

**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CİVANADAĞ (GÜĞÜ-BALIKESİR) VOLKANİTLERİNİN JEOLJİSİ,  
PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Murat KALKAN**

**Anabilim Dalı : Jeoloji Mühendisliği**

**Programı : Mineraloji-Petrografi**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yahya ÖZPINAR**

**HAZİRAN 2011**

## YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 091149003 nolu öğrencisi Murat KALKAN tarafından hazırlanan “CİVANADAĞ (GÜĞÜ-BALIKESİR) VOLKANİTLERİNİN JEOLJİSİ, PETROGRAFİSİ ve JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı :  
(Jüri Başkanı)

Prof. Dr. Yahya ÖZPINAR (PAÜ)

Jüri Üyesi :

Prof. Dr. Hulusi KARGI (PAÜ)

Jüri Üyesi :

Doç. Dr. Hakan ÇOBAN (SDÜ)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 23/06/2011. tarih ve 18/25..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof.Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İmza



Öğrenci Adı Soyadı : MURAT KALKAN

## ÖNSÖZ

Bu çalışma 2009-2011 yılları arasında Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Mineraloji-Petrografi Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. “CIVANADAĞ (GÜĞÜ-BALIKESİR) VOLKANİTLERİNİN JEOLJİSİ, PETROGRAFİSİ ve JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ” adlı bu çalışma arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada yapılmıştır. Arazi çalışmalarından önce gerekli literatür taraması yapılmış, bölge ile ilgili olarak daha önceden yapılan çalışmalar derlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında 1/25000 ölçekli harita çıkarılmış, arazide görülen litolojik ve yapısal öğeler harita üzerine geçirilmiştir. Arazi çalışmalarında ince kesit için 118 adet kayaç numunesi alınmış ve alınan bu kayaç örneklerinin ince kesitleri yaptırılarak incelenmiştir. Ayrıca alınan kayaç numunelerinden jeokimyasal analiz için örnekler hazırlanarak ACME (Kanada) Laboratuvarında tüm kaya analizleri yaptırılmıştır. Mineral kimyasına yönelik çalışmalarda ise hazırlanan ince kesitlerden seçilerek Georgia (Amerika) Üniversitesinde yaptırılmıştır. Arazi çalışmalarından sonra arazinin jeoloji haritası ve gerekli enine kesitler alınarak ve jeokimyasal, mineral kimyası sonuçlarından elde edilen veriler ışığında gerekli diyagramlar çizilerek tez raporunun yazımı gerçekleştirilmiştir.

Bu yüksek lisans tezinde; bu çalışmayı yöneten ve araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek değerli eleştirileriyle beni yönlendiren, engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeye katkıda bulunan bana büyük emeği geçen danışman hocam sayın Prof. Dr. Yahya ÖZPINAR’a en derin teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Arazi çalışmalarımı yapmam da gerekli harita ve belgeleri elde etmemde desteklerini maddi ve manevi olarak esirgemeyen Pregold Madencilik A.Ş. nin genel müdür ve mühendislerine, mineral kimyası analizlerini yorumlamamda yardımcı olan sayın Yrd. Doç. Dr. Tamer KORALAY’a, mineral kimyası analizlerinin yapılmasında ve yorumlanmasında, jeokimyasal analizlerin yorumlanmasında bana yardımcı olan ve büyük emeği geçen Araş. Gör. Barış SEMİZ’e , Pamukkale Üniversitesi İnce kesit laboratuvarı personeli Mehmet Güngür’e, tez çalışmam boyunca bir çok fedakarlıklar göstererek beni destekleyen en nihayetinde her zaman maddi ve manevi desteklerini yanımda gördüğüm, beni yetiştirip bugünlere getiren annem, babam ve kardeşime en derin duygularla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi 2010FBE050 nolu “Civanadağ (Güğü-Balıkesir) Bölgesindeki Volkanik Kayaçların Petrografik ve Petrolojik Özellikleri” isimli proje tarafından desteklenmiştir.

Haziran 2011

Murat KALKAN

(Jeoloji Mühendisi)

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖZET.....	xx
SUMMARY .....	xxiii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Çalışmanın Amacı .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Çalışmanın Alanı .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Çalışma Yöntemi .....</b>	<b>1</b>
<b>1.4 Coğrafi Konum ve Morfolojik Özellikler .....</b>	<b>3</b>
1.4.1 Coğrafi konum .....	3
1.4.2 Morfoloji .....	3
1.4.3 Hidrografi .....	4
1.4.4 İklim ve Bitki Örtüsü .....	5
1.4.5 Ulaşım ve Yerleşim Yerleri .....	5
<b>1.5 Önceki Çalışmalar .....</b>	<b>6</b>
<b>2. JEOLJİ.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Bölgesel Jeoloji .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Genel Jeoloji ve Stratigrafi.....</b>	<b>17</b>
2.2.1 Simav Metamorfikleri (Pzsm).....	20
2.2.2 Budağan Kireçtaşı (Jkb).....	21
2.2.3 Dağardı Melanjı (Kdm).....	23
2.2.4 Alaçam Graniti ve Mikrograniti.....	24
2.2.5 Yeniköy Formasyonu (Tmy).....	25
2.2.6 Civanadağ Tüfleri (Tmc) .....	27
2.2.6.1 Pomzaca zengin Fasiyes	27
2.2.6.2 İnce Taneli ve Yer Yer Laminallı Fasiyes	30
2.2.6.3 Aglomera	32
2.2.7 Akdağ Volkanitleri (Tma).....	33
2.2.8 Toklargölü Formasyonu (Qt) .....	35
2.2.9 Alüvyon (Qa) .....	36
<b>3. PETROGRAFI VE MİNERAL KİMYASI .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1 Metamorfik Kayaçlar.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2 Jura Kireçtaşı .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 Dağardı Melanjı.....</b>	<b>42</b>
<b>3.4 Alaçam graniti .....</b>	<b>45</b>
3.4.1 Alaçam Granitinin Mineral Kimyası.....	49
3.4.1.1 Plajiyoklas	49
3.4.1.2 Fe-Ti Oksitler	52
3.4.1.3 Amfibol	54
3.4.1.4 Mika	58
<b>3.5 Yeniköy Formasyonu .....</b>	<b>61</b>

<b>3.6 Civanadağ Tüf .....</b>	<b>62</b>
<b>3.7 Akdağ Volkanikleri .....</b>	<b>68</b>
3.7.1 Akdağ Volkaniklerinin Mineral Kimyası .....	73
3.7.1.1 Plajiyoklas .....	73
3.7.1.2 Fe-Ti Oksitler .....	77
3.7.1.3 Amfibol .....	80
3.7.1.4 Mika .....	83
<b>3.8 Jeotermometre Hesaplamaları .....</b>	<b>87</b>
<b>4. JEOKİMYA .....</b>	<b>89</b>
<b>4.1 Granitik Kayaçlar .....</b>	<b>89</b>
4.1.1 Granitik Kayaçların Adlaması .....	89
4.1.2 Ana ve İz Elementler .....	94
4.1.3 Granitik Kayaçların Uyumsuz Element Diyagramı .....	98
4.1.4 Nadir Toprak Element .....	100
4.1.5 Granitik Kayaçların Tektonik Yorumu .....	101
<b>4.2. Akdağ Volkanikler .....</b>	<b>103</b>
4.2.1 Volkaniklerin Adlandırılması .....	103
4.1.2 Ana ve İz Elementler .....	109
4.1.3 Volkanik Kayaçların Uyumsuz Element Diyagramı .....	113
4.1.4 Nadir Toprak Element .....	115
4.1.5 Volkanik Kayaçların Tektonik Yorumu .....	116
<b>4.3. Tüfler .....</b>	<b>118</b>
4.3.1 Tüflerin Adlandırılması .....	118
4.3.2 Ana ve İz Elementler .....	123
4.3.3 Tüflerin Uyumsuz Element Diyagramı .....	127
4.3.4 Nadir Toprak Element .....	129
4.3.5 Civanadağ Tüflerinin Tektonik Yorumu .....	130
<b>4.4 Tartışma .....</b>	<b>132</b>
<b>5. EKONOMİK JEOLJİ .....</b>	<b>135</b>
<b>5.1. Çalışma alanındaki cevherleşme ile ilgili veriler .....</b>	<b>135</b>
5.1.1. Demir oksitli zonlar .....	141
5.1.2. Silisli Zonlar .....	143
5.1.3 Kuvars Damarları .....	145
5.1.4. Silisli Breşik Zonlar .....	146
<b>5.2. Çalışma alanındaki cevherleşme ile ilgili jeokimyasal Çalışmalar .....</b>	<b>146</b>
<b>6. YAPISAL JEOLJİ .....</b>	<b>148</b>
<b>6.1. UYUMSUZLUKLAR .....</b>	<b>150</b>
<b>6.2 Tabakalanma ve faylar .....</b>	<b>150</b>
<b>7. SONUÇLAR .....</b>	<b>152</b>
7.1 Giriş .....	152
7.2 Araziden Derlenen Sonuçlar .....	152
7.3 Mikroskobik Sonuçlar .....	153
7.4 Mineral Kimyasına Ait Sonuçlar .....	154
7.5 Jeokimyasal Analiz Sonuçlar .....	155
7.5 Ekonomik Yönden Sonuçlar .....	158
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>160</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>165</b>

## **KISALTMALAR**

<b>Q:</b>	Kuvars,
<b>Ort:</b>	Ortoklas,
<b>Pl:</b>	Plajiyoklas,
<b>Bi:</b>	Biyotit,
<b>Msv:</b>	Muskovit,
<b>Klst:</b>	Kalsit,
<b>Klr:</b>	Klorit,
<b>Se:</b>	Serizit,
<b>Fe:</b>	FeO minerali,
<b>Op:</b>	Opak mineral
<b>Ap:</b>	Apatit
<b>Zi:</b>	Zirkon
<b>KB:</b>	Kuzeybatı
<b>GB:</b>	Güneybatı
<b>KD:</b>	Kuzeydoğu
<b>GD:</b>	Güneydoğu

## TABLO LİSTESİ

### Tablolar

<b>3.1:</b> Metamorfik kayaç örneklerinin mikroskopik inceleme sonuçları.....	40
<b>3.2:</b> Jura kireçtaşları örneklerinin mikroskopik inceleme sonuçları.....	41
<b>3.3:</b> Dağardı Melanji'ndan alınan örneklerin mikroskopik inceleme sonuçları.....	43
<b>3.4:</b> Granit örneklerinin mikroskopik incelemelerinde saptanan mineralojik bileşim.....	46
<b>3.5:</b> Alaçam granitine ait plajiyoklasların mikroprob analizi sonuçları.....	50
<b>3.6:</b> Alaçam granitine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analizi sonuçları.....	53
<b>3.7:</b> Alaçam granitine ait amfibollerin mikroprob analizi sonuçları.....	57
<b>3.8:</b> Alaçam granitine ait mikaların mikroprob analizi sonuçları.....	60
<b>3.9:</b> Yeniköy formasyonundan alınan örneklerin mikroskopik inceleme sonuçları.....	62
<b>3.10:</b> Tüf örneklerinin mikroskopik incelenmelerinde saptanan mineral bileşimleri.....	64
<b>3.11:</b> Riyolit, riyodasit ve dasidik volkaniklere ait örneklerin mikroskopta saptanan mineralojik bileşimleri.....	69
<b>3.12:</b> Akdağ volkaniklerine ait plajiyoklasların mikroprob analizi sonuçları.....	74
<b>3.13:</b> Akdağ volkaniklerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analizi sonuçları.....	78
<b>3.14:</b> Akdağ volkaniklerine ait amfibollerin mikroprob analizi sonuçları.....	82
<b>3.15:</b> Akdağ volkaniklerine ait mikaların mikroprob analizi sonuçları.....	85
<b>4.1:</b> Granitik kayaçların tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri.....	90
<b>4.2:</b> Volkanitlerin tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri.....	104
<b>4.3:</b> İncelenen tüflerin tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri.....	118
<b>5.1:</b> İnceleme alanından jeokimyasal analiz için alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçları.....	137
<b>5.2:</b> İnceleme alanından jeokimyasal analiz için alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçları.....	139
<b>5.3:</b> Jeokimyasal örneklerden diğerlerine göre nisbeten yüksek değer veren örneklerin koordinatları, lokasyonları, damar kalınlıkları ve Au (ppb) değerleri.....	147



## ŞEKİL LİSTESİ

### Şekiller

<b>1.1:</b> Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	2
<b>1.2:</b> Çalışma alanının morfoloji haritası.....	4
<b>2.1:</b> Çalışma alanının bölgesel jeoloji haritası (Erkül ve diğ., 2005).....	15
<b>2.2:</b> İncelenen alanın stratigrafik dikme kesiti.....	18
<b>2.3:</b> Çalışma alanının jeoloji haritası.....	19
<b>2.4:</b> Kuvars şistlerin arazideki görünümüleri (Ortaca köyü 150m KD'su).....	21
<b>2.5:</b> Çalışma alanındaki Jura yaşlı kireçtaşlarının arazide görünümü.....	22
<b>2.6:</b> Dağardı Melanji içindeki kireçtaşlarının arazide görünümü (Kavak köyünün 250m kuzeyi).....	24
<b>2.7:</b> Granitler yer altere olmuş vaziyette görülmektedir. (Gökçepınar köyü GB'sı,Küçükaraçam Tepe).....	25
<b>2.8:</b> Yeniköy formasyonuna ait tabakalı kumtaşı- kiltası araldanması (Reşadiye köyüne yakın yol üzeri).....	26
<b>2.9:</b> İncelenen alandaki piroklastiklerin dikme kesiti.....	28
<b>2.10:</b> En altta yer alan metamorfik kayaç ( litik bileşen) çakıllı ve pomzalı fasiyes (Çelikler köyü yolu doğusu, Kızılağaç Tepenin 50m doğusu).....	28
<b>2.11:</b> Pomzaca zengin fasiyes üst düzeylerde kalın tabakalı bir görünüm sunmaktadır (Reşadiye köyü yolu yol kenarı, köye 250 m).....	29
<b>2.12:</b> Pomzaca zengin fasiyesde düzenli pomza yığılımları (Çelikler köyü yolu doğusu, Kızılağaç Tepenin 50m doğusu).....	29
<b>2.13:</b> Pomzaca zengin fasiyeste düzensiz ve farklı boyutlu pomza yığılımları (Çelikler köyü yolu, köyün 750m GB'sı).....	30
<b>2.14:</b> Pomzaca zengin fasiyes üzerinde yer alan ince taneli fasiyeste kısmen kaynaklaşmış pembemsi-beyazımsı tuf (Osmaniye köyünün 1km kuzeyi yol kena.....	31

<b>2.15:</b> Pomzaca zengin fasiyes üzerinde kısmen kaynaklaşmış yeşilimsi tuf düzeyleri (Gökçepınar köyü GD'su, Kayabaşı tepenin 250m batısı).....	31
<b>2.16:</b> İnce taneli fasiyeste fiamme yapıları (Osmaniye köyü KD'su, Çevirmekaba Tepenin 250m KD'su).....	32
<b>2.17:</b> Aglomera biriminin arazide görünümü (Gökçepınar köyünün 1km GD'su yol kenarı, Murtluçuk Tepenin 250m GB'sı).....	32
<b>2.18:</b> Riyolitler ile tuf arası sınır ilişkisi (Çanakçı köyü ile Çamlık köyü yolu, Çanakçı köyünün 250m batısı).....	33
<b>2.19:</b> İncelenen alandaki lavların piroklastik kayalar üzerindeki görünümü (Osmaniye köyü GB'sı, Candere Orman Bölge Şefliğinin 200m kuzeyi).....	34
<b>2.20:</b> Riyolitik lavlarda gelişmiş sütunsal yapılar (Değirmenciler köyü 500m kuzeyi).....	34
<b>2.21:</b> Gökçepınar ve Kavakköy yol güzergâhında riyolit ekstrüzyonlarındaki ilginç domsu yapı.....	35
<b>3.1:</b> DUP 41 nolu biyotit-kuarsışist örneğindeki biyotit, ortoklas ve kuvars kristallerinin görünümü. Grano-lepidoblastik dokuda.....	37
<b>3.2:</b> DUP 107-1 serizit kuarsışist örneğindeki kuvars, serizit ve klorit minerallerinden görünüm.....	38
<b>3.3:</b> a-b)DUP 107-2 nolu örnekteki damar şeklindeki kuvars minerallerinden ve serizit mineralinden görünüm c-d)DUP 57-2 nolu örnekteki küçük kuvars kristalleri ve biyotit kristallerinden görünüm. Metamorfizmaya bağlı gelişen kristallerde yönelme ve lepidogranoblastik doku. e)DUP35 nolu örnekteki küçük kuvars kristalleri ve iri taneli ortoklas f)DUP 42 nolu örnekteki klorit ve mikrokristalli kuvars mineralleri.....	39
<b>3.4:</b> DUP 80 nolu siltaşı numunesindeki kuvars ve biyotit mineralleri.....	40
<b>3.5:</b> DUP 44 nolu sparitik kireçtaşının damarlarında gelişen kalsit mineralinden görünüm.....	41
<b>3.6:</b> Metabazit örneği içindeki yarıözşekilli piroksen ve plajiyoklas mineralleri.....	42
<b>3.7:</b> DUP33 nolu spilit numunesi içindeki kalsit mineralinden görünüm.....	43
<b>3.8:</b> a-b)Metabazit örneği içindeki plajiyoklas ve piroksen kristallerinin görünümü (sol taraf tek sağ taraf çift nikol). c-)DUP94 nolu metabazit örneği içindeki kalıntı piroksen ve epidot mineralinin görünümü d)DUP95 nolu rekristalize kireçtaşı/mermer numunesi içindeki kalsit ve epidot mineralinden görünümü e-f)DUP112 nolu mermer numunesi içindeki kırılmış kalsit mineralleri etrafındaki demir oksitlenmeden görünüm.....	44

<b>3.9:</b> a) Granit içindeki zonlu plajioklas, polisentetik ikizli plajioklas ve serizit minerallerinden görünüm b) Mikrogranit içindeki küçük kristalli kuvars minerallerinden görünüm. c) Granit içindeki biyotit ve klorit minerallerinden görünüm d) Mikrogranitler içindeki biyotitlerden opazitleşmeden görünüm.....	47
<b>3.10:</b> a) Granit içindeki iri taneli kuvarstaki kemirilme ve körfez dokusu b) Mikrogranit içindeki biyotitlerdeki eğilme bükülme ve kırılma.....	47
<b>3.11:</b> DUP-39 nolu granit örneğinde amfibol minerali ve kuvarslardaki kırılmalardan.....	48
<b>3.12:</b> a) Granit numunesinin içindeki amfibol, klorit ve polisentetik sönme gösteren plajiyoklastan görünüm b) Granodiyorit numunesinin içindeki biyotit ve zonlu ve pijama sönmesi gösteren plajiyoklastan görünüm.....	48
<b>3.13:</b> DUP-39 nolu granit numunesindeki feldispatlardaki serizitik alterasyondan görünüm.....	48
<b>3.14:</b> Alaçam granitindeki plajiyoklastlara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer ve diğ. 1966).....	49
<b>3.15:</b> Alaçam granitindeki Fe-Ti oksit minerallerinin bileşimini gösteren üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	52
<b>3.16:</b> Alaçam granitindeki amfibollerin Na-(Ca+Na) oranına göre diyagramı Leake (1978).....	55
<b>3.17:</b> Alaçam granitindeki amfibollerin sınıflandırılması için kullanılan Mg/(Mg+Fe+2)-Si diyagramı (Leake ve diğ., 1978).....	55
<b>3.18:</b> Alaçam granitindeki amfibollerin sınıflandırılması için kullanılan Mg/(Mg+Fe+2)-Si diyagramı (Leake ve diğ., 1978).....	56
<b>3.19:</b> Alaçam granitindeki amfibollerin Si-(Na+K) <sub>Asite</sub> katyon oranına göre diyagramı.....	56
<b>3.20:</b> Mikalarda Al-Mg-Fe <sup>2+</sup> oranına göre sınıflama diyagramı.....	58
<b>3.21:</b> Alaçam granitindeki biyotitlerin Fe/(Mg+Fe)-Si diyagramına göre sınıflama diyagramları (Deer ve diğ., 1992).....	59
<b>3.22:</b> Alaçam granitindeki biyotitlerin Al(IV)'e karşı Mg# (Fe/(Fe+Mg)) grafiğine göre sınıflama diyagramı (Deer ve diğ., 1992).....	59
<b>3.23:</b> Sparitik kireçtaşı örneğindeki kalsit minerali ve damarlarda gelişmiş kuvars kristali.....	61
<b>3.24:</b> DUP32-1 nolu numune içindeki ortoklas ve kuvars kristallerinden görünüm. Ayrıca minerallerdeki yönlenme ve yönlü doku.....	61
<b>3.25:</b> DUP-16 nolu Tuf örneğinde kırılmış kuvars kristallerinin ( sol taraf tek ve sağ taraf çift) mikroskopta görünümü.....	63

<b>3.26:</b> DUP-78 nolu tuf örneğinin cam kıymıklarının dizilimi ve kemirilmiş kuvars kristalinin (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü.....	65
<b>3.27:</b> DUP-85 nolu tuf örneğinin tek ve çift nikolde görünümü. Sol üst köşede sanidin kristal ve kırılmış kuvars.....	65
<b>3.28:</b> DUP-56 nolu tuf örneğinde serizitleşmiş sanidin kristallerinin ve opazitleşmiş biyotit mineralinin görünümü.....	65
<b>3.29:</b> a-b)DUP-21 nolu kristal vitrik tuf örneğindeki kırılmış, eğilmiş, bükülmüş biyotit kristali, kalsedon ve serizitleşmiş sanidin kristalinden görünüm. Vitrofirik dokuya sahiptir. c-d)DUP-85-2 nolu kristal vitrik tuf örneğindeki öz ve yarı öz şekilli sanidin kristali, kuvars ve biyotit minerallerinden görünüm. Mikrokriftalli doku görülmekte.....	66
<b>3.30:</b> a-b)DUP-16 nolu vitrik kristal tuf örneğindeki kırılmış, eğilmiş, bükülmüş biyotit kristali ve elek dokulu kuvars kristalinden görünüm. c-d)DUP-17 nolu kristal tuf örneğindeki kloritleşmiş ve opazitleşmiş amfibol minerali, zonlu plajiyoklas ve opazitleşmiş ve demiroksitlenmiş biyotit mineralinden görünüm e-f)DUP-17 nolu kristal tuf örneğindeki kemirilmiş kuvars ve kloritleşmiş amfibol mineralinden görünüm.....	67
<b>3.31:</b> DUP-101 nolu riyodasit örneğindeki biyotit ve kırılmış kuvars kristallerinin (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü.....	70
<b>3.32:</b> DUP-101 nolu Riyodasit örneğindeki üstteki iri tane amfibol,serizitleşmiş sanidin ve biyotit mineralinin görünümü.....	70
<b>3.33:</b> DUP-102 nolu dasit örneğindeki biyotit ve etrafında gelişen mantolanma görünümü.....	70
<b>3.34:</b> DUP-11 nolu riyodasit örneğinin matrikste gelişen kalsedon kristalleri ve sferolitik doku (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü.....	71
<b>3.35:</b> DUP 92 nolu riyodasit örneğindeki opazitleşmiş ve plajiyoklas içinde kapanım haldeki biyotit, düzensiz çatlaklı kuvars ve sanidin mineralini (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü. Hiyalopilitik doku.....	71
<b>3.36:</b> a-b)DUP 102 nolu dasit örneğindeki öz şekilli amfibol mineralindeki kloritleşme ve biyotitlerdeki kırılma eğilme ve bükülme c-d)DUP 11 nolu riyodasit örneğindeki kuvars etrafındaki kalsedon mineralleri ve mikroporfirik ve sferolitik doku e-f) DUP 101 nolu riyodasit örneğindeki kırılmış zonlu plajiyoklas, amfibol ve kırılmış kuvars kristali.....	72
<b>3.37:</b> Akdağ volkaniklerindeki plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer ve diğ. 1966).....	73
<b>3.38:</b> Akdağ volkaniklerindeki Fe-Ti oksit minerallerinin bileşimini gösteren üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	77

<b>3.39:</b> Alaçam granitindeki amfibollerin Na-(Ca+Na) oranına göre diyagramı Leake (1978).....	80
<b>3.40:</b> Akdağ volkaniklerindeki amfibollerin sınıflandırılması için kullanılan Mg/(Mg+Fe+2)-Si diyagramı (Leake ve diğ., 1978).....	81
<b>3.41:</b> Akdağ volkaniklerindeki amfibollerin Si-(Na+K) <sub>Asite</sub> katyon oranına göre diyagramı.....	81
<b>3.42:</b> Mikalarda Al-Mg-Fe <sup>2+</sup> oranına göre sınıflama diyagramı.....	83
<b>3.43:</b> Akdağ volkaniklerindeki biyotitlerin Fe/(Mg+Fe)-Si diyagramına göre sınıflama diyagramları (Deer ve diğ.,1992).....	84
<b>3.44:</b> Akdağ volkaniklerindeki biyotitlerin Al(IV)'e karşı Mg# (Fe/(Fe+Mg)) grafiğine göre sınıflama diyagramı (Deer ve diğ.,1992).....	84
<b>3.45:</b> Alaçam granitine ait feldispat minerallerinin Or-Ab-An üçgen diyagramı. İzoterm eğrileri Fuhrman ve Lindsley, 1988 tarafından çizilmiştir.....	87
<b>3.46:</b> Akdağ volkaniklerine ait feldispat minerallerinin Or-Ab-An üçgen diyagramı. İzoterm eğrileri Fuhrman ve Lindsley, 1988 tarafından çizilmiştir.....	88
<b>4.1:</b> Granitik kayaçların toplam alkali silika (TAS) diyagramı (Cox et al, 1979 dan geliştirilen Wilson, 1989).....	91
<b>4.2:</b> Örneklerin SiO <sub>2</sub> 'ye karşı Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O diyagramındaki alkali-yarı alkali eğrisindeki dağılımları (Irvine ve Baragar, 1971).....	92
<b>4.3:</b> Örneklerin AFM (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O, FeO(t), MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar,1971).....	92
<b>4.4:</b> A/CNK'ya karşı A/NK diyagramında (Shand, 1943) sınıflandırılması. Farklı tipler (I-tipi ve S-tipi) için ayırım sınırı (Maniar and Piccoli, 1989).....	93
<b>4.5:</b> Peacock İndeksi [Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O -SiO <sub>2</sub> ] (Brown, 1981).....	93
<b>4.6:</b> Granitik Kayaçların SiO <sub>2</sub> 'ye karşı ana element değişim diyagramları.....	95
<b>4.7:</b> Granitik Kayaçların SiO <sub>2</sub> 'ye karşı iz element değişim diyagramları.....	97
<b>4.8:</b> Granitik kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	98
<b>4.9:</b> Granitik kayaç örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve Mc Donough, 1989'dan alınmıştır).....	99
<b>4.10:</b> Granitik kayaç örneklerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	100
<b>4.11:</b> Granitik kayaç örneklerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	101

<b>4.12:</b> Çalışma alanındaki granitik kayaçların tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Nb - Y, diyagramı (Pearce vd., 1984).....	102
<b>4.13:</b> Çalışma alanındaki granitik kayaçların tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Rb - Y+Nb diyagramı (Pearce vd., 1984).....	102
<b>4.14:</b> Örneklerin SiO <sub>2</sub> 'ye karşı Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O diyagramındaki dağılımları (Le Maitre 1989) ve alkali-yarıalkali eğrisi (Irvine ve Baragar, 1971).....	106
<b>4.15:</b> Çalışma alanındaki volkanik kayaçların Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 karşı SiO <sub>2</sub> diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).....	106
<b>4.16:</b> Çalışma alanındaki volkanik kayaçların Nb/Y karşı Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).....	107
<b>4.17:</b> Çalışma alanındaki volkanik kayaçların Nb/Y karşı Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).....	107
<b>4.18:</b> K <sub>2</sub> O-SiO <sub>2</sub> diyagramı. Düşük-K/Orta -K ve Orta-K/yüksek-K ayrım çizgileri Le Maitre ve diğ. (1989)'dan alınmıştır.....	108
<b>4.19:</b> Örneklerin AFM (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O, FeO(t), MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).....	108
<b>4.20:</b> Örneklerin SiO <sub>2</sub> 'ye karşı ana element değişim diyagramları.....	111
<b>4.21:</b> Örneklerin SiO <sub>2</sub> ' ye karşı iz element değişim diyagramları.....	112
<b>4.22:</b> Volkanik kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	113
<b>4.23:</b> Volkanik kayaç örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	114
<b>4.24:</b> Volkanik kayaç örneklerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	115
<b>4.25:</b> Volkanik kayaç örneklerin Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	116
<b>4.26:</b> Çalışma alanındaki volkanik kayaçların tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Nb - Y, diyagramı (Pearce vd., 1984).....	117
<b>4.27:</b> Çalışma alanındaki volkanik kayaçların tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Rb - Y+Nb diyagramı (Pearce vd., 1984).....	117
<b>4.28:</b> Örneklerin SiO <sub>2</sub> 'ye karşı Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O diyagramındaki dağılımları (Le Maitre 1989) ve alkali-yarıalkali eğrisi (Irvine ve Baragar, 1971).....	121

<b>4.29:</b> Çalışma alanındaki tüflerin Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 karşı SiO <sub>2</sub> diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).....	121
<b>4.30:</b> Çalışma alanındaki piroklastik kayaçların Nb/Y karşı Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).....	122
<b>4.31:</b> Çalışma alanındaki piroklastik kayaçların Nb/Y karşı Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).....	122
<b>4.32:</b> Örneklerin AFM (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O, FeO(t), MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar,1971).....	123
<b>4.33:</b> Piroklastik kayaçların SiO <sub>2</sub> 'ye karşı ana element değişim diyagramları.....	125
<b>4.34:</b> Piroklastik kayaçların SiO <sub>2</sub> 'ye karşı iz element değişim diyagramları.....	126
<b>4.35:</b> Çalışma alanındaki tüflerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	127
<b>4.36:</b> Tüf örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	128
<b>4.37:</b> Tüf örneklerinin ilksel mantoya göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	129
<b>4.38:</b> Tüf örneklerinin Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).....	130
<b>4.39:</b> Çalışma alanındaki tüflerin tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Nb - Y, diyagramı (Pearce vd., 1984).....	131
<b>4.40:</b> Çalışma alanındaki tüflerin tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Rb - Y+Nb diyagramı (Pearce vd., 1984).....	131
<b>4.41:</b> Örneklerin SiO <sub>2</sub> 'ye karşı Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O diyagramındaki alkali-yarıalkali eğrisindeki dağılımları (Irvine ve Baragar, 1971).....	132
<b>4.42:</b> Örneklerin AFM (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O, FeO(t), MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar,1971).....	133
<b>4.43:</b> Çalışma alanındaki volkaniklerin tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Nb - Y, diyagramı (Pearce vd., 1984).....	134
<b>4.44:</b> Çalışma alanındaki volkaniklerin tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Rb - Y+Nb diyagramı (Pearce vd., 1984).....	134
<b>5.1:</b> İncelenen alanın 1/25000 ölçekli yarı detay jeoloji haritası.....	136
<b>5.2:</b> Piroklastik kayaçlara ait Pomzaca zengin fasiyeste yer alan demir oksitli alterasyon ve ince silisli damarlar (Reşadiye köyü güneyi 250m ilerideki dağa giden yol kenarı, Yazlıkçayır alanının 100m GD'su).....	141
<b>5.3:</b> Breşik ve demir oksit alterasyonlu silisfiye zon (Kırkoluk alanı güneyi, Çamlık köyü KD'su, Develi tepenin 250 m GD'su ).....	142
<b>5.4:</b> Düşük ısıli silisli (opal) zon ve hafif pembe renkli demir oksitli alterasyon (Reşadiye köyü güneyi 250m ilerideki dağa giden yol kenarı, Yazlıkçayır alanının 100m GD'su).....	142
<b>5.5:</b> Kaynaklaşmış tüflerde demir oksitli alterasyon (Gökçepınar köyü GD'su, Kayabaşı Tepenin 250m batısı).....	143

<b>5.6:</b> Silisli zonlarda görülen bantlı opal oluşumları (Civana Tepenin 750m KD'su).....	144
<b>5.7:</b> Silisli zonlarda yer yer hafif demiroksitli alterasyon da gözlenir (Reşadiye köyü güneyi Tahtacıoğlu Alanı, Konakalanıbaşı Tepenin 500m GD'su).....	144
<b>5.8:</b> Sahanın doğusunda KB-GD doğrultulu fay zonundan kopan iri bloklar (Reşadiye köyü güneyi, Dokuzolukpınarı üç yol kavşağının 100m batısı).....	145
<b>5.9:</b> Sahanın bir çok kesiminde görülen breşik silis zonlara ait mostralar (Reşadiye köyü güneyi, Konak alanının 100m ve 250m doğusu).....	146



## ÖZET

### **CIVANADAĞ (GÜĞÜ-BALIKESİR) VOLKANİTLERİNİN JEOLJİSİ, PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Çalışma alanı, D-B uzanımlı Kuvaterner yaşlı Simav grabenin kuzeyinde, KB-GD uzanımlı Bigadiç Borat havzasının doğusunda ve Dursunbey (Balıkesir) güneyinde yer almaktadır. Bu çalışma, Civanadağ bölgesindeki volkanik kayaçların jeolojik petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek ve çalışma alanında büyük bir alanı kapsayan piroklastik kayaçların ayrıntılı volkano-stratigrafik istifin ortaya konulmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda, çalışma alanının 1/25000 jeoloji haritaları yapılmış ve volkanitlerden alınan örneklerin petrografik incelemeleri yapılmıştır.

Çalışma alanındaki Neojen volkano-sedimanter birimlerin temel kayaçlarını Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalar (Simav Metamorfikleri, Budağan Kireçtaşı), İzmir-Ankara zonuna ait ofiyolitik melanj (Dağardı Melanjı) birimleri oluşturmaktadır. Neojen öncesi bu birimler Miyosen yaşlı Alaçam graniti tarafından kesilmektedir. Neojen birimler Erken Miyosen yaşlı sarımsı kahve renkli kumtaşları ve çamurtaşlarından oluşan Yeniköy Formasyonu ile başlamaktadır. Yeniköy formasyonu üzerinde beyaz, gri, krem, yeşilimsi renklerde riylit, riyoasit, ve dasit arasında değişen bileşime sahip piroklastik kayaçlardan (çoğunlukla tuf ve yer yer aglomera) oluşan Civanadağ tüfleri yer almaktadır. Civanadağ Tüflerinin üzerinde geçişli olarak riylit, dasit içerikli Akdağ volkanikleri bulunmaktadır. İstif, en üstte güncel tutturulmamış kaba kırıntılılar ve alüvyon ile son bulmaktadır.

Çalışma alanındaki Civanadağ tüfleri üzerinde yapılan arazi ve petrografik çalışmalara göre, birimin alt fasiyesi (beyazımsı, grimsi renkli pomzaca zengin) ve üst fasiyesi (ince taneli laminalı) olmak üzere iki farklı fasiyesten oluştuğu belirlenmiştir. Alt fasiyesi, metamorfik çakıl içerikli pomzaca zengin tüfler ile başlamakta olup devamlı olmayan pomza yığılımları içeren seviyeler bulundurmaktadır. Üst seviyelerde pomza boyutu ve içeriği azalmakta ve yer yer küçük boyutlu litik bileşenler içermektedir. Üst fasiyesi ise, pembe renkli litik-kristal-vitrik tüfler ile başlamakta ve beyazımsı gri renkli, kristal-vitrik tuf ve vitrik tüfler ile devam etmektedir. En üst seviyesi ise, yeşil renkli bol mikalı kristal-vitrik tüfler ile temsil edilmektedir. Bu fasiyesi içerisinde yer yer kristal yığılımları (vitrik-kristal/kristal-vitrik tuf) ve yassılaştırmış pomza parçaları (fiamme) yapıları gözlenmektedir. Laminalı fasiyesten alınan örneklerin mikroskopik incelemelerinde litik-vitrik tuf, kristal-vitrik tuf, vitrik tuf olarak adlandırılmış olup killeşme, kloritleşme ve serizitleşme yaygın olarak gözlenmektedir. Mineral içeriği olarak alkali feldispat (sanidin), plajyoklas, kuvars tespit edilmiştir.

Akdağ volkaniklerin riyolit, dasit, karakterde olduğu tespit edilmiştir. Mikroskobik incelemelerinde genellikle akma bandı dokusu, sferolitik, perlitik ve porfirik dokuda oldukları gözlenmiştir. Mineral içeriği olarak zonlu ve polisentetik ikizlenme gösteren plajioklas (oligoklas, andezin), kuvars, amfibol, alkali feldispat (sanidin), biyotit mineralleri tespit edilmiştir.

Civanadağ tüflerinin alt düzeylerinde yer alan pomzaca zengin fasiyeste limonitik, hematitik ve silisli zonlara rastlanılmıştır. Ayrıca yer yer boyutları 5- 10 mm geçmeyen ağsal silisli damarlar tespit edilmiştir. Bu silis damarlarının ekonomik cevherleşme içerebilecekleri düşünülmektedir.



## SUMMARY

### GEOLOGICAL, PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF VOLCANICS IN THE CİVANADAĞ REGION (GÜĞÜ-BALIKESİR)

The study area is located in the north of the E–W-trending Plio–Quaternary Simav Graben, in the east of the NE-SW trending Bigadic Borate basin and in the south of Dursunbey (Balıkesir). This study aims to determine the geological, petrographical and geochemical features of the volcanic rocks in the Civanadağ region and to exhibit the detailed volcano-stratigraphic sequence of the pyroclastic rocks which cover a large area. In this study, detailed geological maps were prepared (1/25000 scaled) and petrographical investigations of the volcanic rocks were examined.

The basement rocks of the Neogene volcano-sedimentary units in the study area are represented by Menderes Massif metamorphics (Simav metamorphic, Budağan Limestone) and ophiolitic mélangé (Dağardı Melange) units of the İzmir-Ankara zone, which were intruded by Miocene aged Alaçam granite. Neogene units have been began Yeniköy formation which is yellowish brown sandstone and mudstone alternations. On the Yeniköy formation, Civanadağ tuffs which are pyroclastic rocks (usually tuffs and rarely agglomerate) white, grey, greenish dacite, rhyodacite and dacite compositions are situated. The Civanadağ tuffs are also conformably overlain by dacitic and rhyolitic volcanic rocks of the Akdağ volcanic. All these units are unconformably overlain by the coarse detritals and alluvium.

