

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HASANDAĞ VE KEÇİBOYDURAN VOLKANLARI (ORTA ANADOLU) ARASINDA
YÜZEYLEYEN VOLKANİK KAYAÇLARIN VOLKANOSTRATİGRAFİSİ VE
PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe Zeynep ÇALIŞKANOĞLU

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Jeoloji Mühendisliği Programı**

HAZİRAN 2017

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HASANDAĞ VE KEÇİBOYDURAN VOLKANLARI (ORTA ANADOLU) ARASINDA
YÜZEYLEYEN VOLKANİK KAYAÇLARIN VOLKANOSTRATİGRAFİSİ VE
PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ayşe Zeynep Çalışkanoğlu
(505141305)**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Jeoloji Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şafak ALTUNKAYNAK

HAZİRAN 2017

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 505141305 numaralı Yüksek Lisans / Doktora Öğrencisi Ayşe Zeynep ÇALIŞKANOĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “HASANDAĞ VE KEÇİBOYDURAN VOLKANLARI (ORTA ANADOLU) ARASINDA YÜZEYLEYEN VOLKANİK KAYAÇLARIN VOLKANOSTRATİGRAFİSİ VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Şafak ALTUNKAYNAK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Fahri Esenli**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Gökhan Demirela
Aksaray Üniversitesi

TESLİM TARİHİ: 5 MAYIS 2017
SAVUNMA TARİHİ: 8 HAZİRAN 2017



ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde gerçekleştirdiğim Yüksek Lisans tez çalışmam boyunca bana yol gösterip rehberlik ederek çalışmamın bugünkü değerine ulaşmasını sağlayan ve kimi zaman bir danışmandan daha fazlası olarak hayattaki yolumu bulmama yardımcı olan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Şafak ALTUNKAYNAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

3S Kale Enerji ve Üretim A.Ş. ile paralel olarak yürüttüğüm bu tez çalışmasında sağlamış oldukları imkanlar için Genel Müdür Mevlüt Alp GÜRÜN, değerli hocam Prof. Dr. Naci GÖRÜR ve moral desteğini hiç eksik etmeyen değerli arkadaşım Kuyu Jeolojisi Birim Yöneticisi Elif KARADAĞ'a teşekkürü borç bilirim.

İnce kesitlerin hazırlanması aşamasında gösterdiği yardımlardan dolayı İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümü ince kesit atölyesi sorumlusu Mehmet Ali ORAL'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamın ötesinde 2012 yılından beri akademik çalışmalarımda beni destekleyen, fikir ve önerileriyle yardımcı olan, hiçbir zaman yalnız bırakmayan büyüklerim Yük. Müh. Ömer KAMACI ve Araş. Gör. Alp ÜNAL'a; sevgili oda arkadaşım Araş. Gör. Işıl Nur GÜRASLAN'a; arazi döneminde bana eşlik eden arkadaşlarım Anıl Yeni ile Bahadır Güler'e ve çalışmam boyunca bana inanan ve destek veren arkadaşlarım Sinem HACIOSMANOĞLU ile Müge Yazıcı'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmam boyunca her türlü maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, sabırla başaracağım günü bekleyen AİLEME en içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2017

Ayşe Zeynep ÇALIŞKANOĞLU



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
TABLO LİSTESİ	xviii
ÖZET	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Çalışma Metodu	1
1.2.1 Saha çalışmaları	1
1.2.2 Laboratuvar Çalışmaları	2
1.2.3 Büro Çalışmaları	2
1.3 Çalışma Alanının Tanıtılması	3
1.3.1 Çalışma alanının konumu.....	3
1.3.2 Morfoloji	4
1.3.3 İklim ve Bitki Örtüsü	4
1.3.4 Nüfus ve Yerleşim.....	5
1.4 Önceki Çalışmalar	5
2. STRATİGRAFİK JEOLJİ	11
2.1 Sondaj Stratigrafisi	11
2.2 Yüzeysel Stratigrafisi	15
2.2.1 Epiklastik kayalar.....	16
2.3 Küçük Hasandağ volkanitleri	18
2.3.1 Riyolit.....	18
2.3.2 Piroklastik kayalar.....	19
2.3.2.1 Piroklastik yağış birimleri.....	19
2.3.2.2. Piroklastik taşma ve akma birimler.....	21
2.3.2.3 Soğuk akıntılar (Lahar).....	26
2.3.3 Bazaltik andezit-andezit	26
2.3.4 Bazalt.....	29
2.4 Keçiboyduran Volkanitleri.....	31
2.5 Alüvyon.....	34
3. PETROGRAFI	35
3.1 Küçük Hasandağ volkanitleri	35
3.1.1 Bazaltik andezit-andezit	35
3.1.2 Bazalt.....	40
3.1.3 Riyolit.....	44
3.1.4 İginimbirit	45

3.2 Keçiboyduran Volkanitleri	48
3.3 Saadet 1 Sondajı	52
3.3.1 Bazaltik andezit-bazalt	52
3.3.2 Andezit-dasit	56
3.3.3 İgnimbirit.....	59
4. JEOKİMYA.....	61
4.1 Ana ve İz Element Jeokimyası	61
4.2 İzotop Jeokimyası.....	71
4.3 Volkanik Kayaçların Tektonik Ortamı.....	73
5. TARTIŞMA	75
5.1 Korelasyon-Yüzey Çalışmaları ve Sondaj Verileri ile Petrografi ve Jeokimya Sonuçlarının Birlikte Değerlendirilmesi	75
5.2 Petrojenez	79
5.2.1 Manto Kaynak Alanı	79
5.2.2 Asimilasyon-Fraksiyonel Kristallenme (AFC)	83
5.2.3 Fraksiyonel Kristallenme (FC).....	84
5.3 Küçük Hasandağ Ve Keçiboyduran Volkanlarının Bölge Jeodinamiği İçerisindeki Yeri ve Oluşum Mekanizması	85
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
REFERANSLAR.....	93
EKLER.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	99

KISALTMALAR

Plj	: Plajoklas
Px	: Piroksen
Opx	: Ortopiroksen
Cpx	: Klinopiroksen
Hbl	: Hornblend
Bi	: Biyotit
Qz	: Kuvars
Küm	: Kümülofir
Lt.	: Litik
Sfe	: Sferulit
T	: Tüff



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışma alanının yer bulduru haritası (Atlas Kartografya Servisi-Google Earth 2016).....	3
Şekil 1.2 : Çalışma alanındaki yıllık yağış ve sıcaklığı gösteren diyagram.....	4
Şekil 1.3 : Hasandağ ve Keçiboyduran stratovulkanlarında daha önceden yapılan analizleri gösteren şekil (Google Earth, 2016).	5
Şekil 2.1 : Saadet 1 Log'una ait stratigrafik kesit (3S KALE Saadet 1 Sondaj Raporu, yayınlanmamış veri).	12
Şekil 2.2 : İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.	15
Şekil 2.3 : Yataya yakın konumlu epiklastik kayaların sahadaki görünümü (Bakış yönü: B)	17
Şekil 2.4 : Epiklastik çakıldaşı-kumtaşı ardalanmasının sahadaki mostra görünümü (Bakış yönü: KB) (lt: litik parçalar).	17
Şekil 2.5 : Riyolitik lavlardaki akma yapıları ve sahadaki mostra görünümü.....	18
Şekil 2.6 : Tabakalanma gösteren kül yağmuru birikiminin mostra görünümü (Bakış yönü: KB).	20
Şekil 2.7 : Orta-kalın tabakalı kül yağmuru birikiminin yakından görünümü (Bakış yönü: GB)	20
Şekil 2.8 : Pumis-lapili yığılımları ve bloklardan oluşan pumis-kül-blok yağmuru birikimi (Bakış yönü: GD).....	21
Şekil 2.9 : Kül-blok akıntısı ile ince taneli pumis-kül yağmuru birikimi arasındaki girintili dokanak (a) ve akıntı içindeki kaotik yapının şematik gösterimi (b) (Bakış yönü: KB).....	22
Şekil 2.10 : a)Piroklastik akma biriminin gelmesi ile konumu bozulan kül yağış birikimlerinin mostra görünümü (Bakış yönü: D), b)Dokanağın yakından görünümü.....	23
Şekil 2.11 : a)Piroklastik birimlerin sahadaki mostra görünümü, b) Tabaka kalınlığı 20-30 cm olan litik yoğunluğu gözlenen seviye, c)Çapraz tabakalanma gösteren seviye.	24
Şekil 2.12 : a)İgnimbiritlerin saha görünümü (Bakış yönü: D), b)İgnimbiritlerde bulunan uzamış pumisin yakından görünümü.	25
Şekil 2.13 : İgnimbiritlerde türbülanslı akıntıya işaret eden kıvrımlı yapı (Bakış yönü: D).....	25
Şekil 2.14 : Piroklastik soğuk akıntının (lahar) sahadaki mostra görünümü (Bakış Yönü: G).	26
Şekil 2.15 : a)Bazaltik andezit lavının genel mostra görünümü (Bakış yönü: D), b) Bazaltik andezit lavında gözlenen akma yapısının yakından görünümü.	27
Şekil 2.16 : İgnimbiritlerin üzerine akan andezit-bazaltik andezit bileşimli GD yönelimli lav akıntıları (Google Earth, 2016).	27

Şekil 2.17 : Maraş Tepe civarında dayanımlı sırtlar oluşturan bazaltik andezit lavları (Bakış yönü: GD).....	28
Şekil 2.18 : Küçük Hasandağ ait Kızıltepe cüruf konisinin Google Earth görüntüsü (Google Earth, 2016).	29
Şekil 2.19 : Andezitik kayaları kesen bazalt daykının mostra görünümü (Küçük Hasandağ: Bazalt, Keçiboyduran: Andezit) (Bakış yönü: GD).....	30
Şekil 2.20 : a) Bazaltik lavların sahadaki genel mostra görünümü (Bakış yönü: B), b) Amigdaloidal bazaltın el örneği görünümü.	30
Şekil 2.21 : İnceleme alanı civarında çizgisel dizilim gösteren cüruf konileri.....	31
Şekil 2.22 : a) Hasandağ (Büyük ve Küçük Hasandağ), Keçiboyduran ve Melendiz stratovulkanlarının Google Earth üzerinden görünümü b) Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanının akış yönleri (Google Earth, 2016).	32
Şekil 2.23 : a) Dasit lavlarının genel mostra görünümü (Bakış yönü: K-G), b) Andezit lavında gözlenen akma yapısının yakından görünümü.....	33
Şekil 2.24 : Andezitik lavların sahadaki genel mostra görünümü (Bakış yönü: KB-GD).	33
Şekil 2.25 : Ören mahallesi yakınındaki andezitik parazit koninin uzaktan görünümü (Bakış yönü: KD-GB).....	34
Şekil 3.1 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezitlerinde gözlenen pilotaksitik doku (Örnek no: ZS6, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	37
Şekil 3.2 : Küçük Hasandağ'ın andezit lavlarında trakitik doku (Örnek no: ZS73, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	37
Şekil 3.3 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezitlerinde gözlenen yamalı zonlanan plajiyoklas fenokristali (Örnek no: ZS36, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Opak mineral: Op, Olivin: Ol).	37
Şekil 3.4 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezit kayalarında hamur tarafından korozyona uğratılmış olan plajiyoklas fenokristali (Örnek no: ZS36, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px).	38
Şekil 3.5 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezit kayalarında gözlenen birlikte büyüme dokusu (sinensis texture) (Örnek no: ZS36, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px).	38
Şekil 3.6 : Küçük Hasandağ'ın örneğinde gözlenen basit ikizlenmeli hornblend kristali. Fotoğraftan'dan görüldüğü üzere hornblend piroksene dönüşmüş ve pseudomorflaştırmıştır (Örnek no: ZS17, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Hornblend: Hbl, Piroksen: Px).	39
Şekil 3.7 : Küçük Hasandağ'ın andezitiklerinde özseklini kaybetmiş, hipidiyomorfik biyotit fenokristali ve içerdiği plajiyoklas inklüzyonları (Örnek no: ZS85, a-Tek nikol, b-Çift nikol Plajiyoklas: Plj, Biyotit: Bi, Opak mineral: Op)....	39
Şekil 3.8 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezit lavlarında gözlenen olivin fenokristali (Örnek no: ZS36, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Olivin: Ol).	40
Şekil 3.9 : Küçük Hasandağ bazalt lavlarında gözlenen pilotaksitik doku (Örnek no: ZS19, a-Tek nikol, b-Çift nikol).	42
Şekil 3.10 : Küçük Hasandağ'ın bazaltlarında gözlenen kümülofirik doku (Örnek no: ZS19, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Kümülofir: Küm).	42
Şekil 3.11 : Küçük Hasandağ'ın bazalt lavında elek dokusu sergileyen plajiyoklas fenokristali (Örnek no: ZS43, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj).	42

Şekil 3.12 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik örneğinde gözlenen kalsitleşme (Kal.) (Örnek no: ZS19, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	43
Şekil 3.13 : Küçük Hasandağ'ın bazalt lavlarında gözlenen olivin fenokristali (Örnek no: ZS18, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Olivin: Ol).	43
Şekil 3.14 : Küçük Hasandağ'ın bazalt lavlarında görülen kuvars ksenokristali ve onu çevreleyen iğnemsî piroksenler (Örnek no: ZS24, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Kuvars: Qz, Piroksen: Px).	43
Şekil 3.15 : Otobreşleşen riyolit lavında gözlenen trakitik doku (Örnek no: ZS10, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	44
Şekil 3.16 : Küçük Hasandağ'ın riyolit lavında gözlenen devitrifiye olmuş camsı hamur (Sferulitik doku) (Örnek no: ZS10, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	45
Şekil 3.17 : Küçük Hasandağ'ın riyolit lavlarında biyotit kapanımı içeren hornblend fenokristali (Örnek no: ZS10, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi).	45
Şekil 3.18 : Küçük Hasandağ'ın ignimbiritlerinde gözlenen ötakstitik doku (Örnek no: ZS43, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	47
Şekil 3.19 : Küçük Hasandağ'ın ignimbiritlerinde görülen litik parça (Lt.) (Örnek no: ZS54, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	47
Şekil 3.20 : Küçük Hasandağ'ın ignimbiritlerinde gözlenen pumisler (Örnek no: ZS48, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	48
Şekil 3.21 : Keçiboyduran'ın örneklerinde gözlenen hiyapolitik doku (Örnek no: ZS57, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	50
Şekil 3.22 : Keçiboyduran'ın andezitik lavında gözlenen anklav (Örnek no: ZS68, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	50
Şekil 3.23 : Keçiboyduran'ın andezitlerinde görülen biyotit kapantısı içeren plajiyoklas fenokristali (Örnek no: ZS61, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Biyotit: Bi).	51
Şekil 3.24 : Keçiboyduran'ın andezitlerinde gözlenen farklı evrelerde gelişmiş plajiyoklas fenokristalleri (Örnek no: ZS57, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Hornblend: Hbl).	51
Şekil 3.25 : Keçiboyduran'ın bazaltik andezitlerinde gözlenen kalsitleşme (Örnek no: ZS111, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Kalsitleşme: Kal.).	51
Şekil 3.26 : Keçiboyduran andezitinde gözlenen kenar zonlarından itibaren opasitlenen başlamış biyotit fenokristali (Örnek no: ZS61, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Biyotit: Bi).	52
Şekil 3.27 : Bazalt lavında gözlenen intersertal doku (Örnek no: K36, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	54
Şekil 3.28 : Bazalt lavlarında görülen kümülofirik doku (Küm.) (Örnek no: K22, a-Tek nikel, b-Çift nikel).	54
Şekil 3.29 : Bazalt lavında volkanik hamur tarafından korozyona uğratılan plajiyoklas fenokristali aynı zamanda sieve dokusu sergilemektedir (Örnek no: K36, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj).	55
Şekil 3.30 : Bazalt lavında gözlenen olivin fenokristali (Örnek no: K22, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Olivin: Ol, Ortopiroksen: Opx).	55

Şekil 3.31 : Bazalt lavlarında görülen küçük iğnemsî piroksenlerce çevrilen kuvars fenokristali (Örnek no: 109, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Kuvars: Qz).....	55
Şekil 3.32 : Andezitik kayalarda gözlenen hyalopilitik doku (Örnek no: K42, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	57
Şekil 3.33 : Andezit lavında polisentetik ikizlenme gösteren hipidyomorfik plajiyoklas fenokristali vitrofirik hamur içinde bulunmaktadır (Örnek no: K40, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	57
Şekil 3.34 : Andezit lavı içinde bulunan diyorit anklavı (Örnek no: K84, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	58
Şekil 3.35 : Basit ikizlenme gösteren iki yönlü dilinimi belirgin hornblend fenokristali çeperden itibaren piroksene dönüşüm.Hornblend plajiyoklas ve opak mineral inklüzyonu içermektedir. (Örnek no: K86, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	58
Şekil 3.36 : Andezitlerde gözlenen piroksen fenokristalleri (Örnek no: K40, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	58
Şekil 3.37 : Küçük Hasandağ'ın sıcak akıntılarında gözlenen ötakstitik doku (Örnek no: K75, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	59
Şekil 3.38 : C ve Y şekiller gösteren basılmış ignimbirit (Örnek no: K83, a-Tek nikol, b-Çift nikol).....	60
Şekil 4.1 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanına ait örneklerin Jensen'in 1976'da önerdiği SiO ₂ içermeyen adlama diyagramı.....	65
Şekil 4.2 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanına ait volkanitlerin Le Bas vd. (1986) göre toplam alkali (Na ₂ O+K ₂ O) – silika (SiO ₂) diyagramı.....	65
Şekil 4.3 : İnceleme alanındaki volkanitlerin AFM diyagramındaki konumları.....	66
Şekil 4.4 : Her iki volkana ait örneklerin SiO ₂ -K ₂ O diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976).....	66
Şekil 4.5 : İnceleme alanındaki volkanitlerin ana oksit-SiO ₂ Harker diyagramları... 67	
Şekil 4.6 : İnceleme alanındaki volkanitlerin iz element-SiO ₂ Harker diyagramları. 68	
Şekil 4.7 : Volkanitlerin MORB'a göre analiz edilmiş çoklu element desenleri (Pearce 1983).....	69
Şekil 4.8 : İlksel Manto'ya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı..... 69	
Şekil 4.9 : İnceleme alanındaki volkanitlerin kondrite göre normalize edilmiş REE desenleri..... 70	
Şekil 4.10 : Zindler ve Hart (1986) tarafından tanımlanan manto rezervuarlarını gösterir Sr-Nd izotop korelasyon diyagramı (BE: toplam yerküre bileşimi, DM: Tüketilmiş manto, EM I ve EM II: zenginleşmiş manto, HIM: yüksek U/Pb oranına sahip manto, PREMA:Yaygın Manto bileşimi)..... 72	
Şekil 4.11 : ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb – ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb korelasyon diyagramı (Crocker, 2010'dan alınmıştır)..... 72	
Şekil 4.12 : ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb– ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr korelasyon diyagramı..... 73	
Şekil 4.13 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkaniklerinin tektonik ortam diyagramındaki konumları..... 73	

Şekil 5.1 : Saadet 1 Sondaj Log'u ve yüzey çalışmalarının korelasyonunu gösteren şekil.....	76
Şekil 5.2 : Manto kaynağını gösteren La/Yb'a karşı Nb/La diyagramı ortalama OAB değerleri, Fitton vd., (1991)'den, ortalama alt kabuk değerleri, Chen ve Arculus (1995)'dan, HIMU+OAB alanları, Weaver vd., (1987)'den, astenosferik, litosferik ve karışım manto alanlarını ayıran çizgi Smith vd. (1999)'dan alınmıştır.	78
Şekil 5.3 : La – La/Nd kısmi ergime modellemesi (ergime eğrisi üzerindeki bölüm işaretleri farklı kısmi ergime derecelerini göstermektedir).	79
Şekil 5.4 : La/Sm – Sm/Yb kısmi ergime modellemesi (ergime eğrisi üzerindeki bölüm işaretleri farklı kısmi ergime derecelerini göstermektedir).	79
Şekil 5.5 : La – Yb (ergime eğrisi üzerindeki bölüm işaretleri farklı kısmi ergime derecelerini göstermektedir).	80
Şekil 5.6 : Sm – Sm/Yb kısmi ergime modellemesi (ergime eğrisi üzerindeki bölüm işaretleri farklı kısmi ergime derecelerini göstermektedir).	80
Şekil 5.7 : İnceleme alanındaki volkanitlerin SiO ₂ 'ye karşı Y/Nb diyagramı.....	81
Şekil 5.8 : İnceleme alanındaki volkanitlerin Ta/Yb – Th/Yb diyagramı.	82
Şekil 5.9 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin Rb/Sr-Sr/Sr diyagramındaki konumları.....	83
Şekil 5.10 : OAVK'de GB-KD doğrultusunda uzanan volkanları gösteren tablo (Toprak ve Göncüoğlu,1993'ten güncellenmiştir).	84
Şekil 5.11 : Orta Anadolu Volkanik Kompleksinde yer alan volkanik alanların zaman, mekan ve jeokimyasal bileşimleri arasındaki ilişkiyi gösterir diyagram (volkanik alanlar coğrafi konumlarına göre GB'dan KD 'ya doğru diyagrama yerleştirilmiştir).	86



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanlarına ait lav ve piroklastik kayaçların niteliklerini gösteren çizelge.....	16
Tablo 3.1 : Küçük Hasandağ volkanına ait bazaltik andezit – andezit ve bazalt grubu lav örneklerinin konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Olivin: Ol, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi, Kuvars: Qz).....	36
Tablo 3.2 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik lavlarının konumunu, başlıca mineral topluluklarını ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Olivin: Ol, Kuvars: Qz).....	41
Tablo 3.3 : Riyolit lavlarının konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi, Kuvars: Qz).....	44
Tablo 3.4 : İgnimbiritlerin konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi, Kuvars: Qz, Litik parçalar: Lt).....	46
Tablo 3.5 : Andezit lavlarının konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi Olivin: Ol, Kuvars: Qz).....	49
Tablo 3.6 : Bazaltik andezit-bazalt lavlarının konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi Olivin: Ol, Kuvars: Qz).....	53
Tablo 3.7 : Andezit lavlarının lavlarının konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi Olivin: Ol, Kuvars: Qz, K feldspar: Kf).....	56
Tablo 4.1 : Küçük Hasandağ, Keçiboyduran ve Saadet 1 sondajından derlenen volkanik kayaçların jeokimyasal analiz sonuçlarını gösteren çizelge.....	62
Tablo 4.3 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerine ait örneklerin Sr-Nd-Pb radyojenik izotop değerlerini gösteren çizelge.....	71



HASANDAĞ VE KEÇİBOYDURAN (ORTA ANADOLU) VOLKANLARI ARASINDA YÜZEYLEYEN VOLKANİK KAYAÇLARIN VOLKANOSTRATİGRAFİSİ VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ

ÖZET

İnceleme alanı Orta Anadolu Volkanik Kompleksi (OAVK) içerisinde yer alan Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanları arasında yer almaktadır. Çalışma alanı içerisinde her iki volkana ait ürünler mostra verir. Bu tez çalışması kapsamında volkanik kayalar üzerinde saha, petrografi ve jeokimya (ana-iz ve nadir toprak element ve Sr-Nd-Pb izotop) çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca saha çalışmaları ve yüzey haritalamaları ile ortaya koyulan volkanostratigrafi, inceleme alanında 3S Kale Enerji Üretim A.Ş tarafından açılan Saadet 1 Sondaj'ından elde edilen Log verileri ile birlikte değerlendirilerek yaklaşık 2500 m kalınlığında bir volkanik istif incelenmiştir. Tüm bu verilerin ışığında bölgenin tabandan tavana volkanostratigrafisi, volkanizmanın kökeni, evrimi ve bölge jeodinamiği ile ilişkisine yaklaşımda bulunulmaya çalışılmıştır.

Yüzey ve sondaj verilerine göre inceleme alanında istifin ulaşılabilen tabanını Oligo-Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlar oluşturmaktadır. Sedimanter kayaçlar kumtaşı, kireçtaşı, marn ve çamurtaşından oluşmakta ve istifte üste doğru işlenmiş tuf-tüfitler ile temsil edilen epiklastik kayalara geçmektedir. Bunların üstünde Miyosen'den Kuvaterner'e kadar 4 farklı piroklastik/kırıntılı seviye ile birbirinden ayrılabilen 4 farklı lav fazından oluşan volkanik istif yer almaktadır. Sondaj verilerine göre volkanik istif içerisinde; bazalt, andezit, bazaltik andezit ve dasit lavları gözlenmekte olup ara seviyeler halinde ignimbiritler gözlenmiştir. Bu ignimbiritler basılma göstermektedir. Volkanik istifte egemen olan Küçük Hasandağ volkanitleri bazalt, bazaltik andezit, andezit ve riyoit lavları ve ilişkili piroklastik (yağış, akma ve taşma) birimlerden oluşur. Keçiboyduran volkanı ise andezit ve dasit lavlarından oluşmaktadır. Her iki volkanda bölgedeki ana yapısal unsurlarına (Tuz Gölü Fayı vb.) paralel bir konumda yer almaktadır. Çıkış merkezleri KB-GD doğrultusunda uzanmaktadır.

Ana-iz element bileşimleri ve Sr-Nd-Pb izotop değerleri Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin daha önceki dalma batma olay(lar)ı ile zenginleşmiş litosferik manto kaynağının %6-15 oranında kısmi ergimesi ile az oranda kabuksal kirlenmeye maruz kalmış melez bir bileşime sahip olduğuna işaret etmektedir. Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanları Kuvaterner'de, çarpışma sonrası genişlemeli tektonik rejim altında, benzer bir kaynak alandan türemiş, eş kökenli ve eş zamanlı olarak gelişmiştir.



VOLCANOSTRATIGRAPHIC AND PETROLOGIC FEATURES OF VOLCANIC ROCKS BETWEEN HASANDAĞ AND KEÇİBOYDURAN VOLCANO

SUMMARY

This study presents a detailed geological map, volcanic stratigraphy and major-trace element geochemistry (combined with Sr-Nd-Pb isotope compositions) of Small Mt. Hasan and Keçiboyduran volcanic rocks exposed around the Niğde with volcanic and sedimentary rocks of Saadet 1 Drilling Log at the study area.

In the study area, volcano stratigraphy consists drilling and surface stratigraphy. This drilling data take to 3S Kale Enerji Üretim A.Ş. company an unpublished folder. Saadet 1 Drilling log contains both volcanic and sedimentary rocks.

Saadet 1 well is located between the Mt. Small Hasan and Keçiboyduran stratovolcanoes to the north of the scoria cone (Kızıl Hill). The lithostratigraphic log has a thickness of 1612 meters and can be divided into two different units. The lower unit consist of sedimentary rocks (1612-1112m deep), while the upper unit consist of volcanic rocks (1112-0 m deep).

The lower sequence (sedimentary rocks) thickness reaches almost 500 meters. This sequence forming the most visible base for the study area is composed of conglomerate, siltstone, sandstone, mudstone and limestone units. Carbonate matrix and calcite veins are observed widely throughout the entire series. Also, mudstones exhibit different stratigraphic levels (such as 1315m deep) chlorite alternations. These levels are probably more sensitive, so they are more susceptible to alteration of hydrothermal fluids. Sedimentary rocks show the alternation in this sequence. Overlying these, there is a volcanic unit that is the upper sequence of the Saadet 1 log. The upper sequence is formed by volcanic rocks reaching approximately 1108 meters in thickness. These various types of volcanic rocks are made of a variety of lava flows and associated pyroclastic and volcanoclastic rocks. In these sequences are observed 4 different lava groups (basalt-andesite, andesite-dacite that is repeated itself in the sequence and basaltic andesite-andesite) that are separated by 4 different pyroclastic levels. There are volcanoclastic, debris flow and 2 different types of pyroclastic rocks (welded-unwelded ignimbrite and pyroclastic fall unit), showing the varied depth in the volcanic sequence. Pyroclastic fall unit is represented tuff with reddish pink into color. Pumices, quartz, feldispat and biotite with a small amount of lithic fragments into the ash matrix. Lithic fragments we complied from volcanic rocks that they are represented by acidic lavas. They are seen thin layer into the log, so we have been ignored them in stratigraphic column. 0-61 meters depth are observed ignimbrite that

is reddish pink in color and unwelded, while 346-476 meters and 726-776 meters of ignimbrite is dark grey color with moderately to strongly welded. All ignimbrite levels contain pumices, lithic fragments and shards. Pumices is flattened into the welded ignimbrite and they show fiamme structure. In the unwelded ignimbrite, pumices show slightly elongation, they present ellipsoidal shapes. Lithic fragments into the both types of ignimbrite can be distinguished andesite, rhyolite, basaltic andesite, dacite in composition. Cracks and fracture into pyroclastic rocks are seen secondary calcite, chlorite and zeolite occurrences. The below part of this sequence includes varying from basalt to andesite lava series, reaching up to 130 meters thick, between 982 to 1112 meters. Basaltic lavas are very distinctive because they have a darker color and represent vesicular texture containing pyroxene and olivine crystals, while andesite lavas have red-brown color, porphyritic texture and comprise hornblende and biotite crystals. Also, felsic enclaves were founded within the basaltic lavas at the bottom of the volcanic units. The dominant rocks of the lava series are andesite-dacite lavas because they are observed 2 different levels into the volcanic sequence with almost 300 meters thick, among 406 to 846 meters depth. In generally, andesite-dacite lavas are represented porphyritic texture and are made up plagioclase, hornblende and biotite crystals. Andesite lavas contain pyroxene crystals in some levels of volcanic unit. The uppermost levels of lavas are represented basaltic andesite-andesite lava series. They are interfingering each other. They show intensive alternation of hematite and limonite into the varying layers. In some levels was observed an increase in vesicles. Carbonation were observed along these cracks and fracture.

Early products of volcanism at the surface are ash, pumice and pumice-block tuffs and accretionary lapilli tuffs/breccia associated with explosive plinian-sub plinian eruptions. These sequence thickness change place to place around the study area. Also, thin layers of reworked tuffs intercalated with sedimentary rocks (mudstone and marl) can be observed at the bottom of the volcanic sequence. Towards the upper part of the sequence they interfinger with pyroclastic flow deposits at the northern part of the study area. Pyroclastic flow deposit contains ignimbrite and ash-block flow units. Pyroclastic fall and flow deposits reach a maximum thickness of 600 m. Ignimbrite are pinkish colour and unwelded. Ash-block flow unit deform pyroclastic fall unit. Andesite and basaltic andesite of Small Mt. Hasan gradually passes each other and overlie the pyroclastic succession forming the most common lava phase in the region. Andesite is usually pink colour and basaltic andesite is black and dark grey color. Plagioclase and hornblende phenocrystals can be selected by easily. Their thicknesses vary from place to place at the study area. Dacitic and andesitic rocks of Keçiboyduran volcanoes cover the Small Mt. Hasan pyroclastic flow that is ignimbrite. Basaltic dykes and associated pyroclastic rocks of Small Mt. Hasan are observed at the upper parts of the volcanic succession. These basaltic dykes and associated pyroclastic rocks are black color and they are located middle of the study area. They do not cover the broad area. The areal distribution of the volcanic rocks indicates that they were erupted from vents which set parallel to the NW-SE trending major fault systems (eg. Salt Lake Fault).

Small Mt. Hasan have two main rock groups; andesite, basaltic andesite, rhyolite, basalt lavas and associated pyroclastic rocks; while Keçiboyduran has dacitic and andesitic lavas. Petrographically, they both display hemicrystalline porphyritic texture. While andesite, basaltic andesite, rhyolite, dacite and basalt group shows

hyalopilitic, pilotaxitic, intersertal, glomeroporphyric, trachytic texture; rhyolitic ignimbrite displays generally spherulitic texture, hyalopilitic and vitrophyric textures as a consequence of devitrification, and eutaxitic texture as a consequence of welding.

All lava samples present disequilibrium textures such as clinopyroxene mantled by hornblende, hornblende surrounded by plagioclase, biotite mantled by hornblende, different stages of plagioclase, biotite and hornblende crystallization, sieve texture in plagioclases, reaction textures in hornblende and biotite, quartz crystals in olivine basalt mantled by pyroxene phenocrysts, plagioclase phenocrysts displaying patchy and oscillatory zoning, sieve and synensis textures, embayment structures in plagioclase phenocrysts. Also, basaltic samples include quartz xenocrysts.

Classification of the volcanic rocks in the area according to Le Bas et al., 1986 are basaltic andesite, andesite and rhyolite for Small Mt. Hasan; andesite and dacite for Keçiboyduran and Saadet 1 drilling samples. They are sub alkaline in nature (Irvine and Baragar, 1971) and represented by mildly high-K calcalkaline rocks (Pecerillo and Taylor, 1976). The silica content of volcanic rocks of Small Mt. Hasan range from 52.21 to 72.49 wt % and Keçiboyduran samples range from 61.14 to 63.25 wt %. They display enrichment large ion lithophile elements (LILE: Rb, Ba, Sr and K) and LREE, and depletion in high field strength elements (HFSE: Th, Ta, and Ce) with significantly negative Nb, Ti, P and Y.

Measured $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(m)$ ratios of Small Mt. Hasan vary between 0.70492 to 0.70519, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios 0.51260-0.51270, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratios 18,869-18,855, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratios 38,864-38,882 and $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratios 15,628-15,640. Keçiboyduran stratovolcano has measured $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(m)$ ratio as 0.70514, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratio as 0.51265, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratio as 18,896, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratio as 38,896 and $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratio as 15,641. Sr isotope and ϵNd values of 3 volcanic samples exhibit narrow changes. ϵNd values of Small Mt. Hasan and Keçiboyduran volcanic rocks change from 0.73 to 1.22. Small Mt. Hasan and Keçiboyduran volcanic rocks display similar La/Nb values; 2.20-2.86 and 2.53-2.84 respectively. Both La/Nb values and partial melting models of volcanic rocks indicate (6-15%) spinel lherzolite as possible source mineralogy. These rock samples show low Sr isotope values; therefore, they have low crustal contamination and AFC.

The origin of the Cappadocian volcanism was possibly related to melting of a subduction-modified lithospheric mantle source, during the post collisional extension in Central Anatolia (Turkey).

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışması kapsamında Orta Anadolu Volkanik Kompleksi (OAVK) içerisinde önemli bir yer teşkil eden Hasandağ (Küçük Hasandağ) ve Keçiboyduran volkanları arasında kalan alanda saha ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı her iki volkanın da ürünlerinin içiçe mostra verdiği inceleme alanında yüzey haritalaması ve sondaj loglarının değerlendirilmesi ile bölge volkanizmasının tabandan tavana volkanostratigrafisini ortaya koymak, volkanik kayaların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini araştırmaktır. Bu veriler ışığında Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanlarının birbirleri ve Orta Anadolu volkanizması ile zaman ve mekandaki ilişkilerini ortaya koymak, volkanizmanın evrimi, kökeni ve bölge tektonizması ile ilişkisinin ne olduğu sorununa yaklaşımda bulunabilmektir.

1.2 Çalışma Metodu

Bu yüksek lisans tez çalışması saha, laboratuvar ve büro çalışmalarını kapsamaktadır.

1.2.1 Saha çalışmaları

Çalışmanın ilk aşamasında 2015 yazında Haziran-Ağustos ayları arasında 2 ay süre ile saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Saha çalışması ile 80 km²'lik alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası üretilmiştir. Bu harita üzerinde Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratavolkanlarının lav ve piroklastik ürünlerinin konumları ve birbiriyle olan sınırları detaylı bir şekilde haritaya işlenmiştir. Tüm bu veriler genelleştirilmiş stratigrafik kesitte (Şekil 2.1) ve Ek A'de sunulan jeoloji enine kesitlerinde gösterilmektedir. Saha çalışması sırasında araziden daha sonraki büro çalışmaları için 114 adet volkanik kayaç numunesi toplanmıştır. Bunun yanı sıra Saadet 1 sondajına ait karot numuneleri üzerinde incelemeler yapılmıştır. Haritalama çalışmaları sırasında MTA tarafından üretilen Aksaray L32-c1, L32-c4, L32-d2 ve L3-d3 pafta no'lu 1/25.000 ölçekli topografik haritalar kullanılmıştır.

1.2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Çalışmanın ikinci basamağı olarak yapılan laboratuvar çalışmasında yüzeyde alterasyondan en az etkilenmiş, temiz olan örnekler seçilerek toplamda 44, Saadet 1 kuyusuna ait karotlardan (33 adet) ince kesiti hazırlanmıştır. İnce kesit yapımı İTÜ Maden Fakültesi ince kesit laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan ince kesitler üzerinde yapılan petrografik incelemelerde Dedeman Optik Mineraloji Labotuvuar'ındaki "Leica DM 750P" model polarizan mikroskoptan faydalanılmıştır.

Petrografik incelemeler sonucunda temiz, farklı bileşim ve dokudaki örnekleri temsil eden yüzeyden 18, sondajdan da 10 adet numune jeokimyasal analizler için seçilmiştir. Seçilen örnekler İTÜ Avrasya Enstitüsü Örnek Hazırlama Laboratuvar'ında bulunan hidrolik pres kullanılarak kayalar kırılmış, daha sonra çeneli kırıcı yardımı ile 0.5 cm – 1.2cm boyutunda kırılmış ve sonrasında agat havanda 200 mesh altında öğütülerek pudra kıvamına getirilmiştir. Toz haline getirilen örneklerden yaklaşık 50 mg tüm kaya ana-iz ve nadir toprak element analizleri için Acme Analytical Laboratories'e (Kanada) gönderilmiştir. Bu laboratuvar da ICP-ES tekniği kullanılarak örneklerin ana element içerikleri, ICP-MS tekniği kullanılarak da örneklerin iz element ve nadir element içerikleri saptanmıştır. Tüm kaya ana-iz element analizleri yapılan örnekler içinden seçilen 3 örnek ise Sr-Nd-Pb izotop analizleri için ALS International Isotope Laboratories (İsveç)'e gönderilmiştir. Analiz hazırlık aşamasında ve uygulanan analitik yöntemleri ve analiz prosedürleri laboratuvarların web sayfasında ayrıntılı olarak bulunmaktadır (www.Acmelab.com, www.ALSlab.com).

1.2.3 Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarında ilk olarak saha çalışmaları öncesinde inceleme alanını ve/veya konusunu kapsayan bilimsel çalışmalar ile raporlar derlenmiş ve incelenmiştir. Saha çalışmasının ardından laboratuvar çalışmaları ile elde edilen analiz sonuçları bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi için Microsoft Excel ve GCDkit 4.1 programlarından yararlanılmış, grafik çizimlerinde CorelDRAW X8, jeoloji haritasının çizimi için ise ArcGIS bilgisayar programı kullanılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen saha, petrografi ve tüm kaya jeokimya verileri önceki çalışmalardan da yararlanılarak yorumlanmış ve bu veriler İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tez yazım kılavuzundan faydalanılarak Microsoft Word programında yazılmıştır.

1.3 Çalışma Alanının Tanıtılması

İnceleme alanının coğrafi konumu, morfolojisi, iklim ve bitki örtüsü, nüfus ve yerleşim özellikleri bu başlık altında anlatılacaktır.

1.3.1 Çalışma alanının konumu

Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanları arasında yer alan inceleme alanı Niğde ili sınırı içerisinde kalmaktadır. Niğde İç Anadolu Bölgesi'nin "Orta Kızılırmak" olarak adlandırılan kesiminde bulunmaktadır. Aksaray, Nevşehir, Kayseri, Adana, İçel ve Konya illeri ile çevrilidir. Deniz düzeyinden 1300 m yükseklikte bulunan ilin batı kesimi dalgalı düzlükler, kuzey, güney ve doğu kesimleri ise dağlık alanlarla kaplıdır. Güney ve güneydoğu sınırlarını Orta Toros'ların temelini oluşturan Bolkar Dağları çizmektedir.



Şekil 1.1 : Çalışma alanının yer bulduru haritası (Atlas Kartografya Servisi-Google Earth 2016).

