalışma alanı, tektonik olarak Sakarya Zonu'da bulunmaktadır. İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunun ise hemen kuzeyinde yer almaktadır.

İnceleme alanında stratigrafik olarak gençten yaşlıya doğru şu birimler gözlenmiştir;

Alüvyon (Kuvaterner)

Şapçı volkaniti (Erken Miyosen)

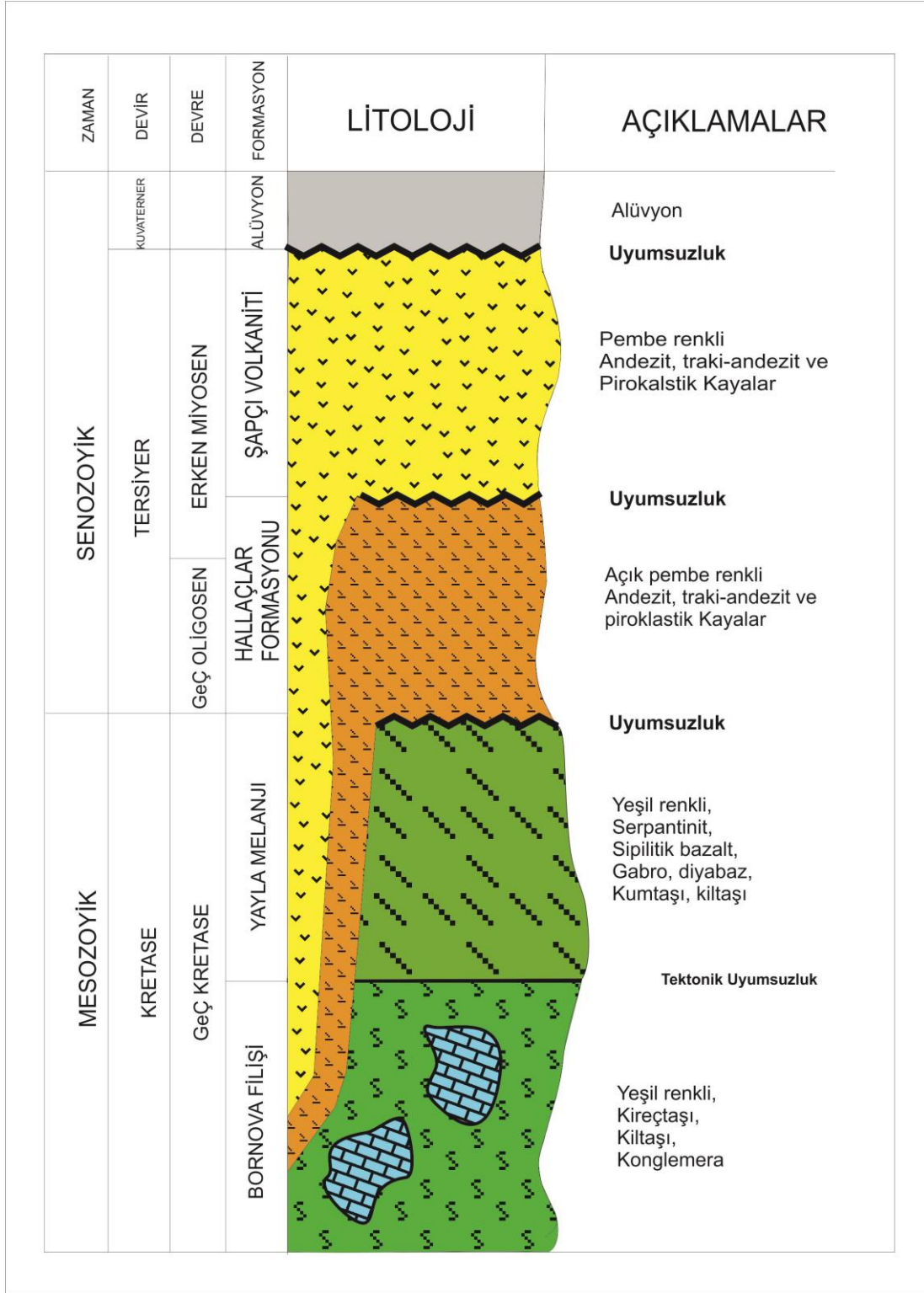
Hallaçlar volkaniti (Geç Oligosen- Erken Miyosen)

Yayla melanjı (Geç Kretase)

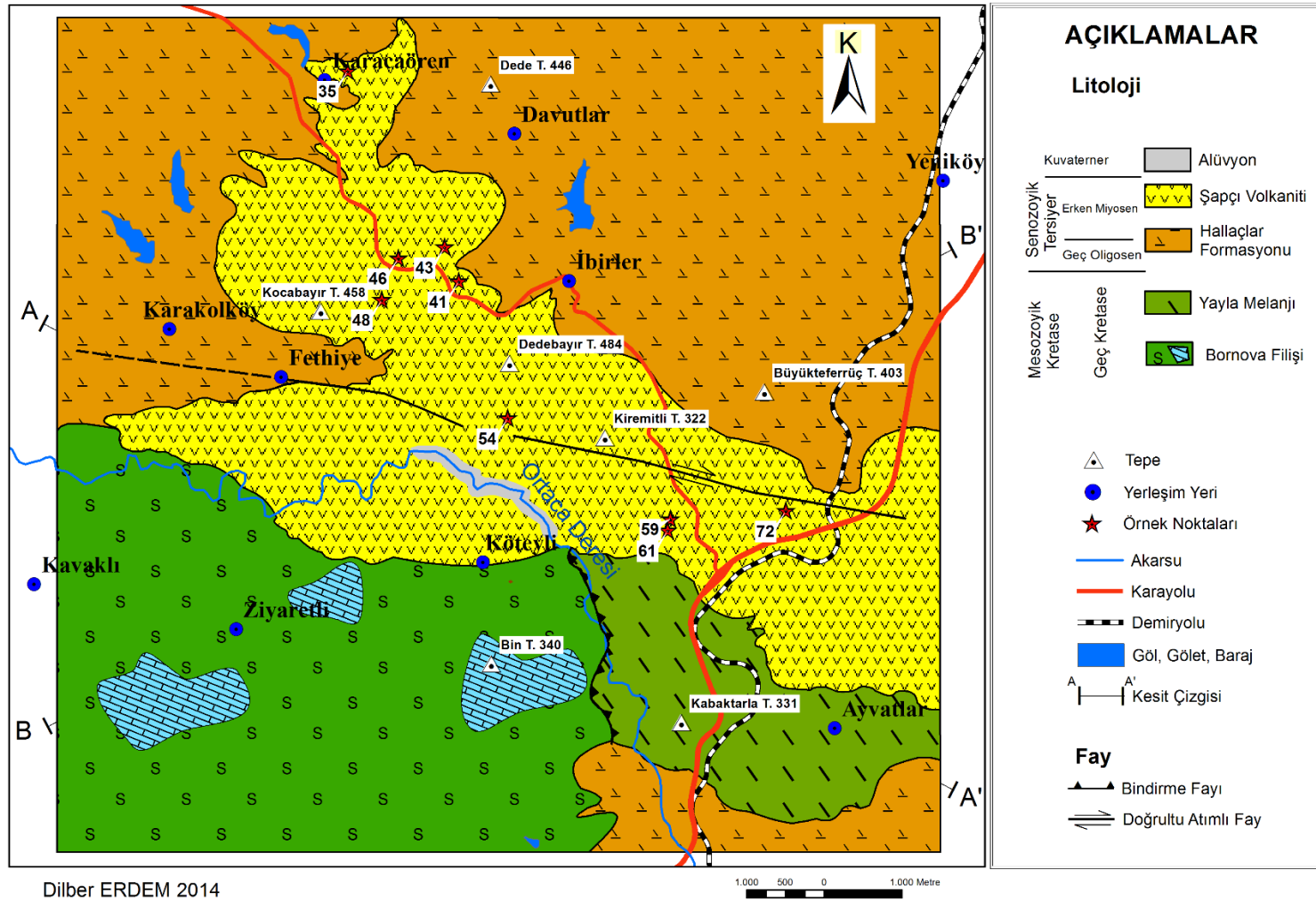
Bornova flişi (Geç Kretase)

İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti şekil 3.1'de, genel jeoloji haritası şekil 3.2'de, enine jeolojik kesitler ise şekil 3.3 ve 3.4'te verilmiştir.

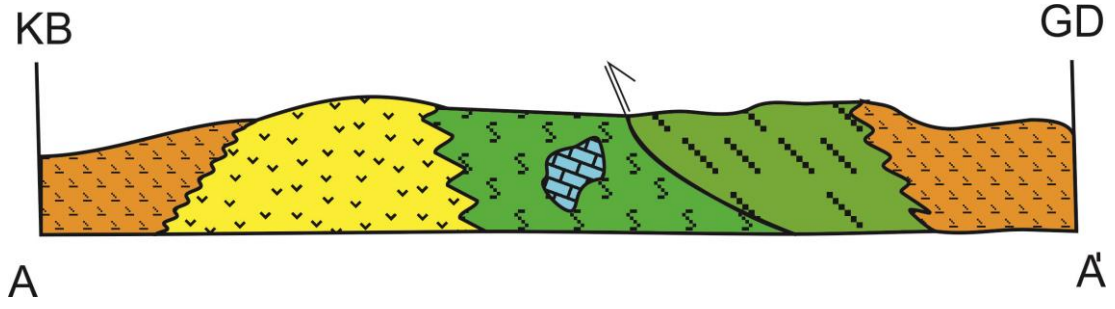




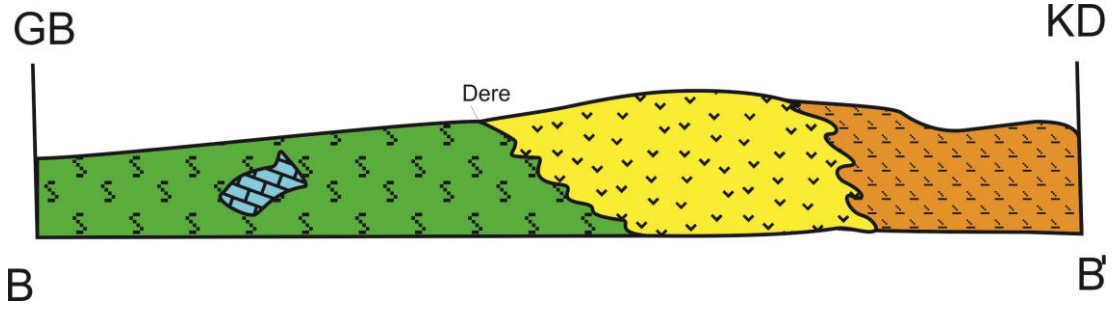
Şekil 3.1 : Çalışma alanının geliştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.



Şekil 3.2 : Şamlı ve civarının jeoloji haritası.



Şekil 3.3 : Şamlı ve çevresinden alınan A-A' enine jeolojik kesiti.

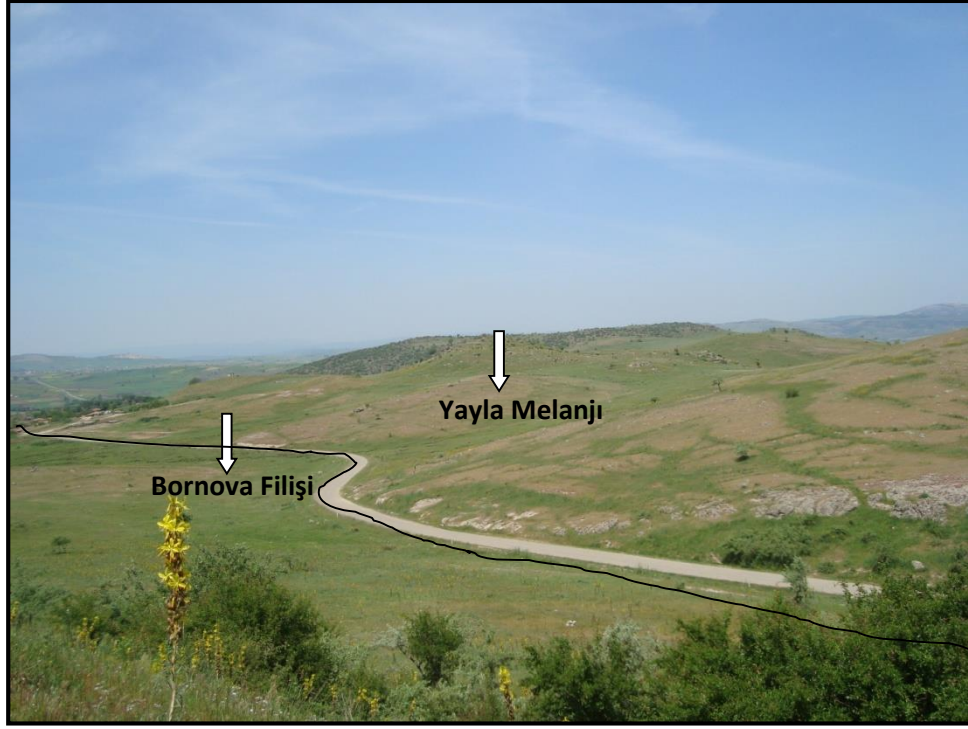


Şekil 3.4 : Şamlı ve çevresinden alınan B-B' enine jeolojik kesiti.

### 3.1.1 Mesozoyik

#### 3.1.1.1 Bornova Filişi

Çalışma alanında gözlenen bu birimi, ilk defa Konuk [12] tarafından adlandırılmış ve sonraki çalışmalarda da bu adla kullanılmaya devam edilmiştir [13], [14]. Bu çalışmada da Bornova Filişi adlaması kullanılmıştır. Bornova Filişi batı Anadolu'da geniş yayılıma sahip olmasına rağmen çalışma alanında Köteyli, Kavaklı ve Ziyaretli köyleri civarında ve Yeni Mahallede yüzlek vermektedir (Şekil 3.5'te).



**Şekil 3.5** : Bornova flişi ile Yayla Melanjı biriminin sınır ilişkisi (Köteyli köyü, KB bakış yönü).

### 3.1.1.1.1 Litolojik Özellikleri

Bornova flişi İzmir-Balıkesir arasında geniş bir alanda yüzeyleyir ve Geç Kretase yaşlı kumtaşı-kiltaşı matriksli ve içerisinde neritik kireçtaşı, spilitik bazalt ve serpantinit blokları içerir.

Birim çoğunlukla kahve-gri, yeşilimsi renkli, ezik, orta-ince taneli kumtaşı ve siyah, yeşilimsi-gri renkli kiltaşı araldanmasından meydana gelmektedir. Bornova flişinde kilttaşları ile yanal geçişli mikritik kireçtaşı, çamurtaşı-radyolarit ara yüzeyleyir ile değişik yaş ve kökende neritik kireçtaşı olistolitleri yaygın olarak görülmektedir. Tipik rengi turuncu benekli bozunma rengidir. İstif içerisinde moloz akma ürünü olan ve kireçtaşı çakılları kapsayan konglomera kanalları ve daha büyük bloklar halinde Permien, Triyas ve Jura-Erken Kretase yaşlı kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Ayrıca, çörtlü kireçtaşı, radyolarit, spilitik bazaltlarda vardır.

#### **3.1.1.1.2 Kalınlık**

Çalışma alanında bulunan bu birim tektonik olarak yerleşmiş taban birimi oluşturmuştur. Bundan dolayı herhangi bir istiflenme ve yanal-düşey geçiş gözlenmediği için tabanı bilenmeyen bir birim için kalınlık belirtmek söz konusu olamayacaktır. Alt ve üst sınırı bilinmediğinden birimin kalınlığı tespit edilememiştir.

#### **3.1.1.1.3 Alt ve Üst Sınırları**

Balıkesir'in kuzey ve batısında sınırlı bir alanda yüzeyleyen Bornova flişinin üst dokanağı ofiyolitik melanj ile tektonik, Oligo-Miyosen yaşlı volkanitler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Alt sınırı ise çalışma alanının tabanını oluşturan birim kalınlığı bilinemediğinden dolayı her hangi bir alt sınır tespit edilememiştir.

#### **3.1.1.1.4 Fosil İçeriği ve Yaş**

Fliş içerisindeki neritik kireçtaşı bloklarından alınan örneklerde Geç Permiyen (Midiyen) yaşlı *Langella* ex. gr. *Cukurkoyi* Sellier de Civrieux and Dessauvage, *Lasiodiscus* sp., *Geinitzina* sp., *Pachyphloia* sp., *Eotuberitina.*, *Parafusulina* sp., *Kahlerina* sp., *Dagmarita*, sp. fosiller bulunmaktadır.