According to field and petrographical studies on the Civanadağ tuffs in the study area, this unit consists of two different facies, which lower (whitish, grayish, pumicely rich), and upper (laminated with thin grain). Lower facies are begins pumicely rich tuffs with metamorphic gravel content and continues with not permanent pumice levels. In the upper levels, pumice size is decrease and from place to place lithic components with thin size have been included. The upper facies, pink colored begins with lithic-crystal-vitric tuff and whitish gray-colored, with crystal-vitric tuff and vitric tuff continues. The top level of the green colored with abundant micaceous crystal-vitric tuff is represented. Within this facies rarely of crystal concentration (vitric-crystal/crystal-vitric tuff) and flattened pumice fragments (fiamme) structure is observed. Microscopic examination of samples taken in laminated facies, lithic-vitric tuff, crystal-vitric tuff, vitric tuff were named and as the clay, chlorite and sericite alteration widely were observed. Mineral content as alkali feldspar (sanidine), plagioclase, quartz were identified.

Akdağ volcanics are determined the rhyolitic and dacitic character. In the microscopic investigations flow banding, perthitic and porphyritic textures were usually observed. And plagioclase (oligoclase) with polysynthetic twin, quartz, amphibole, feldspar (sanidine) and biotite were determined.

We had been come across limonitic, hematitic and siliceous zones in the facies with pumice in the lower levels of the Civanadağ tuffs. Besides, we have been also determined stockwork siliceous veins which thicknesses are not exceeding 5-10 mm. These siliceous veins can generate economic ore deposit.

## **1. GİRİŞ**

### **1.1 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bölge daha önce bazı araştırmacılar tarafından farklı amaçlar doğrultusunda incelenmiştir. Bu çalışmada Civanadağ bölgesi volkanik kayaların jeolojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek ve çalışma alanında büyük bir alanı kapsayan piroklastik kayaların ayrıntılı volkanostratigrafik istifin ortaya konulmasını amaçlamaktadır. Ayrıca ekonomik yönden önemli olabilecek bölgelerde belirlenecektir. Bu amaca uygun olarak önce bölgenin ayrıntılı olarak 1/25 000'lik jeolojik harita alımı gerçekleştirilmiş ve kaya birimlerinden elde edilen numunelerin petrografik ve jeokimyasal incelenmesi yapılmıştır.

### **1.2 Çalışmanın Alanı**

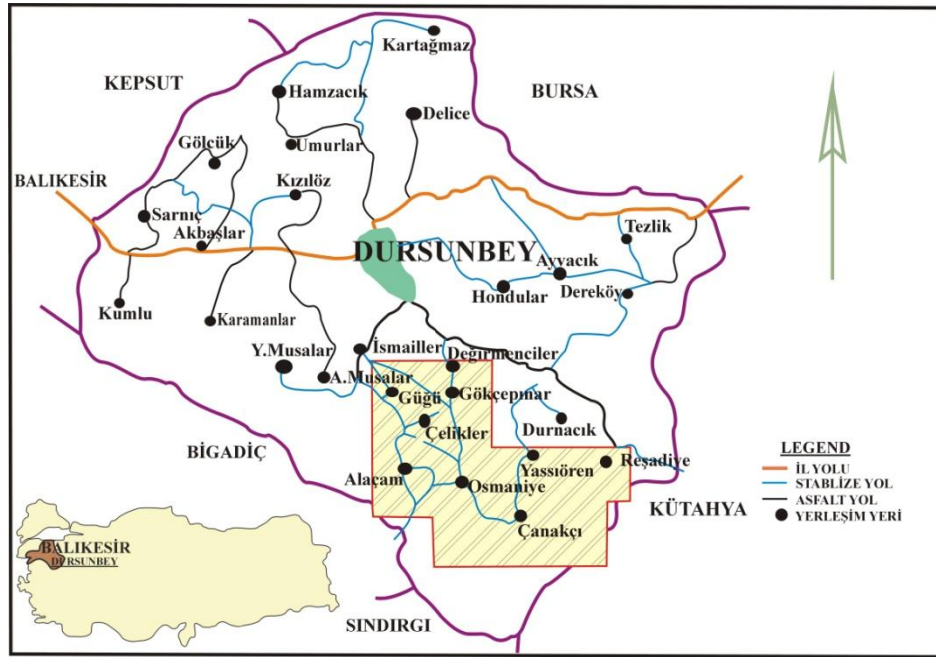
Çalışma alanı, D-B uzanımlı Kuvaterner yaşlı Simav grabenin kuzeyinde, KB-GD uzanımlı Bigadiç Borat havzasının doğusunda ve Dursunbey (Balıkesir) güneyinde yer almaktadır. Çalışma alanı, Dursunbey ilçesi, Güğü kasabası ve yakın çevresinde 1/25 000 ölçekli Kütahya J21-a2, J21-a3, J21-b1, J21-b2, J21-b4 paftalarında olup yaklaşık 325 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).

### **1.3 Çalışma Yöntemi**

Çalışma yöntemi kaya birimlerinin litolojik özelliklerine göre stratigrafik kaya ayrımı yöntemi ile jeolojik harita alımı esasına dayanmaktadır. Bu çalışmada 1/25 000 ölçekli topografik haritalar kullanılarak jeolojik harita alımı gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, litostratigrafik ve petrografik birim ayrımına dayalı çalışılmış olup tektonostratigrafik dikme kesitleriyle de desteklenmiştir. Hazırlanan bu çalışmada, değişik araştırmacıların yaptıkları çalışmalardan da yararlanılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında jeolojik öğelerin işlendiği topografik haritalar, sahada yer bulma ve çeşitli jeolojik özellikleri ifade etmek için brunton tipi jeolog pusulası, kaya

birimlerinin taze yüzeylerini gözlemek ve numune alımı için jeolog çekici, katman kalınlıklarını ölçmek için cetvel, yer bulmak için GPS, 1/25 000 ölçekli topografik harita üzerinde birimlerin sınırlarını belirlemek için renkli kalemler ve araziye tanıtmak, belirli yapıları gösterebilmek için dijital fotoğraf makinesi ile büro çalışmalarında laboratuvarda bulunan teknik aletler kullanılmıştır.

Bu çalışma; saha, laboratuvar ve büro çalışması şeklinde yapılmıştır. Saha çalışmalarında inceleme alanı ve civarında bugüne kadar yapılan tüm çalışmalar ışığında jeolojik çalışmalar yapılarak, petrografik, mineral kimyası ve jeokimyasal çalışmalarda kullanılmak üzere sistematik örnekler alınmıştır.



Şekil 1.1: Çalışma alanının yer buldurur haritası

Bu çalışmada petrografik incelemeler için alınan örneklerden 118 adet ince kesit Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında yaptırılmıştır. İnce kesitler üzerinde mineralojik-petrografik çalışmalar aynı bölümde polarizan mikroskopta gerçekleştirilmiştir. Petrografik incelemeler sonucu volkanik kayaç örneklerinden seçilen 6 adet ince kesit hazırlanarak The University of Georgia Elektron Mikropipor laboratuvarında JEOL 8600 Electron Microanalyzer aletiyle mineral kimyası gerçekleştirilmiştir. Mineral kimyası analizleri (EPMA) yardımıyla mineral isimlendirmeleri, kimyasal formülleri ve uç bileşenler hesaplanmıştır. Polarizan mikroskop incelemeleri sonucunda kimyasal analizlerde kullanılabilir

18 adet örnek seçilerek Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümü öğütme laboratuvarında halkalı öğütücüde yaklaşık 200 meshe kadar öğütülerek toz örnek haline getirilmiştir. Ayrıca kuvars damarları ve breşik silisli zonlardan olmak üzere 41 adet örnek alınmıştır. Bu örneklerde cevherleşme açısından araştırılması için halkalı öğütücüde öğütülerek jeokimyasal analiz için hazırlanmıştır. Bu işlemlerde kullanılan bütün aletler her kademe sonunda asetonla temizlenmiştir. Tüm kayaç örnekleri ana oksit, iz element ve nadir toprak element (REE) analizleri için yurt dışında ACME Analiz Laboratuvarına (Kanada) gönderilmiştir. Bu laboratuvarında ana oksitler ICP (Inductively coupled plasma), iz elementler ve nadir toprak elementleri, ICP-MS (Inductively coupled plasma-mass spectrometer = İndüktif birleşik plazma-kütle spektrometre) aleti kullanılarak yaptırılmıştır.

## **1.4 Coğrafik Konum ve Morfolojik Özellikler**

### **1.4.1 Coğrafik konum**

İncelenen alan Dursunbey ilçe sınırlarında yer alır. Dursunbey, bağlı olduğu il olan Balıkesir'in doğusundadır. Balıkesir – Kütahya yöresinin engebeli ve ormanlık bölgesinde, Balıkesir'e 72 km. uzaklıkta ve Ankara-İzmir demiryolunun 7 km. kuzeyindedir. İlçenin rakımı 639 m. Yüzölçümü 1952 km<sup>2</sup> dir. Dursunbey ilçesi bu arazi büyüklüğü ile Balıkesir merkez ilçe dahil ilde en büyük araziye sahiptir ve il yüzölçümünün yüzde 13.33'ünü kapsamaktadır.

### **1.4.2 Morfoloji**

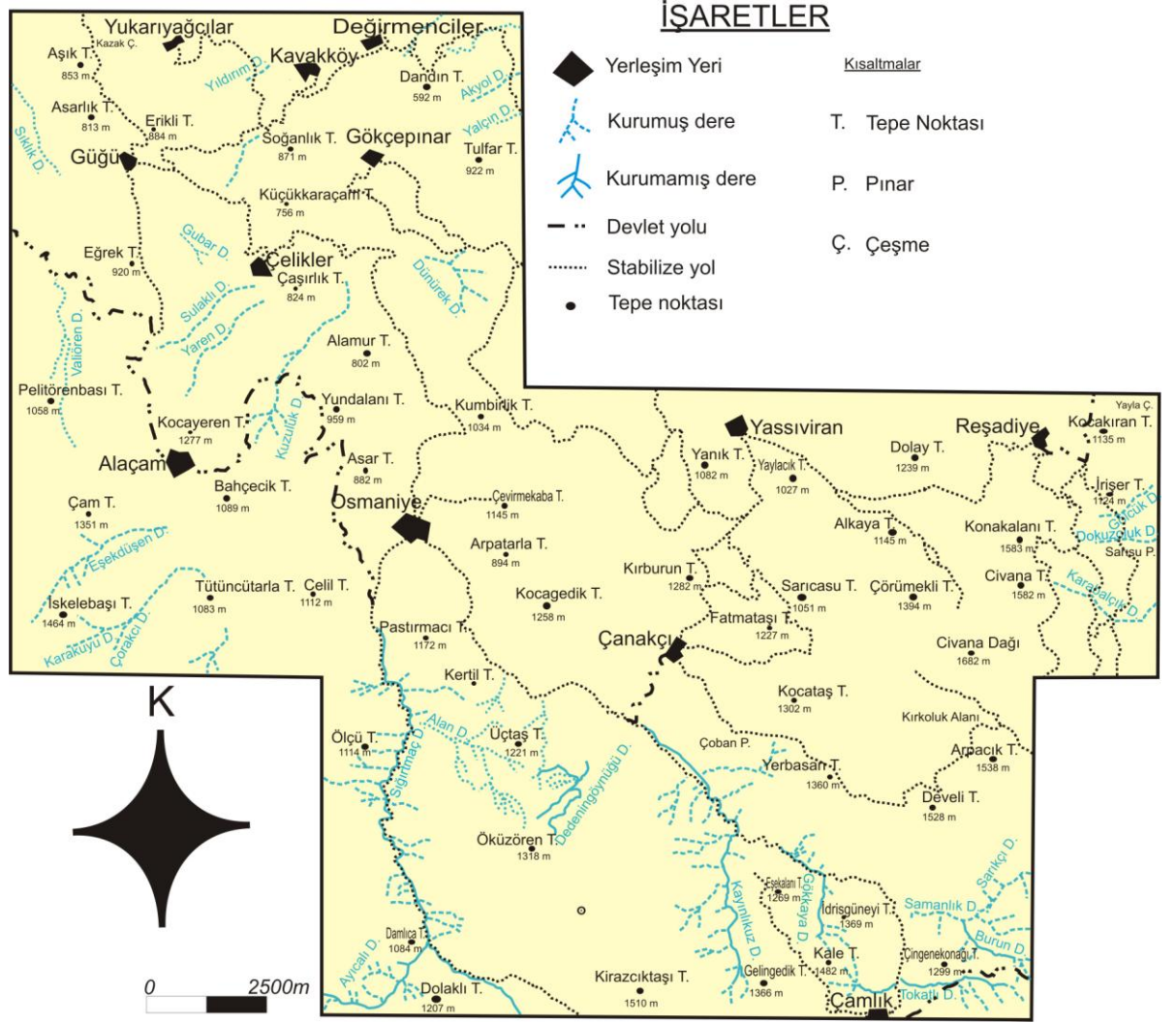
Dursunbey, coğrafi yönden Ege Bölgesi sınırları içerisinde yer almakla birlikte, arazi yapısı itibariyle dağlık ve çok engebeli bir karaktere sahiptir. En yüksek dağı Alaçam 1645 m. yüksekliğindedir. İnceleme alanının büyük bir kısmı orman ile örtülüdür.

İnceleme alanında pek çok kuru dere, yüksek tepe, sırt ve birkaç düzlük alan bulunmaktadır. Bölgede çok sayıda yüksek tepe, sırt ve dağın olmasına karşın araştırmalar başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bölgede ayrıca çok sayıda yar, uçurumun bulunması da arazi şartlarını zorlaştırmıştır.

Yöredeki yükseklikler; Civana Tepe (1582 m), Civana Dağı (1682 m), Konakalanıbaşı Tepe (1593 m), Kocagedik Tepe (1263 m), Dipsizce Tepe (1158 m), Üçtaş Tepe (1121 m), Kertil Tepe (1121 m), Arpacık Tepe (1538 m), Develi Tepe (1528 m), Yerbasan Tepe (1360 m), Gelingedik Tepe ( 1366 m), İncegeriş Tepe



(1217 m), Dedemezarı Tepe (1309 m), Pastırmacı Tepe (1172 m), Celil Tepe (1112 m), Kayabaşı Tepe (916 m), Küçükkaçam Tepe (750 m), Büyükdüz Tepe (1132 m)' dir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Çalışma alanının morfoloji haritası

### 1.4.3 Hidrografi

Bölgede yer alan dereler genellikle mevsimlere bağlı olarak büyük değişiklikler göstermektedir. İlkbahar ve sonbaharda canlanan dereler, yazın kururlar. Ayrıca bölgede tamamen kurumuş derelerde bulunmaktadır. Bölgede çok sayıda pınar, kaynak ve çeşme bulunmaktadır. Bunların debileri ölçülememiş olup mevsimlere göre bu pınarlardan su gelimi azalır artmaktadır. Yalnız yaz mevsiminde bile birçok pınarda su gelimi fazla olmasa bile suya rastlanılmıştır. Bölge pınar, kaynak ve çeşme bakımından zengindir.

Bölgedeki önemli dereler; Dokuzoluk Deresi, Gölcük Dere, Karabalçık Deresi, Sarıkçı Deresi, Samanlık Deresi, Bayramkuyusu Dere, Tokatlı Deresi, Gökkaya Dere, Kayınlıkuz Deresi, Değirmen Deresi, Dedeningöynüğü Deresi, Alan Deresi, Sığırtmaç Deresi, Eşekdüşen Deresi, Valiören Deresi, Yaren Deresi, Kuzuluk Dere, Karasüleyman Deresi'dir (Şekil 1.2).

Bölgedeki önemli pınarlar ve çeşmeler; Yayla Çeşmesi, Söğütlügöl Pınarı, Kumandan Çeşmesi, Çoban pınarı, Çıkrıkçı pınarı, Sarısu pınarı, Kavakyanı Çeşmesi, Kazak Çeşmesi'dir (Şekil 1.2).

#### **1.4.4 İklim ve Bitki Örtüsü**

İnceleme alanının iklimi, rakım ve deniz esintilerine kapalı olmasından dolayı kısmen Akdeniz, kısmen de karasal iklim özellikleri taşır. Yazları daha serin, kışları ise daha sert geçer. Vejetasyon süresi oldukça kısadır. Kış ve bahar aylarında bol miktarda yağış alır.

Bölgede bitki örtüsünü, engebeli ve yüksek kesimlerde, çoğunluğunu çam ağaçlarının oluşturduğu ormanlık saha oluşturur. Dursunbey genelinde 126,000 hektar orman alanı mevcuttur. Türkiye'de iki adet orman işletmesi bulunan nadir ilçelerdendir. İlçede en önemli geçim kaynağı orman ve orman ürünlerine dayalı sanayi kollarından sağlanmaktadır ki en önemli ticari faaliyette keresteciliktir. Dursunbey ve civarındaki ormanlardan kesilen tomrukların yanı sıra ilçeye BDT ülkelerinden bol miktarda ithal orman emvali gelmekte ve işlenmektedir. Çalışma alanında yüzyıllık çam ağaçların yanı sıra yeni gençleştirme çalışmalarının yapıldığı ağaçlandırma bölgeleri de mevcuttur.

İlçede en çok arpa, buğday ve tahıl çeşitleri yetiştirilmekte olup meyvecilik açısından elma, şeftali ve vişne üreticiliği ön plandadır. Ayrıca yüksek kesimlerdeki yaylalardaki geniş düzlüklerde de hayvancılık büyük yer tutmaktadır.

#### **1.4.5 Ulaşım ve Yerleşim Yerleri**

Çalışma alanı ve yakın çevresindeki en yakın yerleşim merkezleri Dursunbey (Balıkesir) ve Simav (Kütahya) ilçeleridir. Dursunbey ilçesinin ulaşımı yaygın olarak Balıkesir İli üzerinden sağlanmaktadır. İlçe merkezinin Balıkesir'e uzaklığı 75 km.dir. Günde 3 tren ve her saat başı otobüs ile Balıkesir'e ulaşmak mümkündür. Ayrıca İlçe merkezinden Bursa İli'ne de günde 2 kez düzenli toplu taşıma araçları çalışmaktadırlar.

İlçe aynı zamanda İzmir-Ankara demiryolu üzerinde olduğundan Balıkesir-Manisa ve İzmir güzergahı ile Kütahya-Eskişehir ve Ankara yönüne günde 3 kez tren seferi bulunmaktadır. Ayrıca çalışma alanı içindeki Güğü kasabası, Balıkesir iline 104 km ve Dursunbey ilçesine 18 km uzaklıktadır. Eğer çalışmaya Güğü kasabası tarafından başlanacak ise Dursunbey ilçesinde kalınması uygun olur. Simav ilçesi ise Kütahya'ya 143 km uzaklıkta, Balıkesir'e de 135 km uzaklıkta yer almaktadır. Simav'dan çalışma alanına ulaşmak araba ile yaklaşık bir buçuk saat sürmektedir. Simav konaklama olanakları bakımından iyidir.

Çalışma alanına karayoluyla ulaşım sağlanmış ve arazi çalışmaları yaya olarak gerçekleştirilmiştir.

### **1.5 Önceki Çalışmalar**

Beer (1964), Şaphane (Kütahya) alünit yataklarının etüdündeki raporunda; sahanın jeolojisinden bahsedip, hidrotermal alterasyonlardan ve alünit oluşumlarını araştırmıştır. Ekonomik olarak kullanabileceğinden söz etmiştir.

Alkan (1972), Demirkapı Sb cevherleşmesini incelemiş ve burada cevherin şistler arasındaki grafit ve organik maddece zengin, 1-2 m kalınlığında bir seviye içerisinde bulunduğunu belirtmiştir. Yazara göre sinsedimanter-ekzalatif oluşumlu bu cevherleşme rejyonel metamorfizma sonucunda mobilize ve konsantre olmuş, şistlerle birlikte kıvrımlanıp kırılmıştır.

Kaya (1972), Tavşanlı yöresindeki çalışmasında, ofiyolitlerin karışık bir birim olmayıp, düzenli bir istiflenme sunduğu görüşündedir. Araştırmacıya göre İzmir-Ankara Kretase jeosenklinalinin güney ve kuzey kenarlarında birbirlerinden bağımsız oluşmuş kaya toplulukları büyük tektonik sınırlarla ayrılmışlardır.

Ünal (1972), Hisaralan (Sındırgı-Balıkesir) kaplıcaları civarında yaptığı çalışmalarda, yapısal anlamda, Simav Çayı vadisinin bir graben olduğunu, grabenin oluşumunda KB-GGD istikametli fayların etkin olduğunu, daha sonra KKD-GGB doğrultulu fayların ise ana graben faylarını kestiğini belirtmiştir.

Bingöl ve diğ. (1973), Biğa Yarımadası'nın jeoloji kompilasyonunu yapmış ve Karakaya Formasyonu'nu tanımlamışlardır. Alt Triyas yaşlı Karakaya Formasyonu, Permo-Karbon yaşlı kayaç blokları da içeren düşük dereceli metamorfizma geçirmiş

spilit ve grovaplardan oluşan birim, Balıkesir'den doğuya Bilecik, Sivrihisar üzerinden Ankara'ya kadar uzandığını belirtirler.

Yılmaz (1973), Alaçam Graniti'nde yaptığı radyometrik yaş tayinine göre, magmatik intruzyonun 360my önce yerleştiğini, bu granitin 330my önce anateksitik graniti meydana getirdiğini ve bazı minerallerinin 89 my önce termik bir metamorfizma geçirdiğini ileri sürer.

Gök ve Okut (1975), alışma sahasının güneyinde bulunan Duvertepe (Sındırgı-Balıkesir) civarındaki kaolinleşmeleri incelemişlerdir. Yazarlara göre kaolin, riyolitik tüflerin alterasyonu sonucunda oluşmuş ve çevredeki çatlaklardan çıkan hidrotermal eriyiklerin, tüflerin okeldiği havzadaki su ile karışması sonucu, tuflerdeki feldispatların kaolinleşmesine yol açacak pH şartlarını oluşturmuş ve tüfler kaolinleşmiştir. Kaolinle birlikte yer yer alunit ve perlit oluşumları da saha civarında gorolduğunu dile getirmişlerdir.

Bingöl (1976), Plaka tektoniği modeline göre jeotektonik evrimi yorumladığı çalışmasında, Batı Anadolu'da temeli litostratigrafik ve tektonik özellikleri fazla benzerlik göstermeyen metamorfik masiflerin (Kazdağ, Uludağ ve Menderes) oluşturduğunu; Batı Anadolu, Ege Adaları ve Yunanistan'ın st Tersiyer'e kadar aynı jeotektonik evrimi geçirdiğini savunur. Manisa-Balıkesir-Eskişehir hattı st Kretase'de bir yok olma zonuna karşılık gelirken, Batı Anadolu muhtemelen Pliyo-Kuvaterner'den beri Ege Adaları'yla birlikte batıya doğru hareket etmektedir.

Yılmaz (1976), alışma alanının doğu kesimlerini de içine alan Hisaralan (Sındırgı-Balıkesir) civarındaki çalışmasında, Paleozoyik yaşlı metamorfite glokofan-epidot şist, Mesozoyik yaşlı kayaçları melanj olarak haritalamıştır. Yazar, sahada görülen Tersiyer yaşlı kayaçlara ise pliyosen yaşını vererek, alttan üste doğru konglomera, andezit, alt ignimbrit, dasit, üst ignimbrit, riyolit-riyodasit ve traverten-alüvyon olarak ayırtlamıştır. Yazara göre Kepez köyü (Sındırgı-Balıkesir) yakınındaki Kepez Tepe, riyolit-riyodasit bileşimli lavların çıkış merkezidir. Aynı yazara göre bölgedeki hakim tektonizma, KB-GD yönünde olup, KD-GB yönlü tektonizma ise ikinci derecede önemlidir.

İleri ve Köksoy (1977), Batı ve Orta Anadolu Sb cevherleşmelerinin, çoğunlukla Sb-Hg-W-As-Au-Ag mineral ve metal iyonlarını içeren Paleozoyik metamorfitlerden mobilize edilerek oluştuklarını savunurlar. Yazarlar, yüzey sularının bu elementleri

magmatik ısıtıcıların etkisiyle çözümlenerek, uygun litolojik ve tektonik yerlere taşıyıp çökeltiltiği görüşünü ileri sürmüşlerdir.

Akdeniz ve Konak (1979), Simav çevresindeki çalışmalarında, Menderes Masifi'nin almandin-amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş pelitik sediman ve şeyllerden oluşan bir "çekirdek" ve bunun üzerine uyumsuzlukla gelen yeşil şist fasiyesindeki şistlerden oluştuğunu, şistler arasında bant ve mercekler şeklinde görülen metabazik ve metaultrabazik kayaçların şistlerle birlikte metamorfizma ve tektonizma geçirdiğini belirtirler. Yazarlara göre Eğrigöz ve Alaçam granitleri Alt Tersiyer (Paleojen) yaşındadır.

Akdeniz ve Konak (1979), Menderes masifinin Simav dolayındaki kaya birimleri ve metabazik, meta ultramafik kayaların konumu adlı makalelerinde; Menderes Masifinin gözlü gnays, granitik gnays ve migmatitik bir çekirdek ile bunun çevresini saran metamorfik şist örtüsünden oluştuğunu söylemişlerdir.

Gök (1978), Türkiye'deki Neojen Formasyonlarının Ekonomik Jeolojisi isimli makalesinde Şaphane dolayındaki alünit oluşumları ve antimuan cevherleşmelerinden bahsetmiştir.

Ercan ve diğ. (1979), Uşak volkanitlerinin petrolojisini inceleyip, plaka tektoniği açısından değerlendirmişler ve bu volkanitlerin dört evrede gerçekleştiğinden bahsedip bunların arasında da durgunluk dönemlerini olduğundan söz etmişlerdir.

Soykal ve diğ. (1980), Dağardı antimuan zuhurlarını incelemiş ve 39 zuhur için toplam 2.584.000 ton mümkün rezerv vermişlerdir. Yazarlar yer yer altın içeren bu cevherleşmelerin geç granitik (Eğrigöz Graniti) veya subvolkanik (riyolit-riyodasit) etkilerle epitermal olarak oluştuklarını savunmuşlardır.

Okay (1981), Tavşanlı kuzeydoğusunda yaptığı çalışmada, İzmir-Ankara zonuna ait ofiyolitli melanaj birimlerinin yüksek basınç/düşük sıcaklık koşullarında mavişist metamorfizması geçirmiş olduklarını belirtmiştir.

Kaya (1982), Batı Anadolu'yu güncel geometrilerini Miyosen öncesi kazanmış, KD-GB gidişli, altı belirgin stratigrafik-yapısal topluluğa ayırır. Yazar bölgedeki D-B gidişli grabenlerin, bakışsız (yarım graben) olduğunu ileri sürmüştür.

Bingöl ve diğ. (1982), jeokronolojik yaş tayinleri sonucunda, Kuzeybatı Anadolu'da bulunan granitlerin kuzeyden güneye doğru gençleştiklerini, Eskişehir-Bursa-

Edremit çizgisinin kuzeyinde kalan granitlerin Jura öncesi, bu çizginin güneyinde kalanların Üst Kretase-Paleosen yaşında olduklarını belirtmişlerdir.

Ercan (1982), Batı Anadolu'da etkili olan Senozoyik volkanizmasının alkalik ve kalkalkalin bileşimde olduklarını ve bölgede toleyitik bir volkanizmanın saptanamadığını ileri sürmüştür.

Ercan ve diğ. (1982), Simav (Kütahya) civarındaki Senozoyik yaşlı volkanizmayı inceleyerek, volkanik kayaçların, çok düzenli bir gidişle, zamana bağlı olarak, kalkalkali karakterden alkali bazaltik karaktere dönüşüm gösterdiğini belirtmişlerdir.

Savaşçın (1982), termik domlaşma ve manto diyapirizminin denetiminde, kıtasal, bimodal bir graben volkanizmasının tüm Batı Anadolu'da Neojen süresince etkin olduğunu savunmuştur.

Konak (1982), Simav dolayının jeolojisi ve metamorf kayaçların evrimi ile ilgili çalışmasında birimleri tanımlamış ve metamorf kayaçların petrografik incelemesini yapmıştır.

Ercan ve diğ. (1983), Kula- Selendi (Manisa) dolaylarının jeolojisini inceleyip, formasyonları açıklamışlar ve Batı Anadolu'daki volkanitlerle buradakileri karşılaştırmışlardır.

Ercan ve diğ. (1984), Bigadiç çevresinde yüzeyleyen Senozoyik yaşlı çökel ve magmatik kayaçların stratigrafik, petrografik ve petro-kimyasal niteliklerini araştırmış ve magmatik kayaçların plaka tektoniği açısından kökenlerini yorumlamıştır. Yazara göre magmatik kayaçlar esas olarak kabuk, kısmen de üst manto kökenli olup, çoğunlukla yüksek potasyumlu kalkalkalen ve kısmen de şoşonitik özellikler gösterirken, başlangıçta tamamen kıtasal kabuk kökenli olan asit ve nötr kalkalkalen volkanizma, süreç içinde ve belirli aşamalar sonunda ilksel manto kökenli alkali bazik volkanizmaya dönüşmüştür.

Ercan ve Türkecan (1984), Batı Anadolu'da yer alan plütonların kuzeyden güneye doğru gençleştiklerini, bunların yer yer I tipi yer yer de S tipi plütonlar olduklarını ve bölgedeki volkanik kayaçlarla gerek köken gerekse yaş açısından sıkı ilişkili olduklarını ileri sürmüşlerdir.

Okay (1984), Kuzeybatı Anadolu'da farklı zamanlarda gelişmiş dört metamorfik kuşak ayırtlamıştır. Bunlardan en kuzeyde olanı Pontidlere ait Karakaya

Metamorfizmaları ile temsil edilen Sakarya Zonu'dur. Bu zonun güneyinde Pontid-Anatolid keneli boyunca YB/DS kuşağı yer alır (Tavşanlı Zonu). Bu kuşağın da güneyinde yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kırıntılı ve karbonatlardan oluşan üçüncü bir kuşak yer alır (Afyon Zonu). Gnays amfibolit ve mermerlerden oluşan dördüncü kuşak ise Karakaya Metamorfizmalarının altında tektonik pencereler halinde yüzeyleyir (Uludağ ve Kazdağ masifleri).

Yılmaz (1984), Batı Anadolu'da Triyas riftleşmesiyle split ve bazik volkanizmanın geliştiğini (Karakaya Formasyonu), Üst Kretase'de Neotetisin kuzey kolunun Sakarya Kıtası altına dalması sonucunda bazik ve ortaç volkanizmanın oluştuğunu savunurken, Tersiyer'de kalınlaşan ve yükselen Batı Anadolu masiflerinin derin kesimlerinde başlayan anateksitik kısmi ergimelerin yaygın silisik volkanizma ve plütonizmaya neden olduğunu belirtmiştir.

Ercan ve diğ. (1984), Batı Anadolu'da Miyosen – Kuvaterner süreçli karasal volkanizmada kalkalkali karakterdeki kayaların geçişli ve daha sonra alkali bazaltik jeokimyaya dönüşüm gösterdiğinden söz etmişlerdir. Ayrıca üstündeki örtü yükü ile gömülen metamorfik kütlelerin daha sonra K-G sıkışmalarla domlaşıırken, üstleyen yükün aşınması ve mantonun yükselmesi ile bir riftleşme görünümü sunduğundan söz etmişlerdir.

Ercan vd. (1985), Batı Anadolu' da Eosen'den tarihsel zamanlara değin pek çok evrede etkin olan ve 16 değişik formasyona ait volkanik kayalardan 22 adet örnekte yaptıkları Stronsiyum izotop oranları, K/Ar yöntemi ve majör, iz element analizleriyle yaşları ve içerikleri saptanmışlardır. Bunların kalkalkalen nitelikte olup, salt bazaltik örneklerin alkalen özellikler taşıdıklarını saptamışlardır.

Baş (1986), Domaniç – Tavşanlı - Kütahya- Gediz yöresinin Tersiyer deki birimlerini ayrıntılı olarak incelemiş ve Üst Miyosen de başlayan asidik volkanizmanın etkinliğinin Pliyosen sonuna kadar sürdüğünü bundan sonra Pliyosen ortalarında bazik ortaç bileşimli ayrı bir volkanizmanın olduğunu dile getirmiştir.

Şener ve Gevrek (1986), Simav-Emet ve Tavşanlı yörelerinde yapmış oldukları hidrotermal alterasyon zonları ile ilgili çalışmada bu yörelerde 100<sup>0</sup>C ile 230<sup>0</sup>C arasında değişen sıcaklıklara sahip jeotermal akışkanların varlığından söz edilebileceğinden bahsetmişlerdir.

Üşümezsoy (1987), Pontid bloğunun güneyinde yer alan Paleotetis'in kuzeye dalarak kapanışı ile birlikte oluşan yay, yayardı ve yitim kompleksinin Pontidlere yığılması olduğunu ileri sürer. Yazara göre Kuzeybatı Anadolu yığılma orojen kuşağı Menderes Masifi ile Erken Triyas'ta çarpışmıştır.

Oygür (1996), çalışma sahasının güneyinde yaptığı çalışmada, bölgedeki en önemli tektonik özelliğin, batıda Sındırgı'dan doğuda Muratdağı'na kadar BKB-DGD yönünde yaklaşık 150 km kadar uzanan ve sinus eğrisi biçimi gösteren Simav Fayı olduğunu belirtmiştir. Yazara göre Mumcu'daki epitermal Au cevherleşmesi, Simav Grabenini dik olarak enine kesen 'basit transfer fayları' üzerinde, Paleozoyik yaşlı metamorfizmler ile Miyosen yaşlı andezitik volkanitler arasında gelişirken, cevherleşmenin çevresinde her iki kayada da kaolinit, montmorillonit ve kristobalitten oluşan bir arjilik alterasyon yer almaktadır.

Oygür ve Erler (1999), Simav Grabeni boyunca görülen çok sayıda cevherleşmelerden; damar tipi Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri, paleo-tektonik dönemdeki sıkışma rejiminin etkisiyle Simav fayına yarı paralel kırıklar içinde oluştuğunu ayrıca neo-tektonik dönemde, bölgede genişlemeli tektonik rejimin egemen olmasıyla birlikte, porfiri sistemin iraksak ürünleri olan Au-Hg-Sb epitermal cevherleşmelerin olduğuna değinmişlerdir.

Tamgaç ve diğ. (1999), Simav (Kütahya) civarında yaptıkları jeotermal çalışmalarda, bölgedeki en önemli yapısal unsurun Simav Grabeni olduğunu ve grabenin Ege Graben sisteminin en kuzeyinde yer aldığını belirterek, yaklaşık D-B uzanımlı olan grabenin kuzeyinde Akdağ Horst'u, güneyinde ise Simav Dağı Horst'u bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Oygür ve Erler (2000)'e göre, Simav Grabeni üzerindeki çok sayıda cevherleşme, Batı Anadolu'nun jeotektonik gelişiminde hüküm sürmüş olan iki ana tektono-magmatik dönemle ilgili olarak oluşmuştur. Araştırmacıların Batı Anadolu'daki cevherleşmeler ile tektono-magmatik süreçler arasındaki ilişkiye ait görüşleri şöyledir: Paleo-tektonik dönemde egemen olan sıkışma rejiminin etkisiyle BKB-DGD uzanımlı sağ yanal atımlı Simav Fayı oluşmuştur. Yörede görülen damar tipi mezotermal Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri (İnkaya Cu-Pb-Zn, Arpaçukuru pirit-Cu, Pınarbaşı Cu-Mo) bu dönemde, olasılıkla plutonların mafik daykalarıyla ilişkili olarak Simav Fayına yarı paralel kırıklar içerisine yerleşmiştir. Pliyosen başında sıkışmalı



tektonik rejimin genişlemeli rejime dönüşmesi ile bölgede neotektonik dönem başlamıştır. K-G yönlü genişlemenin etkisiyle, Simav Fayının yatay bileşeni etkinleşerek Simav Grabenini oluşturmuştur. Graben gelişiminin daha sonraki evrelerinde K-G yönlü transfer fayları ana graben fayını kesmiştir. Graben boyunca görülen çok sayıdaki epitermal cevherleşme, (Mumcu Au-Hg, Değirmenciler Sb, Şaphane Alunit, Korkuyu Sb-Hg) bu transfer fayları üzerinde oluşmuştur. K-G gidişli faylar, daha önce oluşmuş baz metal damarları üzerine binen epitermal cevherleşmeler için de depolanma yerleri olmuştur.

Temiz ve Işık (2002), Simav güneyindeki metamorfik kayalar üzerinde yaptıkları çalışmada gerilme tektoniğine bağlı gelişen ayrılma fayı inceleme alanında yüksek dereceli metamorfik kayaların litoloji türünü migmatit ve granat mika gnayslar oluşturduğunu, ayrıca düşük dereceli metamorfik kayaların şist, mermer ve amfibolit kaya türü olduğunu dile getirmişlerdir.

Oygür ve diğ. (2002), Simav (Kütahya) civarında yaptıkları tahkik jeokimya çalışmalarında, inceleme alanına komşu olan J21 paftasında; Çulfalar Cu-Pb-Sb, Çamlık Pb-Zn, Karakoca Cu-Pb-Zn, Madenköy Pb-Zn, Mumcu Mo, İzzettin çiftliği Mo, Gökçukur Mo, Karakaya Cu-Mo, Eskihisar Sb-As, Çakmakkaya Sb-As, Çatalçam Zn-Sb, Karantılı-Tekkekıran Cu-Pb-Zn-Sb, Çamurluk Cu-Pb, Dört Yol Mo, Ahmetliçayı Cu-Pb-Zn, Hassakonak Cu, Gökçukur Pb-Zn anomalilerini ortaya çıkarmışlar, önemli gördükleri İnkaya Cu-Pb-Zn, Öreğler-Arpaçukuru massif pirit ve Değirmenciler Sb cevherleşmelerinin jeolojik haritalarını yapmışlardır.

Hasözbeğ ve diğ., (2004), Eğriğöz granitinin İzmir-Ankara Kuşağını kestiğini ve Menderes Masifinin çekirdek kompleksi olmadığı görüşlerine yer vermişlerdir..

M.T.A Genel Müdürlüğü (2004), Gediz (Kütahya) Belediyesi için jeotermal merkezi ısıtma sistemi için jeotermal enerji arama sonuç raporunda bölgenin jeolojisi ve jeotermal kaynaklar değerlendirilmiştir.

Mutlu vd (2005), Kütahya – Şaphane Alunit yatağının jeolojisini açıklayarak, normal faylar boyunca yükselen H<sub>2</sub>S ve türevlerince zengin çözeltilerin yer altı su seviyesinde atmosferik oksijen ile teması sonucunda ortaya çıkan sülfürik asidin alünit oluşumunda etkin rol üstlendiğini dile getirmiştir.