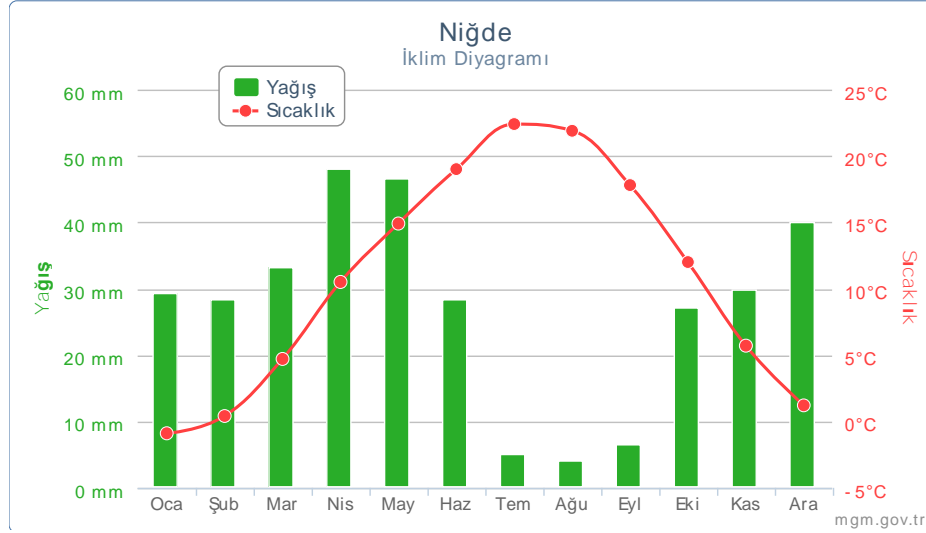
Çalışma alanı Niğde il sınırı içerisinde Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanları arasında 80 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1). Güneyde Akçaören ve Ulukışla köyü, kuzey batısında da Ulukışla yaylası ile sınırlandırılmaktadır.

1.3.2 Morfoloji

Aksaray-Niğde ili ve çevresindeki en yüksek alanları, Hasandağ (Küçük (3069 m) ve Büyük (3253 m), Keçiboyduran (2727 m) ve Melendiz (2963 m) volkanları oluşturmaktadır. Geniş alanlara yayılmış ovalar içinde yükselen bu üç dağ heybetli görünüşleri ile mükemmel bir doğa manzarası oluşturmaktadır. Bölgenin kuzeybatısında Tuz Gölü ve batısında da geniş bir alanda Konya Ovası yayılım göstermektedir.

1.3.3 İklim ve Bitki Örtüsü

Niğde ilinde karasal iklim koşulları hüküm sürmektedir. İlin güneyini kuşatan dağlar, deniz etkilerinin iç kesimlere ulaşmasına engel olduğu için iklim sertleşir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Merkezde yıllık ortalama sıcaklık 11,1°C'dir (Şekil 1.2). Bölgede yapılan incelemelere göre en soğuk ay Ocak, en sıcak ay Temmuz'dur. Kış aylarında yüksek basıncın etkisiyle Niğde'de değişik bir yağış rejimi görülür. İlkbaharda ise batıdan gelen alçak basınç merkezlerinin etkisi altında girer. Bu şekilde gölgedeki sıcaklık derecesi yavaş yavaş yükselir ve yüksek basıncın hakimiyeti doğuya çekilir. Bu çekiliş ilkbaharda depresyon (cephe) yağışlarının meydana gelmesine sebep olur. Nisan, Mayıs ve Haziran'ın ilk yarılarna kadar sağanak halinde, bazen de sürekli yağışlar şeklinde görülür. Niğde'de yağış ortalaması 0.9 mm'dir. Yağış en fazla olduğu ay 78.5 mm ile Nisan, en az olduğu ay ise 0.2 mm ile Temmuz ayıdır (nigde.gov.tr).



Şekil 1.2 : Çalışma alanındaki yıllık yağış ve sıcaklığı gösteren diyagram.

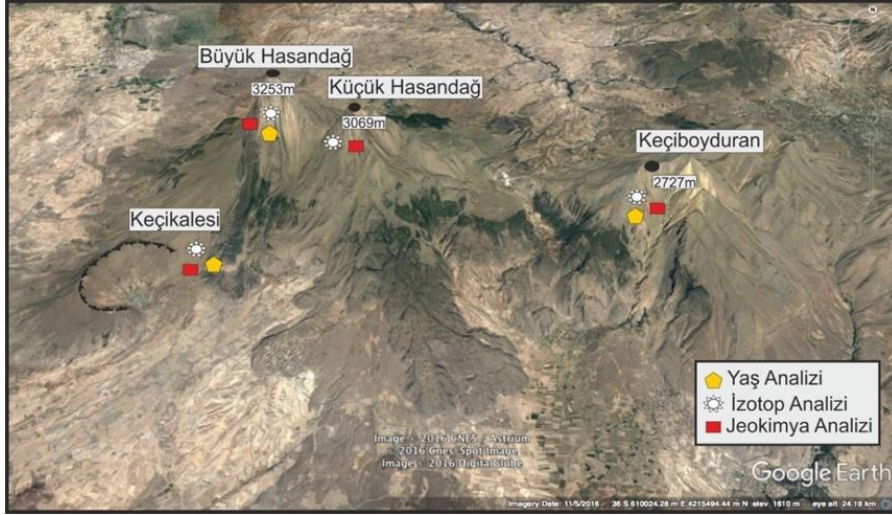
Niğde ili toprakları, bitki örtüsü açısından çok zayıftır. İlin dağlık kesimlerinde az miktarda orman örtüsü görülür. Melendiz Dağları üzerinde kuzey yamaçlarda kayın; güney yamaçlarda meşe, güney ve güneydoğudaki dağlarda ardıç, karaçam, kızılçam, köknar, dişbudak ve gürgenden oluşan iğne yapraklı ve geniş yapraklı karışık ormanlar görülür. Irmak boylarında söğüt, kavak, iğde ve karaağaç vardır. Yaylalarda görülen çayır otları aşırı otlatma nedeniyle azalmış, verimden düşmüş ve bazıları kaybolmuştur. Kahverengi orman toprakları üzerinde görülen başlıca bozkır bitkileri yavşan, yumak, kekik ve dikenlerdir (nigde.gov.tr).

1.3.4 Nüfus ve Yerleşim

Niğde nüfusu 2015 yılı genel sayımına göre 346.114'dir. Nüfusun 172.643 erkeklerden ve 173.471'de kadınlardan oluşur ve Türkiye'nin kadın erkek dengesinin en yakın olduğu şehirdir. Tahmini verilere göre 2016'da nüfus 347.412'a ulaşmıştır. Nüfusun ana yoğunluğu merkezde toplanmakta olup, daha sonra sırasıyla Bor, Çiftlik, Ulukışla ve Altunhisar ilçelerine doğru yayılım göstermektedir (nigde.gov.tr).

1.4 Önceki Çalışmalar

Bölgede önceden yapılmış çalışmaların kısa özetleri ve bu çalışmalarda yapılmış olan jeokimyasal, jeokronolojik ve izotop analizlerini gösteren görsel (Şekil 1.3) aşağıda yer almaktadır.



Şekil 1.3 : Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanlarında daha önceden yapılan analizleri gösteren şekil (Google Earth, 2016).

Beekman (1966), ‘‘Hasandağ – Melendiz Dağı Bölgesi’’nde Pliyosen ve Kuvaterner Volkanizma Faaliyetleri’’ adlı çalışmasında bölgenin jeolojik haritasını hazırlamış ve buradaki volkanik kayaları ayrıntılı bir şekilde inceleyerek bölgenin volkanotektonik evrimi hakkında bilgi vermiştir. Hasandağ kül formasyonunu homojen, tabakalı ve karma karışık depozit şeklinde üçe ayırmıştır. Bu depozitlerin buldukları yerlerden ve jeolojik içeriklerinden detaylı bir şekilde bahsetmiştir. Ayrıca Hasandağ lavlarının, Keçiboyduran-Melendiz dağı lavlarından daha sonra oluştuğunu ve ince bir ‘‘pomza taşı-kül/tüf’’ zonu ile birbirinden ayrıldığını belirtmiştir.

Ercan (1986), ‘‘Orta Anadolu’daki Senozoyik Volkanizması’’ başlıklı çalışmasında Paleosen’den Kuvaterner’e kadar Orta Anadolu’da etkin olan volkanik kayaların oluşum koşullarını ve kökenlerini ortaya koymuştur. Yazara göre, Paleosen ve Eosen yaşlı volkanikler bölgedeki dalma-batma olayları sonucunda ada yayı volkanizması olarak türemişlerdir. Oligosen, Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkaniklerin ise levhalar arası yakınsama hareketinin uzun süre devam etmesi sonucunda okyanus kabuğunun tüketilmesiyle kıtasal kökenli kalkalkalen bir volkanizmadan türediklerini belirtmiştir. Ayrıca yer yer manto etkilerinin de görülmekte olduğunu, kalkalkalen ve manto kökenli alkalin magmaların karışmasıyla hibrit volkaniklerinde bölgede bulunduğunu vurgulamıştır. Hasandağ – Melendiz Dağı civarındaki volkanizmanın Orta Miyosen’de ignimbirit püskürmeleriyle başladığını, bunu volkanik kül, lapilli,

tüf ve aglomerelerin takip ettiğini, daha sonrada bazaltik andezit, andezit, dasit, riyodasitlerin izlediğini ve bölgedeki volkanizmanın Kuvaterner'de Hasandağ'ın bazaltik lavlarıyla son bulduğunu belirtmiştir.

Dirik ve Göncüoğlu (1996), Orta Anadolu'nun neotektonik karakteristiği ile ilgili detaylı bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, inceleme alanında bulunan Tuz Gölü Fay'ının (TGF) NW-SE yönlü, yaklaşık olarak 190-200 km uzunluğunda ve 5-20 km genişliğinde olduğundan, kuzeyde Tuz Gölü'ne güneyde de Niğde'ye kadar ulaştığından bahsetmişlerdir. Kuvaterner döneminde aktif olan Hasandağ kompozit volkanı ve Geç-Miyosen/Erken-Pliyosen'de aktif olan Keçi Boyduran kompozit volkanının TGF'nu boyunca geliştikleri belirtilmiştir.

Aydar ve Gourgaund (1998), "Hasandağ'ın Jeolojisi" adlı çalışmalarında stratovolkanın iki pike sahip olduğunu ve magmanın bu kalderalardan çıktığını öne sürmüşlerdir. Hasandağ'ın volkanik evrimini Keçikalesi (13Ma), Paleovolkan (7Ma), Mezovolkan ve Neovolkan olarak 4 evrede incelemişlerdir. Bölgenin lav akıntısı, lav domu ve piroklastiklerden oluştuğunu, bunların bileşimlerinin bazalttan riyolite değiştiğini ancak andezit ve dasitin ağırlıklı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Andezit ve Dasit bileşimli volkanik kayaların gelişiminde fraksiyonel kristallenme ve homojen karışım (magma mixing) süreçlerine dair mineralojik ve dokusal veriler ortaya koymuşlardır. Yaptıkları jeokimyasal çalışmalar sonucunda eski volkanlar olarak adlandırdıkları Keçikalesi ve Paleovolkan'ın toleyitik bileşimliyen, Mezovolkan evresinde kalkalkalen, Neovolkan evresinde ise alkalin karakterin baskın olduğunu belirtmişlerdir.

Deniel vd. (1998), "Hasandağ'ın Kalkalkalenden Alkaline Değişen Magmatizma Evrimi" adlı çalışmalarında 3 farklı evrede gelişen lavların (Paleo-Hasandağ, Mezo-Hasandağ, Neo-Hasandağ) mineralojik bileşimlerini, jeokimyasal karakterlerini ve izotop verilerini incelemişlerdir. Paleo-Hasandağ genel olarak bazaltik andezit ve riyolitik, Mezo-Hasandağ bazaltik andezit, andezit, dasit ve riyolitik, Neo-Hasandağ ise andezit, dasit ve riyolitik lavlardan oluşmaktadır. Jeokimya ve izotop verileri Hasandağ'ın lavlarının gelişiminin 2 farklı kaynaktan oluştuğunu göstermektedir: (1) üst mantonun dalma batma sürecinde zenginleşmesi veya magmanın kıtasal kabuğun kirlenmesiyle zenginleşmesi sonucunda ve (2) kıtasal manto litosferinin çeşitli

derecelerde zenginleşmesi şeklindedir. Hasandağ'ın baskın kalkalkalen karakterinin bölgedeki Eosen Miyosen zaman aralığındaki dalma batma kaynaklı olduğunu ve alkalene değişen bileşiminde Geç-Miyosen döneminde başlayan Orta Anadolu'daki genişlemeli tektoniğe bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Şen vd. (2004), Orta ve Doğu Anadolu'daki volkanik kayaların kaynağını belirleyebilmek için petrojenik modelleme çalışması yapmışlardır. Yazarlar bu çalışmalarında, Kuvaterner yaşlı Orta Anadolu (Hasandağ ve Erciyes) ve Doğu Anadolu'ya (Karacadağ ve Tendürek) ait volkanik kayaların iz element ve izotop değerlerini incelemişlerdir. Orta Anadolu'daki bazaltik volkanizmanın genişlemeli bir tektonizmaya ilişkili olduğunu ve lavların birçoğunun dalma-batma ile ilişkili bir jeokimyasal karakter sunduğunu ifade etmişlerdir.

Güçtekin ve Köprübaşı (2009), "Hasandağ ve Erciyes Volkanlarının Mafik ve Ortaç Volkanik Kayaçlarının Jeokimyasal Karakterleri (Orta Anadolu, Türkiye)" adlı çalışmalarında iz element verilerini kullanarak bölgedeki petrojenik süreci modelleyerek açıklamaya çalışmışlardır. Yazarlara göre Hasandağ volkanizması kalkalkalen, alkalen ve toleyitik karakter sergilemektedir. Çoklu element diyagramı ve N-MORB'a göre, Hasandağ toleyitik ve kalkalkalen lavları önemli ölçüde LIL (Rb, Ba, Th ve U) ve LREE elementlerce zenginleşirken, HFS (Ta, Nb, Ti ve Hf) elementlerince fakirleştiğini ancak Hasandağ alkalın lavlarının negatif Ta ve Nb anomalileri göstermediğini belirtmişlerdir. Bu sebeplede alkalen lavların farklı bir kaynaktan türediğini öne sürmüşlerdir. AFC modeline göre ise Hasandağ alkalen kayalarının kabuksal kirlenmeden toleyitik ve kalkalkalen kayalara oranla daha az etkilendiğini belirlemişlerdir. İz element değerlerine göre oluşturulan fraksiyonlaşma vektörüne göre de Hasandağ toleyitik ve kalkalkalen kayalarında amfibol ve plajiyoklaz fraksiyonlaşmasının etkin olduğunu ve alkalen kayalarında da plajiyoklaz, piroksen ve amfibol fraksiyonlaşmasının yoğun olduğunu vurgulamışlardır.

Üstümüşük ve Kılıç (2011), Küçük Hasandağ volkanının magma evrimi boyunca geçirdiği süreçleri üç farklı modelle belirli P, T, % H₂O wt. ve fO₂ parametreleri kullanarak incelemişlerdir. Sistemin başlangıç parametrelerini ana kayaların jeokimyasal verileri ile kıyaslayarak en uygun değerler olan P=1000bar, fO₂= QFM+1 ve H₂O=2 %wt olarak kabul etmişlerdir. İzotropik fraksiyonel kristallenme koşulları altında ana magması bazaltik-andezitten oluşan eriyiğin

bileşimini hesaplamak için Ghiorso ve Scaks (1995)'in MELTS algoritmasını kullanmışlardır. Ancak bu model sonucunda elde ettikleri jeokimyasal veriler Küçük Hasandağ'ın orijinal dataları ile geçerli sağlamadığından bu modeli uygun bulmamışlardır. Yaptıkları hesaplamalar sonucunda Küçük Hasandağ'ın magmatik evriminde magma tazelenmesi (magma recharge) ve izobarik-izentalpik magma karışması sürecinin ana kontrol prosesleri olmasının daha olası olduğunu belirtmişlerdir.

Aydın vd. (2014), ‘‘Kuvaterner’de Niğde Volkanik Kompleksi (NVK) içerisindeki bimodal volkanizmanın yaşı, petrojenezi ve jeodinamik göstergesi (Kapadokya, Orta Anadolu, Türkiye)’’ adlı çalışmalarıyla, bölgedeki bimodal volkanizmanın oluşum ve gelişim sürecini ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırmacılar eş yaşlı mafik ve felsik kayaların bir arada bulunmasını bimodal volkanizma ile ilişkilendirmiştir. Mafik kayalar $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve Th ile pozitif bir trend sunarken, felsik kayalar daha düz bir trend sergilerler. Bu da mafik kayaların asimilasyon ve fraksiyonel kristallenme süreçlerinde, felsik kayaların ise daha çok fraksiyonel kristallenme sürecinden etkilendiğini göstermektedir. Bu da felsik kayaların daha çok fraksiyonel kristallenme sürecinden etkilendiğini göstermektedir. Yazarların ortaya koyduğu jeokronolojik ve jeokimyasal verilerin ışığında göre NVK ve KVP'nin genel gelişimini çarpışma sonrası genişlemeli tektonik rejime bağlamışlardır.

Schmitt vd. (2015), Orta Anadolu'da bulunan Çatalhöyük antik bir yerleşim yeridir. Hasandağ'a 130km uzaklıkta bulunmaktadır ve iki pike sahip olan Hasandağ'ın yaşadığı patlamayı tasvir eden bir çizim bu antik yerleşim yerinde görülmektedir. Araştırmacılar, Büyük Hasandağ'ın zirvesinden aldıkları iki adet pomza numunesini üzerinde radyometrik yaş analizi yapmışlardır. İlk pomza örneğinin yaşı 8.97 ± 0.65 Ka (6960 ± 640 BCE), ikinci pomza örneğinin yaşını da 28.9 ± 1.5 Ka bulunmuştur. Elde ettikleri bu yaş verilerinin Holosen döneminde Çatalhöyük'te yaşayan insanların Hasandağ'ın yaşadığı patlamaya tanıklık edebilmesi için uygun olduğunu belirtmişlerdir.



2. STRATİGRAFİK JEOLJİ

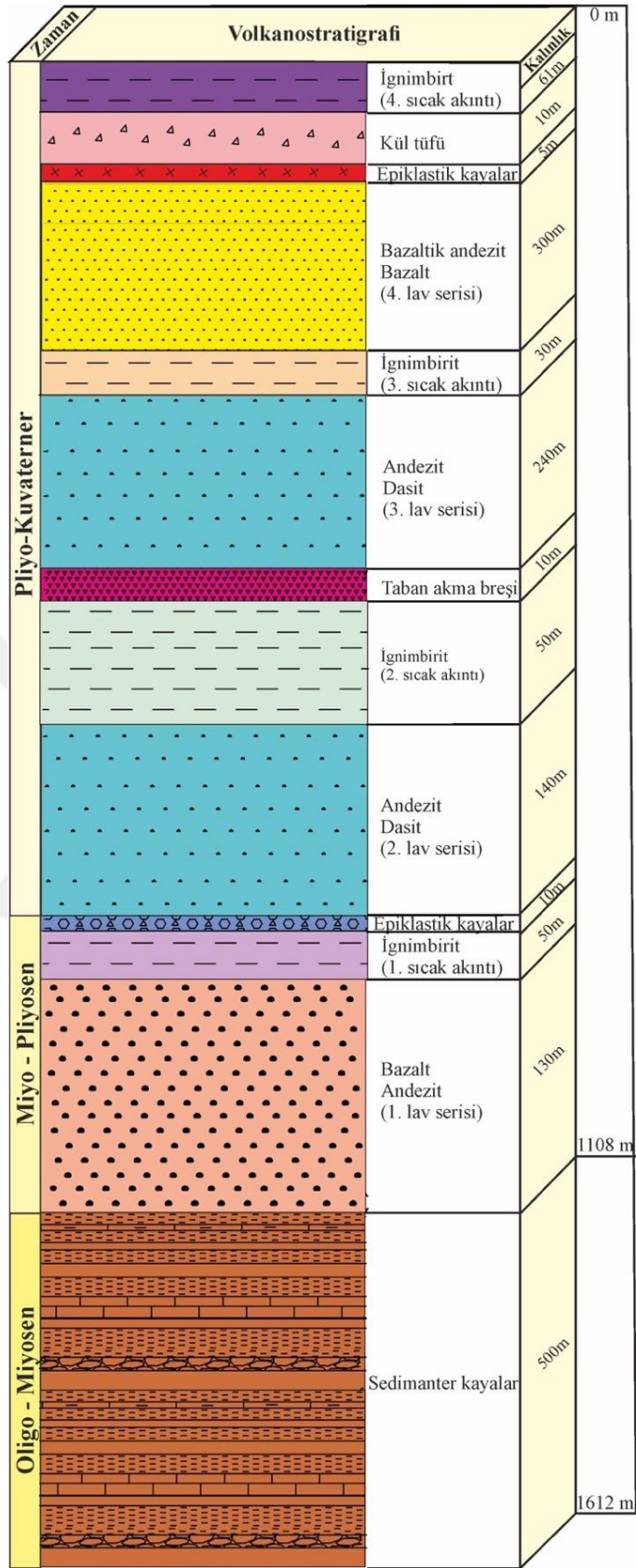
İnceleme alanının içerisinde yer aldığı Orta Anadolu Volkanik Kompleksinin (OAVK) güneyini Toridler, kuzeyini Anatolidler, batısını Tuzgölü Havzası ve doğusunu Erciyes volkanı sınırlamaktadır. Bölgenin temelini Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Niğde, Akdağ ve Kırşehir masifleri oluşturmaktadır (Yılmaz ve Whitney, 2000). Paleozoyik yaşlı gnays, şist ve mermer litolejileri ile temsil edilen kayalar temel kayaları Üst Kratese ofiyolitleri tarafından üzerlenip, Üst Kratese-Paleosen yaşlı plütonik kayalar tarafından kesilmiştir (Akıman vd. 1993, Göncüoğlu vd. 1991a). İnceleme alanında Kuvaterner yaşlı Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratavolkanlarına ait olan lavlar ve ilişkili piroklastik kayalar ile epiklastik ve çökel kayalar yer almaktadır. Bu nedenle Neojen öncesi birimler bu bölümde anlatılmayacaktır.

İnceleme alanındaki birimler, “Yüzey Stratigrafisi” başlığı altında; Epiklastik Kayalar, Keçiboyduran Volkanitleri ve Küçük Hasandağ Volkanitleri alt başlıkları ile sunulacaktır. İnceleme alanı içerisinde 3S KALE ENERJİ ÜRETİM A.Ş.’e ait Saadet 1 sondaj karot loglarından elde edilen veriler ise “Sondaj Stratigrafisi” adı altında aşağıda tanıtılacaktır. İnceleme alanında Saadet 1 sondaj karot log kesiti Şekil 2.1’de ve saha çalışmaları ile oluşturulmuş genelleştirilmiş stratigrafik kesit ise Şekil 2.2’de sunulmaktadır.

2.1 Sondaj Stratigrafisi

İnceleme alanı içerisinde 3S KALE ENERJİ ÜRETİM A.Ş. tarafından jeotermal çalışmalar için araştırma kuyusu olarak açılan Saadet 1 sondajı Kızıl Tepe (1700 m) kuzeyinde yer almaktadır ve log derinliği 1612 m’ye ulaşmaktadır (Şekil 2.1).

Sondaj Log’un dan elde edilen veriler ulaşılabilen tabanın 500 m kalınlığındaki sedimanter kayalardan oluştuğunu göstermektedir. Sedimanter kayaların üstüne gelen volkanik istif yüzeyin altında yaklaşık 1108 m kadar devam etmektedir. Aşağıda bu birimlerin makro özellikleri tanımlanmaktadır.



Şekil 2.1 : Saadet 1 Log'una ait stratigrafik kesit (3S KALE Saadet 1 Sondaj Raporu, yayınlanmamış veri).

İnceleme alanına dair en görünür temeli oluşturan bu sedimanter birimler çakıltası, çamurtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı niteliğindedir (1612-1108m). Çakıltaları kahve ve gri renkli, kötü boylanmalı ve orta-iyi yuvarlak tanelidir. Karbonat içerikli matriks oranı %15'den fazladır ve yer yer kalsit damarları ile belirgindir. Çamurtaşları bordo-kahve ve yeşilimsi gri renklidir. Matriksi yoğun kil ve karbonat içeriklidir. Oldukça yoğun kırıklı çatlaklı yapı sunmaktadır. Yer yer kloritleşmeler gözlenmektedir. Kumtaşları gri beyaz renklidir. İyi-orta yuvarlanmalı ve yer yer kaba tanelidir. Ara ara çakıltası bantları görülmekte olup, bol mikalıdır. Karbonat matriks ve kalsit damarları tüm seri boyunca yaygınca izlenmektedir. Kireçtaşları beyaz renklidir ve bol kırık çatlaklı bir görünüm sergilemektedir.

İstifte üste doğru volkanik ürünlere geçilmekte olup bunların temelden tavana kırıntılı-piroklastikler ile ayrılan dört farklı bileşimlerdeki lav topluluğundan oluştuğu tespit edilmiştir. Aralarda epiklastik birimler, lahar, taban taşma birimleri ve piroklastik istif içerisinde kaynaklı ve kaynaksız olmak üzere iki tip ignimbirit yer almaktadır. 0-61 m (4. Sıcak akıntı) aralığında gözlenen ignimbiritler pembemsi beyaz renkli ve basılmamış, 346-476 m (3. Sıcak akıntı), 726-776 m (2. Sıcak akıntı) ve 928-978 m (1. Sıcak akıntı) koyu gri renkli ve basılmıştır. Bu ignimbiritler pomza, cam parçası (shards), kristaller ve litik parçalardan oluşmaktadırlar. İçerdikleri plajiyoklas, sanidin, biyotit, hornblend ve kuvars fenokristalleri gözle seçilebilmektedir. Bu kristaller idiomorf ve hipidiyomorf formlarda bulunmaktadır. Yer yer pumis ve cam parçaları sıcaklığında etkisiyle basılma sonunca kaynaklanıp ateş yapısı olarak bilenen fiammeleri oluşturduğu gözlenmiştir. Kaynaklanmanın gözlenmediği seviyelerde pumisler yuvarlağımsı bir görünüm sergilemektedir. Kayada çatlak ve boşluklar içerisinde ikincil kalsit, klorit ve zeolit oluşumları görülür. Ayrıca bazı örneklerde pirit ve kalkopirit minerallerine de rastlanmıştır.

61-71 m arasında gözlenen tüfler, pembemsi kırmızı renklidir. Kül matriks içerisinde egemen olarak pumis, kuvars, feldispat ve biyotit kristalleri ile az sayıda litik parça gözlenmiştir. Litik parçalar volkanik kayalardan derlenmiş olup, asidik bileşimli lavlar ile temsil olmaktadır. Bu parçalar iyi yuvarlanmıştır ve boyutları 2cm civarındadır. Log içerisinde ince seviyeler halinde gözlendiği yerler stratigrafik kesitte göz ardı edilmiştir. Log içerisinde gözlenen 130-300 m arasındaki değişen kalınlığa sahip lav dizisi bazaltik andezit-bazalt, andezit-dasit ve bazalttan andezite kadar değişen bir bileşim aralığı sergileyen seviyelerden oluşmaktadır.

Bazaltik andezit-bazalt (76-376 m) lavları, koyu gri, siyahımsı renkli ve hemikristalen porfirik dokuludur. Kayada plajiyoklas, piroksen, hornblend fenokristalleri gözle seçilebilmektedir. Oldukça altere olan örneklerde limonitleşmiş ve hematitleşmiş alanlar bulunur. Yer yer karotlarda vesiküler dokunun hâkim olduğu lav örnekleri de gözlenmiştir. Bu vesiküllerde ve çatlaklar boyunca karbonatlaşma gözlenmiştir. Kuyu içerisindeki kalınlığı 220 m'yi bulmaktadır.

476 ile 916 m arasında gözlenen andezit-dasit lavları, beyaz pembe renklidir. Hemikristalen porfirik dokulu lavlarda, plajiyoklas, hornblend ve biyotit mineralleri gözlenmektedir. Bunlar idiomorf ve hipidiyomorf prizmatik kristaller şeklinde görülürler. Bazı karot örneklerinde piroksen içeren andezitler de gözlenmiştir. Bu kayalarda yoğun alterasyon göstermektedir. Log içerisindeki kalınlığı 240-300 m arasında değişmektedir.

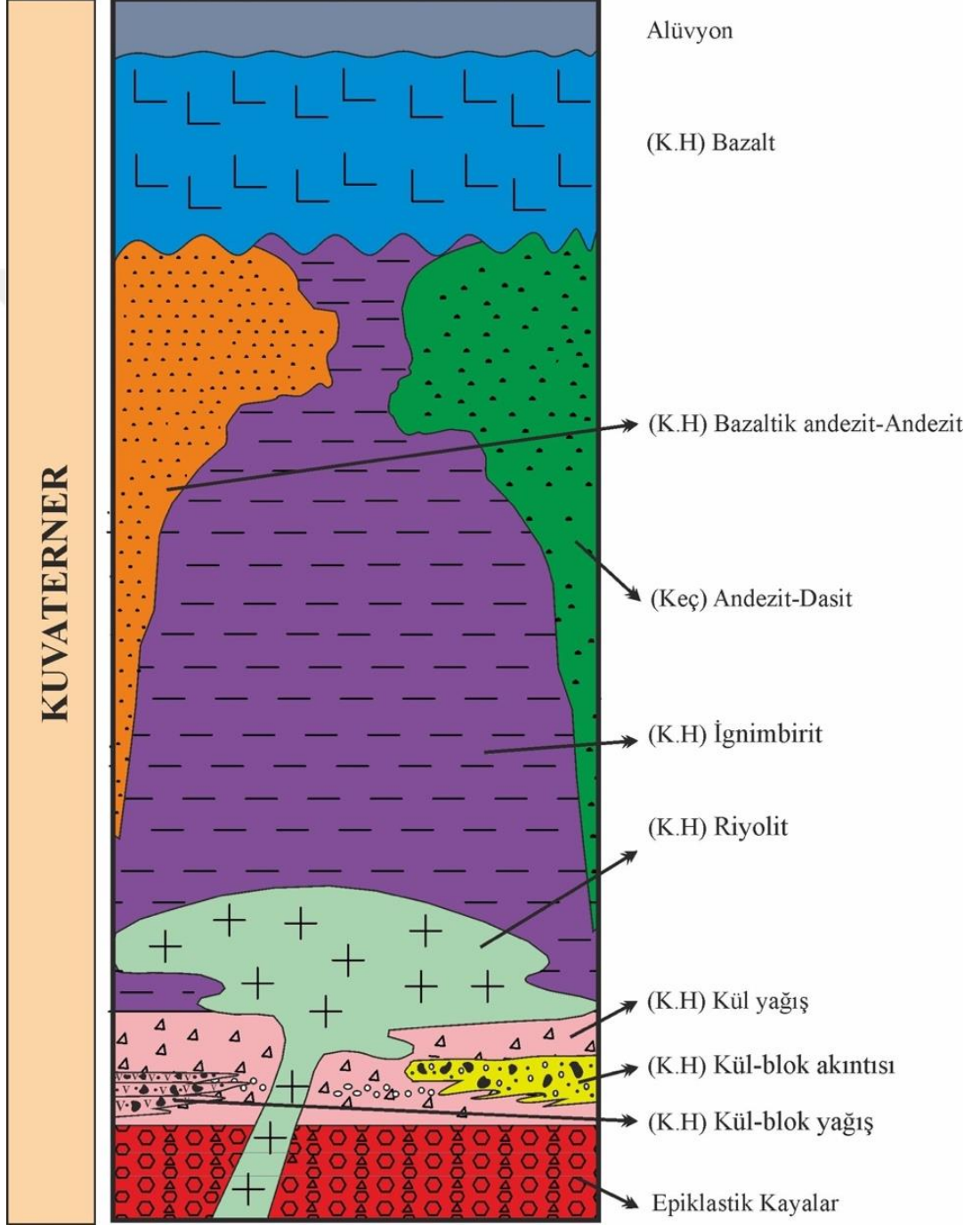
Bazalttan andezite değişen lav dizisinde bazalt lavları siyah koyu gri renkli, andezit lavları bordo kahve renklidirler. Bazaltlar porfirik ve yoğun vesiküler yapı sergilemektedirler. Plajiyoklas, piroksen ve olivin mineralleri gözle seçilebilmektedir. Plajiyoklaslar ince-uzun prizmatik kristaller şeklinde yer alırken, olivin fenokristalleri daha ufak ve yuvarlağımsıdır. Karotlarda felsik anklavlara rastlanmıştır. Andezit lavlarında plajiyoklas, hornblend ve biyotit fenokristalleri gözle seçilebilmektedir.

Ayrıca farklı seviyelerde volkanik ürünlerin yeniden işlenmesi sonucunda oluşan epiklastik kayalar gözlemlenmiştir. Bu kayaların kalınlığı 5-10 m arasında değişmekte olup, volkanojenik kumtaşı, çakıltası ve silttaşı seviyelerinden meydana gelmektedir. Kumtaşları ve çakıltaları bordo kahve renkli olup tane boyutları beyaz gri renkli silttaşı seviyesine göre daha büyüktür. Taneler tamamen volkanik kayalardan derlenmiş kristal (feldispat, biyotit, amfibol), işlenmiş pumis (pomza) ve kül, volkanik cam parçası ve litik elemanlar içermektedir.

Sondaj stratigrafisinde incelenen lav dizisi ve ilişkili piroklastik kayaların yüzey çalışmasında incelenen volkaniklerden hangilerine ait olduğuna dair korelasyon, petrografik ve jeokimyasal verilerin değerlendirilmesinin ardından “5. Tartışma” bölümü içerisinde “5.1 Korelasyon – Yüzey Çalışmaları ve Sondaj Verileri ile Petrografik ve Jeokimyasal Veriler Işığında Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran Volkanlarının Birlikte Değerlendirilmesi” alt başlığı altında verilecektir.

2.2 YüzeY Stratigrafisi

Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanları arasında kalan alandaki yüzeY jeolojisinde elde edilen veriler aşağıda anlatılacaktır. Her iki volkana ait lav ve piroklastik kayaların genleştirilmiş stratigrafik kesiti Şekil 2.2’de ve genel niteliklerini gösteren Tablo 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.2 : İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.

Tablo 1.1: Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanlarına ait lav ve piroklastik kayaçların niteliklerini gösteren çizelge.

	Küçük Hasandağ	Keçiboyduran
Lav	Bazalt Bazaltik Andezit Andezit Riyolit	Andezit Dasit
Piroklastik Kayaçlar	<u>Piroklastik Yağış</u> 1. Kül 2. Kül-blok 3. Scoria 4. Pumis-blok <u>Piroklastik Akma</u> İgnimbirit Kül blok akıntısı Nuee Ardante <u>Piroklastik Taşma</u> Taban taşma birimi	<u>Piroklastik Yağış</u> Kül yağış <u>Piroklastik Akma</u> İgnimbirit

2.2.1 Epiklastik kayalar

Epiklastik kayalar çalışma alanının kuzeyinde Ulukışla Yaylası'nın doğusunda ve Akarca Tepe'nin kuzey batısında dar bir alanda gözlenmektedir. Epiklastikler, Gevrek (1997) tarafından "Aksaray volkanoklastikleri" olarak adlandırılarak tanıtılmıştır.

Epiklastik kayalar işlenmiş siltaşı, kumtaşı ve çakıltası seviyelerinden oluşmaktadır. Epiklastik kayaların içerdiği taneler tamamen volkanik kayalardan derlenmiş kristal (feldispat, biyotit, amfibol), işlenmiş pumis (pomza), kül, volkanik cam parçası ve litik elemanlar içermektedir.

Epiklastik kayalar genel olarak krem-bej renklidir ve istif kalınlığı 40 cm ile 3 m arasında değişkenlik sunmaktadır. Volkanojenik kumtaşı ve çakıltası seviyeleri sarı, sarımsı beyaz renkli olup iç aralanma göstermektedir. Az oranda pumis içeriğine sahiptirler ve pumisler herhangi bir derecelenme sergilememektedir. İçerdikleri litikler 5-10 cm çapında olup genellikle andezit ve bazalt bileşimlidir. Tabaka kalınlıkları 40-50 cm arasındadır. Tabakaları genellikle yataya yakın konumdadır (Şekil 2.3) ancak bazı lokasyonlarda bunların 20° kadar eğimlendiği görülmektedir (Şekil 2.4). Epiklastik kayalar içerisinde gözlenen kırmızımsı-pembe renkli siltaşı seviyeleri içerisinde ufak boyutlu pumisler yer almaktadır ve bunlar ters derecelenme gösterir. Bunların tabaka kalınlıkları 40 cm'e ulaşmaktadır.

İnceleme alanında epiklastik birimler Küçük Hasandağ'ın piroklastik birimleri ile yanal ve düşey geçişlidir. İnceleme alanının civarında ise yer yer epiklastik birimler ile bölgedeki çökel kayalar ardanmalı bir görünüm sergilemektedir.



Şekil 2.3 : Yataya yakın konumlu epiklastik kayaların sahadaki görünümü (Bakış yönü: B).



Şekil 2.4 : Epiklastik çakıltaşı-kumtaşı ardanmasının sahadaki mostra görünümü (Bakış yönü: KB) (It: litik parçalar).

2.3 Küçük Hasandağ volkanitleri

Küçük Hasandağ'a ait volkanik ürünler, riyolit, andezit-bazaltik andezit ve bazalt bileşimindeki lavlar ve ilişkili piroklastik (yağma, akma ve taşma) birimler ile temsil edilmektedir.

2.3.1 Riyolit

Riyolitler inceleme alanın batısında kuzeyde Maraş Tepe, güneyde Elmalı Tepe arasında dar bir alanda gözlenmektedir.

Riyolitler dom ve lav akıntıları şeklinde olup, beyaz renklidir (Şekil 2.5). Hornblend, biyotit ve plajiyoklas fenokristalleri kolayca gözle seçilebilmektedir. Sanidin, biyotit ve hornblend fenokristalleri çıplak gözle tanınmaktadır. Sanidin kristallerin boyutları 1 cm'i geçmemektedir. Bazı yerlerde açık ve koyu renkli lav seviyelerinin ardalması ile akma bantları belirgin hale gelmektedir. Yer yer vadileri dolduran lav akıntısının akma yönü GD doğrultusunu göstermektedir. Bazı kesimlerde dayanımsız ve çabuk parçalanan bir yapı sergilemektedirler.

Riyolitler Küçük Hasandağ'ın piroklastik yağış birimlerini örterken, yine Küçük Hasandağ'ın andezit, bazaltik andezit lavları ve ignimbritleri tarafından örtülürler.



Şekil 2.5 : Riyolitik lavlardaki akma yapıları ve sahadaki mostra görünümü.

2.3.2 Piroklastik kayalar

Çalışma alanındaki piroklastik kayalar, Beekman'ın (1966) yılındaki çalışmasında 'Hasan dağı kül formasyonu ve Hasan dağı kül altınısı formasyonu' olarak adlandırmıştır. Aydar ve Gourgaud (1998) ise Büyük ve Küçük Hasandağ volkanlarını kapsayan geniş ölçekli çalışmalarında inceleme alanındaki tüm piroklastik birimleri "ignimbirit" başlığı altında tanıtmışlardır. Bu çalışmada Küçük Hasandağ'ın patlamalı volkanizma faaliyetleri sonucunda oluşan piroklastik kayalar

2.3.2.1. Piroklastik yağış birimleri

2.3.2.2. Piroklastik taşma ve akma birimleri

2.3.2.3. Soğuk akıntılar (Lahar)

başlıkları altında tanıtmıştır.

2.3.2.1 Piroklastik yağış birimleri

Piroklastik yağış birimleri inceleme alanın kuzeyinde Akarca Tepe, güneyinde Karaseki Tepe ve Kızıl Tepe ile Ulukışla köyü arasında geniş yayılım göstermektedir.

Çalışma alanında, yağış ürünleri içindeki egemen bileşenlerin (litik eleman ve pumis) niteliğine göre kül yağmuru, kül-blok yağmuru, pumis-kül yağmuru birikimleri ile temsil edilmektedir.