#### **3.1.1.2 Yayla Melanjı**

##### **3.1.1.2.1 Ad ve Yayılım**

Çalışma alanında gözlenen bu birim ilk defa Kurshensky [2] tarafından çalışılmış ve adlandırılmıştır. Sonraki çalışmalarda da aynı ad kullanılmış olup [14] bu çalışmada da Yayla Melanjı adı kullanılmaya devam edilmiştir.

Bu karmaşık Balıkesir civarında yaygın olarak bulunmakta, güneyde Kalemköy, Söğütçük, Bahçedere, kuzeyde ise Ayvatlar, Alacabayır ve Ericcek civarında yüzeylemektedir [15].

### 3.1.1.2.2 Litolojik ve Petrografik Özellikler

Çalışma alanında Ayvatlar köyü güneyinde bulunmaktadır. Birim yörede yayılıma sahip olup kendi içerisinde ilksel ilişkili olmayan, tektonik dokanaklı, irili-ufaklı bloklar halinde, çok değişik boyutlarda serpantinleşmiş ultramafit-serpantinit, spilitik bazalt, tuf, çamurtaşı, kiltası, rekrystalize kireçtaşı, gabro, kumtaşı, aglomera, şist vb. kayaçlar blok halinde bulundurmaktadır. Çalışma alanında ise birim spilitik bazalt, tuf, kiltası, kumtaşı ve kireçtaşı ile metabazik kayaç parçalarından oluşmaktadır (Şekil 3.6 ve 3.7).



**Şekil 3.6 :** Ezilmiş ve parçalanmış metabazik ve spilitik bazaltlar (Yer: Ayvatlar Köyü yolu (KD)).

Yayla Melanjı genellikle açık yeşil, kahve-siyah renkli, yeşil-kahve renkli, yeşilimsi mavi renkli olup, çok fazla kırık ve çatlaklı bir yapıdır. Serpantinitler, ezik görünümlü kumtaşı- kiltası, yer yerde yastık yapılı bol kırık ve eklemlili spilitik

bazaltlardan oluşan birim tektonik dokanaklıdır. Yayla melenji içerisinde limonitleşme, serpantinleşme, talklaşma, oksitlenme ve bunlarla beraber nikel zuhurlarına rastlanmaktadır (Şekil 3.8 ve 3.9). Ayvatlar köyü girişinde gözlenen talklar genellikle düzensiz bir kırık sistemine sahip, açık yeşilimsi-gri renkli, yağsı-sabunumsu bir yapıda, çok ince tabakalı ve kolay kırılıp dağılabilen bir özelliğindedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.7 : Yayla Melanjındaki talklaşma (Ayvatlar yolu üzeri).



Şekil 3.8 : Yayla melanjı içerisindeki kristalize kireçtaşlarında gözlenen oksidasyona görüntüsü (Yer:değirmen boğazı mesire alanı ).

Çalışma alanında gözlenmekte olan cevherleşme zonları çok sert, diğer alterasyon ve oksidasyona zonları ise çok yumuşak ve çok kırıklı yapı göstermektedir. Nikel zuhuru çalışma alanın KB'sın da yer almakta olup, limonitlerle beraber yaklaşık 1-1,5 m genişliğinde, 2 m kalınlığında, KD-GB doğrultusunda yayılım göstermektedir (Şekli 3.11). Yayla melanjının yayılım gösterdiği bölgenin hemen hemen tamamına yakınında gözlenmekte olan limonitler yaklaşık olarak 10-200 cm kalınlığında ve 2- 100 cm genişliğindedir.



**Şekil 3.9 :** Melanjı oluşturan birimlerde gözlenen limonitler (Yer:Değirmen boğazı içi orman yolu (2 Km.)mesire alanı girişi).





**Şekil 3.10** : Yayla Melanji'na ait talklaşmaların arazideki görünümü.



**Şekil 3.11** : Yayla melanjının lateritleşmiş kesimlerindeki garniyerit ( yeşilimsi renk) arazi görünümü.

Yayla melanjına ait Kızılbayır Tepe ve orman yolu üzerinde yüzlek veren kireçtaşları sarımsı kahve renklerde demir içerikli olup yer yer çok fazla ayrılmaya

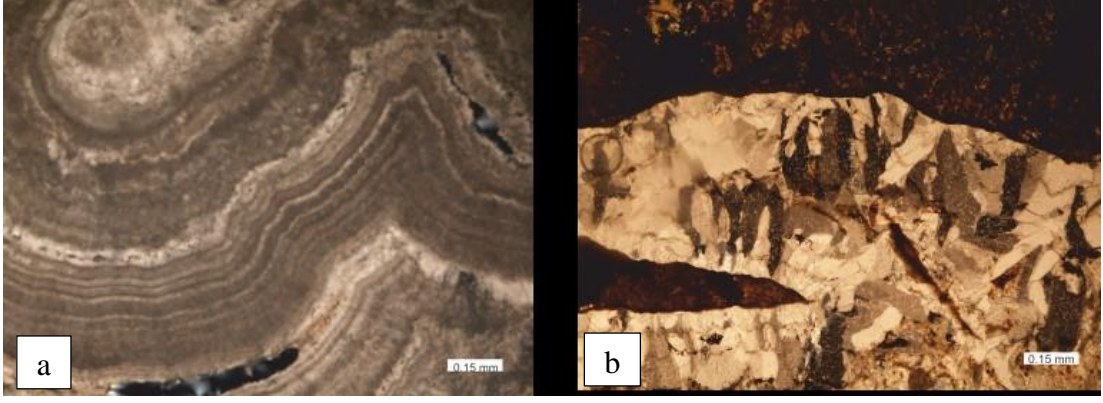
maruz kalmıştır. Bu bölgeden alınan kireçtaşlarının üzerinde makro olarak gözlenen fosillerin mikroskop altında incelenmesi sonucu Cyanobacteria yaygıları ve tabanda intraklast çekirdekli Stramotolitlerden oluşan fosil olduğu gözlenmektedir (Fosil tayinleri Yrd. Doç.Dr. Ali Murat Kılıç tarafından yapılmıştır). Bu fosiller sığ denizel ortamda oluşmuşlardır (Şekil 3.12).

Yayla Melanjı'ndan alınan 31 nolu numunede gözlenen kireçtaşlarının mikroskopik incelemeleri sonucunda sparit çimentolu, kalsit içerikli rekristalize kireçtaşı [16] olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.13).

Yayla melanjı içerisinde Balıkesir-Susurluk yolu üzerinde bulunan Değirmen Boğazı Mesire alanı 150 m. doğusunda gözlenen koyu gri ve siyah renkli spilitik bazaltlar çok sert, boşluklu, bol kırıklı olup makaslama çatlakları gözlenmektedir. Spilitik bazaltlar radyoloritlerle beraber bulunmakta olup radyoloritler sarımsı kahverengi renkli, kırıklı ve makaslama çatlaklarının olduğu kısımlarda daha ince taneli olduğu gözlenmektedir. Spilitik bazaltlarda bulunan çatlaklarda çatlaklar boyunca cevher getirimleri gözlenmektedir. Çatlaklar arası mesafe yaklaşık olarak 15,5 cm olup, çatlakları doğrultuları KB-GD yönlü, eğim yönü GB olmakta ve eğim açısı 26-30 derecedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.12 : Cyanobacteria fosil içeren kireçtaşının makroskobik görüntüsü.

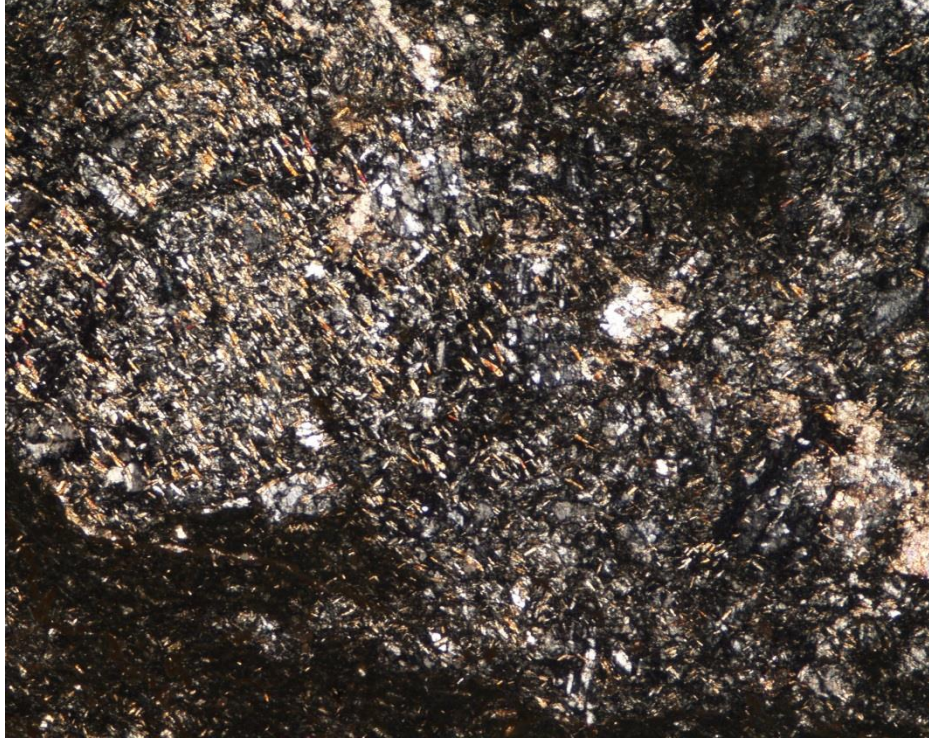


**Şekil 3.13 :** a) Konsantrik karbonat halkaları kireçtaşlarının Cyanobacteria fosili içeren kireçtaşlarını mikroskopik görünümü, b) Çatlaklarında demir muhtefa eden kireçtaşının optik mikroskop görünümü.

Yayla melanjına ait spilitik bazaltın mikroskopik incelenmesinde, plajiyoklazların öz şekilli, öz şekilsiz ve zonlu yapıların çok belirgin olduğu gözlenmiştir. Kesitte incelenen plajiyoklazların ayrışmasından dolayı kil minerallerine dönüştüğü gözlenmiştir. Kesit içerisinde opak mineraller çok az sayıda ve öz şekilsiz olarak bulunmakta, kesitin büyük bir kısmın oluşturan hamuru ise plajiyoklaz mikrolitleri oluşturmaktadır (Şekil 3.15). Kesitin geneli porfiri dokuludur.



**Şekil 3.14 :** Spilitik bazaltlardaki çatlakların arazideki görünümleri.



**Şekil 3.15** : Yayla melanji'nda gözlenen spilitik bazaltların mikroskobik örnekleri (ÇN, X4).

#### **3.1.1.2.3 Kalınlık**

Yayla melanji eski kaya birimleri üzerinde tektonik dokanak olarak yer almaktadır. Bu nedenden dolayı aralarında stratigrafik istiflenme ve düşey-yanal geçişler bulunmayan bu birimde herhangi bir kalınlık belirtmek olası değildir. Alt ve üst sınır görülmediğinden kalınlığı hesaplanamamıştır.

#### **3.1.1.2.4 Alt ve Üst Sınırlar**

Çalışma alanında Yayla Melanji'nın üst sınırında uyumsuz olarak Erken Miyosen Şapçı Volkanitleri bulunmaktadır. Alt sınırı çalışma alanında gözlenmemesine rağmen önceki çalışmalarda Melanjın Paleozoyik yaşlı şist ve Karakaya Grubu üzerine bindirmelerle tektonik olarak geldiği belirlenmiştir [17].

### **3.1.1.2.5 Fossil İçeriği ve Yaş**

Yayla Melanji'na ait inceleme alanında yaş verebilecek makro Cyanobacteria fosili tespit edilmiş olmasına rağmen bu fosil birimlere yaş vermemektedir. Daha önceki paleontolojik çalışmalar yardımıyla, Yayla Melanji'nın yaşı Geç Kretase olarak verilmiştir [28].

### **3.1.1.3 Hallaçlar Volkaniti**

#### **3.1.1.3.1 Ad ve Yayılım**

Çalışma alanında gözlenmekte olan bu birim, ilk kez Kurshensky [18] tarafından çalışılmış, [11] tarafından çalışmalara devam edilmiş ve adlama Kurshensky [18] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada aynı adlama kabul edilerek kullanılmıştır. Hallaçlar Volkanitinin en iyi gözlendiği yer çalışma alanı çevresinde bulunan Döllük Tepe, Kocatarla Tepe, Büyükteferrüç Tepe ve civarıdır.

#### **3.1.1.3.2 Litoloji ve Petrografi**

Çalışma alanındaki bu birim yer yer altere andezit, bazaltik-andezitik ve piroklastiklerden oluştuğu gözlenmektedir. Çalışma alanı içerisinde çok geniş yüzeylemeler veren bu birim birçok mostrada alterasyona uğramış şekilde gözlenmekte olup, arazide sarı, açık kahverengi ve krem renkleri ile göze çarpmaktadır.

Çalışma alanı içerisinde bulunan altere olmuş andezitler; sarımsı renkte ayrışmalar göstermekte, mineraller alterasyondan dolayı makro olarak ayırt edilememektedir (Şekil 3.16).



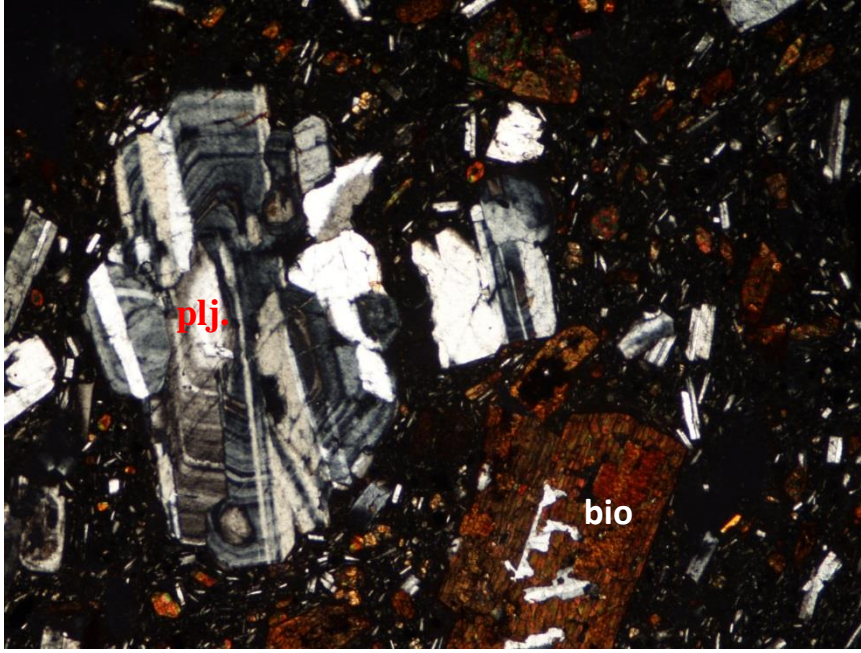
**Şekil 3.16** : Hallaçlar Volkanitindeki altere olmuş andezitin sarımsı-grimsi rengi (Yer: Köteyli köyü 2 Km. KD' sunda).

Çalışma alanının kuzey doğusunda bulunan andezitlerin mikroskobik incelemesi yapılmıştır. Buna göre; mikrolitik, mikrolitik porfirik ve yer yer de akıntı dokusu gösteren kayaç, plajiyoklaz, biyotit ve amfibol minerallerinden oluşmaktadır.

Plajiyoklazlar yarı öz ve öz şekilsiz olup iri veya küçük kristaller halindedir. Ayrıca hamuru oluşturan mikrolitler de mevcuttur. Albit ikizi ile birlikte bazıları zonlu yapıda sunmaktadır. Plajiyoklazlarda %An içeriği 18-49 arasında değişmekte olup cinsleri oligoklas ve andezindir. Plajiyoklazlardaki anortit oranının bazı kesitlerde düşük olması kayaçlardaki alterasyonla ilişkilendirilebilir. İri plajiyoklazların bazıları daha küçük plajiyoklaz mineral enklüzyonları içermektedir. Bazı kesitlerde plajiyoklazlar yoğun alterasyon uğramış olup alterasyon sonucu kil ve serisit oluşmuştur. Kırıklı yapı gösterirler ve kırıklar genellikle uzun eksene dik yönde gelişmiştir.