Altunkaynak ve Dilek, (2008), Batı Anadolu'da ki çarpışma sonrası volkanizmanın doğasının farklı eğilimli yaygın volkanizma ile karşılaştığından söz etmişlerdir.

Erkül ve diğ., (2008), Alaçam magmatik kayaçlarındaki jeokimya, Ar-Ar yaş ve Sr-Nd izotop verilerini bölgesel ve yerel jeolojik veriler ile birlikte değerlendirildiğinde, Alaçamdağ magmatik kayaçlarının, mafik ve felsik magmaların etkileşimi ile oluşan hibrid bir magmadan türediği savunmuşlardır. Alaçamdağ bölgesindeki volkanik ve plütonik kayaçların metamorfik çekirdek kompleksinin oluşumu ile ilişkili yay gerisi gerilmeye neden olan dalan dilimin geriye hareketi sonucu geliştiğini öne sürmüşlerdir.

Hasözbek ve diğ. (2010), Alaçam graniti üzerine güncel yaşlandırma teknikleri kullanılarak yaptıkları çalışmalarda U-Pb yaşı  $20.0 \pm 1.4$  ve  $20.3 \pm 3.3$  Ma Erken Miyosen yaşlı olarak ayrıca alaçam garniti içindeki biyotitlerden elde edilen Rb-Sr biyotit yaşını da  $20.01 \pm 0.20$  and  $20.17 \pm 0.20$  Ma yaşı olarak tespit etmiş olup kabuksal kayaçların kısmi ergimesi ile oluştukları belirtmişlerdir.

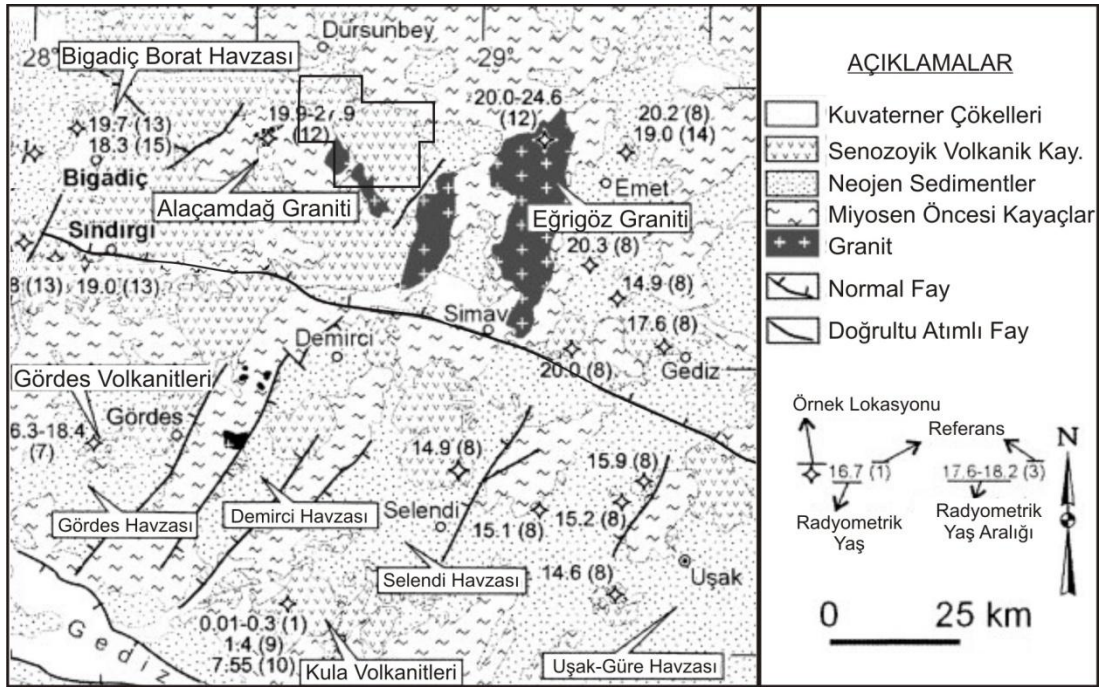
## 2. JEOLojİ

### 2.1 Bölgesel Jeoloji

Batı Anadolu bölgesel ölçekte, kor kompleksin yükselmesine, normal fay sistemleri ve buna bağlı havzaların oluşmasına neden olan kabuksal gerilmenin, yaygın olarak temsil edildiği bir bölgedir. Ege genişleme provensinin en doğu kesimini oluşturan Batı Anadolu'nun tektoniği, volkanizması ve magmatizması, Türkiye'deki Geç

Tersiyer olaylarının araştırılmasında büyük önem taşır. Bu açıdan da, çeşitli çalışmacıların farklı düşünceleri bulunmakla birlikte henüz tam bir görüş birliği sağlanamamıştır (Şekil 2.1). Özellikle Miyosen'den beri süregelen "Neotektonik" (Şengör 1980; Yılmaz ve diğ. 2000) evrede gelişen havzalar ve bunlarla zaman ve mekân bakımından yakın ilişkili magmatik ve volkanik kayaçların köken ve evrim sorunları halen tartışmalıdır. Batı Anadolu'da kuzey-güney, kuzeydoğu-güneybatı, kuzeybatı-güneydoğu (Gördes, Demirci, Selendi ve Uşak-Güre grabenleri) ve doğu-batı yönelimli (Edremit, Bakırçay, Simav, Gediz, Küçük Menderes ve Gökova grabenleri) iki büyük havza/graben sistemi bulunmaktadır (Ercan ve diğ. 1983; Şengör 1980, 1987; Seyitoğlu ve Scott 1991, 1994; 1996; Emre 1996; Seyitoğlu 1997; Seyitoğlu ve diğ. 1997; Koçyiğit ve diğ. 1999; Yılmaz ve diğ. 2000; Bozkurt 2001; 2003; Bozkurt ve Sözbilir 2004; Purvis ve Robertson 2004, 2005; Purvis ve diğ. 2005; Ersoy ve Helvacı 2007). Bir görüşe göre, yaklaşık KD-GB uzanımlı havzalar, İzmir-Ankara suture zonu boyunca Anatolid-Torid platformu ile Pontidler'in Geç Kretase-Eosen'deki çarpışmasını takip eden ve Orta Miyosen'e kadar devam eden sıkışma rejiminin ürünleri olup, daha sonra Tortoniyen ve daha genç D-B uzanımlı grabenler tarafından kesilmektedir (Şengör 1980, 1987; Yılmaz ve diğ. 2000). Diğer bir görüşe göre ise, K-G açılma rejiminin en geç Oligosen-Erken Miyosen'den itibaren var olduğunu ve hem kuzey hem de doğu-batı uzanımlı havzaların Erken Miyosen'den itibaren eş yaşlı olarak oluşmaya başladığını savunur (Seyitoğlu ve Scott 1991, 1992; 1996; Seyitoğlu 1997; Seyitoğlu ve diğ. 1997). Her

iki havzanın oluşumuna da yaygın bir biçimde magmatik ve bunlarla ilişkili volkanik faaliyetler eşlik etmiştir (Yılmaz ve diğ. 2000; Seyitoğlu ve diğ. 1997). Batı Anadolu'daki aynı sıkışma rejimi, kabuksal kısalma ve kalınlaşma (Şengör ve Yılmaz 1981) ile birlikte Oligosen-Miyosen döneminde magmatik faaliyetlere (Bingöl ve diğ. 1982) ve Erken Miyosen'de geniş yayımlı kalk-alkalin volkanik aktiviteye (Innocenti ve diğ. 1982) neden olmuştur. Batı Anadolu'da oldukça geniş yüzleklere sahip olan Geç Senozoyik yaşlı volkanik kayalar, kimyasal özellikleri temelinde başlıca iki gruba ayrılmaktadır (Aldanmaz ve diğ. 2000; Yılmaz ve diğ. 2001).



Şekil 2.1: Çalışma alanının bölgesel jeoloji haritası (Erkül ve diğ., 2005)

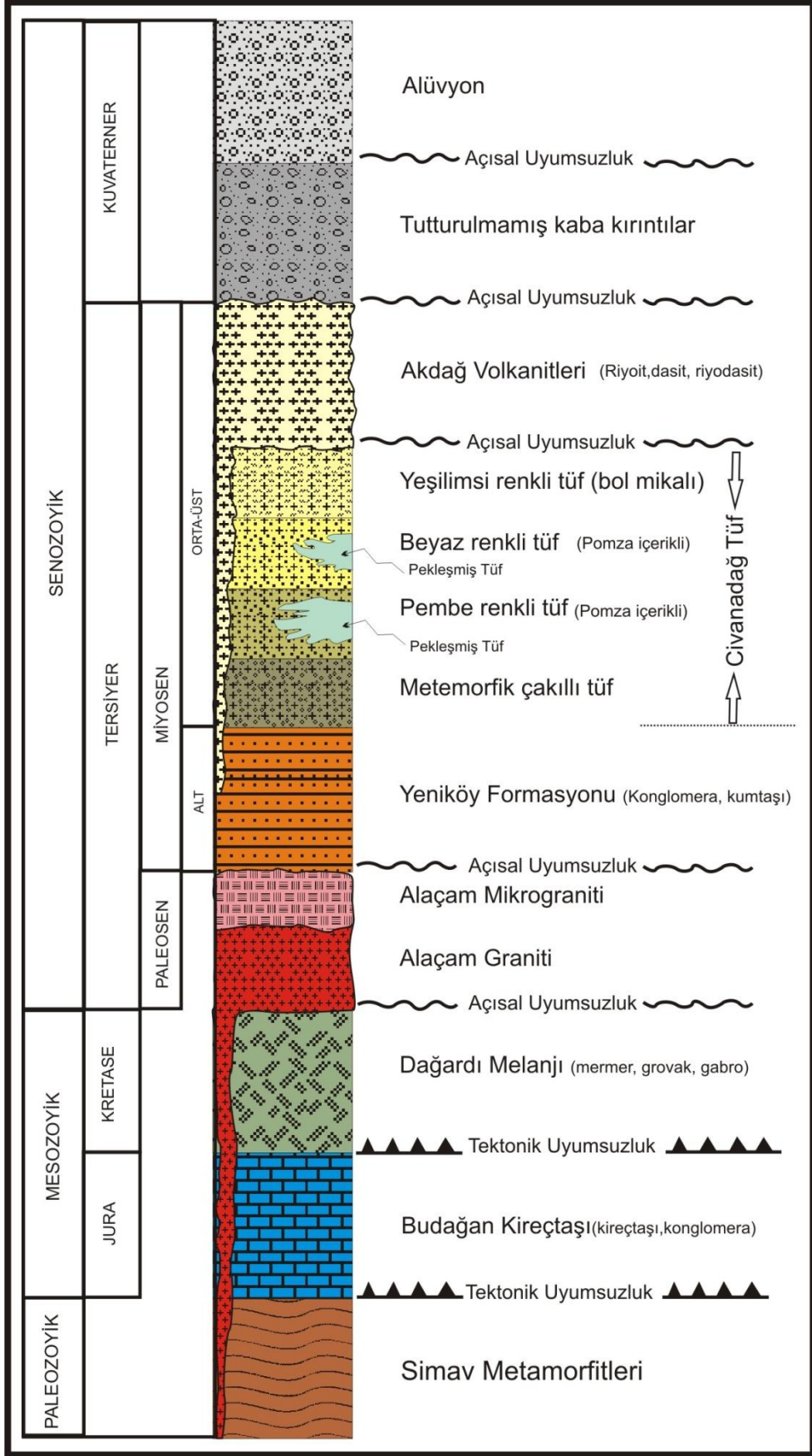
Ortaç-asidik bileşimli ve genelde kalk-alkali karaktere sahip olan volkanik kayalar Geç Oligosen-Erken Miyosen yaş aralığında toplanırken, bazaltik bileşimli ve başlıca alkali karaktere sahip olan volkanik ürünler Geç Miyosen-Pliyosen yaşlıdır. Volkanizma bileşimindeki bu değişimin tektonik rejim ile olan ilişkisi birçok çalışmacı tarafından ayrıntılı olarak tartışılmıştır (Fytikas ve diğ. 1980; Yılmaz 1989; Seyitoğlu ve Scott 1991; Yılmaz 1989; 1990; Aldanmaz ve diğ. 2000; Yılmaz ve diğ. 2000, Savaşçın ve Güleç 1990). Volkanizma bileşimindeki değişimi tektonik rejim değişikliğine bağlamakta, birinci gruptaki volkanik ürünlerin Geç Miyosen'e kadar devam eden K-G yönlü sıkışma sonucu geliştiğini, alkali kayaların ise Geç Miyosen'den sonra ortaya çıkan K-G yönlü açılma rejimi altında oluştuğunu

belirtmişlerdir. Ancak açılma rejiminin Geç Oligosen sonundan itibaren geçerli olduğunu savunan çalışmacılar volkanik kayaçların bileşimindeki bu değişimin, astenosferin katkısındaki artma ve kabuksal kirlenme oranındaki azalma nedeniyle ortaya çıktığını savunmuşlardır (Seyitoğlu ve diğ. 1997). Önceki araştırmacılar tarafından, çalışılacak alana yakın havzalarda yapılan çalışmalarda, Erken Miyosen yaşlı kalk-alkali felsik volkanitler ile beraber alkali ve ultrapotasik karakterli lamproitlerin (Selendi Havzası ve Gediz Havzası) ve alkali bazaltların (Bigadiç Havzası) varlığına değinilmiştir (Ersoy ve Helvacı, 2007; Erkül ve diğ. 2005; Semiz ve diğ., 2009). Bu çalışmalarda, KD-GB yönelimli havzaların tektonik ve magmatik gelişimlerinde, önceki çalışmaların aksine, Erken Miyosen’de ultrapotasik ve alkalın volkanitlerinin bulunmasının önemli bir sonuç olduğuna işaret edilmiştir. Özellikle geniş yayımlı kalk-alkalin volkanizmanın belirgin ürünleri, volkano-sedimenter serilerin ardalanması, perlitik oluşumlarla birlikte bulunan geniş yayımlı alkali riyolitler, kaldera, ignimbritler ve ekonomik öneme sahip tuzlar, bor, soda, lityum, zeolit, alunit ve polimetalik hidrotermal mineralizasyonlardır (Savaşın 1991; Helvacı and Yağmurlu 1995; Floyd ve diğ. 1998; Helvacı and Alonso 2000; Oygür ve Erler 1999; 2000; Mutlu ve diğ., 2005). Batı Anadolu’da yaklaşık D-B uzanımlı havzalardan biri olan Simav Grabeni, yaklaşık 150 km uzunluğundadır. Grabeni güneyden Simavdağ, kuzeyden ise Akdağ sınırlandırmaktadır. Havzanın stratigrafik istifi ve kaya birimleri ilk olarak Akdeniz ve Konak (1979) tarafından çalışılmıştır. Bölgenin istifi alttan üste doğru, Simav metamorfikleri, Sarıcasu ve Arıkaya Formasyonu, Budağan Kireçtaşı, Dağardı Melanjı, Eğrigöz Graniti, Kızılbük Formasyonu, Civanadağ Tüfleri, Akdağ Volkanitleri, Hisarcık ve Emet Formasyonu, Payamtepe Volkanitleri, Asartepe Formasyonu ve Naşa Bazaltları ile temsil edilmektedir (Ercan ve diğ. 1979; 1982; Gün ve diğ. 1979). Bölgede Tersiyer, geniş bir alanı kapsayan granitik intruzyonlarla başlar. Bunlar çoğunlukla granodiyoritik türde batolitler ve ilgili apilit, pegmatit vb. damar kayaçlarıdır (Akdeniz ve Konak 1979, Ercan ve diğ. 1982). Çalışma alanındaki granitler önceki çalışmacılar tarafından Alaçam graniti olarak adlandırılmıştır (Hasözbeke ve diğ., 2009; Delaloye ve Bingöl, 2000). Kızılbük Formasyonunu kestiği düşünülen şiddetli patlamalarla başlayan kalkalkali karakterli, öncelikli olarak tuf püsküren volkanizma (Civanadağ tüfleri) ve geniş yayımlı lavlarla (Akdağ volkanitleri) dönüşüm gösteren Orta-Üst Miyosen yaşlı volkanik kayaçlar gelmektedir (Ercan ve diğ. 1979). Beer (1964) ve Ergün (1965) Şaphane alunit yatağının etüdünü, Şener ve Gevrek (1986), jeotermal

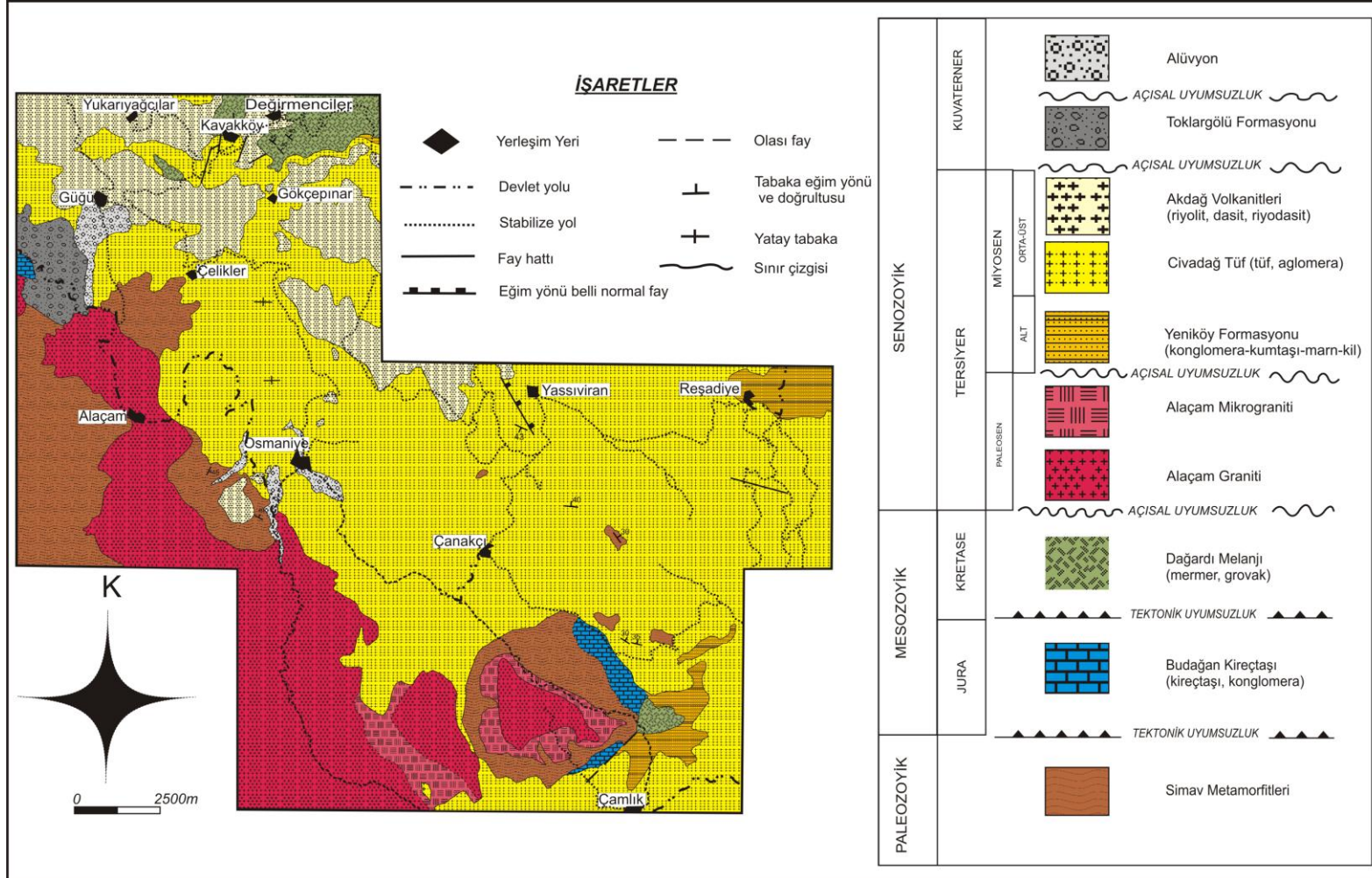
etkinlik sonucu bölgede oluşan hidrotermal alterasyon zonları üzerine çalışmışlardır. Oygür ve Erler (1999; 2000), Simav grabeni boyunca cevherleşmelerin yerleşmesi, tektoniği ve magmatizma arasındaki ilişkiden oluşan metalojenik özelliklerini, Mutlu ve diğ., (2005), Şaphane alünit yataklarının jeokimyasal ve kökeni hakkında çalışmalar yapmışlardır. Ercan ve diğ., (1982) Simav bölgesindeki Orta-Üst Miyosen yaşlı volkanik kayaların kalkalkali karakterde olduğunu belirtmiş ve kökenini araştırmıştır. Ercan ve diğ., (1996), önceki çalışmalarda Kuvaterner bazaltları olarak belirtilen birimin  $15,2\pm 0,3$  ve  $15,8\pm 0,3$  my (Orta Miyosen) yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Seyitoğlu ve diğ., (1997), Batı Anadolu'nun potasik karakterli Miyosen magmatizmasından sodik karakterli Kuvaterner magmatizmasının evrimini konu alan çalışmalarında, Uşak-Selendi-Emet bölgelerindeki volkanizma Erken Miyosen'de kalkalkali karakter gösterirken Orta Miyosen'de alkali karaktere geçiş yaptığı belirtilmiştir.

## **2.2 Genel Jeoloji ve Stratigrafi**

İncelenen alanın temelinde Paleozoyik yaşlı Simav Metamorfitleri yer almaktadır. Onların üzerinde ise, tektonik dokanaklı olarak Jura yaşlı kırıntılı çökeller ve kireçtaşları ile temsil edilen Budağan kireçtaşları gelmektedir. Yine alttaki birimler üzerine tektonik dokanaklı olarak metabazitler ve mermerler ile temsil edilen Kretase yaşlı Dağardı melanjı gelir. Alaçam graniti ve mikrograniti alttaki tüm birimleri keserek bölgede geniş yayılım oluşturur. Altaki tüm birimler üzerine açısız uyumsuzlukla, kırıntılı çökeller ile temsil edilen Yeniköy Formasyonu gelmektedir. Yeniköy formasyonu, üzerine yatay ve düşey geçişli olarak Civanadağı piroklastik kayaları gelmektedir. Civanadağı piroklastikleri üzerine de Akdağ volkanitleri yer almaktadır. Civanadağı piroklastiklerinin yaşı Miyosen'dir. En üstte de Kuvaterner yaşlı kırıntılar yer alır ( Şekil 2.2 ve 2.3)



Şekil 2.2: İncelenen alanın stratigrafik dikme kesiti



Şekil 2.3: Çalışma alanının jeoloji haritası (Ek-A1)



### 2.2.1 Simav Metamorfitleri (Pzsm)

Kendi içinde aynı metamorfizma ve yapısal özellikler sunan bazik ara katkılı şist, metabazik ve metaultramafik kayalarla mermer bant ve merceklerini kapsayan kayalar topluluğu Simav Metamorfitleri olarak Konak (1982) tarafından adlandırılmıştır. Beyaz, gri renkli, bantlı görünümlü mermerlerden oluşan birim, “Balıkbaşı Formasyonu” ve beyaz- gri renkli kristalize kireçtaşıdan oluşan birim “Arıkaya Formasyonu” olarak ayırtlanmışlardır (Akdeniz ve Konak, 1979). Yukarıda adı geçen tüm birimler bu çalışmada Simav Metamorfitleri adı altında incelenmiştir. Metamorfik kayalar, incelenen alanın temel kayalarını oluşturur. İncelenen alandaki metamorfik kayalar, çalışma alanının batısında ve güneyinde genellikle granit dokanaklarında yer almaktadır.

Grimsi, kahverengi kuvarsit, kuvars-muskovit şist, kuvars- muskovit-klorit şist, biyotitli granat şistlerden oluşan birim, yanal ve düşey geçişler sunar (Şekil 2.4). Birimin tabanını oluşturan kuvars-muskovit şistler, kirli beyaz – sarımsı renkte, iki yönde gelişmiş eklemlili, kaba yapraklanmalı olup büyük muskovit pulları içermektedir (Akdeniz ve Konak, 1979). Ayrıca granat, biyotit, albit, kuvars şistler ile diyopsit ve oligoklas, andezin içeren hornblendli şistler gözlenmiştir (Konak, 1982). Beyaz, gri renkli, laminalı mermerlerden oluşan birim orta kalın tabakalı olup tektonizma sonucu kıvrımlı ve eklemlili bir yapı kazanmıştır.

Beyaz, gri renkli, orta-kalın tabakalı breşik dokulu, kıvrımlı kristalize kireçtaşı niteliğindeki birim, karstik boşluklar içermesi ve topografyası ile tipiktir. İki yönde gelişmiş eklem sistemi ile kırıklı yapıdadır (Akdeniz ve Konak, 1979). Mikroskobik incelemelere göre granoblastik dokulu olan, kristalize kireçtaşı basınç ikizlenmesi sunan kalsitten oluşmuştur. Ayrıca az oranda dolomit, çok az beyaz mika, kuvars ve albit içermektedir (Konak, 1982). Simav metamorfitlerinin üstünde ise birimle tektonik dokanaklı olarak uyumsuz bir şekilde Budağan kireçtaşları yer alır. Simav dağında alt ve üst sınırı gözlenebilen birimin kalınlığı 150–500 m kadardır (Akdeniz ve Konak, 1979). Birimin kalınlığı tarafımızdan çalışma alanında tam olarak tespit edilememiştir.



Şekil 2.4: Kuvars şistlerin arazideki görünümleri (Ortaca köyü 150m KD'su)

Araştırmacıların çoğu Dora, 1979 ve 1973; Başarır, 1970 ve 1975; Uz, 1973 ve 1975; Akdeniz ve Konak, 1979a ve 1979b; Batı Anadolu'daki benzer litolojilere Siluro-Devoniyen ile Permo- Karbonifer arası yaş önermişler. Çevre kayaçlarla Simav Metamorfitleri deneştirildiğinde, önerilen yaş aralığı doğru bir yaklaşım olarak nitelendirilmektedir (Konak, 1982). Bizim tarafımızdan Simav Metamorfitleri olarak adlandırılan tüm bu birimlere Paleozoyik yaşı verilmiştir.

### 2.2.2 Budağan Kireçtaşı (Jkb)

Jura Kireçtaşları, incelenen alanın temel kayaçları olan metamorfik kayaçların üzerinde tektonik dokanaklı olarak yer alır. Bunların üzerine de tektonik dokanaklı olarak Kretase yaşlı Dağardı Melanjı gelmektedir. Birim Konak (1979) tarafından Kırkbudak Formasyonu ve Kaya (1972) tarafından da Budağan Kireçtaşı olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.5).

Mesozoyik yaşlı birim inceleme alanında Çamlık köyünün kuzeyinde geniş yüzlekler vermektedir. Bölgede alttan üste doğru konglomera, grovak, kumtaşı, silttaşı, kiltası ardalanmalı ve bu seviyeler içerisinde kireçtaşı mercceklerinden oluşmaktadır.



Şekil 2.5: Çalışma alanındaki Jura yaşlı kireçtaşlarının arazide görünümü

Yeşil, kahve renkli, orta kalın katmanlı konglomeralar alttaki formasyonun çakıllarını içerir. Taneler köşeli olup çok kötü boylanmalıdır. Konglomeralar üst seviyelere doğru kızıl, kahve, gri renkli kumtaşlarına geçmektedir. Bu geçiş litoloji ardalanması ve tane küçülmesi şeklindedir. Kumtaşları orta kalın katmanlı, iyi- orta boylanma ve çapraz tabakalanmalar gözle fark edilir. Gri, kahve, sarı renkli grovaklar köşeli taneli, çok kötü boylanmalı ve ince orta tabakalıdır. Kırmızı, gri, kahve renkli silttaşı ve kiltası seviyeleri ince orta tabakalı olup kıvrımlı ve lineasyonludur. Gri, kirli beyaz renkli kireçtaşları merceksel şekilli, bol kırıklı ve çatlaklıdır. Yer yer orta- kalın katmanlı kireçtaşı seviyeleri bulunmaktadır. Birim ayrıca krem, gri renkli silttaşı-şeyl-kireçtaşı ardalanması ile devam edip dolomitize kireçtaşları ve kireçtaşı seviyelerini içermektedir. Gri, beyaz, bej renkli, kalın katmanlı, yer yer masif görümlü kireçtaşı, sert eklemli, kırılğan ve kalsit dolgulu olup rekristalizasyona uğramıştır. Gri, siyah renkli dolomitleşmiş kireçtaşı seviyelerinde yamalar halinde gözlenir. Bu kireçtaşları kırıldığında çürük yumurta kokusu çıkarır (Akdeniz ve Konak, 1979).

Birime ait herhangi bir fosil içeriğine rastlanılmamıştır. Değişik araştırmacılar tarafından değişik seviyelerden alınan örneklerden Akdeniz ve Konak (1979)

kireçtaşlarında alg ve mercan kırıntılarına rastlanılmıştır. Serdaroğlu,(1976) bazı kalıntıları Paleodasyoladus cf. olarak tanımlamış ve Alt Liyas yaşı önermiştir. Bir diğer araştırmacı aynı yerde Teutloporella sp. formunu bularak Orta Triyas Liyas arasında bir yaş verilmiştir.

Ayrıca inceleme alanında yüzeyleyen karbonatlardan ve gerekse çalışma alanı dışında, aynı konumdaki dolomitik kireçtaşlarından alınan örneklerde Serdaroğlu (1976) tarafından Lepidorbitoides minor (Sehlm), Orbitoides Meida (d Arch), Stomiosphaera Sphaerica (kauf.), bulunarak birime Maestrihtiyen yaşı verilmiştir. Kallioğlu (1977) ise İnvolutina communis (Kristan.), İnvolutina tenuis (Kristan), Trocholina permodiscus (Oberhauser), Triasina sp., İnvolutina Sinuosa pragsoides (Oberhauser), İnvolutina minuta (Koehn – Zaninetti) vb. fosilleri saptanmış ve Üst Triyas (muhtemelen Noriyen-Resiyen) yaşı verilmiştir (Konak, 1982). Tüm verilere göre birimin yaşı Orta Triyas Liyas – Üst Triyas Maestrihtiyen yaş aralığı olarak düşünülmektedir.

Birim alttan üste doğru karasal ortamdan denizel ortama geçişi yansıtır. Tabandaki konglomeralar alüvyal yelpaze çökeli özelliğindedir. Konglomera mercekleri akıntı hızının arttığını, silt ve kil azaldığını gösterir, laminalı kıltaşı ve silttaşı düşük enerjili ortam karakterize eder. Kireçtaşı mercekleri sıg şelf ortamını belirler (Akdeniz ve Konak, 1979).

### **2.2.3 Dağardı Melanjı (Kdm)**

Dağardı melanjı altta yer alan Jura Kireçtaşları üzerine yatay ve yataya yakın tektonik dokanaklı olarak gelmektedir. Çalışma alanının kuzeyinde Kavakköy ile Değirmenciler köylerinin bulunduğu alanlar ile Çamlık köyünün kuzeybatısında yüzeylemeleri bulunmaktadır. Dağardı Melanjı parçalı ve kırıklı yapıda mermerler ve meta-mafik kayalardan oluşmaktadır (Şekil 2.6). Mermerler, gri ve beyaz renklerde olanların yanında koyu kahverengi ve yoğun ağsal silis damarlı olanlar da yer almaktadır. Metamafik kayalar sahada tabakamsı görünüşleri ile dikkat çekmektedir.



Şekil 2.6: Dağardı Melanjı içindeki kireçtaşlarının arazide görünümü (Kavak köyünün 250m kuzeyi).

#### 2.2.4 Alaçam Graniti ve Mikrograniti

Alaçam graniti, Alaçam köyü ve Çamlık köyü civarındaki alanda KB-GD ve KD-GB doğrultulu uzanım gösteren yüzlekler verir. Bölgede geniş alanlar kapsarlar ve son on yıllar içinde işletilen Pb-Zn cevherleşmeleri granitlere bağlı olarak oluşmuştur. Alaçam graniti arazide koyu gri, açık gri, açık yeşilimsi tonlarda ve altere olanlarında sarımsıkahve renkli olarak görülmüşlerdir (Şekil 2.7). El örneklerinden açık renkli olanlarında bol kuvarslı, feldispatlı ve biyotitli olduğu görülmüş olup koyu gri ve açık yeşilimsi renkli olanlarında bol miktarda biyotit olduğu tespit edilmiştir. Alaçam graniti porfirik dokulu granit ve kenar kesimlerinde dokusal özelliklerine bağlı olarak daha küçük taneli olduklarından mikrogranit olarak adlandırılmıştır. Alaçam graniti üzerine güncel yaşlandırma teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalarda U-Pb yaşı  $20.0 \pm 1.4$  and  $20.3 \pm 3.3$  Ma Erken Miyosen yaşlı olarak ayrıca alaçam garniti içindeki biyotitlerden elde edilen Rb-Sr biyotit yaşıda  $20.01 \pm 0.20$  and  $20.17 \pm 0.20$  Ma yaşı olarak tespit edilmiş olup kabuksal kayaçların kısmi ergimesi ile oluştukları belirtilmektedir (Hasözbeke ve diğ. 2010).



Şekil 2.7: Granitler yer yer altere olmuş vaziyette görülmektedir. (Gökçepınar köyü GB'sı, Küçükaraçam Tepe)

### 2.2.5 Yeniköy Formasyonu (Tmy)

Kirli sarı, bej renkli kumtaşı, kil taşı, marn, killi kireçtaşı ardalınması ve merceksel kömür ve tuf katkılarında oluşan kayalara Akdeniz ve Konak (1979) Kızılbük Formasyonu; Ercan ve diğ. (1978) Yeniköy Formasyonu adlaması yapmışlardır. Tarafımızdan Yeniköy Formasyonu kullanılmıştır.

Yeniköy formasyonu kahverengimsi sarı renkli, ince-orta tabakalı, iyi boylanmalı, tane destekli kumtaşı, grimsi mavi-koyu gri renkli, ince-orta tabakalı siltaşı, yeşilimsi gri, yer yer açık bej renkli, ince tabakalı kiltası ardalınmasından ve ince seviyeler halindeki çakıltası ara katkılarında oluşmaktadır.

Birim kumtaşı ile geçişli ve ardalınmalı kiltaları ile başlamaktadır (Şekil 2.8). Kahve, sarı renkli kumtaşları ince-orta tabakalı olup iyi boylanmalıdır. Yeşil, sarı, bej renkli marnlar kalın katmanlı olup kum ve çakıl mercekleri içermektedir. Genelde yer yer merceksel, gri-kirli beyaz renkli, ince-orta tabakalı, tuf ara seviyeleri gözlenmektedir. Genelde üst seviyelerde gözlenen tüfler beyaz renkli ve merceksel şekillidir. Aralarında asidik lav bantları da görülmektedir. Yer yer kumtaşlarında oygu-dolgu yapıları ve akıntı izleri gözlenmiştir. Bazı konglomera

seviyelerinde çakıl tanelerinin boyutu yaklaşık 25 cm. ye ulaştığı halde, bazı seviyelerinde çakıl boyutu birkaç mm. yi aşmamaktadır. Konglomeralar genellikle kum veya kalsit çimentoya sahiptir. Açık gri, kırmızı arasında değişen renkli yer yer bol mika pullu, ince ve orta kalınlıkta tabakalı, fosilsiz, kumtaşları konglomeralarla dereceli ve yanal geçişlidir. Konglomeralarda ayrıca boylanma ve derecelenme kötüdür. Düzensiz tekrarlanmalı düzeyler değişik kalınlıklarda katmanlıdır. Birim içerisinde yer yer ekonomik kömür damarları vardır (Semiz ve diğ., 2009).



Şekil 2.8: Yeniköy formasyonuna ait tabakalı kumtaşı- kilaşı ardalanması (Reşadiye köyüne yakın yol üzeri)

Yeniköy Formasyonu incelenen alanda Reşadiye, Civanadağ orman yolunda tüfler ile geçişli olarak izlenir. İncelenen alanın güney ve doğu kesimlerinde; Reşadiye köyü civarı ve Çamlık köyünün kuzeybatısında yüzeylenmeleri bulunmaktadır. Mostrada kirli sarı renkli olarak gözlenirler.

Yeniköy Formasyonu incelenen alanda Alaçam graniti üzerine açısız uyumsuz olarak gelir ve Yeniköy Formasyonu üzerine de geçişli olarak piroklastik kayalar yerleşmektedir. Gölsel ortam çökelleri olan Yeniköy Formasyonun tabanındaki kumtaşı, kırıntılı sahil çizgisini, marnlar, tatlı su ortamını, kil taşı, killi kireçtaşı ardalanması ise sığ delta ortamını göstermektedir. Kömür ve tuf mercekleri içermesi

kara ile olan ilişkisini yansıtmaktadır. Üst seviyelerde karadan gelen bu malzemelerin etkinleşmesi ile Civanadağ Tüfleri denilen birime yanal ve düşey geçişli olarak dönüşmüştür.

### **2.2.6 Civanadağ Tüfleri (Tmc)**

Beyaz, gri, krem renkli başlıca tuf ve aglomeralardan oluşan birim; Akdeniz ve Konak (1979), tarafından “Civanadağ Tüfleri” olarak tanımlanırken, Ercan ve diğ. (1978), tarafından ise tüm volkanitleri “Karaboldere Volkanitleri” olarak adlandırmışlardır. Tarafımızdan da Civanadağ Tüfleri olarak kullanılmıştır.