Kül yağmuru birikimleri genel olarak beyaz-bej renklidir. Bazı alanlarda tabakalanma oldukça belirgindir (Şekil 2.6). Tabakalanmanın belirgin olmadığı yerlerde boylanma ve derecelenmenin varlığı yağış birimi olduklarını göstermektedir (Şekil 2.7). Yer yer ince pumis seviyeleri de görülmektedir. Tabaka kalınlıkları 2-20 cm arasında değişkendir ve yataya yakın konumludur. İstifin kalınlığı yaklaşık 10 m'ye ulaşmaktadır.

Kül yağmuru birikimleri içerisinde blokların artması ile tedrici olarak kül-blok yağmuru birikimlerine geçilir. Bloklar ve litik parçalar genellikle andezit ve dasitlerden derlenmiştir. Bunlar yarı yuvarlak-köşeli yapı gösterirler. Çapları 3-10 cm arasında değişmektedir. Katman kalınlığı 1 m'e ulaşmaktadır. Bunlar yer yer epiklastik kumtaşı, birim ile girik ilişkiler sunmaktadır.



Şekil 2.6 : Tabakalanma gösteren kül yağmuru birikiminin mostra görünümü
(Bakış yönü: KB).



Şekil 2.7 : Orta-kalın tabakalı kül yağmuru birikiminin yakından görünümü
(Bakış yönü: GB)



Şekil 2.8 : Pumis-lapili yığılımları ve bloklardan oluşan pumis-kül-blok yağmuru birikimi (Bakış yönü: GD).

İstif içerisinde pumis miktarının artması ve egemen olması ile pumis-kül yağmuru birikimlerine geçilmektedir (Şekil 2.8). Bunlar birbiri ile ardalanmalı ve belirgin katmanlıdır. Katman kalınlıkları 40-60 cm arasında değişmektedir. Pumis gruplarının çapları 2-6 cm arasında değişmekte olup, küresel-elipsoidal biçimdedir. Pumis-kül yağmuru birikimleri orta-iyi boylanma göstermektedir. Pumisler içerisinde az sayıda lav parçası (andezit) görülmektedir.

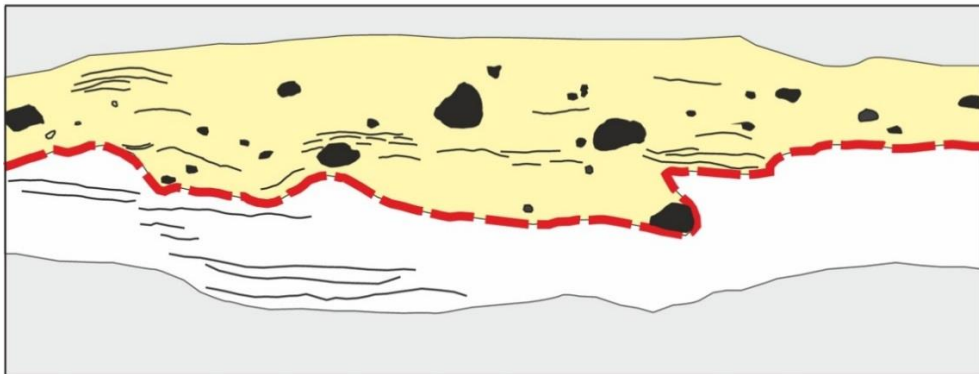
İnceleme alanında çeşitli türdeki piroklastik yağış birimleri epiklastikler kayalar ile yanal ve düşey geçiş gösterirken, Küçük Hasandağ'ın riyolitik ve bazaltik lavları ve Keçiboyduran andezit-dasitleri tarafından örtülmektedir.

2.3.2.2 Piroklastik taşma ve akma birimleri

Piroklastik akma birimleri çalışma alanında kuzeyde Maraş Tepe'nin doğusunda Ulukışla Yaylası ile Akarca Tepe'nin güneybatısında, güneyde Karaseki Tepe'nin kuzeyinde ve Kızıl Tepe'nin civarında geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Piroklastik taşma birimleri ise çalışma alanında Elmalı Tepe'nin güneydoğu kesiminde yayılım göstermektedir.

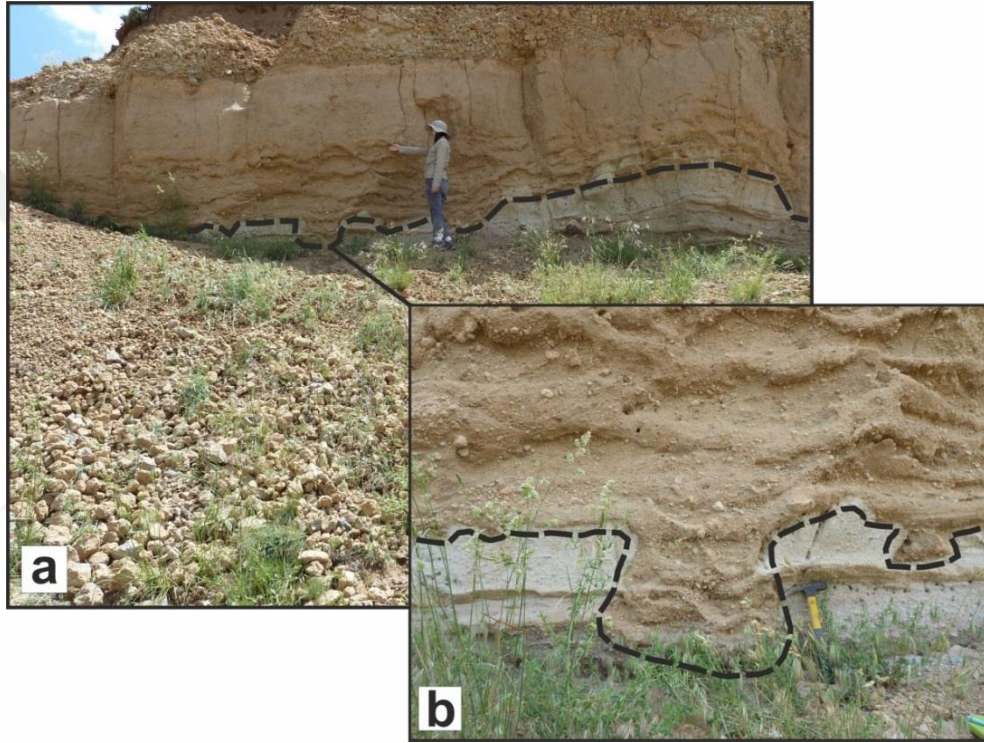
Piroklastik akma birimleri kül-blok akıntıları ve ignimbitlerden oluşmakta olup, ignimbitlerin taban seviyesinde piroklastik taşma birimleri gözlenmektedir.

Kül-blok akıntıları, boyları 10-70 cm arasında değişen volkanik kaya blokları ve bunları tutturun bej-sarımsı beyaz renkli kül bir matriksten oluşmaktadır (Şekil 2.9). Kaya parçaları pembe, pembemsi gri renkli andezit ve riyolit bileşimlidir. Lav blokları orta-iyi yuvarlanma göstermektedir. Tabakasız ve karmaşık iç yapısı ile topoğrafya kontrollü olarak yerleşim göstermeleri piroklastik yağış birimlerinden ayrılımlarını sağlamaktadır. Üzerine aktıkları piroklastik yağış birimlerinin konumlarını bozdukları gözlenmiştir (Şekil 2.10). Kül-blok akıntılarının istif kalınlığı 1-2 m ulaşmaktadır. Piroklastik yağış birimleri ile yer yer ardalama göstermektedirler.



Şekil 2.9 : Kül-blok akıntısı ile ince taneli pımsis-kül yağmuru birikimi arasındaki girintili dokanak (a) ve akıntı içindeki kaotik yapının şematik gösterimi (b) (Bakış yönü: KB).

İgnimbiritlerin taban seviyesi olarak gözlenen taşma biriminde sarı-bej renkli kül matriks içerisinde pumis ve litik parçalar bulunmaktadır. Pumisler yaklaşık 1cm çaplı ve küresel elipsoidal görünümlüdür. Litik parçalar genellikle orta-kötü boylanmaya sahip ve volkanik kökenlidirler. Yatay tabakalanma gösterirler ve 2-30 cm kalınlığına sahiptirler (Şekil 2.11b). Aynı zamanda taşma birimlerinin tipik özelliği olan çapraz tabakalanma gözlenmektedir. Bu çapraz tabakaların kalınlığı yaklaşık 10cm'dir. İstifin kalınlığı 10 m ulaşmaktadır. Çalışma alanında piroklastik taşma birimleri üzerine ignimbiritlerin akmış olduğu görülmektedir.

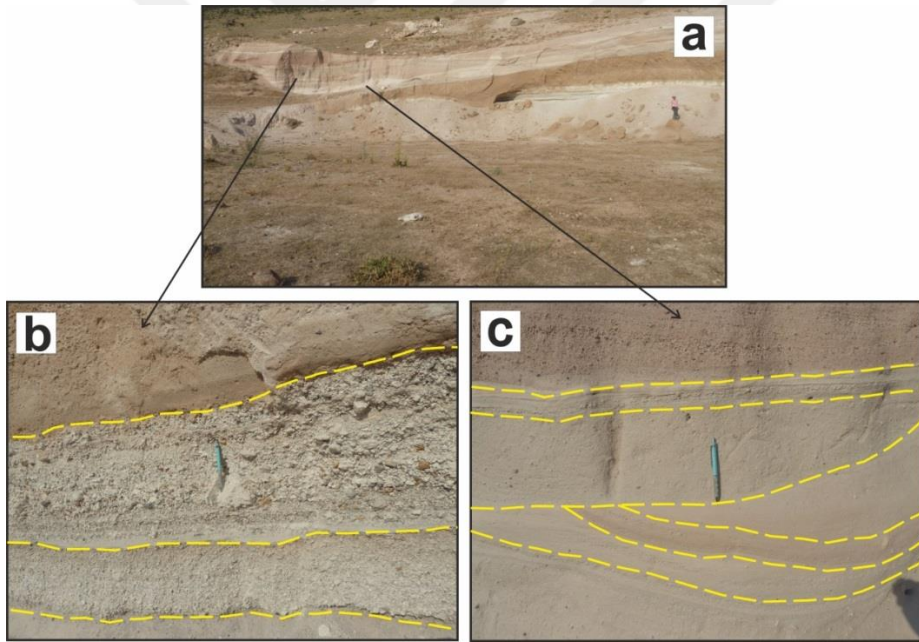


Şekil 2.10 : a) Piroklastik akma biriminin gelmesi ile konumu bozulan kül yağış birikimlerinin mostra görünümü (Bakış yönü: D), b) Dokanağın yakından görünümü.

İgnimbiritler piroklastik serisinin en üst kesimlerini oluştururlar. Farklı derecelerde basılma ve kaynaklanma gösteren ignimbiritler bolca pumis, volkanik cam kıymığı (shards) ve litik parça içermektedir. Aydar ve Gourgaud, (1998) inceleme alanın batısında 8×12 km genişliğindeki Küçük Hasandağ kalderasından türeyen ignimbiritlerin epiklastik istifin altında ve üstünde olmak üzere iki seviyeden oluştuğunu belirtmişlerdir. Ancak bu tez çalışmasında incelenen alanda sadece epiklastik istifin üstünde yer alan üst ignimbirit seviyesi mostra vermektedir.

İgnimbiritler genellikle pembemsi, kızıl kahve tonlarında renkler sergilemektedir (Şekil 2.12a). İgnimbiritlerin içerisinde plajiyoklas, kuvars ve biyotit fenokristalleri

çıplak gözle rahatlıkla seçilmektedir. Bu kristaller yer yer akış doğrultusunda dizilirler. İçerdikleri litik bileşenler iyi yuvarlanmış ve andezit, bazaltik andezit niteliğindedir. Pumisler pembe ve beyaz olmak üzere iki farklı renkte görülmektedir. Basılmanın daha az gözleendiği kesimlerde pumisler beyaz renkli ve yer yer yuvarlak yer yer de uzamış lifsi bir görünüme sahiptir (Şekil 2.12b). Basılmanın arttığı kesimlerde sıcaklığında etkisiyle pumisler giderek yassılaştırmış ve pembemsi renkli 1-2 cm kalınlığında basımla yüzeyleri oluşturmuştur. Bölgedeki ignimbiritlerde alev yapısı olarak bilinen fiannelere rastlanmamıştır. Bunlar ileri derece basılma gösteren ignimbiritlerde pumis, cam kıymıkları ve litiklerin sıcaklığında etkisiyle birbirine kaynaşması sonucunda oluşmaktadır. Bu da bölgede incelenen ignimbiritlerin ileri derecede bir kaynaşmaya sahip olmadığını göstermektedir. Bunun yanı sıra ignimbiritler türbülanslı akıntı sonucu kıvrımlı bir yapı kazanmıştır (Şekil 2.13). Bu yapılar arazide sıklıkla gözlenmektedir.



Şekil 2.11 : a) Piroklastik birimlerin sahadaki mostra görünümü, b) Tabaka kalınlığı 20-30 cm olan litik yoğunluğu gözlenen seviye, c) Çapraz tabakalanma gösteren seviye.

Geniş bir alanda yayılım gösteren ignimbiritler için Aydar ve Gourgaud (1998) çalışmalarında kullandıkları Dijital Yükseklik Modellemesi (DEM) ile bölgedeki ignimbirit akıntısının hacmini yaklaşık olarak 18 km^3 olduğunu hesaplamışlardır.

Yine Aydar ve Gourgaud (1998) ignimbiritlerden Kuvaterner dönemine karşılık gelen K/Ar yöntemi ile 0.5 My'lık radyometrik yaş verisi elde etmişlerdir.



Şekil 2.12 : a) İgnimbiritlerin saha görünümü (Bakış yönü: D), b) İgnimbiritlerde bulunan uzamış pumisin yakından görünümü.



Şekil 2.13 : İgnimbiritlerde türbülanslı akıntıya işaret eden kıvrımlı yapı (Bakış yönü: D).

2.3.2.3 Soğuk akıntılar (Lahar)

Lahar yani çamur akıntıları inceleme alanının güney-batısına doğru Tömek İçi mevkisine yakın bir bölgede izlenirler. Dar bir alanda gözlemlenmeleri için haritalamada göz ardı edilmişlerdir.

Çamur matriks içerisinde farklı bileşimdeki volkanik kaya blokları içeren kaotik yapıları ile sahada diğer birimlerden kolaylıkla ayırdılmaktadır. Blokların boyutları 20-100 cm arasında değişir. Andezitten bazalta değişen bileşimlerde bloklar içerirler. Derecelenme, boylanma tabakalanma gibi sedimanter yapılar sergilemezler. Bazı lahar seviyeleri piroklastik istif içinde kül yağmuru birikimleri ile sıcak akıntı (ignimbirit) arasında yer almaktadır (Şekil 2.14). Bu da volkanizma esnasında çamur akıntısının volkanizma ile eş zamanlı geliştiğini göstermektedir.



Şekil 2.14 : Piroklastik soğuk akıntının (lahar) sahadaki mostra görünümü (Bakış Yönü: G).

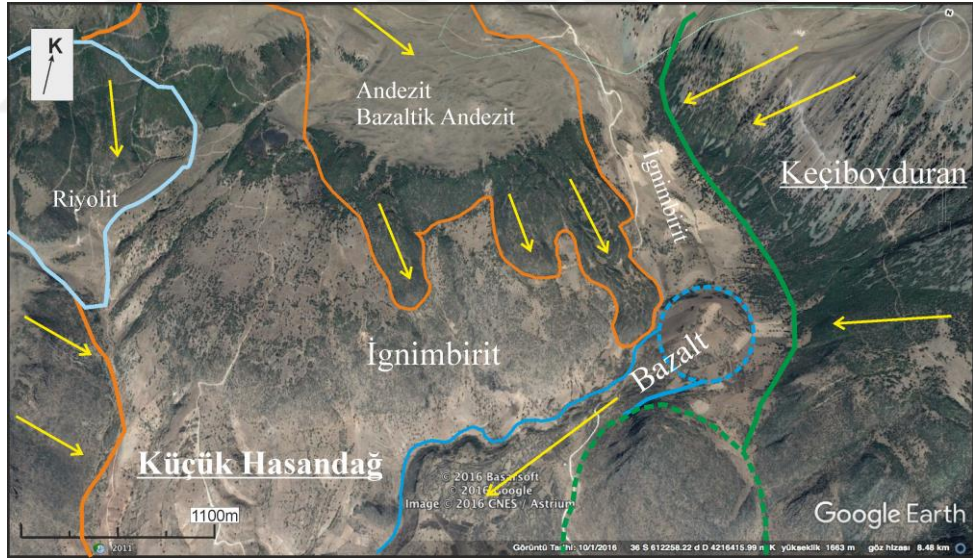
2.3.3 Bazaltik andezit-andezit

Bazaltik andezit-andezit lavları çalışma alanında kuzeyde Ulukışla Yaylası'ndan, güneyde Moğalca Tepe'ye doğru K-G uzanımlı yaygın bir lav akıntısı şeklinde gözlenir.

İnceleme alanındaki Bazaltik andezit-andezit bileşimli lavları Aydar ve Gourgaud (1998) Küçük Hasandağ'ın Mezovolkan ve Neovolkan (<6000 yıl) evrelerinde gelişen andezit lavları olarak tanımlanmıştır.



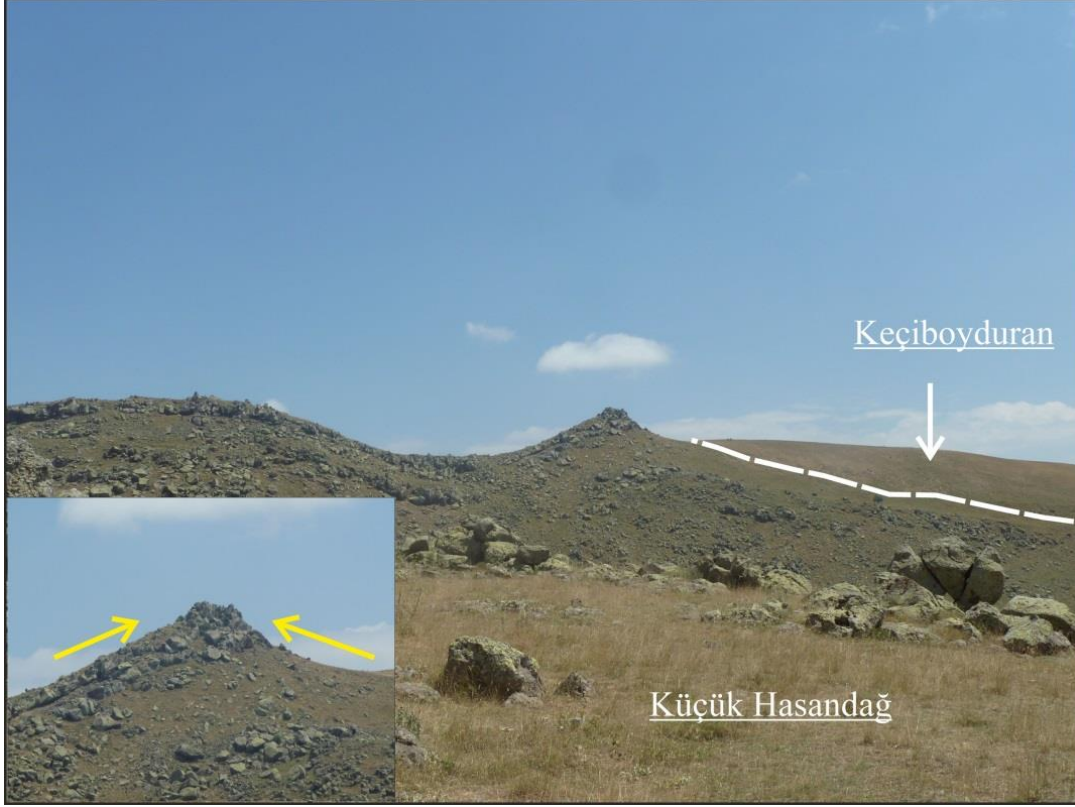
Şekil 2.15 : a) Bazaltik andezit lavının genel mostra görünümü (Bakış yönü: D), b) Bazaltik andezit lavında gözlenen akma yapısının yakından görünümü.



Şekil 2.16 : İğnimbiritlerin üzerine akan andezit-bazaltik andezit bileşimli GD yönelimli lav akıntıları (Google Earth, 2016).

Lav dizisi içinde bazaltik andezit ve andezitler iç içe bir konum sergiler. Genellikle siyah, koyu gri-kızıl renklidirler. El örneklerinde gözle seçilebilen fenokristalleri plajiyoklas, hornblend ve piroksendir. Yer yer plajiyoklas fenokristalleri ile belirgin hemikristalen porfirik doku seçilmektedir. Plajiyoklas fenokristalleri yer yer prizmatik yer yer ise korozyon sonucu yuvarlanmış kristaller halinde gözlenir.

Fenokristallerin uzun eksenlerinin birbirine paralel dizilimi ile belirgin akma yapısı ve açık koyu renkli seviyelerin ardalanması ile seçilebilen akma bantları sergilerler (Şekil 2.15). İnceleme alanı içerisinde Kızıl Tepe'nin doğusunda kalan lav dilleri GD yönünde akma gösterir ve Elmalı tepe mevkiisinden de G yönlüdür. Çalışma alanı dışında bu lav dizinine ait K yönlü akmalarda mevcuttur (Şekil 2.16).



Şekil 2.17 : Maraş Tepe civarında dayanımlı sırtlar oluşturan bazaltik andezit lavları (Bakış yönü: GD).

Bu lavların ana çıkış merkezi Küçük Hasandağ'dır. Bununla birlikte haritalanan alan içinde Küçük Hasandağ ile bağlantılı parazit koniler de saptanmıştır. Bölgede gözlenen parazit koniler Elmalı Tepe, Karakaya Tepe, Moğalca Tepe (Şekil 2.17) ve Ulukışla yaylasında bulunmaktadır. Lavların çıkış merkezinden dışa doğru ışınsal dağıldığı ve eğimli olduğu gözlenmektedir.

Bazaltik andezit-andezit lavları Küçük Hasandağ'a ait piroklastik birimleri örter (Şekil 2.), ve yine Küçük Hasandağ'ın ürünleri olan bazalt lavları tarafından örtülür. İstifin kalınlığı 550 m'ye kadar ulaşmaktadır.

2.3.4 Bazalt

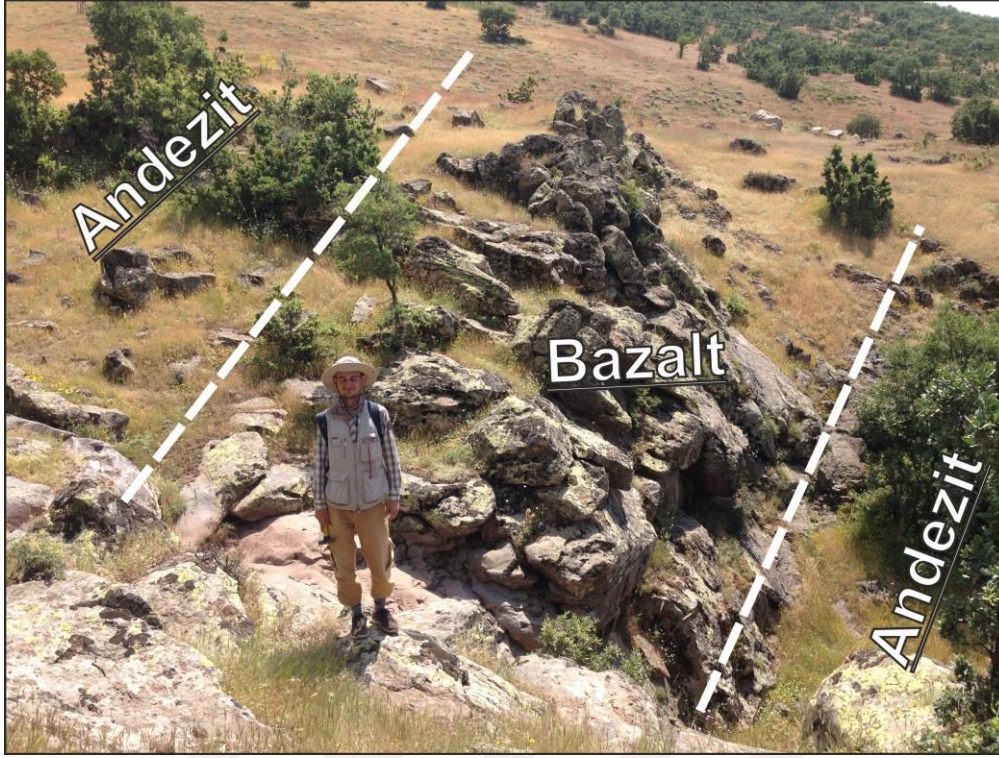
Bazalt lavlarının çıkış merkezi Kızıl Tepe'dir. Cüruf konisi Kızıl Tepe'de yer aldığı için bu çalışmada Kızıltepe cüruf konisi olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.18). Bazalt lav akıntıları Kızıl Tepe'den güneye doğru yaklaşık 4 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir.



Şekil 2.18 : Küçük Hasandağ ait Kızıltepe cüruf konisinin Google Earth görüntüsü (Google Earth, 2016).

Çalışma alanındaki bazaltlar genel olarak lav akıntıları şeklinde, seyrek olarak da dayklar şeklinde gözlenmektedir (Şekil 2.19). Siyah, koyu gri renkli, yaygın olarak vesiküler ve amigdaloidal dokular sergilemektedirler (Şekil 2.20b). Burada gözlenen vesiküllerin çapları yaklaşık 5 cm'e ulaşmaktadır. Koyu renkleri ve vesiküler dokuları ile sahada diğer lavlardan kolayca ayrılırlar. Sahadaki el örneklerinde yeşil renkli olivin fenokristalleri çıplak gözle seçilebilmektedir.

Aydar ve Gourgaud (1998) Kızıltepe cüruf konisini ikinci jenerasyon bazalt (2G Bazalt) olarak tanımlamış ve Küçük Hasandağ ignimbritlerinin altında olduğunu belirtmiştir. Ancak bu çalışmada KB-GD yönlü Tuz Gölü fayına dik gelişen bir yırtılma kırığından yükselerek inceleme alanındaki diğer birimleri örttüğü gözlenmiştir. İnceleme alanının yakın çevresinde benzer cüruf konileri kırık erüpsiyonları sonucu belli hatlar boyunca dizilim göstermektedir (Şekil 2.21).



Şekil 2.19 : Andezitik kayaçları kesen bazalt daykının mostra görünümü (Küçük Hasandağ: Bazalt, Keçiboyduran: Andezit) (Bakış yönü: GD).



Şekil 2.20 : a) Bazaltik lavların sahadaki genel mostra görünümü (Bakış yönü: B),
b) Amigdaloidal bazaltın el örneği görünümü.

Bazaltlar, Küçük Hasandağ volkanına ait felsik piroklastik kayaları ve Keçiboyduran'ın dasit-andezit lavlarını örtmekte yer yer ise dayklar halinde tüm istifi kesmektedir. İnceleme alanındaki bazaltların kalınlığı yaklaşık 220 m ulaşmaktadır.



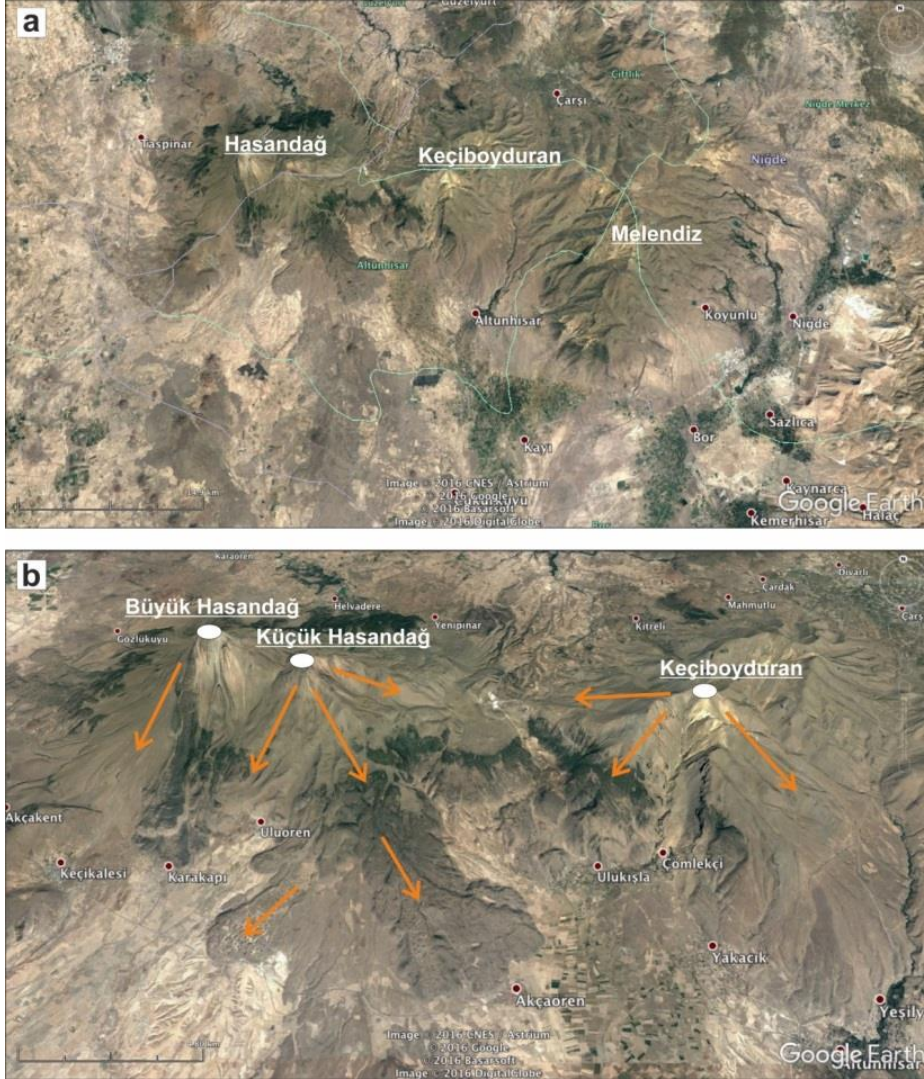
Şekil 2.21 : İnceleme alanı civarında çizgisel dizilim gösteren cüruf konileri.

2.4 Keçiboyduran Volkanitleri

Keçiboyduran stratovolkanı, Küçük Hasandağ'ın doğusunda Melendiz'in ise batısında yer almaktadır (Şekil 2.22a). Çalışılan alanda Keçiboyduran volkanına ait lavlar Akarca Tepe'nin güney doğusundan Ulukışla köyünün kuzeyine kadar yaklaşık 10 km'lik bir alanda yayılım göstermektedir.

Keçiboyduran volkanı andezit-dasit bileşiminde domlar, lavlar ve ilişkili piroklastik kayalar üretmiştir. Andezit ve dasit lavları genellikle pembe, pembemsi gri renkleri ile kolayca tanınmaktadır. Plajiyoklas, hornblend ve biyotit fenokristalleri çıplak gözle rahatlıkla seçilebilmektedir. Andezit ve dasit lavları hemikristalen porfirik dokudur. Plajiyoklas fenokristallerinin boyutları 1-2cm ulaşmaktadır. Lavlar akma bantları (Şekil 2.23b) ve akma foliasyonları sergiler. İnceleme alanındaki lavlar Keçiboyduran volkanının doğu kanadını oluşturan lavlardır ve çalışma alanında batı-güneybatı yönünde akma yapıları sergilerler (Şekil 2.22b). İstifin kalınlığı yaklaşık 650 metreye ulaşmaktadır.

Keçiboyduran'dan akan lavların haritalanan alan içerisinde farklı mevkilerdeki çıkış merkezleri morfolojilerini korur durumdadır. Lavların çıkış alanlarından biri olduğu düşünülen çıkış merkezi Ören Mahallesi'nin kuzeybatı doğrultusunda yer almaktadır. Morfolojide bu çıkış merkezi koniyi andıran bir topoğrafya örneği sunar (Şekil 2.25). Bu lavların akış doğrultuları güneybatı yönünü göstermektedir.



Şekil 2.22 : a) Hasandağ (Büyük ve Küçük Hasandağ), Keçiboyduran ve Melendiz stratovolkanlarının Google Earth üzerinden görünümü b) Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanının akış yönleri (Google Earth, 2016).

Çalışma alanında andezit ve dasit lavları Küçük Hasandağ volkanından türeyen piroklastik birimleri lav akıntıları şeklinde örtmektedir ancak Küçük Hasandağ'ın bazaltik daykları tarafından kesilmektedir. Bu da Küçük Hasandağ ile eş yaşlı olduklarına işaret etmektedir. İnceleme alanında andezitlere karşılık gelen trakibazaltlardan yapılan U-Pb yaşı 490Ka'dır (Aydın vd. 2014). Jeokronolojik verilerde stratigrafik verileri destekler niteliktedir.



Şekil 2.23 : a) Dasit lavlarının genel mostra görünümü (Bakış yönü: K-G), b) Andezit lavında gözlenen akma yapısının yakından görünümü.



Şekil 2.24 : Andezitik lavların sahadaki genel mostra görünümü (Bakış yönü: KB-GD).



Şekil 2.25 : Ören mahallesi yakınındaki andezitik parazit koninin uzaktan görünümü (Bakış yönü: KD-GB).

2.5 Alüvyon

Gevşek tutturulmamış kil, silt, kum ve bloklı seviyelerden oluşur. İnceleme alanının güney-güney doğusunda Ören, Bucak ve Berendi mahalleleri boyunca gözlenmektedir.

3. PETROGRAFI

Bu bölümde saha çalışmalarından ve Saadet 1 sondajından derlenen Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin mineralojik ve petrografik özellikleri tanıtılacaktır. Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerine ait kaya gruplarının petrografik özellikleri ayrı başlıklar halinde aşağıda anlatılmaktadır.

3.1 Küçük Hasandağ volkanitleri

Küçük Hasandağ volkanitleri; 3 alt gruba ayrılarak incelenmiştir. Bunlar bazaltik andezit-andezit, bazalt, riyolit lavları ve piroklastik kayalardır. Bu kaya gruplarının konumu, mineral bileşimleri ve dokusal özellikleri bir çizelge halinde verilmiştir (Tablo 3.1-3.5).

3.1.1 Bazaltik andezit-andezit

Bazaltik andezit ve andezit lavlarının başlıca mineralleri ve modal analiz yüzdeleri aşağıdaki gibidir (Tablo 3.1). Fenokristaller mikrolit ve volkanik camdan oluşan bir hamur içerisinde yer alır. Hamurun özelliğine göre pilotaksitik (Şekil 3.1), intersertal, hyalopilitik ve kristallerin belirli bir yöne yönelmesi sonucu oluşan trakitik (Şekil 3.2) dokular ayırt edilmiştir.

Plajiyoklas: Bazaltik andezitlerde %65-75, andezitlerde ise %60-80 modal oranında bulunurlar. Kayaç içerisinde hem fenokristal hem de mikrolitler şeklinde gözlenirler. Fenokristaller çoğunlukla idiomorfik ve hipidiyomorfiktir. Bazı örneklerde bu fenokristaller mega boyutlara ulaşmaktadır. Hemen hemen tümü ikizli ve zonludur. Zonlanmalar genelde normal, seyrek olarak osilasyonlu ve yamalı türdendir (Şekil 3.3).

Bazı plajiyoklas fenokristalleri hamur tarafından korozyona uğratılmıştır (Şekil 3.4) bazıları ise idiomorfik formlarını korurlar. Aynı zamanda az oranda plajiyoklas kristali farklı fenokristallerin bünyesinde görülür. Tüm bunlar plajiyoklasların değişik dönemlerde (çok evreli kristallenme) kristallendiklerine işaret etmektedir. Korozyona uğrayan ve farklı fenokristal içerisinde gözlenen plajiyoklaslar daha önce oluşmuş olup, hamurda gözlenen diğer plajiyoklas fenokristalleri ve mikrolitler daha

sonra oluşmuştur. Ayrıca bazı plajiyoklas kristallerinin çevresinde gelişmiş birlikte büyüme (synensis texture) dokusu gözlenmektedir (Şekil 3.5). Yer yer volkanik cam kapantıları içeren plajiyoklaslar güve yeniğine benzeyen görünüm kazanmıştır (Gill, 1972). Bunlar elek dokusu (sieve texture) olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 3.1: Küçük Hasandağ volkanına ait bazaltik andezit – andezit ve bazalt grubu lav örneklerinin konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Olivin: Ol, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi, Kuvars: Qz).

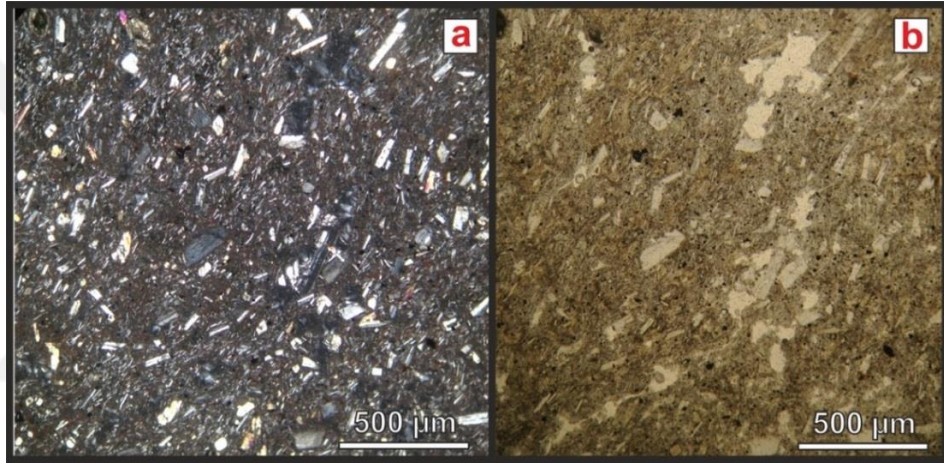
Örnek No	GPS (Kuzey)	GPS (Doğu)	Kaya Adı	Mineral Bileşimi	Doku
ZS5	611943	4214663	Bazaltik Andezit	Plj+opx+hbl±kpx±bio	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS6	611524	4214451	Bazaltik Andezit	Plj+opx+hbl±qz (qz:ksenokristal)	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik
ZS36	613348	4217027	Bazaltik Andezit	Plj+opx+kpx±ol±qz (qz:ksenokristal)	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS73	610630	4218750	Andezit	Plj+hbl±opx±qz (qz:ksenokristal)	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
ZS82	608354	4216805	Bazaltik Andezit	Plj+opx±qz±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
ZS85	608876	4212778	Andezit	Plj+hbl±opx±bi±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
ZS87	609400	4211251	Bazaltik Andezit	Plj+opx±hb±bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS107	612471	4218187	Bazaltik Andezit	Plj+opx+kpx+hbl±bi±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS110	610093	4220030	Bazaltik Andezit	Plj+opx+hbl±bi±qz	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik

Albit ve albit-karlsbad kanununa göre ikizlenmiş ve zonsuz bazı plajiyoklasların C eksenine paralel kesitlerde sönme açıları ölçülmüş ve optik işaretleri ile karşılaştırılarak türleri tayin edilmeye çalışılmıştır. Buna göre andezitik kayalarda anortit değerleri An₄₀₋₄₅ (andezin), bazaltik andezit kayalarında da An₄₅₋₅₅ (andezin) (labrador) olarak hesaplanmıştır.

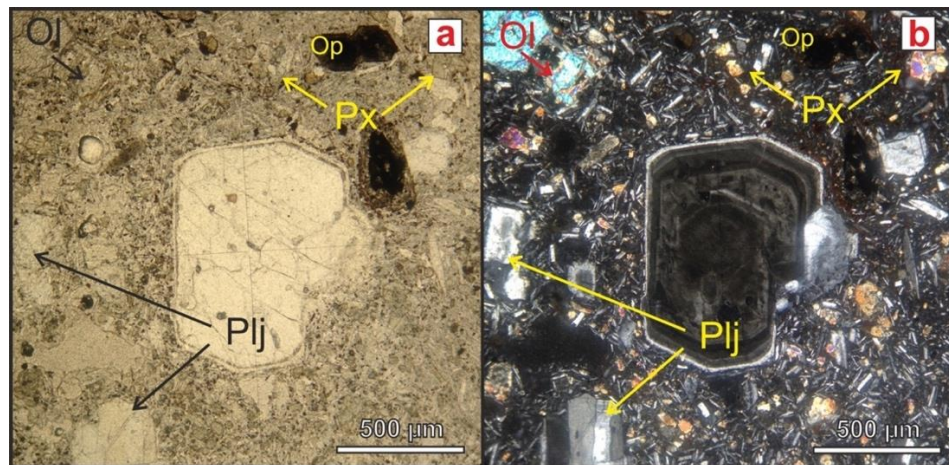
Albit ve albit-karlsbad kanununa göre ikizlenmiş ve zonsuz bazı plajiyoklasların C eksenine paralel kesitlerde sönme açıları ölçülmüş ve optik işaretleri ile karşılaştırılarak türleri tayin edilmeye çalışılmıştır. Buna göre andezitik kayalarda anortit değerleri An₄₀₋₄₅ (andezin), bazaltik andezit kayalarında da An₄₅₋₅₅ (andezin) (labrador) olarak hesaplanmıştır.