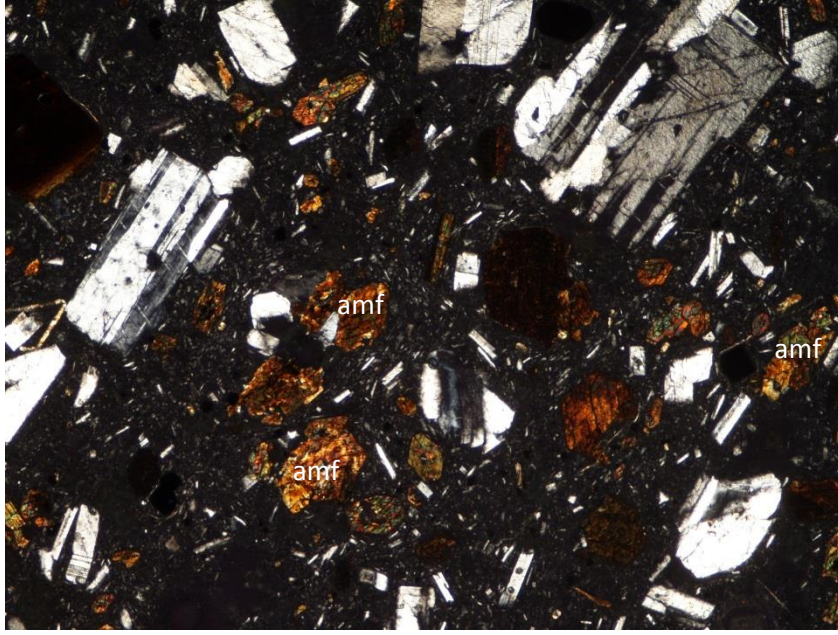
Biyotitler genellikle öz şekilli ve yarı öz şekilli olup çubuksu görünümündedir. Açık kahverengi ile koyu kahverengi arasında renk pleokroizması gösterirler. Altere olanları ise kırmızı renkte olanlar da vardır. Biyotitlerde gözlenen kırmızı renk oksidasyon sonucu meydana gelmiştir. Biyotitlerde yer yer opaklaşma ve kloritleşme gözlenmektedir (Şekil 3.17). Opak mineral enklüzyonları mevcuttur.

Amfiboller; öz şekilli ve yarı öz şekilli iri ve orta taneli kristaller halindedir. Basal kesitlerinde baklava dilinimli mevcuttur. Açık yeşil ve koyu yeşil renk pleokroizması tüm kesitlerde mevcut olup sönme açıları yaklaşık olarak  $14^{\circ}$  -  $49^{\circ}$  derece arasında değişmektedir. Yoğun alterasyona maruz kalan amfibollerde dilinim hatları boyunca kloritleşme gözlenmektedir (Şekil 3.18). Yer yer kırıklı ve parçalanmış yapı da sunmaktadırlar. Kesitlerde biyotit ve amfibolün yüzde oranları genellikle aynıdır.



Şekil 3.17 : Andezitteki zonlu plajyoklaz ve okside biyotit (ÇN, X4).

Apatit tali mineral olarak genellikle plajiyoklazlarla beraber bulunurken klorit, kil ve serisit ayrışma mineralleri olarak izlenmektedir. Hamur ise plajiyoklaz ve ferromagnezyen mikrolitleri ve camsı malzemedir.



**Şekil 3.18** : Yarı öz şekilli kloritleşmiş amfibol mikroskobik görüntüsü (ÇN, X4).

#### **3.1.1.3.3 Kalınlık**

Hallaçlar Volkanitinin çalışma alanı ve çevresinde çok büyük bir yayılım göstermesi, bu birimde herhangi bir stratigrafik istiflenme ve yanal bir geçiş olmadığından dolayı birim için bir kalınlık belirtmek mümkün gözükmemektedir.

Hallaçlar Volkaniti çalışma alanında dışında Bağburun Formasyonu üzerine tektonik dokanakla yer almaktadır. Alt sınırı görülmediğinden dolayı birimin kalınlığı hesaplanamamıştır.

#### **3.1.1.3.4 Alt ve Üst Sınırlar**

Çalışma alanında izlenmemesine rağmen Hallaçlar Volkaniti'nin alt sınırında uyumsuz olarak Üst Oligosen yaşlı Bağburun Formasyonu bulunmaktadır. Üst sınırında ise yine tektonik uyumsuzluk ile Erken Miyosen yaşlı Şapçı Volkanitleri bulunmaktadır.



### **3.1.1.3.5 Yaş**

Hallaçlar Volkaniti'ne ait örneklerden Krushensky [18] tarafından 23,6 milyon yıl, Dönmez ve diğ. [11] tarafından ise 26,5±1,1 milyon yıllık jeokronolojik yaşlar bulunmuştur. Dolayısı ile volkanizma Geç Oligosende etkin olmaya başlamış ve Erken Miyosen'e kadar etkinliğini sürdürmüştür [18, 11].

### **3.1.1.4 Şapçı Volkaniti**

#### **3.1.1.4.1 Ad ve Yayılım**

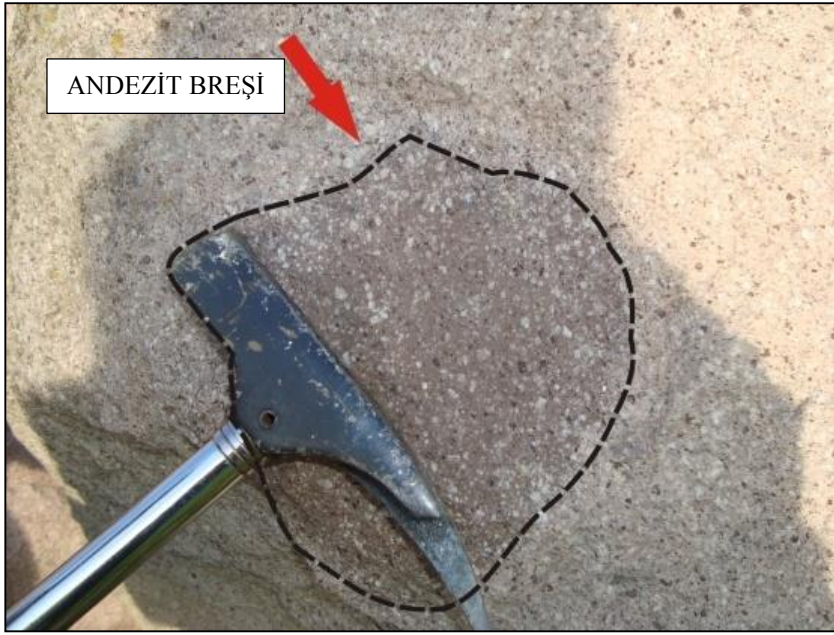
Birim ilk kez Krushensky [18] tarafından çalışılmış ve “Şapçı Formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır. Biga yarımadasında birim Balya (Balıkesir) ilçesi batısındaki Şapçı mevkiinde ve çalışma alanı içinde İbirler Köyü civarında yüzeyleme vermektedir. Balya'daki yüzeyleme alanı daha büyük olup ismini de oradaki Şapçı Köyünden almıştır. İbirler Köyü güneyi ve Ayvatlar köyü kuzeyinde lavların belirgin çıkış noktaları gözlenmektedir.

Şapçı Volkanitinin en iyi gözlemlendiği çıkış noktaları çalışma alanı içerisinde bulunan Fatma Tepe, İkizce Tepe, Kiremitli Tepe, Sığıreyleği Tepe, Çitlenbik Tepe, Kocaadadır Tepe, Dedebayır Tepe, Kocabayır Tepe ve civarıdır.

#### **3.1.1.4.2 Litoloji ve Petrografi**

Şapçı volkanik kayalar lavlardan ve piroklastiklerden oluşmaktadır. Her iki birimde andezit karakterindedir. Tüfler daha geniş alanda yayılım gösterirler. Lavlar ise topoğrafik olarak yüksek kodlu tepelerde mostra vermektedirler. Andezitler, masif ve homojen bir yapıya sahip olup açık gri renkli bazen de pembemsi veya gülkurusu rengindedir. Makro olarak plajiyoklaz, amfibol ve biyotit mineralleri gözle rahatlıkla ayırt edilebilmektedir.

Ayvatlar köyü Deliktaş mevki civarındaki andezitler içerisinde yer yer yine andezitik anklavlar gözlenmektedir. Bu anklavların boyutları yaklaşık olarak 15-16 cm'ye kadar çıkmaktadır (Şekil 3.19 ve 3.20). Bu bölgedeki tüfler çok sert olup Aysa Mermer tarafından işletilmektedir (Şekil 3.21). Ocaktan alınan makro örneklerin büyük bir çoğunluğunda plajiyoklazlar gözle ayırt edilebilecek büyüklükte gözlenmektedir. Aysa Mermer tarafından işletilen ocaktaki andezitik tüflerde çok fazla çatlak gözlenmekte ve bu çatlakların yönleri genel olarak K50B/70KD ile G40B/65GD şeklindedir (Şekil 3.22).



Şekil 3.19 : Ayvatlar Köyü'nde Aysa Mermer'e ait işletme içerisinde andezit breşi.



**Şekil 3.20** : Ayvatlar Köyü'nde Aysa Mermer'e ait işletme içerisinde andezit breşi.



**Şekil 3.21** : Aysa Mermer tarafından işletilen masif Şapçı andezitleri ( Yer: Ayvatlar Köyü KB).



**Şekil 3.22** : Taş Ocağı olarak işletilen Şapçı andezitinde çatlak görünüşleri.

Birimin lavları çalışma alanının güney doğusunda bulunan Çengeltaş tepe civarında, kuzey batısında Dedebayır tepe, kuzeyinde Bakacak tepe ve Kiremitli tepede mostra vermektedir (Şekil 3.23). Bunlar çok sert ve masif bir yapıda olup ayrışmamış biyotitler belirgin bir şekilde gözlenir ve gri renklilerdir. Dedebayır tepe ve Bakacak tepe de tüflere nazaran ayrışmanın daha az olduğu bu andezitler çok sert bir yapıya sahip olduklarından dolayı çok zor kırılmaktadırlar (Şekil 3.24).

Andezitik tüfler lavlara göre çalışma alanı içerisinde çok fazla mostra vermektedirler. Bunlar bol çatlaklı ve bu çatlaklar boyunca da kırılğan bir yapıya sahiptirler.

Andezitik tüflerde ve lavlarda yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda alınan numuneler de lavların çıkış noktalarına doğru mineral içeriklerinde bazı mineral yoğunluklarında artış olduğu gözlenmektedir. Çalışma alanının güney doğusuna doğru biyotitlerin, kuzey batısına doğru ise plajiyoklazların artış gösterdiği gözlenmektedir. Bunlar da bize her iki taraftaki lavların aynı karakterde olmadığını göstermektedir.



**Şekil 3.23** : Kiremitli Tepe’de gözlenen Şapçı andezitleri.



**Şekil 3.24** : Dedeboyur Tepe’de gözlenen Şapçı andezitleri.

Şapçı volkanitlerine ait lav ve tüflerden alınan örneklerin ince kesitleri polarizan mikroskopta incelenmiştir. Buna göre andezitler, genellikle mikrolitik, mikrolitik porfirik, hyalomikrolitik ve yer yer de akma ve elek dokusu

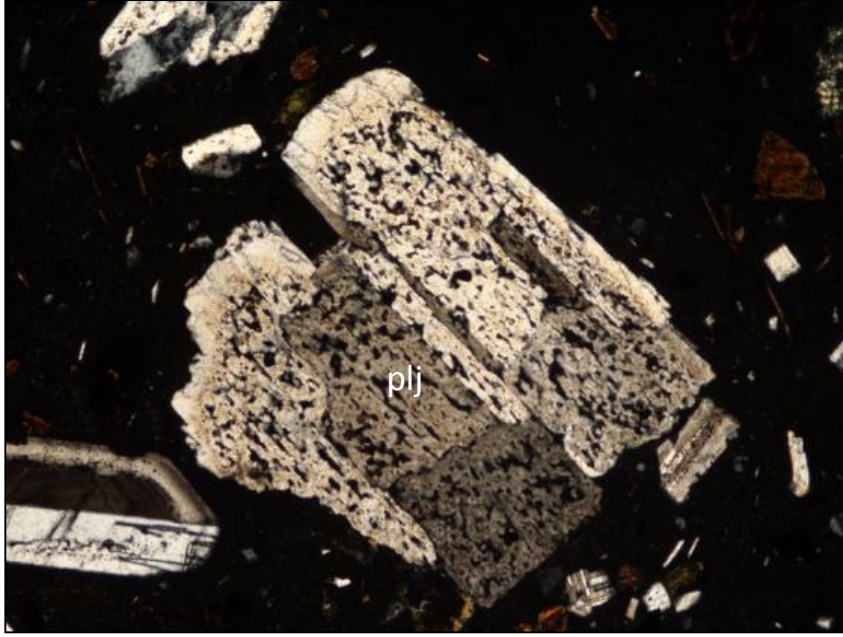
göstermektedirler. Kayaçları oluşturan ana mineraller; plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak oksit, tali mineral olarak, apatit ve zirkon, ayrışma mineralleri olarak ta serisit, kalsit, klorit ve kil bulunmaktadır.

Plajiyoklazlar, öz şekilli ve yarı öz şekilli kristallerden oluşmaktadır. Kayaçta iri, hamurda ise mikrolitler halindedir. %An içerikleri 30-49 arasında olup cinsleri andezindir. Genellikle albit ikizi göstermektedirler. Bazılarında ise zonlu bir yapı gözlenmekte olup bu zonlar haleler şeklindedir (Şekil 3.25). Ayrıca bazı plajiyoklazlarda da elek dokusu gözlenmektedir (Şekil 3.26). Plajiyoklazlar kırıklı ve çatlaklı bir yapıda olup ayrışmaya uğramışlardır. Ayrışma sonucunda yer yer kil, kalsit ve serizitleşmeler meydana gelmiştir. Ayrışma dilinim izleri ve zonlar boyunca gözlenmektedir. Bazı plajiyoklazlar kristalleri oluşumunu tamamlamadan yerini başka bir plajiyoklaz kristali almıştır veya birkaç kristal birlikte büyümüşlerdir (Şekil 3.27).

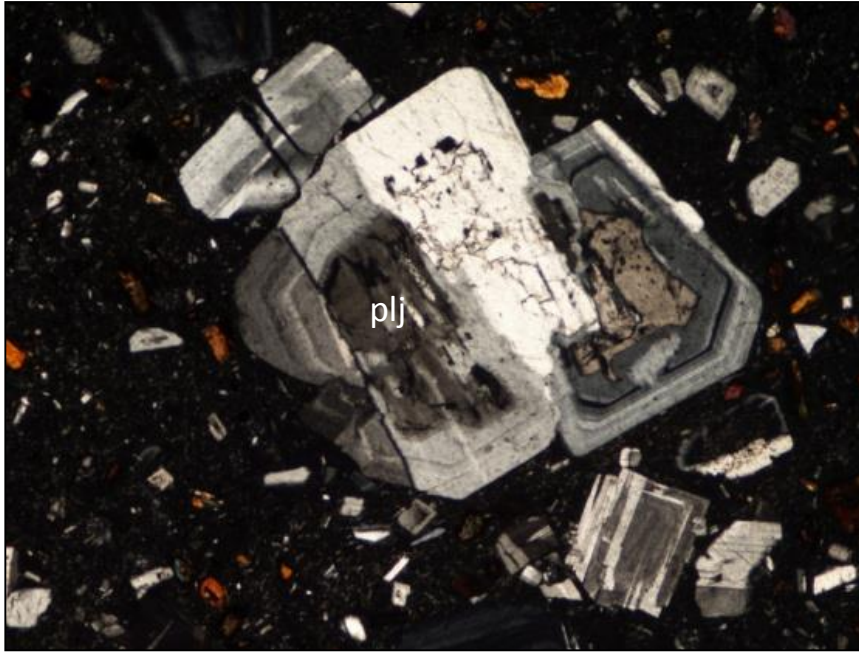
Kesitlerin mikroskobik incelemelerinde plajiyoklaz mikrolitlerinin belirli bir yöne doğru yönelmiş olarak gözlenmesi hamurda bir akma dokusu göstermektedir (Şekil 3.28). Akma dokusu ile beraber hamur içerisinde bol miktarda opak mineral ve plajiyoklazlar üzerinde apatit kapanımlar içermektedir.