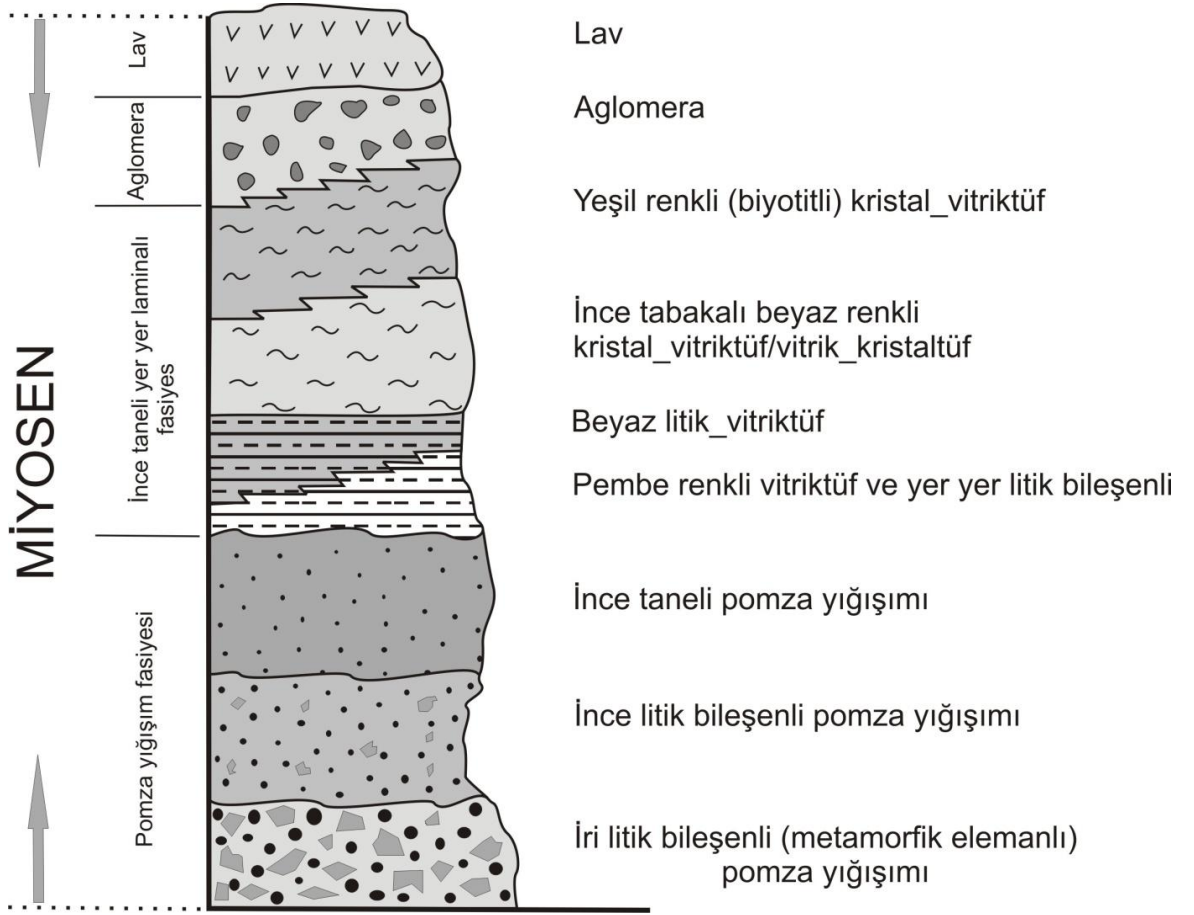
İncelenen alanın orta ve doğu kesimlerinde geniş yüzeylemeler oluşturur. Harita alanının yaklaşık yarısından fazlasını işgal etmektedir. Civanadağ tüfleri üzerinde ince ve detaylı çalışma yapılarak ölçeksiz stratigrafik istifi ortaya çıkarılmıştır. Piroklastik kayaçların altta pomzaca zengin olan fasiyes ile onun üzerinde ince taneli fasiyes ve en üstte aglomeralardan oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.9). Ayırtılan fasiyeslerin litolojik özellikleri aşağıda verilmektedir.

#### **2.2.6.1 Pomzaca zengin Fasiyes**

Pomzaca zengin fasiyes piroklastik kayaçlarının tabanında yer almaktadır. Alt zonlarda litik bileşenlerin ve pomza tanelerinin boyutları daha büyüktür. Litik bileşen olarak çoğunlukla metamorfik kayaç parçaları içerdikleri görülmüştür (Şekil 2.10). Üst seviyelere doğru pomza tanelerinin boyutlarında küçülme ve ayrıca litik bileşenlerin de boyutlarında küçülme ve azalma belirlenir (Şekil 2.13). Pomzaca zengin fasiyesin üst zonlarında ise pomza tanelerinin boyutları daha da küçülmüş olarak izlenir ve pomza tanelerinin dizilimleri ile oluşan yer yer ince tabakamsı seviyelerde gözlenmeye başlar (Şekil 2.12).

Pomzaca zengin olan fasiyes çalışılan alanın batı kesimlerinde yüzeylemeler oluşturmaktadır. Arazi de beyaz ve beyazımsı renklerde izlenir (Şekil 2.11). Altta yer alan Yeniköy Formasyonu ile geçişli olarak bulunur. Bölgedeki cevherleşme ile ilgili tüm belirtiler ve/veya verilerde bu kesimde yer alır. Yer yer demirli alterasyon zonlarının yanında silisli zonlar ve kalın silis damarları içerirler.





Şekil 2.9: İncelenen alandaki piroklastiklerin dikme kesiti



Şekil 2.10: En altta yer alan metamorfik kayaç ( litik bileşen) çakıllı ve pomzalı fasiyes (Çelikler köyü yolu doğusu, Kızılağaç Tepenin 50m doğusu)



Şekil 2.11: Pomzaca zengin fasiyes üst düzeylerde kalın tabakalı bir görünüm sunmaktadır (Reşadiye köyü yolu yol kenarı, köye 250 m)



Şekil 2.12: Pomzaca zengin fasiyesde düzenli pomza yığılımları (Çelikler köyü yolu doğusu, Kızılağaç Tepenin 50m doğusu)

### 2.2.6.2 İnce Taneli ve Yer Yer Laminallı Fasiyes

İnce taneli ve yer yer laminalanma gösteren fasiyes çoğunlukla tüflerden oluşmuştur. Altta beyaz renkli fakat yer yer pembe seviyeler içeren tüfler ile en üst zonlarda yer alan biyotitli tüflerdir (Şekil 2.14). Yoğun biyotit içeren tüfler, arazide açık yeşil ve koyu yeşil renklerde izlenmişlerdir (Şekil 2.15).



Şekil 2.13: Pomzaca zengin fasiyeste düzensiz ve farklı boyutlu pomza yığılımları (Çelikler köyü yolu, köyün 750m GB'sı)

İnce taneli fasiyes, yer yer kaynaklanmış olduklarından arazide belirgin olarak aşınması zor olan morfolojiler oluşturmuşlar ve çoğunlukla daha üst rakımlı alanlarda belirlenmişlerdir. İnce taneli fasiyesteki renk değişimleri tüflerin mineral içerikler ve/veya başka bir tanımla kristal yığılımlarında mineral içeriği ile ilgili oldukları anlaşılmaktadır. Örneğin, beyaz renkli olan tüflerde kuvars kristalleri egemen iken, yeşil renkli olan tüflerde ise, biyotit yığılımları ve biyotitlerin alterasyonu ile oluşan opak mineral egemen oldukları belirlenmiştir. İnce taneli tüflerde, litik bileşen içermelerine karşın çok küçük taneli ve daha az oranlarda oldukları görülmüştür. İnce taneli fasiyeste ayrıca fiamme yapıları da tespit edilmiştir (Şekil 2.16).



Şekil 2.14: Pomzaca zengin fasiyes üzerinde yer alan ince taneli fasiyeste kısmen kaynaklaşmış pembemsi-beyazımsı tuf (Osmaniye köyünün 1km kuzeyi yol kenarı).



Şekil 2.15: Pomzaca zengin fasiyes üzerinde kısmen kaynaklaşmış yeşilimsi tuf düzeyleri (Gökçepınar köyü GD'su, Kayabaşı tepenin 250m batısı)



Şekil 2.16: İnce taneli fasiyeste fiamme yapıları (Osmaniye köyü KD'su, Çevirmekaba Tepenin 250m KD'su)

### 2.2.6.3 Aglomera

Piroklastik kayaların en üst fasiyesini oluşturur. Tabanda ince taneli fasiyes ve üstte de lavlar yer almaktadır. İri lav (aglomera) blokları 15 cm lik boyutlara ulaşmıştır. Taneler tuf ile bağlanmıştır (Şekil 2.17).



Şekil 2.17: Aglomera biriminin arazide görünümü (Gökçepınar köyünün 1km GD'su yol kenarı, Murtluçuk Tepenin 250m GB'sı).

### 2.2.7 Akdağ Volkanitleri (Tma)

Riyolit, riyodasit, ve dasit gibi değişik bileşimlerdeki lavlardan oluşan volkanik kayalar topluluğu Akdeniz ve Konak (1979), tarafından “Akdağ Volkanitleri” adlanması yapılmış, Ercan ve diğ. (1978) ise tüm volkanitleri “Karaboldere Volkanitleri” olarak adlandırmışlardır (Konak, 1982, Ercan ve diğ., 1984).

İncelenen alanın kuzey ve orta kesimlerinde Osmaniye, Güğü, Gökçepınar ve Çelikler köylerinin yakınında yüzeyleyirler. Lavların kuzeyden güneye inildikçe kalınlıkları azalır. Tepelerin çoğunda düz alanlar oluştururlar. Alt dokanaklarında tuf ve bir kesimde aglomeralar yer almaktadır (Şekil 2.18 ve 19). Üst dokanaklarında ise açısız uyumsuzlukla Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yer alır. Gökçepınar ve Kavakköy yol güzergâhında riyolit ekstrüzyonları ilginç bir domsu yapı sunmaktadır (Şekil 2.21). Bu bölgedeki riyolitler kırık zonları boyunca yoğun olarak demirli alterasyona maruz kalmışlardır. Lavlar mostrada ve el örneklerinde gri, koyu gri ve pembemsi ve pembemsi hafif kahverenkli olarak izlenmişlerdir. Riyolitik volkanitlerde sütünsal yapılar gelişmiştir (Şekil 2.20).



Şekil 2.18: Riyolitler ile tuf arası sınır ilişkisi (Çanakçı köyü ile Çamlık köyü yolu, Çanakçı köyünün 250m batısı)



Şekil 2.19: İncelenen alandaki lavların piroklastik kayaçlar üzerindeki görünümü (Osmaniye köyü GB'sı, Candere Orman Bölge Şefliğinin 200m kuzeyi)



Şekil 2.20: Riyolitik lavlarda gelişmiş sütunsal yapılar (Değirmenciler köyü 500m kuzeyi)



Şekil 2.21 Gökçepınar ve Kavakköy yol güzergâhında riyolit extrüzyonlarındaki ilginç domsu yapı.

### **2.2.8 Toklalgölü Formasyonu (Qt)**

Kaba detritikler halinde bulunan birim alacalı renkte tutturulmamış, ince kum ve marn mercekli, kaba taneli konglomera; yersel eski alüvyon veya taraca görünümünde bazende belirgin katmanlamalı şekilde bulunmaktadır (Akdeniz ve Konak, 1979).

Alacalı renkte, tutturulmamış kaba tanelerden oluşan birim Akdeniz ve Konak (1979) tarafından Toklalgölü Formasyonu olarak, Ercan ve diğ. (1978) tarafından da Asartepe Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Ercan ve diğ., 1984).

Birim inceleme alanın batısında Güğü köyü civarında görülmektedir. Formasyon bölgede akarsu ortamını yansıtan gevşek konglomera ve kumtaşları ile izlenir. Genellikle kızılımsı turuncu, yer yer gri- beyaz renklerde, gevşek, kireç, kil, tuf çimentolu, orta- kalın katmanlamalıdır. Yersel olarak kumlu marn ve kumtaşı merceklerinden oluşurlar (Ercan ve diğ., 1984).

Toklalgölü Formasyonunun altında, Akdağ Volkanitleri uyumsuz olarak yer almaktadır. Birimi alüvyonlar uyumsuz olarak örter. Birimin kalınlığı 50- 200 m arasında değişmektedir (Akdeniz ve Konak, 1979, Ercan ve diğ., 1984). Formasyon



içinde Üst Pliyosen yaşlı kireçtaşı çakıllarının bulunması, yaşın Üst Pliyosenden daha genç olduğunu göstermektedir (Akdeniz ve Konak, 1979, Ercan ve diğ., 1984).

Formasyonda kaba detritiklerin depolanması Pliyosen göllerinin, çekilip kuruması ile gelişen akarsu ağının, yaşlı birimlerden taşıdıkları kırıntıları, yatakların uygun yerlerine katmanlı olarak yığılması ile gelişmiştir. Büyük blokların hızlı erozyonu ve vadi yataklarının yükselmesi çökme anında ve daha sonra bölgesel yükselmelerin oluştuğunu gösterir (Akdeniz ve Konak, 1979. Ercan ve diğ., 1984).

### **2.2.9 Alüvyon (Qa)**

Derelerin alçalışlarında ve düzlüklerde bulunan alüvyon; tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki bileşenlerden meydana gelir. Güğü köyünün güneyi ile Osmaniye köyünün güneyinde depolanan birim çok fazla bir alanı kaplamamaktadır. Dağ eteklerinde biraz kaba bileşenli çökellerin, havza ortasına doğru giderek daha küçük bileşenli elemanlara dönüştüğü gözlenir. Alüvyon diğer formasyonlar üzerine gelen karasal çökeller halinde oluşumlarını günümüzde de sürdürmektedir.

### 3. PETROGRAFİ VE MİNERAL KİMYASI

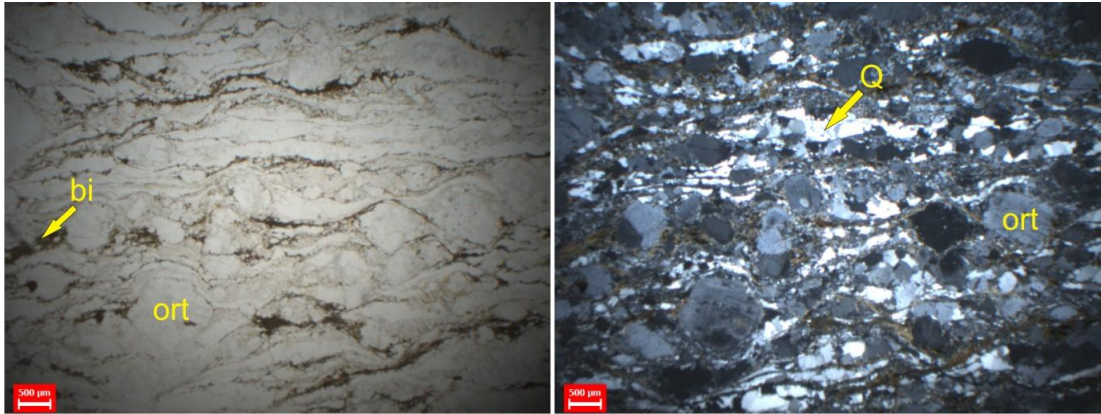
Bu bölümde çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin mineralojik ve petrografik özellikleri incelenmiştir. Ayrıca Akdağ volkanitlerinde ve Alaçam granitlerinde yapılan mineral kimyasına yönelik çalışmalara yer verilmiştir.

#### 3.1 Metamorfik Kayaçlar

Metamorfik kayaçlar, incelenen alanın temel kayaçlarını oluşturur. İncelenen alandaki metamorfik kayaçlar, çalışma alanının güney batısında ve genellikle granit dokanaklarında yer almaktadır. Araziden derlenen örneklerin mikroskobik incelemelerine göre, egemen olan litolojiler aşağıda verilmektedir (Tablo 3.1).

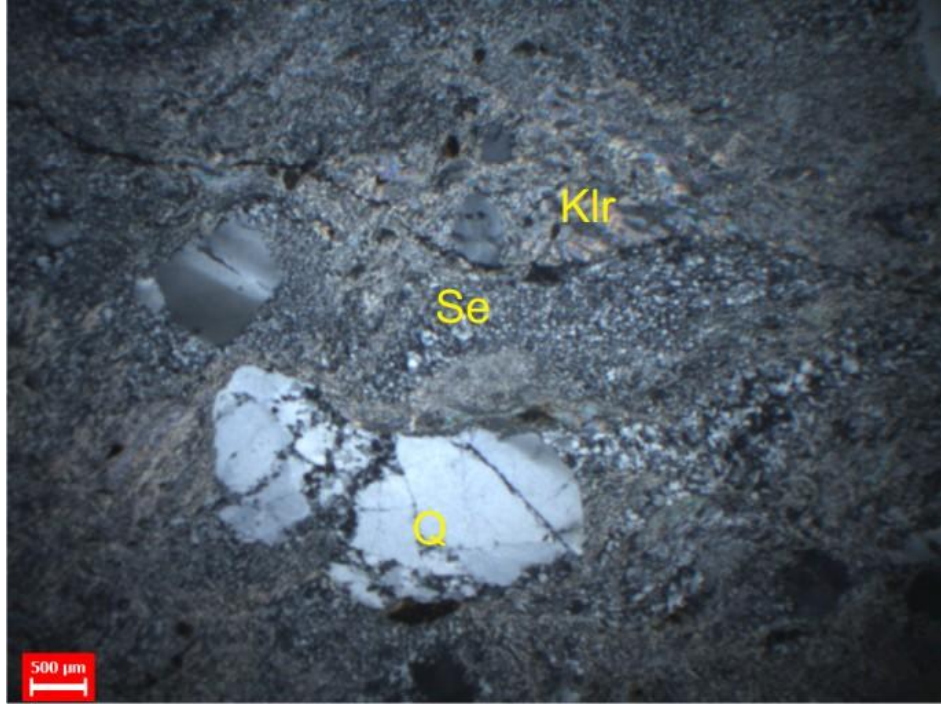
-Kuvarsit ve Kuvars şistler

- Mika şistler



Şekil 3.1: DUP 41 nolu biyotit-kuvarşist örneğindeki biyotit, ortoklas ve kuvars kristallerinin görünümü. Grano-lepidoblastik dokuda.(bi;biyotit, ort;ortoklas, Q;kuvars, Ölçek 500µm)

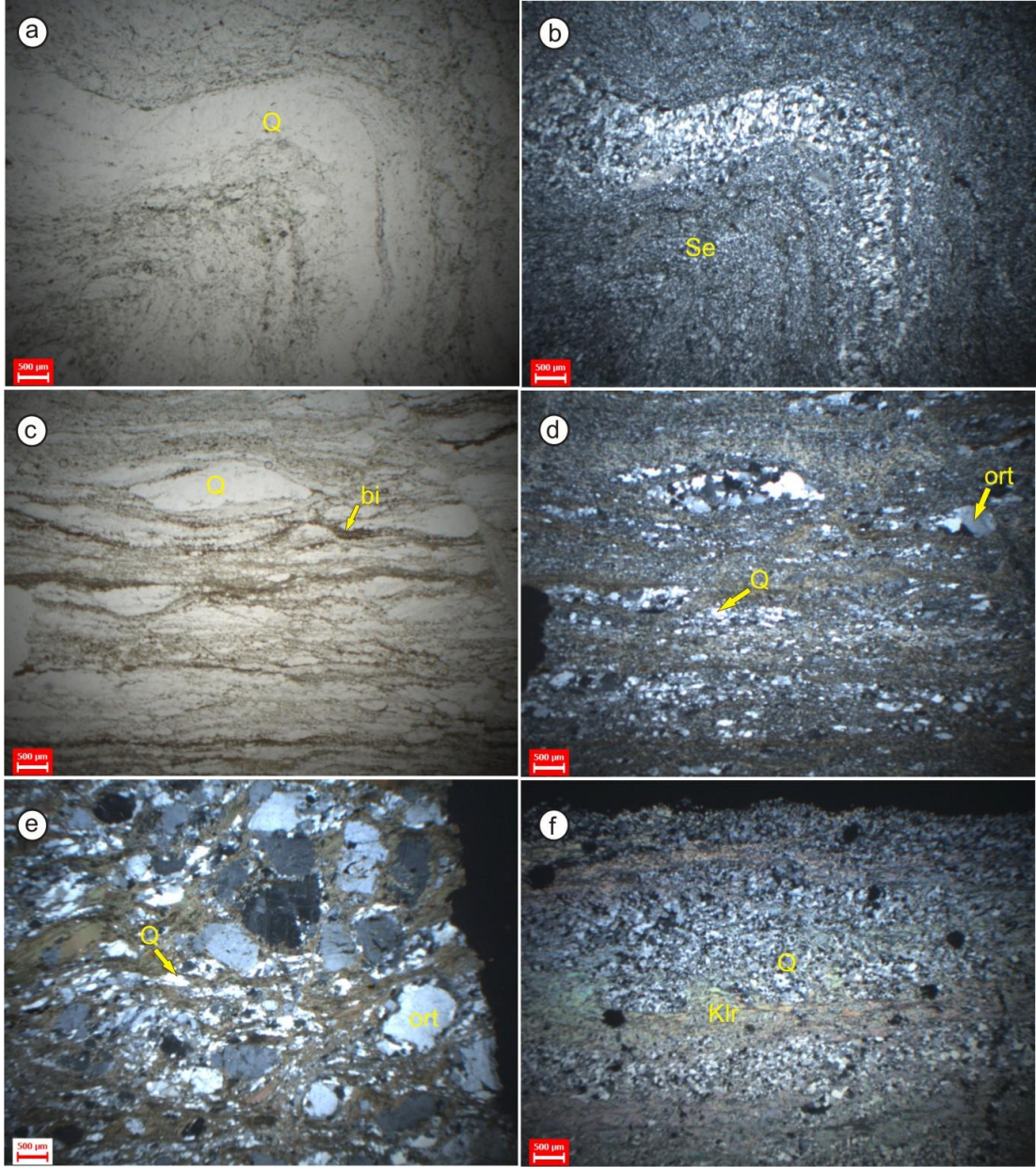
Kuvarsit örneklerinin mikroskobik incelemelerinde granoblastik dokuda oldukları belirlenmiştir. Saptanan mineraller şöyledir: Kuvars ± klorit ± muskovit ± serizit ± demiroksit ± opak mineral.



Şekil 3.2: DUP 107-1 serizit kuvarşist örneğindeki kuvars, serizit ve klorit minerallerinden görünüm(Q;kuvars, Se;serizit, Klr;klorit).

Kuvars şistler, arazide şisti yapılar ve kahverengimsi renklerde ve içerdikleri minerallerin alterasyon durumuna göre kuvarşitlere göre daha az sağlam kayaçlar olarak izlenirler. Kuvars şistler mikroskobik incelemelerinde lepidogranoblastik ve grano-lepidoblastik dokuda (Şekil 3.1 ve 3.2) izlenirler ve saptanan mineraller ise kuvars + muskovit + klorit + biyotit +serizit +kalsit + demiroksit + opak mineral. Kuvars kristalleri mikro kristalli olup metamorfizma sonucu yönelme göstermektedirler (Şekil 3.3). Feldispatlarda genellikle serizitleşme dikkati çekmiştir. Kuvars şistler mikroskobik incelemelerde saptanan egemen minerallere göre aşağıdaki şekillerde adlandırılmaları yapılmıştır.

- Biyotit kuvars şist - Klorit muskovit kuvars şist
- Klorit kuvars şist - Serizit kuvars şist
- Muskovit kalsit kuvars şist



Şekil 3.3: a-b)DUP 107-2 nolu örnekteki damar şeklindeki kuvars minerallerinden ve serizit mineralinden görünüm c-d)DUP 57-2 nolu örnekteki küçük kuvars kristalleri ve biyotit kristallerinden görünüm. Metamorfizmaya bağlı gelişen kristallerde yönelme ve lepidogranoblastik doku. e)DUP35 nolu örnekteki küçük kuvars kristalleri ve iri taneli ortoklas f)DUP 42 nolu örnekteki klorit ve mikrokristalli kuvars mineralleri.(Q;kuvars, Se;serizit, bi;biyotit, ort; ortoklas, Klr; klorit).

Ölçek 500µm

Tablo 3.1: Metamorfik kayaç örneklerinin mikroskobik inceleme sonuçları

Örnek	Q	Ort	Pl	Bi	Msv	Klst	Klr	Se	Fe	Op	Kayaçın adı
DUP-19	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	Klorit_muskovit_kuvarşşist
DUP-35	+	+	±	+	-	-	-	+	-	±	Biyotit_kuvarşşist
DUP-41	+	+	±	+	-	-	-	-	-	+	Biyotit_kuvarşşist
DUP-42	+	-	-	-	-	-	-	+		-	Serizit_kuvarşşist
DUP-49	+	-	-	-	-	-	-	±	+	+	Kuvarşist
DUP-52	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	Biyotit_kuvarşşist
DUP-57-1	+	-	-	-	+	+	-	±	-	+	Muskovit_kalsit_kuvarşşist
DUP-57-2	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	Kuvarş_biyotitşist
DUP-107-1	+	-	-	-	-	-	±	+	-	+	Serizit_kuvarşşist
DUP-107-2	+	±	-	-	-	-	+	±	-	-	Klorit_kuvarşşist

(Q=Kuvarş, Ort=Ortoklas, Pl=Plajiyoklas, Bi=Biyotit, Msv=Muskovit, Klst=Kalsit, Klr=Klorit, Se=Serizit, Fe=FeO minerali, Op=Opak mineral)

### 3.2 Jura Kireçtaşı

Jura Kireçtaşları, incelenen alanın temel kayaçları olan metamorfik kayaçların üzerinde tektonik dokanaklı olarak yer alır. Araziden derlenen örneklerin mikroskobik incelemelerine göre sparitik kireçtaşı ve silttaşı olarak isimlendirilmişlerdir (Şekil 3.4 ve 3.5). Mikroskobik incelemeler sonucu +kuvarş +ortoklas +biyotit +kalsit +serizit +demiroksit minerali +opak mineraller tespit edilmiştir (Tablo 3.2).



Şekil 3.4: DUP 80 nolu silttaşı numunesindeki kuvarş ve biyotit mineralleri(ölçek500µm).



Şekil 3.5: DUP 44 nolu sparitik kireçtaşının damarlarında gelişen kalsit mineralinden görünüm.

Sparitik kireçtaşının damarlarında kalsit dolguları tespit edilmiştir. Kuvars kristalleri mikrokristallidir. Silttaşında ise mineraller çok küçük kristalli olup biyotit minerallerinde göze çarpan bir demir oksitlenme tespit edilmiştir (Şekil 3.5). Feldispatların bazılarında serizitleşme türü bozunmalar görülmektedir.

Tablo 3.2: Jura kireçtaşları örneklerinin mikroskobik inceleme sonuçları

Örnek	Q	Ort	Pl	Bi	Klst	Se	FeO	Op	Kayacın adı
DUP-44	+	-	-	-	+	-	±	-	Sparitik kireçtaşı
DUP-80	+	+	-	+	+	+	+	+	Silttaşı

(Q=Kuvars, Ort=Ortoklas, Pl=Plajiyoklas, Bi=Biyotit, Klst=Kalsit, Se=Serizit, FeO=FeO minerali, Op=Opak mineral)

### 3.3 Dağardı Melanjı

Dağardı Melanjı'ndan alınan örneklerin mikroskopik incelemelerine göre mevcut kaya türlerinin adlamaları aşağıda verilmektedir:

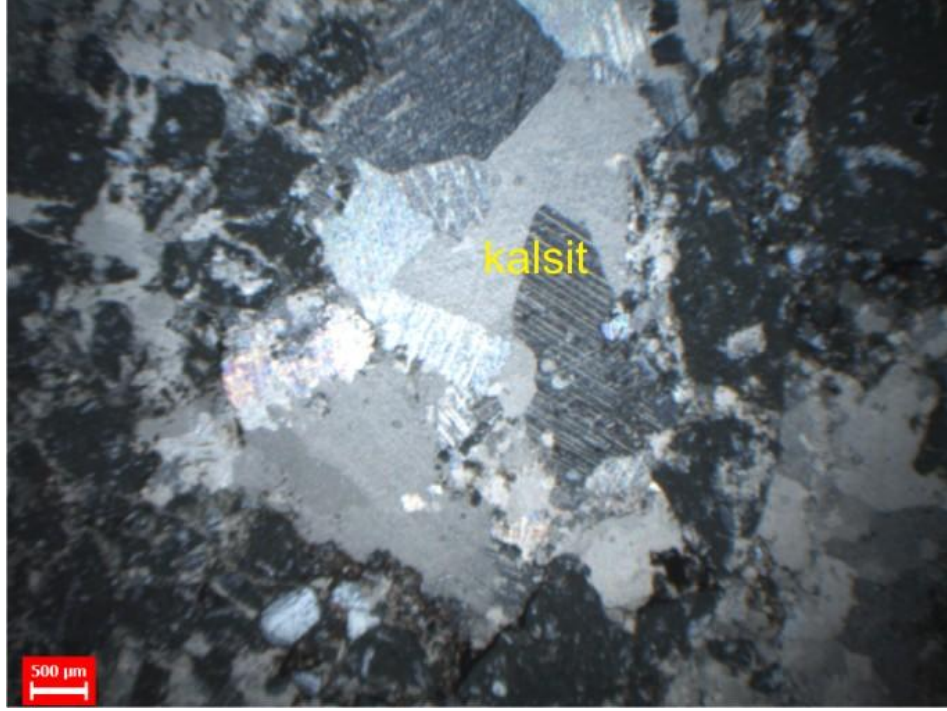
-Mermer; Metabazit; Spilit

Metabazit örneklerinin mineralojik incelemesinde +plajiyoklas +piroksen ±albit +kalsit +epidot +demir oksit +klorit +opak mineralleri tespit edilmiştir (Tablo 3.3). Metabazit örneklerinin mikroskopik incelemelerinde çoğunluğunun meta gabro/metamikrogabro olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.8-a-b). Metabazit örneklerindeki piroksen öz ve yarı özşekilli olarak tespit edilmiş olup kalıntı şeklindedir (Şekil 3.6). Plajiyoklaslar ise kalıntı şeklinde olup kalsitleşmiş, albitleşmiş, silisleşmiş olarak bulunmaktadır. Spilit örneklerinin mineralojik incelemesinde +kuvars +albit +kalsit +opak mineraller tespit edilmiştir (Şekil 3.7). Spilit örnekleri ise, tamamen silisleşmiş, kloritleşmiş ve albitleşmiş olarak belirlenmiştir. Ayrıca Fe-Mg 'lu minerallerin alterasyonu sonucunda yoğun opazitleşme izlenmiştir.



Şekil 3.6: Metabazit örneği içindeki yarıözşekilli piroksen ve plajiyoklas mineralleri (pr; piroksen, plj;plajiyoklas).

Mermer/Rekristalize kireçtaşlarının mineralojik incelemesinde +kalsit, +demir oksit mineralleri tespit edilmiştir. Ayrıca granoblastik, homoblastik ve heteroblastik dokuludurlar. Kırılmış parçalanmış kalsit minerallerinin arasında demiroksitlenme meydana gelmiştir (Şekil 3.8-e-f). Ayrıca bazı Mermer/Rekristalize kireçtaşlarındaki kalsit minerallerinde epidotlaşma tespit edilmiştir (Şekil 3.8-d).



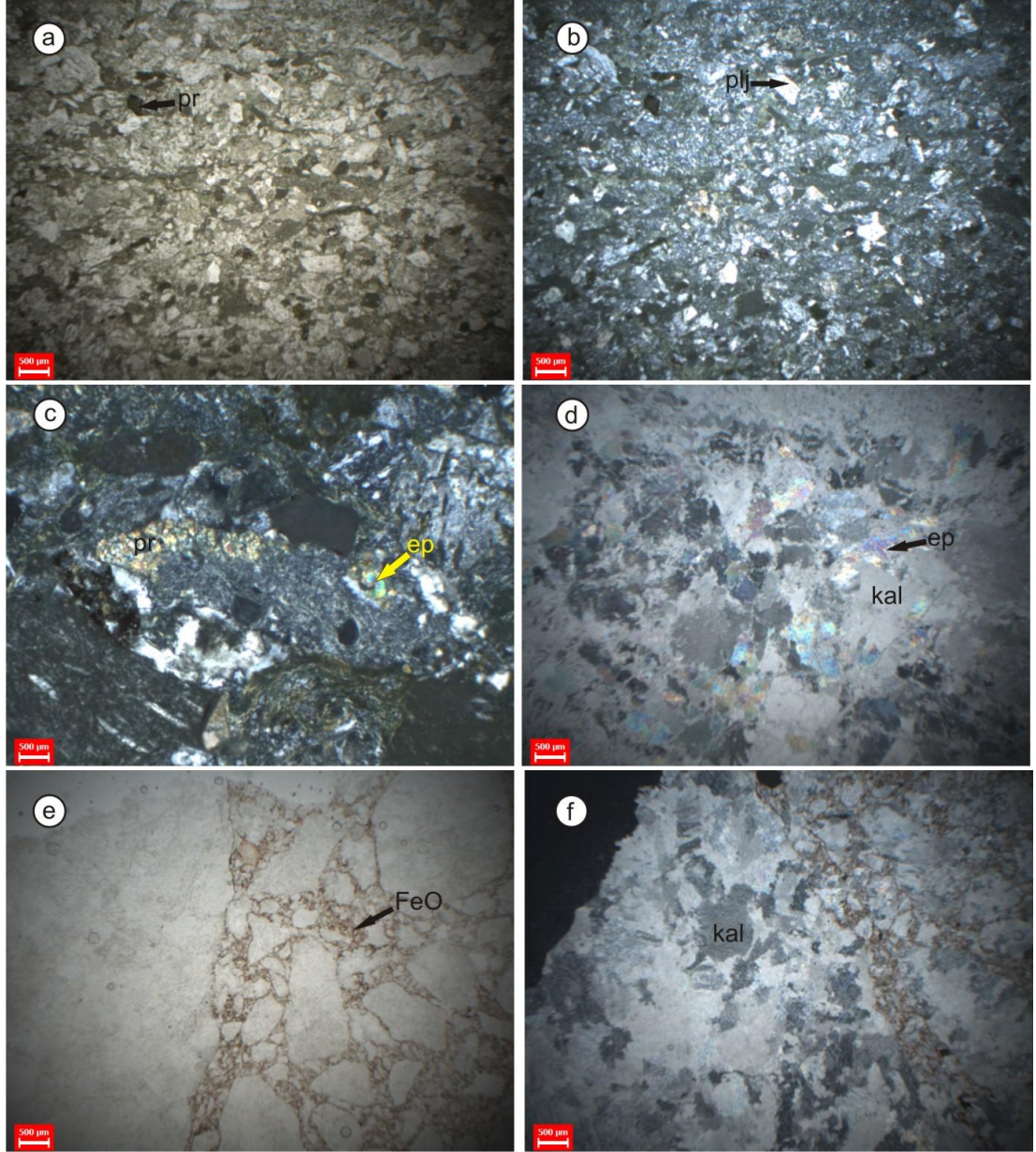
Şekil 3.7: DUP33 nolu split numunesi içindeki kalsit mineralinden görünüm.

Tablo 3.3: Dağardı Melanjı'ndan alınan örneklerin mikroskobik inceleme sonuçları

Örnek	Q	Pl	Al	Pir	Op	Ep	Klst	Fe	Klr	Kayacın adı
DUP-29	-	-	-	-	-	-	+	-	-	Mermer/ Rekristalize kireçtaşı
DUP-33	+	-	+	-	+	-	+	-	-	Split
DUP-93	-	+	-	+	+	-	+	+	-	Metabazit
DUP-94	-	±	±	+	+	±	±	-	+	Metabazit
DUP-95	-	-	-	-	-	-	+	-	-	Mermer/Rekristalize kireçtaşı
DUP-111	-	-	-	-	-	-	+	-	-	Mermer
DUP-112	-	-	-	-	-	-	+	±	-	Mermer

(Q=Kuvars, Pl=Plajiyoklas, Al=Albit, Pir=Piroksen, Op=Opak mineral, Ep=Epidot, Klst=Kalsit, Fe=Demir oksit minerali, Klr=Klorit)





Şekil 3.8: a-b)Metabazit örneği içindeki plajiyoklas ve piroksen kristallerinin görünümü (sol taraf tek sağ taraf çift nikol). c-)DUP94 nolu metabazit örneği içindeki kalıntı piroksen ve epidot mineralinin görünümü d)DUP95 nolu rekristalize kireçtaşı/mermer numunesi içindeki kalsit ve epidot mineralinden görünüm e-f)DUP112 nolu mermer numunesi içindeki kırılmış kalsit mineralleri etrafındaki demir oksitlenmeden görünüm (sol taraf tek, sağ taraf çift nikol) pr; piroksen, plj;plajiyoklas, ep; epidot, kal;kalsit, FeO;demir oksit minerali.

### 3.4 Alaçam graniti

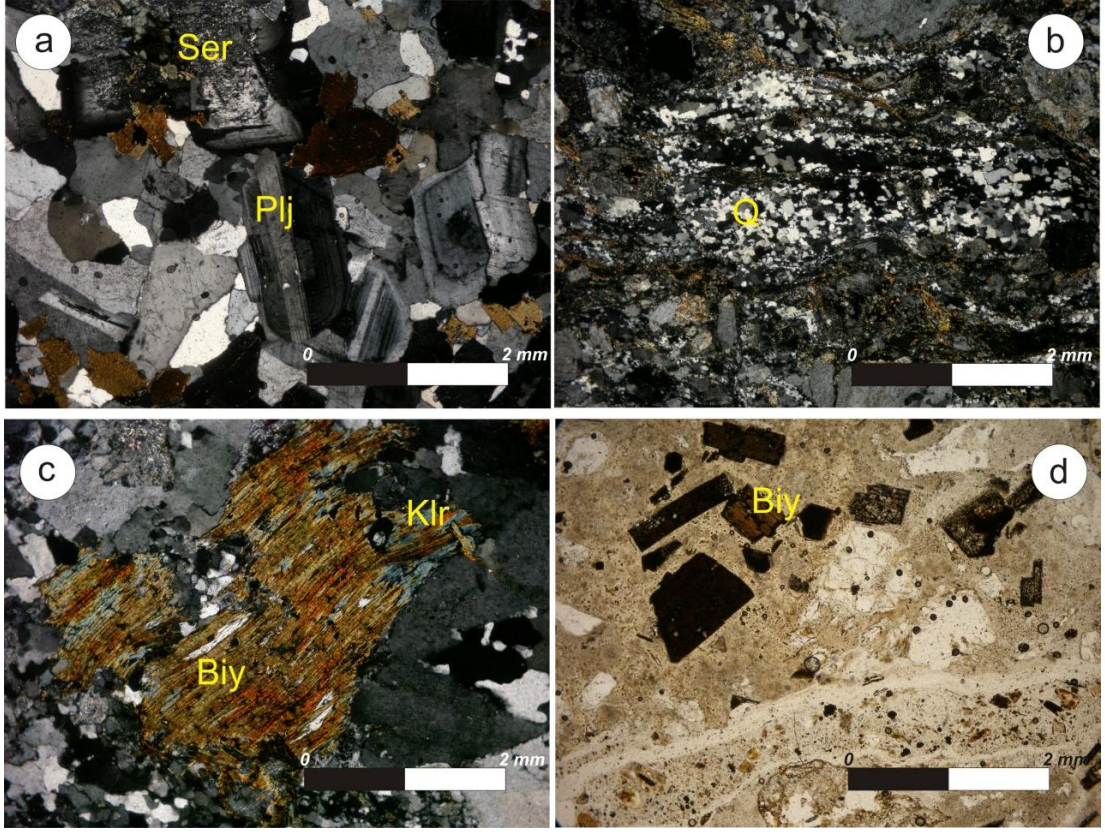
Alaçam granitleri, incelenen alanın güney ve güneybatı kesimlerinde yüzeylenirler. Mikroskobik incelemelerine göre granit/granodiyorit olarak adlandırılmışlardır. Kenar kesimlerinde dokusal özelliklerine bağlı olarak daha küçük taneli olduklarından mikrogranit/mikrogranodiyorit olarak adlandırılmışlardır.