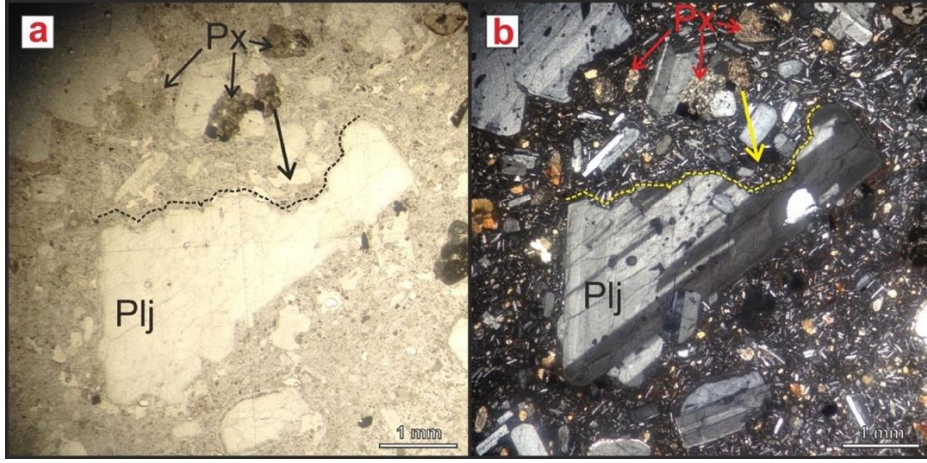
Şekil 3.1: Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezitlerinde gözlenen pilotaksitik doku (Örnek no: ZS6, a-Tek nikol, b-Çift nikol).



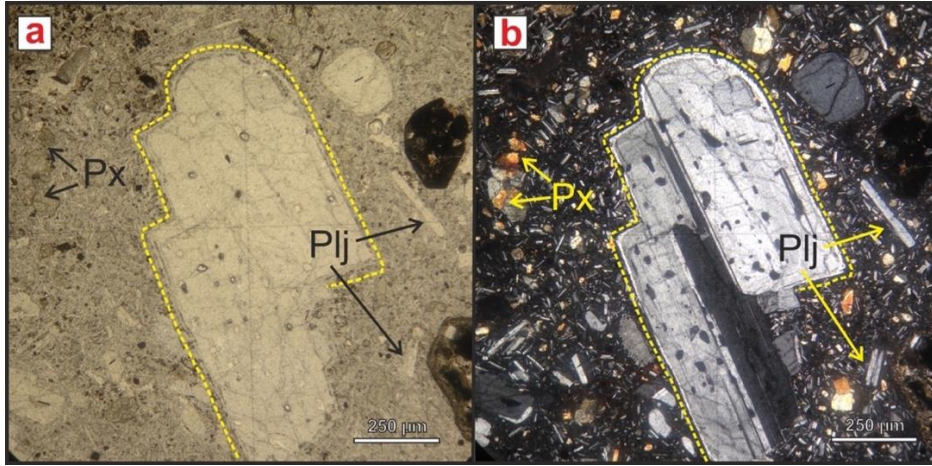
Şekil 3.2 : Küçük Hasandağ'ın andezit lavalarında trakitik doku (Örnek no: ZS73, a-Tek nikol, b-Çift nikol).



Şekil 3.3 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezitlerinde gözlenen yamalı zonlanan plajiyoklas fenokristali (Örnek no: ZS36, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Opak mineral: Op, Olivin: Ol).

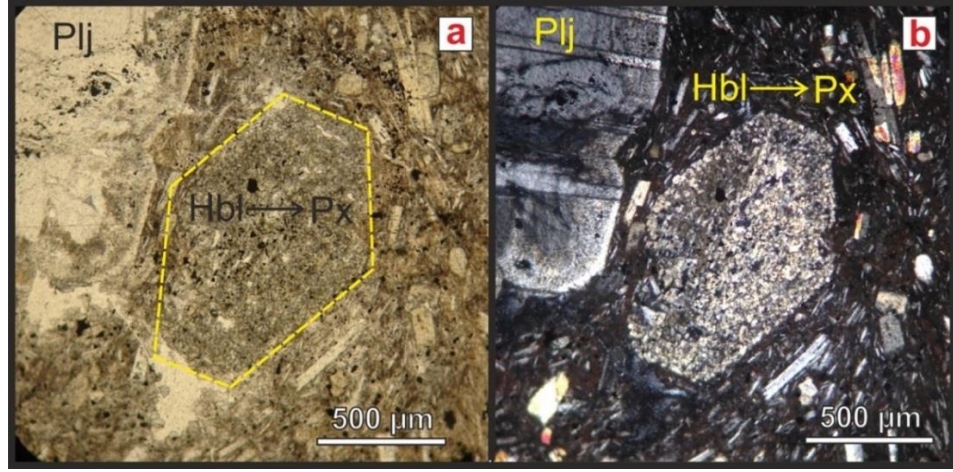


Şekil 3.4 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezit kayalarında hamur tarafından korozyona uğratılmış olan plajioklas fenokristali (Örnek no: ZS36, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajioklas: Plj, Piroksen: Px).

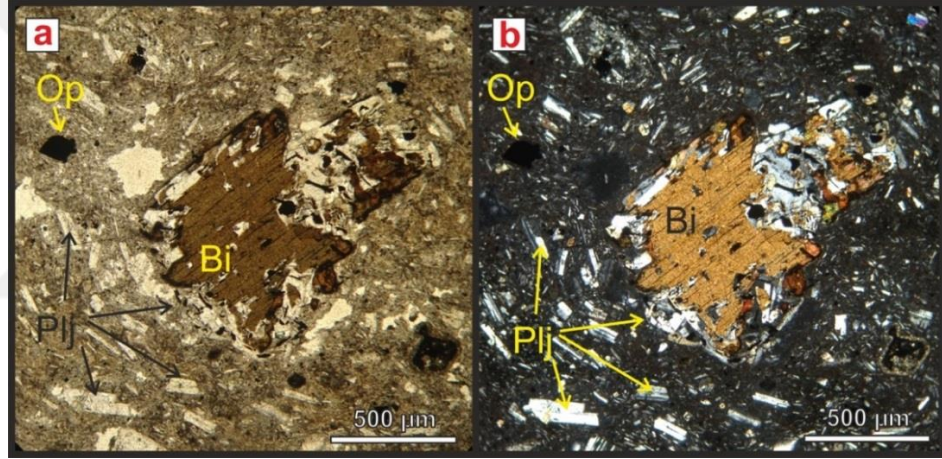


Şekil 3.5 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezit kayalarında gözlenen birlikte büyüme dokusu (sinensis texture) (Örnek no: ZS36, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px).

Hornblend: Andezitlerin en tipik mafik mineralidir. Fenokristaller içinde modal olarak kayanın %20-30'unu oluştururlar. Bunlar genellikle bazaltik hornblend ile temsil edilirler. İdiyomorfik ve hipidiyomorfik formda görülürler. Çoğu hornblend fenokristali sınırlarından itibaren, bazıları da tamamen opasitlemiştir. Hornblend fenokristalleri aralarında 120 derecelik açı bulunan belirgin iki yönlü dilinim göstermektedir. Bir kısım hornblendin piroksene dönüştüğü saptanmıştır (Şekil 3.6). Amfibolün piroksene dönüşümü sık rastlanılan bir olay değildir. Hatch vd. (1972)'deki çalışmasına göre, lav yüzeye ulaştığında atmosferik oksijen ile reaksiyona girmesi sonucunda kısa süreli olarak sıcaklık artar ve Bowen'in süreksiz kristallenme sırasında terslenme meydana gelir. Bu şekilde amfibolün piroksene dönüşümü gerçekleşmektedir.



Şekil 3.6 : Küçük Hasandağ'ın örneğinde gözlenen basit ikizlenmeli hornblend kristali. Foto'dan görüldüğü üzere hornblend piroksene dönüşmüş ve pseudomorflaştırmıştır (Örnek no: ZS17, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Hornblend: Hbl, Piroksen: Px).



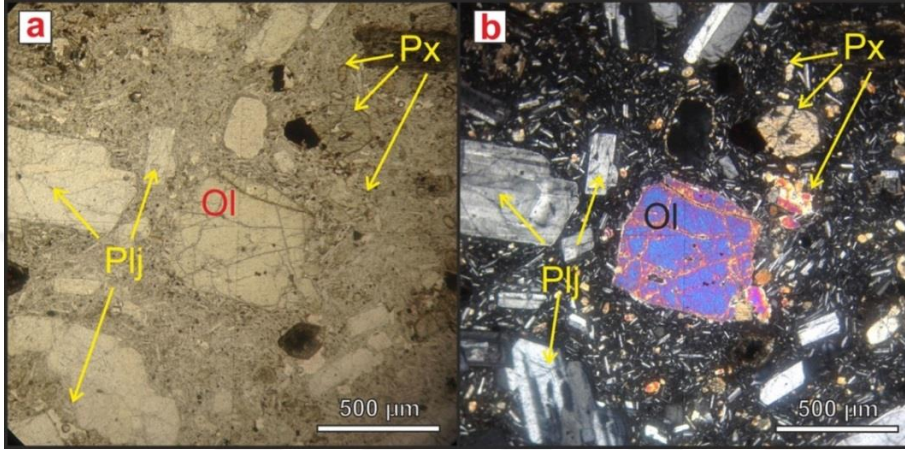
Şekil 3.7 : Küçük Hasandağ'ın andezitiklerinde özşeklini kaybetmiş, hipidiyomorfik biyotit fenokristali ve içerdiği plajiyoklas inklüzyonları (Örnek no: ZS85, a-Tek nikol, b-Çift nikol Plajiyoklas: Plj, Biyotit: Bi, Opak mineral: Op).

Biyotit: Bu kaya grubunda yukarıda sıralanan minerallere oranla daha az görülürler. Genellikle hipidiyomorfik fenokristaller halinde görülürler (Şekil 3.7). Sarı-sarımsı kahve pleokrizma gösterirler. Tipik optik özelliklerinden olan tek yöndeki dilinimleri oldukça rahat seçilir. Amfibol minerallerinde olduğu gibi, yer yer biyotitlerde sınırlarından itibaren opasitleşme göstermektedir.

Piroksen: Bu kaya grubunda gözlenen piroksenler; bazaltik andezit lavlarında %9-36, andezitik lavlarında ise %3-8 modal oranında bulunmaktadır. Piroksenler genellikle ortopiroksenler ile temsil edilirler ve bunlar tipik optik özellikleri olan paralel sönme göstermektedir. İnce kesitlerde fenokristaller halinde ve hamur içerisinde mikro

kristaller halinde bulunurlar. Genellikle hipidiyomorfik, seyrek olarak idiyomorfik formda görülürler.

Olivin: Bazaltik andezit türü kayalarda %3-4 modal oranında bulunurlar. Kayaç içerisinde yalnızca fenokristaller halinde gözlenirler. Olivin fenokristalleri idiyomorfik (Şekil 3.8) ve hipidiyomorfik formda görülmektedir. Olivinler için tipik olan yüksek rölyef ve çatlaklı yapı sergilerler.



Şekil 3.8 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezit lavlarında gözlenen olivin fenokristali (Örnek no: ZS36, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Olivin: Ol).

3.1.2 Bazalt

Bu grupta incelenen kayalar bazalt bileşimindedir. Kayaçların konumları ve detaylı petrografik incelemeleri aşağıdaki gibidir (Tablo 3.2). Fenokristaller genellikle mikrolit ve volkanik camdan oluşan bir hamur içerisinde bulunmaktadır. Hamurun özelliğine göre pilotaksitik (Şekil 3.10), intersertal ve trakitik dokular ayırt edilmiştir. Ayrıca kümülofirik dokulu örnekte gözlenmiştir (Şekil 3.11). Bu doku ince taneli hamur içinde bulunan iri taneli minerallerin yığılması olarak tanımlanır. Bu kaya grubunda kümülofirik dokuyu oluşturan mineraller başlıca plajiyoklas, klinopiroksen, ortopiroksen ve olivindir.

Plajiyoklas Bazalt lavlarında %52-63 modal oranında bulunurlar. Hem fenokristaller şeklinde hemde cam hamur içerisinde dağılmış ince iğnemsiz mikrolitler halinde bulunurlar. Fenokristaller genellikle idiyomorfik ve hipidiyomorfik ve hipidiyomorfiktir. Albit-karlsbad ikizlenmesi ve zonlanma yaygındır. Albit ve karlsbad ikizli plajiyoklaslarda alterasyon sebebiyle ölçülebilen az sayıdaki plajiyoklas kristalinin anortit yüzdesi An_{50-60} (labrador) olarak saptanmaktadır.

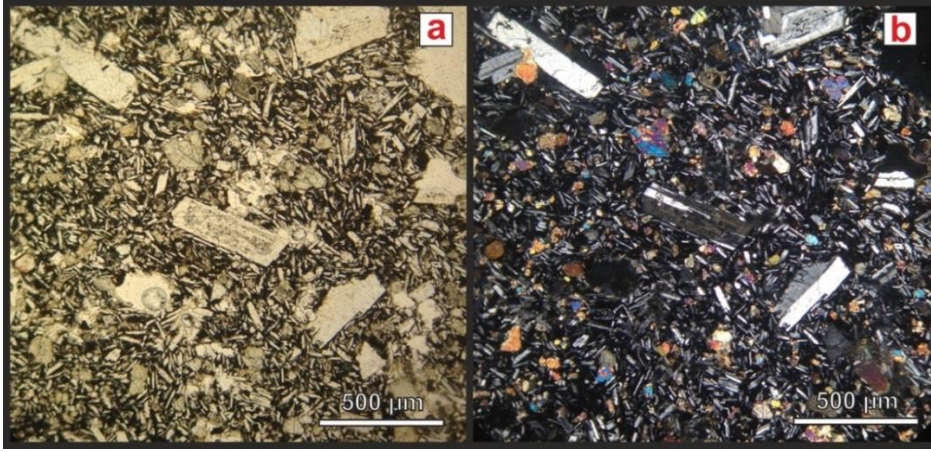
Tablo 3.2 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik lavlarının konumunu, başlıca mineral topluluklarını ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Olivin: Ol, Kuvars: Qz)

Örnek No	GPS (Kuzey)	GPS (Doğu)	Kaya Adı	Mineral Bileşimi	Doku
ZS 3	613644	4216393	Bazalt	Plj+opx±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS8	613104	4215925	Bazalt	Plj+opx+kpx±qz (qz:ksenokristal)	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS18	612095	4213985	Bazalt	Plj+opx+kpx±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, traktitik
ZS19	613053	4215188	Bazalt	Plj+opx±kpx±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik, traktitik
ZS20	613092	4213196	Bazalt	Plj+kpx+opx±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS24	613346	4212818	Bazalt	Plj+kpx±opx±qz (qz:ksenokristal)	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, traktitik
ZS43	613154	4212538	Bazalt	Plj+Opx+kpx±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS44	612468	4213081	Bazalt	Plj+opx+kpx±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik

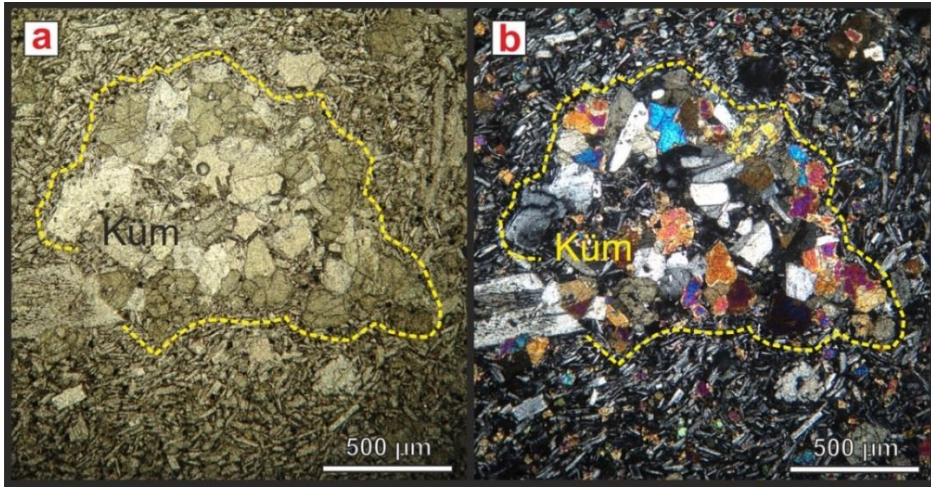
Piroksen: Bazalt lavlarında piroksenler; ortopiroksen ve klinopiroksenler ile temsil edilirler. Ortopiroksenler %9-39 ve klinopiroksenler %6-26 modal oranında bulunmaktadır. Hem fenokristaller şeklinde hem de hamurda mikrokristaller halinde görülürler. Fenokristal olarak gözlenen ortopiroksenler genellikle idiomorfik, klinopiroksenler ise hipidiyomorfiktir.

Olivin: Bazaltik kayalarda %1-5 modal oranında görülmektedir. Olivin fenokristalleri yüksek rölyefli ve tipik kırıklı çatlaklı yapı sergilemektedir (Şekil 3.14). Tek nikelde açık renk, çift nikelde ise yüksek girişim renkleri sunarlar. Kayaç içerisinde çoğunlukla fenokristaller şeklinde bulunur, az oranda hamurda mikrokristaller şeklinde yer alırlar.

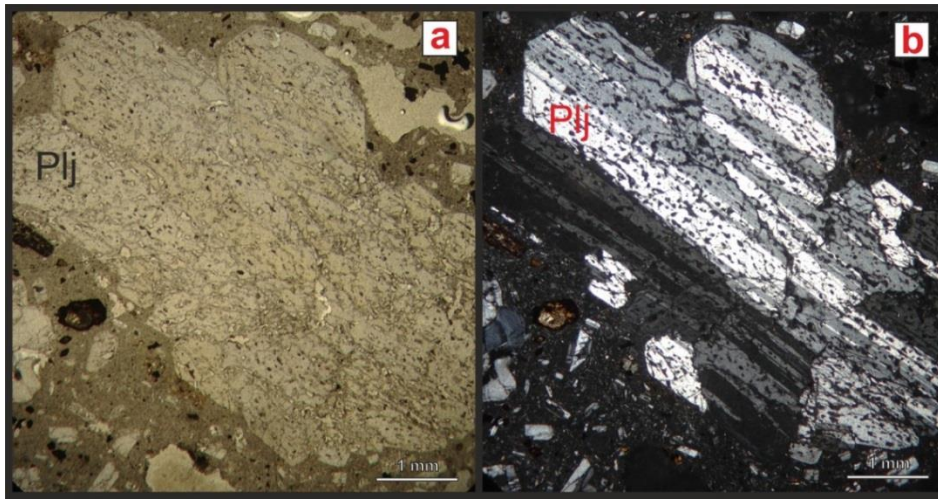
Kuvars: Bazaltik lavlar içerisinde ksenokristal olarak bulunan kuvars kristalleri %1-2 modal oranında görülmektedir. Kuvars ksenokristalleri ince taneli, iğnemi piroksenler tarafından kuşatılmış olarak gözlenir (Şekil 3.15). Bu doku kuvars ksenokristallerinin magma ile reaksiyonunun bir sonucudur (Shelley, 1993).



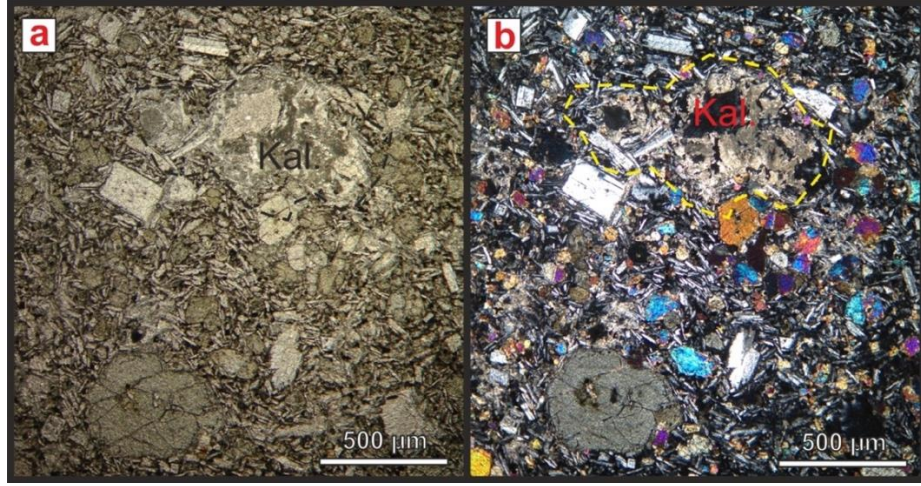
Şekil 0.9 : Küçük Hasandağ bazalt lavlarında gözlenen pilotaksitik doku (Örnek no: ZS19, a-Tek nikol, b-Çift nikol).



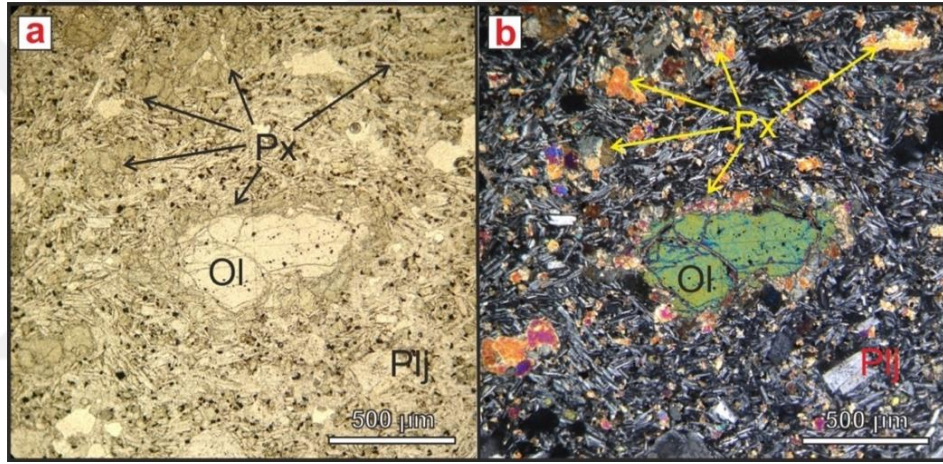
Şekil 3.10 : Küçük Hasandağ'ın bazaltlarında gözlenen kümülofirik doku (Glomeroporfirik) (Örnek no: ZS19, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Kümülofir: Küm).



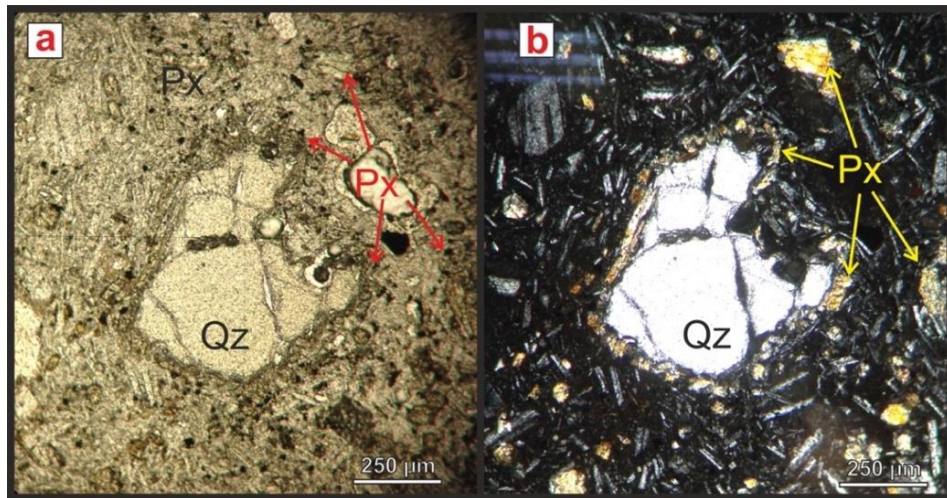
Şekil 3.11 : Küçük Hasandağ'ın bazalt lavında elek dokusu sergileyen plajiyoklas fenokristali (Örnek no: ZS43, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj).



Şekil 3.12 : Küçük Hasandağ'ın bazaltik örneğinde gözlenen kalsitleşme (Kal.)
(Örnek no: ZS19, a-Tek nikol, b-Çift nikol).



Şekil 3.13 : Küçük Hasandağ'ın bazalt lavlarında gözlenen olivin fenokristali
(Örnek no: ZS18, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px,
Olivin: Ol).



Şekil 3.14 : Küçük Hasandağ'ın bazalt lavlarında görülen kuvars ksenokristali
(Örnek no: ZS24, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Kuvars: Qz, Piroksen: Px).

3.1.3 Riyolit

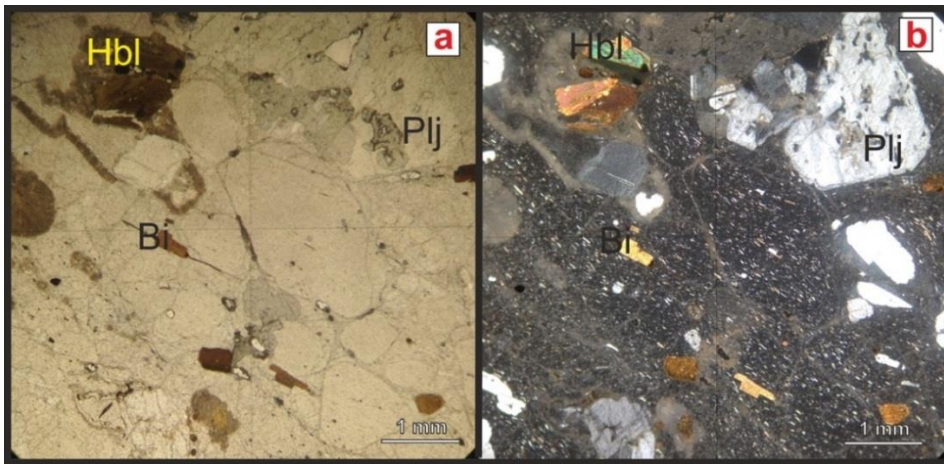
Riyolit lavlarının konumları ve detaylı petrografik incelemeleri aşağıdaki gibidir (Tablo 3.3). Riyolit lavları hemikristalen mikrolitik dokudadır. Cam-mikrolit oranına göre hyalopilitik ve vitrofirik dokular sergilemektedir. Bazı örnekler mikrolitlerin dizilimleri ile belirgin trakitik dokuya sahiptir (Şekil 3.16). Yer yer sferulitik dokular da (Şekil 3.17) gözlenir.

Tablo 3.3 : Riyolit lavlarının konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Hornblend: Hbl, Biotit: Bi, Kuvars: Qz).

Örnek No	GPS (Kuzey)	GPS (Doğu)	Kaya Adı	Mineral Bileşimi	Doku
ZS9	612848	4215969	Riyolit	Plj+hbl+bi+qz	Trakitik, Hiyalopilitik
ZS10	612827	4215986	Riyolit	Plj+hbl+bi+qz	Vitrofirik, sferulitik

Plajiyoklas: Riyolit lavlarında %75-76 modal oranında bulunurlar. Çoğunlukla fenokristal olarak, az oranda cam hamur içinde dağılmış, ince iğnemsî mikrolitler halinde bulunurlar. Albit, karsbald ikizlenmesi ve daha seyrek olarak zonlanma gösterirler. Riyolitik lavlar için albit, albit-karlsband ikizli plajiyoklasların ölçülen anortit yüzdesi An_{15-20} (albit) olarak saptanmıştır.

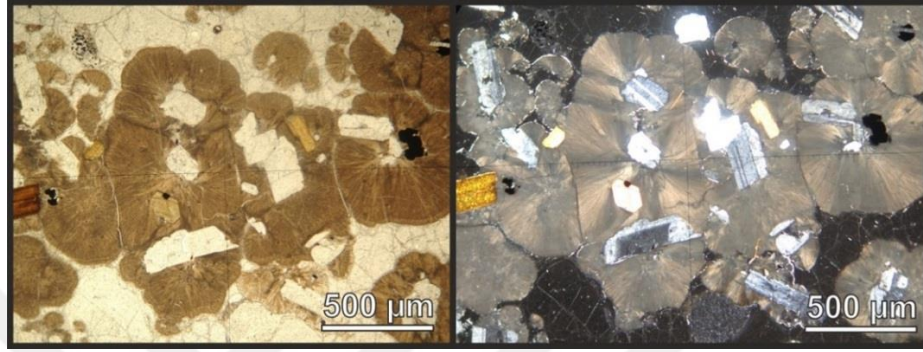
Hornblend: Riyolitlerde %6-17 modal oranında bulunurlar. Birbirlerine yaklaşık 120 derece açı yapan iki yönlü dilimlerini oldukça rahat seçilir. Hornblend fenokristalleri içerisinde biyotit kristallerinin kapanım olarak bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 3.18).



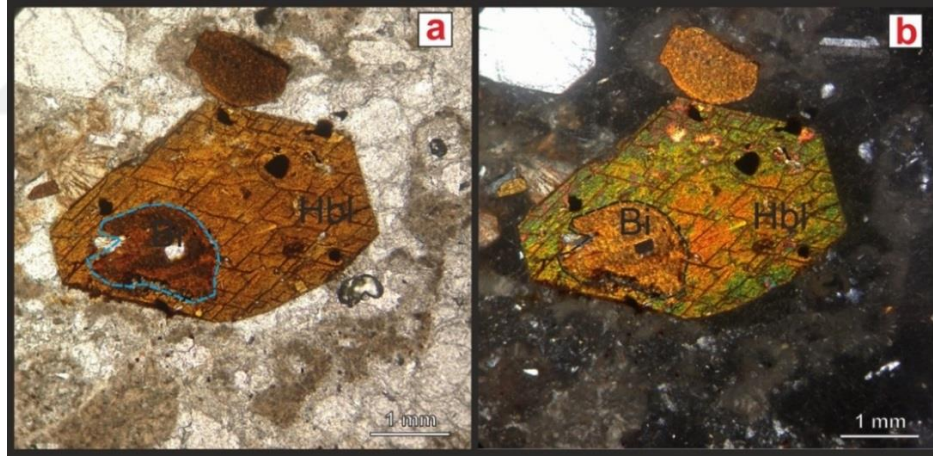
Şekil 3.15 : Otobreşleşen riyolit lavında gözlenen trakitik doku (Örnek no: ZS10, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

Biyotit: Riyolitik lavlarda %5-17 modal oranında gözlenirler. Kayada genellikle hipidiyomorfik kristaller halinde bulunurlar. Tek yöndeki paralel dilinimleri belirgindir. Sarı açık kahve-yeşil renkli tipik pleokrik biyotitlerdir.

Kuvars: Riyolitik kayalarda %2-3 modal oranında bulunurlar. Genellikle hipidiyomorfik formda gözlenirler. Düşük rölyefleri, beyaz renkte ve dilinimsiz görünümleri ile belirgindirler.



Şekil 3.16 : Küçük Hasandağ'ın riyolit lavında gözlenen devitrifiye olmuş camsı hamur (Sferulitik doku) (Örnek no: ZS10, a-Tek nikel, b-Çift nikel).



Şekil 3.17 : Küçük Hasandağ'ın riyolit lavlarında biyotit kapanımı içeren hornblend fenokristali (Örnek no: ZS10, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi).

3.1.4 İgnimbirit

Küçük Hasandağ'a ait ignimbiritlerin başlıca mineralleri ve modal analiz değişim yüzdeleri aşağıdaki gibidir (Tablo 3.4).

İgnimbiritler, genellikle su alarak genişleyen ve bunun sonucunda konsatrik kıvrımlar geliştiren volkanik cam 'perlit' içerirler. Camsı matriksin bazı kısımlarda yeniden kristallenmesi (defitifikasyon) ise sferulitik dokuyu geliştirmiştir. Yer yer sıcak akıntıların üst üste akması ile gelişen ötakstitik dokuda (Şekil 3.19)

izlenmektedir. İgnimbiritler volkan camına ek olarak başlıca pumis, kristal ve litik bileşenlerden (Şekil 3.20) oluşur. Kristaller plajiyoklas, biyotit, hornblend ve kuvarlarla temsil edilirken, litik parçalar ise riyolitlerden derlenmiştir.

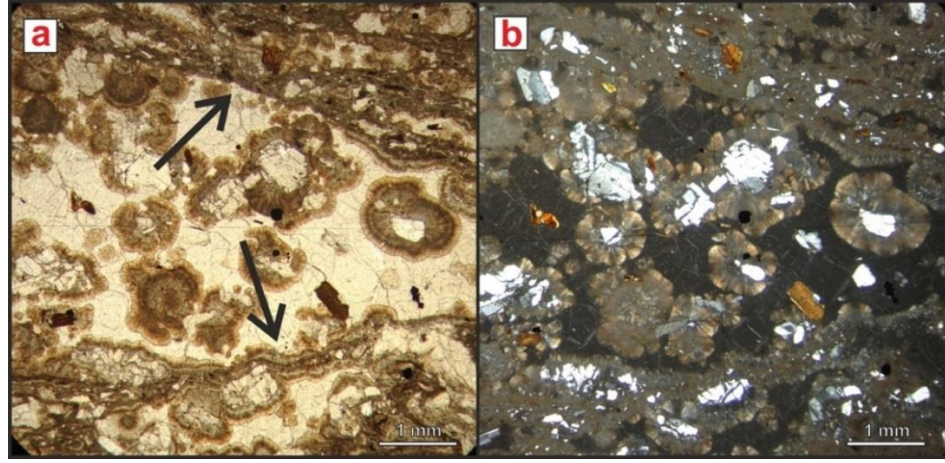
Tablo 3.4 : İgnimbiritlerin konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi, Kuvars: Qz, Litik parçalar: Lt).

Örnek No	GPS (Kuzey)	GPS (Doğu)	Kaya Adı	Mineral Bileşimi	Doku
ZS15	612124	4215849	İgnimbirit	Plj+bi+hbl+lt	Sferulitik, perlitik
ZS43	613154	4212538	İgnimbirit	Plj+bi+hbl+lt	Perlitik, sferulitik
ZS42	612079	4216304	İgnimbirit	Plj+bi+hbl	Perlitik, sferulitik
ZS41	612003	4216354	İgnimbirit	Plj+bi+hbl	Sferulitik, perlitik
ZS48	612402	4220342	İgnimbirit	Plj+bi+hbl+qz	Perlitik, sferulitik
ZS49	612711	4219882	İgnimbirit	Plj+bi+hbl	Sferulitik, perlitik
ZS54	612162	4219655	İgnimbirit	Plj+bi+hbl+lt	Sferulitik, perlitik
ZS40B	610823	4216222	İgnimbirit	Plj+bi+hbl	Perlitik, sferulitik
ZS104	612394	4218674	İgnimbirit	Plj+bi+hbl	Sferulitik
ZS105	612550	4218283	İgnimbirit	Plj+bi+hbl	Ötaksitik
ZS113	612394	4218674	İgnimbirit	Plj+bi+hbl+qz	Perlitik, sferulitik

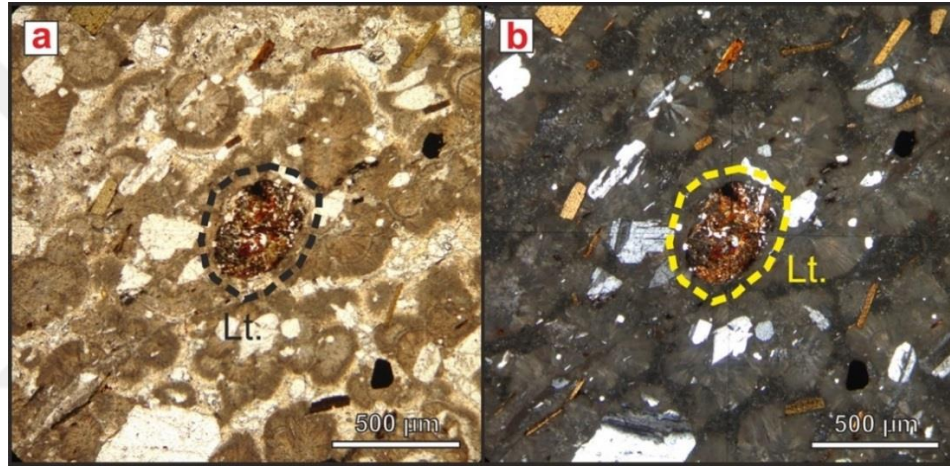
Plajiyoklas: İgnimbiritlerde %61-80 modal oranında bulunurlar. Çoğunlukla fenokristal olarak, az oranda cam hamur içinde dağılmış, ince iğnemsiz mikrolitler halinde bulunurlar. Albit, karlsband ikizlenmesi ve daha seyrek olarak zonlanma gösterirler. İgnimbiritlerin albit, albit-karlsband ikizli plajiyoklasların ölçülen anortit yüzdesi An_{25-30} (oligoklas) olarak saptanmıştır.

Hornblend: İgnimbiritlerde %15-28 modal oranında görülürler. Kayada fenokristal olarak ve idiomorfik formda görülürler. Birbirlerine yaklaşık 120 derece açı yapan iki yönlü dilimlenmeleri oldukça rahat seçilir. Hornblend fenokristalleri içerisinde plajiyoklas, biyotit ve opak mineraller inklüzyon olarak bulunur.

Biyotit: İgnimbiritlerde (%15-28) modal oranda gözlenmektedir. Kayada genellikle hipidiyomorfik kristaller halinde bulunurlar. Tek yöndeki paralel dilimlenmeleri belirgindir. Sarı açık kahve-yeşil tipik pleokrik biyotitlerdir. Bunlar kayada fenokristaller halinde gözlendikleri gibi hornblendler içerisinde kapantı olarak da görülürler.



Şekil 3.18 : Küçük Hasandağ'ın ignimbiritlerinde gözlenen ötakstitik doku (Örnek no: ZS43, a-Tek nikol, b-Çift nikol).