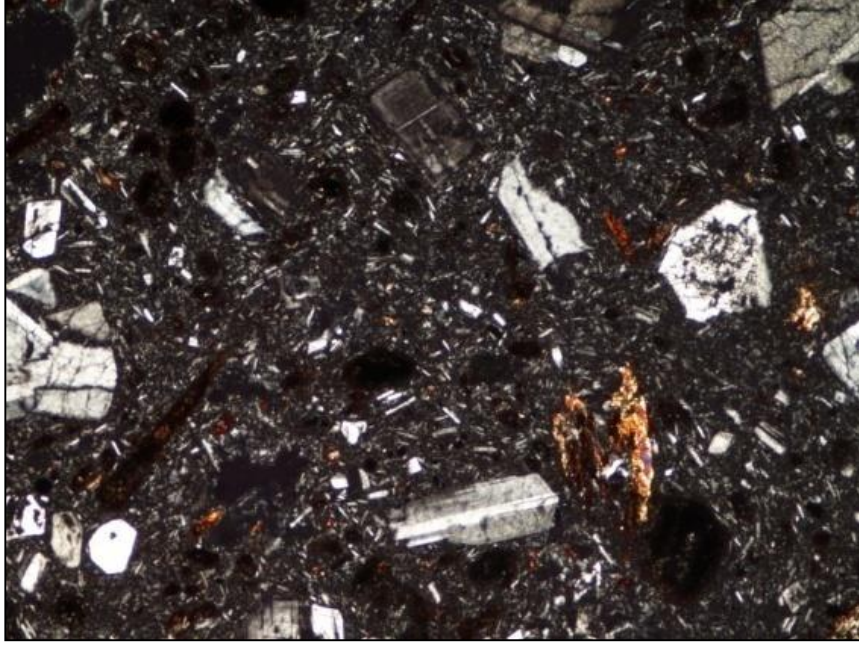
Şekil 3.25 : Zonlu yapı gösteren plajiyoklaz. Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4).



Şekil 3.26 : Elek dokusu gösteren plajiyoklaz. Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4).



Şekil 3.27 : Magma evrimi gösteren plajiyoklaz. Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4).

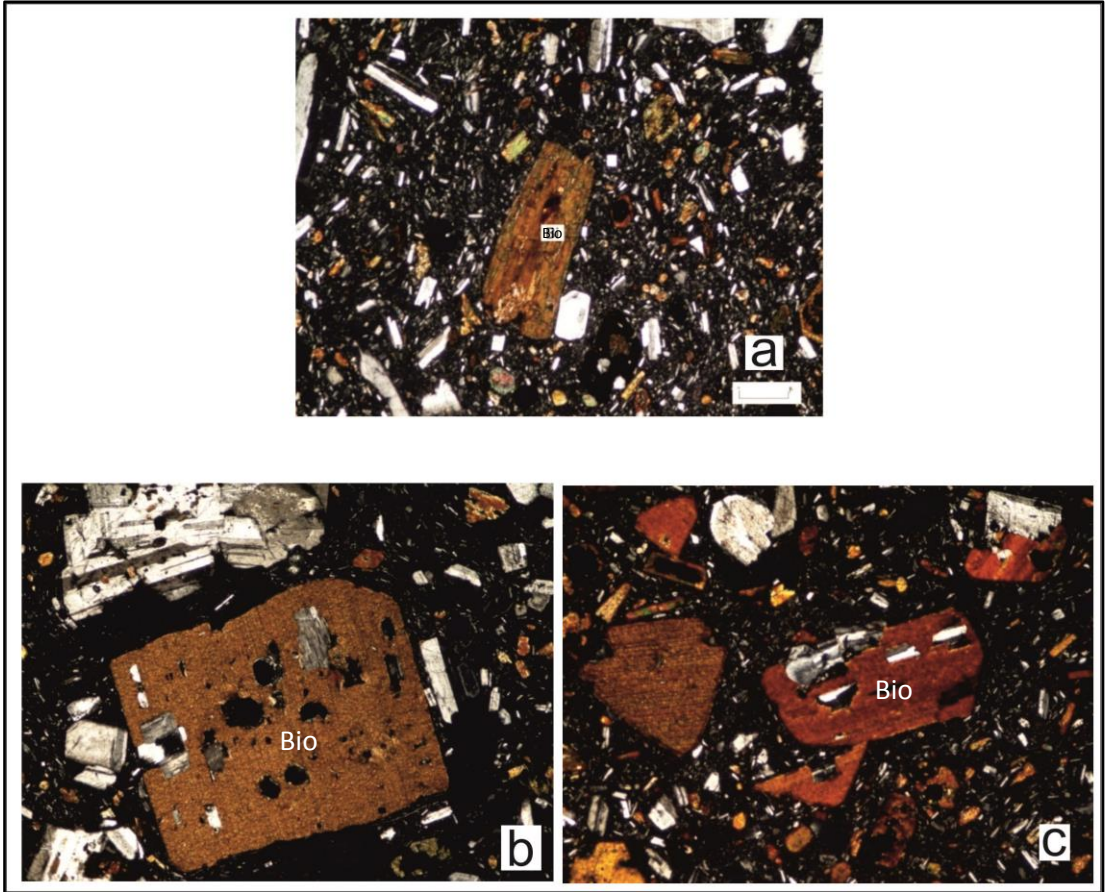


**Şekil 3.28** : Akma dokusu gösteren plajiyoklaz mikrolitlerinin Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4).

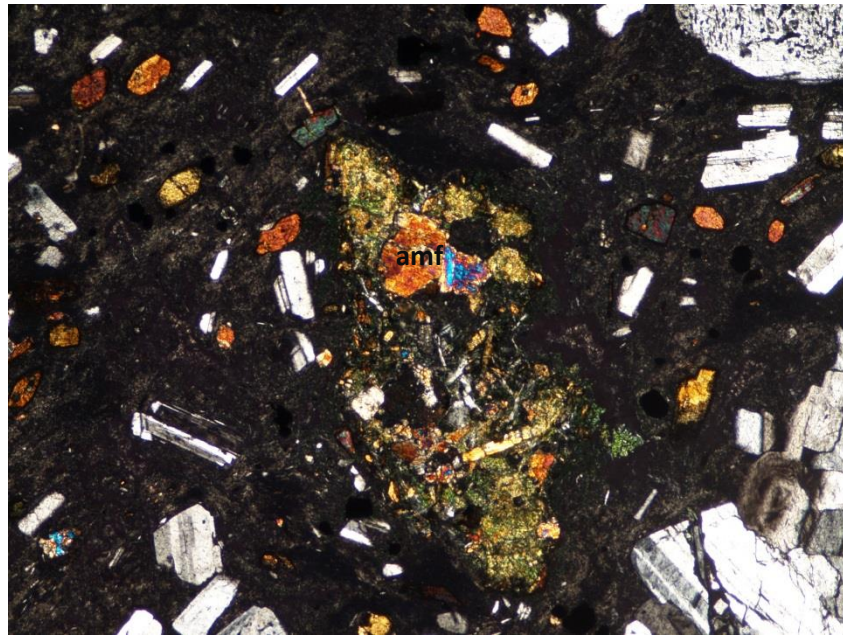
Biyotitler genellikle yarı öz şekilli, iri ve ufak taneli çubuksu kristallerden oluşmaktadır. Koyu kahverengi, açık kahverengi, sarı ve kırmızı pleokrizma renkleri göstermektedir. Tek yönlü dilinim göstermektedirler. Dilinim, kırık ve çatlaklar boyunca ayrışmalar gözlenmektedir. Ayrışma ürünü olarak klorit ile beraber yer yer de opaklaşma gözlenmektedir. Opaklaşma mineralin etrafında bir zon şeklinde gelişmiştir (Şekil 3.29). Plajiyoklaz ve opak mineral enklüzyonları içerir.

Amfibol iri ve küçük taneli, öz şekilli ve yarı öz şekilli, mükemmel dilinimli, yeşil ile açık yeşil pleokroizma renkleri göstermektedir. Yer yer  $h'(100)$  ikizi gösterirler. Amfiboller hamur içerisinde homojen bir şekilde dağılmışlardır. Kırıklı bir yapıya sahip olduklarından dolayı bu kırıklara da ayrışmalar gözlenmektedir. Bu ayrışmalar kloritleşmedir (Şekil 3.30). Amfiboller bol miktarda biyotit, plajiyoklaz ve opak mineral enklüzyonları içermektedir (Şekil 3.32). Sönme açıları  $10-30^\circ$  arasında değişmektedir. Kesitlerde yer alan gaz boşlukları ise kalsitle dolmaktadır (Şekil 3.31).

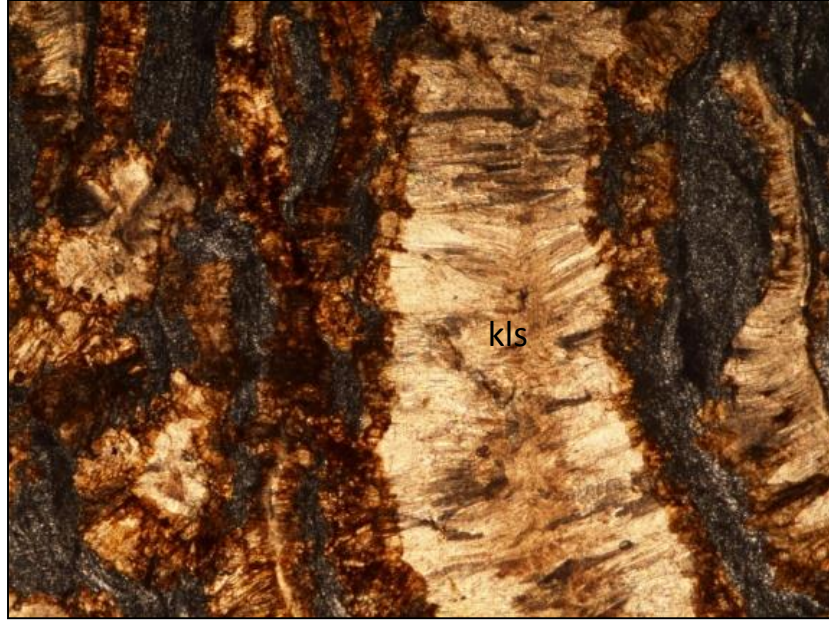




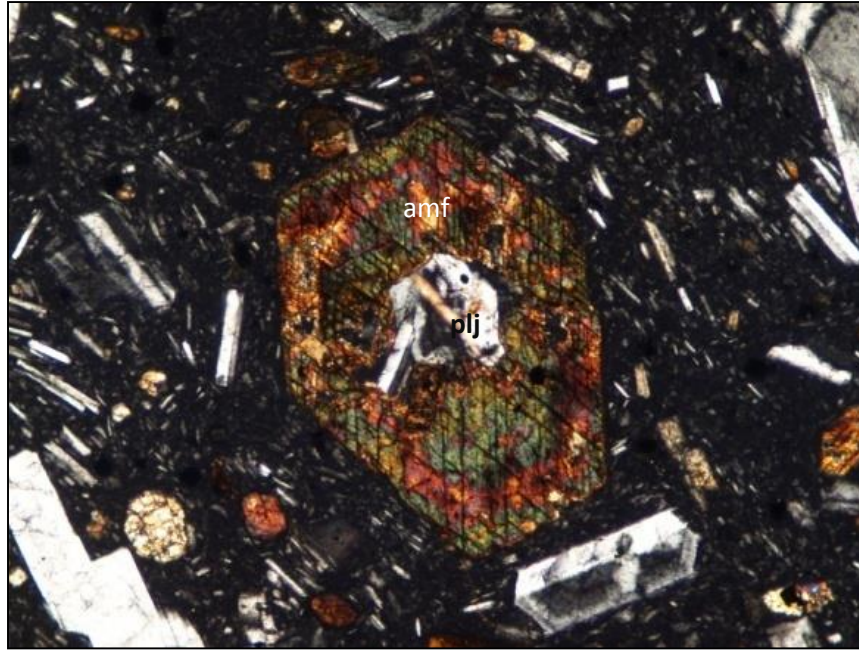
**Şekil 3.29** : a) Biotit ve opak minerale ait Mikroskop görüntüsü (ÇN, X4). b) Opak mineral içeren biotit görüntüsü (ÇN, X4) c) Demirleşmiş biotit, plj. mikrolitleri içerisindeki görüntüsü (ÇN, X4).



**Şekil 3.30** : Yarı öz şekilli kloritleşmiş amfibol mikroskopik görüntüsü (ÇN, X4).



Şekil 3.31 : Gaz boşluklarını dolduran kalsit görüntüsü (ÇN, X4).



Şekil 3.32 : Amfibol minerali içerisinde plajiyoklaz enklizyon görüntüsü (ÇN, X4).

Ferromagnezyen minerallerin dağılımı dikkate alındığında, inceleme alanının kuzeyinde amfibol oranı fazla iken güneye doğru gidildikçe biyotit oranının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu oran değişikliği magmanın diferansiyasyonu ile ilişkili olabilir.

Opak oksit mineralleri kayada %1-3 arasında bulunmaktadir. Dzensiz geometrik sekillerde olup ozellikle ferromagnezyen minerallerin bulunduğu alanlarda yoğunlaşmışlardır.

Apatit ve zirkon tali mineral olarak bulunur. Apatit iğnecikler halinde plajiyoklazlarla beraber bulunurken zirkon çok küçük boyutlu olup daha az orandadır. Ayrışma mineralleri olarak ta serisit, kalsit, klorit ve kil gözlenmektedir.

Hamur plajiyoklaz mikrolitleri ile çok küçük ferromagnezyen mineralleri ve camsı maddeden ibarettir (şekil 3.33).



şekil 3.33 : Mikrolitik porfirik dokuyla sahip amfibol görüntüsü (N, X4)

#### 3.1.1.4.3 Kalınlık

Yayla melanji üzerine tektonik olarak yerleşen şapi Volkanitinin tabanı görülemediğinden bu birimde kalınlık belirlemek mümkün olmamaktadır.

#### **3.1.1.4.4 Alt ve Üst Sınırlar**

Şapçı Volkaniti Geç Kretase yaşlı Yayla Melanjı üzerine uyumsuz olarak gelmekte olup üstten ise yine uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı alüvyon ile örtülmektedir.

#### **3.1.1.4.5 Yaş**

Birimden alınan makro örneklerden yapılan U-Pb yaş analizi sonucunda birimin yaşı 22,7-22,9 my Erken Miyosen olarak belirlenmiştir [ 29 ].

#### **3.1.1.5 Alüvyon**

Çalışma alanında bulunan bütün birimler üzerine uyumsuz olarak yerleşen Kuvaterner yaşlı alüvyon birim; Elmalı dere, Sepetçi dere, Kışağılı dere, Korkuyusu dere, Söğütlüçeşme dere, Tavşan dere, Köy dere, Sarnıç Pınarı ve Mandra Deresi çevresinde gözlenmektedir. Birim içerisinde çevre kayalardan mil boyutundan blok boyutuna kadar parçalar bulunmaktadır.

## 4. YAPISAL JEOLJİ

Balıkesir ili ve civarında üç ana yapısal unsur görülmektedir. Bunlardan ilki İzmir-Ankara-Erzincan Okyanusunun (Neotetis'in Kuzey Kolu), Geç Kretase Paleosen'de kapanmasına bağlı olarak gelişen yaklaşık KD-GB uzanımlı bindirmelerdir.

Bunlar Yayla Melanjı, Dağardı Melanjı, Çetmi Melanjı bindirmeleridir.

### 4.1 Giriş

İnceleme alanı ve çevresinde çok fazla tarım arazisi ve bunların işletilmesi, bunun dışındaki alanların büyük bir kısmının ise örtülü olması, çok fazla engebeli yükseltelerin olmadığı çalışma alanında yapısal unsurların gözlenmesini zorlaştırmaktadır. Bölgede gözlenen yapısal olayları şu şekilde sıralayabiliriz.

### 4.2 Tabakalı Yapılar

Çalışma alanı içerisinde mostra veren Bornova flişi, karmaşık olarak bulunmasından dolayı içerisinde bol miktarda olistolit karakterli birimler mevcuttur. Bu birimlerin allokton olması tabakaların ve tabaka ile ilişkili yapılar hakkında herhangi bir bilgi edinilmesine imkân sunmamaktadır. Yine aynı şekilde Yayla Melanjı allokton karakterli olması sebebiyle tabakalanma göstermemektedir. Hallaçlar ve Şapçı volkanikleri ise masif bir yapı sunmaktadır.

### 4.3 Faylar

Anadolu levhasının K-G yönlü sıkışmanın bir sonucu olarak harekete geçen KAFZ'nin batı uzanımları olan yaklaşık KD-GB uzanımlı Bayramiç-Çan, Evciler, Yenice-Gönen, Sarıköy, Pazarköy, Havran-Balıkesir doğrultu atımlı faylarıdır. Sonucusu ise D-B sıkışma sonucu oluşan K-G yönlü açılma ve buna bağlı olarak

gelişen Ege Graben Sisteminin Pliyosen'den itibaren devreye girmesi ile oluşan yaklaşık D-B, KD-GB uzanımlı grabenlerdir. Bunlar Edremit, Bakırçay, Simav, Bayramiç ve Balıkesir grabenleridir.