Granit ve granodiyoritlerin mikroskobik incelemelerinde saptanan pirojen mineraller Kuvars + ortoklas + plajioklas + biyotit + hornblend tali mineral olarak da zirkon ve apatit, sekonder mineral olarakta klorit, serizit belirlenmiştir (Tablo 3.4, Şekil 3.12-b). Granitlerin porfirik, hipidiomorfik, kataklastik ve körfez dokulu oldukları belirlenmiştir. Granitlerdeki kuvarslar farklı boyutlu ve iri taneli olarak tespit edilmiş olup kuvarslardaki kemirilme ve kırılmalarda dikkat çekmektedir (Şekil 3.10-a). Potasyumlu feldispatlardan ortaklas ve yer yer mikroklin hakimdir. Plajioklaslar polisentetik ve zonlu sönme göstermekte olup sönme açılarında albit ve oligoklas karakterde oldukları hesaplanmıştır (Şekil 3.9-a, 3.12-a). Feldispat mineralleri çoğunlukla serizitleşme türü bozunmalar göstermektedir (Şekil 3.9-a, 3.13). Biyotitler öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak bulunmaktadır. Ayrıca biyotitlerde kloritleşme ve opazitleşme bulunmaktadır (Şekil 3.9-c). Hornblend mineralleri diğer minerallere göre daha az bulunmakta olup öz ve yarı öz şekilli olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.11). Mikrogranitlerin mikroskobik incelemelerinde ise, granitlere benzer mineralojik bileşim saptanmıştır. Saptanan mineraller şöyledir: Kuvars + ortoklas + mikroklin + plajioklas + biyotit + hornblend + klorit + serizit tali mineral olarak da zirkon ve apatit belirlenmiştir (Tablo 3.4). Mikrogranitlerin porfirik, hipidiomorfik dokulu oldukları tespit edilmiştir. Mikrogranitlerdeki kuvars mineralleri fenokristalli ve küçük taneler şeklindedir (Şekil 3.9-b). Potasyumlu feldispatlardan ortaklas ve yer yer mikroklin hakimdir. Ortoklaslarda serizitleşme ve silisleşme görülmektedir. Plajioklaslar bol miktarda bulunmaktadır. Plajioklaslarda kalsitleşme ve serizitleşme görülmektedir. Biyotitler öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak bulunmakta olup kloritleşme ve opazitleşme çok fazladır (Şekil 3.9-d). Bunun yanı sıra biyotitlerde eğilme bükülme ve kırılmalar vardır (Şekil 3.10-b). Hornblend minerali diğer minerallerden daha az olarak öz ve yarı özşekilli bulunmaktadır.

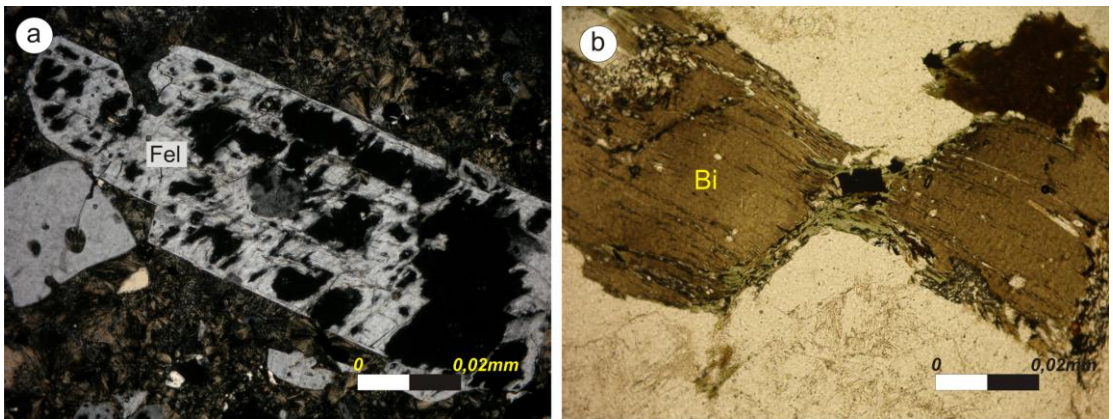
Tablo 3.4: Granit örneklerinin mikroskobik incelemelerinde saptanan mineralojik bileşim

Örnek	Q	Or	Pl	Bi	Hor	Mkr	Msk	Se	Op	Ap	Fe	Zi	Klr	Kayacın adı
DUP-12	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	Mikrogranit
DUP-26	+	+	±	+	+	-	-	±	-	-	-	-	±	Granit
DUP-34	+	+	+	±	+	-	-	+	+	-	+	-	+	Mikrogranit
DUP-36	+	+	-	±	±	-	-	±	±	-	-	-	+	Granit
DUP-37	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	±	Mikrogranit
DUP-38	+	+	±	+	±	±	-	±	±	-	-	+	+	Granit
DUP-39	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	±	±	Granit
DUP-40	+	+	+	+	±	+	-	±	+	-	-	+	+	Granit
DUP-50	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Endoskarn
DUP-51-1	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	Granit
DUP-53	+	±	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	Mikrogranodiyorit
DUP-55	+	+	+	+	-	-	-	±	+	+	-	+	±	Granit
DUP-65	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	Mikrogranit/ Granodiyorit
DUP-67	+	+	±	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	Granit
DUP-68	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	Mikrogranit
DUP-97	+	+	±	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	Granit
DUP-98	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	±	-	Mikrogranit
DUP-103	+	+	+	+	±	-	-	-	+	±	-	+	±	Granit
DUP-104	+	+	+	+	+	-	-	-	±	±	-	-	-	Granodiyorit
DUP-105	+	+	±	+	-	-	-	-	±	-	±	-	-	Mikrogranit
DUP-106	+	+	+	+	-	±	-	±	+	-	-	+	-	Mikrogranit

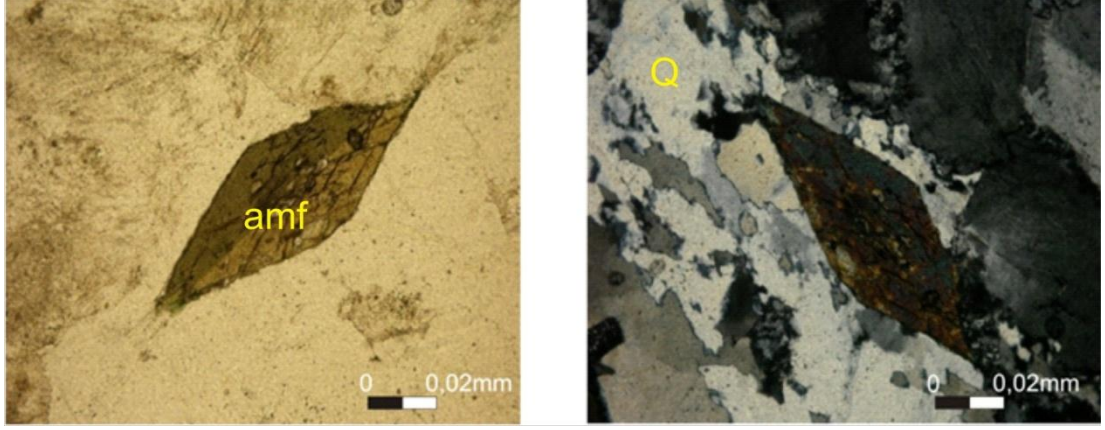
(Q;kuvars, Or;ortoklas, Pl;plajioklas, Bi;Biyotit, Hor;hornblend, Mkr;mikroclin, Msk;muskovit, Se;serizit, Op;opak, Fe;demiroksit, Ap;apatit, Zi;zirkon, Klr;klorit)



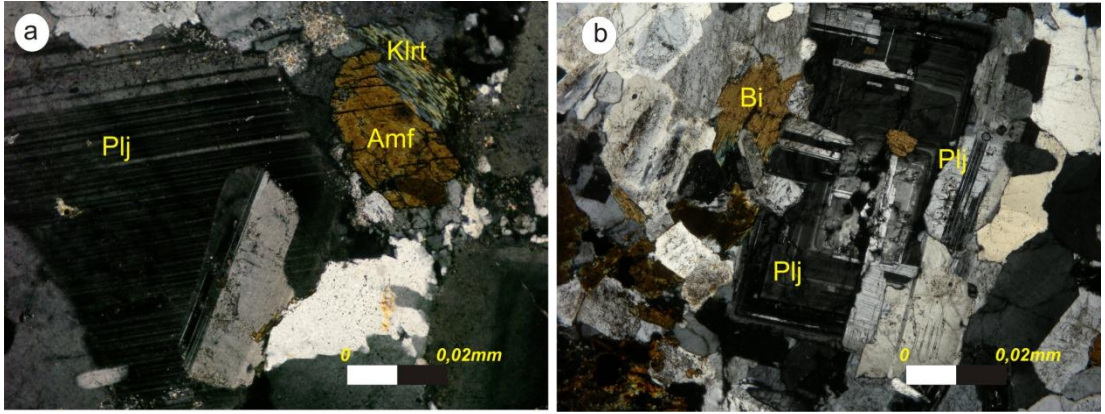
Şekil 3.9: a) Granit içindeki zonlu plajiyoklas, polisentetik ikizli plajiyoklas ve serizit minerallerinden görünüm b) Mikrogranit içindeki küçük kristalli kuvars minerallerinden görünüm. c) Granit içindeki biyotit ve klorit minerallerinden görünüm d) Mikrogranitler içindeki biyotitlerden opazitleşmeden görünüm (Plj; Plajiyoklas, Ser; Serizit, Q; Kuvars, Biy; Biyotit, Klr; Klorit)



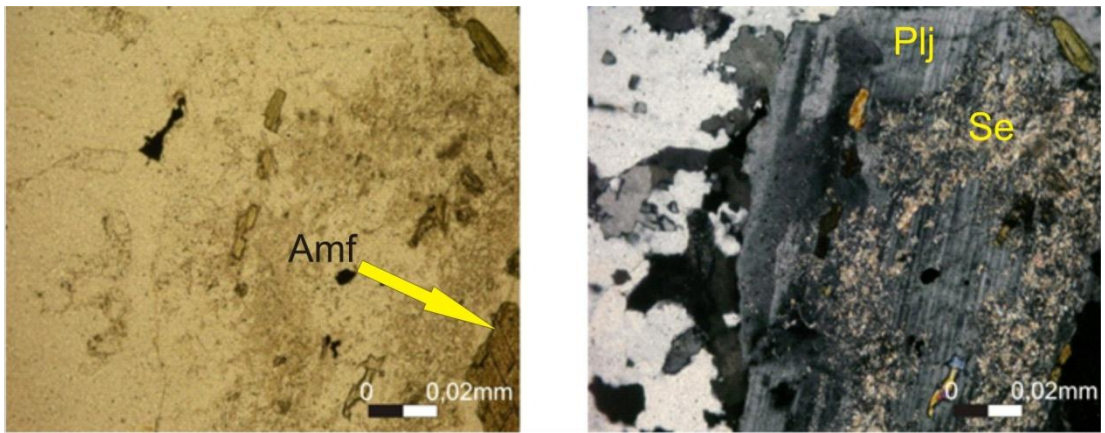
Şekil 3.10: a) Granit içindeki iri taneli feldispattaki kemirilme dokusu b) Mikrogranit içindeki biyotitlerdeki eğilme bükülme ve kırılma (Fel;Feldispat, Bi;Biyotit).



Şekil3.11: DUP-39 nolu granit örneğinde amfibol minerali ve kuvarslardaki kırılmalardan (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol, amf; amfibol, Q;kuvars) görünüm.



Şekil 3.12: a) Granit numunesinin içindeki amfibol, klorit ve polisentetik sönmeye gösteren plajiyoklastan görünüm b) Granodiyorit numunesinin içindeki biyotit ve zonlu ve pijama sönmeye gösteren plajiyoklastan görünüm.(Plj; Plajiyoklas, Amf; Amfibol, Klrt; Klorit, Bi; Biyotit)

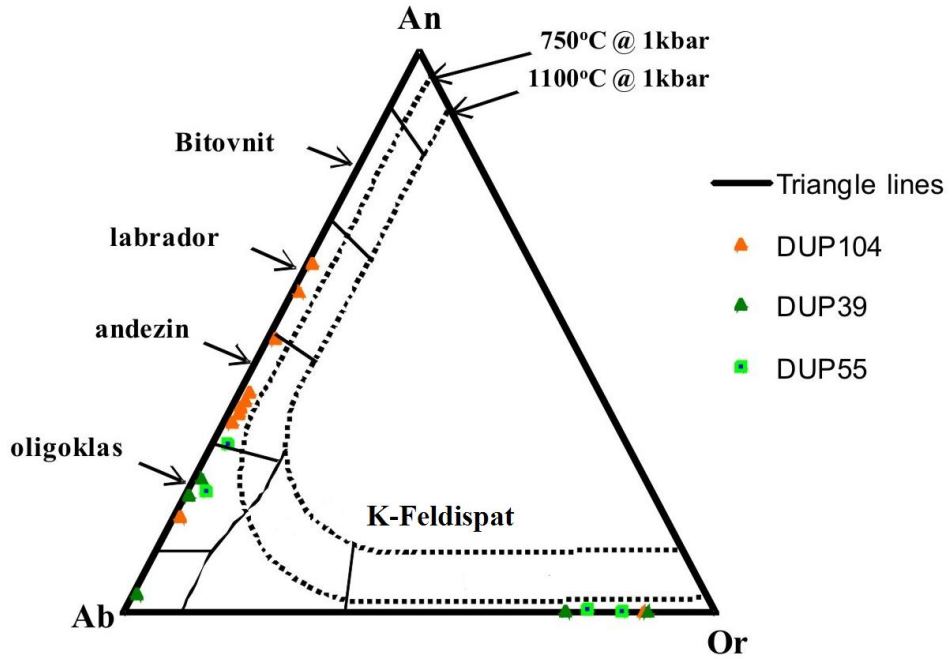


Şekil 3.13: DUP-39 nolu granit numunesindeki feldispatlardaki serizitik alterasyondan (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünüm (Se; serizit).

### 3.4.1 Alaçam Granitinin Mineral Kimyası

#### 3.4.1.1 Plajiyoklas

Plajiyoklas fenokristallerinde bileşimsel zonlanmanın normal zonlanma türü gözlenmektedir. Bu yüzden tek plajiyoklas kristalinin en az iki noktasından (bir kenar ve bir çekirdek) analiz yaptırılmıştır. Plajiyoklasların anortit içeriklerine göre oligoklas-andezin-labrador olduğu görülmektedir. Zonlu plajiyoklaslar kenardan merkeze doğru yapılan ölçümler sonucu oligoklas-andezinden labradora doğru değişim göstermektedir. An içerikleri %21.62-48.98 arasında değişmektedir. Kısmen plajiyoklasları altere olmuş olan DUP 104 örneğine ait plajiyoklas örneklerinin ise labrador alanına düştükleri tespit edilmiştir. Bu örneklerin An içerikleri de %57.23-62.31 arasındadır. K-Feldispat örneklerinde Or %74.10- 88.13, Ab %11.68-25.49, An %0.19-0.41 arasında değişmektedir. Alkali feldispatların ise ortoklas oldukları tespit edilmiştir. (Şekil 3.14). Alaçam granitlerini temsilen plajiyoklasların bileşimsel oranları Tablo 3.5’ de verilmektedir. Hesaplamalarda  $Fe^{+2}$ , toplam Fe olarak alınmıştır.



Şekil 3.14: Alaçam granitindeki plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer ve diğ. 1966)

Tablo 3.5: Alaçam granitine ait plajiyoklasların mikroprob analizi sonuçları

Örnek	DUP104-1 Kenar 1	DUP104-1 Merkez 1	DUP104-1 Kenar 2	DUP104-1 Kenar 2a	DUP104-1 Kenar 2b	DUP104-1 Kenar 2c	DUP104-1 Kenar 2d	DUP104-1 Kenar 2e	DUP104-1 Merkez 3	DUP104-2 Kenar 1	DUP39-1 Kenar 1
SiO <sub>2</sub>	63,58	55,50	59,12	53,99	52,34	58,80	58,61	57,62	65,25	59,75	82,79
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,06	0,00	0,04	0,08	0,02	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,37	28,21	26,01	29,35	30,33	26,50	26,36	26,18	19,09	25,91	8,39
MgO	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00
FeO	0,27	0,29	0,08	0,12	0,33	0,08	0,08	0,13	0,02	0,12	0,09
MnO	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,10	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00
CaO	3,49	10,05	7,20	11,83	12,81	7,99	7,70	8,15	0,05	7,13	1,48
K <sub>2</sub> O	0,13	0,19	0,22	0,13	0,11	0,25	0,21	0,25	14,55	0,28	0,03
Na <sub>2</sub> O	9,21	5,66	7,53	4,80	4,21	7,06	7,16	6,78	1,35	6,95	3,00
BaO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,26	0,09	0,03
SrO											
Toplam	100,07	99,96	100,18	100,31	100,24	100,85	100,13	99,27	100,72	100,24	95,85
	Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.										
Si	2,803	2,500	2,635	2,434	2,371	2,610	2,616	2,601	2,980	2,656	3,579
Ti	0,000	0,002	0,000	0,001	0,003	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
Al	1,214	1,498	1,366	1,559	1,619	1,386	1,387	1,392	1,028	1,357	0,427
Mg	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000
Fe	0,010	0,011	0,003	0,005	0,013	0,003	0,003	0,005	0,001	0,005	0,003
Mn	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,004	0,000	0,002	0,004	0,000	0,000
Ca	0,165	0,485	0,344	0,571	0,622	0,380	0,368	0,394	0,003	0,339	0,068
K	0,008	0,011	0,012	0,007	0,006	0,014	0,012	0,015	0,848	0,016	0,002
Na	0,787	0,494	0,651	0,419	0,370	0,608	0,620	0,593	0,119	0,599	0,251
Ba	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,005	0,002	0,001
Toplam	4,987	5,001	5,013	4,999	5,004	5,007	5,006	5,007	4,988	4,973	4,333
An	17,18	48,98	34,14	57,23	62,31	37,93	36,83	39,33	0,26	35,59	21,28
Ab	82,03	49,92	64,62	42,02	37,06	60,64	61,97	59,21	12,29	62,77	78,14
Or	0,79	1,10	1,24	0,75	0,63	1,43	1,20	1,46	87,45	1,64	0,58

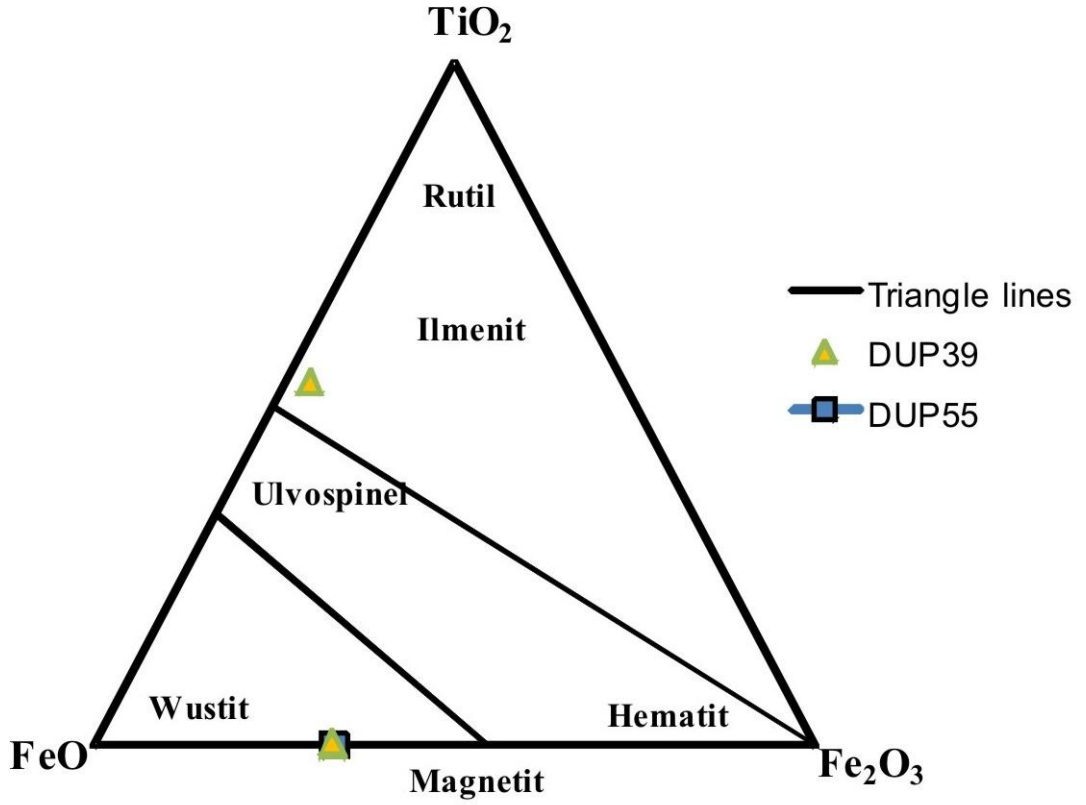
Tablo 3.5: in devamı

Örnek	DUP39-1 Kenar 2	DUP39-1 Kenar 3	DUP39-2 Merkez 2	DUP39-2 Kenar 1	DUP55-1 Kenar 1	DUP55-1 Merkez 1a	DUP55-1 Merkez 2	DUP55-1 Merkez 3
SiO <sub>2</sub>	65,79	68,22	66,83	63,59	60,59	57,85	62,47	65,22
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,00	0,03	0,05	0,02	0,00	0,00	0,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,08	21,29	19,60	24,93	22,40	24,36	18,73	18,92
MgO	0,00	0,00	0,04	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
FeO	0,21	0,29	0,10	0,12	0,16	0,18	0,13	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
CaO	0,04	0,72	0,08	5,00	4,06	6,11	0,11	0,07
K <sub>2</sub> O	14,81	0,10	11,76	0,20	0,46	0,39	13,22	14,16
Na <sub>2</sub> O	1,29	11,06	2,66	8,51	7,81	7,53	2,41	1,76
BaO	0,06	0,03	0,06	0,00	0,03	0,11	0,58	0,00
SrO					0,19	0,30	0,27	0,39
Toplam	101,32	101,71	101,15	102,41	95,56	96,53	97,66	100,21
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	2,985	2,936	2,992	2,747	2,798	2,674	2,952	2,985
Ti	0,001	0,000	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,001
Al	1,020	1,080	1,034	1,269	1,219	1,327	1,043	1,021
Mg	0,000	0,000	0,003	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
Fe	0,008	0,010	0,004	0,004	0,006	0,007	0,005	0,000
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Ca	0,002	0,033	0,004	0,231	0,201	0,303	0,006	0,004
K	0,857	0,006	0,672	0,011	0,027	0,023	0,797	0,827
Na	0,114	0,923	0,231	0,713	0,699	0,675	0,221	0,157
Ba	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,002	0,011	0,000
Toplam	4,989	4,988	4,941	4,978	4,955	5,011	5,035	4,995
An	0,19	3,43	0,41	24,23	21,67	30,25	0,57	0,37
Ab	11,68	95,97	25,49	74,62	75,42	67,45	21,58	15,87
Or	88,13	0,60	74,10	1,16	2,91	2,30	77,85	83,77



### 3.4.1.2 Fe-Ti Oksitler

Alaçam granitinde genellikle mikrofenokristaller halinde gözlenen oksit minerallerinin magnetit ve ilmenit türü Fe-Ti oksitler oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.15). Bu oksitlerin kimyasal bileşimleri Tablo 3.6' da verilmektedir. Magnetitler yarıözşekilli ve özşekilsiz şekiller şeklindedir. İncelenen kayaç örneklerinde magnetit, ilmenit minerallerine göre fazlalık göstermektedir.



Şekil 3.15: Alaçam granitindeki Fe-Ti oksit minerallerinin bileşimini gösteren üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988)

Tablo 3.6: Alaçam granitine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analizi sonuçları

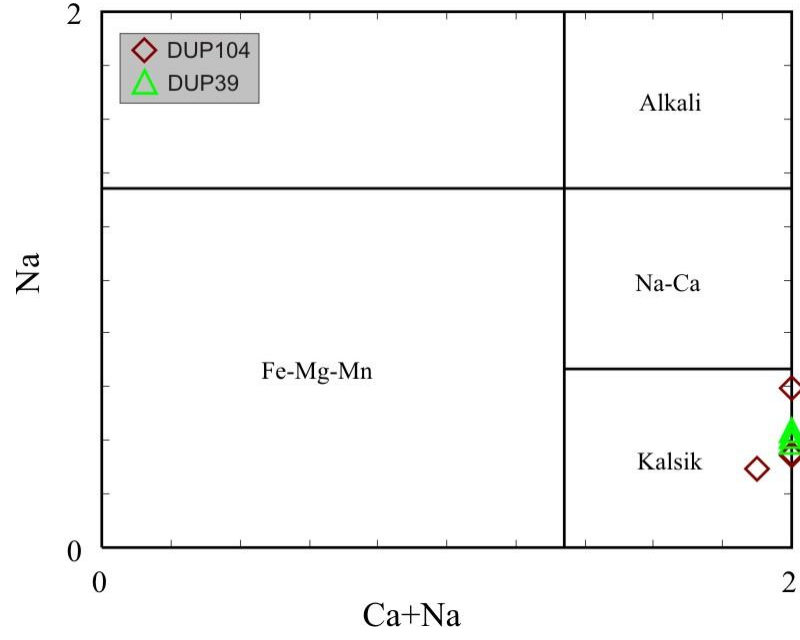
	DUP39-1 Merkez-3 İlmenit	DUP39-1 Merkez-2 Magnetit	DUP39-1 Merkez-2a Magnetit	DUP39-1 Merkez-3a Magnetit	DUP55-1 Merkez-1 Magnetit
SiO <sub>2</sub>	0,0548	0,0481	0,2732	0,0806	0,0394
TiO <sub>2</sub>	51,11	0,1071	0,1303	0,7362	0,4005
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,0855	0,5226	0,1483	0,3927
MgO	0,0498	0	0,0086	0	0,0393
FeO	40,35	89,98	89,72	89,99	91,62
CaO	0,0508	0,0664	0,0831	0,1286	0,0573
MnO	7,74	0	0,1037	0,0807	0,4275
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0504	0,0261	0,0918	0,1185	0,052
NiO	0,0704	0	0,061	0	0
Toplam	99,48	90,32	90,99	91,28	93,03
	Formül 3 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.		Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.		
Si	0,001	0,001	0,008	0,002	0,001
Ti	0,971	0,002	0,003	0,017	0,009
Al	0,000	0,003	0,019	0,005	0,014
Mg	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002
Fe <sup>2+</sup>	0,792	2,288	2,263	2,269	2,262
Fe <sup>3+</sup>	0,060	1,131	1,118	1,116	1,121
Ca	0,001	0,002	0,003	0,004	0,002
Mn	0,166	0,000	0,003	0,002	0,011
Cr	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001
Ni	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
Toplam	1,996	3,429	3,420	3,419	3,422
Ti	0,53	0,000716	0,000874	0,004908	0,002622
FeO	0,43	0,668623	0,668795	0,66697	0,666806
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	0,330661	0,330332	0,328122	0,330572

### 3.4.1.3 Amfibol

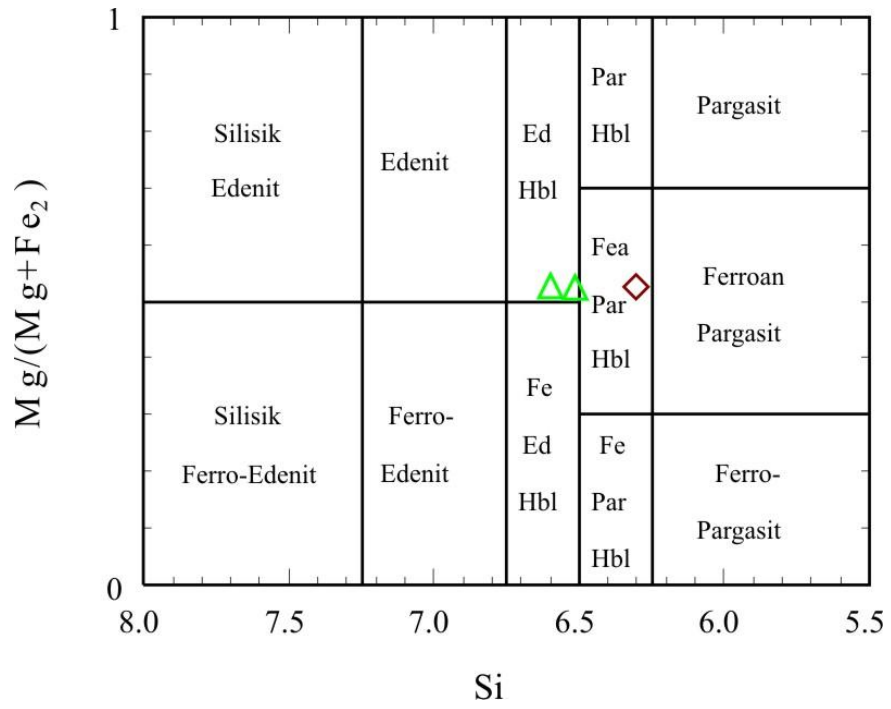
Amfibol minerallerinin sınıflamasını yaparken Ca ve Na içerikleri dikkate alınır. Hesaplanan element değerlerinden örneklerin (Ca + Na) değerlerinin 1.34 'den büyük olduğu, Na değerlerinin 0.67' den küçük oldukları çizelge 4.7' de görülmektedir. Bu sonuçlara göre amfibol örneklerimizin Kalsik Amfiboller sınıfında oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.16). Leake (1978) tarafından yapılan Amfibol sınıflamasına göre kalsik amfibollerde kendi içerisinde değişik gruplara ayrılmaktadır. Örneklerimizin bu gruplar içerisinde hangi gruba ait olduğunu belirlemek için (Na + K), Ti, Fe<sup>+3</sup>, Al<sup>vi</sup> değerlerine bakılır. Bu sınıflamaya göre örneklerimizin bir kısmı (Na + K) < 0.50; Ti < 0.50; bir kısmı (Na + K) ≥ 0.50; Ti < 0.50; Fe<sup>3</sup> ≤ Al<sup>vi</sup> kalsik amfiboller grubunda yer aldığı görülmektedir. Ti içerikleri tüm örneklerimizde 0.50' den küçüktür. Bu sonuçları Si-Mg/(Mg+Fe<sup>2</sup>) diyagramına yerleştirdiğimiz zaman; (Na + K) < 0.50; Ti < 0.50; olan örnekler magnezyumlu hornblend oldukları belirlenmiş olup (Şekil 3.18); (Na + K) ≥ 0.50; Ti < 0.50; Fe<sup>3</sup> ≤ Al<sup>vi</sup> olan kalsik amfibollerin edenitik hornblend, ferroan pargasit hornblend oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.17).

Alaçam granitinde genellikle fenokristaller halinde gözlenen amfibol minerallerinin Si-(Na+K)<sub>A site</sub> katyon oranına göre yapılan diyagramında hornblend, edenitik-hornblend ve hastingsit-hornblend-pargasit türü amfibol oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.19). Bu amfibol minerallerinin kimyasal bileşimleri Tablo 3.7' de verilmektedir. Amfiboller öz şekilli, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz şekiller halinde görülmektedir. Mg# = Mg/Mg+Fe<sup>2+</sup> şeklinde hesaplanmıştır.

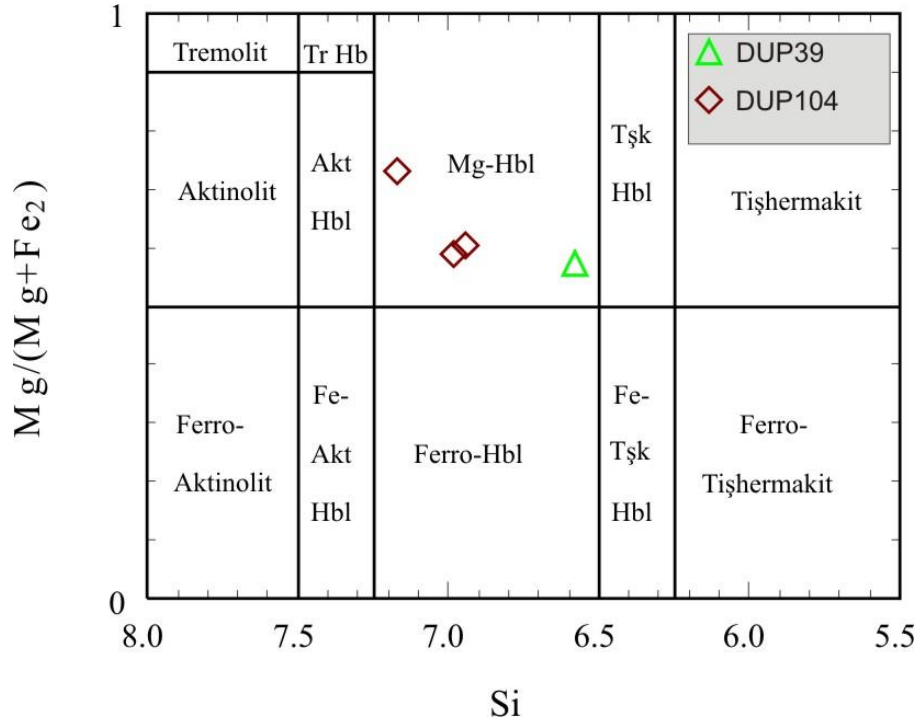
Sonuç olarak içerisindeki amfibollerin mineral kimyası yapılan granitik kayacımız iki nesil amfibol içermektedir. Bu durumda ilk oluşan Amfiboller Magnesio Hornblend bileşiminde olup, magmanın soğumaya başlaması ile birlikte düşen sıcaklık sonucu Edenitik hornblend bileşiminde amfiboller oluşmuştur. Bu arada oluşan Magnesio Hornblend bileşimli amfiboller ile eriyik arasında meydana gelen reaksiyonlar sonucu Aktinolitik hornblend bileşimine yakın amfiboller oluşmuştur.