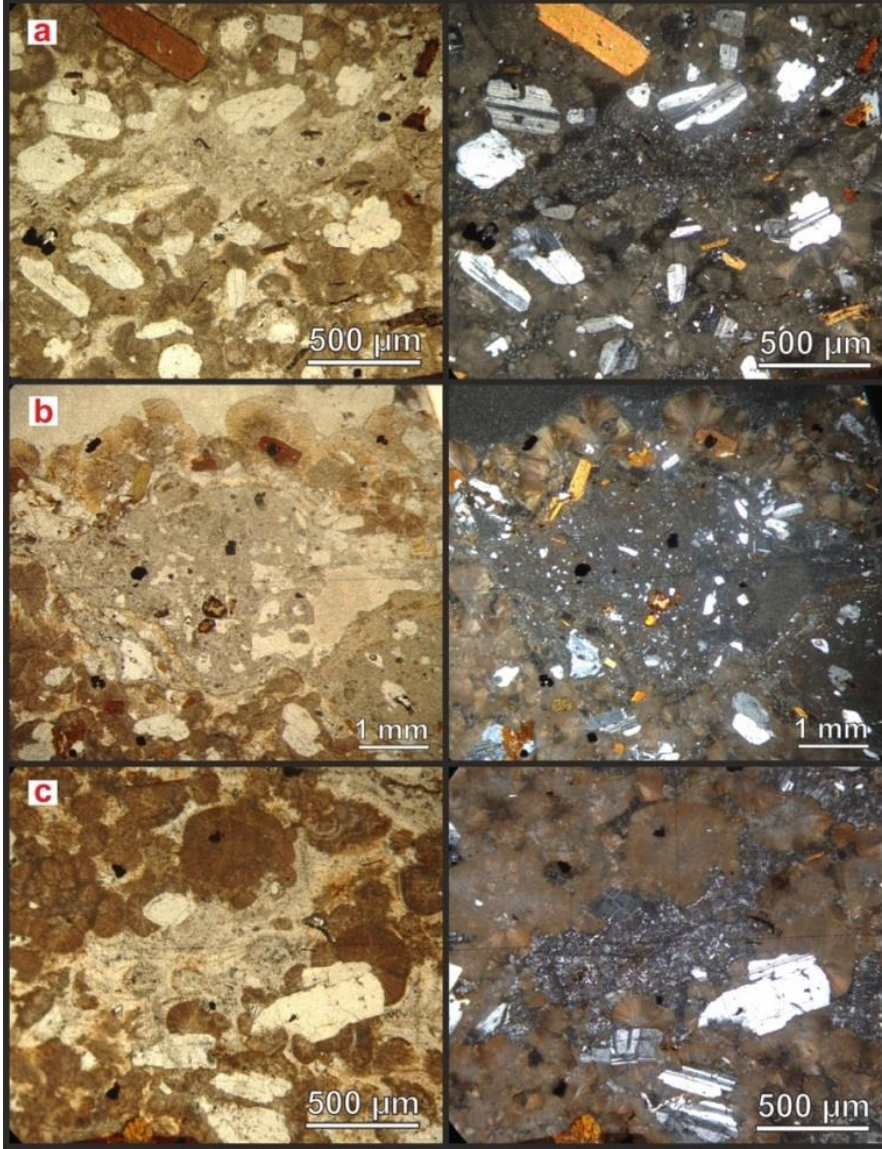
Şekil 3.19 : Küçük Hasandağ'ın ignimbiritlerinde görülen litik parça (Lt.) (Örnek no: ZS54, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

Kuvars: Piroklastik örneklerin kesitlerinde %2-3 modal oranında bulunurlar. Genellikle hipidiyomorfik formda gözlenirler. Beyaz renkte, dilinimsiz ve düşük rölyeflidirler.

Litik bileşenler: Litik bileşenler yuvarlağımsı, elipsoidal ve yer yer köşeli sınırlara sahiptir (Şekil 3.20). Çoğunlukla andezit ve bazaltik andezit bileşimli daha az miktarda ignimbirit bileşimlidir. Boyutları oldukça küçük olduğundan dokuları ayırt edilememiştir. Litik parçalar içerisinde yoğunluklu olarak pilajioloklas daha az oranda biyotit fenokristalleri ve opak mineraller gözlenmektedir.

Pomza (pumis): İgnimbiritlerin ana bileşenini oluşturmaktadırlar. Ana kaya ile pomzaların geçiş sınırları belirsizdir. Kesitlerde iki çeşit pomza varlığı tespit edilmiştir (Şekil 3.21). Bunlar kristal içeren ve kristal içermeyen pomzalıdır.

Kristal içeren pomzalar içerisinde idiomorfik ve hipidiyomorfik plajiyoklas ve biyotit fenokristalleri ile opak mineraller bulunur. Kristal içermeyen pomzalar ignimbirit seviyesi içerisinde tabanda uzama göstermekte olup, kristal içeren pomzalar yuvarlağımsı bir form kazanmıştır. Kristal içermeyen pomzalarda görülen bu uzamanın sebebi taban seviyesine daha yakın olmalarıdır.



Şekil 3.20 : Küçük Hasandağ'ın ignimbiritlerinde gözlenen pumisler (Örnek no: ZS48, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

3.2 Keçiboyduran Volkanitleri

Keçiboyduran volkanitleri andezitik kayalardan oluşmaktadır. Bu kayaların petrografik inceleme ile tanımlanan adları, mineralojik bileşimleri ve dokusal özellikleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Tablo 3.5).

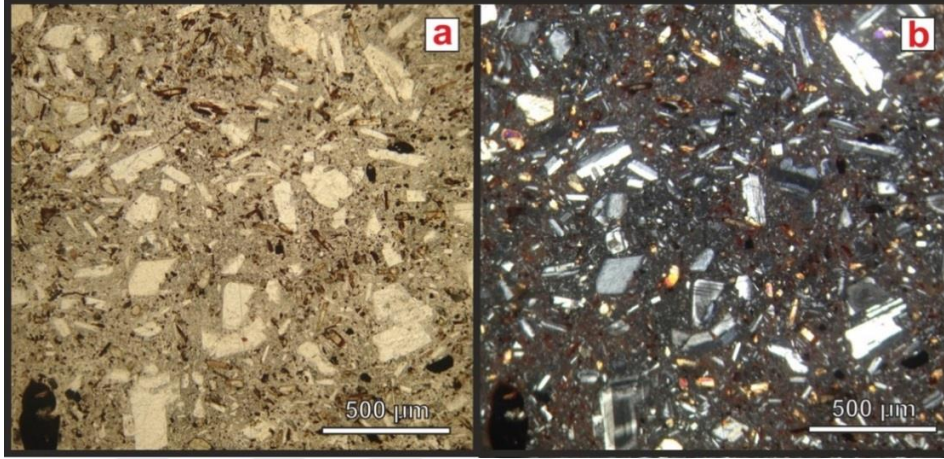
Tablo 3.5 : Andezit lavlarının konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Hornblend: Hbl, Biotit: Bi Olivin: Ol, Kuvars: Qz).

Örnek No	GPS (Kuzey)	GPS (Doğu)	Kaya Adı	Bileşim	Doku
ZS 17	612315	4212217	Andezit	Plj+hbl+bi±px	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik, traktik
ZS 56	613580	4219397	Andezit	Plj+hbl±opx±bi±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
ZS 57	613697	4218839	Andezit	Plj+hbl±opx±bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS61	614207	4218315	Andezit	Plj+hbl+bi±px	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
ZS63	614320	4218014	Andezit	Plj+hbl±bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
ZS64	614805	4218825	Andezit	Plj+hbl±opx±bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS 68	613800	4214700	Andezit	Plj+hbl+bi±px	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS69	613168	4213344	Andezit	Plj+hbl+bi±px	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
ZS93	614782	4217087	Andezit	Plj+hbl+bi±px	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
ZS99	615475	4215334	Andezit	Plj+hbl±px	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
ZS111	615475	4215334	Andezit	Plj+hbl±px±bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik

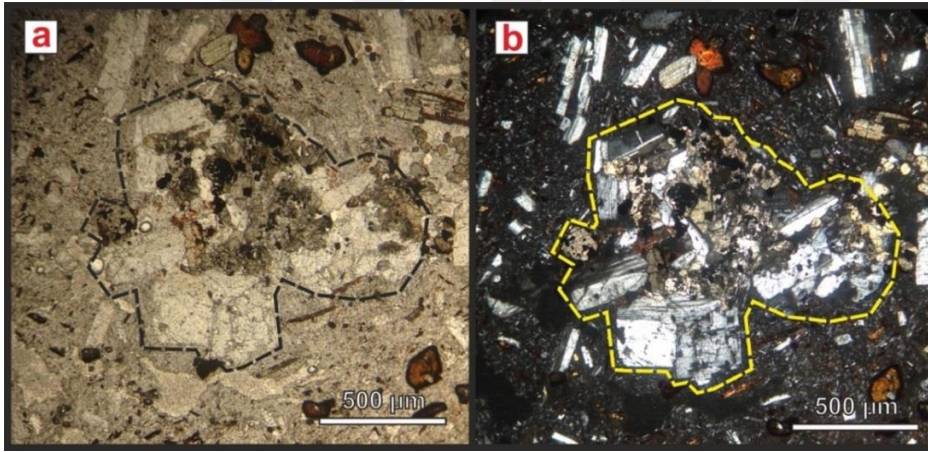
Andezit lavlarında gözlenen feokristaller mikrolit ve volkanik camdan oluşan bir hamur içerisinde yer alırlar. Cam-mikrolit oranına göre intersertal ve hyalopilitik (Şekil 3.22) dokular ayırt edilebilmektedir. Aynı zamanda bu lavlar içerisinde diyorit porfir anklavı gözlenmektedir (Şekil 3.23). Plajiyoklas, piroksen ve biyotit fenokristallerinden oluşmaktadır.

Plajiyoklas: Bu kaya grubunda %60-77 modal oranında bulunurlar. İdiyomorfik ve hipidiyomorfik formdaki plajiyoklaslar hem fenokristal olarak hem de hamur içerisinde dağılmış ince iğnemsî mikrokristaller olarak görülmektedir. Yaygın olarak albit ve karlsbad ikizlenmesi gözlenir. Ayrıca osilasyonlu zonlanma da kesitlerde mevcuttur. Bazı plajiyoklas fenokristalleri biyotit ve cam kapanımları içermektedir (Şekil 3.24). Biotit kapanımlarının varlığı, bu kristallerin magmanın kristalleşmesinde en başta oluştuğunu göstermektedir. Plajiyoklaslar aynı zamanda hipidiyomorfik hornblend fenokristali içerisinde gözlenmiştir (Şekil 3.25).

Kesitte hem hamur tarafından korozyona uğratılmış hem de idiomorfik plajiyoklas fenokristalleri gözlenmektedir. Tüm bunlar çok evreli plajiyoklas gelişimini destekler niteliktedir. Aynı zamanda yer yer plajiyoklas fenokristallerinde kalsitleşme görülmektedir (Şekil 3.26).

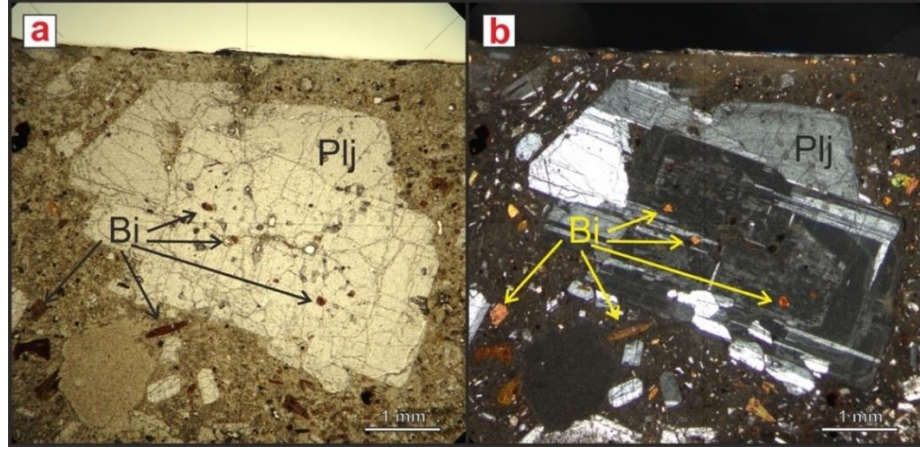


Şekil 3.21 : Keçiboyduran'ın örneklerinde gözlenen hiyapolitik doku (Örnek no: ZS57, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

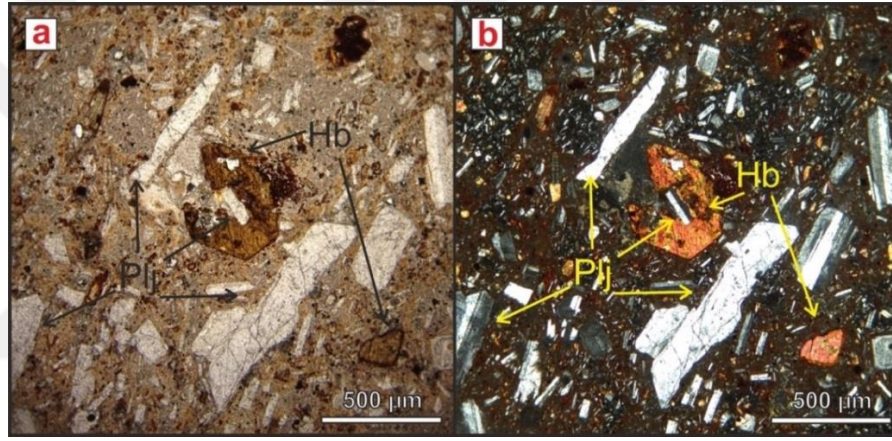


Şekil 3.22 : Keçiboyduran'ın andezitik lavında gözlenen anklav (Örnek no: ZS68, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

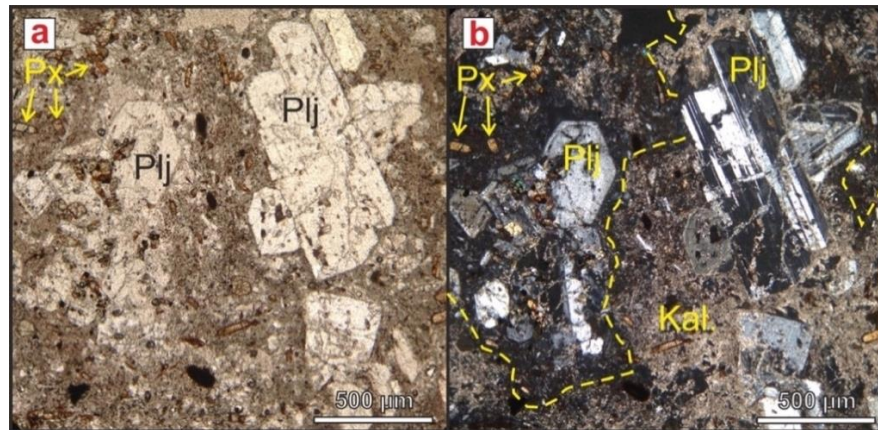
Hornblend: Plajiyoklas fenokristallerinden sonra en bol bulunan kristallerdir. %10-25 modal oranında bulunurlar. Aynı zamanda andezitlerde görülen en yaygın mafik mineraldir. İdiyomorfik kristallerinde tipik altıgen kesitler yaklaşık 120 derecelik iki yönlü mükemmel dilinimleri ile belirgin olarak seçilebilmektedir. Kahve, sarımsı-kahve renklere kuvvetli pleokrizma göstermektedirler. Bazı hornblend fenokristalleri içerisinde plajiyoklas ve opak mineral kapantıları gözlenmiştir (Şekil 3.27).



Şekil 3.23 : Keçiboyduran'ın andezitlerinde görülen biyotit kapantısı içeren plajiyoklas fenokristali (Örnek no: ZS61, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Biyotit: Bi).



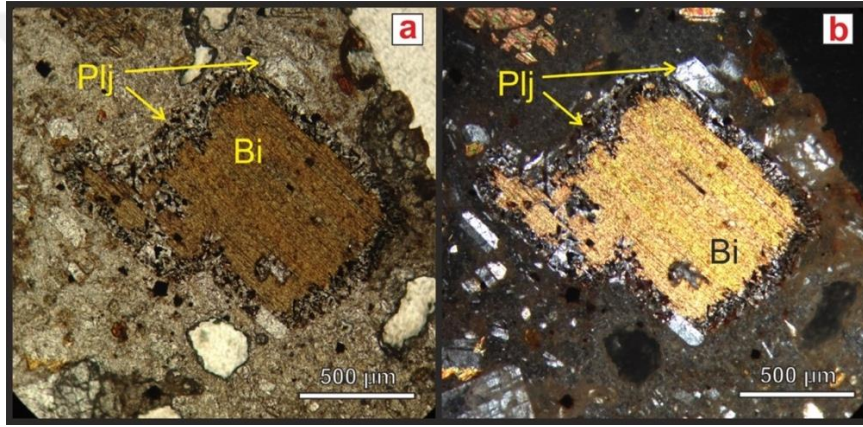
Şekil 3.24 : Keçiboyduran'ın andezitlerinde gözlenen farklı evrelerde gelişmiş plajiyoklas fenokristalleri (Örnek no: ZS57, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Hornblend: Hbl).



Şekil 3.25 : Keçiboyduran'ın bazaltik andezitlerinde gözlenen kalsitleşme (Örnek no: ZS111, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Kalsitleşme: Kal.).

Biyotit: Kayaçlarda hornblend fenokristallerinden sonra en yaygın gözlenen mineraldir. Andezitik kayaçlarda %2-12 modal oranında bulunurlar. İnce kesitte yaygın olarak hipidiyomorfik formda gözlenen mafik minerallerdir. Biyotitlere özgü tek yönlü dilinimler seçilebilmektedir. Genel olarak kahverengi ve sarı pleokrizma renkleri gösterirler. Bir kısım biyotitlerin sınırlarından itibaren opasitleşme izlenmektedir (Şekil 3.27).

Piroksen: Andezitler içerisinde %2-7 modal oranında bulunurlar. İdiyomorfik ve hipidiyomorfik formda gözlenirler. Daha çok mikrolit boyutunda hamurda gözlenmekte olup az miktarda da fenokristal olarak bulunurlar. Ortopiroksenler doğru, klinopiroksenler ise tipik optik özellikleri olan eğik sönme göstermektedir.



Şekil 3.26 : Keçiboyduran andezitinde gözlenen kenar zonlarından itibaren opasitleşmeye başlamış biyotit fenokristali (Örnek no: ZS61, a-Tek nikel, b-Çift nikel, Plajiyoklas: Plj, Biyotit: Bi).

3.3 Saadet 1 Sondajı

Saadet 1 Sondajına ait karotlardan derlenen volkanik kayaçlar stratigrafi bölümünde tanımlandığı gibi bazaltik andezit-bazalt, andezit-dasit ve ignimbiritler olarak 3 gruba ayrılarak anlatılmıştır. Bu kaya gruplarının petrografik özellikleri aşağıda ayrıntılı olarak sunulacaktır.

3.3.1 Bazaltik andezit-bazalt

Bazaltik andezit ve bazalt lavlarının başlıca mineral bileşimleri ve dokusal özellikleri Tablo 3.6'da verilmiştir. Bazaltik andezit ve bazalt lavlarının hamuru içerisindeki cam-mikrolit oranına göre pilotaksitik, intersertal (Şekil 3.28), hyalopilitik, vitrofirik ve trakitik dokular tanımlanmıştır. Kümülofirik dokuda gözlenen mineraller başlıca plajiyoklas, klinopiroksen, ortopiroksen ve olivindir (Şekil 3.29).

Tablo 3.6 : Bazaltik andezit-bazalt lavlarının konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi Olivin: Ol, Kuvars: Qz).

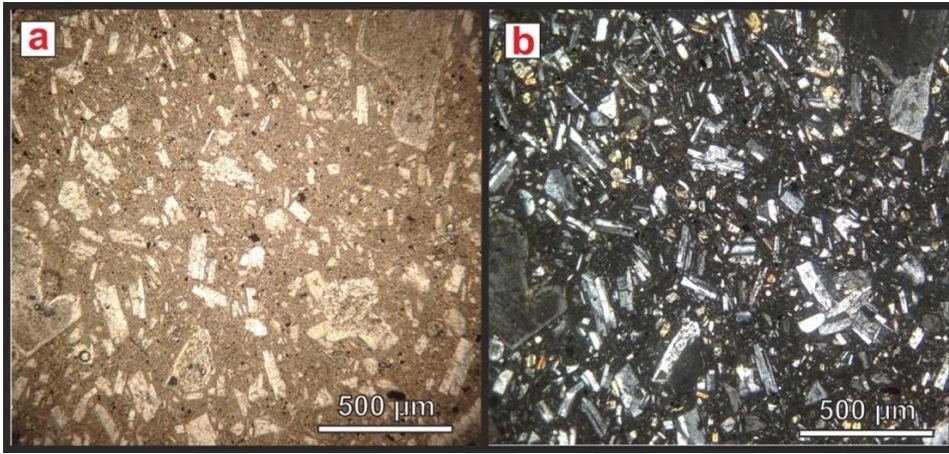
Örnek No	Kaya Adı	Mineral Bileşimi	Doku
K7	Bazaltik Andezit	Plj+bi+opx±hbl±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K10	Bazaltik Andezit	Plj+opx+hbl+kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K13	Bazaltik Andezit	Plj+hbl+opx±kpx±bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K17	Bazalt	Plj+opx±kpx±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K18	Bazaltik Andezit	Plj+opx±bio±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K20	Bazalt	Plj+opx±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K22	Bazalt	Plj+opx+kpx±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik, traktik
K30	Bazalt	Plj+opx±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik
K33	Bazaltik Andezit	Plj+opx+hbl	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K36	Bazalt	Plj+opx±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K49	Bazaltik Andezit	Plj+hbl±opx±bi±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K60	Bazaltik Andezit	Plj+opx±hbl±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik
K56	Bazaltik Andezit	Plj+opx+hbl±kpx±bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K74	Bazalt	Plj+opx±kpx±hbl	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K97	Bazalt	Plj+opx+kpx±ol	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, vitrofirik
K108	Bazalt	Plj+opx±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik
K109	Bazaltik Andezit	Plj+opx+hbl±qz	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik

Plajiyoklas: Bazaltik andezit ve bazalt lavları içerisinde %51-85 modal oranında bulunurlar. İdiyomorfik ve hipidiyomorfik formdadırlar. Albit-karlsband ikizli, zonlanmalı (yamalı ve osilasyonlu) plajiyoklaslar ile temsil edilirler. Genellikle güve yeniğine benzeyen görünümüleriyle karakterize olan elek dokusu sergilerler (Şekil 3.30). Yer yer hamur tarafından korozyona uğratılmış plajiyoklas fenokristalleri de gözlenir. Alterasyondan en az etkilenmiş bazaltik andezit ve bazaltlar üzerinde albit-karlsband kanununa göre yapılan anortit ölçümleri sonucunda An₄₅₋₅₀ değerleri tespit edilmiştir.

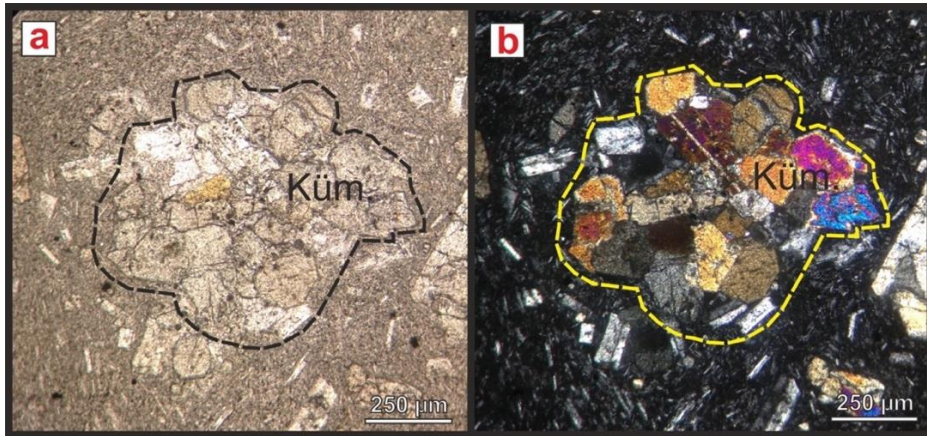
Piroksen: Bazaltik andezit örneklerinde ortopiroksen %8-29, klinopiroksen %2-7 modal oranında ve bazaltik örneklerde ortopiroksen %10-30, klinopiroksen %2-5

modal oranından görülmektedir. Hem fenokristaller halinde hem de küçük iğnemsî kristaller şeklinde hamurda gözlenmektedirler. Kesitlerde idiomorfik ve hipidiyomorfik formlarda bulunurlar. Seyrek olarak tek yöndeki dilinimleri seçilebilen piroksen fenokristalleri gözlemlenmiştir (Şekil 3.31).

Olivin: Yalnızca bazaltlarda eser miktarda gözlenmiştir. Optik mikroskopta tek nikolde soluk renlerde gözlenirken çift nikolde yüksek girişim renkleri sergilerler ve doğru sönme gösterirler.

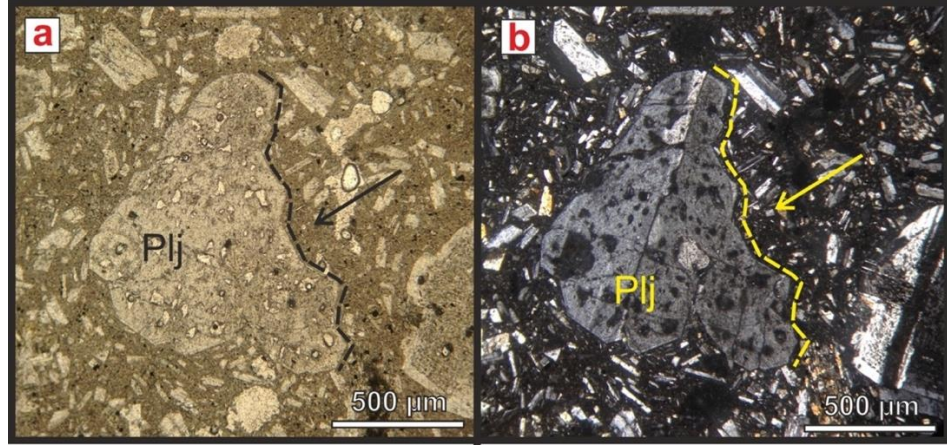


Şekil 3.27 : Bazalt lavında gözlenen intersertal doku (Örnek no: K36, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

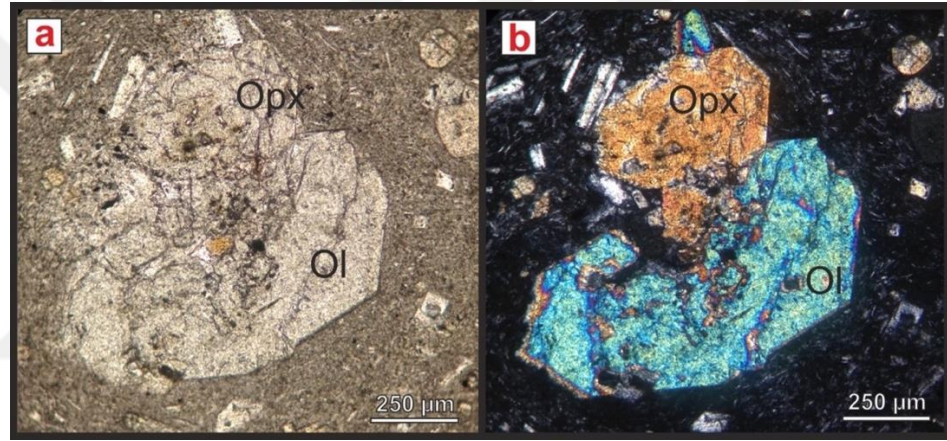


Şekil 3.28 : Bazalt lavlarında görülen kümülofirik doku (Küm.) (Örnek no: K22, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

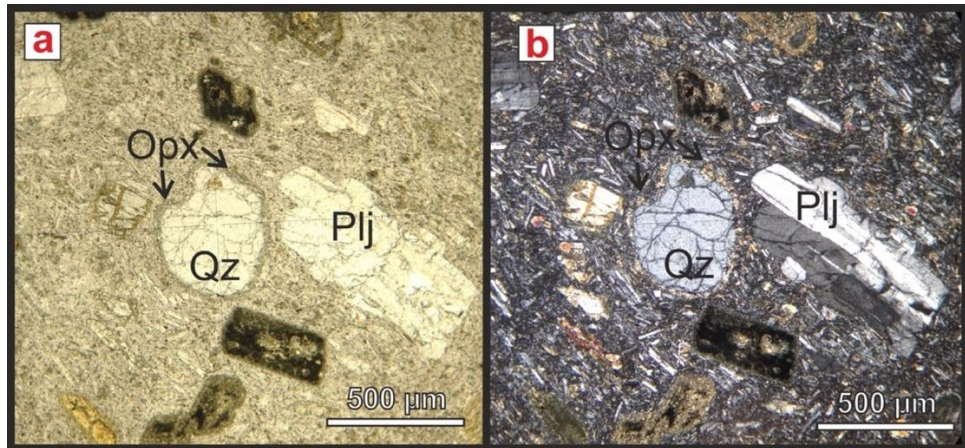
Hornblend: Bazaltik andezit türü kayaçlarda %4-29 modal oranında bulunmaktadır. Bazaltik kayaçlarda yalnızca K74 örneğinde gözlenmiştir. Genellikle hipidiyomorfiktirler. Alterasyon sebebiyle birçok hornblend fenokristalinde çeperden itibaren ve tümüyle opasitleşme gözlenir. Bir grup hornblend ise tamamen piroksene dönüşmüş halde izlenirler (Şekil 3.31).



Şekil 3.29 : Bazalt lavında volkanik hamur tarafından korozyona uğratılan plajiyoklas fenokristali aynı zamanda sieve dokusu sergilemektedir (Örnek no: K36, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj).



Şekil 3.30 : Bazalt lavında gözlenen olivin fenokristali (Örnek no: K22, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Olivin: Ol, Ortopiroksen: Opx).



Şekil 3.31 : Bazalt lavlarında görülen küçük iğnemsli piroksenlerce çevrilen kuvars fenokristali (Örnek no: 109, a-Tek nikol, b-Çift nikol, Plajiyoklas: Plj, Piroksen: Px, Kuvars: Qz).

Kuvars: Bazaltik andezit örneğinde eser miktarda görülmektedir. Tek nikelde düşük rölyefli ve açık renklidir. Çift nikelde belirgin çatlakları ve ksenomorfik formu ve üniaks pozitif olması ile tanınmaktadır. Bunlar kayada mafik minerallerden oluşan bir manto ile çevrelenmiş olarak gözlenmiştir (Şekil 3.32). Bu da ksenokristal olduklarını düşündürmektedir.

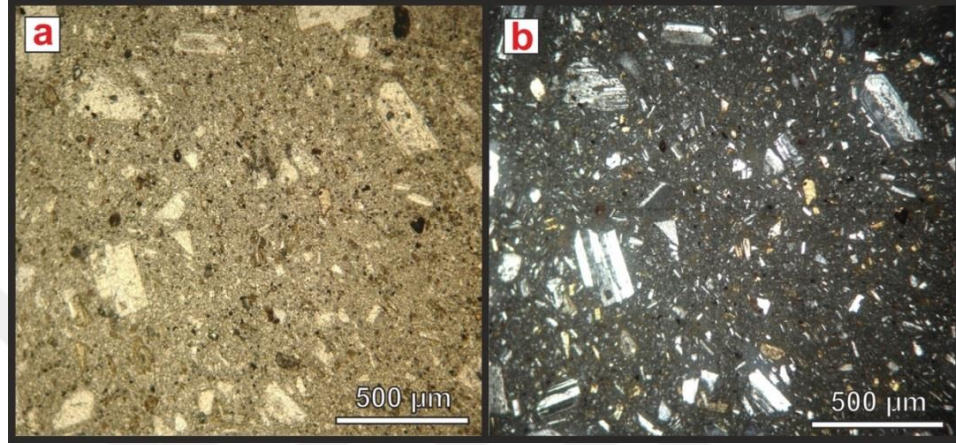
3.3.2 Andezit-dasit

Andezitik lavların mineralojik bileşimleri ve dokusal özellikleri Tablo 3.7’de verilmiştir. Bu lavların detaylı petrografik incelemeleri aşağıda anlatılacaktır. Andezit lavlarında yapılan detaylı petrografik incelemelerde hamur içindeki cam-mikrolit oranına göre pilotaksitik, intersertal ve hyalopilitik dokular ayırt edilmiştir (Şekil 3.33). Bu dokuların yanı sıra bazı kesitlerde kalsitleşme gözlenmiştir. Minerallerin bir bölgede kümelenmesiyle gelişen kümülofirik doku tespit edilmiştir. Bu kaya grubunda kümülofirik dokuyu oluşturan mineraller başlıca plajiyoklas ve ortopiroksendir.

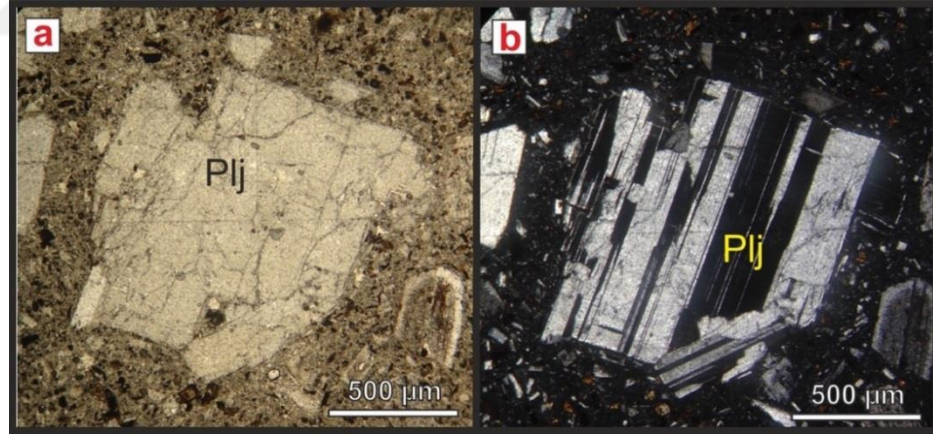
Tablo 3.7 : Andezit lavlarının lavlarının konum, başlıca mineral toplulukları ve dokularını gösteren çizelge (Plajiyoklas: Plj, Ortopiroksen: Opx, Klinopiroksen: Kpx, Hornblend: Hbl, Biyotit: Bi Olivin: Ol, Kuvars: Qz, K feldspar: Kf).

Örnek No	Kaya Adı	Mineral Bileşimi	Doku
K40	Andezit	Plj+hbl+bi±px	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K42	Andezit	Plj+hbl±bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K43	Andezit	Plj+hbl+bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K50	Andezit	Plj+hbl+bi±opx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K62	Andezit	Plj+hbl±bi±opx±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, pilotaksitik
K63	Andezit	Plj+hbl±bi±opx±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K84	Andezit	Plj+hbl+bi+kf±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K85	Andezit	Plj+hbl+bi+qz	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K86	Andezit	Plj+bi±hbl±opx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K87	Andezit	Plj+bi±hbl	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K99	Andezit	Plj+hbl+bi±kpx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, hyalopilitik
K101	Andezit	Plj+hbl+bi±opx	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal
K102	Andezit	Plj+hbl+bi	Hemikristalen, porfirik, mikrolitik, intersertal

Plajiyoklas: Kayaç içerisinde %62-70 modal oranında bulunurlar. İdiyomorfik ve hipidiyomorfik fenokristaller halinde ve hamur içerisinde ince iğnemi mikrolitler şeklinde görülürler. Albit ve karlsbad ikizlenmesi yaygındır. Örneklerde taze (Şekil 3.34) ve elek dokulu plajiyoklas fenokristalleri bir arada bulunmaktadır. Ayrıca plajiyoklaslar içerisinde hornblend ve biyotit inklüzyonu göstermektedir (Şekil 3.35). Bu durum bu fenokristallerin birden fazla evrede gelişim gösterdiklerine işaret eder.

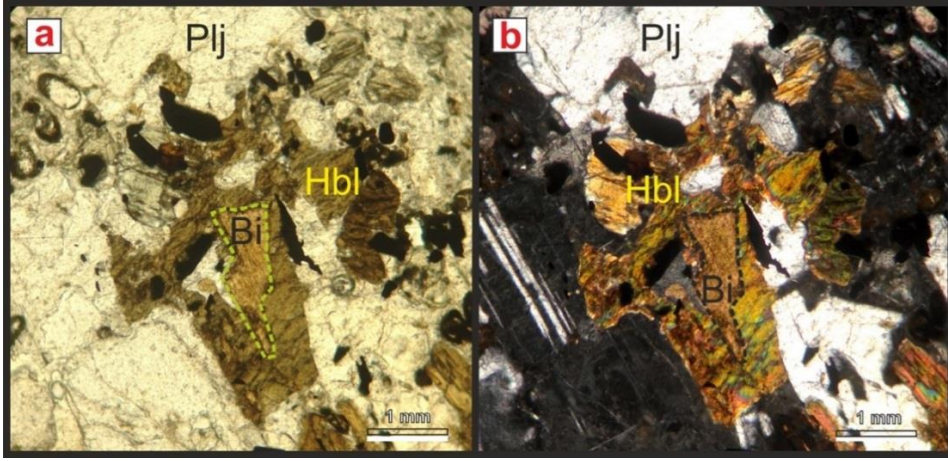


Şekil 3.32 : Andezitik kayaçlarda gözlenen hyalopilitik doku (Örnek no: K42, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

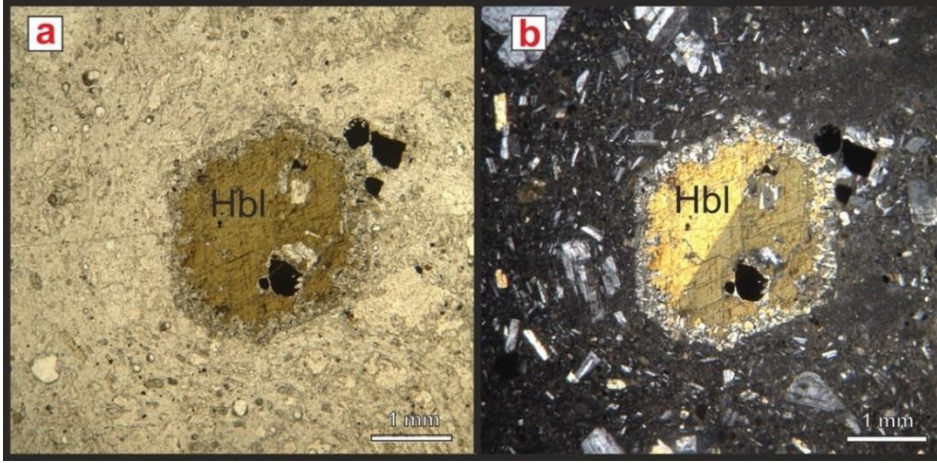


Şekil 3.33 : Andezit lavında polisentetik ikizlenme gösteren hipidiyomorfik plajiyoklas fenokristali vitrofirik hamur içinde bulunmaktadır (Örnek no: K40, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

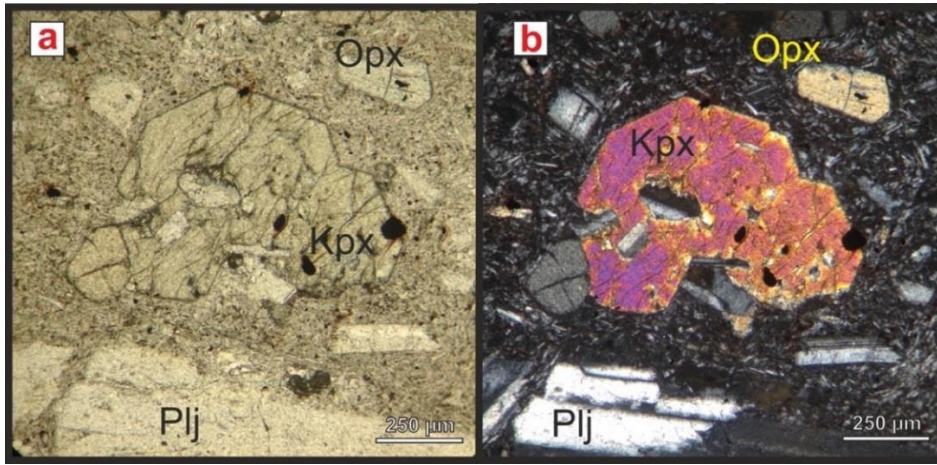
Hornblend: Kayaç içerisinde %8-30 modal oranında bulunurlar. Hem idiyomorfik hem de hipidiyomorfik fenokristaller halinde görülürler. Bazı örnekler basit ikizlenme gösterirler (Şekil 3.36). Hornblend fenokristalleri içerisinde opak mineral ve plajiyoklaslar kapantı olarak bulunurlar.



Şekil 3.34 : Andezit lavı içinde bulunan diyorit anklavı (Örnek no: K84, a-Tek nikol, b-Çift nikol).



Şekil 3.35 : Basit ikizlenme gösteren iki yönlü dilinimi belirgin hornblend fenokristalinde çeperden itibaren piroksene dönüşüm. Hornblend plajiyoklas ve opak mineral inklüzyonu içermektedir. (Örnek no: K86, a-Tek nikol, b-Çift nikol).