Çalışma alanında ise Şapçı volkanitini boydan boya kesen yaklaşık D-B yönünde sağ yönlü doğrultu atımlı fay mevcuttur. Bunun dışında inceleme alanında haritaya geçirilmeyecek kadar küçük boyutlu faylar tespit edilmiştir.

#### **4.4 Çatlaklar**

Çalışma alanındaki tüm birimlerde Batı Anadolu'daki gerilme rejimine ait bulgulara rastlamak mümkündür. Egemen olan makaslama çatlakları KB-GD ve KD-GB doğrultulu olup birimlerin K-G yönlü bir gerilmeye, D-B yönlü bir sıkışmaya maruz kaldığını göstermektedir. Bu çatlaklar genellikle ikincil silis ve karbonat mineralleri ile doldurulmuştur.

## 5. JEOKİMYA

### 5.1 Şapçı Volkanitleri'nin Jeokimyasal Özellikleri

#### 5.1.1 Giriş

Çalışma alanındaki şapçı volkanitlerine ait örneklerde ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmış ve bunlardan yararlanılarak volkanitlerin jeokimyasal özellikleri ile jeodinamik gelişimi ortaya konmaya çalışılmıştır.

#### 5.1.2 Ana ve İz Elementler

Şapçı volkanitlerine ait 10 adet örnekten yapılan ana ve iz element analiz sonuçları Tablo 5.1'de, nadir toprak element analiz sonuçları ise Tablo 5.2' de verilmiştir.

Volkanitlerin SiO<sub>2</sub> değerleri %60.09-66.51, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri % 14.64-16.38, MgO değerleri %0.79-2.80, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri 3.36-5.69, CaO değerleri 3.13-5.47 ve K<sub>2</sub>O değerleri %2.75-4 arasında olup değişkenlik alanları oldukça düşüktür. K<sub>2</sub>O/ Na<sub>2</sub>O oranı ise 0.81-1.12 arasında değişmektedir.

Volkanit kayaç örnekleri toplam alkali-silis diyagramında [19] andezit, trakiandezit, trakidasit ve dasit alanlarına düşmektedir ( Şekil 5.1).

Örnekler petrografik inceleme sonucunda andezit olarak adlandırılmasına rağmen, kimyasal olarak dasit ve trakidasit alanlarında gözlenmesi ortamdaki toplam silis artışından kaynaklanmaktadır. SiO<sub>2</sub>'ye karşı Zr/TiO<sub>2</sub> adlandırma diyagramında örnekler andezit ve dasit alanında yer almaktadır. Zr/Ti'ye karşı Nb/Y diyagramında [20] ise örnekler çoğunlukla trakiandezit ve andezit alanında bulunmaktadır. SiO<sub>2</sub>' ye

karşı  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  diyagramında volkanitlerin Subalkalen seri tarafında yer aldığı görülmüştür.

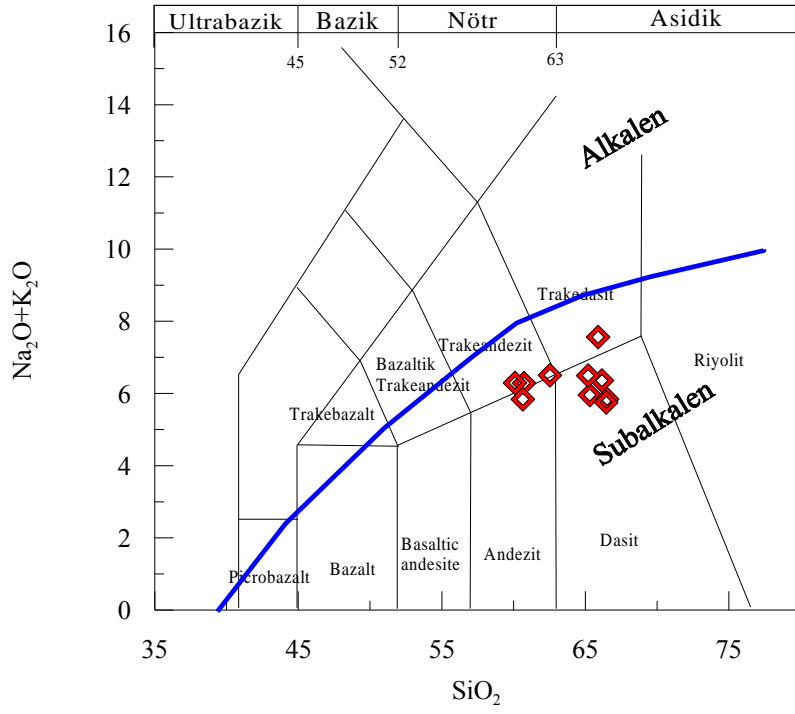
**Tablo 5.1:** Balıkesir volkanitlerinden alınan örneklere ait ana(% ağı.) ve iz (ppm) element analiz değerleri.

Kavac Adı	ANDEZİT									
	18	35	41	43	46	48	54	59	61	72
Örnek No	18	35	41	43	46	48	54	59	61	72
SiO <sub>2</sub>	65.31	65.88	66.15	60.72	65.18	66.51	60.09	62.53	66.45	60.64
TiO <sub>2</sub>	0.49	0.47	0.54	0.6	0.59	0.53	0.65	0.52	0.52	0.6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.96	15.61	15.77	16.15	16.01	14.91	16.01	16.38	14.64	16.38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	4.25	4.29	3.52	5.18	3.69	3.36	5.63	5.08	4.84	5.69
MgO	1.76	0.85	0.99	2.37	1.17	1.4	2.8	1.91	0.79	2.21
MnO	0.07	0.07	0.03	0.09	0.05	0.05	0.11	0.1	0.06	0.16
CaO	4.68	3.13	4.05	5.06	4.49	4.34	5.47	4.56	4.05	5.19
Na <sub>2</sub> O	3.11	3.57	3.35	3.14	3.49	3.1	3.48	3.45	3.01	3.01
K <sub>2</sub> O	2.85	4	3.01	3.15	3.01	2.75	2.82	3.06	2.75	2.83
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.21	0.2	0.22	0.26	0.26	0.22	0.33	0.19	0.21	0.2
A.Z	1	1.7	2.1	2.9	1.8	2.6	2	2	2.4	2.8
TOPLAM	99.72	99.72	99.72	99.66	99.71	99.72	99.68	99.73	99.73	99.72
Ba	1310	1300	1292	1491	1273	1266	1245	1153	1313	1179
Co	8.3	10.4	7.9	12.5	10.7	8.4	11.6	9.1	8.6	12.5
Cs	3.7	5.9	5.4	5.4	2.4	3.9	5	5.9	4.2	5
Ga	15.5	14.8	16.8	17.3	16.4	16.1	16.9	16.1	13.7	15.9
Hf	3.4	5.1	4.6	4.7	4.6	4.4	4.6	4.6	4.5	3.9
Nb	11.5	15.4	13.3	15.6	14.3	13.6	16.1	13.3	12.9	12.4
Rb	104.1	144.9	105.1	113.1	95.4	81.9	100.7	111.8	94.1	93.4
Sr	501.3	556	529	590.6	557.1	541.2	609.2	493.8	529	499
Ta	0.8	1.3	1	1	1	0.9	1	1	0.8	0.9
Th	19.3	32.3	18.8	19.8	19.4	18.1	19.2	20.3	17.1	17.2
U	3.9	7.9	6.5	5.8	5.4	5.7	5.9	6	3.9	4.8
V	87	71	117	97	93	88	104	86	62	106
Zr	121.9	173.8	152.4	175.7	166.3	153	170.9	151.7	147.8	148.5
Y	17.1	16	14.5	20.1	17.9	15.8	22.8	19.7	18.3	21
Mo	0.5	0.7	0.9	0.2	1	0.3	0.1	0.5	0.3	0.2
Cu	11.7	20.7	9.4	11.5	10.4	9.4	9.5	7.3	8.1	7.2
Pb	11.5	13	6.4	5	6.8	4.7	4.6	6.6	4.4	6.1
Zn	30	40	47	36	68	27	13	30	30	32
Ni	3.9	11.8	4.8	8.1	6.2	4.6	5.6	2.6	9	3.1
As	2	1.2	27.3	2.6	5.7	7	1.4	1.2	4.7	0.7
Mg#	72.67	78.64	80.36	68.10	79.33	75.61	66.14	70.48	83.68	70.14
MgO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.44	3.98	5.04	7.43	5.66	5.74	8.27	6.47	4.84	7.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cinsinden toplam demir. LOI(loss on ignition= ateste kayıp)Toplam ucucu Mg#=100xMg/(Mg+ Fe <sup>+2</sup> ). A/CNK= Mol Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(CaO+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O).										

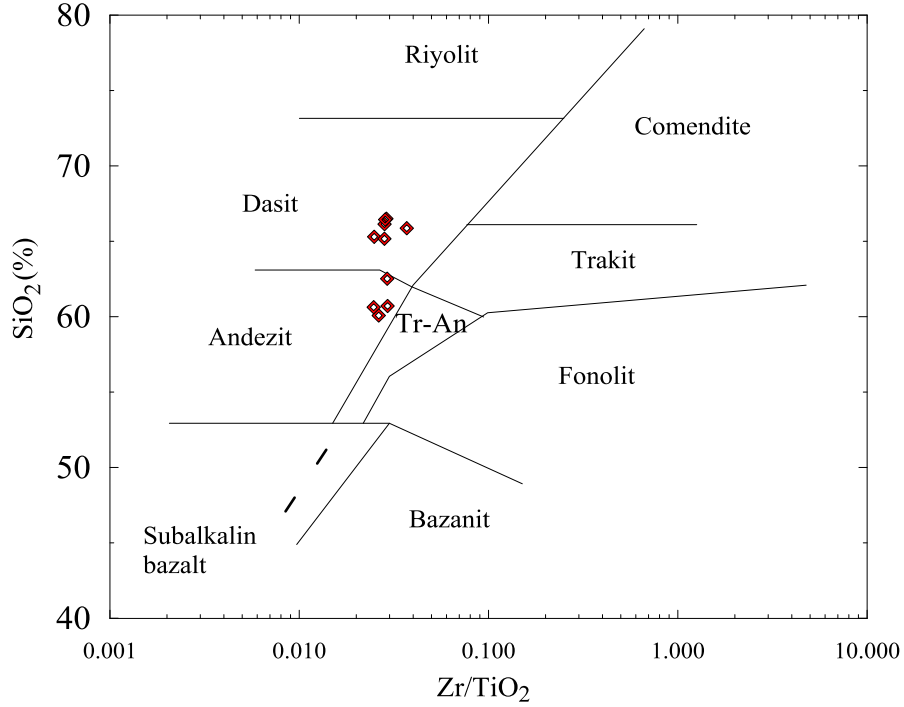


**Tablo 5.2:** Balıkesir volkanitlerinden alınan örneklere ait nadir toprak element (ppm) analiz değerleri.

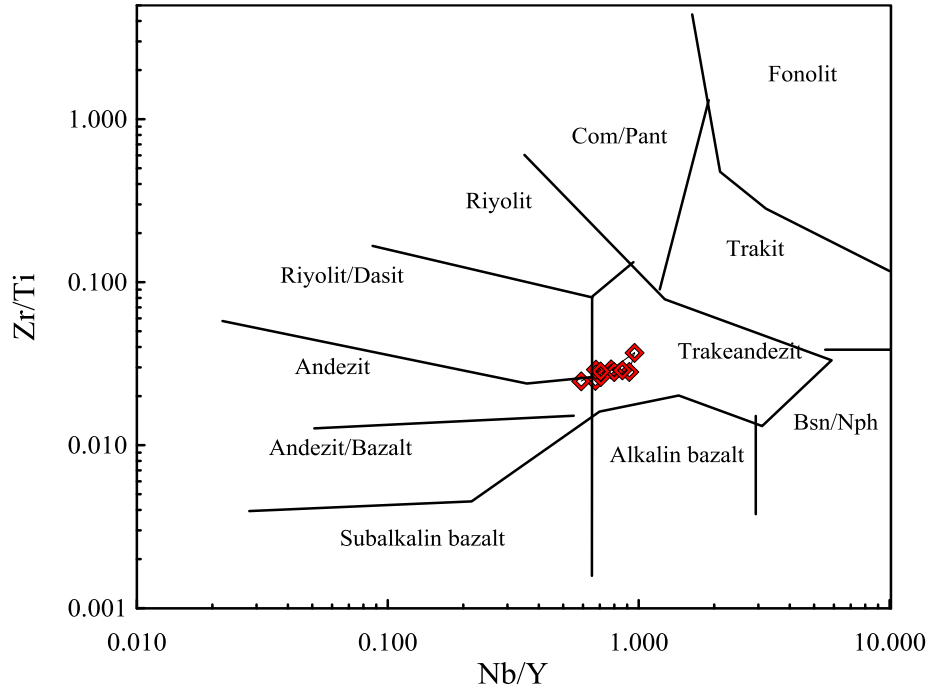
Kayaç Adı	ANDEZİT									
	18	35	41	43	46	48	54	59	61	72
La	37	48.9	14.7	41.9	44	37	43.7	37.7	36.1	35.6
Ce	68.2	83.5	75.5	79	81.7	68	80.7	71.2	66.4	67.3
Pr	7.01	8.92	7.7	8.39	8.54	7.21	8.69	7.44	7.14	7.04
Nd	26.1	32.4	28.1	32.2	31.2	25.7	31.6	27.7	27.1	27.6
Sm	4.13	4.96	4.35	5.29	4.93	4.23	5.25	4.57	4.4	4.62
Eu	1.09	1.17	1.1	1.27	1.22	1.07	1.3	1.14	1.07	1.16
Gd	3.18	3.38	3.1	3.92	3.74	3.24	4.24	3.5	3.39	3.68
Tb	0.35	0.55	0.48	0.64	0.6	0.53	0.69	0.6	0.56	0.61
Dy	2.9	2.8	2.57	3.41	3.45	2.81	3.57	3.2	3.27	3.29
Ho	0.57	0.52	0.49	0.66	0.59	0.51	0.71	0.64	0.59	0.65
Er	1.74	1.42	1.42	2.04	1.69	1.52	2.05	2.01	1.76	1.99
Tm	0.27	0.23	0.22	0.31	0.26	0.23	0.33	0.29	0.28	0.29
Yb	1.75	1.65	1.5	2.04	1.64	1.52	2.26	1.95	1.86	2.07
Lu	0.26	0.24	0.22	0.3	0.24	0.22	0.32	0.31	0.27	0.31
(La/Lu) <sub>N</sub>	15.25	21.84	7.16	14.97	19.65	18.02	14.64	13.03	14.33	12.31
(La/Sm) <sub>N</sub>	5.78	6.36	2.18	5.11	5.76	5.65	5.37	5.33	5.30	4.97
(Gd/Lu) <sub>N</sub>	1.52	1.74	1.75	1.62	1.93	1.82	1.64	1.40	1.56	1.47
(Sm+Gd) <sub>N</sub>	42.51	48.91	43.55	53.70	50.47	43.45	55.00	46.94	45.29	48.15
(Eu) <sub>N</sub>	18.79	20.17	18.97	21.90	21.03	18.45	22.41	19.66	18.45	20.00
Eu*	21.25	24.45	21.78	26.85	25.23	21.73	27.50	23.47	22.65	24.07
Eu	0.88	0.82	0.87	0.82	0.83	0.85	0.82	0.84	0.81	0.74
Eu*=(Sm+Gd)N/2, Eu=(Eu)N/Eu* .										



Şekil 5.1: Şapçı volkanitlerinin  $\text{SiO}_2$ 'e karşı  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  diyagramı [19].

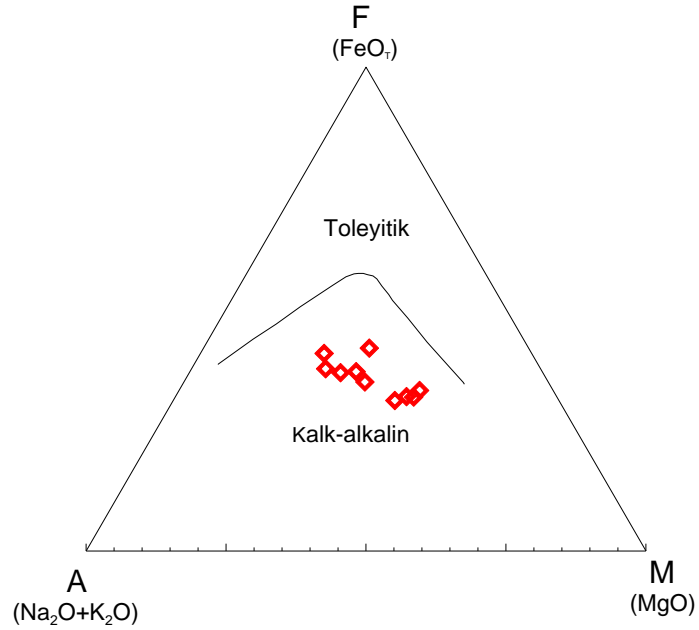


Şekil 5.2: Şapçı volkanitlerinin  $\text{SiO}_2$ 'e karşı  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  diyagramı.