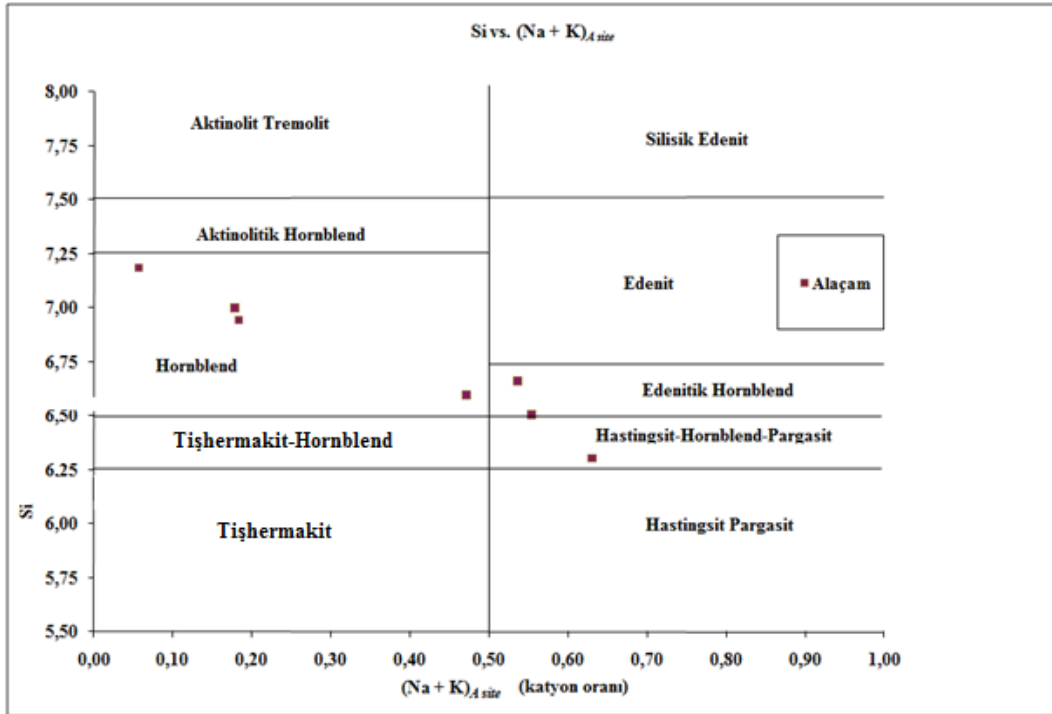
Şekil 3.16: Alaçam granitindeki amfibollerin Na-(Ca+Na) oranına göre diyagramı Leake (1978)



Şekil 3.17: Alaçam granitindeki amfibollerin sınıflandırılması için kullanılan Mg/(Mg+Fe+2)-Si diyagramı (Leake ve diğ., 1978) [(Na + K) ≥ 0.50; Ti < 0.50; Fe<sup>3</sup> ≤ Al<sup>VI</sup> kalsik amfiboller]



Şekil 3.18: Alaçam granitindeki amfibollerin sınıflandırılması için kullanılan Mg/(Mg+Fe+2)-Si diyagramı (Leake ve diğ., 1978) [(Na + K) < 0.50; Ti < 0.50 kalsik amfiboller]



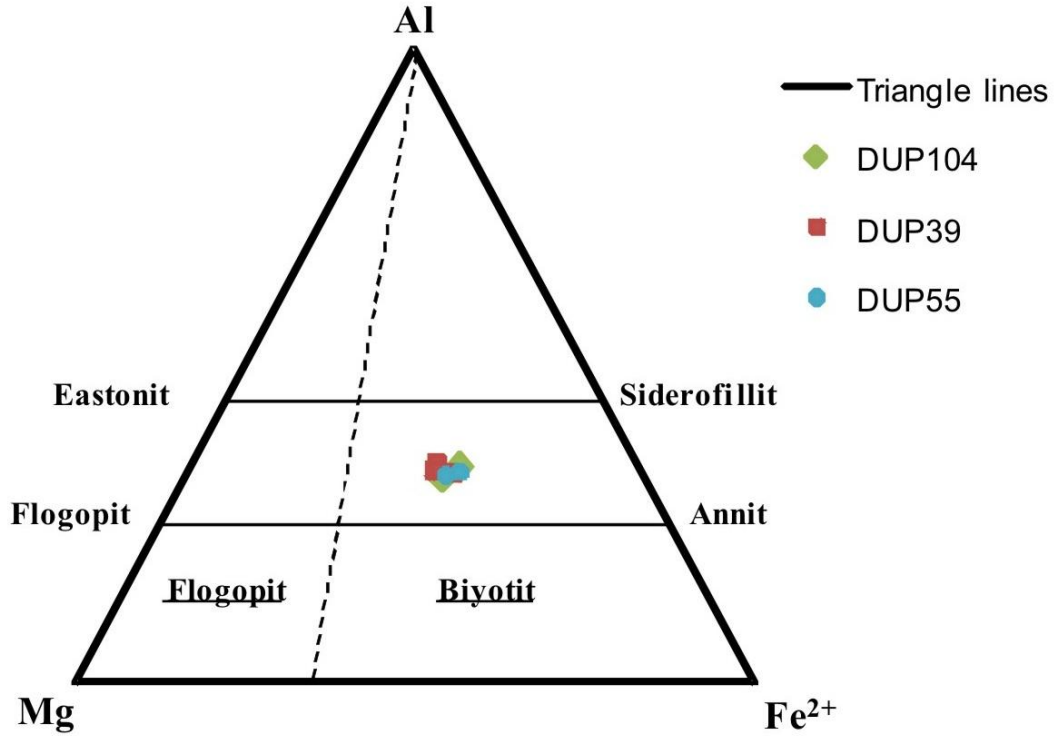
Şekil 3.19: Alaçam granitindeki amfibollerin Si-(Na+K)<sub>Asite</sub> katyon oranına göre diyagramı

Tablo 3.7: Alaçam granitine ait amfibollerin mikroprob analizi sonuçları

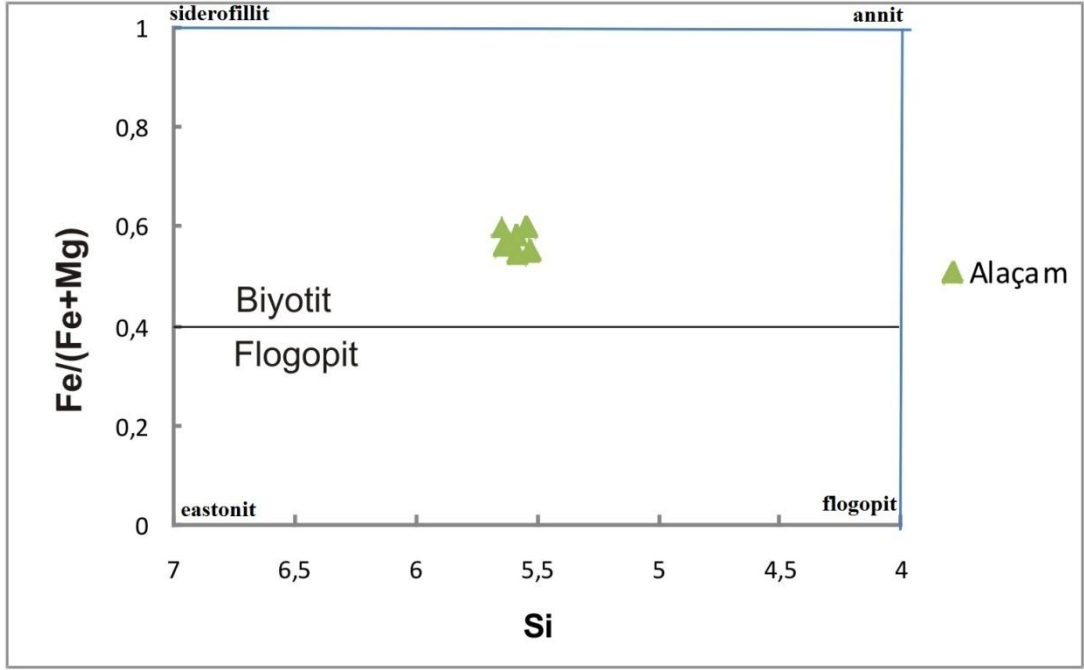
Örnek	DUP104-1 Kenar 1	DUP104-1 Merkez 1a	DUP104-1 Kenar 2	DUP104-2 Kenar 1	DUP39-1 Kenar 1	DUP39-1 Merkez 1	DUP39-2 Kenar 1
SiO <sub>2</sub>	46,66	49,37	47,26	41,49	42,92	43,72	44,28
TiO <sub>2</sub>	0,98	0,74	0,94	2,79	1,67	1,43	1,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,59	5,42	5,62	10,93	9,06	8,43	8,22
MgO	10,46	12,55	10,22	9,39	9,73	10,02	9,86
FeO	12,45	8,09	13,22	15,22	14,85	13,81	15,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,67	9,18	8,01	2,45	4,60	5,72	3,48
CaO	10,95	10,19	10,90	11,56	11,76	11,48	12,09
MnO	1,01	0,71	0,94	0,63	0,63	0,75	0,73
K <sub>2</sub> O	0,47	0,31	0,51	0,70	1,00	1,00	0,94
Na <sub>2</sub> O	1,21	1,04	1,23	2,08	1,53	1,45	1,39
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,04	0,11	0,00	0,00	0,04	0,16
BaO	0,15	0,00	0,00	0,06	0,02	0,07	0,04
F	0,14	0,28	0,28	0,22	0,22	0,13	0,11
Cl	0,08	0,04	0,11	0,05	0,17	0,15	0,17
Toplam	<b>98,84</b>	<b>97,95</b>	<b>99,34</b>	<b>97,56</b>	<b>98,17</b>	<b>98,21</b>	<b>98,80</b>
			Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
(Na+K) <sub>A</sub>	0,183	0,057	0,179	0,630	0,554	0,471	0,536
Si	6,944	7,185	6,999	6,304	6,506	6,595	6,663
Ti	0,110	0,081	0,105	0,319	0,190	0,163	0,157
Al	0,980	0,930	0,981	1,957	1,618	1,499	1,458
Mg	2,321	2,723	2,256	2,127	2,199	2,253	2,212
Fe <sup>2+</sup>	1,550	0,984	1,637	1,934	1,882	1,742	2,005
Fe <sup>3+</sup>	0,971	1,006	0,892	0,280	0,525	0,649	0,394
Ca	1,746	1,589	1,729	1,882	1,910	1,855	1,949
Mn	0,127	0,087	0,118	0,081	0,080	0,096	0,093
K	0,090	0,057	0,096	0,135	0,194	0,193	0,181
Na	0,348	0,293	0,353	0,613	0,450	0,423	0,407
Cr	0,002	0,004	0,013	0,000	0,000	0,004	0,019
Toplam	<b>15,188</b>	<b>14,939</b>	<b>15,179</b>	<b>15,632</b>	<b>15,554</b>	<b>15,474</b>	<b>15,538</b>
Mg#	0,60	0,73	0,58	0,52	0,54	0,56	0,52

#### 3.4.1.4 Mika

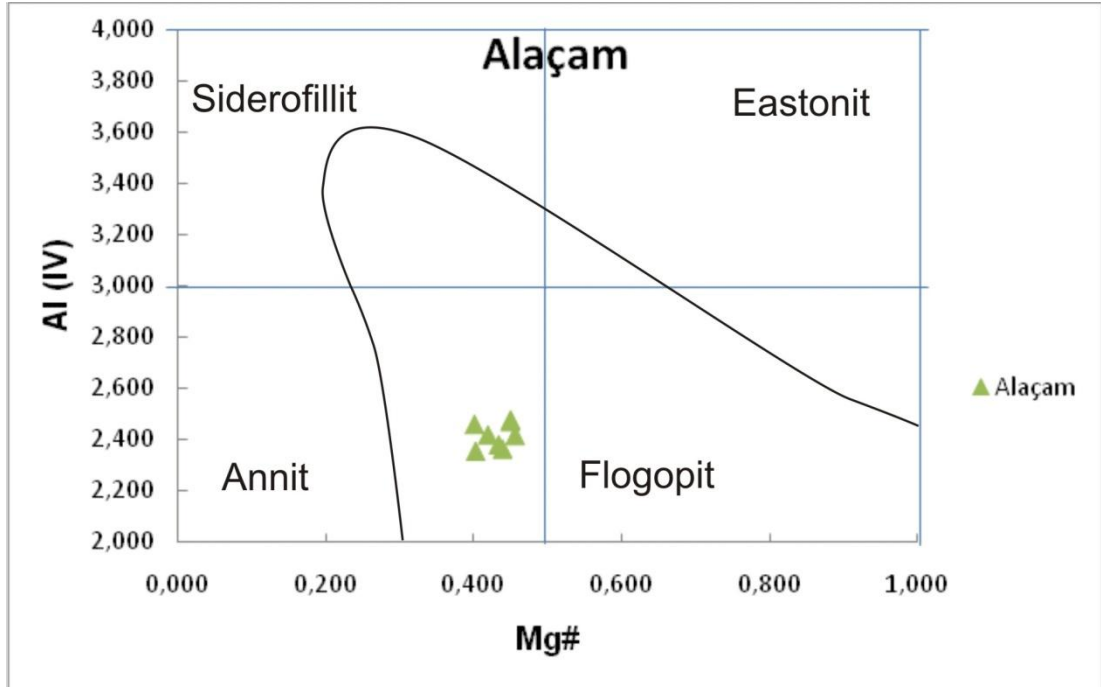
Alaçam granitlerinde gözlenen mika mineralleri üzerinde yapılan analiz sonuçları ve mikroprob değerleri Tablo 3.8’de verilmiştir. Mika mineralleri biyotit olup annit bileşimlidir (Şekil 3.20). Belirgin bir bileşimsel değişime sahip değildirler. Analiz edilen mika örneklerinin Mg#40.00-44.91 arasında değişmektedir. Biyotit fenokristallerinden alınan ölçümler sonucunda oluşturulan  $Al^{VI} - Mg^{\#}$  diyagramında örneklerin hepsi annit alanına yakın çıkmaktadır (Şekil 3.22). Ayrıca çizilen  $Fe/(Mg+Fe) - Si$  diyagramında da örnekler siderofillit-annit alanlarında gözlenmekte olup biyotit-flogopit ayırım çizgisi üzerinde biyotit alanında çıkmaktadır (Şekil 3.21). Ayrıca, BaO içeriğininin yüksek olduğu örneklerin flogopit alanına daha yakın konumda oldukları tespit edilmiştir. Mika mineralleri,  $Mg:Fe^{+2}$  oranına göre,  $<2$  değerine sahip olduğundan biyotit özelliğindedir.



Şekil 3.20: Mikalarda Al-Mg-Fe<sup>2+</sup> oranına göre sınıflama diyagramı



Şekil 3.21: Alaçam granitindeki biyotitlerin Fe/(Mg+Fe)-Si diyagramına göre sınıflama diyagramları (Deer ve diğ.,1992)



Şekil 3.22: Alaçam granitindeki biyotitlerin Al(IV)'e karşı Mg# (Fe/(Fe+Mg)) grafiğine göre sınıflama diyagramı (Deer ve diğ.,1992)



Tablo 3.8: Alaçam granitine ait mikaların mikroprob analizi sonuçları

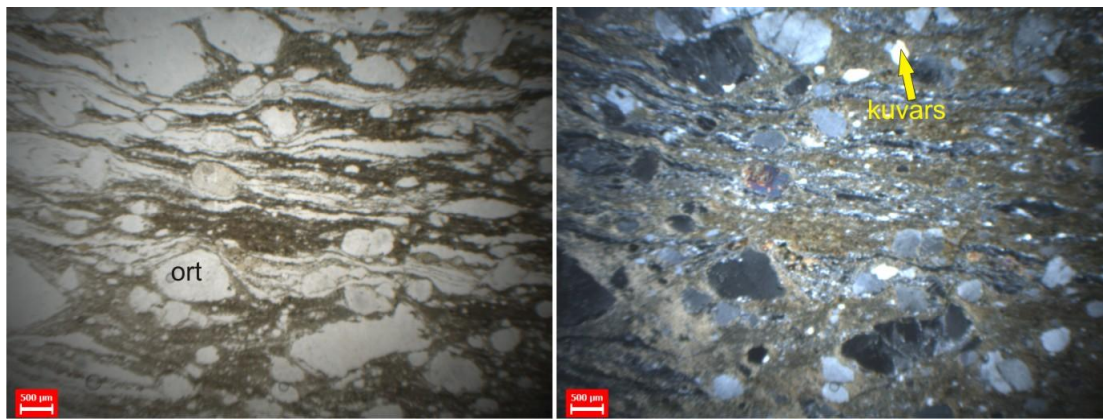
Örnek	DUP104-1 Kenar 1	DUP104-1 Merkez 1a	DUP39-1 Kenar 1	DUP39-1 Merkez 1a	DUP39-1 Kenar 2	DUP39-1 Merkez 2a	DUP55-1 Kenar 1	DUP55-1 Merkez 1a
SiO <sub>2</sub>	35,63	36,11	35,98	34,89	36,07	35,78	36,08	36,22
TiO <sub>2</sub>	4,21	3,65	4,59	4,69	4,49	4,44	3,58	3,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,97	13,33	13,51	13,83	13,75	13,93	13,57	13,6
MgO	8,54	9,63	9,05	9,2	9,86	9,84	9,57	8,69
FeO	23,35	22,13	22,71	20,52	21,09	21,81	22,64	23,29
CaO	0,0468	0,2355	0,0094	0,047	0,0031	0,0376	0,0649	0,0402
MnO	0,5676	0,5445	0,4296	0,3923	0,4184	0,4305	0,4449	0,3211
K <sub>2</sub> O	8,92	9,08	8,97	9,22	9,48	8,98	8,71	9,19
Na <sub>2</sub> O	0,0875	0,1333	0,1538	0,0625	0,105	0,1448	0,1374	0,0461
BaO	0,976	0,2238	0,5217	0,7682	0,1035	0,5096	0,5337	0,3999
Cl	0,1715	0,1935	0,1952	0,2124	0,2085	0,2343	0,0487	0,1054
F	0,452	0,372	0,2341	0,3753	0,3571	0,3727	0,4413	0,5162
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0,012	0,0242	0,0484	0	0	0,1665
Toplam	<b>96,92</b>	<b>95,63</b>	<b>96,35</b>	<b>94,21</b>	<b>95,94</b>	<b>96,51</b>	<b>95,82</b>	<b>96,22</b>
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	5,540	5,638	5,582	5,523	5,584	5,529	5,621	5,647
Al <sup>IV</sup>	2,460	2,362	2,418	2,477	2,416	2,471	2,379	2,353
<i>Tetrahedral site</i>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>
Al <sup>VI</sup>	0,100	0,090	0,052	0,103	0,093	0,066	0,112	0,146
Ti	0,492	0,429	0,536	0,558	0,523	0,516	0,419	0,446
Fe <sup>2+</sup>	2,970	2,874	2,911	2,663	2,723	2,784	2,913	3,009
Fe <sup>3+</sup>	0,066	0,015	0,035	0,053	0,007	0,034	0,036	0,027
Mn	0,075	0,072	0,056	0,053	0,055	0,056	0,059	0,042
Mg	1,980	2,241	2,093	2,171	2,276	2,267	2,223	2,020
Ca	0,008	0,039	0,002	0,008	0,001	0,006	0,011	0,007
<i>Oktahedral site</i>	<b>5,690</b>	<b>5,760</b>	<b>5,684</b>	<b>5,609</b>	<b>5,677</b>	<b>5,729</b>	<b>5,773</b>	<b>5,696</b>
K	1,769	1,808	1,775	1,862	1,872	1,770	1,731	1,828
Na	0,026	0,040	0,046	0,019	0,032	0,043	0,041	0,014
Ba	0,066	0,015	0,035	0,053	0,007	0,034	0,036	0,027
<i>Interlayer</i>	<b>1,862</b>	<b>1,864</b>	<b>1,857</b>	<b>1,934</b>	<b>1,911</b>	<b>1,848</b>	<b>1,809</b>	<b>1,869</b>
Mg#	40,00	43,82	41,83	44,91	45,52	44,88	43,28	40,16

### 3.5 Yeniköy Formasyonu

Yeniköy Formasyonundan alınan örneklerin mikroskopik incelenmelerinde, sparitik kireçtaşı, kuvarsit, mikalı kumtaşı, silltaşı olarak adlandırılmışlardır (Tablo 3.9). Yeniköy Formasyonundan alınan örneklerin mineralojik incelemesinde +kuvars +ortoklas +plajiyoklas +biyotit +muskovit +kalsit +klorit +serizit +demiroksit +opak mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 3.23-24).



Şekil 3.23: Sparitik kireçtaşı örneğindeki kalsit minerali ve damarlarda gelişmiş kuvars kristali (sol taraf tek sağ taraf çift nikol; Ölçek 500µm)



Şekil 3.24: DUP32-1 nolu numune içindeki ortoklas ve kuvars kristallerinden görünüm. Ayrıca minerallerdeki yönlenme ve yönlü doku (ort;ortoklas, Ölçek 500µm)

Tablo 3.9: Yeniköy formasyonundan alınan örneklerin mikroskopik inceleme sonuçları

Örnek	Q	Ort	Pl	Bi	Mskv	Klst	Klr	Se	Fe	Op	Kayacın adı
DUP-2	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	Sparitik kireçtaşı
DUP-28	+	±	+	±	+	-	±	-	-	+	Arkozik Silttaşı
DUP-30	+	-	-	-	+	±	±	±	-	+	Muskovitkuvars kumtaşı
DUP-31	+	±	-	-	+	-	+	+	-	+	Klorit muskovit kuvars kumtaşı
DUP-32-1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	Ortoklas-plajiyoklas mika kuvars kumtaşı
DUP-32-2	+	-	-	-	±	-	+	±	+	+	Kuvars kumtaşı

(Q;kuvars, Ort;ortoklas, Pl;plajiyoklas, Bi;Biyotit, Klst;kalsit, Mskv;muskovit, Se;serizit, Klr;klorit, Op;opak mineral, Fe;demiroksit minerali)

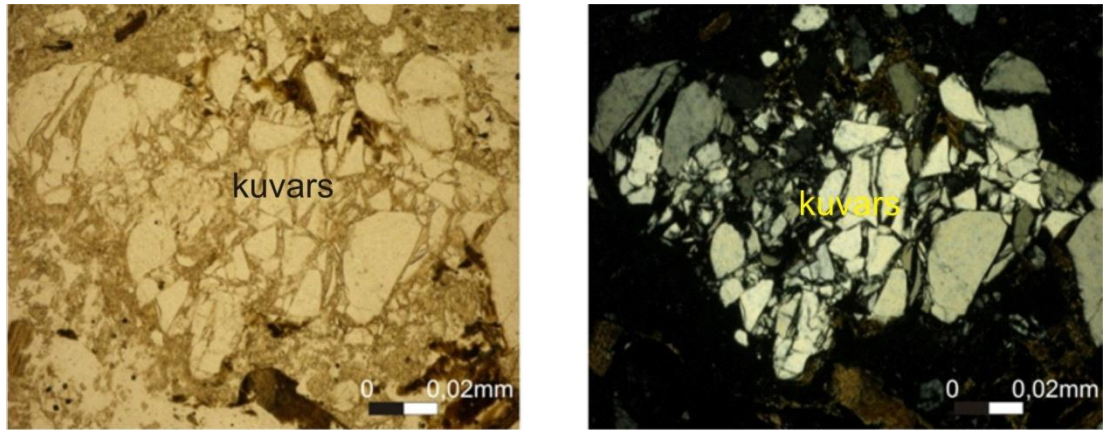
### 3.6 Civanadağ Tüf

Çalışma alanındaki Civanadağ tüfleri üzerinde yapılan petrografik çalışmalara göre; birimin alt fasiyes (beyazımsı, grimsi renkli pomzaca zengin) ve üst fasiyes (ince taneli laminalı) olmak üzere iki fasiyesten oluştuğu belirlenmiştir. Alt fasiyes metamorfik çakıl içerikli pomzaca zengin litik tüfler ile başlamakta olup devamlı olmayan pomza yığılımları içeren seviyeler bulunmaktadır. Üst fasiyes ise beyazımsı gri renkli kristal vitrik tüf ve vitrik tüfler ile başlamakta ve pembe renkli litik-kristal vitrik tüfler ile devam etmektedir. En üst seviyesi ise, yeşil renkli bol mikalı kristal vitrik tüfler ile temsil edilmektedir. Laminalı fasiyesten alınan örneklerin mikroskopik incelemelerinde litik-vitrik tüf, kristal-vitrik tüf, vitrik-tüf olarak adlandırılmış olup killeşme, kloritleşme ve serizitleşme yaygın olarak gözlenmiştir. Tüflerde mineral içeriği olarak alkali feldispat genelde sanidin, plajiyoklas, kuvars ve üst seviyelerdeki tüflerde de bol biyotit içeriği olduğu tesbit edilmiştir.

Mikroskopik incelemeler sonucu vitrofirik dokulu, volkanik cam ve kaya kırıntıları yanı sıra plajiyoklas, kuvars, biyotit fenokristalleri içeren tüflerin camı hamurunda da aynı minerallerin mikrolitleri yer alırlar. Ayrıca volkan camı devitrifikasyona uğrayarak yeniden kristallenmiştir. Bazı örneklerde volkan camının mikrokristalin kuvarsa döndüğü görülmektedir. Vitrofirik bir hamur içinde konsantrik halkalı yapılara sferolitlere rastlanmaktadır. Hamur içinde cam kıymıkları (glass shard) ve pümis (pomza) parçalarına da rastlanılmıştır. Bölgedeki tüflerde genellikle vitrofirik doku,

mikrokristal doku, sferolitik doku ve felsitik dokulara rastlanılmıştır. Ayrıca tüflerde akma bandı yapısı görülmüştür. Bu bölgedeki tüfler hidrotermal alterasyona uğradıklarından feldispatlarda serizitleşme, sosürütleşme, killeşme görülmektedir. Ayrıca limonitleşme ve hematitleşmeler vardır. Civanadağ tüfleri tektonizma veya bir sonraki volkanizmanın etkisi ile silisleşmiştir. Bu tüflerdeki sekonder kuvars oluşumu yüksek ısıli ortam sonucu oluştuğunu göstermekte ve tüflerde akıntı yapıları izlenmektedir. Ayrıca mikroskopik incelemelerde görülen kalsedon oluşumları ise silisleşmenin nispeten daha düşük ortamda gerçekleştiğini gösterir. Piroklastlarda sanidinin sekonder kuvarsa dönüşümünde görülmüş olup, tüflerde silisleşme genelde % 40 – 50 civarındadır.

Civanadağ tüflerinin mikroskopik incelemelerinde saptanan pirojen mineraller kuvars + sanidin + plajioklas + biyotit, sekonder mineraller; + kalsedon + kalsit + serizit + demiroksit + opak mineral + sekonder kuvars (Tablo 3.10). Tüflerdeki kuvarslar bol farklı boyutlu ve iri taneli olarak tespit edilmiş olup kuvarslardaki kemirilme ve kırılmalarda dikkat çekmektedir (Şekil 3.25-26). Potasyumlu feldispatlardan sanidin hâkimdir (Şekil 3.27). Genelde sanidinler iri taneli, öz ve yarı öz şekilli ve bozmuş olarak bulunmaktadır. Sanidinlerde serizitleşme ve killeşme tespit edilmiştir (Şekil 3.28).

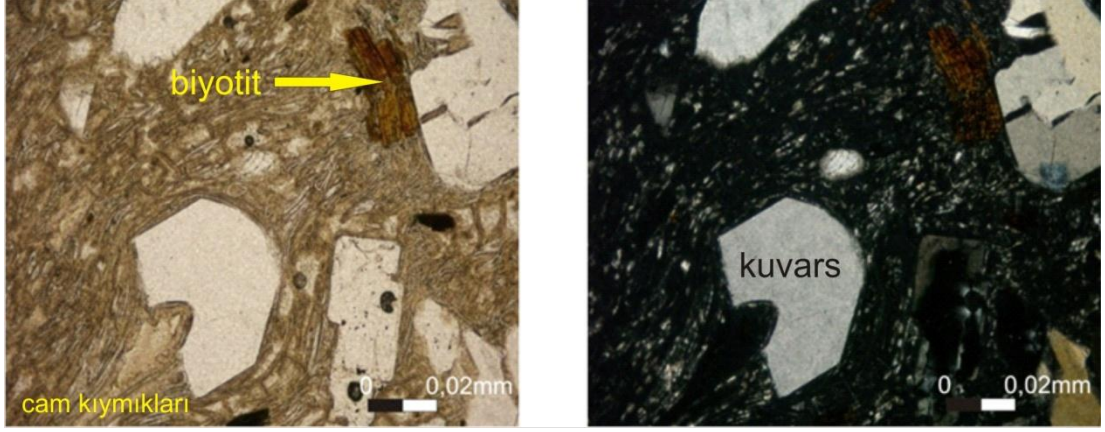


Şekil 3.25: DUP-16 nolu Tüf örneğinde kırılmış kuvars kristallerinin ( sol taraf tek ve sağ taraf çift) mikroskopta görünümü.

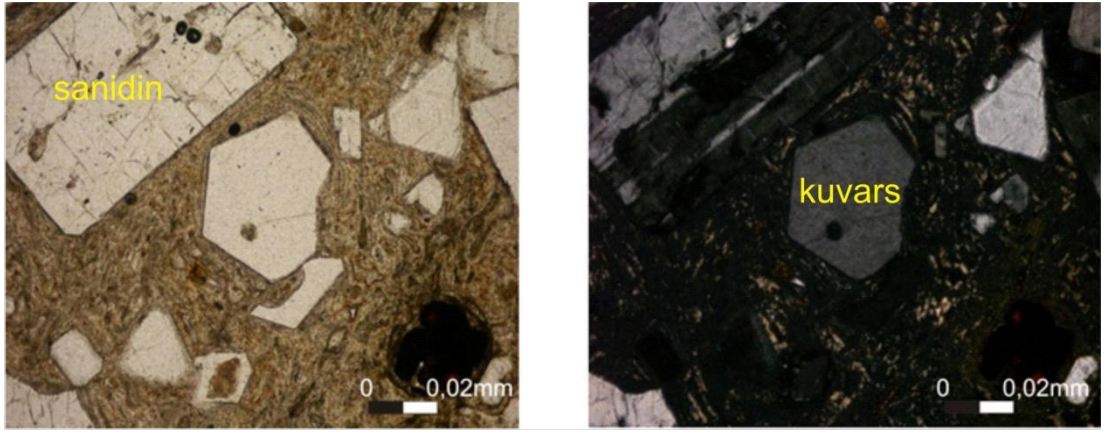
Tablo 3.10: Tüf örneklerinin mikroskobik incelemelerinde saptanan mineral bileşimleri

Örnek	Q	San	Pl	Bi	Kal	Klst	Ser	Op.	Fe	Kayacın adı
DUP-1	+	+	-	+	+	-	+	-	+	Kristal-vitrik tüf
DUP-3	+	+	-	+	-	-	+	-	-	Kristal-vitrik tüf
DUP-4	+	±	-	-	-	-	-	+	-	Kristal-vitrik tüf
DUP-5	+	±	-	-	+	-	-	+	-	Vitrik tüf
DUP-6	+	+	-	+	+	-	+	+	-	Vitrik tüf
DUP-7	+	+	-	+	-	-	+	-	-	Vitrik-kristal tüf
DUP-8	+	+	+	+	-	-	+	±	-	Kristal-vitrik tüf
DUP-10	+	+	-	-	-	-	±	+	+	Vitrik tüf
DUP-13	+	+	-	-	-	-	±	+	+	Silislü tüf
DUP-15	+	+	-	+	-	+	+	-	-	Kristal-vitrik tüf
DUP-16	+	+	±	+	-	-	-	-	+	Vitrik-kristal tüf
DUP-17	+	-	+	+	-	-	-	±	-	Kristal tüf
DUP-20	+	+	-	+	-	±	+	+	-	Litik-vitrik tüf
DUP-21	+	+	-	+	+	-	+	-	+	Kristal-vitrik tüf
DUP-25	+	±	+	+	-	-	-	-	+	Kristal-vitrik tüf
DUP-27	+	-	+	+	-	-	-	+	-	Vitrik-kristal tüf
DUP-43	+	+	-	-	-	-	+	+	+	Kristal tüf
DUP-48	+	+	-	+	-	-	-	±	-	Vitrik-kristal tüf
DUP-48-1	+	+	+	+	-	-	-	±	-	Kristal tüf
DUP-54	+	+	+	+	-	-	-	+	+	Kristal-vitrik tüf
DUP-56	+	+	-	+	-	+	+	+	+	Kristal-vitrik tüf
DUP-58-1	+	±	±	±	+	-	-	+	-	Vitrik tüf
DUP-59	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Litik-kristal-vitrik tüf
DUP-62-1	+	+	+	+	-	-	-	-	+	Kristal tüf
DUP-71	+	+	+	+	-	-	-	+	+	Kristal-vitrik tüf
DUP-75	+	-	+	±	-	-	-	±	-	Litik-kristal-vitrik tüf
DUP-76	+	+	+	-	-	-	-	-	-	Vitrik tüf
DUP-78	+	±	+	+	-	-	-	+	-	Vitrik-kristal tüf
DUP-81	+	±	±	+	+	-	-	+	+	Vitrik-kristal tüf
DUP-82	+	+	+	+	-	-	+	-	+	Kristal-vitrik tüf
DUP-83	+	-	+	+	-	-	-	+	+	Vitrik-kristal tüf
DUP-85-1	+	±	+	+	-	-	-	+	-	Vitrik-kristal tüf
DUP-85-2	+	+	-	+	-	-	-	+	-	Kristal-vitrik tüf
DUP-86	+	+	+	+	-	-	-	+	-	Kristal-vitrik tüf
DUP-88	+	+	±	-	-	-	-	-	-	Kristal-vitrik tüf
DUP-89	+	+	+	±	-	-	+	-	-	Litik-kristal-vitrik tüf
DUP-90	+	±	±	+	±	-	±	-	-	Litik-kristal-vitrik tüf
DUP-108	+	+	-	-	-	-	+	-	-	Litik-vitrik tüf
DUP-110	±	+	-	+	-	-	+	+	+	Kristal-vitrik tüf

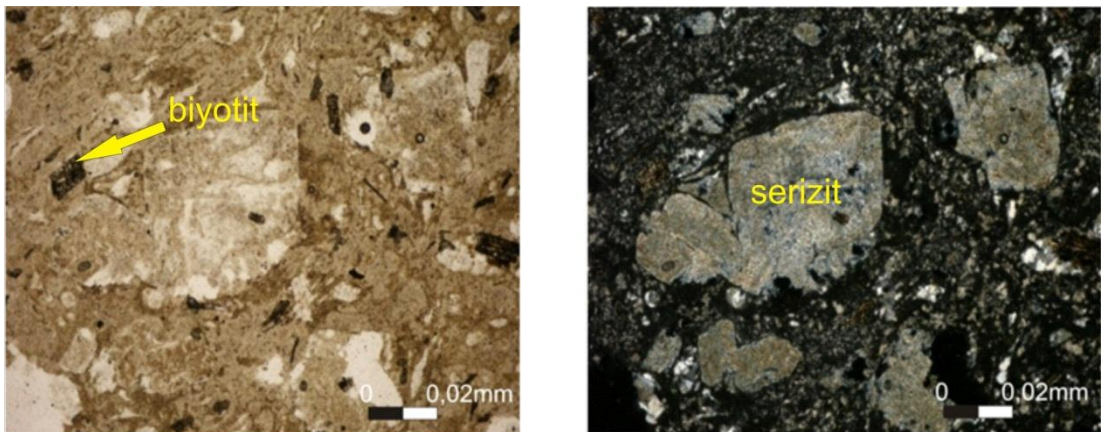
(Q;kuvars, San;sanidin, Pl;plajiyoklas, Bi;Biyotit, Kal;kalsedon, Kals;kalsit, Ser;serizit, Op;opak mineral, Fe;demiroksit minerali)



Şekil 3.26: DUP-78 nolu tuf örneğinin cam kıymıklarının dizilimi ve kemirilmiş kuvars kristalinin (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünüm.

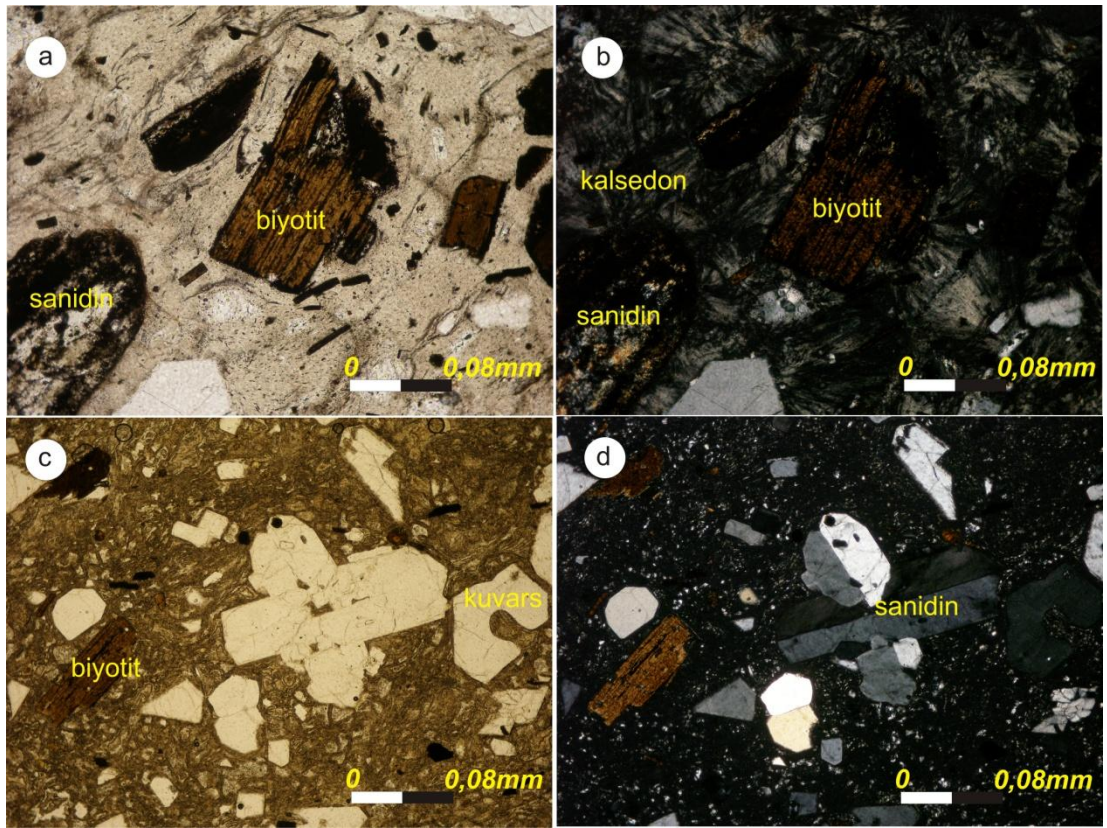


Şekil 3.27: DUP-85 nolu tuf örneğinin tek ve çift nikolde görünümü. Sol üst köşede sanidin kristal ve kırılmış kuvars (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol).

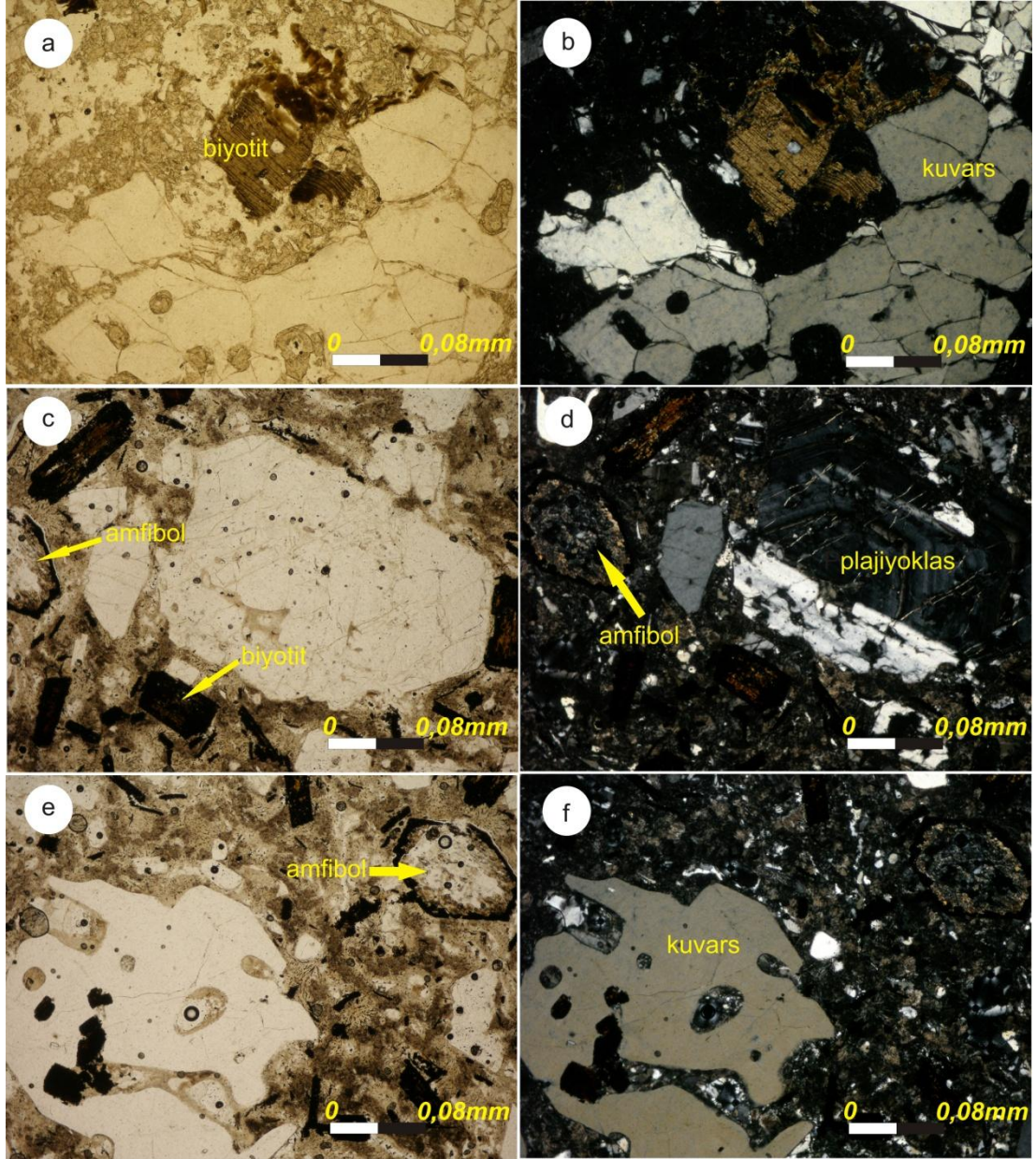


Şekil 3.28: DUP-56 nolu tuf örneğinde serizitleşmiş sanidin kristallerinin ve opazitleşmiş biyotit mineralinin (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü

Plajyoklaslar polisentetik ve zonlu sönme göstermekte olup sönme açılarından oligoklas ve andezin karakterde oldukları hesaplanmıştır. Plajiyoklas mineralleri çoğunlukla serizitleşme ve killeşme türü bozunmalar göstermektedir (Şekil 3.30-c.d). Biyotitler öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak bulunmaktadır. Ayrıca biyotitlerde kloritleşme, demiroksitli alterasyon ve opazitleşme bulunmaktadır (Şekil 3.29-30). Bunun yanı sıra biyotitlerde eğilme bükülme ve kırılmalar vardır. Amfibol mineralleri öz ve yarı öz şekilli olarak tespit edilmiştir. Amfiboller diğer minerallere göre daha azdır. Amfibollerde de kloritleşme türü alterasyon tespit edilmiştir (Şekil 3.30-e.f).