Şekil 3.36 : Andezitlerde gözlenen piroksen fenokristalleri (Örnek no: K40, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

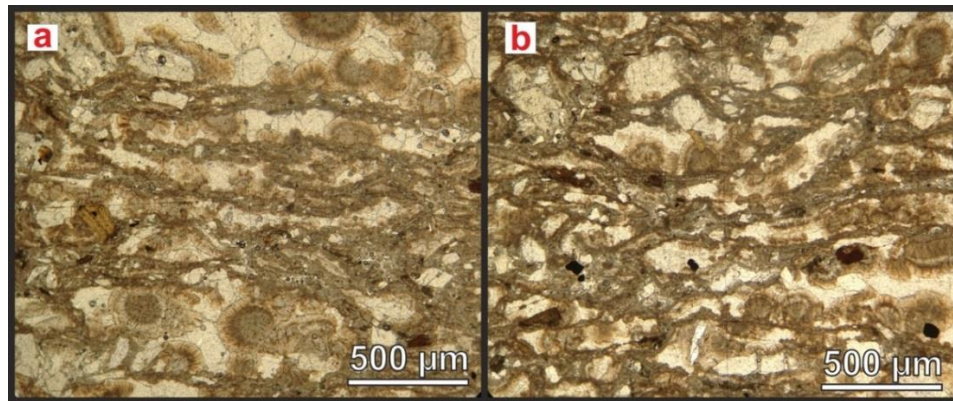
Biyotit: Andezitlerde hornblendten sonra en bol bulunan mineral biyotittir. Kesit içerisinde hipidiyomorfik formada bulunurlar. Genellikle kahverengi ve sarı pleokrizma renkleri gösterirler. Tipik optik özellikleri olan tek yönlü dilinimleri rahatlıkla seçilebilir. Yer yer opak mineral ve plajiyoklas inklüzyonlarına rastlanır. Biyotit fenokristalleri çoğunlukla sınırlarından itibaren opaklaşma gösterirler.

Piroksen: Andezitik kayalarda %2-3 modal oranında bulunurlar. İdiyomorfik ve hipidiyomorfik formlarda görülürler (Şekil 3.36). Ortorombik olan piroksenler doğru sönme, monoklinik olan piroksenlerde eğik sönme göstermektedir. Monoklinik piroksenler yüksek girişim renkleri göstermektedir.

3.3.3 İgnimbirit

İgnimbiritler pumis, cam parçası ve kaya parçalarından (andezit ve riyolit) oluşur, plajiyoklas, biyotit, hornblend ve kuvars fenokristalleri içerirler. Aynı zamanda sıcak akıntılarının üst üste akması ile oluşan ötakstitik doku gözlenmiştir (Şekil 3.37). Bunun yanı sıra C ve Y şekilli cam kıymıkları da bu ignimbiritlerde gözlenmektedir (Şekil 3.38).

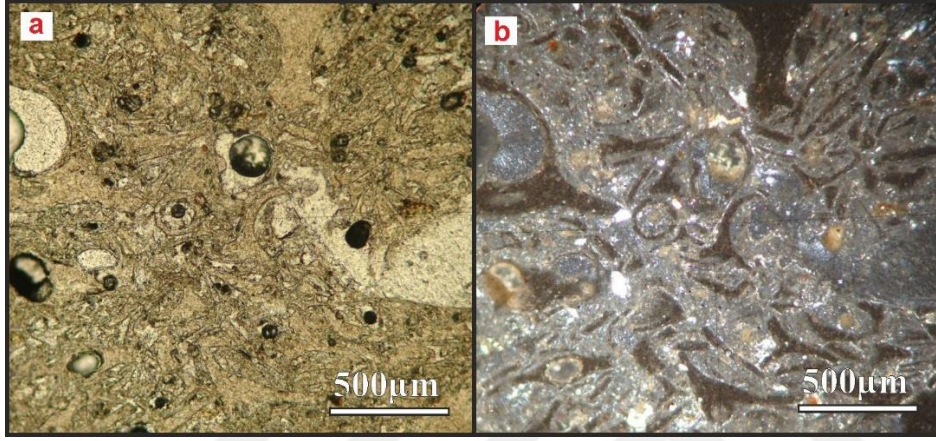
Plajiyoklas: Plajiyoklas %3-40 modal oranında gözlenmektedir. Albit, karsbad ikizlenmesi ve daha seyrek olarak zonlanma gösterirler. İgnimbiritlerin albit, albit-karsbad ikizli plajiyoklasların ölçülen anortit yüzdesi An_{25-30} (oligoklas) olarak saptanmıştır. **Hornblend:** İgnimbiritlerde %15-30 modal oranında görülürler. Kayada fenokristal olarak ve idiyomorfik formda görülürler. Hornblend fenokristalleri içerisinde biyotiti ve opak mineraller inklüzyonları görülmektedir.



Şekil 3.37 : Küçük Hasandağ'ın sıcak akıntılarında gözlenen ötakstitik doku (Örnek no: K75, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

Biyotit: İgnimbiritelerde %10-25 modal oranında bulunurlar. Biyotit fenokristallerinden sonra en bol gözlenen kristaldir. Kayada genellikle hipidiyomorfik kristaller halinde bulunurlar. Tek yöndeki paralel dilinimleri belirgindir.

Kuvars: Piroklastik örneklerine ait kesitlerde %2-4 modal oranında bulunurlar ve genellikle hipidiyomorfik formda gözlenirler. Beyaz renkte, dilinimsiz ve düşük rölyeflidirler.



Şekil 3.38 : C ve Y şekiller gösteren basılmış ignimbirit (Örnek no: K83, a-Tek nikol, b-Çift nikol).

Litik bileşenler: Litik bileşenler yuvarlağımsı, elipsoidal ve yer yer köşeli şekillere sahiptir. Çoğunlukla riyolit, daha az oranda andezit ve bazaltik andezit bileşimlidirler. Boyutları oldukça küçük olduğundan dokuları ayırt edilememiştir.

Pumis: İgnimbiritlerin ana bileşenini oluşturmaktadırlar. Sıcak akıntuların üst üste akmasına işaret eden uzun eksenleri boyunca uzamalar göstermektedirler. Bu basılmalar sebebiyle içlerindeki kristaller seçilememektedir.

4. JEOKİMYA

Bu bölümde çalışma alanında yer alan volkanik kayaların jeokimyasal niteliklerini belirlemek ve çalışma alanındaki volkanik kayaları oluşturan magmanın köken ve evrimini anlamak amacıyla, farklı bileşimdeki lavlardan ve piroklastik kayalardan derlenen toplam 28 örneğin ana ve iz element analizleri ile üç temsilci örneğin Sr-Nd-Pb radyojenik izotop analizleri yaptırılmış ve Tablo 4.1’de sunulmuştur.

4.1 Ana ve İz Element Jeokimyası

Küçük Hasandağ, Keçiboyduran volkanitleri ve Saadet 1 sondajından derlenen örnekleri sınıflandırmak amacıyla örnekler Jensen (1976)’nın SiO₂ içeriklerini göz ardı ettiği Al-Mg-(Fe^T+Ti) üçgen diyagramına iz düşürülmüştür (Şekil 4.1). Bu sınıflamaya göre Küçük Hasandağ’a ait volkanik kayalar bazalt, andezit ve riyolit alanına iz düşerken, Saadet 1 sondajındaki ve Keçiboyduran volkanına ait lavlar andezit ve dasit Bileşim aralığında dağılım sergilemektedir. Bu sonuçlar saha ve petrografi verileri ile uyumaktadır. Ancak aynı örnekler SiO₂’ye karşı Na₂O+K₂O diyagramına (TAS) iz düşürüldüğünde (Şekil 4.2). Le Bas vd. (1986)’nin önerdikleri bu sınıflamaya göre Küçük Hasandağ’a ait volkanik kayalar bazaltik andezit, andezit ve riyolit bileşimi sergilerken, Saadet 1 sondajındaki ve Keçiboyduran volkanına ait lavlar andezit ve dasit bileşimi sunarlar. Bu sonuçlar kısmen saha ve petrografi verileri ile uyuşsa da, sahada olivinli bazalt olarak adlandırılan örnekler TAS diyagramında bazaltik andezit alanına, sahada bazaltik andezit olarak tanımlanan örnekler ise diyagramda andezit alanına iz düşmektedir. SiO₂’nin parametrelerden biri olarak kullanıldığı bu sınıflamadaki uyumsuzluğun sebebi ise örneklerin bol kuvars ksenokristalleri içermeleri ve/veya yüksek cam oranına sahip olmasıdır.

TAS ve AFM (Şekil 4.3) diyagramlarından görüldüğü üzere tüm örnekler subalkalen niteliklidir ve kalkalkalen bir trend sergiler. Volkanik kayalar, SiO₂’ye karşı K₂O’nun kullanıldığı Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramına iz düşürüldüğünde bazalt ve bazaltik andezit-andezit bileşimli örneklerin orta-K (Middle-K) kalkalkalen alanında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 4.4). Riyolit ve dasitlerin çoğunluğu ise

yüksek potasyumlu kalkalkalen (High-K) ya da yüksek-K ile orta-K arasındaki sınıra yakın alana iz düşmektedir.

Tablo 4.1 : Küçük Hasandağ, Keçiboyduran ve Saadet 1 sondajından derlenen volkanik kayaların jeokimyasal analiz sonuçlarını gösteren çizelge.

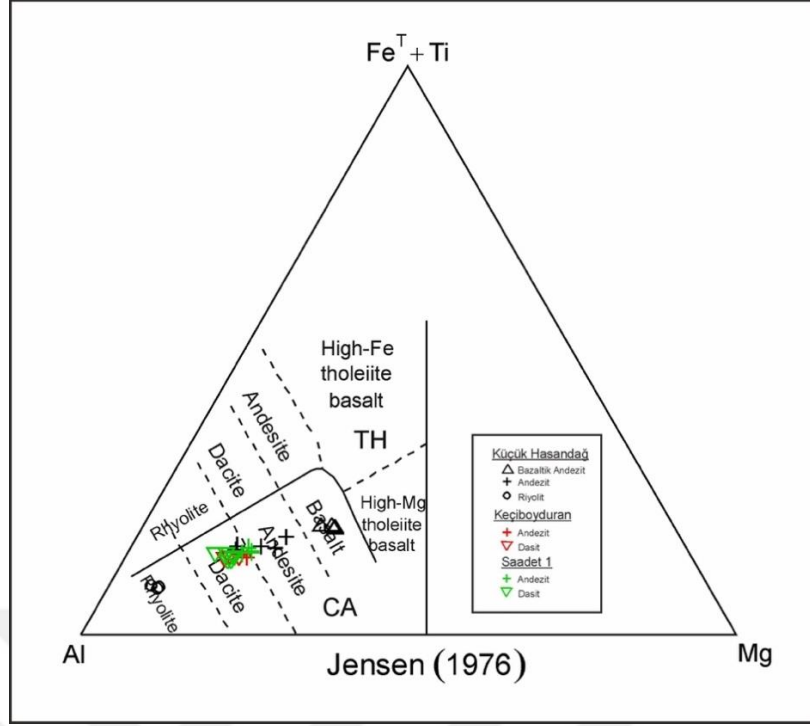
Sample	ZS 3	ZS18	ZS24	ZS44	ZS 17	ZS28	ZS6	ZS36
SiO2	52,61	52,21	52,81	52,61	64,06	63,05	57,53	59,04
Al2O3	16,47	16,87	17,27	16,88	17,07	16,97	17,77	17,57
Fe2O3	7,78	7,83	7,87	7,80	4,27	4,48	6,53	5,51
MgO	6,19	6,51	5,87	6,49	2,28	2,73	4,45	4,08
CaO	10,08	10,12	9,35	9,68	4,81	5,69	7,33	6,51
Na2O	3,33	3,47	3,59	3,21	4,01	4,11	3,85	3,75
K2O	1,38	1,46	1,46	1,44	2,27	2,09	1,70	1,97
TiO2	1,03	1,05	1,08	1,05	0,53	0,55	0,88	0,72
P2O5	0,43	0,40	0,37	0,36	0,16	0,17	0,24	0,19
MnO	0,13	0,13	0,13	0,13	0,08	0,08	0,11	0,10
Cr2O3	0,03	0,03	0,02	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
LOI	0,72	0,19	0,20	0,74	0,57	0,24	0,40	1,07
Total	100,18	100,27	100,02	100,42	100,11	100,16	100,79	100,53
Cs	0,7	0,7	0,2	0,9	1,5	1,9	1,6	1,8
Rb	26,5	29,5	24,3	31,1	65,4	61,6	38,2	44,3
Ba	481	506	510	534	583	504	466	609
Sr	861,8	919,9	888,1	859,1	417,1	442,8	573,6	475,7
Pb	26,5	29,5	24,3	31,1	65,4	61,6	38,2	44,3
Th	7,7	7,8	8,1	7,6	12,7	11,2	5,9	8,8
U	1,8	2,0	1,7	1,6	3,3	2,6	1,7	2,0
Zr	131,6	125,3	135,2	131,1	131,2	137,4	111,1	134,7
Hf	3,4	3,2	3,5	3,5	3,3	3,4	2,9	3,6
Ta	0,5	0,5	0,6	0,4	0,7	0,7	0,6	0,7
Y	21,1	20,3	20,7	21,3	14,0	14,4	17,9	17,5
Nb	9,8	9,8	10,0	9,9	10,7	9,4	8,2	9,2
Ni	44,2	64,8	43,6	66,2	18,3	10,1	18,0	46,1
Co	35,0	37,5	41,8	36,4	18,3	21,3	41,8	26,5
V	187	209	205	195	65	70	122	104
W	24,2	41,7	78,4	43,6	36,1	50,4	108,5	51,7
Ga	17,3	18,0	17,4	17,1	14,9	15,2	15,3	14,7
Zn	17	42	29	39	10	8	13	18
Cu	23,1	33,3	48,5	59,3	10,4	12,0	23,7	7,7
La	30,9	31,5	31,9	30,2	26,9	24,7	22,5	24,8
Ce	59,7	59,4	60,5	57,8	45,2	42,7	40,7	44,2
Nd	28,4	28,6	29,6	27,6	16,9	16,2	18,5	18,2
Sm	4,95	4,93	5,18	4,91	2,82	2,88	3,43	3,39
Eu	1,44	1,46	1,53	1,47	0,82	0,87	1,09	0,97
Gd	4,58	4,46	4,77	4,56	2,63	2,62	3,40	3,17
Tb	0,66	0,62	0,67	0,66	0,40	0,41	0,53	0,50
Dy	3,62	3,55	3,84	3,78	2,31	2,41	3,14	3,04
Ho	0,74	0,71	0,73	0,72	0,49	0,50	0,63	0,61
Er	2,10	2,01	2,02	2,09	1,36	1,39	1,80	1,75
Tm	0,31	0,30	0,31	0,30	0,20	0,22	0,28	0,26
Yb	1,83	1,92	1,98	1,95	1,35	1,38	1,71	1,60
Lu	0,30	0,28	0,30	0,30	0,21	0,22	0,26	0,27

Tablo 4.1 (devam) : Küçük Hasandağ, Keçiboyduran ve Saadet 1 sondajından derlenen volkanik kayaların jeokimyasal analiz sonuçlarını gösteren çizelge (devam).

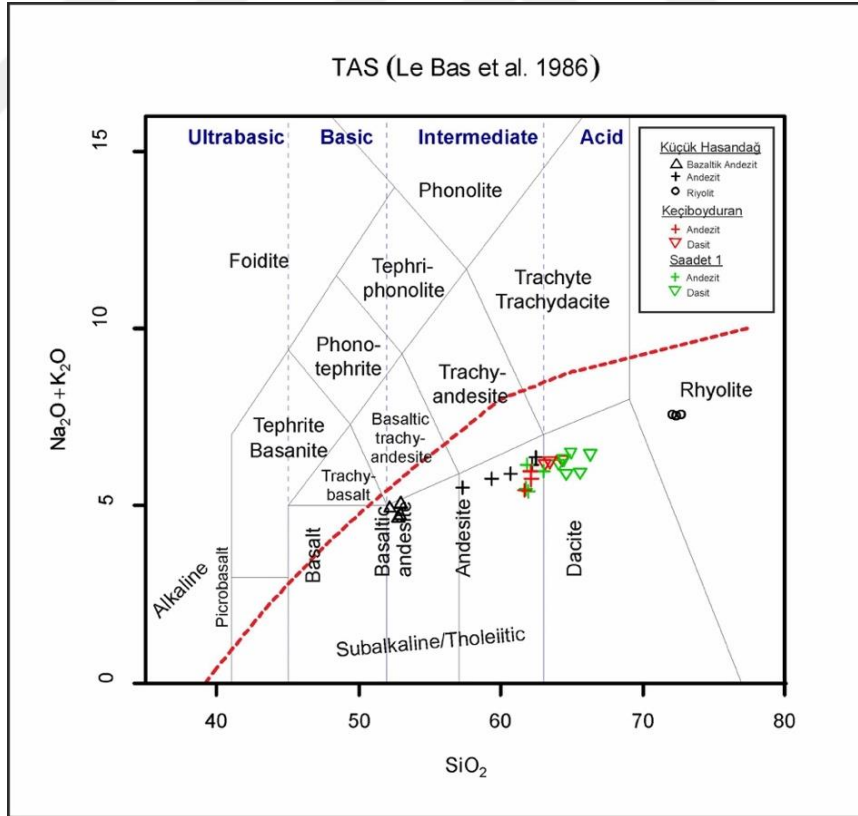
Sample	ZS73	ZS79A	ZS85	ZS 78	ZS40B	ZS104	ZS 57	ZS 56
SiO2	60,04	62,05	62,35	72,49	71,69	70,58	61,75	62,05
Al2O3	16,97	17,57	17,07	14,87	14,87	14,77	17,27	17,57
Fe2O3	5,26	4,93	5,03	2,01	1,89	1,92	4,66	4,83
MgO	3,40	2,62	2,52	0,47	0,64	0,65	2,87	2,90
CaO	6,41	5,45	5,26	1,88	2,14	2,16	6,05	5,88
Na2O	3,88	3,95	4,31	4,24	4,46	4,01	3,76	3,96
K2O	1,97	2,20	2,06	3,32	3,03	3,44	2,19	1,78
TiO2	0,71	0,70	0,73	0,27	0,26	0,26	0,58	0,60
P2O5	0,22	0,22	0,39	0,06	0,07	0,13	0,27	0,18
MnO	0,10	0,09	0,09	0,06	0,06	0,06	0,09	0,09
Cr2O3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	1,33	0,63	0,24	0,38	0,79	2,44	1,12	0,52
Total	100,29	100,41	100,05	100,05	99,90	100,42	100,61	100,36
Cs	1,5	1,6	0,8	2,2	4,0	3,7	2,5	1,4
Rb	44,0	48,7	38,9	94,9	94,0	89,3	52,4	37,5
Ba	616	573	602	812	711	767	481	526
Sr	484,2	414,5	369,0	194,5	222,0	209,3	439,1	431,2
Pb	44,0	48,7	38,9	94,9	94,0	89,3	52,4	37,5
Th	8,2	9,4	8,4	13,7	13,4	12,8	10,3	10,0
U	2,6	2,1	2,1	3,9	4,0	3,8	2,6	1,8
Zr	132,4	154,7	200,7	130,8	133,0	126,5	123,7	128,8
Hf	3,5	3,9	4,6	3,6	3,6	3,4	3,2	3,4
Ta	0,6	0,7	0,9	1,1	1,1	1,0	0,7	0,6
Y	16,0	17,9	19,9	12,4	14,2	13,3	14,6	14,5
Nb	8,7	10,2	13,7	11,7	11,8	11,3	9,2	9,5
Ni	26,7	7,2	16,7	7,7	4,1	3,1	8,5	13,2
Co	21,3	23,4	17,0	11,1	14,8	11,1	20,5	22,5
V	94	78	70	16	21	19	67	63
W	35,4	55,0	23,3	60,9	103,0	60,9	43,5	48,9
Ga	14,6	14,8	14,3	12,8	13,5	12,4	14,7	14,5
Zn	19	13	20	6	7	8	8	12
Cu	16,5	6,7	8,6	2,5	1,6	1,4	7,0	8,6
La	24,9	27,5	30,2	28,1	29,6	27,7	24,4	24,1
Ce	44,1	47,5	54,6	46,7	49,6	47,8	42,9	44,7
Nd	17,5	19,6	22,4	15,4	17,0	15,8	17,9	17,8
Sm	3,03	3,46	3,88	2,51	2,71	2,61	3,08	2,97
Eu	0,97	1,01	1,15	0,54	0,62	0,59	0,92	0,92
Gd	2,96	3,47	3,78	2,31	2,44	2,27	3,01	2,85
Tb	0,46	0,53	0,60	0,34	0,36	0,36	0,43	0,42
Dy	2,87	3,00	3,40	2,06	2,05	2,12	2,57	2,55
Ho	0,58	0,61	0,71	0,42	0,46	0,43	0,52	0,52
Er	1,62	1,88	1,98	1,23	1,34	1,28	1,49	1,31
Tm	0,25	0,27	0,30	0,20	0,21	0,21	0,22	0,20
Yb	1,53	1,82	2,03	1,45	1,47	1,39	1,47	1,36
Lu	0,26	0,27	0,34	0,23	0,24	0,24	0,22	0,21

Tablo 4.1 (devam) : Küçük Hasandağ, Keçiboyduran ve Saadet 1 sondajından derlenen volkanik kayaların jeokimyasal analiz sonuçlarını gösteren çizelge (devam).

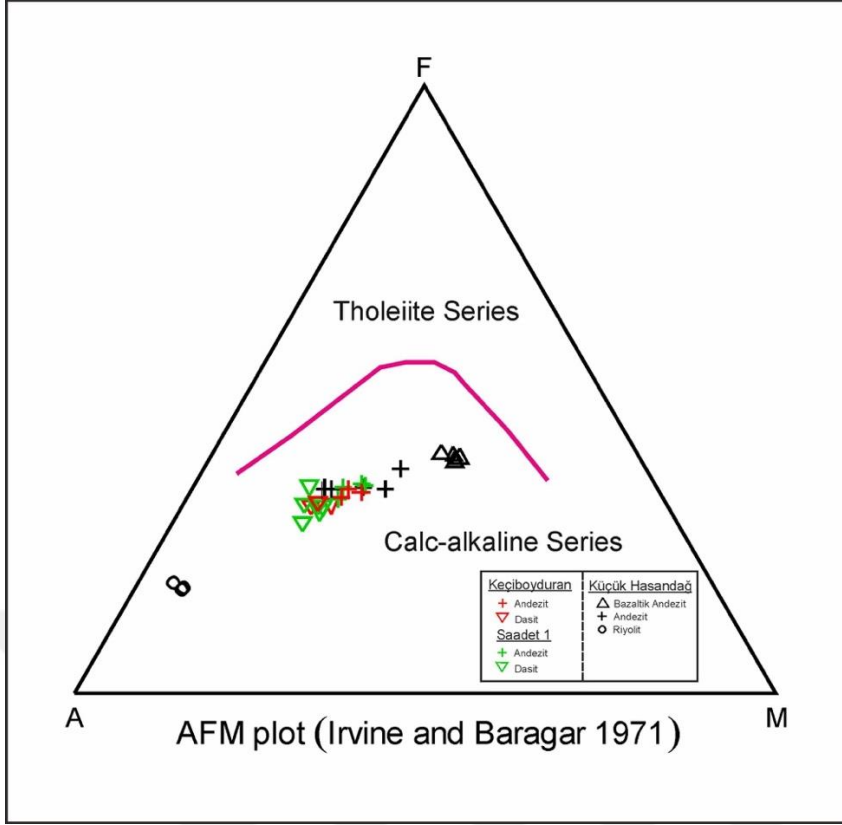
Sample	ZS 68	ZS99	K49	K62	K86	K87	K97	K102	K108
SiO2	63,25	61,14	63,85	64,56	64,86	63,65	60,74	62,85	62,15
Al2O3	16,97	17,67	16,77	16,67	15,57	16,17	16,97	17,07	16,67
Fe2O3	4,40	4,64	4,31	4,39	3,72	4,33	5,08	4,42	4,53
MgO	2,39	3,10	2,54	2,45	2,19	2,15	2,92	1,92	2,75
CaO	5,41	6,34	5,15	5,00	4,40	4,55	5,54	4,44	5,78
Na2O	4,06	3,73	4,05	4,03	3,57	3,73	3,59	3,64	3,88
K2O	2,18	1,67	2,14	2,31	2,77	2,68	2,46	2,12	2,02
TiO2	0,54	0,56	0,56	0,54	0,50	0,54	0,67	0,60	0,61
P2O5	0,37	0,20	0,18	0,17	0,16	0,18	0,20	0,20	0,19
MnO	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,05	0,07
Cr2O3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,35	1,28	0,54	0,30	2,40	2,28	2,00	2,90	1,36
Total	100,00	100,41	100,16	100,49	100,21	100,33	100,26	100,21	100,01
Cs	2,1	1,7	3,1	1,3	4,4	3,9	3,7	5,3	1,8
Rb	53,3	38,8	57,1	66,8	87,7	84,9	62,4	68,3	54,6
Ba	533	455	539	526	528	579	460	457	418
Sr	423,7	438,0	416,8	381,5	348,7	471,0	485,2	420,1	413,3
Pb	53,3	38,8	57,1	66,8	87,7	84,9	62,4	68,3	54,6
Th	12,1	8,9	11,9	12,0	17,7	17,5	12,8	14,1	11,3
U	3,4	1,9	2,7	3,2	5,0	4,8	3,5	3,7	3,4
Zr	133,4	108,9	139,1	139,3	142,7	148,0	115,7	132,0	120,1
Hf	3,4	2,9	3,7	3,5	3,7	3,8	3,1	3,4	3,2
Ta	0,8	0,6	0,8	0,7	1,0	1,1	0,8	1,0	0,8
Y	14,1	12,7	14,3	14,4	13,8	14,9	13,9	15,2	13,9
Nb	9,5	7,7	10,2	10,1	11,7	11,7	10,1	11,1	9,8
Ni	16,3	10,9	10,8	9,0	8,4	8,4	10,1	16,0	19,3
Co	22,7	19,8	35,6	26,4	37,0	37,3	35,1	25,8	26,4
V	68	70	75	70	61	67	103	71	88
W	53,8	31,5	112,1	88,1	133,1	104,4	105,2	43,5	84,3
Ga	14,3	13,7	15,2	14,3	13,5	14,4	15,3	15,3	14,7
Zn	15	10	36	13	18	14	10	21	25
Cu	16,2	7,2	24,3	15,0	11,0	12,8	7,8	10,0	9,1
La	25,7	21,9	26,8	27,3	28,0	30,4	23,8	28,5	24,4
Ce	44,5	36,6	46,6	48,3	48,7	52,4	42,0	50,5	42,0
Nd	17,1	15,4	19,2	18,7	17,9	19,4	16,6	19,3	16,5
Sm	2,89	2,65	3,06	3,34	2,90	3,32	3,02	3,22	2,84
Eu	0,87	0,79	0,93	0,87	0,75	0,89	0,87	0,91	0,89
Gd	2,60	2,50	2,93	2,88	2,68	2,93	2,81	3,09	2,84
Tb	0,40	0,37	0,41	0,43	0,40	0,42	0,43	0,44	0,42
Dy	2,43	2,15	2,32	2,53	2,44	2,58	2,56	2,56	2,36
Ho	0,48	0,43	0,47	0,48	0,47	0,51	0,48	0,51	0,51
Er	1,39	1,24	1,36	1,42	1,38	1,43	1,41	1,48	1,36
Tm	0,20	0,18	0,21	0,22	0,22	0,22	0,21	0,22	0,20
Yb	1,32	1,19	1,33	1,48	1,43	1,50	1,38	1,50	1,48
Lu	0,22	0,19	0,22	0,22	0,23	0,24	0,23	0,23	0,23



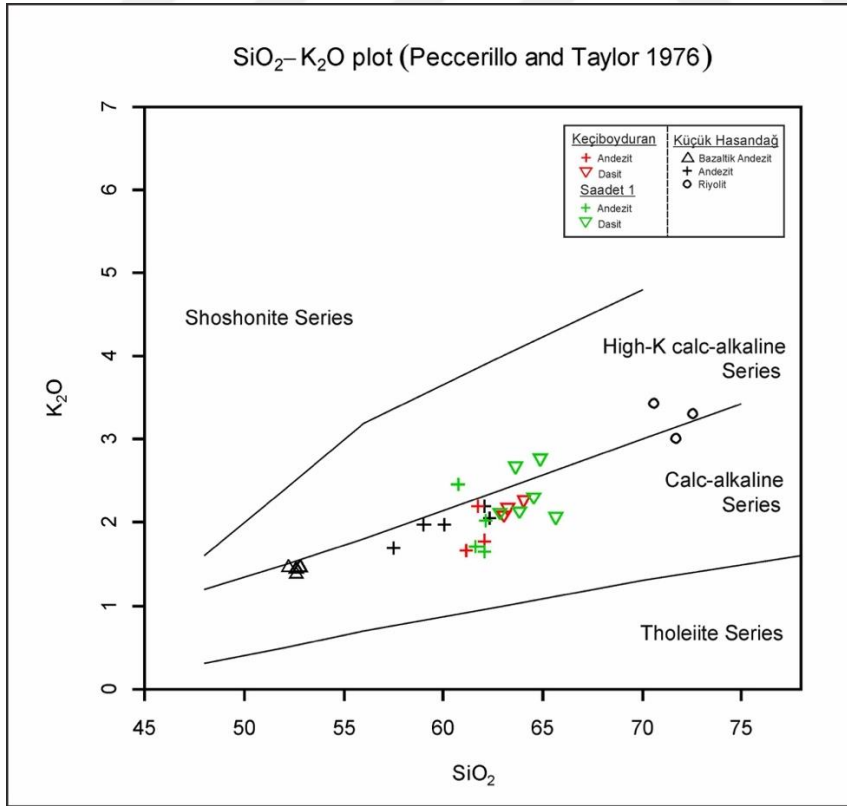
Şekil 4.1 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanına ait örneklerin Jensen'in 1976'da önerdiği SiO₂ içermeyen adlama diyagramı.



Şekil 4.2 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanına ait volkanitlerin Le Bas vd. (1986) göre toplam alkali (Na₂O+K₂O) – silika (SiO₂) diyagramı.

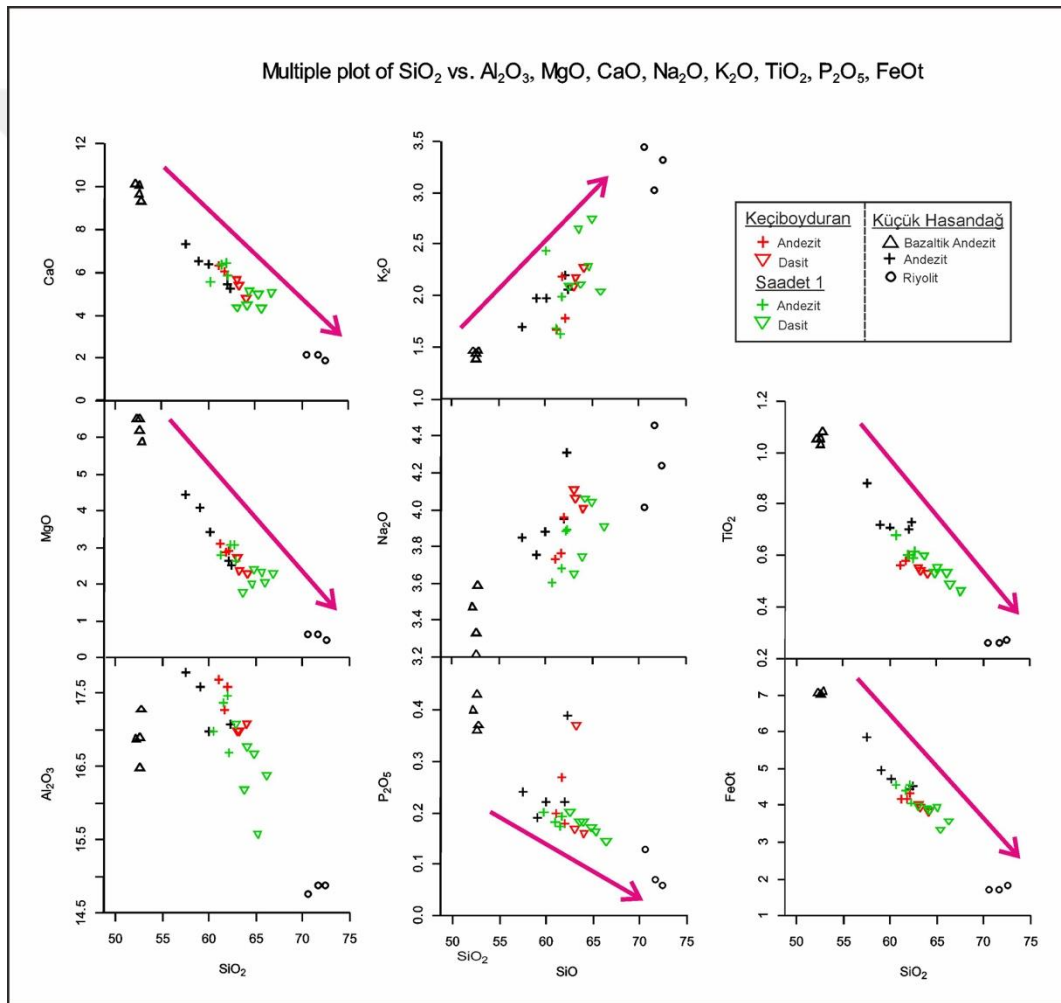


Şekil 4.3 : İnceleme alanındaki volkanitlerin AFM diyagramındaki konumları.



Şekil 4.4 : Her iki volkana ait örneklerin SiO₂-K₂O diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976).

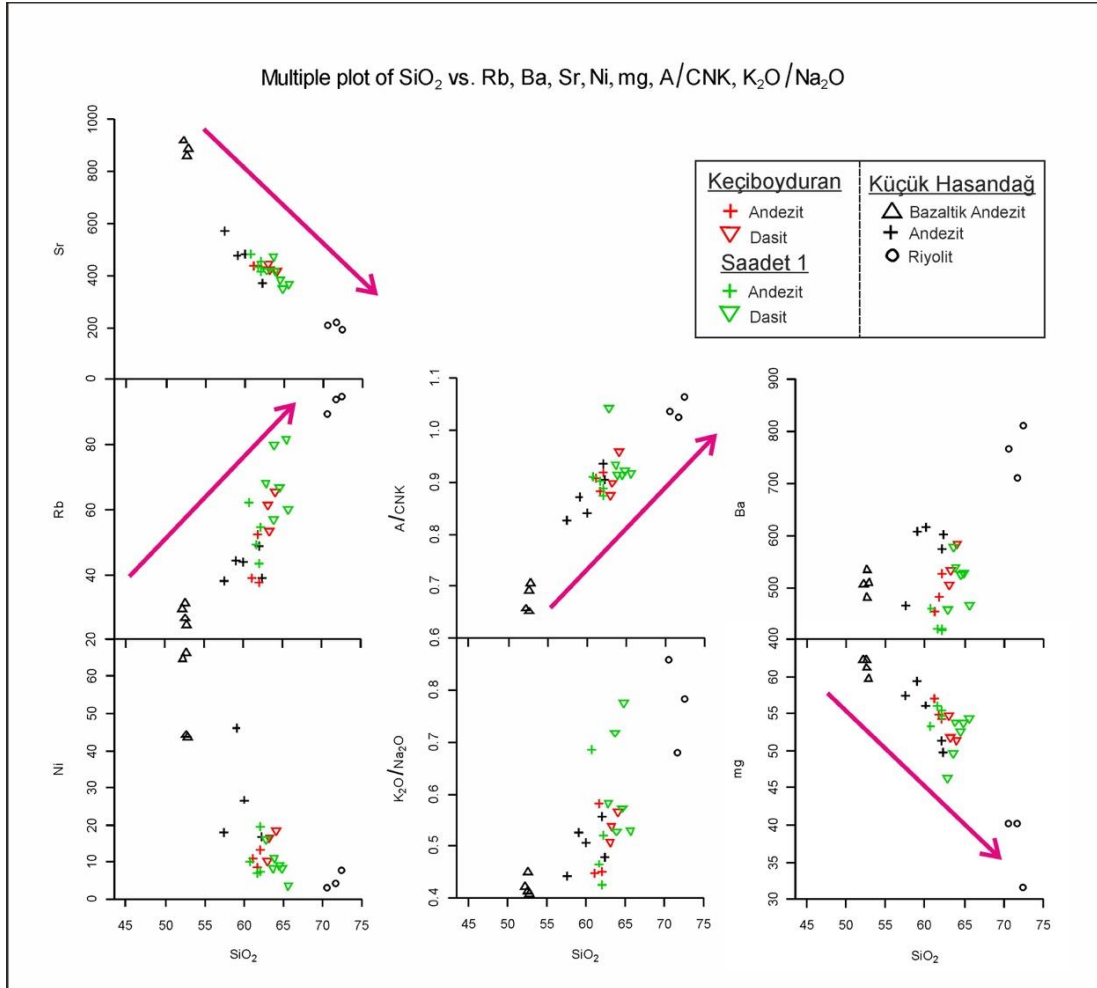
Küçük Hasandağ, Keçiboyduran ve Saadet 1 sondajı örnekleri için ana oksit elementlerin SiO_2 'ye karşı davranışları Harker diyagramında (Şekil 4.5) incelendiğinde şu özellikler görülmektedir; SiO_2 'e karşı, MgO , CaO , Ti_2O , Fe_2O_3^t ve P_2O_5 negatif korelasyon göstermektedir. K_2O pozitif bir korelasyon sergilemektedir. Al_2O_3 ve Na_2O belirgin bir pozitif ya da negatif trend vermemek ile birlikte dağınıklık göstermektedir. Harker diyagramında tüm örneklerin topluca benzer davranışlar sergilemeleri ortak bir magmadan türedikleri ve magmanın evriminde fraksiyonel kristallenmenin etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.5 : İnceleme alanındaki volkanitlerin ana oksit- SiO_2 Harker diyagramları.

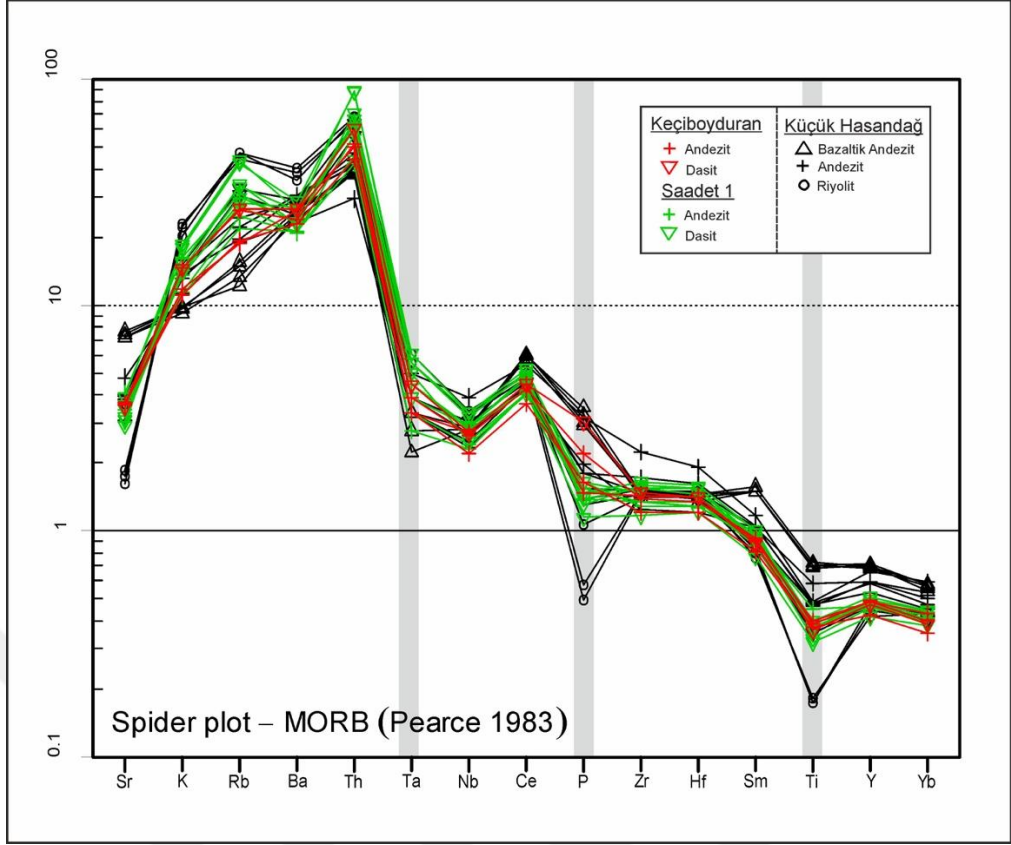
İnceleme alanındaki volkanitlerin SiO_2 'ye karşı iz element değişimlerinin izlendiği Harker diyagramlarında Rb, Th, U ve Ta'da pozitif, Sr, Y, Tb ve Eu'de negatif korelasyon görülmektedir (Şekil 4.6). Ba ve Ni ise belirgin bir trend sunmamaktadır. Artan SiO_2 'ye karşı iz elementlerde gözlenen değişimler ana element oksitlerle elde

edilen verileri destekler nitelikte olup, Küçük Hasandağ, Keçiboyduran ve Saadet 1 sondajından elde edilen farklı bileşimindeki volkanik gruplarının ortak bir magmadan türediğini ve magmanın evriminde fraksiyonel kristallenmenin rol oynadığını düşündürmektedir.