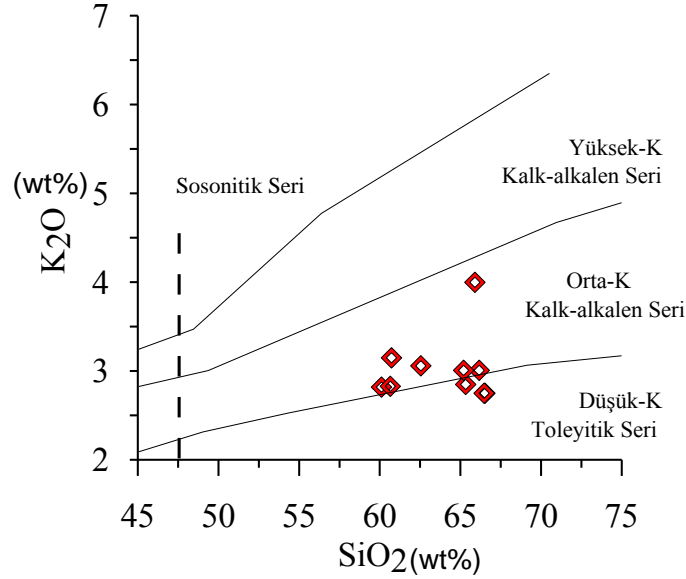
Şekil 5.3: Şapçı volkanitlerinin Zr/Ti'e karşı Nb/Y diyagramı.

AFM üçgen diyagramındaki [21] yönsemeye göre volkanitlerin tümü kalkalkali alana düşmüştür (Şekil 5.4).



Şekil 5.4: Şapçı volkanitlerinden alınan örneklere ait AFM [21] diyagramı.

$K_2O$ - $SiO_2$  diyagramında [19] ise örneklerin büyük bir kısmı orta-K kalk-alkelin seri alanına düşerken birkaç örnek ise düşük-K toleyitik seri alanında gözlemlenmiştir. Birkaç örneğin düşük-K göstermesinin nedeni ayrışma olabilir (Şekil 5.5).

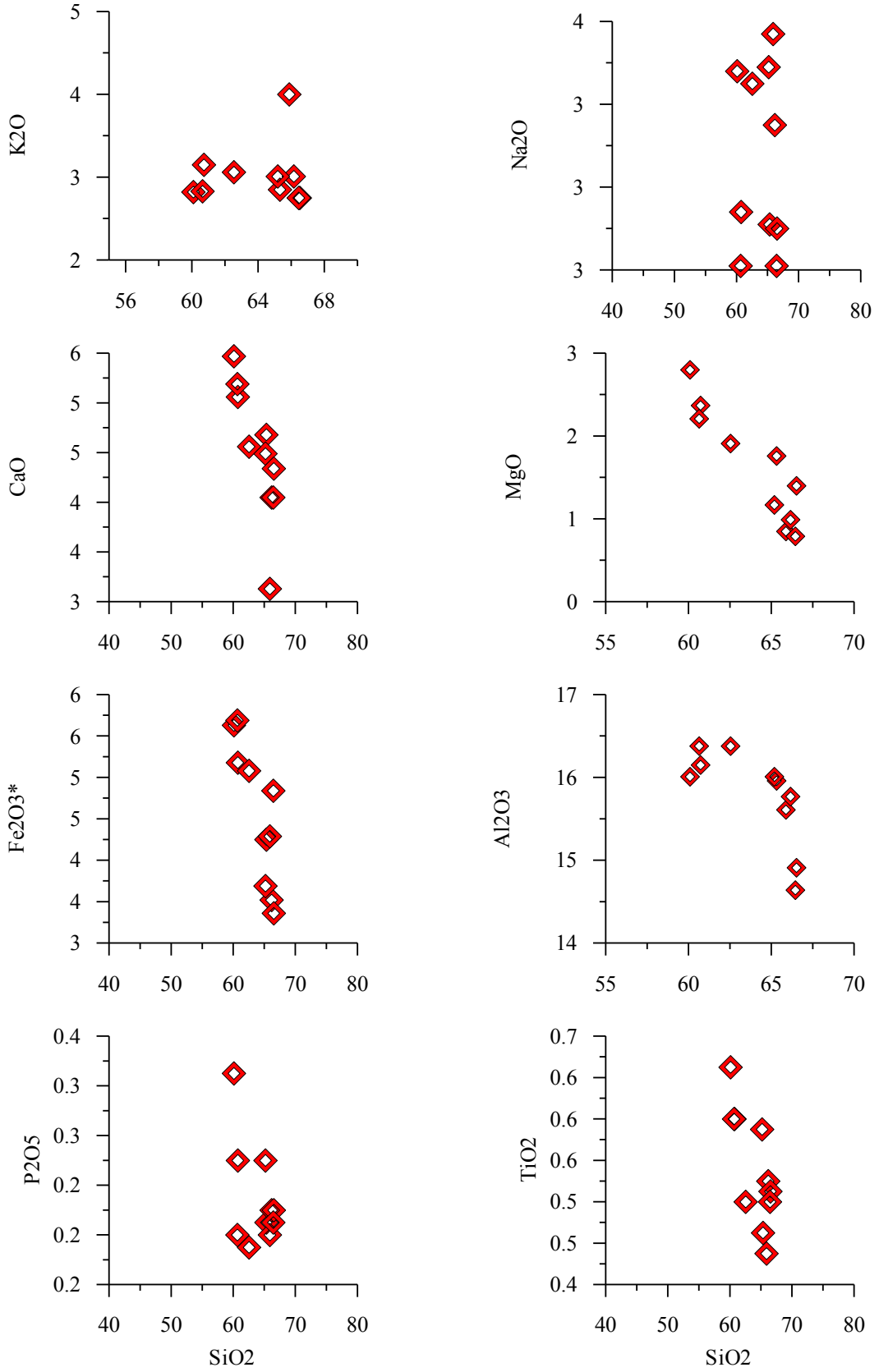


Şekil 5.5: Şapçı volkanitlerinin  $SiO_2$ 'e karşılık  $K_2O$  [ 19 ] diyagramı.

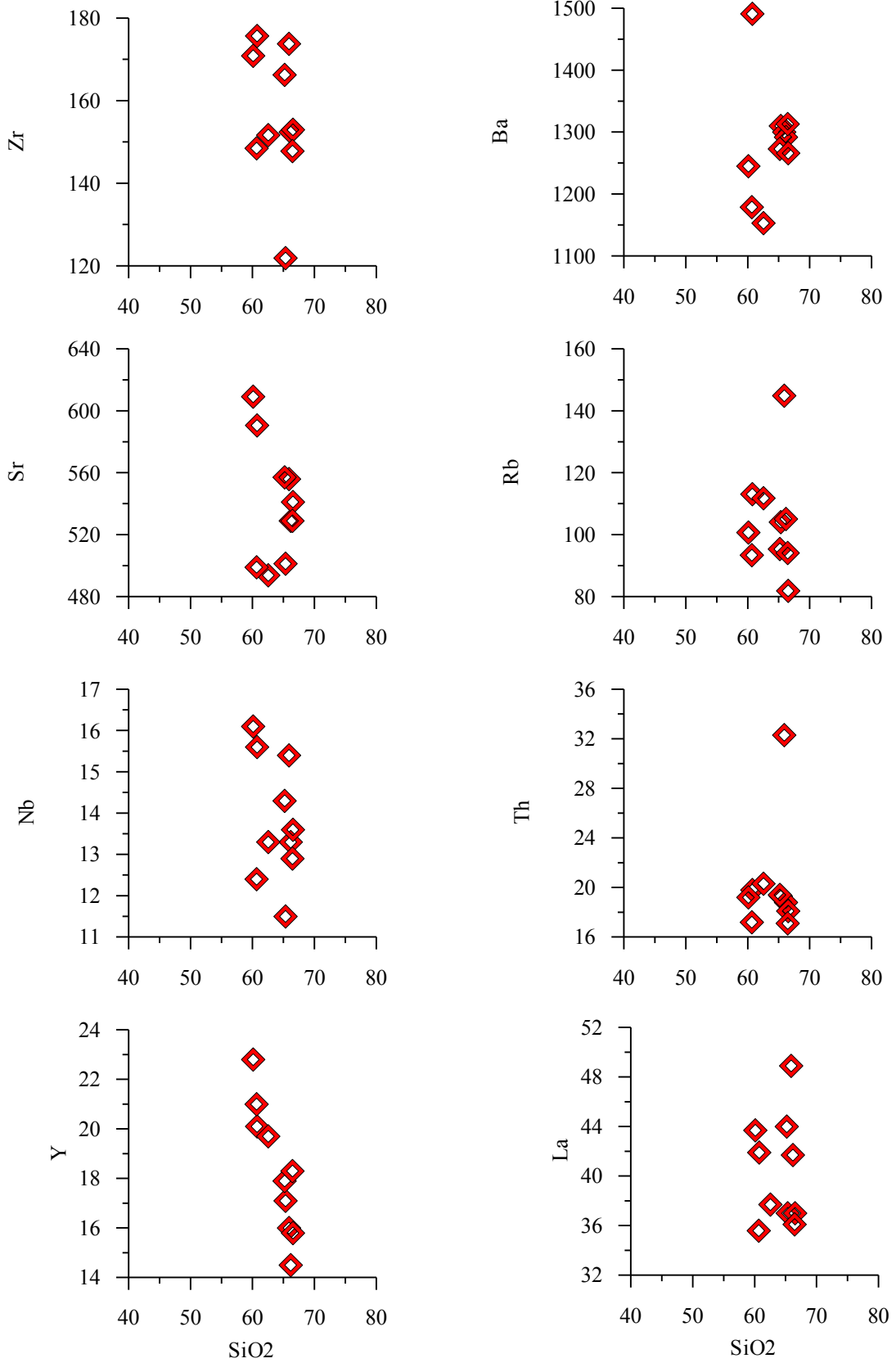
Şapçı volkanik kayaçlarında ana oksitlerin artan  $SiO_2$ 'ye göre değişimleri incelendiğinde dağılımların düzensiz bazılarının ise dike yakın olduğu görülmektedir.  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $Sr$ ,  $Rb$ ,  $Y$  ve  $Nb$ 'de hafif negatif yönseme mevcutken,  $K_2O$ 'da hafif bir pozitif eğilim gözlenmektedir.  $Ba$ ,  $Th$ ,  $La$  gibi elementlerde ise düzensiz dağılım sunmaktadır. Dike yakın eğilim magma odasında ve çıkış yolunda gerçekleşen kristal fraksiyonlaşması gibi bir magmatik olayın varlığını işaret eder. Ancak değişimlerde dikkat çeken husus  $SiO_2$  değişiminin dar aralıkta olmasına karşın bir çok ana iz elementin fazda değişimi düşeye yakın bir ilişki ile belirginleşmektedir. Böyle bir değişim muhtemelen gazların etkisi ile meydana gelebilecek bir kristal ayrışması ile oluşabilir.  $SiO_2$ 'ye karşı  $Na_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$  diyagramındaki değişimler özellikle plajiyoklazların kristallenmesinde etkili olmuştur.  $MgO$  ve  $SiO_2$  arasındaki ilişki mafik mineral fazının özellikle hornblendin ayrışmasına,  $SiO_2$ 'ye karşı  $Fe_2O_3$ 'ün değişim diyagramı ise  $Fe$ - $Ti$  oksitlerin ve hornblendin kristalleşmesinde etkili olabileceklerine işaret etmektedir (Şekil 5.6).

Uyumsuz elementlerden Rb'un değişimi hornblend, Sr'un değişimi ise plajiyoklazın kristallenmesi ile ilişkili olabilir. Benzer şekilde Y, hornblendin kristalleşmesi ile ilişkilendirilebilir. Bu bakımdan volkanitlerin gelişiminde plajiyoklaz ve hornblend ayrışmasının etkili olduğu söylenebilir (Şekil 5.7).

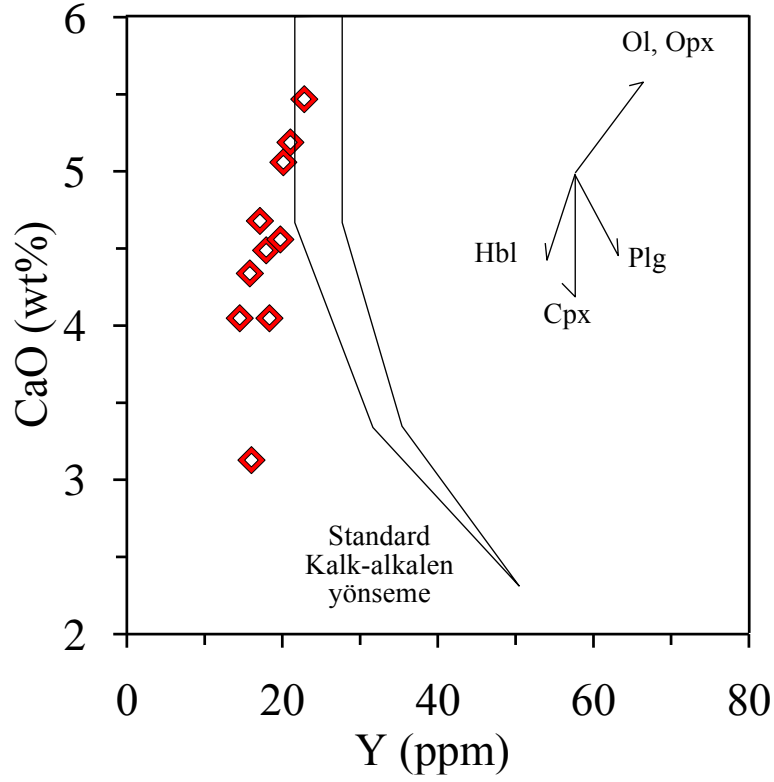
Kalk-alkalen kayaç gruplarında CaO'e karşı Y diyagramında standart kalk-alkalen yönsemesine göre Y içeriğindeki tüketilme ve zenginleştirmeyi esas alarak, L ve J tipi yönsemeler tanımlanmıştır. [22] Bu yönsemelerden L tipi olanlar klinopiroksen ve plajiyoklaz denetimli ayrışma ya da kaynak kayada tutulmasına, J tipi olanlarda hornblend ( $\pm$ granat) ve apatit kontrollü ayrışma ya da kaynak kayada tutulmasına işaret etmektedir. Çalışma alanındaki Şapçı volkanitleri standart kalk-alkalen yönsemesine göre Y'ce tüketilmiş olup J tipi bir yönseme sunmaktadır (Şekil 5.8). Bu yönseme volkanitlerin gelişiminde hornblend denetimli bir ayrışma varlığını ortaya koymaktadır.



**Şekil 5.6:** Şapçı volkanitlerinin SiO<sub>2</sub>'ye (wt%) karşılık ana element oksit (ağırlık %) değişim diyagramları.