Şekil 3.29: a-b)DUP-21 nolu kristal vitrik tuf örneğindeki kırılmış, eğilmiş, bükülmüş biyotit kristali, kalsedon ve serizitleşmiş sanidin kristalinden görünüm. Vitrofirik dokuya sahiptir. c-d)DUP-85-2 nolu kristal vitrik tuf örneğindeki öz ve yarı öz şekilli sanidin kristali, kuvars ve biyotit minerallerinden görünüm. Mikrokristalli doku görülmekte (sol taraf tek, sağ taraf çift nikol).



Şekil 3.30:a-b)DUP-16 nolu vitrik kristal tuf örneğindeki kırılmış, eğilmiş, bükülmüş biyotit kristali ve elek dokulu kuvars kristalinden görünüm. c-d)DUP-17 nolu kristal tuf örneğindeki kloritleşmiş ve opazitleşmiş amfibol minerali, zonlu plajiyoklas ve opazitleşmiş ve demiroksitlenmiş biyotit mineralinden görünüm e-f)DUP-17 nolu kristal tuf örneğindeki kemirilmiş kuvars ve kloritleşmiş amfibol mineralinden görünüm(sol taraf tek sağ taraf çift nikol)



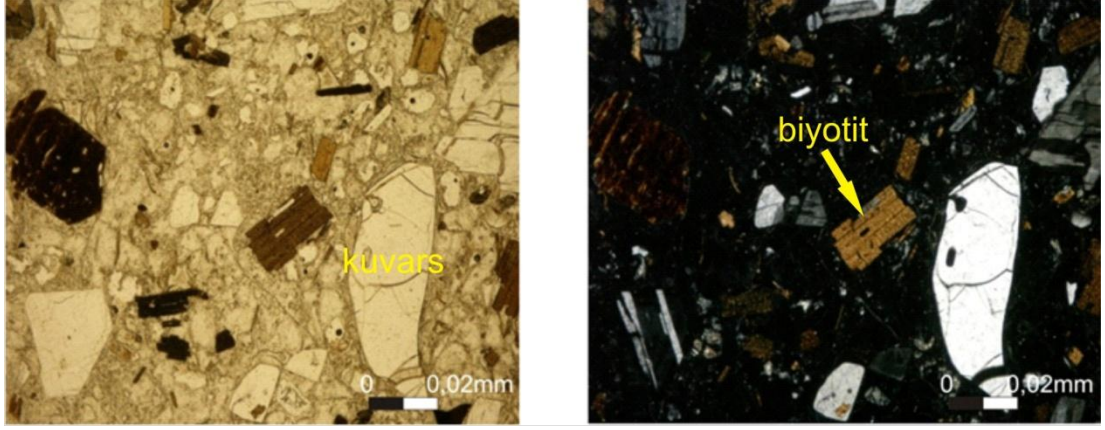
### 3.7 Akdağ Volkanikleri

Çalışma alanındaki Akdağ volkanikleri üzerinde yapılan mikroskobik çalışmalara göre; riyolit, dasit ve riyodasit olarak adlandırılmışlardır. Akdağ volkaniklerinin mikroskobik incelemelerinde saptanan pirojen mineraller kuvars + sanidin +plajiyoklas + biyotit + amfibol; sekonder mineral olarak + kalsedon + klorit + serizit tali mineral olarakta + apatit + opak mineral +demiroksit mineral tespit edilmiştir (Tablo 3.11).Volkaniklerdeki kuvarslar bol farklı boyutlu ve iri taneli fenokristalli olarak tespit edilmiş olup kuvarslardaki kemirilme ve kırılmalarda dikkat çekmektedir (Şekil 3.31). Potasyumlu feldispatlardan sanidin hâkimdir. Genelde sanidinler iri taneli, öz ve yarı öz şekilli olarak bulunmaktadır. Sanidinlerde serizitleşme tespit edilmiştir. Plajiyoklaslar polisentetik ve zonlu sönme göstermekte olup sönme açılarından oligoklas, andezin ve labrador karakterde oldukları hesaplanmıştır (Şekil 3.36-e-f). Plajiyoklaslar farklı boyutlarda olup iri taneli plajiyoklaslar dikkat çekmektedir. Plajiyoklas mineralleri çoğunlukla serizitleşme, killeşme ve kalsitleşme türü bozunmalar göstermektedir. Biyotitler öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak bulunmaktadır (Şekil 3.32-33). Ayrıca biyotitlerde kloritleşme, demiroksitli alterasyon ve opazitleşme bulunmaktadır. Bunun yanı sıra biyotitlerde eğilme bükülme ve kırılmalar vardır. Ayrıca biyotitler içinde ilmenit iğneleri vardır. Biyotit mineralleri yer yer kırmızımsı renkli olup titanyumlu biyotit oldukları tespit edilmiştir.

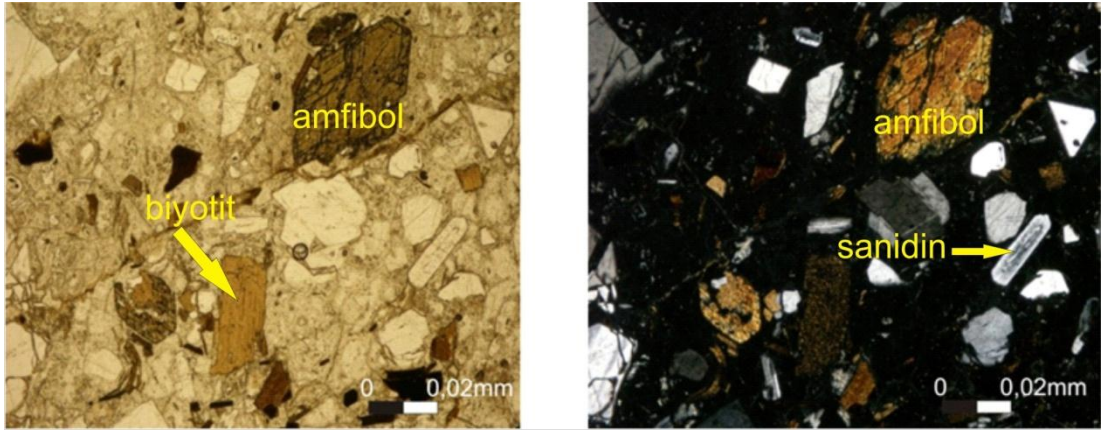
Tablo 3.11: Riyolit, riyodasit ve dasidik volkaniklere ait örneklerin mikroskopta saptanan mineralojik bileşimleri

Örnek	Q	San	Pl	Bi	Amf	Kal	Apt	Op.	Fe	Ser	Klr	Kayacın adı
DUP-9	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Riyolit/Riyodasit
DUP-11	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	±	Riyodasit
DUP-14	+	±	+	+	-	+	-	+	-	+	-	Riyodasit
DUP-18	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	Riyolit
DUP-22	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	Riyodasit
DUP-23	+	±	+	+	+	-	-	+	-	-	-	Riyodasit
DUP-24	+	-	+	+	±	-	-	-	-	-	-	Riyodasit
DUP-45	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	Riyolit/Riyodasit
DUP-47	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	Dasit
DUP-49	+	+	+	+	±	-	-	+	-	-	-	Riyolit/Riyodasit
DUP-58-2	+	+	±	±	+	-	-	-	-	±	-	Riyolit
DUP-60	+	+	-	±	-	-	-	+	-	-	-	Riyolit
DUP-61	+	+	-	±	-	-	-	+	-	-	±	Riyolit
DUP-62-2	+	+	-	-	-	-	-	±	-	-	-	Riyolit
DUP-63	+	+	±	±	-	-	-	-	-	-	-	Riyolit
DUP-64	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	Riyolit
DUP-69	+	±	+	+	-	+	-	-	-	-	-	Riyodasit
DUP-70	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	Dasit
DUP-72	+	+	±	+	-	-	-	+	-	-	-	Riyolit
DUP-73	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	Riyolit
DUP-74	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	Riyolit
DUP-77	+	+	±	-	-	-	-	+	-	-	-	Riyolit
DUP-79	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	Riyolit
DUP-84	+	±	+	+	+	-	-	-	-	-	-	Riyodasit
DUP-87	+	±	+	+	-	-	+	+	-	-	-	Riyolit/ Dasit
DUP-91	+	+	-	±	-	-	-	+	-	-	-	Riyolit
DUP-92	+	±	+	+	-	-	+	+	-	-	-	Riyodasit
DUP-96	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Riyolit
DUP-99	+	+	+	+	-	-	-	+	-	±	-	Dasit/ Riyodasit
DUP-100	+	+	±	+	-	+	-	-	-	+	-	Riyolit
DUP-101	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	Dasit/ Riyodasit
DUP-102	+	±	+	±	+	+	+	+	-	-	+	Dasit/ Andezit
DUP-109	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	Riyolit

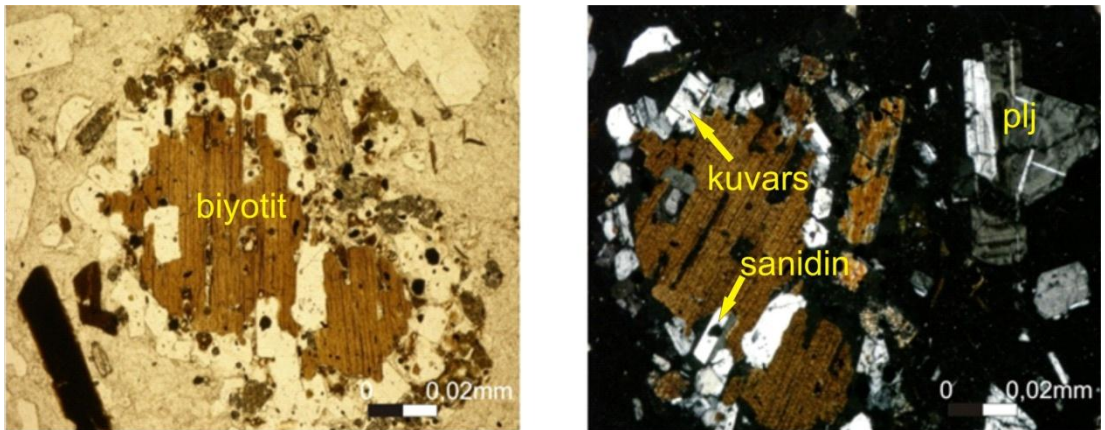
(Q;kuvars, San;sanidin, Pl;plajiyoklas, Bi;Biyotit, Amf;amfibol, Kal;kalsedon, Apt;apatit, Op;opak mineral, Fe;demiroksit minerali, Ser;serizit, Klr;klorit)



Şekil 3.31: DUP-101 nolu riyodasit örneğindeki biyotit ve kırılmış kuvars kristallerinin (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü.

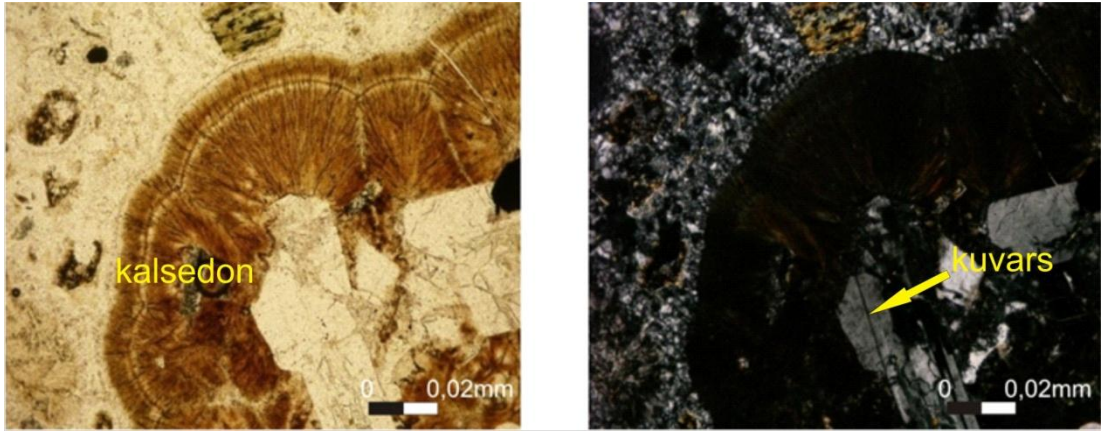


Şekil 3.32: DUP-101 nolu Riyodasit örneğindeki üstteki iri tane amfibol,serizitleşmiş sanidin ve biyotit mineralinin görünümü (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol).

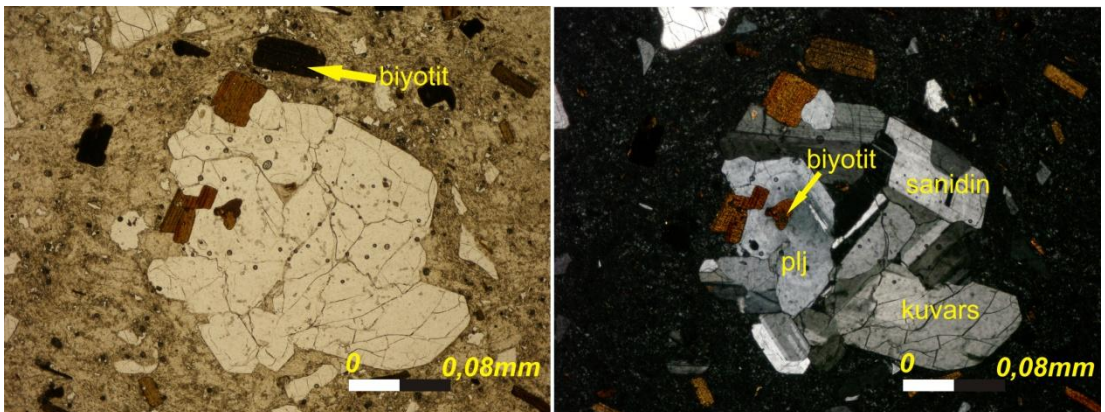


Şekil 3.33: DUP-102 nolu dasit örneğindeki biyotit ve etrafında gelişen mantolanma (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü (plj;plajiyoklas).

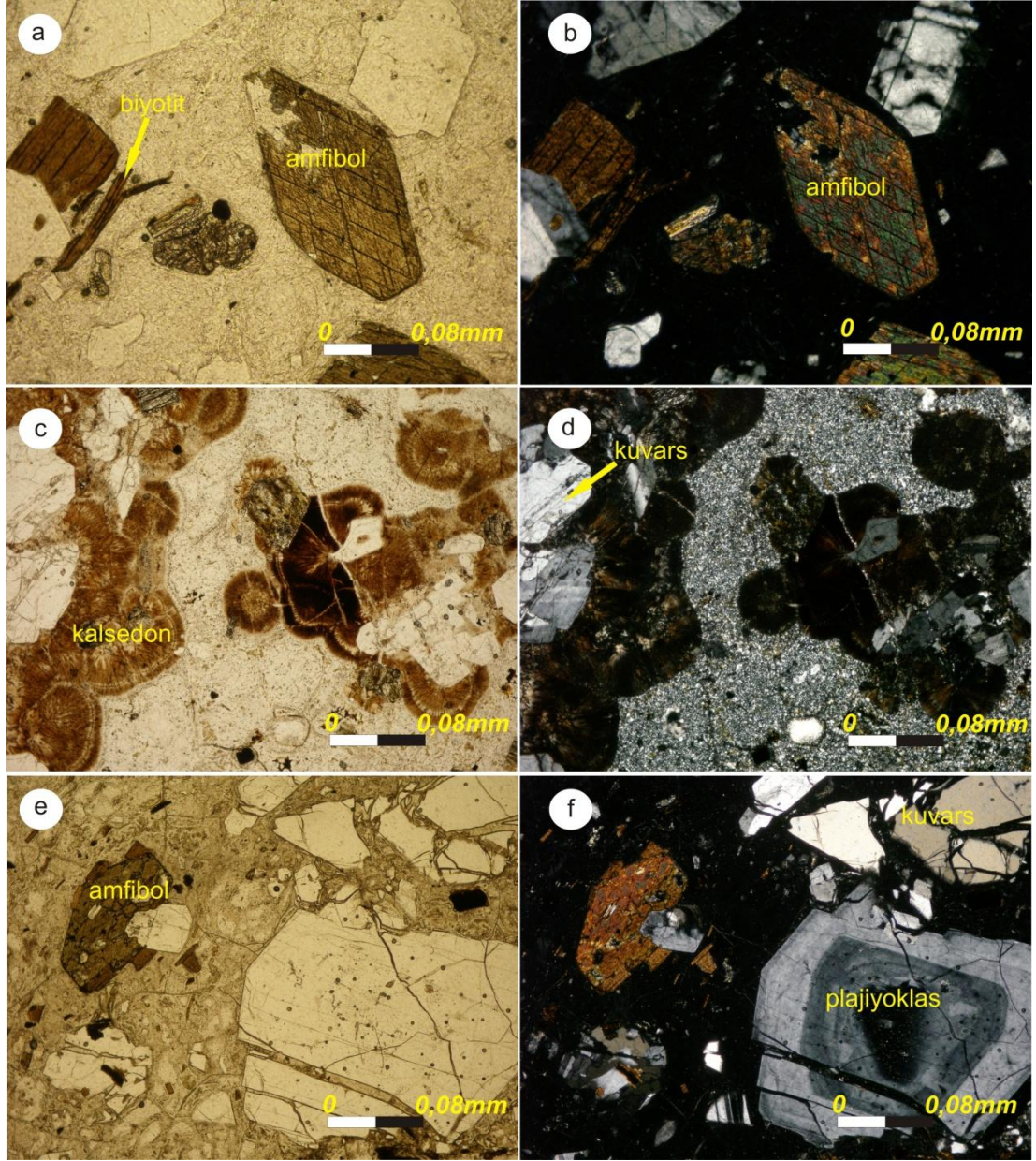
Amfibol mineralleri öz ve yarı öz şekilli olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.36-a-b). Amfiboller diğer minerallere göre daha az bulunmaktadır. Amfibollerde de kloritleşme türü alterasyon ve opazitleşme görülmektedir (Şekil 3.36-a-b). Kalsedon mineralleri sferolitler şeklinde bulunmaktadır (Şekil 3.34). Volkanikler tektonizma veya bir sonraki volkanizmanın etkisi ile silisleşmiştir. Ayrıca mikroskobik incelemelerde görülen kalsedon oluşumları ise silisleşmenin nispeten daha düşük ortamda gerçekleştiğini gösterir. Volkanikler içerisinde bulunan anklavların bir kısmının metamorfik temele ait kayaç parçaları bir kısmında volkanik kaya parçaları olduğu tespit edilmiştir. Bölgedeki volkaniklerde genellikle hiyalopilitik doku, mikroporfirik doku, perlitik doku ve sferolitik dokulara rastlanılmış olup camsal hamurlu ve akıntılı yapıdadırlar (Şekil 3.35-36-c-d).



Şekil 3.34: DUP-11 nolu riyodasit örneğinin matrikste gelişen kalsedon kristalleri ve sferolitik doku (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü.



Şekil 3.35: DUP 92 nolu riyodasit örneğindeki opazitleşmiş ve plajiyoklas içinde kapanım haldeki biyotit, düzensiz çatlaklı kuvars ve sanidin mineralini (sol taraf tek ve sağ taraf çift nikol) görünümü. Hiyalopilitik doku.

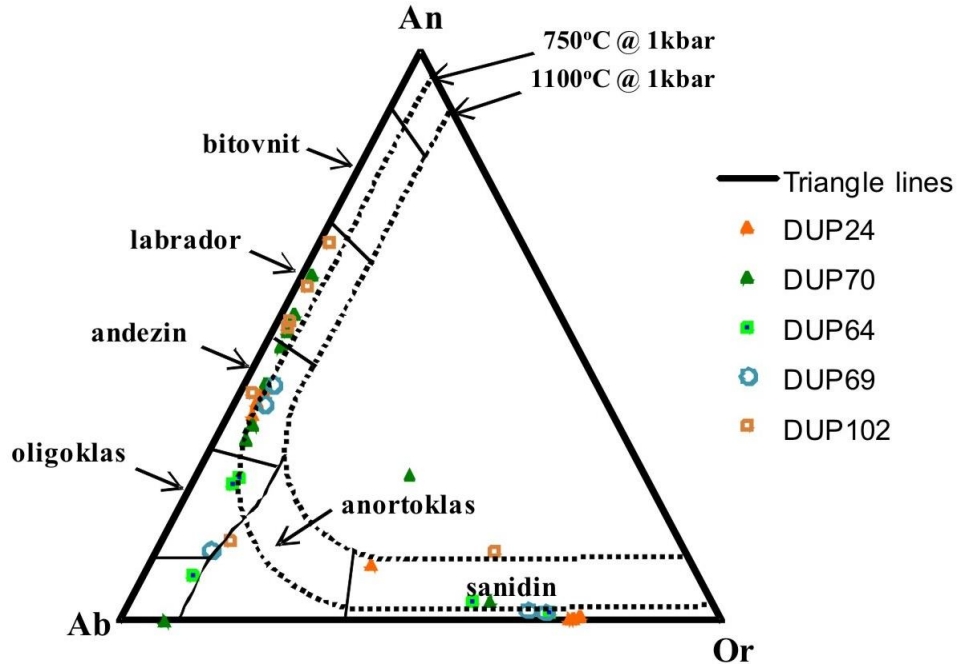


Şekil 3.36: a-b)DUP 102 nolu dasit örneğindeki öz şekilli amfibol mineralindeki kloritleşme ve biyotitlerdeki kırılma eğilme ve bükülme c-d)DUP 11 nolu riyodasit örneğindeki kuvars etrafındaki kalsedon mineralleri ve mikroporfirik ve sferolitik doku e-f) DUP 101 nolu riyodasit örneğindeki kırılmış zonlu plajiyoklas, amfibol ve kırılmış kuvars kristali (sol taraf tek, sağ taraf çift nikol).

### 3.7.1 Akdağ Volkaniklerinin Mineral Kimyası

#### 3.7.1.1 Plajiyoklas

Akdağ volkaniklerindeki iri plajiyoklas kristallerinde bileşimsel zonlanmanın normal zonlanma türü gözlenmektedir. Bu yüzden tek plajiyoklas kristalinin en az iki noktasından (bir kenar ve bir çekirdek) analiz yaptırılmıştır. Akdağ volkaniklerindeki plajiyoklasların anortit miktarına göre cinsi başlıca oligoklas, andezin ve labradordur (Şekil 3.37). An içerikleri %25.89-54.07 arasında değişmektedir. Zonlu plajiyoklaslar kenardan merkeze doğru andezinden, labrodora doğru değişim göstermektedir. K-Feldispat örneklerinde Or %56.09- 75.66, Ab %23.20-31.70, An %1.14-12.21 arasında değişmektedir. Alkali feldispatların ise sanidin oldukları tespit edilmiştir. (Şekil 3.37). Akdağ volkaniklerini temsilen plajiyoklasların bileşimsel oranları Tablo 3.12' de verilmektedir. Hesaplamalarda  $Fe^{+2}$  toplam Fe olarak alınmıştır.



Şekil 3.37: Akdağ volkaniklerindeki plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer ve diğ. 1966).

Tablo 3.12: Akdağ volkaniklerine ait plajiyoklasların mikroprob analizi sonuçları

Örnek	DUP24-2 Kenar-1	DUP24-2 Merkez-1a	DUP24-2 Merkez-1b	DUP24-2 Kenar-2	DUP24-2 Merkez-2a	DUP24-2 Glass-1	DUP24-2 Glass-2	DUP24-3 Kenar-1	DUP70-1 Kenar-1	DUP70-1 Kenar-1a	DUP70-1 Kenar-1b
SiO <sub>2</sub>	56,77	53,6	59,41	64,24	63,24	78,11	96,22	59,34	59,19	57,05	52,71
TiO <sub>2</sub>	0	0,0118	0	0,0353	0,0492	0,0433	0,0473	0,0216	0,0157	0,0884	0,0157
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,9	26,09	25,47	18,88	19,03	11,95	1,4764	25,05	24,94	27,26	30,04
MgO	0	0,0018	0,0074	0,0054	0,0361	0,0197	0,0159	0,0278	0	0	0
FeO	0,0894	0,1228	0,1786	0,1224	0,078	0,1902	0	0,3348	0,1897	0,3234	0,3455
MnO	0,0268	0	0	0,0401	0	0	0,027	0	0	0,0937	0,0937
CaO	7,82	8,14	7,81	0,1032	0,1201	0,1348	0,1243	7,3	6,98	9,84	12,69
K <sub>2</sub> O	0,5874	0,6265	0,6086	12,03	12,5	7,5	0,3802	0,6439	0,7847	0,4397	0,2445
Na <sub>2</sub> O	6,6	6,24	6,57	2,7305	2,6996	1,5131	0,3664	6,71	6,81	5,51	4,34
BaO	0	0	0	0,6361	0,1573	0	0	0	0	0,0982	0,0432
SrO	0,1889	0,2852	0,3134	0,3697	0,284	0,2679	0,2773	0,296	0,3327	0,397	0,4631
Toplam	97,98	95,12	100,37	99,19	98,19	99,72	98,94	99,73	99,24	101,1	100,99
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.											
Si	2,602	2,543	2,653	2,975	2,957	3,396	3,929	2,666	2,672	2,550	2,384
Ti	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001
Al	1,399	1,459	1,341	1,031	1,049	0,612	0,071	1,326	1,327	1,436	1,601
Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000
Fe	0,003	0,005	0,007	0,005	0,003	0,007	0,000	0,013	0,007	0,012	0,013
Mn	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,004	0,004
Ca	0,384	0,414	0,374	0,005	0,006	0,006	0,005	0,351	0,338	0,471	0,615
K	0,034	0,038	0,035	0,711	0,746	0,416	0,020	0,037	0,045	0,025	0,014
Na	0,586	0,574	0,569	0,245	0,245	0,128	0,029	0,584	0,596	0,477	0,381
Ba	0,000	0,000	0,000	0,012	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001
Toplam	5,009	5,033	4,978	4,986	5,012	4,568	4,058	4,981	4,985	4,980	5,012
An	38,22	40,34	38,24	0,53	0,60	1,14	10,02	36,12	34,49	48,39	60,91
Ab	58,37	55,96	58,21	25,51	24,56	23,20	53,47	60,08	60,89	49,03	37,70
Or	3,42	3,70	3,55	73,96	74,83	75,66	36,51	3,79	4,62	2,57	1,40

Tablo 3 .12: nin devamı

Örnek	DUP70-1 Merkez-1	DUP70-1 Merkez-1c	DUP70-2 Kenar-1	DUP70-2 Merkez-1a	DUP70-2 Merkez-1b	DUP70-2 Glass-1	DUP70-2 Glass-2	DUP64-1 Merkez-1	DUP64-1 Glass-1	DUP64-1 Glass-2	DUP64-2 Kenar-1
SiO <sub>2</sub>	47,48	55,63	60,62	57,63	52,67	65,04	95,99	65,48	65,69	100,06	59,72
TiO <sub>2</sub>	0,0272	0,0098	0	0,0412	0	0,0529	0,0079	0,0708	0	0,0493	0,0196
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,69	27,9	24,79	26,32	28,54	19,81	1,192	19,12	19,76	0,4166	23,84
MgO	0,7537	0,0018	0	0	0	0,0037	0	0,0054	0	0	0
FeO	2,3948	0,2008	0,2119	0,1227	0,1784	0,0667	0	0	0,2677	0,0113	0,201
MnO	0,0134	0,0134	0,067	0	0	0,0267	0,0675	0	0,0402	0	0
CaO	0,1733	10,25	6,52	8,46	11,16	0,6538	0	0,2615	0,676	0,0199	5,18
K <sub>2</sub> O	0,1972	0,3838	0,8538	0,5496	0,346	9,42	0,0541	11,52	8,98	0,0162	1,1908
Na <sub>2</sub> O	0,1444	5,18	7,1	6,11	5,01	3,84	0,4481	3,03	4,16	0,1139	7,68
BaO	0,1048	0,0825	0,098	0	0,0904	1,2493	0	0,3145	0,0039	0,0552	0
SrO	0,1738	0,4066	0,3733	0,3292	0,2968	0,2778	0,4058	0,2799	0,2709	0,4375	0,2721
Toplam	83,15	100,06	100,64	99,57	98,29	100,44	98,16	100,09	99,84	101,18	98,1
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.											
Si	2,456	2,514	2,698	2,601	2,435	2,953	3,946	2,984	2,968	3,980	2,722
Ti	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,001	0,001
Al	1,932	1,486	1,300	1,400	1,555	1,060	0,058	1,027	1,052	0,020	1,280
Mg	0,058	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe	0,104	0,008	0,008	0,005	0,007	0,003	0,000	0,000	0,010	0,000	0,008
Mn	0,001	0,001	0,003	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000
Ca	0,010	0,496	0,311	0,409	0,553	0,032	0,000	0,013	0,033	0,001	0,253
K	0,013	0,022	0,048	0,032	0,020	0,546	0,003	0,670	0,518	0,001	0,069
Na	0,014	0,454	0,613	0,535	0,449	0,338	0,036	0,268	0,364	0,009	0,679
Ba	0,002	0,001	0,002	0,000	0,002	0,022	0,000	0,006	0,000	0,001	0,000
Toplam	4,591	4,981	4,982	4,981	5,022	4,957	4,045	4,969	4,947	4,013	5,011
An	25,89	51,04	31,98	41,94	54,07	3,47	0,00	1,34	3,58	8,11	25,27
Ab	39,04	46,68	63,03	54,81	43,93	36,93	92,64	28,17	39,84	84,02	67,81
Or	35,08	2,28	4,99	3,24	2,00	59,60	7,36	70,48	56,58	7,86	6,92

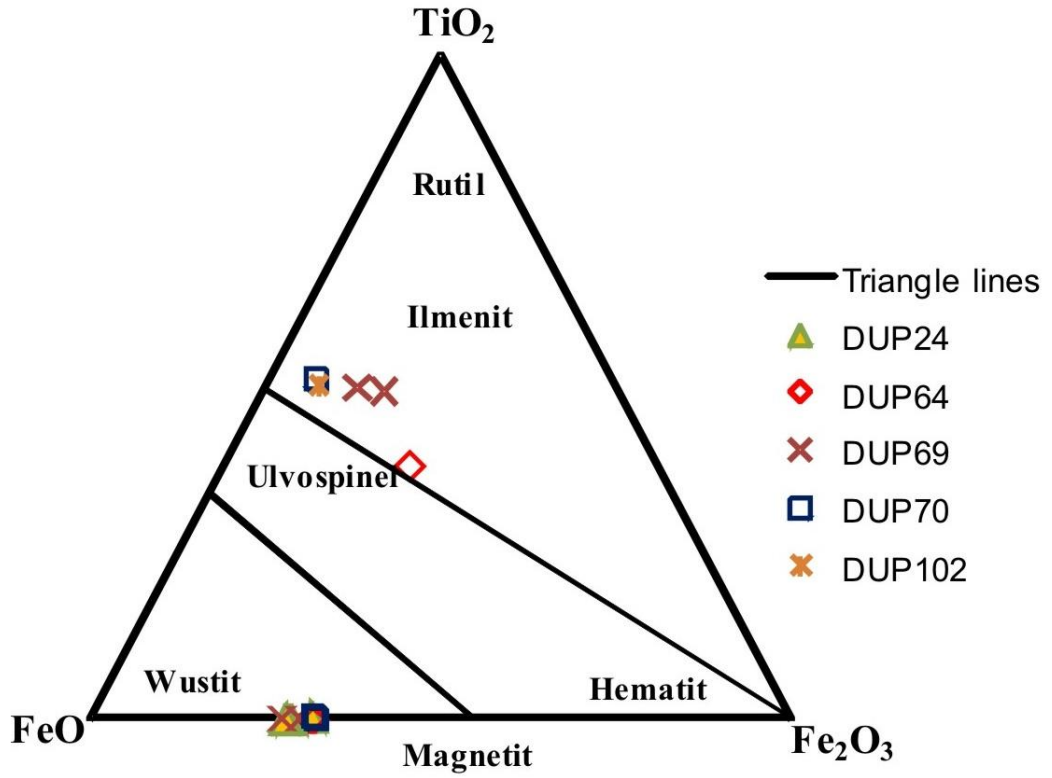


Tablo 3.12: nin devamı

Örnek	DUP64-2 Merkez-1a	DUP69-1 Glass-1	DUP691 Glass-2	DUP69-1 Merkez-1	DUP69-2 Kenar-1	DUP69-2 Merkez-1a	DUP102-1 Kenar-1	DUP102-1 Merkez-1a	DUP102-1 Glass-1	DUP102-2 Sferoid-1	DUP102-2 Sferoid-1a	DUP102-2 Kenar-1	DUP102-2 Merkez-1a
SiO <sub>2</sub>	62,41	65,64	95,42	62,75	55,12	58,67	54,78	55,57	74,19	59,86	88,09	51,84	53,86
TiO <sub>2</sub>	0,0157	0,0374	0,0709	0,0487	0,0491	0,0039	0,0393	0,0197	0,1472	0	0,0924	0,0138	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,35	18,08	1,7285	19,44	26,01	25,09	27,93	27,61	12,25	25,15	5,14	30,02	28,87
MgO	0	0,0217	0,0071	0	0,0092	0	0,0129	0	0,0809	0,0129	0,0143	0,0018	0
FeO	0,1898	0,2343	0,1013	0,1662	0,212	0,3013	0,1674	0,0781	1,018	0,3237	0,2358	0,2675	0,2231
MnO	0	0,0536	0,054	0,0799	0,0536	0	0,0938	0,1609	0,0134	0	0,1347	0,0804	0
CaO	5	0,2715	0,1823	0,3446	8,13	7,63	11,11	10,61	1,019	7,86	0,4944	13,67	12,19
K <sub>2</sub> O	1,1054	10,26	0,1082	10,15	0,8086	0,8659	0,3099	0,3313	3,93	0,3017	0,3323	0,2198	0,2675
Na <sub>2</sub> O	7,92	2,7655	0,6351	3,12	5,83	6,31	5,3	5,24	1,4615	6,27	1,4559	3,64	4,52
BaO	0	0,0354	0	3,02	0,0432	0,1413	0,0826	0,0275	0,0903	0,106	0	0,0236	0,0039
SrO	0,1851	0,3042	0,3524	0,3992	0,356	0,3047	0,2417	0,3043	0,2883	0,3347	0,3914	0,3252	0,331
Toplam	100,18	97,7	98,66	99,52	96,63	99,32	100,07	99,94	94,49	100,22	96,37	100,1	100,28
	Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.												
Si	2,773	3,034	3,914	2,932	2,572	2,654	2,483	2,514	3,367	2,672	3,751	2,365	2,440
Ti	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,000	0,001	0,001	0,005	0,000	0,003	0,000	0,000
Al	1,223	0,985	0,084	1,071	1,431	1,338	1,492	1,472	0,655	1,323	0,258	1,614	1,542
Mg	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,005	0,001	0,001	0,000	0,000
Fe	0,007	0,009	0,003	0,006	0,008	0,011	0,006	0,003	0,039	0,012	0,008	0,010	0,008
Mn	0,000	0,002	0,002	0,003	0,002	0,000	0,004	0,006	0,001	0,000	0,005	0,003	0,000
Ca	0,238	0,013	0,008	0,017	0,406	0,370	0,539	0,514	0,050	0,376	0,023	0,668	0,592
K	0,063	0,605	0,006	0,605	0,048	0,050	0,018	0,019	0,227	0,017	0,018	0,013	0,015
Na	0,682	0,248	0,051	0,283	0,527	0,553	0,466	0,460	0,129	0,543	0,120	0,322	0,397
Ba	0,000	0,001	0,000	0,055	0,001	0,003	0,001	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000
Toplam	4,987	4,899	4,070	4,975	4,998	4,979	5,012	4,989	4,479	4,946	4,187	4,995	4,995
An	24,22	1,55	12,48	1,91	41,39	38,00	52,73	51,79	12,21	40,17	14,03	66,62	58,92
Ab	69,41	28,61	78,70	31,24	53,71	56,87	45,52	46,29	31,70	57,99	74,75	32,10	39,54
Or	6,37	69,84	8,82	66,86	4,90	5,13	1,75	1,93	56,09	1,84	11,23	1,28	1,54

### 3.7.1.2 Fe-Ti Oksitler

Akdağ volkaniklerinde genellikle mikrofenokristaller halinde gözlenen oksit minerallerinin magnetit ve ilmenit türü Fe-Ti oksitler oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.38). Bu oksitlerin kimyasal bileşimleri Tablo 3.13’ da verilmektedir. Magnetitler yarıözşekilli ve özşekilsiz şekiller şeklindedir. İncelenen kayaç örneklerinde magnetit, ilmenit minerallerine göre fazlalık göstermektedir.