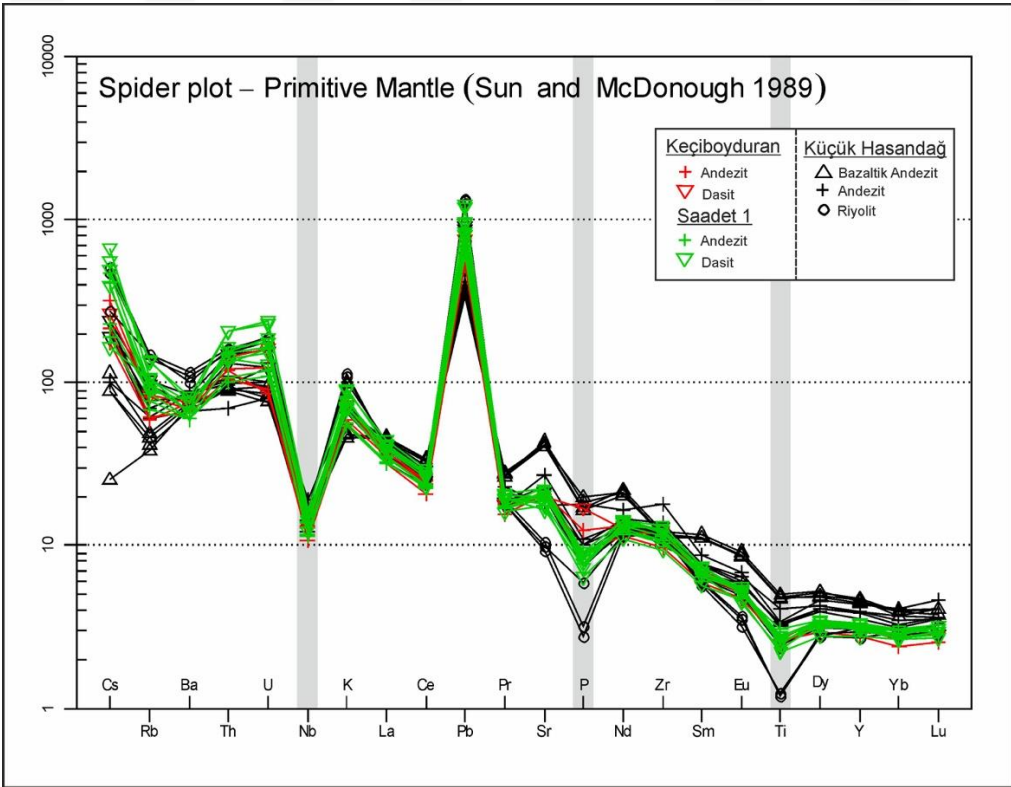


Şekil 4.6 : İnceleme alanındaki volkanitlerin iz element-SiO₂ Harker diyagramları.

Pearce'ın 1983'de önerdiği okyanus ortası bazaltına (MORB) göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramına bakıldığında Küçük Hasandağ, Keçiboyduran ve Saadet 1 sondajına ait tüm örnekler genel olarak yüksek iyon yarıçaplı elementler (LILE: Sr, K, Rb ve Ba) ve yüksek alan şiddetli elementler (HFS: Th, Ta, Nb ve Ce) bakımından MORB bileşimine göre belirgin bir zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.7). Diğer yandan HFS'de LILE'e göre belirli oranda fakirleşme gözlenmektedir. Ba, Nb, P ve Ti elementlerinde belirgin negatif anomaliler görülür. Diyagramda Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin homojen ve benzer iz element paterni sergiledikleri gözlenmektedir.

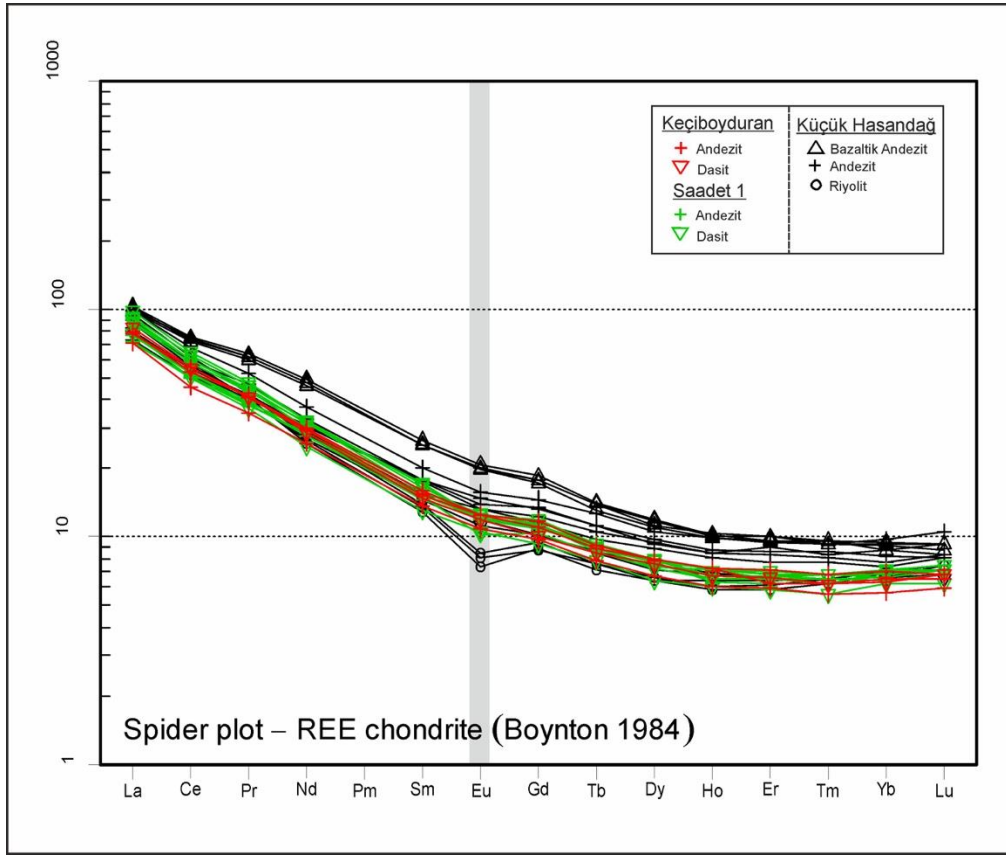


Şekil 4.7 : Volkanitlerin MORB'a göre analiz edilmiş çoklu element desenleri (Pearce 1983).



Şekil 4.8 : İlksel Manto'ya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı.

İlksel Manto'ya (Sun ve McDonough, 1998) göre normalize edilmiş örümcek diyagramında volkanik kayaların sergiledikleri çoklu element dağılım örneklerine bakıldığında LIL elementlerde belirgin bir zenginleşme olduğu görülmektedir (Şekil 4.8). Rb, Nb, P, Ti ve Y elementleri komşu oldukları LILE ve REE'lere göre fakirleşme göstermektedir. Th, U, Sr, K ve Nd zenginleşme sergilemektedir. Bu diyagramda da inceleme alanındaki tüm örnekler benzer trendler sunmakta, sadece riyolit örnekleri P ve Ti de diğer örneklerle göre çok daha belirgin bir fakirleşme göstermektedir.



Şekil 4.9 : İnceleme alanındaki volkanitlerin kondrite göre normalize edilmiş REE desenleri.

İncelenen volkanitlerin kondrite (Boynton, 1984)'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) dağılımları genellikle birbirine benzerlik göstermektedir (Şekil 4.9). Diyagramda görüldüğü üzere LRE elementler, HRE elementlere göre belirgin bir zenginleşme göstermektedir. Küçük Hasandağ'ın riyolitik lavları belirgin Eu anomalisi sergilerken, Keçiboyduran ve Saadet 1 sondajından derlenen volkaniklerde bu anomali zayıf bazaltlarda ise yoktur.

4.2 İzotop Jeokimyası

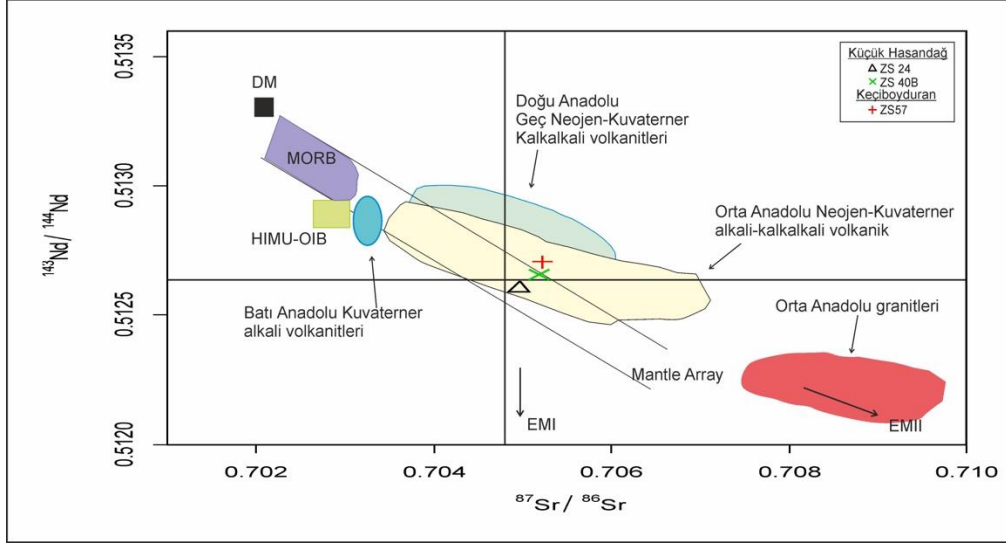
Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinden petrografik ve jeokimyasal veriler doğrultusunda seçilen üç temsilci örnekten Sr-Nd-Pb izotop analizleri, yaptırılmış, elde edilen veriler literatürden derlenen Orta Anadolu Volkanitleri'nin izotop değerleri ile beraber değerlendirilmiştir. Bu çalışmada her iki volkanına ait örneklerde ölçülen izotop değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerine ait örneklerin Sr-Nd-Pb radyojenik izotop değerlerini gösteren çizelge.

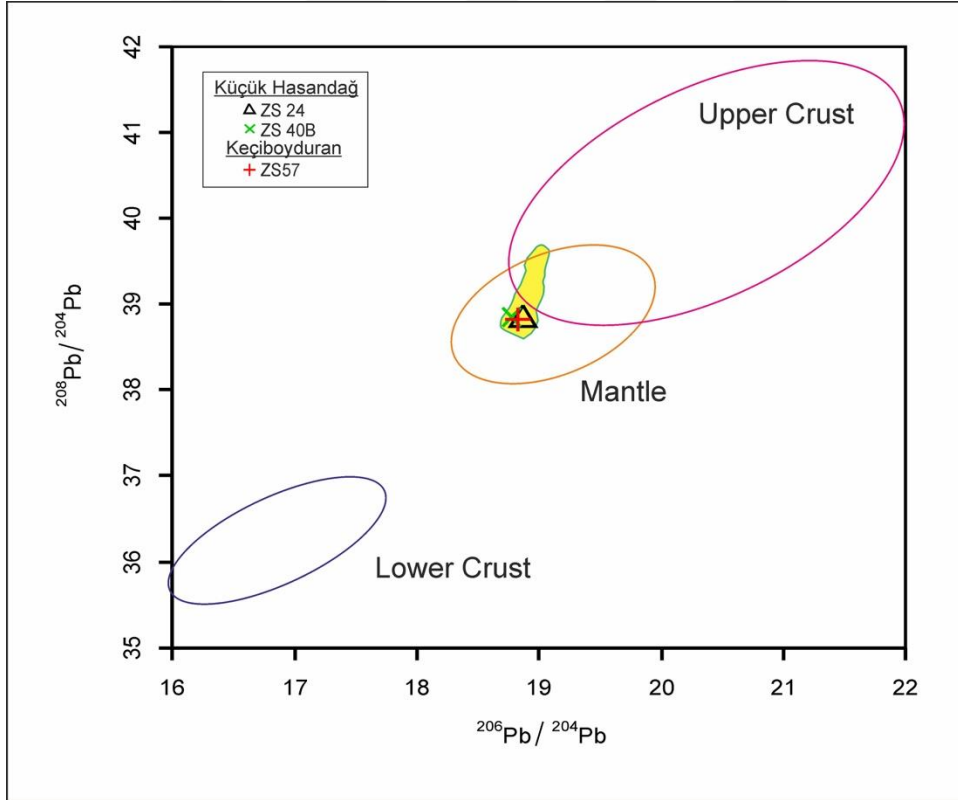
Örnek No	ZS24	ZS40B	ZS57
$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(\text{m})$	0,70492	0,70519	0,70514
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	0,51260	0,51270	0,51265
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	18,869	18,855	18,828
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	38,864	38,882	38,896
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	15,628	15,640	15,641

Küçük Hasandağ'a ait örneklerin ölçülen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(\text{m})$ oranları 0.70492 ile 0.70519 arasında, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranları 0.51260-0.51270, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranları 18,869-18,855, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranları 38,864-38,882, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranları ise 15,628-15,640'dır. Keçiboyduran stratavolkanından ölçülen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(\text{m})$ oranı 0.70514, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranı 0.51265, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranı 18,896, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranı 38,896, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranı ise 15,641'dir. Her iki volkanın da Sr izotop değerleri ve ϵNd değerleri dar bir aralıkta değişim sergilemektedir. Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran'a ϵNd değerleri -0.73 ile 1.22 arasında değişmektedir.

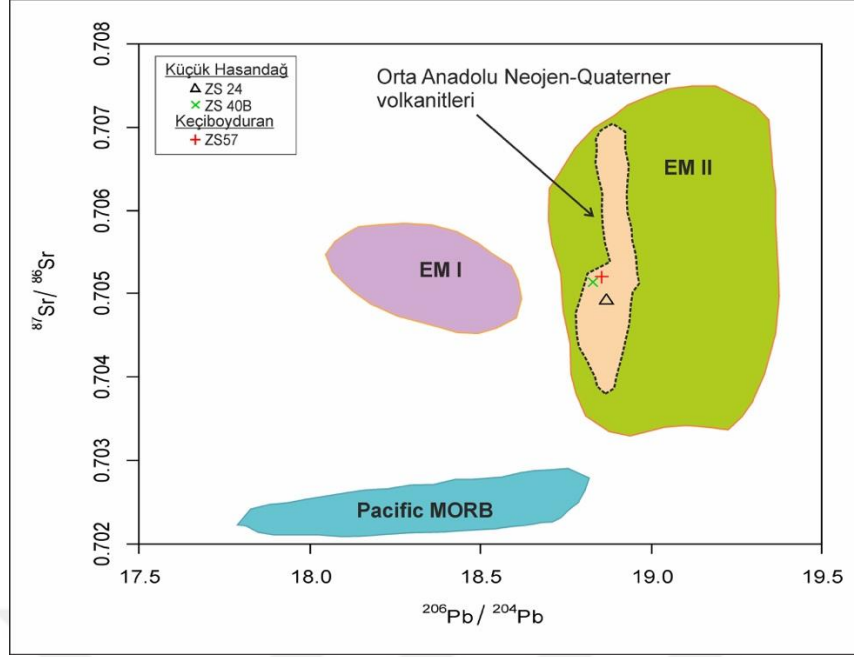
Zindle ve Hart (1986) diyagramında, Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitleri Orta Anadolu Volkanitleri'nin Sr-Nd izotop değerleri ile benzer değerler sunmakta (Şekil 4.10) ve manto alanı ile yakınına iz düşmektedir. Aynı zamanda her iki volkanın izotop değerleri Crocker (2010) tarafından kullanılan $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ korelasyon diyagramına yerleştirilmiş ve litosferik manto alanı içerisine iz düşmüştür (Şekil 4.11). Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitleri $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ korelasyon diyagramında EMII alanına iz düşmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.10 : Zindler ve Hart (1986) tarafından tanımlanan manto rezervuarlarını gösterir Sr-Nd izotop korelasyon diyagramı (BE: toplam yerküre bileşimi, DM: Tüketilmiş manto, EM I ve EM II: zenginleşmiş manto, HIM: yüksek U/Pb oranına sahip manto, PREMA:Yaygın Manto bileşimi).



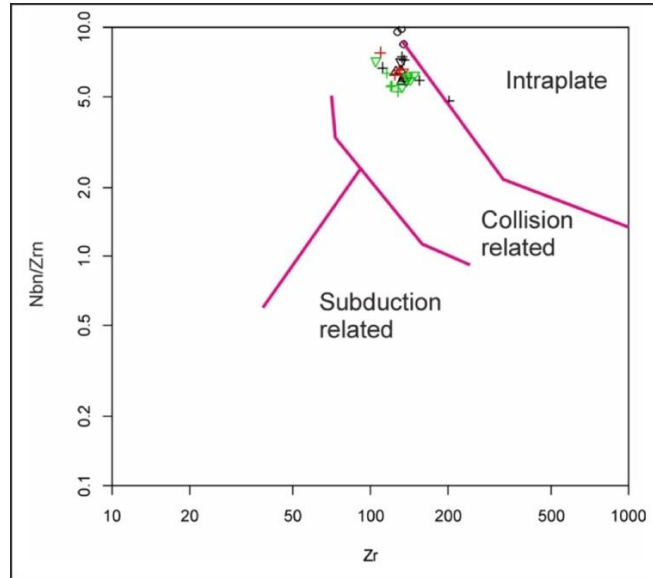
Şekil 4.11 : $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ korelasyon diyagramı (Crocker, 2010'dan alınmıştır).



Şekil 4.12 : $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ – $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ korelasyon diyagramı.

4.3 Volkanik Kayaçların Tektonik Ortamı

Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin tektonik ortamını belirlemek için örnekler Thieblmont ve Tegyey (1994) diyagramına iz düşürülmüştür (Şekil 4.13). Nb ve Zr elementleri ilksel manto değerlerine göre normalize edilmiştir. Bu diyagrama göre örnekler levha içi ortam ve çarpışma ile ilişkili ortam sınırında yoğunlaşmaktadır.



Şekil 4.13 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkaniklerinin tektonik ortam diyagramındaki konumları.



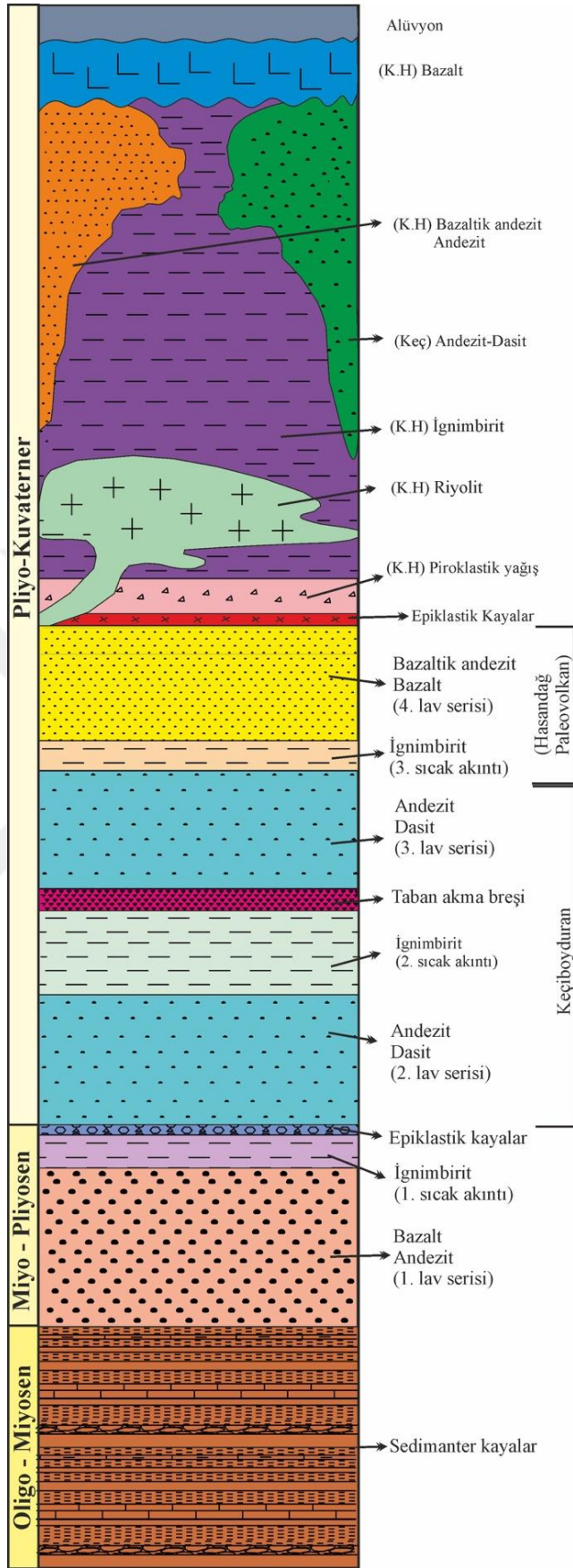
5. TARTIŞMA

5.1 Korelasyon-Yüzey Çalışmaları ve Sondaj Verileri ile Petrografi ve Jeokimya Sonuçlarının Birlikte Değerlendirilmesi

Saadet 1 sondajına ait volkanikler ile Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanlarının yüzeydeki ürünleri jeolojik, petrografik ve jeokimyasal açıdan incelendiğinde çeşitli benzerlik ve farklılıklar sunmaktadır. Buna göre yüzey çalışmaları ile sondajından elde edilen verilerin korelasyonu yapılmış (Şekil 5.1-2) ve aşağıda tanımlanmaktadır.

Yüzeyde gördüğümüz nispeten basit jeoloji, sondaj verilerine bakıldığında oldukça kompleks bir hal almaktadır. Saadet 1 Sondaj Log 'undan da görüleceği üzere ignimbiritler ile başlayan ve istifin altına doğru devam eden 4 farklı piroklastik/kırıntılılar ile ayrılan, genelde bazalttan andezite (4 lav serisi) kadar değişen farklı bileşimlerde lav seviyeleri yer almaktadır.

Sondaj stratigrafisi yüzey çalışmasında incelenen kaynaklanmamış ignimbiritler, tüfler ve epiklastik seviyeleri ile başlamakta olup, bunların altında bazaltik andezit-bazalt lav dizisi yer almaktadır. Bazaltik andezit-bazalt lavlarının petrografik ve jeokimyasal özellikleri, Aydar ve Gourgaud (1998) çalışmasında Hasandağ'ın Paleovolkan ürünlerinin özelliklerine benzerlik sunmaktadır. Sondaj log'unda 4. Lav serisi olarak tanımlanan lavların Hasandağ'ın Paleovolkan'ına ait olduğu düşünülmüştür. Bu birim 30 m kalınlığındaki kaynaklı bir ignimbirit seviyesi ile daha alttaki andezit-dasit lav dizisinden ayrılır. İgnimbiritler pembemsi renkli ve ileri derecede basılmaya işaret eden fiammeler görülmektedir. İgnimbiritlerin altında gözlenen andezit-dasit lavları pembemsi mor renkli, mineral bileşimlerinde piroksen içeren, hornblendenden biyotite dönüşüm gösteren ve diyoritik anklavlar içeren bir seridir. Bu özellikler Keçiboyduran volkanının andezit-dasit lavları (2. Lav serisi) ile benzerlik göstermekle kalmayıp, jeokimyasal olarak da ortak özellikler sergiler. Bu lav dizisi muhtemelen taban akma breşleri olan breşik bir seviye ile istifte daha alttaki ignimbiritlerle (2. Sıcak akıntı) ayrılmaktadır.



Şekil 5.1 : Saadet 1 Sondaj Log'u ve yüzey çalışmalarının korelasyonunu gösteren şekil.

2. sıcak akıntı olarak tanımlanan ignimbiritler kaynaklı ignimbiritler olup, yüzeydeki ignimbiritlerden bu özelliği ile ayrılmaktadır. Yüzey eşleniği görülmemekle beraber literatürde daha önceden bahsedilen Keçiboyduran volkanın doğu-güney doğu kesiminde yer alan ignimbiritler olabileceği düşünülmektedir.

2. Sıcak akıntının altında yeniden Keçiboyduran volkanına ait olduğu düşünülen andezit-dasit (3. Lav serisi) lavları görülmektedir. Bu lav dizilerinin kalınlığı 140-240m arasında değişmektedir. Bunların altında volkanojenik kırıntılı kumtaşı-çakıltaşları görülür ve bu seviyenin altından tekrar andezitten bazalta (1. Lav serisi) bileşimi değişen lavlar gözlenir. Bu lavların fiziksel, petrografik ve jeokimyasal özellikleri Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanları ile eşleştirilememiş olup, istif içindeki konumları itibari ile her iki volkandan da önceki volkanik aktiviteler ile oluşmuş oldukları düşünülmektedir. Bu bazaltların kesin olmamakla birlikte konumları itibari ile Keçikalesi ya da Tepeköy bazaltlarına ait olabilecekleri düşünülmüştür. Sondajda 1600m'e kadar inildiğinde sedimanter kayalara geçildiği görülmektedir. Çamurtaşı, marn, kumtaşı ve kireçtaşından oluşan bu istif en görünür temelini oluşturmaktadır ve volkanik arakatki içermemektedir.

5.2 Petrojenez

Önceki bölümlerde Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin jeolojik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri sunulmuştur. Bu bölümde ise tüm veriler birlikte değerlendirilerek bölgedeki volkanik kayaların oluşumunda etkili olan süreçler ve magmanın evrimine yaklaşımda bulunulmaya çalışılacaktır.

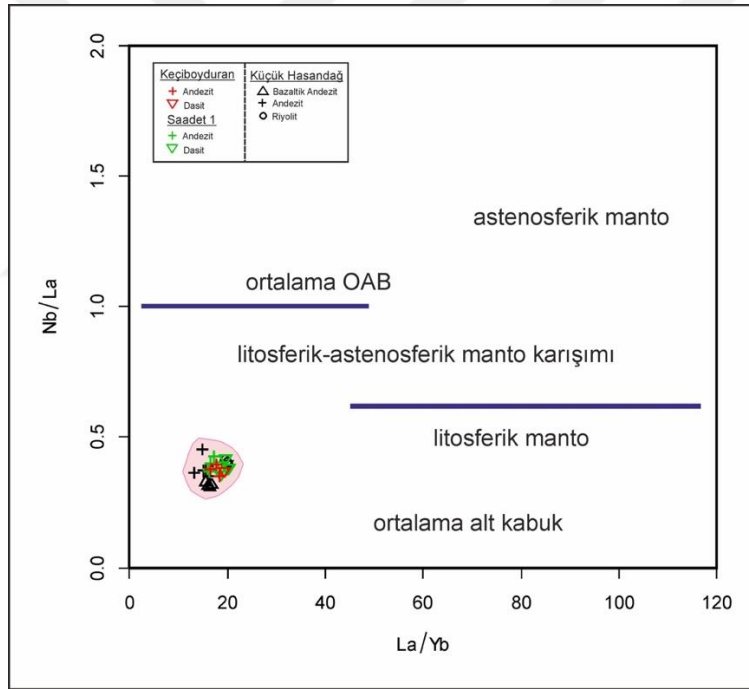
5.2.1 Manto kaynak alanı

Küçük Hasandağ'ın bazaltik örnekleri MgO (%6), Ni (44-66ppm), Mg# <70 ilksel mantodan türeyen magma değerine göre düşüktür. Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitleri orta-K ve yüksek-K kalkalkalen nitelikli çarpışma sonrası volkanitler ile benzer özellikler sunmaktadır. Hem ana-iz elementler hem de Sr-Nd-Pb izotop değerleri her iki volkanın ürünlerinin de benzer bir ana magma bileşimine sahip olduğunu göstermektedir.

İnceleme alanındaki volkanik kayaları oluşturan mantonun kaynak alanına açıklık getirebilmek için De Paulo ve Dalye'nin 2000'lerde yaptıkları çalışma baz alınarak

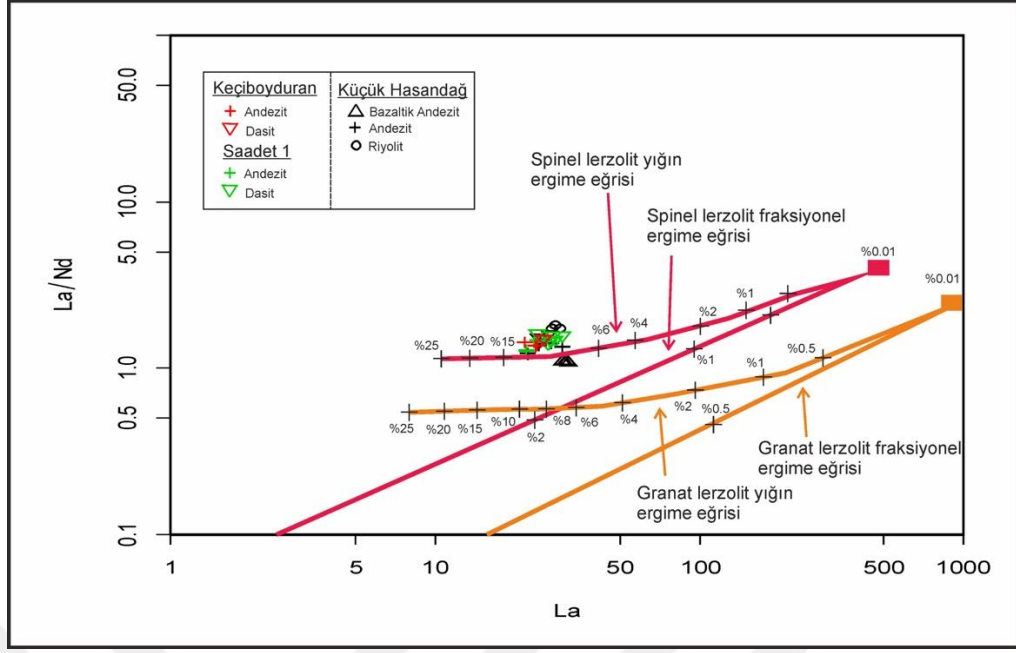
inceleme alanındaki örneklerin iz elementler arası (La/Nb) oranları değerlendirilmiştir. Buna göre Küçük Hasandağ'ın volkanik kayalarının La/Nb oranı 2.20 ile 2.86 arasında; Keçiboyduran volkanitlerinin oranı 2.53 ile 2.84 arasında; Saadet 1 kuyusundaki kayaçların oranı ise 2.35 ile 2.80 arasında olduğu belirlenmiştir.

Araştırmacılara göre, litosferik manto kaynağından türemiş olan kayaçların La/Nb oranları genellikle 1'den büyük, astenosferik manto kaynağından türemiş olan kayaçların La/Nb oranları ise yaklaşık 0.7 seviğinde olduğu belirtilmiştir. İnceleme alanındaki tüm volkanik kayaçların La/Nb oranı 1'den büyük olması litosferik manto kaynağını işaret etmektedir. Gerçekten manto kaynağını gösteren La/Yb-Nb/La diyagramında, inceleme alanındaki volkanik kayaçlar litosferik manto alanına iz düşmektedir (Şekil 5.3).

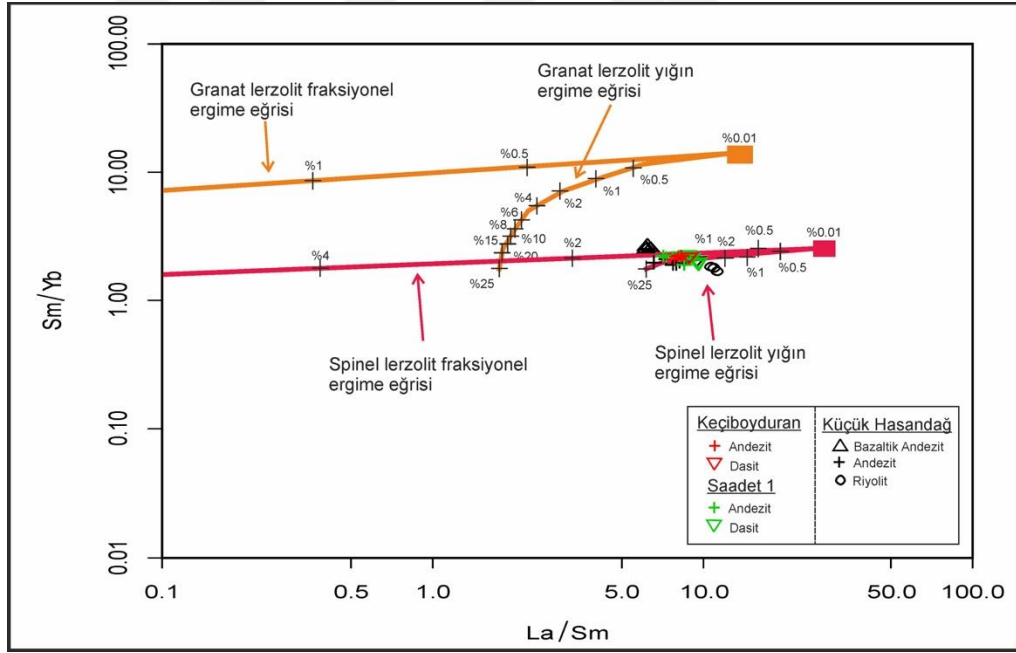


Şekil 5.2 : Manto kaynağını gösteren La/Yb'a karşı Nb/La diyagramı ortalama OAB değerleri, Fitton vd., (1991)'den, ortalama alt kabuk değerleri, Chen ve Arculus (1995)'dan, HIMU+OAB alanları, Weaver vd., (1987)'den, astenosferik, litosferik ve karışım manto alanlarını ayıran çizgi Smith vd. (1999)'dan alınmıştır.

İnceleme alanındaki örneklerin kısmi ergime modelleri oluşturularak hem kaynak bileşimi hem de ergime oranı belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 5.4-7). Bu modellerde uç bileşen olarak üst manto bileşimini yansıttığı belirtilen spinel peridotit (McDonough, 1990), granat peridotit (Walter, 1998) ve nadir toprak element (REE) değerleri kullanılmıştır.



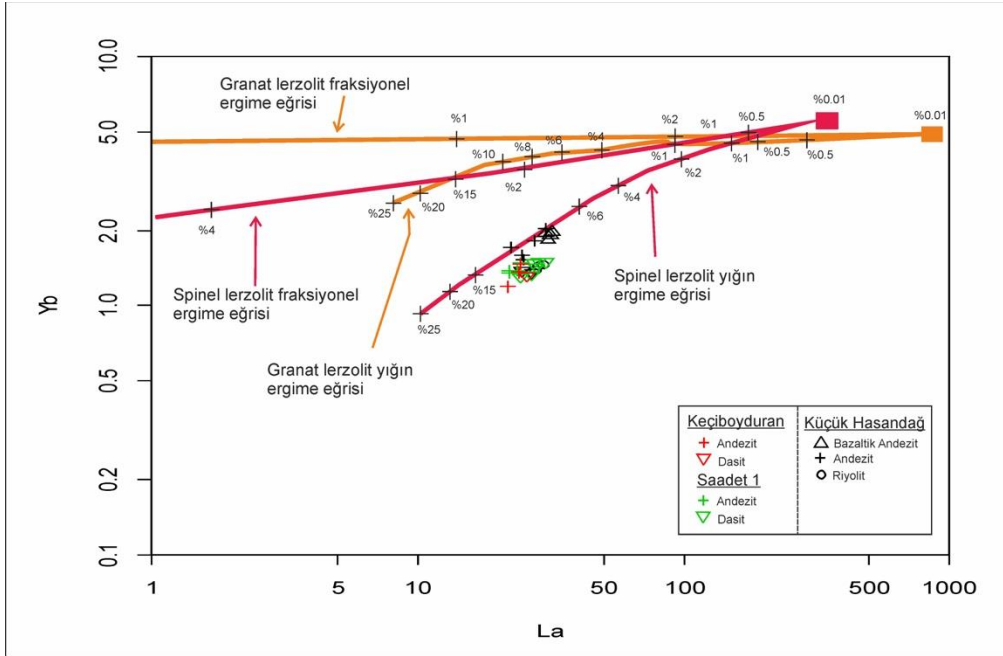
Şekil 5.3 : La – La/Nd kısmi ergime modellemesi (ergime eğrisi üzerindeki bölüm işaretleri farklı kısmi ergime derecelerini göstermektedir).



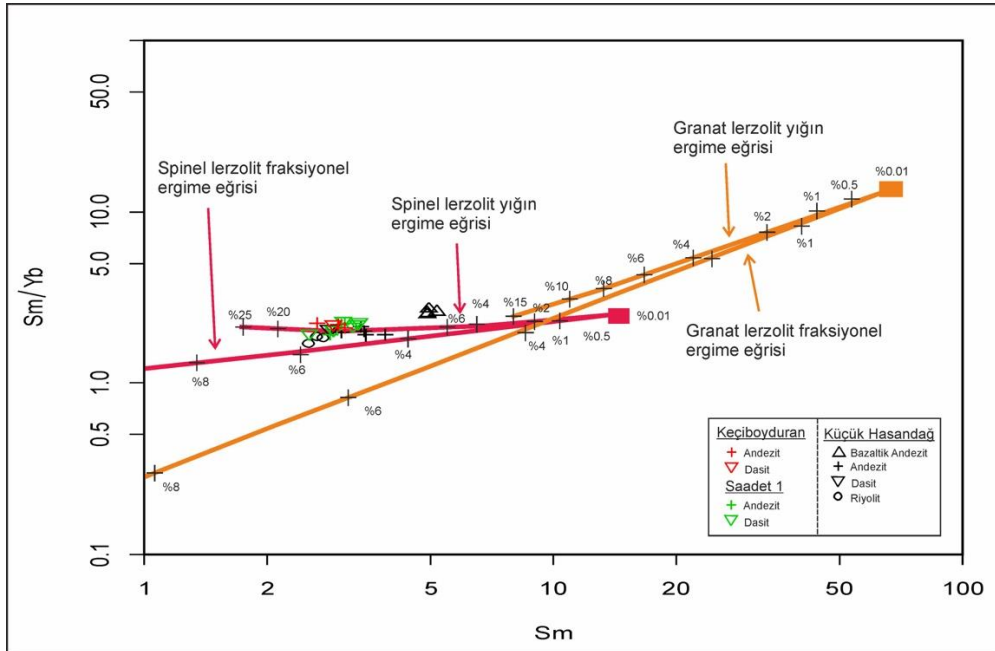
Şekil 5.4 : La/Sm – Sm/Yb kısmi ergime modellemesi (ergime eğrisi üzerindeki bölüm işaretleri farklı kısmi ergime derecelerini göstermektedir).

Ağır nadir toprak elementlere (HREE) karşı hafif nadir toprak element (LREE) verileri kullanılarak çizilen bu modelleme diyagramlarına (La-La/Nd, La/Sm-Sm/Yb, La-Yb, Sm-Sm/Yb) göre, Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin spinel lherzolite yığılma eğrisi üzerinde ve yaklaşık %6- %15 arasında geniş bir aralıkta oluştuğu görülmektedir.

Ana-iz element bileşimleri, Sr-Nd-Pb izotop değerleri ve kısmi ergime modelleri sonucunda her iki volkana ait ürünlerin zenginleşen litosferik mantonun düşük dereceli (%6-15) kısmi ergimesinden türeyen bir magmadan oluştuğunu göstermektedir.