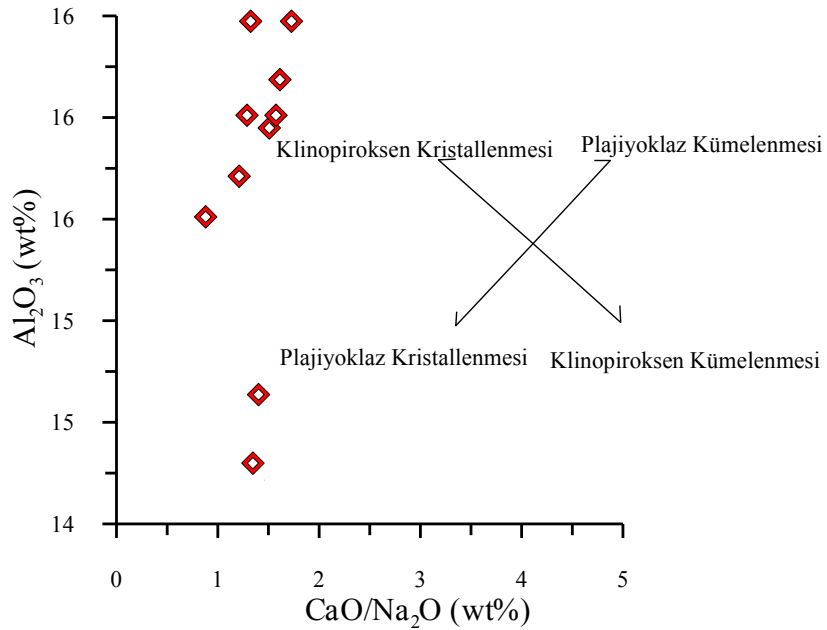


**Şekil 5.7:** Şapçı volkanitlerinin SiO<sub>2</sub>'ye (wt%) karşılık iz element (ppm) değişim diyagramları.



Şekil 5.8: Şapçı volkanitlerinin CaO'e (wt%) karşı Y (ppm) [22] diyagramı

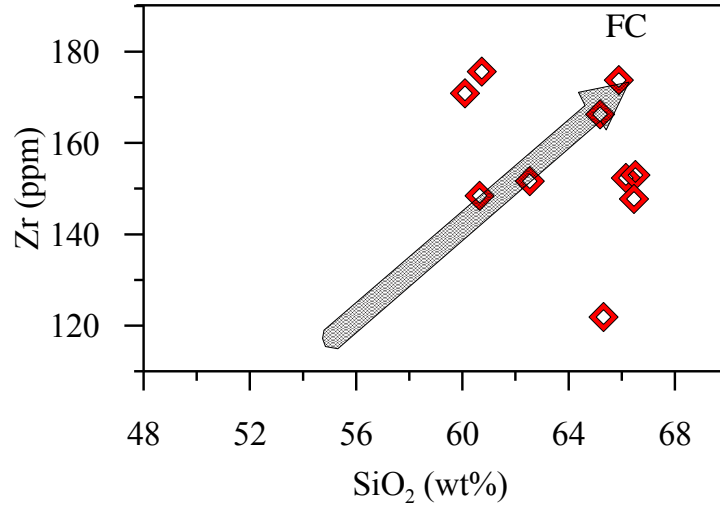
$Al_2O_3$ -CaO/ $Na_2O$  diyagramında Şapçı volkanitleri genellikle klinopiroksen ve plajiyoklaz kristallenmesini gösteren alanda bulunmaktadır. (Şekil 5.9).



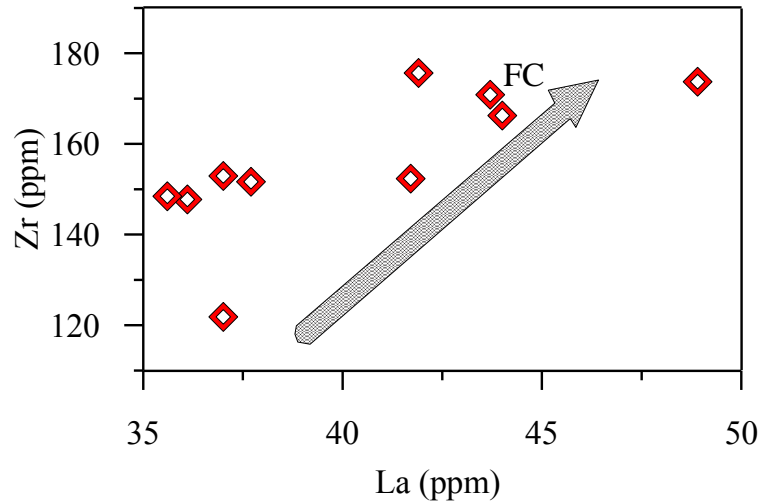
Şekil 5.9: Şapçı volkanitlerinin  $Al_2O_3$ 'e (wt%) karşılık CaO/ $Na_2O$  (wt%) diyagramı.



Aynı şekilde Zr-SiO<sub>2</sub> ve Zr-La diyagramlarına Şapçı volkanitleri düşürüldüğünde eğimli bir yönseme gösterdikleri ve bununla magmanın kristallenmesinin mineral ayrışması yoluyla meydana geldiğini ifade etmektedir. (Şekil 5.10, 11).



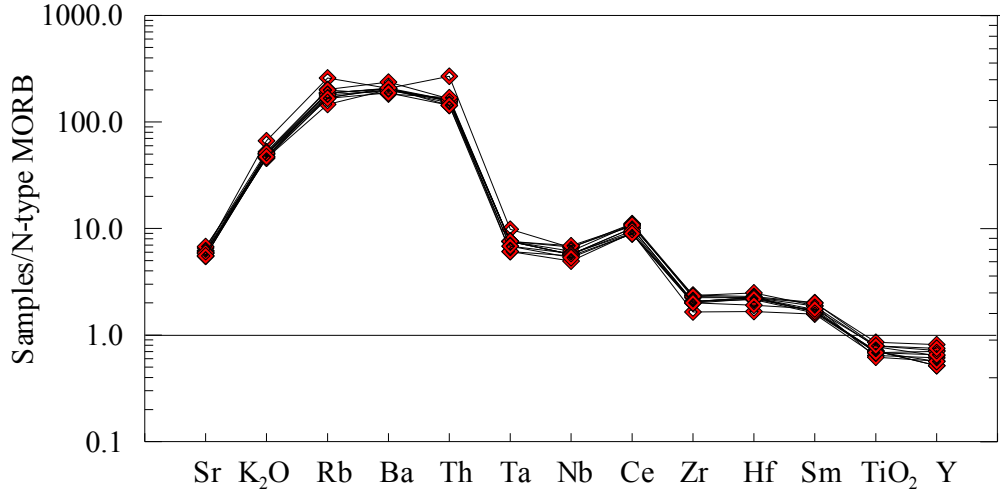
Şekil 5.10: Şapçı volkanitlerinin SiO<sub>2</sub>'e (wt%) karşı Zr (ppm) diyagramı.



Şekil 5.11: Şapçı volkanitlerinin La'ya (ppm) karşı Zr (ppm) diyagramı

N tipi MORB'a [23] göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramında (Şekil 5.12) örnekler LILE (Rb, Ba, Th) elementlerce zenginleşmiş, HFSE elementlerce fakirleşmiş oldukları görülmektedir. Dağılımlarda belirgin Nb anomalisi bulunmaktadır. Bu anomali apatit, Fe-Ti oksit gibi minerallerin

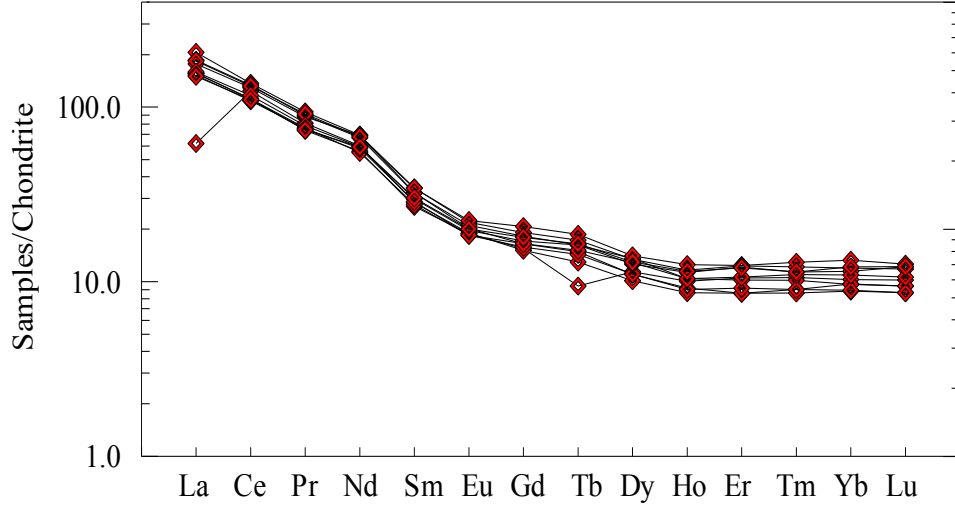
ayırmaşmasını işaret eder. Özellikle Th gibi elementlerdeki zenginleşme kabuk etkisini yansıtmaktadır. Th, K, Ba ve Rb gibi LFSE elementlerin zenginleşmesine karşılık Nb ve Ta elementlerinin negatif anomalisi dalma-batma zonuna veya kabuk kirlenmesine işaret etmektedir [27].



**Şekil 5.12:** Şapçı volkanitlerinin N-tipi MORB'a göre [23] normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları

Örneklerin kondrit'e göre [23] normalleştirilmiş nadir toprak element dağılımlarında genel olarak örneklerin eğilimleri birbirine paralel ve hafif nadir toprak elementlerce zenginleşmiş, ağır nadir toprak elementlerce de daha az zenginleşmiştir. Örneklerde  $(La/Lu)_N$  değerleri 7,16-21,84,  $(La/Sm)_N$  değerleri 2,18-6,36 ve  $(Gd/Lu)_N$  değerleri 1,40-1,93 arasında değişmektedir (Tablo 5.2). Şapçı volkanitlerindeki  $(La/Lu)_N=7,16-21,84$  değerleri ile orta derecede zenginleşmiş, kaşık şekilli bir dağılım sunmaktadır. Kondrit'e göre hafif nadir toprak elementler yaklaşık 100 kat zenginleşmiştir. Örneklerde gözlenen konkav nadir toprak element dağılımları hornblend ve plajiyoklaz mineral ayırmaşmasına işaret etmektedir. Ba/La oranları 26,58-36,37 arasındadır ve tipik ada yayı bazaltlarına yakınlık göstermektedir. Eu çok hafif bir anomali göstermekte olup ( $Eu_N$ : 0,74-0,88) bu durum plajiyoklaz ve K-feldspat ayırmaşmasına işaret etmektedir. La/Nb, Ba/Nb, Ba/La, Nb/Th ve Sm/Nd oranları ada yayı kalk-alkalen bazaltlara benzerlik gösterirler. Nadir toprak elementlerdeki LFSE elementlerinin HFSE elementlerine göre zenginleşme göstermesi ve  $(La/Lu)_N$  değerlerinin 7,16-21,84 arasında olması

tipik kalk-alkalen volkanizmaya işaret etmektedir. Böyle bir gelişim genel olarak granat içermeyen litosferik bir kaynağa veya amfibol ve piroksenin tamamen ergimedığı mantodaki kısmi ergimeye [24, 26] işaret edebilir (Şekil 5.13).

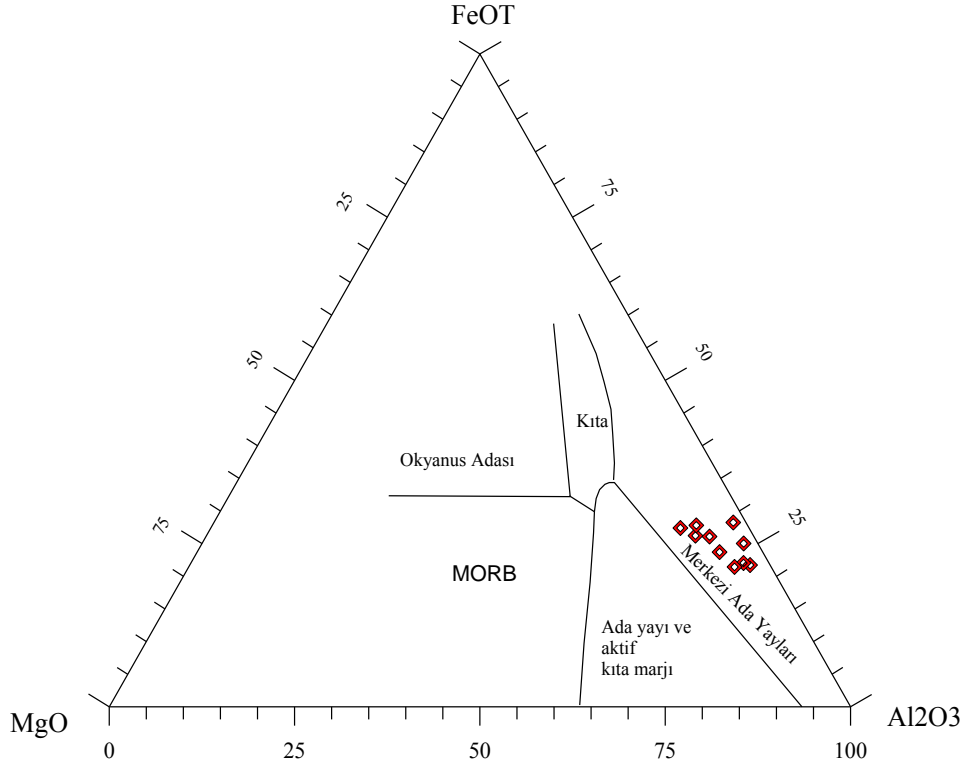


**Şekil 5.13:** Şapçı volkanitlerinin Kondritite göre [25] normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım diyagramları

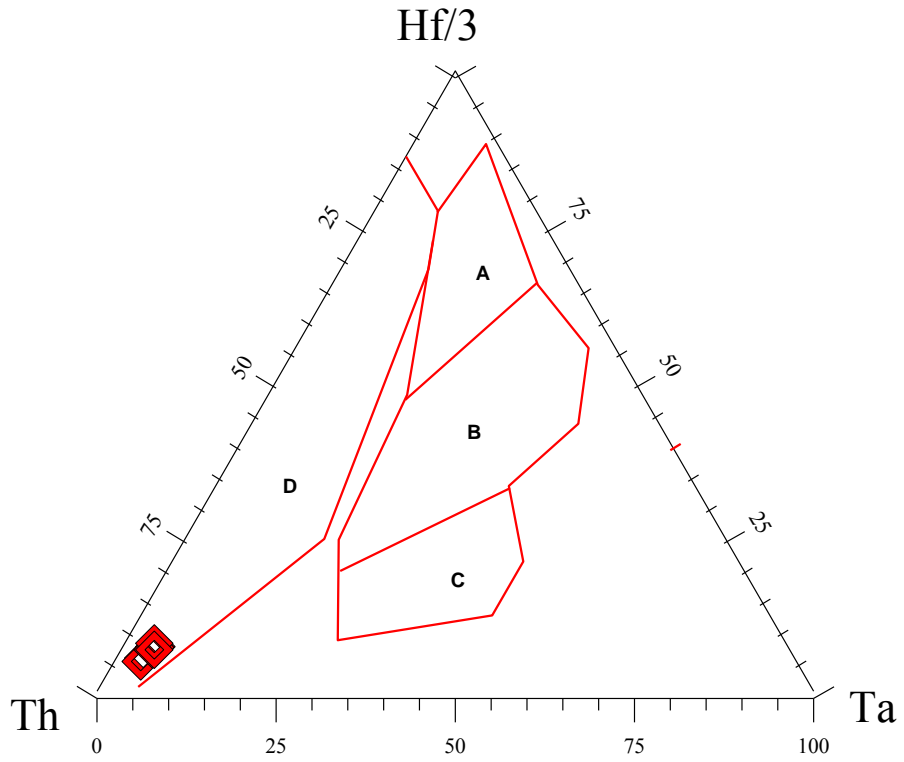
Şapçı volkanitleri tektonik ortam açısından  $\text{FeO-MgO-Al}_2\text{O}_3$  üçgen diyagramında incelendiğinde örneklerin tümü ada yayı alanında olduğu görülmektedir (Şekil 5.14).

Aynı şekilde  $\text{Hf/3-Th-Ta}$  elementlerine göre oluşturulan üçgen diyagramda örnekler volkanik yay bazaltları karakterini taşımaktadır (Şekil 5.15).

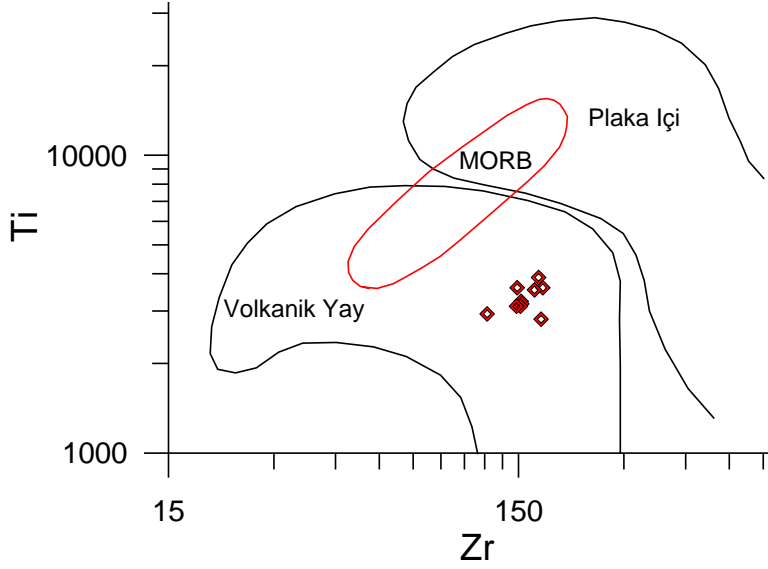
Ti-Zr diyagramında ise şapçı volkanitlerinin tümü volkanik yay alanı içinde gözlenmektedir (Şekil 5.16).