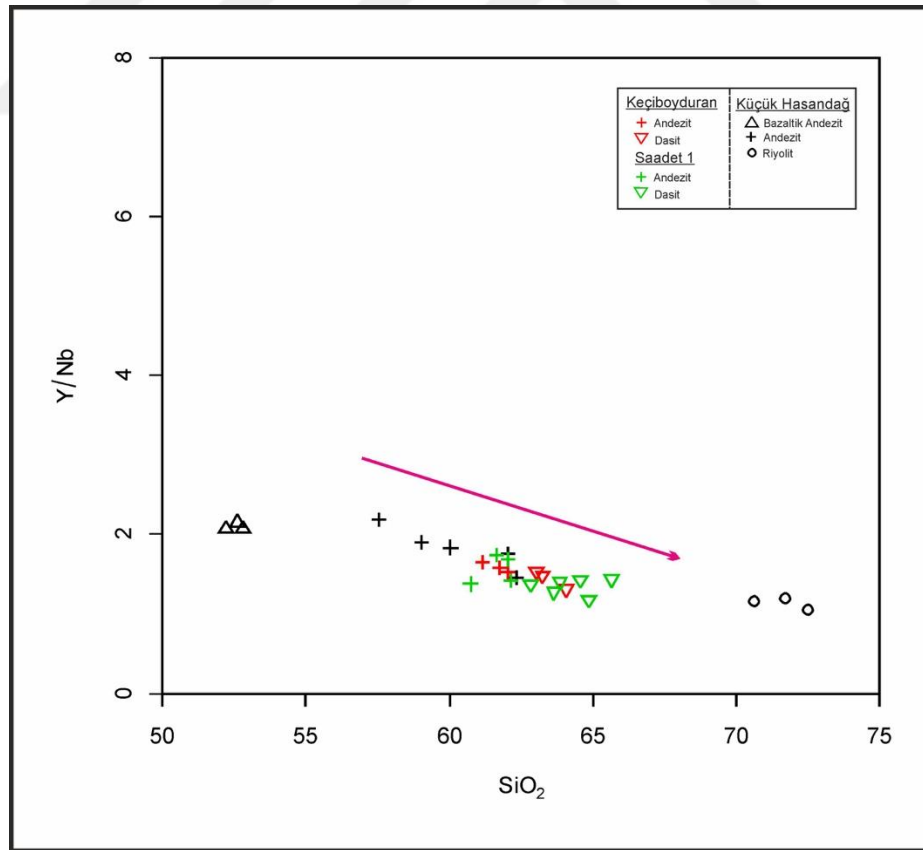
Şekil 5.5 : La – Yb (ergime eğrisi üzerindeki bölüm işaretleri farklı kısmi ergime derecelerini göstermektedir).

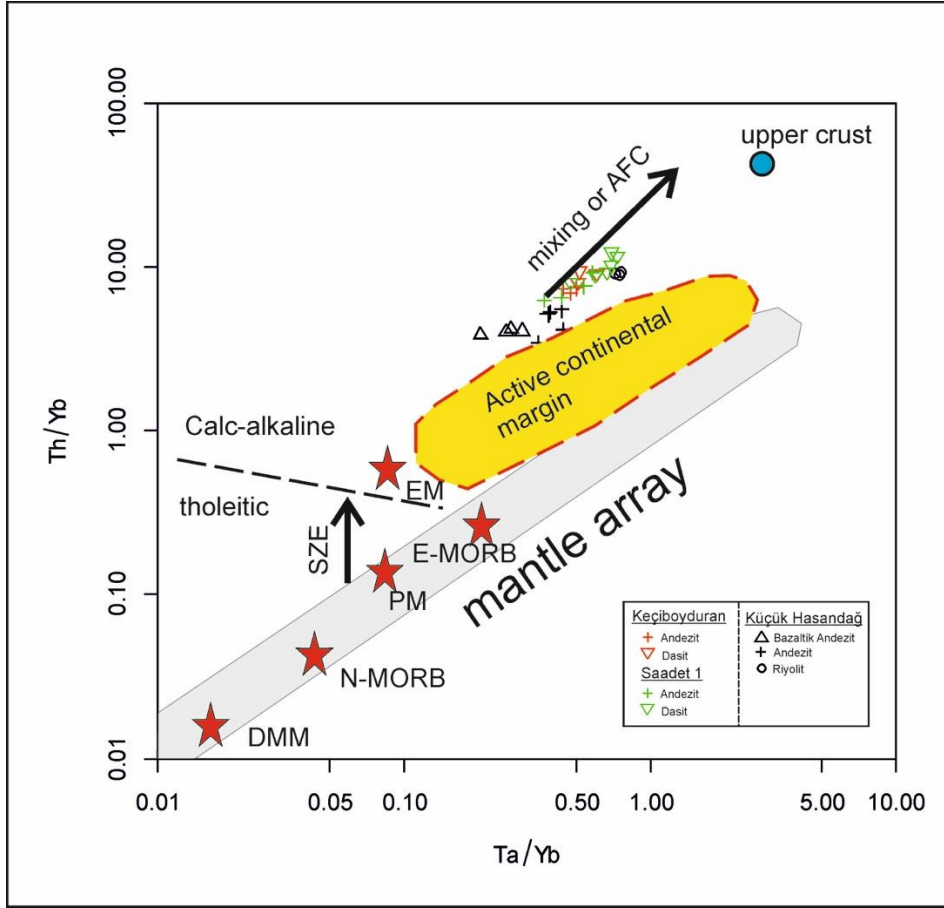


Şekil 5.6 : Sm – Sm/Yb kısmi ergime modellemesi (ergime eğrisi üzerindeki bölüm işaretleri farklı kısmi ergime derecelerini göstermektedir).

5.2.2 Asimilasyon-fraksiyonel kristallenme (AFC)

İnceleme alanındaki volkanik kayalar iz element ve nadir toprak element diyagramları incelendiğinde, LIL ve LRE elementlerce bir zenginleşme, HFS ve HRE elementlerce fakirleşme görülmektedir. Bu durum, dalma-batma sonucunda oluşabildiği gibi magmanın yükselimi sırasında kabuk ile etkileşimine bağlı olarak da gelişebilmektedir. Şekil 4.13'den de görüldüğü gibi tektonik ortam diyagramında örnekler dalma batma ile ilişkili magmatizmadan ziyade çarpışma ve levha içi magmatizma alanlarına izdüşmektedir. Bu da örneklerdeki yukarıda bahsedilen özelliklerin aktif bir dalma-batmadan ziyade kabuksal etkileşimle olduğunu düşündürmektedir. Bunu test etmek amacıyla kullanılan SiO_2 'ye karşı Y/Nb diyagramına gözlenen negatif trend, magma gelişimi sırasında kabuksal kontaminasyona işaret etmektedir (Şekil 5.8). Ayrıca incelenen kayalar Pearce (1983) tarafından oluşturulan Th/Yb-Ta/Yb diyagramına aktarıldığında Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin heterojen karışma (mixing) ve AFC trendi sergilemektedir (Şekil 5.9).





Şekil 5.8 : İnceleme alanındaki volkanitlerin Ta/Yb – Th/Yb diyagramı.

5.2.3 Fraksiyonel kristallenme (FC)

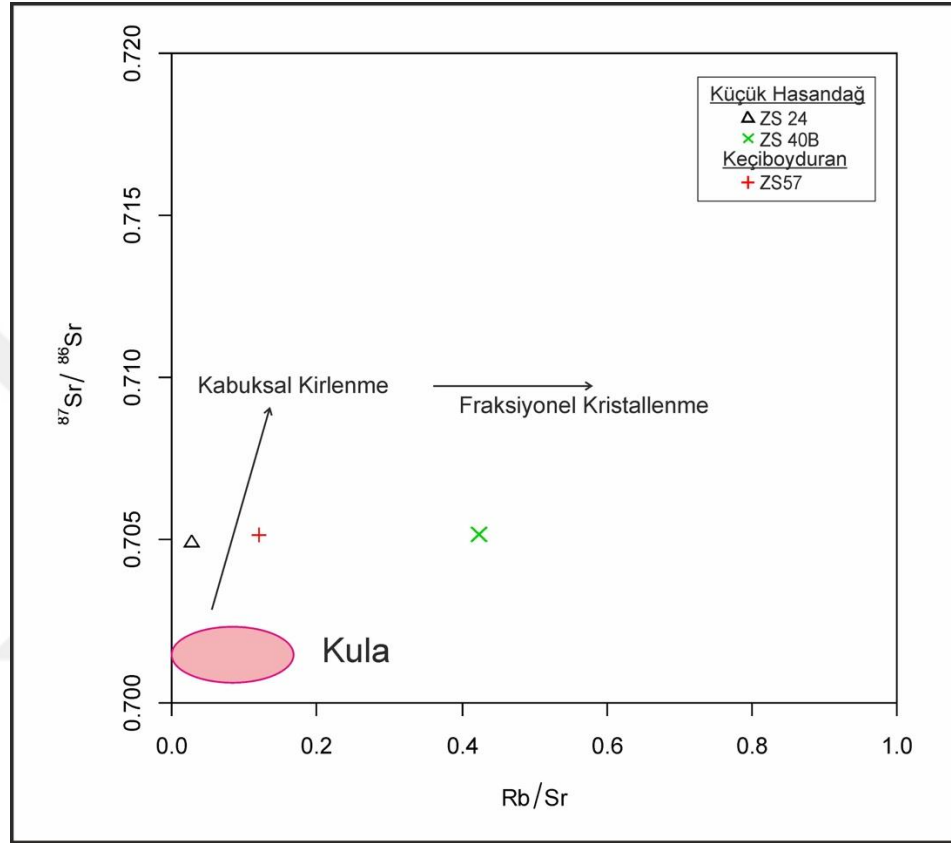
İnceleme alanındaki volkanitlerin ana-iz element içerikleri ve izotop değerleri farklı bileşimdeki volkanik kayaların oluşumunda fraksiyonel kristallenme sürecinin etkili olduğu göstermektedir.

Bölgedeki kayaların ana element verilerine göre hazırlanan çoklu element diyagramlarında, SiO_2 artarken MgO , CaO ve $\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{t}}$ in azalması plajiyoklas, olivin ve klinopiroksenin; TiO_2 ve $\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{t}}$ nin azalması Fe-Ti oksitlerin; P_2O_5 'in azalması apatitin, $\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{t}}$ ve Al_2O_3 'in azalması amfibolün ayrımlanmasına işaret ekmektedir (Şekil 4.5). Aynı zamanda iz elementlere göre hazırlanan diyagramlarda da SiO_2 'e karşı Ni'de gözlenen azalış klinopiroksenin; Ba, Rb ve Th'da ki azalış feldispat ve hornblendin; Sr ve Eu'da ki azalışta plajiyoklasın ayrımsallaşmasını desteklemektedir (Şekil 4.9).

Bölüm 4'de 4.2 de bahsedilen izotop jeokimyası bölümünde $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ – Rb/Sr diyagramında da görüldüğü üzere kayalar belirgin bir şekilde fraksiyonel

kristallenme trendinin baskın olduğunu göstermektedir (Şekil 5.10). Kabuksal kirlenmeden oldukça az etkilendikleri gözlenmektedir.

Tüm veriler ışığında Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin gelişiminde heterojen karışma (mixing) ve AFC ile Fraksiyonel kristallenmenin (FC) etkin bir rol aldığı görülmektedir.



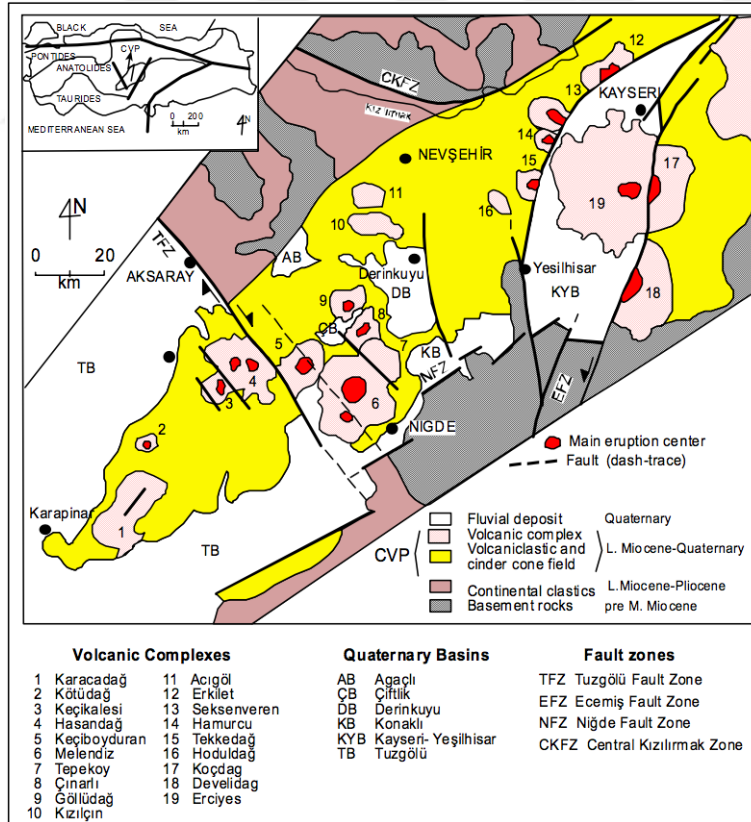
Şekil 5.9 : Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin Rb/Sr-Sr/Sr diyagramındaki konumları.

5.3. Küçük Hasandağ Ve Keçiboyduran Volkanlarının Bölge Jeodinamiği İçerisindeki Yeri ve Oluşum Mekanizması

Afrika-Arap plakasının kuzey yönlü hareketi Eosen-Miyosen aralığında dalma-batmaya neden olmuş ve devamında Orta-Geç Miyosen'de Avrasya ile Arap plakası arasında kıtasal çarpışma meydana gelmiştir (Deniel vd., 1998; Şen vd., 2004; Güçtekin ve Köprübaşı, 2007). Bu çarpışma sonucunda Anadolu bloğu Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fayı (KAF-DAF) boyunca batı yönlü kaçışına başlamış (McKenzie ve Yılmaz, 1991) ve deformasyona uğramıştır (Lyberies vd., 1992). Çarpışma sonrası deformasyonla eş yaşlı olarak, Geç Miyosen-Kuvaterner

zamanında, Orta Anadolu'da yaygın bir volkanik aktivite gelişmiş (Pasquare vd. 1988) ve OAVK'ini oluşturmuştur.

İnceleme alanının içerisinde yer aldığı OAVK'inin güneyini Toridler, kuzeyini Anatolidler, batısını Tuzgölü Havzası ve doğusunu Erciyes volkanı sınırlamaktadır. Bölgenin temelini Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Niğde, Akdağ ve Kırşehir masifleri oluşturmaktadır (Yılmaz ve Whitney, 2000). Temel kayalar Üst Kratase ofiyolitleri tarafından üzerlenip, Üst Kratase-Paleosen yaşlı plütonik kayalar tarafından kesilmiştir (Akıman vd. 1993, Göncüoğlu vd. 1991b). OAVK, KD-GB uzanımlıdır ve uzun eksenini yaklaşık 250-300 km, genişliği ise 100-150 km civarında olan bir volkanik alan oluşturmaktadır (Köprübaşı vd., 2014). Geç Miyosenden Kuaternere kadar OAVK içinde 10 farklı ignimbirit seviyesi (Kavak-Göreme, Akdağ ve Zelve, Sarımanden, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Valibaba, Kızılkaya ve İncesu İgnimbiriti), çeşitli skorya konileri, lav akıntıları, maarlar, domlar ve stratovolkanlar (Melendiz, Keçiboyduran, Hasandağ (Büyük ve Küçük), Erciyes) tespit edilmiştir (Deniel vd., 1998) (Şekil 5.11-5.12).



Şekil 5.10 : OAVK'de GB-KD doğrultusunda uzanan volkanları gösteren tablo (Toprak ve Göncüoğlu, 1993'ten güncellenmiştir).

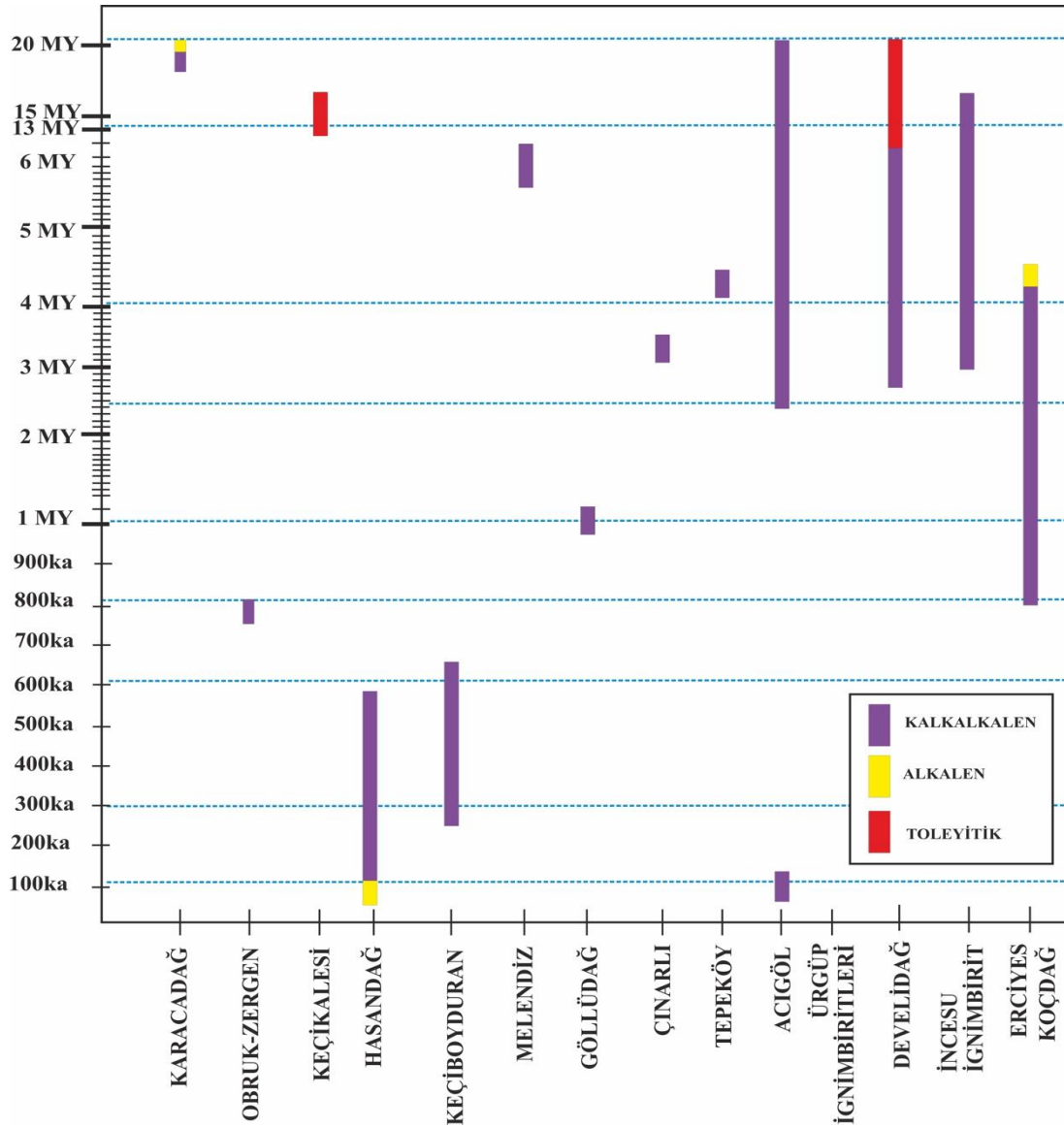
Orta Anadolu volkanizmasının kökeni ve gelişimi üzerine farklı araştırmacılarca değişik görüşler ileri sunmuştur. Bu görüşler aşağıdaki gibidir.

- Orta Anadolu'daki volkanizma dalma-batma sonucunda oluşmuştur (e.g. Pasquare vd. 1988; Notsu vd., 1995).
- Orta Anadolu'daki volkanizma çarpışma sonrası genişlemeli tektonik rejim sonucunda gelişmiştir (e.g. Dirik ve Göncüoğlu, 1996; Toprak, 1998; Dilek ve Whitney, 2000; Alıcı-Şen vd., 2004; Dilek 2006; Aydın 2008; Aydın vd., 2014). Bu görüş şu alt başlıklara da ayrılabilir;
- Doğrultu atımlı faylar ile volkanizma gelişimi (Toprak ve Göncüoğlu 1993; Dilek ve Whitney, 2000).
- Kıtasal litosferin tabanının kopması (litospheric delamination) ve ilişkili orojenik çöküş (orogenic collapse) sonucunda volkanizma gelişimi (Güçtekin ve Köprübaşı, 2009).
- Dilim kopması (slab break-off) ile volkanizma gelişimi (Koralay vd., 2011).

Bu çalışmada sadece Kuvaterner yaşlı Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin ürünlerinin yer aldığı dar bir alanda gerçekleştirilebilmiştir. Bu nedenle özellikle Kuvaterner öncesi bölge jeodinamiğine sağlıklı yaklaşım yapılabilmesini olanaksız kılmaktadır. Ancak, çalışma alanından elde edilen bazı kritik veriler ve bölgesel korelasyonlar incelenen volkanların gelişim ortamı ve mekanizması hakkında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olmuştur.

Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin yüzey ve saha çalışmalarında çökel topluluk ile girik ilişkiler sergilediği gözlenmiştir. Bu çökel topluluk düşük enerjili bir göl ortamını temsil etmektedir. Orta Miyosen-Pliyosen aralığında Aksaray gömülü kalderasından püsküren volkanitlerin bu düşük enerjili göl ortamı içine zaman zaman malzeme verdiği inceleme alanında ve civarında gözlenen yaygın epiklastik kayaların varlığı ile anlaşılmaktadır (Gevrek, 1997). Bu da Orta Miyosen-Pliyosen döneminde bölgenin göller ile çevrili olduğunu ve Aksaray gömülü kalderasının ürettiği volkanik ürünlerin bu göl ortamında yeniden işlenerek epiklastik çökelleri oluşturduğunu göstermektedir. Pliyosen sonrasında Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran'ın şiddetli volkanizma faaliyetleri sonucunda bölgede, karasal volkanik ürünlere (lavlar ve ilişkili piroklastik kayalar) geçilmesi, inceleme alanının bir süre sonra volkanizma ile engebelenerek kara haline geldiğini göstermektedir.

Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanları farklı türden lav ve ilişkili piroklastik kayaların aradalanmasından oluşan, koni formlarını korumuş stratovolkanlardır. Küçük Hasandağ bazalt, bazaltik andezit-andezit ve riyolit ve ilişkili piroklastiklerin Keçiboyduran ise andezit-dasit lavların ana çıkış merkezini temsil eder. Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran stratovolkanlarının bölgenin ana yapısal unsurları ile olan ilişkileri incelendiğinde, volkanik çıkış merkezlerinin GB-KD yönünde çizgisele yakın bir dizilim gösterdiği, ve volkanik cephenin bu yönde olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 5.11 : Orta Anadolu Volkanik Kompleksinde yer alan volkanik alanların zaman, mekan ve jeokimyasal bileşimleri arasındaki ilişkiyi gösterir diyagram (volkanik alanlar coğrafi konularına göre GB'dan KD 'ya doğru diyagrama yerleştirilmiştir).

İnceleme alanında gözlemlenen piroklastik kayalar (yağış, akma ve taşma birimleri) Küçük Hasandağ volkanına aittir. Geniş alanlarda yayılım gösteren piroklastik kayaların lavlar ile ardalanması ve ilişkili oldukları lavlardan derlenmiş volkanik kaya parçaları ve pumis içermeleri bu kayaların volkanizma ile doğrudan ilişkili olduğuna işaret etmektedir. Bu piroklastik kayaların nitelikleri, inceleme alanı ve çevresindeki volkanik istif içinde piroklastik kayaçların yaygın olarak bulunması ve bunların ortaç-asidik bileşimli lavlar ile ilişkileri bölgedeki volkanik kayaçların güçlü patlama erüpsiyonlarından (pliniyen-sub pliniyen türü patlamalar) geliştiğini göstermektedir. İnceleme alanında gözlenen ignimbiritler Küçük Hasandağ'ın 8×12km genişliğindeki kaldera çökmesiyle oluşmuştur (Aydar ve Gourgaud, 1998). Küçük Hasandağ'ın bazaltik andezit-andezit lavları ile Keçiboyduran'ın andezit ve dasit lavları eş yaşlı olarak ignimbiritlerin üzerinde yayılım göstermektedir. Bu dönemde volkanizma faaliyetlerinin yanı sıra bunlara bağlı olarak oluşan tektonik hareketler sonucunda olivinli bazaltlar yükselmiş ve bunlarla ilişkili piroklastik kayaların (cüruf konisi) oluştuğu tespit edilmiştir.

İnceleme alanındaki Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanları kalkalkalen bir karakter sergilerken Orta Anadolu'da gözlenen benzer yaştaki (Pliyosen-Kuvaterner) volkanik kayalar kalkalkalenden alkalene değişen bir karakter sergilemektedir. Orta Anadolu'daki volkanik kayaçlarda görülen jeokimyasal özellikler (örneğin LIL elementlerdeki zenginleşme, Nb ve Ta, Ti deki fakirleşme vs.) dalma-batma için tipiktir (Fitton cd., 1998; Saunders vd., 1980; Norry ve Tarney, 1998). Ancak bölgede bu dönemde aktif bir dalma batma faaliyeti olmadığı hakkında fikir birliği vardır. Bu sebeple dalma-batma ile ilişkili jeokimyasal özelliklerin Afro-Arap plakası ile Avrasya plakası arasındaki önceki bir dalma-batma olayının mirası olduğu düşünülmektedir (Şen vd. 2004 ve oradaki referanslar).

Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerine ait örneklerin ana-iz element özellikleri ve Sr-Nd-Pb izotop içerikleri birlikte değerlendirildiğinde her iki volkanında benzer petrografik ve jeokimyasal özellikler sergilediği ve benzer bir kaynak alandan türediklerini göstermektedir. Bu volkanlara ait ürünlerin Sr-Nb-Pb izotop içerikleri ise volkanları oluşturan magmanın daha önceki dalma batma olaylarından etkilenmiş, zenginleşmiş litosferik manto kaynağından türemiş olduğuna işaret eder. Jeokimyasal veriler manto kaynaklı bu magmanın yer yer AFC ve FC ile evrimleşmesi sonucu ise andezit, dasit ve riyolit bileşimde lavların

oluştuğuna işaret eder. Bu sonucu destekleyen petrografik veriler de vardır. Petrografik incelemelerde olivinli bazaltlarda yaygın kuvars ksenokristallerinin bulunması, felsik/asidik magmaya ait kuvars ksenokristalleri ve granitik anklavların bazik/mafik magmaya ait ince taneli mafik minerallerle çevrelenmesi vb. gibi heterojen magma karışması (mingling) ve/veya kabuksal asimilasyonun önemli bir rol oynadığını destekler niteliktedir.

İnceleme alanında elde edilen saha ve jeokimyasal veriler ve bölgesel korelasyonlar sonucunda Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin çarpışma sonrası genişlemeli tektonizma sonucunda geliştiğini destekler niteliktedir. Bu çalışmada ortaya konulan volkanik istifin tabanda bazalt ile başlamaktadır ve yüzeydeki en genç ürünler ise yine olivinli bazaltlar ile temsil edilmektedir. Bu durum manto yükseliminin volkanizmanın başından beri etkili olduğunu hatta belki de volkanizmayı tetikleyen faktör olarak önemli rol oynadığını göstermektedir. Manto yükselimi (mantle upwelling) genişlemeli tektonik ortamların karakteristiklerinden biridir. Şekil 5.11. OAVK’nde yer alan volkanların zaman, mekan ve jeokimyasal bileşimleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Volkanik alanlar coğrafi konumlarına göre GB’dan KD’ya doğru diyagrama yerleştirilmiştir). Şekilden de görüldüğü gibi volkanların gelişim zamanı, dizilimleri veya jeokimyasal karakterleri arasında görünür bir korelasyon sağlanamamaktadır. Yani belli bir yönde volkanizmanın yaşında gençleşme ya da jeokimyasal tabiatında sistematik bir değişiklik gözlenmemiştir. Volkanizmanın bu heterojen dağılımı ve özeliği bölgedeki çarpışma sonrası volkanizmanın tek bir yapısal unsura bağlı olarak gelişmediğini ve hatta dilim kopması modelinin en azından Kuvaterner volkanizması için geçerli olmadığını düşündürmektedir. Aksine, eş zamanlı alkali-kalk-alkali volkanizma birlikteliği (Şekil 5.11), volkanizmanın zaman ve mekanda heterojen özellikler sergilemesi “Kıtasaal litosferin tabanının bir kısmının kopması (partial lithospheric delamination)” ya da “termal erozyona uğraması (convective removal of Lithosphere)” sonucunda volkanizma gelişimini bu bölge için test edilmesi gereken modeller olduğunu ortaya koymaktadır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

'Hasandağ ve Keçiboyduran Volkanları (Orta Anadolu) Arasında Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Volkanostratigrafisi ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi' adlı tez kapsamında saha, petrografi ve jeokimya çalışmaları yapılmış olup sonuçları aşağıdaki gibidir.

1. Orta Anadolu Volkanik Kompleksi'nin önemli bir kesimini oluşturan Küçük Hasandağ (3069 m) ve Keçiboyduran (2727 m) volkanları arasında kalan bölgenin jeoloji haritası üretilmiş, volkanik istifin tabandan tavana petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konmuştur.
2. Bu volkanlara ait ürünlerin yüzey ve sondaj verileri değerlendirilerek bölgenin volkanostratigrafisi çıkartılmıştır. Saadet 1 sondajından elde edilen verilere göre inceleme alanı içerisindeki volkanik istifin yüzey altındaki kalınlığı 1089m olup (940 m'sini volkanik kayaçlar oluşturur); yüzeydeki kalınlığı ile birlikte volkanik istifin toplam kalınlığı 2500 m'e ulaştığı tespit edilmiştir.
3. Sondaj Log'unda volkanik istifin tabanını çamurtaşı, marn, kumtaşı, çakıltası ve kireçtaşı birimleri oluşturmakta olup, istifte yukarı doğru çıkıldığında farklı kırıntılı/piroklastik seviyeler ile ayrılabilen 4 farklı lav serisinden oluştuğu belirlenmiştir. Bunlar tabanda basalt ile başlayıp, üste doğru bazaltik andezit, andezit-dasit ve bazalt-andezit-bazalt bileşimindedir. Bu 4 farklı lav dizisinde bazaltik andezit-bazalt lavlarının Hasandağ'ın Paleovolkan evresine, andezit-dasit lav serisinin ise Keçiboyduran volkanı lavları ile petrografik ve jeokimyasal özellikler açısından eşleşmektedir.
4. Yüzey jeolojisi verilerine göre de Küçük Hasandağ volkanı andezit, bazaltik andezit, riyolit bileşimli lavlar ve bunlar ile ilişkili piroklastik kayalar (piroklastik yağış, akma, taşma birimleri); Keçiboyduran volkanı ise andezit ve dasit bileşimli lavlar ile temsil edilmektedir.
5. Ayrıntılı petrografik incelemelerde magma odasında dengesiz kristallenmeye işaret eden dokusal veriler gözlenmiştir. Bu durum volkanik kayaçların oluşumunda heterojen magma karışmasının varlığına işaret etmektedir.

6. Ana-iz element jeokimyası ve Sr-Nd-Pb radyojenik izotop değerlerine göre Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanlarına ait volkanik kayaçların zenginleşen litosferik manto kaynağının (Spinel Lertzolit) %6-15 oranında kısmi ergimesi ile az oranda kabuksal kirlenmeye maruz kalmış melez bir bileşime sahip olduğu görülmektedir.
7. Sondaj ve yüzey jeolojisi verilerine göre temelde bazalt ile başlayan volkanizmanın yüzeydeki son ürünleri yine bazalt lavları (olivinli) ile son bulmuştur. Bu da volkanizmanın gelişiminde başından sonuna kadar manto yükseliminin hem bileşimsel hem de volkanizmayı tetikleyen mekanizma olarak rol oynadığını ortaya koyar.
8. İnceleme alanında elde edilen saha ve jeokimyasal veriler ve bölgesel korelasyonlar sonucunda Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran volkanitlerinin çarpışma sonrası genişlemeli tektonizma sonucunda geliştiğini destekler niteliktedir.
9. Eş zamanlı alkali-kalk-alkali volkanizma birlikteliği, volkanizmanın zaman ve mekan da heterojen özellikler sergilemesi “Kıtasal litosferin tabanının bir kısmının kopması (partial lithospheric delamination)” yada “termal erozyona uğraması (convective removal of Lithosphere)” sonucunda volkanizma gelişiminin OAVK’ın oluşumu için test edilmesi gereken modellerdir.

REFERANSLAR

- Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Geven, A., Türeli, K. ve Kadioğlu, Y.,** 1993. Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications. *Geological Journal* 28, 371–382.
- Aydar, E. ve Gourgaud, A.,** 1998. The geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 85, 129-152.
- Aydin, F., Karsli, O. ve Chen, B.,** 2008. Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post-collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey. *Lithos* 104:249–266.
- Beekman, P. H.,** 1966. The Pliocene and Quaternary volcanism in the Hasan Dag-Melendiz Dag region, Bull. Mineral Res. And Explor. Inst., Ankara, 66, 90-105.
- Boynton, W. V.,** 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies, Rare Earth Element Geochemistry, ed: Henderson P., Elsevier, Amsterdam, pp: 63-114.
- Cabanis, B., and Lecolle, M.,** 1989. Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des series volcaniques et la mise en evidence des processus de melange et /ou de contamination crustale. *C. R. Acad. Sci. Ser. 2,* 309:2023-2029.
- Deniel, C., Aydar, E. ve Gourgaud, A.,** 1998. The Hasandağ Stratovolcano (central Anatolia, Turkey): evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a Petrogenetic modelling of Quaternary Anatolian volcanism collision zone. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 87, 275–302.
- Depaolo, D. J. ve Daley, E. E.,** 2000. Neodymium isotopes in basalts of the southwest basin and range and lithospheric thinning during continental extension, *Chemical Geology*, 169, pp.157-185.
- Dilek, Y. ve Whitney, D. L.,** 2000. Cenozoic crustal evolution in central Anatolia: extension, magmatism and landscape development: proceedings of the third international conference on the geology of the eastern mediterranean. In: Geological survey department, Nicosia, Cyprus, pp 183–192.
- Dirik, K. Ve Göncüoğlu, M. C.,** 1996. Neotectonic characteristics of central Anatolia. *International Geology Review* 38, 807–17.

- Fitton, J. G., James, D., Kempton, P. D., Ormerod, D. S. ve Leeman, W. P.,** 1988. The role of lithospheric mantle in the generation of Late Cenozoic basic magmas in the western United States. In *Oceanic and Continental lithosphere: Similarities and Differences* (eds M. A. Menzies and K. G. Cox), pp. 331–49. *Journal of Petrology*, Special Lithosphere Issue.
- Irvine, T. N. ve Baragar, W. R. A.,** 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, *Canadian Journal of Earth Science*, 8, 523-48.
- Le Bas M. J., Le maitre R. W., Streckeisen A., Zanettin, B.** 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram, *Journal of Petrology*, 27.
- Lyberis, N., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E., ve Gündoğdu, N.,** 1992. The East Anatolian Fault: an oblique collisional belt. *Tectonophysics* 204, 1–15.
- Gill, J. B.** 1981. *Orogenic andesites and plate tectonics*, Berlin Springer-Verlag, Pp: 390.
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşçu, I., Erler, A. ve Olgun, E.,** 1991b. Orta Anadolu Masifi Batı Kesiminin Jeolojisi, Bölüm I: Güney Kesim [Geology of Western Part of the Central Anatolian Massif, Part I: Southern Section]. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) Rapor no. 2909 [in Turkish, yayınlanmamış data].
- Göncüoğlu, M. C. ve Toprak, V.,** 1992. Neogene and Quaternary volcanism of central Anatolia: a volcano-structural evaluation. *Bull de la Section Volcanol Soc Géol France* 26:1–6
- Güçtekin, A. ve Köprübaşı, N.,** 2009. Geochemical Characteristics of Mafic and Intermediate Volcanic Rocks from the Hasandağ and Erciyes Volcanoes (Central Anatolia, Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 18: 1-27.
- Hatch F. H., Wells A. K., Wells M. K.,** 1972. *Petrology of the igneous rocks*, Thomas Murby Co. London. Pp: 551.
- Koralay, T., Kadioglu, Y. K. ve Davis, P.,** 2011. Weak compositional zonation in a silicic magmatic system: Incesu ignimbrite, Central Anatolian Volcanic Province (Kayseri – Turkey), *Journal of Asian Earth Sciences*, 40: 371-393.
- Mckenzie, D. ve Yılmaz, Y.,** 1991. Deformation and volcanism in western Turkey and the Aegean. *Bulletin of Technical University* 44, 345– 373.
- McDonough, W. F.,** 1990. Constraints on the composition of the continental lithospheric mantle, *Earth and Planetary Science Letters*, 101, pp.1-18.
- Notsu, K., Fujitani, T., Matsuda, J. ve Ercan, T.,** 1995. Geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 64, 171–92.

- Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, L. ve Zanchi, A.,** 1988. Continental arc volcanism and tectonic setting in central Anatolia, Turkey. *Tectonophysics* 146, 217–30.
- Pearce, J. A.** 1983. Role of the sub- continental lithosphere in magma genesis at active continental margins, In Hawkesworth, C. J. and Norry, M. J. eds., *Continental basalts and mantle Xenoliths*, 230-50, Shiva, Nantwich, Cheshire, U.K.
- Pearce, J. A., Harris, N. B. W. ve Tindle, A. G.,** 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, *Journal of Petrology*, 25, 956-83.
- Peccerillo, A., ve Taylor, S. R.,** 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks in the Kastamonu area, Northern Turkey, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58, 63-81.
- Sun, S. S. ve McDonough, W. F.,** 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: SAUNDERS, A.D. & NORRY, M.J. (eds), *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society, London, Special Publications 42, 313–345.
- Şen, A. P., Temel T, Gourgaud, A.,** 2004. Petrogenetic modelling of Quaternary post-collisional volcanism: a case study of central and eastern Anatolia. *Geol Mag* 141:81–98.
- Toprak, V. ve Göncüoğlu, M. C.,** 1993. Tectonic control on the development of Neogene-Quaternary Central Anatolian Volcanic Province, Turkey: *Geological Journal* 28, 357–369.
- Üstünişik, G. ve Kılıç, A.,** 2011. The role of fractional crystallization, magma recharge, and magma mixing in the differentiation of the Small Hasandag volcano, Central Anatolia, Turkey, *Litos*, 125: 984-993.
- Walter, M. J.,** 1998. Melting of garnet peridotite and the origin of komatiite and depleted lithosphere, *Journal of Petrology*, 39.1: 29-60.



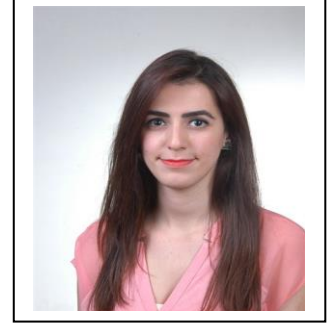
EKLER

EK A: Hasandağ ve Keçiboyduran Volkanları Arasındaki Kalan Alanda Yüzeyleyen Volkaniklerin Jeoloji Haritası





ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Ayşe Zeynep ÇALIŞKANOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 26.06.1990 - İstanbul
E-posta : caliskanoglu@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR

- Geology and Petrographical Features of Hasandağ Volcanics / EGU2016.
- Hasandağ Volkaniklerinin Jeolojisi ve Petrografik Özellikleri / TJK2016.
- Characteristics of Neogene to Quaternary Volcanic Systems in Turkey: Their Importance as Potential Geothermal Sources.
- The Origin and Petrogenesis of Mount Hasan (Small Mt. Hasan) and Keçiboyduran Stratovolcanoes / EGU2017.
- Küçük Hasandağ ve Keçiboyduran Volkanitlerinin Jeokimyası ve Yeni İzotop Verileri / Çukurova Üniversitesi 40. Yıl Jeoloji Sempozyumu.