Şekil 5.14: Şapçı volkanitlerinin FeO-MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> üçgen diyagramında gösterimi.

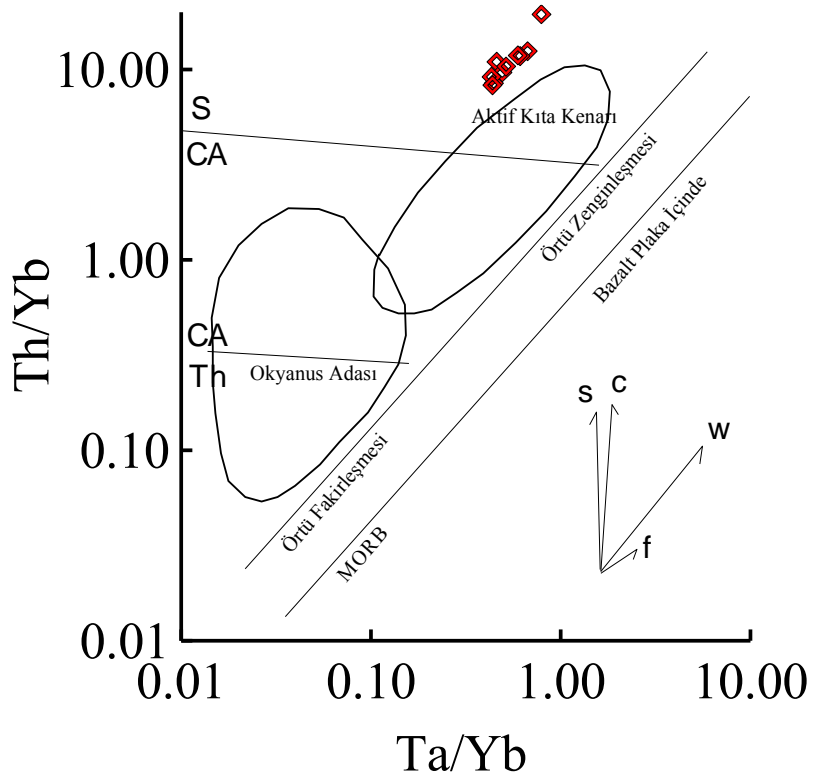


Şekil 5.15: Şapçı volkanitlerinin Hf/3-Th-Ta üçgen diyagramında gösterimi [26] , A: N tipi MORB, B: E tipi MORB, C: Plaka içi alkalin bazaltları, D: Volkanik yay bazaltları.



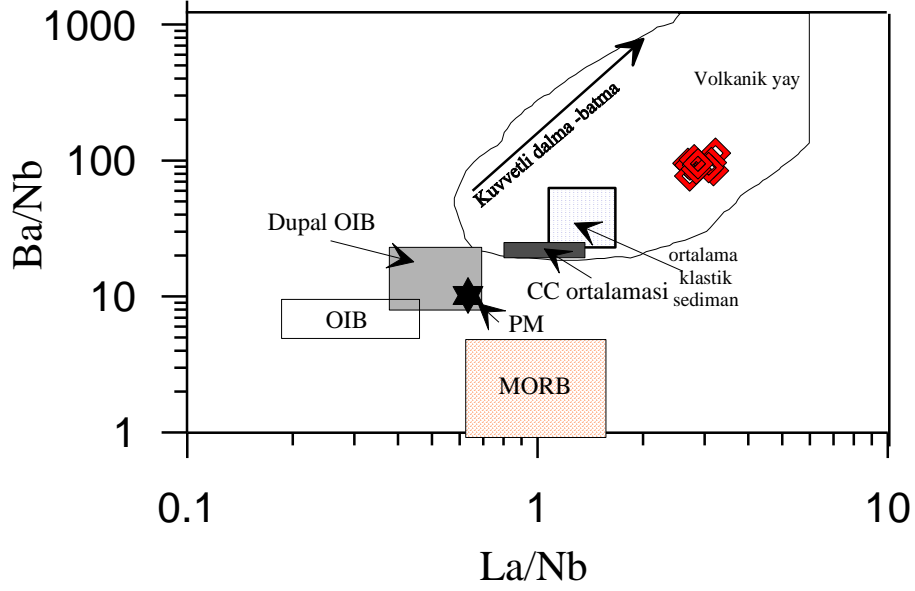
Şekil 5.16: Şapçı volkanitlerinin Ti-Zr tektonik konum [27].

Th/Yb-Ta/Yb tektonik ayırtman diyagramında volkanik kayalar aktif kıta kenarı ve zenginleşmiş manto kaynağını gösterir alanda bulunmaktadır (Şekil 5.17).

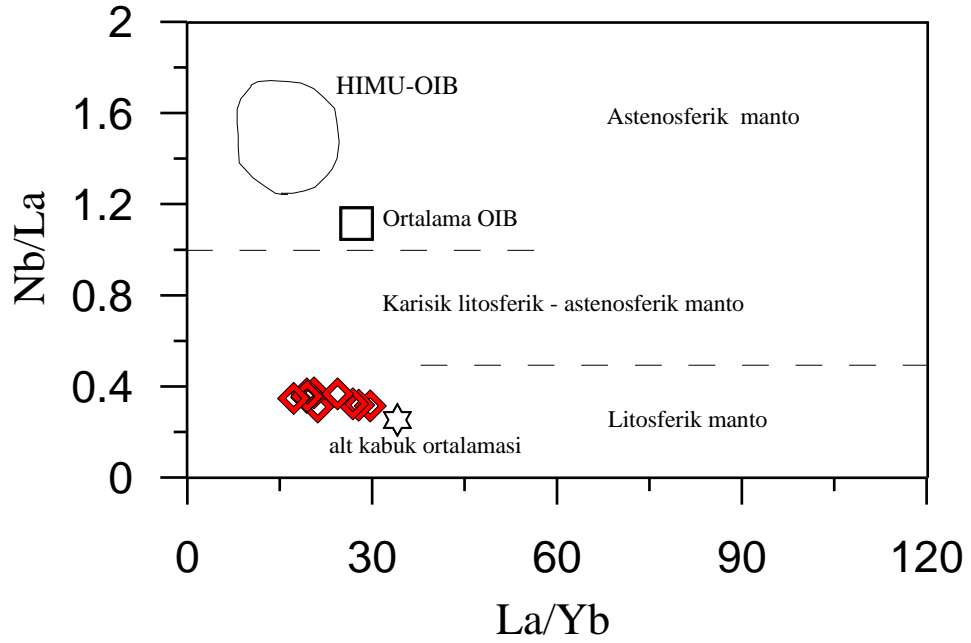


Şekil 5.17: Şapçı volkanitlerine ait Th/Yb-Ta/Yb tektonik ayırtman diyagramındaki konumları [27].

Ba/Nb-La/Nb diyagramında örneklerin tümü volkanik yay alanına düşmektedir (Şekil 5.18). Aynı şekilde Nb/La-La/Yb diyagramında ise örneklerimizin litosferik manto kökenli [28] olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.19).



Şekil 5.18: Şapçı volkanitlerine Ba/Nb-La/Nb 'a göre diyagram [25].



Şekil 5.19: Şapçı volkanitlerine ait Nb/La-La/Yb diyagramı [23].

Sonuç olarak ana, iz ve nadir toprak elementlerin diyagramları dikkate alındığında Şapçı volkanitlerinin mineral ayrımılaşma yolu ile oluştuğu ve bu oluşumda hornblend, piroksen ve plajiyoklazın rol oynadığı tespit edilmiştir [29]. Şapçı volkanitleri kalk-alkalen karakterli olup volkanik yay özelliğini sunmaktadır ve kökeni litosferik manto olarak tespit edilmiştir.

## 6. SONUÇLAR

**1-** Türkiye' nin kuzey batısında yer alan, tektonik olarak Sakarya Zonu' nda, Balıkesir İlinin yaklaşık olarak 5 km kuzeyin' de Ayvatlar Köyü ve civarında yer almakta olan alanın 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası ve kesitleri yapılmıştır.

**2-** Çalışma alanında yaşlıdan gence doğru Bornova Filişi (Geç Kretase), Yayla Melanji (Geç Kretase), Hallaçlar Formasyonu ( Geç Oligosen-Erken Miyosen), Şapçı volkaniti (Erken Miyosen) ve Alüvyon ( Kuvaterner) olmak üzere toplamda altı birim ayırt edilmiştir.

**3-**Şapçı Volkanitleri'nin mineralojisi, petrografisi ve jeokimyası gibi özelliklerine değinilmiştir.

Buna göre;

- a-** Şapçı Volkanitleri'nde genel olarak mineral içeriği; plajiyoklaz + biyotit + amfibol şeklindedir.
- b-** Birim volkanit olduğundan dolayı andezit, andezit tüfü ve piroklastiklerden oluşmakta olup, mineral dağılımları homojen olmayıp, ayrışmalar ve alterasyonlar şeklinde birim devam etmektedir.
- c-** Şapçı volkaniti genellikle düşük K'lu kalk-alkalen bileşiminde olup Jeokimyasal olarak Volkanik Yay özelliğindedir. Bu kayaçlar Aktif kıta kenarı ve litosferik manto kökenli olup normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında (LFSE) elementlerinin HFSE elementlerine göre zenginleşme göstermesi ve  $(La/Lu)_N$  değerlerinin 7,16- 21,84 arasında olması tipik kalk-alkalen volkanizmaya işaret etmektedir.



**4-** Bu volkanik kayaçlar bol miktarda anklav ile amfibol ve plajiyoklaz iri kristalleri içermekte olup, porfiri ve mikrolitik doku sergilemektedir. Toplam alkali-silis adlandırma diyagramlarına göre andezit, traki-andezit ve dasit bileşimli olup orta K'lu kalk-alkali karakterlidirler.

**5-** Volkanitler MORB'a göre normalize edildiğinde LILE elementlerce zenginleşme HFSE elementlerince fakirleşme, volkanitlerdeki normalleştirilmiş nadir toprak elementlerince paralel ve hafif nadir toprak elementlerince zenginleşmiş, ağır nadir toprak elementlerince de çok az zenginleşme gözlenmektedir.

Örneklerin tamamında  $Eu < 1$  olup, hafif negatif bir anomali göstermekte iken,  $(La/Lu)_N$  değerleri 12,31 – 19,65 arasında değişmektedir. Hf/3- Th-Ta diyagramına göre volkanik yay bazaltları karakterini taşımakta olup, Ti- Zr diyagramına göre ile volkanik yay bazaltları karakterlidirler.

**6-** Şapçı Volkanitleri'ne ait kayaçlarda her hangi bir yaş tayini yapılmamış olup, bölgenin stratigrafisinin aydınlatılması açısından, bu çalışmaların bir sonraki kısmını izotop çalışmaları oluşturmaktadır. Ar-Ar izotop sistemleri kullanılarak birimin yaşı ve diğer birimler ile olan ilişkisi ortaya konulmalıdır.

## 7. KAYNAKLAR

- [1] Okay, A. İ. and Tüysüz, O., "Tethyan suture of northern Turkey, (eds.: Durand, B., Jivet, L., Horvath, F. and Seranne, M.), "The Mediterranean Basins; Tertiary Extension Within the Alpine Orogen", *Geol. Society*, London, Special Publication, 156,475-515, (1999).
- [2] Krushensky, R. D., "Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar Yeşiller area, Northwest Anatolia, Turkey", *Bulletin Volcanologique*, 40, 336-360, (1976).
- [3] Seyhan, I., "Volkanik kaolenin oluşumu ve andezit problemi", *Türkiye Jeoloji Kurumu 25. İnci Jeoloji Kongresi tebliği*, MTA Ankara, (1971).
- [4] Bingöl, E., "Batı Anadolu'nun Tektonik Evrimi." M.T.A., (1975).
- [5] Ercan, T., Günay, E. ve D., "Edremit- Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer Stratigrafisi magmatik kayaların petrolojisi ve kökensel yorumu", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 27, 21-30, (1984).
- [6] Ercan, T., Satır, M. ve D., "Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal, izotopik ve radyometrik verilerin yorumu", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 28,121-136, (1985).
- [7] Ercan, T., Ergül, E., ve D., "Balıkesir-Bandırma arasındaki jeolojisi, Tersiyer volkanizmasının petrolojisi ve bölgesel yayılımı", *MTA Dergisi*, 110,113-130, (1990).
- [8] Ercan, T., Satır, M. ve D., "Biga yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki ( KB Anadolu) Tersiyer volkanizmasının özellikleri", *MTA Dergisi*, 120, 199-221, (1995)
- [9] Gültekin, A. H., Örgün, Y. ve D., "Tumanpınar ( Balıkesir-Dursunbey) Fe-Mn cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri", *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt.41, No.2, 13-30, (1998).
- [10] Koca, M. Y., "İzmir yöresinde andezitlerin bozunma ürünü killerin oluşum şekilleri ve mühendislik özellikleri", *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt.4, No. 2, 40-49, (1999).

- [11] Dönmez, M, Akçay, E. A., ve D., “Biga Yarımadası’nda Orta-Geç Eosen volkanizması ve denizel ignimbiritler”, *MTA Dergisi*, sayı, 131, S.49-61, (2005).
- [12] Konuk, T., “Bornova filişinin yaşı hakkında”, *Ege Üniv., Fen Fak. Dergisi*, Seri B, 1/1. 65-74, (1977).
- [13] Okay, A. İ. ve Siyako, M., “İzmir-Balıkesir arasında İzmir-Ankara Neo- Tetis kenedinin yeni konumu”, (Eds: Turgut, S., “Türkiye ve çevresinin tektoniği-petrol potansiyeli” 333-355, (1993).
- [14] Ergül, E. Öztürk, Z. ve D., “Balıkesir İli-Marmara Denizi arasının jeolojisi”, MTA Rap. No:6760 (yayımlanmamış), (1980).
- [15] Pehlivan ve D., “Türkiye jeoloji haritaları Balıkesir- İ 19 Paftası”, *MTA Yayınları* No: 96 S. 29-32, (2007).
- [16] Folk, R.J.L., “Petrology of sedimentary rocks”, Hemphill Publ. Com., Texas, (1962).
- [17] Duru, M., Pehlivan, Ş., Şentürk, Y., Yavaş F. and Kar, H., “New Results on the Lithostratigraphy of the Kazdağ Massif in Northwest Turkey”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 177-186, (2004).
- [18] Krushensky, R. D., “Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar Yeşiller area, Northwest Anatolia, Turkey”, *Bulletin Volcanologique*, 40, 336-360, (1976).
- [19] Le Maitre, R. W., Bateman, P. and D., “A classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms”, Blackwell, Oxford, (1989).
- [20] Winchester, J. A. and Floyd, P.A., “Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements”, *Chem. Geol.*, 20, 97-127, (1976).
- [21] Irvın, T.N. and Baragar, W.R.A., “A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks”, *Canadian Journal Earth Sciences*, 8, 523-548, (1971).
- [22] Lambert, R.S.J. and Holland, J.G., “Yttrium Geochemistry Applied to Petrogenesis Utilizing Calcium-Yttrium Relationships in minerals and Rocks”, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38, 1393-1414, (1974).
- [23] Sun, S. and Mc Donough, Q.F., “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, (1989).

- [24] Wilson, F. H., “Geologic setting, petrology and age of Pliocene to Holocene volcanoes of the stepovak Bay area,western Alaska Peninsula”, (eds: Dover, J.H., and Galloway, J. P.), “Geological studies in Alaska by the U.S. Geological Survey”, *U.S. Geological Survey Bulletin*, 1903,84-95, (1989).
- [25] Taylor, S.R., and Mc Lenan, S.M., “The Continental Crust, Its Composition and Evolution”, *Blackwell*, Oxford, 312, (1985).
- [26] Wood, D.A. and Joron, J-L., “Elemental and Sr isotopic variations in basic lava from Iceland and surrounding ocean floor: the nature of the mantle sources inhomogenities”, *Contribition and Mineralogy Petrol.*, 70, 319-339, (1979).
- [27] Pearce, J.A., “Trace element charesteristics of lavaş from destructive plate margins” (eds: Thorpe R. S), “Andasites: Orogenic Andesites and Related Rocks”, John Wiley, New York, 525-548, (1982).
- [28] V, Konak, N., Akdeniz, N., ve Armağan, F., “Akhisar GölMarmara-Gördes-Sındırgı dolaylarının jeolojisi”, *MTA Rap.* No: 6916, 177 s., (1980).
- [29] Kaplan, D., Aslan Z., and Chen B., “ SHRIMP U–Pb zircon dating, geochemical and petrographical characteristics of calc-alkaline Early Miocene Şapçı volcanics around Balıkesir (W Turkey)”, *Mineralogical Magazine*, 77(5) 1430, (2013).