Şekil 3.38: Akdağ volkaniklerindeki Fe-Ti oksit minerallerinin bileşimini gösteren üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988)

Tablo 3.13: Akdağ volkaniklerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analizi sonuçları

	DUP24-1 Merkez-1 Magnetit	DUP24-1 Merkez-2 Magnetit	DUP24-4 Merkez-1 Magnetit	DUP64-4 Merkez-1 Magnetit	DUP64-4 Merkez-4a Magnetit	DUP69-2 Merkez-1a Magnetit	DUP69-2 Merkez-1c Magnetit	DUP70-2 Merkez-2 Magnetit	DUP70-2 Merkez-3 Magnetit
SiO <sub>2</sub>	0,5356	0,7328	0,7731	0,1221	0,2442	0,1915	0,044	0,1753	0,3705
TiO <sub>2</sub>	8,53	7,63	1,5901	1,7669	0,656	4,51	9,75	0	0,0062
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8327	1,2614	0,5728	1,6148	0,6447	1,3297	1,2566	0,0245	0
MgO	0,1791	0,4312	0,0377	0,1244	0,102	0,1752	0,2128	0	0
FeO	81,09	77,89	84,49	86,25	83,39	81,7	79,14	85,73	86,54
CaO	0,0363	0,0168	0,2447	0,0084	0,0475	0,0084	0	0,0516	0,0265
MnO	2,2157	1,1327	0,1539	0,2605	0,8272	0,5343	0,2745	0	0,059
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1563	0,0851	0,2016	0,121	0	0,0689	0,1288	0	0
NiO	0	0,089	0	0,0711	0,1065	0,0533	0,1958	0	0
Toplam	93,58	89,27	88,07	90,34	86,02	88,58	91	85,98	87
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.									
Si	0,002	0,009	0,003	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001
Ti	0,003	0,003	0,017	0,009	0,003	0,003	0,003	0,009	0,002
Al	0,003	0,020	0,005	0,014	0,003	0,003	0,003	0,014	0,003
Mg	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
Fe <sup>2+</sup>	2,448	2,478	2,341	2,262	2,344	2,422	2,542	2,335	2,329
Fe <sup>3+</sup>	0,980	0,952	1,061	1,121	1,078	1,031	0,951	1,080	1,104
Ca	0,001	0,001	0,008	0,002	0,002	0,000	0,000	0,002	0,001
Mn	0,061	0,032	0,004	0,011	0,022	0,015	0,008	0,000	0,002
Cr	0,004	0,002	0,005	0,001	0,000	0,002	0,003	0,000	0,000
Ni	0,000	0,002	0,000	0,000	0,003	0,001	0,005	0,000	0,000
Toplam	3,502	3,500	3,445	3,422	3,455	3,478	3,517	3,443	3,442
Ti	0,000764	0,000943	0,005038	0,002622	0,000733	0,00075	0,000779	0,002682	0,000726
FeO	0,713525	0,721735	0,684689	0,666806	0,684433	0,700875	0,7272	0,682009	0,677926
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,285711	0,277322	0,310273	0,330572	0,314835	0,298375	0,272021	0,31531	0,321348

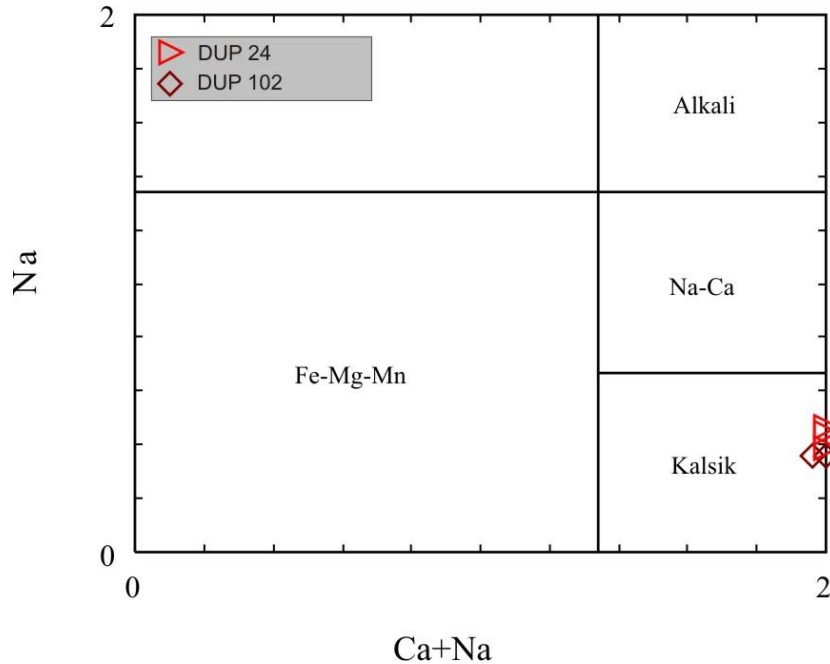
Tablo 3.13: ün devamı

	DUP64-4 Merkez-4 ilmenit	DUP69-2 Merkez-1 ilmenit	DUP69-2 Merkez-1b ilmenit	DUP70-2 Merkez-1 ilmenit	DUP102-1 Merkez-1 ilmenit
SiO <sub>2</sub>	0,5043	0,0824	0,2898	0,0214	0
TiO <sub>2</sub>	33,19	41,52	42,59	49,15	49,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6601	1,8119	1,5461	0,0971	0,145
MgO	0,0132	0,8846	1,114	1,3321	1,4133
FeO	48,63	48,27	46,92	44,87	46,43
CaO	0,0549	0,0192	0	0,0122	0,0503
MnO	0,3434	0,7032	0,3585	1,7221	0,6569
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0,0828	0,0166	0,1008	0
NiO	0,0269	0,1796	0	0	0,027
Toplam	83,42	93,55	92,83	97,3	98,02
Formül 3 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	0,015	0,001	0,001	0,001	0,001
Ti	0,737	0,928	0,954	0,977	0,971
Al	0,023	0,002	0,002	0,002	0,002
Mg	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Fe <sup>2+</sup>	0,685	0,630	0,706	0,809	0,819
Fe <sup>3+</sup>	0,510	0,325	0,248	0,127	0,144
Ca	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001
Mn	0,009	0,014	0,007	0,036	0,014
Cr	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000
Ni	0,001	0,003	0,000	0,000	0,001
Toplam	1,982	1,907	1,920	1,957	1,955
Ti	0,38	0,49	0,50	0,51	0,50
FeO	0,35	0,33	0,37	0,42	0,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,26	0,17	0,13	0,07	0,07

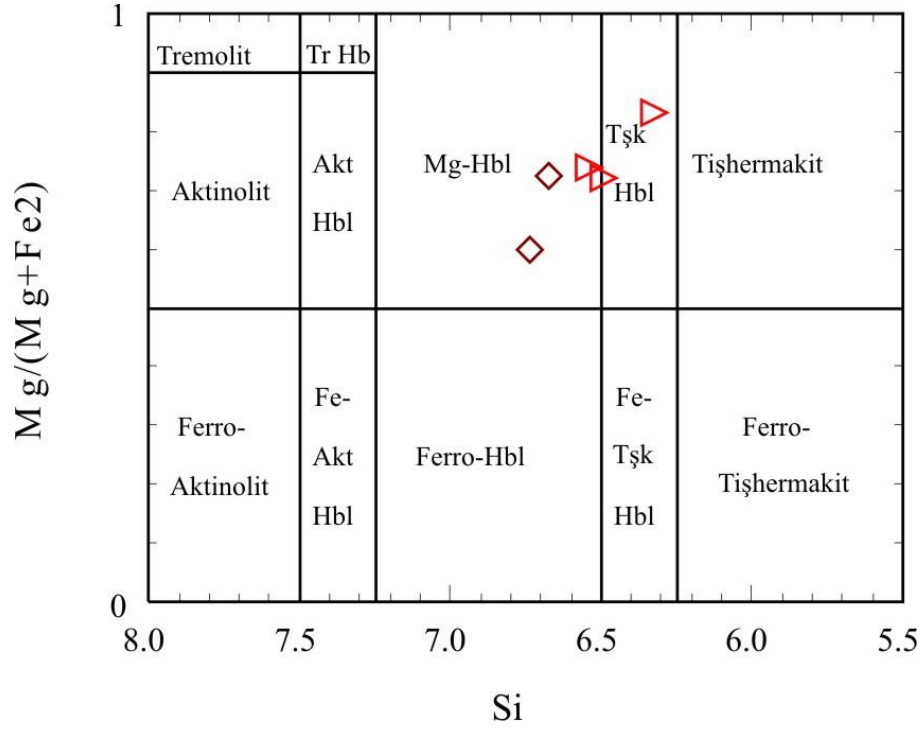
### 3.7.1.3 Amfibol

Hesaplanan element değerlerinden örneklerin (Ca + Na) değerlerinin 1.34 'den büyük olduğu, Na değerlerinin 0.67' den küçük oldukları Tablo 3.14' de görülmektedir. Bu sonuçlara göre amfibol örneklerimizin Kalsik Amfiboller sınıfında oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.39). Leake (1978) tarafından yapılan Amfibol sınıflamasına göre kalsik amfibollerde kendi içerisinde değişik gruplara ayrılmaktadır. Bu sınıflamaya göre örneklerimiz (Na + K) < 0.50; Ti < 0.50; kalsik amfiboller grubunda yer aldığı görülmektedir. Ti içerikleri tüm örneklerimizde 0.50' den küçüktür. Bu sonuçları Si-Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>) diyagramına yerleştirdiğimiz zaman; magnezyumlu hornblend ve tişermakit harnblend türü amfibol oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.40).

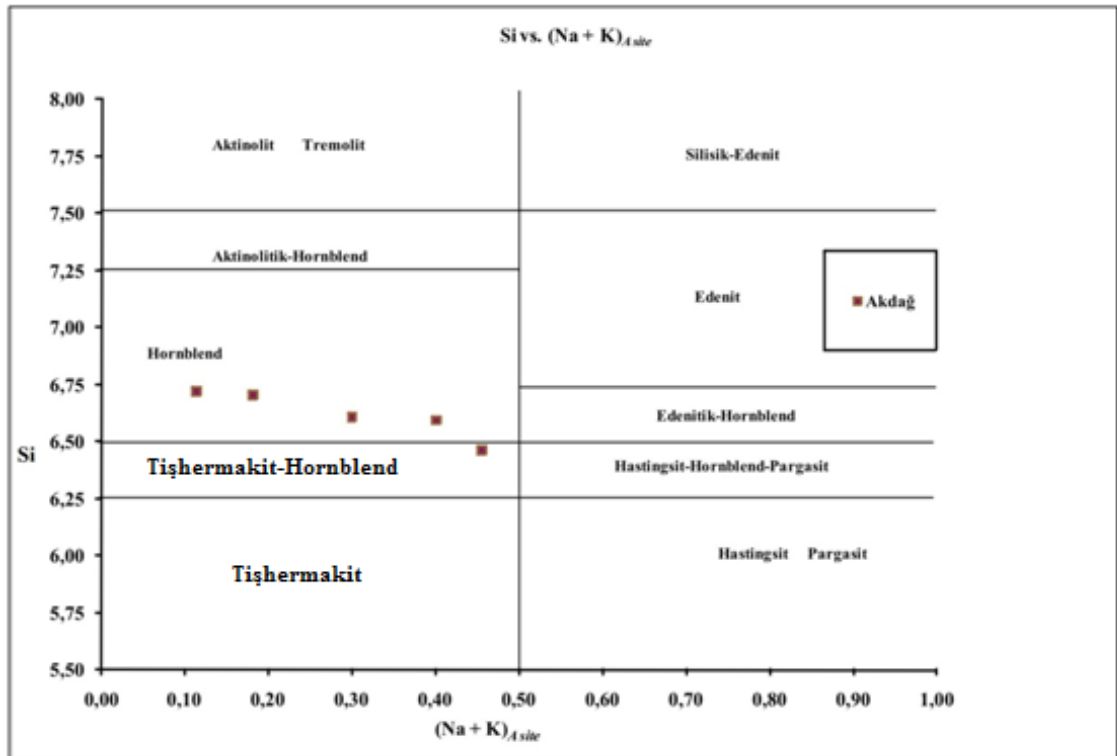
Akdağ volkaniklerinde genellikle iri kristaller halinde gözlenen amfibol minerallerinin Si-(Na+K)<sub>A site</sub> kation oranına göre yapılan diyagramında hornblend ve tişermakit hornblend türü amfibol oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.41). Bu amfibol minerallerinin kimyasal bileşimleri Tablo 3.14' de verilmektedir. Amfiboller öz şekilli, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz şekiller halinde görülmektedir. Mg# = Mg/Mg+Fe<sup>2+</sup> şeklinde hesaplanmıştır.



Şekil 3.39: Alaçam granitindeki amfibollerin Na-(Ca+Na) oranına göre diyagramı Leake (1978)



Şekil 3.40: Akdağ volkaniklerindeki amfibollerin sınıflandırılması için kullanılan Mg/(Mg+Fe+2)-Si diyagramı (Leake ve diğ., 1978)



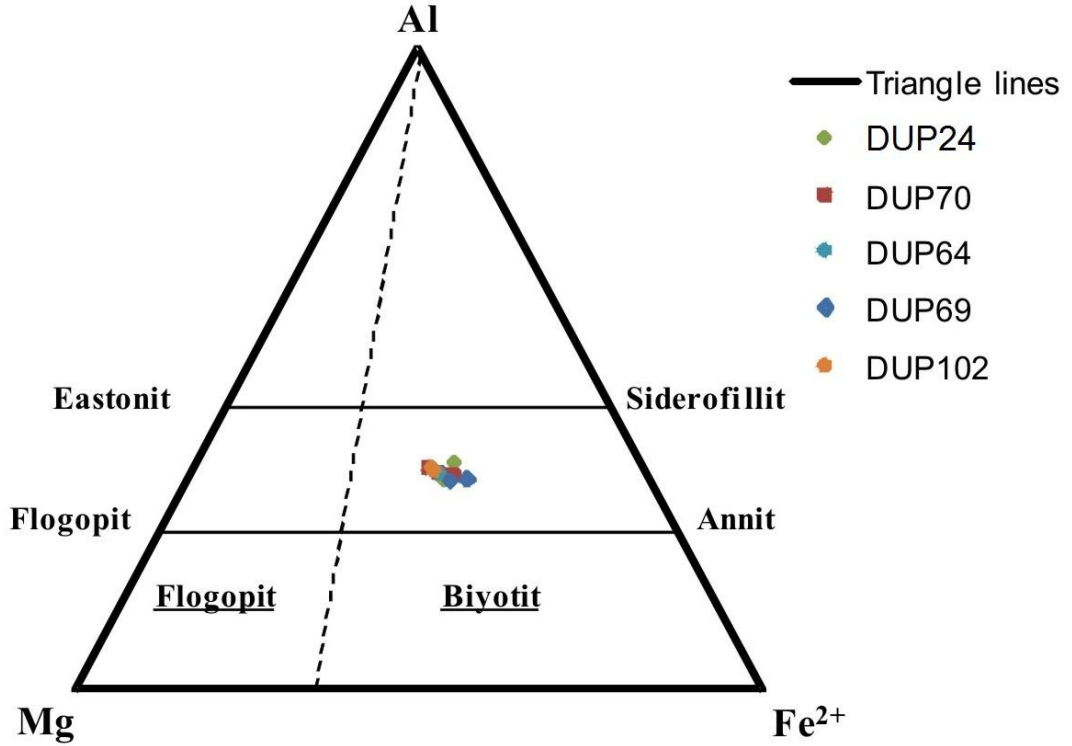
Şekil 3.41: Akdağ volkaniklerindeki amfibollerin Si-(Na+K)<sub>Asite</sub> katyon oranına göre diyagramı

Tablo 3.14: Akdağ volkaniklerine ait amfibollerin mikroprob analizi sonuçları

Örnek	DUP24-2 Kenar-1	DUP24-2 Merkez-1a	DUP24-3 Kenar-1	DUP102-1 Kenar-1	DUP102-1 Merkez-1a
SiO <sub>2</sub>	42,70	45,02	43,03	45,51	41,00
TiO <sub>2</sub>	1,67	1,75	1,85	1,52	1,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,81	8,15	8,91	8,09	7,85
MgO	9,89	11,12	10,63	11,60	9,01
FeO	12,52	10,79	12,00	9,66	9,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,00	8,28	6,74	8,65	8,10
CaO	10,79	11,20	11,49	10,79	9,11
MnO	0,63	0,88	0,79	0,21	0,29
K <sub>2</sub> O	0,82	0,80	0,66	0,61	0,54
Na <sub>2</sub> O	1,52	1,37	1,65	1,28	1,12
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,09	0,05	0,04	0,05
BaO	0,02	0,05	0,12	0,08	0,12
F	0,15	0,17	0,02	0,03	0,04
Cl	0,14	0,12	0,08	0,06	0,10
Toplam	<b>95,68</b>	<b>99,79</b>	<b>98,02</b>	<b>98,13</b>	<b>88,59</b>
		Formül 23 oksijen üzerinden hesap edilmiştir.			
(Na+K) <sub>A</sub>	0,401	0,300	0,455	0,181	0,114
Si	6,594	6,607	6,462	6,703	6,719
Ti	0,194	0,193	0,209	0,169	0,182
Al	1,421	1,410	1,577	1,404	1,516
Mg	2,277	2,433	2,380	2,547	2,201
Fe <sup>2+</sup>	1,617	1,324	1,507	1,190	1,341
Fe <sup>3+</sup>	0,814	0,914	0,762	0,959	0,998
Ca	1,785	1,761	1,849	1,703	1,599
Mn	0,082	0,109	0,100	0,026	0,040
K	0,162	0,149	0,127	0,114	0,114
Na	0,454	0,389	0,480	0,364	0,356
Cr	0,002	0,010	0,006	0,004	0,007
Toplam	<b>15,401</b>	<b>15,301</b>	<b>15,459</b>	<b>15,184</b>	<b>15,073</b>
Mg#	0,58	0,65	0,61	0,68	0,62

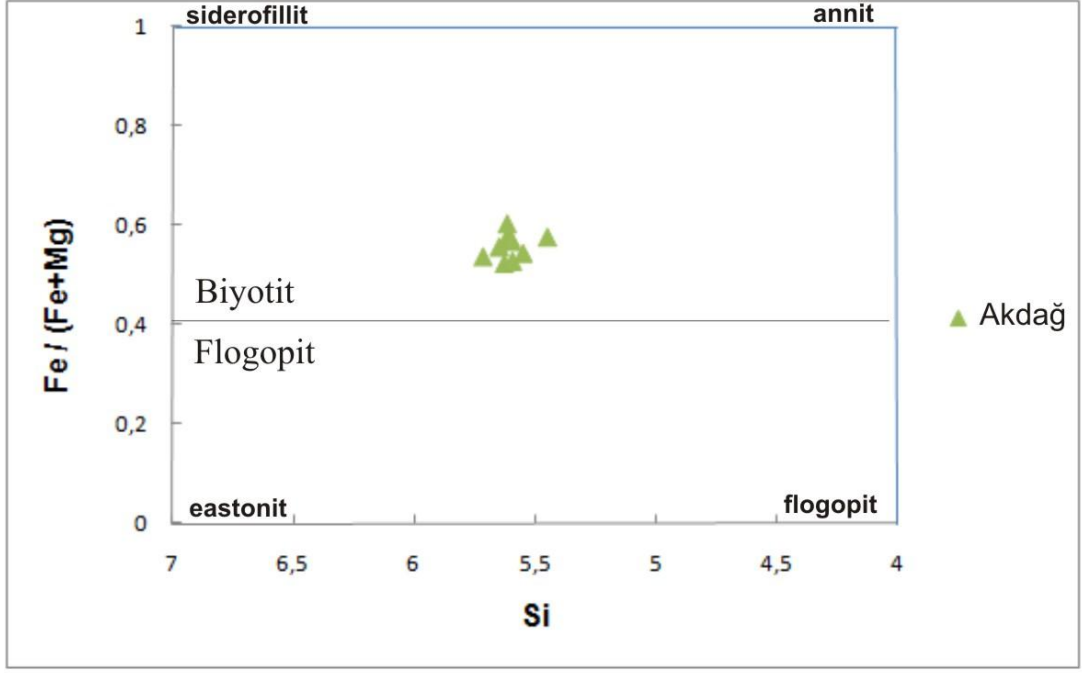
### 3.7.1.4 Mika

Akdağ volkaniklerinde gözlenen mika mineralleri üzerinde yapılan analiz sonuçları ve mikroprob değerleri Tablo 3.15’de verilmiştir. Mika mineralleri biyotit olup annit bileşimlidir (Şekil 3.42). Belirgin bir bileşimsel değişime sahip değildirler. Analiz edilen mika örneklerinin Mg# 39.70-47.79 arasında değişmektedir. Biyotit fenokristallerinden alınan ölçümler sonucunda oluşturulan  $Al^{VI} - Mg^{\#}$  diyagramında örneklerin hepsi annit alanına yakın çıkmaktadır (Şekil 3.44). Ayrıca çizilen  $Fe/(Mg+Fe) - Si$  diyagramında da örnekler siderofillit-annit alanlarında gözlenmekte olup biyotit-flogopit ayırım çizgisi üzerinde biyotit alanında çıkmaktadır (Şekil 3.43). Mika mineralleri,  $Mg:Fe^{+2}$  oranına göre, <2 değerine sahip olduğundan biyotit özelliğindedir.

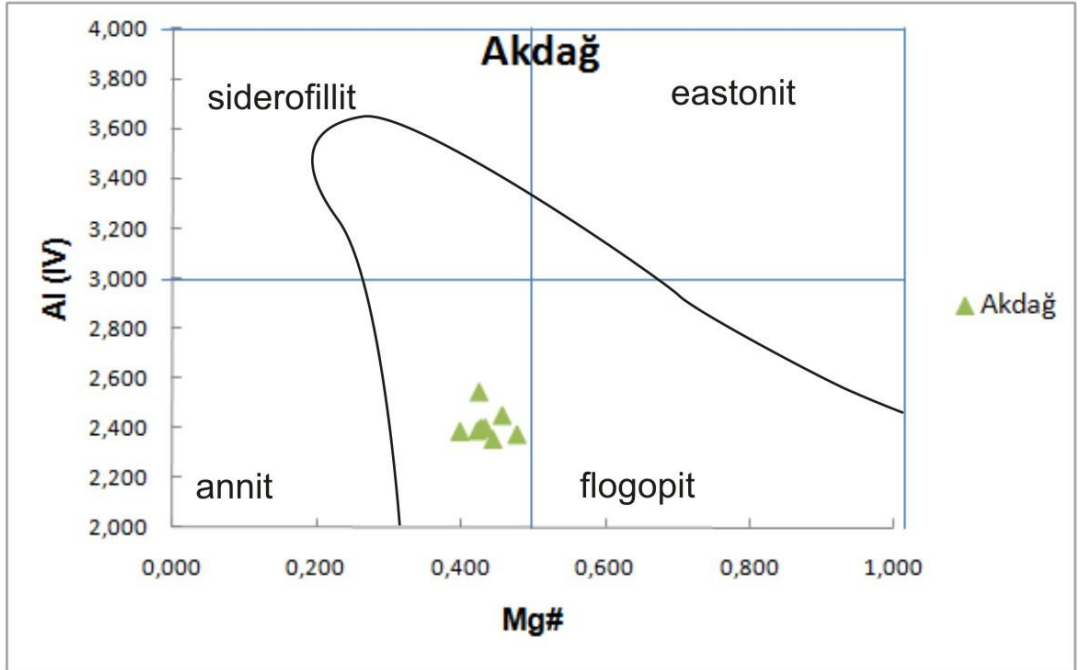


Şekil 3.42: Mikalarda  $Al - Mg - Fe^{2+}$  oranına göre sınıflama diyagramı





Şekil 3.43: Akdağ volkaniklerindeki biyotitlerin Fe/(Mg+Fe)-Si diyagramına göre sınıflama diyagramları (Deer ve diğ.,1992)



Şekil 3.44: Akdağ volkaniklerindeki biyotitlerin Al(IV)'e karşı Mg# (Fe/(Fe+Mg)) grafiğine göre sınıflama diyagramı (Deer ve diğ.,1992)

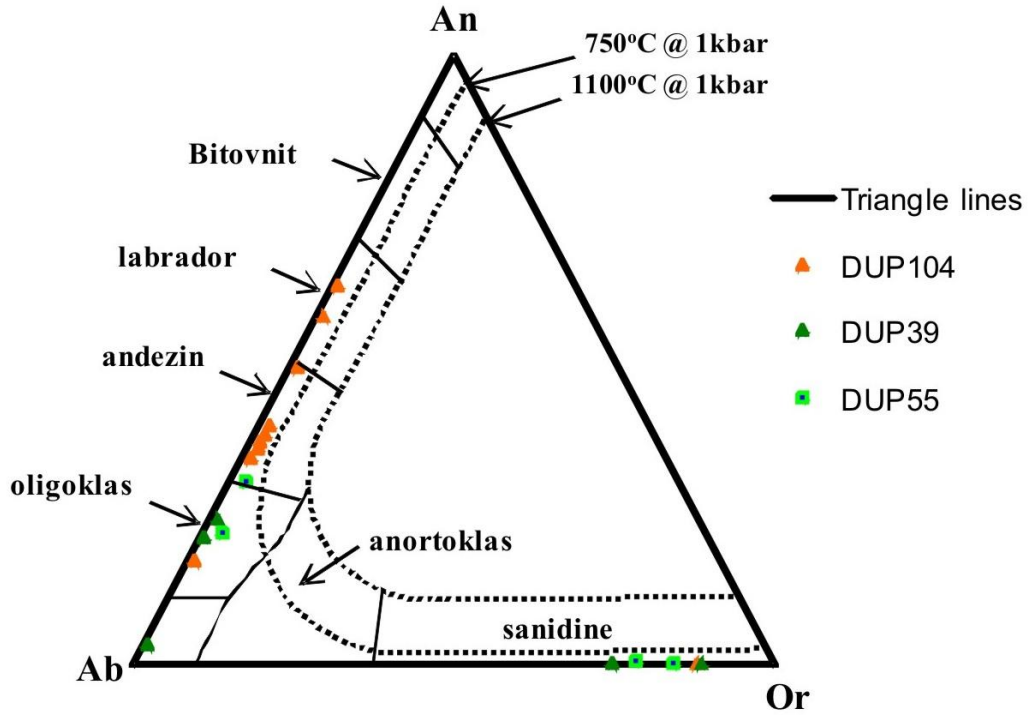
Tablo 3.15: Akdağ volkaniklerine ait mikaların mikroprob analizi sonuçları

Örnek	DUP24-1 Kenar-1	DUP24-1 Merkez-1a	DUP70-2 Kenar-1	DUP70-2 Merkez-1a	DUP70-2 Merkez-2	DUP64-1 Kenar-1	DUP69-1 Kenar-1	DUP69-1 Merkez-1a	DUP102-1 Kenar-1	DUP102-1 Merkez-1a
SiO <sub>2</sub>	35,77	36,37	36,68	35,66	37,65	35,5	32,34	34,7	35,05	36,49
TiO <sub>2</sub>	4,52	4,68	4,76	4,76	4,92	4,12	5,11	5,12	4,6	4,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14	13,68	13,74	13,88	13,41	15,01	14,58	14,05	14,82	14,5
MgO	10,51	9,67	10,25	10,16	9,21	9,18	8,98	9,11	11,95	11,75
FeO	21,2	21,9	21,98	22,72	19,45	21,1	23,12	24,03	19,84	19,93
CaO	0,0806	0,0474	0,0822	0,0615	0,1726	0,082	0,011	0,0802	0	0,0143
MnO	0,3502	0,1945	0,3634	0,2073	0,3513	0,4927	0,0129	0,1293	0,1561	0,1562
K <sub>2</sub> O	8,61	8,52	8,42	8,43	7,63	7,52	8,43	8,3	8,47	8,47
Na <sub>2</sub> O	0,387	0,3741	0,3851	0,311	0,1018	0,1035	0,3461	0,3859	0,6162	0,5668
BaO	0,6322	0,7544	0,5589	0,8663	0,4741	0,475	1,4346	0,9558	0,6044	0,4479
Cl	0,167	0,2036	0,1855	0,1669	0,2168	0,2121	0,0932	0,0975	0,1429	0,137
F	0,5162	0,2294	0,3106	0,0191	0,2769	3,8	0,0905	1,2296	0,1078	0,1695
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0,0605	0	0	0	0	0,061	0
<b>Toplam</b>	<b>96,74</b>	<b>96,62</b>	<b>97,72</b>	<b>97,24</b>	<b>93,86</b>	<b>97,60</b>	<b>94,55</b>	<b>98,19</b>	<b>96,36</b>	<b>96,99</b>
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.										
Si	5,613	5,649	5,602	5,449	5,628	5,550	5,600	5,616	5,594	5,716
Al <sup>IV</sup>	2,387	2,351	2,398	2,546	2,372	2,450	2,400	2,384	2,406	2,284
<i>Tetrahedralsite</i>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>7,995</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>
Al <sup>VI</sup>	0,207	0,106	0,082	0,000	0,156	0,097	0,082	0,101	0,161	0,249
Ti	0,499	0,429	0,538	0,551	0,527	0,518	0,418	0,443	0,522	0,427
Fe <sup>2+</sup>	2,749	2,813	2,824	2,908	2,505	2,705	2,903	3,051	2,553	2,609
Fe <sup>3+</sup>	0,043	0,051	0,038	0,059	0,032	0,032	0,096	0,064	0,041	0,031
Mn	0,076	0,072	0,057	0,052	0,055	0,057	0,058	0,042	0,057	0,060
Mg	2,006	2,246	2,101	2,142	2,294	2,276	2,214	2,009	2,294	2,260
Ca	0,014	0,008	0,014	0,010	0,029	0,014	0,002	0,013	0,000	0,002
<i>Oktahedral site</i>	<b>5,593</b>	<b>5,726</b>	<b>5,652</b>	<b>5,722</b>	<b>5,598</b>	<b>5,697</b>	<b>5,774</b>	<b>5,723</b>	<b>5,627</b>	<b>5,638</b>
K	1,792	1,812	1,782	1,837	1,887	1,777	1,724	1,818	1,791	1,760
Na	0,027	0,040	0,046	0,019	0,032	0,044	0,041	0,014	0,044	0,042
Ba	0,067	0,015	0,036	0,053	0,007	0,035	0,036	0,027	0,035	0,037
<i>Interlayer</i>	<b>1,886</b>	<b>1,868</b>	<b>1,864</b>	<b>1,908</b>	<b>1,926</b>	<b>1,855</b>	<b>1,802</b>	<b>1,859</b>	<b>1,870</b>	<b>1,839</b>
Mg#	42,18	44,39	42,66	42,42	47,79	45,69	43,27	39,70	47,33	46,42

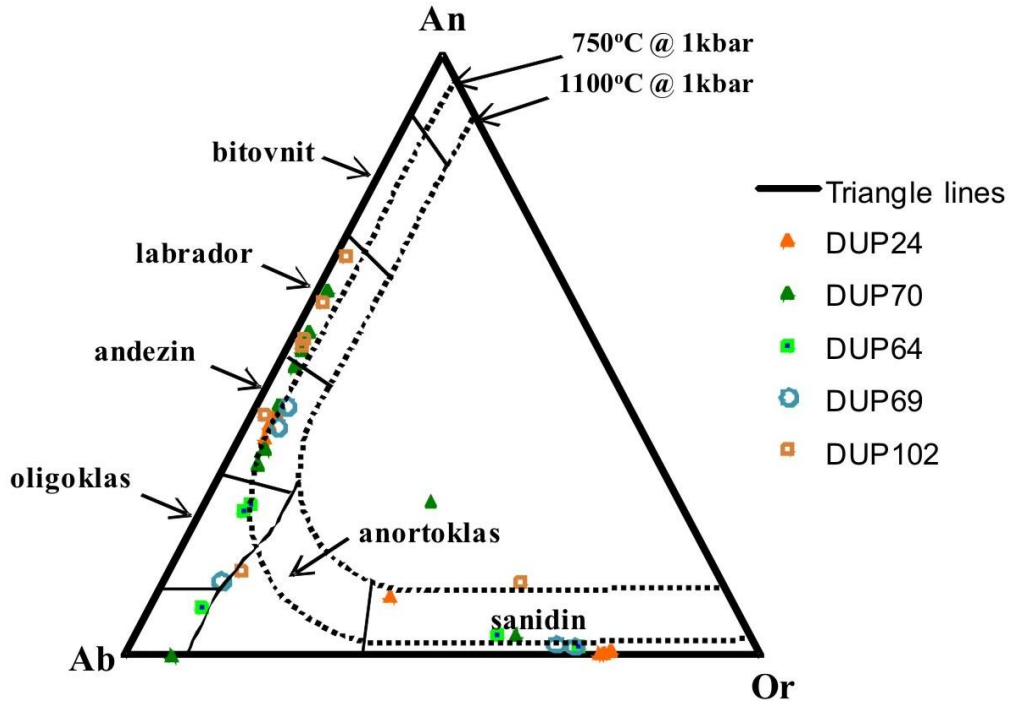


### 3.8 Jeotermometre Hesaplamaları

Feldispat termometresi; Alaçam granitinden alınan ve Akdağ volkaniklerinden alınan feldispat minerallerinin mikropiop analiz sonuçlarının Fuhrman ve Lindsley, (1988) tarafından jeotermometre hesaplamaları için oluşturulan Or-Ab-An üçgen diyagramında değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu diyagramda çeşitli sıcaklık değerlerini izoterm eğrileri ile göstererek bir abak oluşturmuşlardır. Alaçam granitine ait feldispat mineralleri bu diyagramda yaklaşık olarak 650-700 °C sıcaklığına karşılık gelen izoterm sıcaklık eğrileri üzerinde yer almaktadır (Şekil 3.45). Akdağ volkaniklerine ait feldispat mineralleri bu diyagramda yaklaşık olarak 700-750 °C sıcaklığına karşılık gelen izoterm sıcaklık eğrileri üzerinde yer almaktadır (Şekil 3.46).



Şekil 3.45: Alaçam granitine ait feldispat minerallerinin Or-Ab-An üçgen diyagramı. İzoterm eğrileri Fuhrman ve Lindsley, 1988 tarafından çizilmiştir.



Şekil 3.46: Akdağ volkaniklerine ait feldispat minerallerinin Or-Ab-An üçgen diyagramı. İzoterm eğrileri Fuhrman ve Lindsley, 1988 tarafından çizilmiştir.

## 4. JEOKİMYA

Bu bölümde inceleme alanında yüzeyleyen volkanik kayaçların, granitlerin ve tüflerin ana oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak elementlerine (ppm) dayalı jeokimyasal özellikleri ve jeotektonik ortamları ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca volkanik kayaçların kimyasal bileşimindeki değişiklikler ile magmatik olaylarla (fraksiyonel kristallenme, magma karışımı, asimilasyon vb.) arasındaki ilişkisi araştırılarak, oluşumları hakkında bilgiler elde edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda araziden derlenen, volkanik kayaçlara ait 7 adet, granitlere ait 4 adet ve tüflere ait 7 adet toplam 18 adet numune; ana oksit, iz element ve nadir toprak element (NTE) analizleri için yurt dışında ACME Analiz Laboratuvarına (Kanada) gönderilmiştir. Bu laboratuvarında ana oksitler ICP (Inductively coupled plasma), iz elementler ve nadir toprak elementleri, ICP-MS (Inductively coupled plasma-mass spectrometer = İndüktif birleşik plazma-kütle spektrometre) aleti kullanılarak yaptırılmıştır.

### 4.1 Granitik Kayaçlar

#### 4.1.1 Granitik Kayaçların Adlanması

İnceleme alanında yüzeyleyen granitlerden alınan numuneler DUP-26, DUP-38, DUP-55, DUP-104 olup analizler bu numunelerden elde edilmiştir. İncelenen granitik kayaçların tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

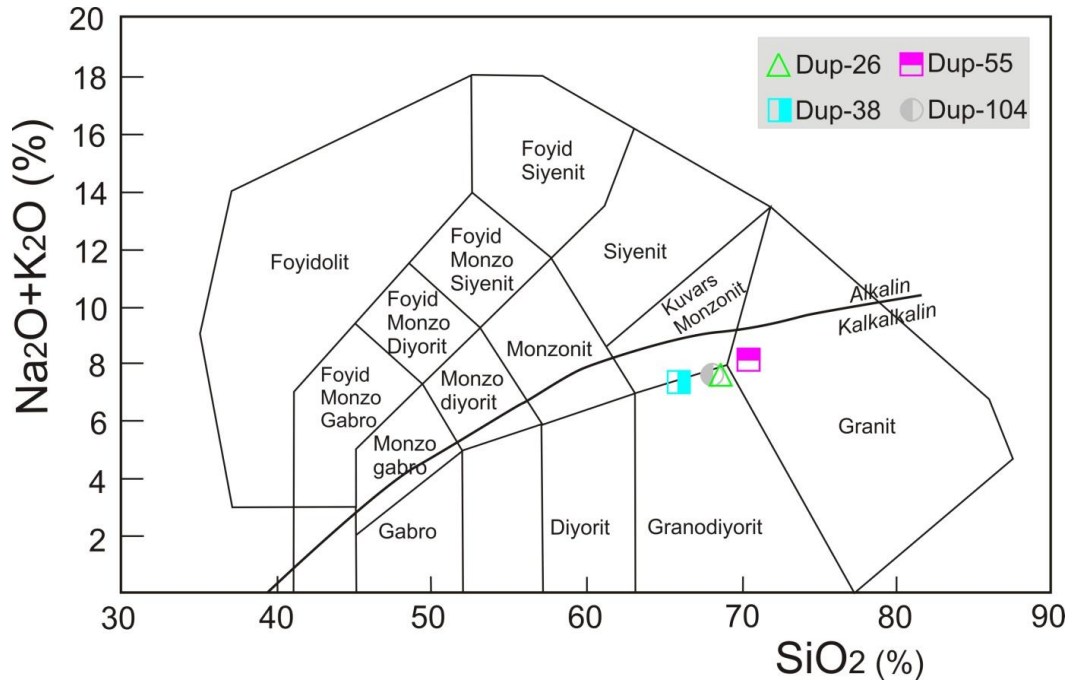
Granitik kayaçlar Cox et al (1979) dan geliştirilen Wilson (1989)’a göre kayaç adlamasına dayalı toplam alkaliye dayalı karşı silis (TAS) diyagramına göre granit ve granodiyoritik alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.1). Aynı diyagram üzerinde bu kayaçların kalkalkalin karakterli olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin SiO<sub>2</sub>’ye karşı Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O diyagramındaki dağılımları (Irvine ve Baragar, 1971) subalkali alana düşmektedir (Şekil 4.2). Subalkali karakterdeki örnekler AFM (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, FeO(t), MgO) diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) kalkalkalin karaktere sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.3). Shand, 1943, tarafından geliştirilen A/CNK’ya karşı A/NK diyagramında granitlerin peraliminyumlu karakterli oldukları tespit edilmiştir (Şekil

4.4). Aynı diyagram üzerinde Maniar and Piccoli (1989), ye göre granitlerin I tipi granit oldukları tespit edilmiştir. Peacock İndeksine  $[Na_2O+K_2O -SiO_2]$  (Brown, 1981) göre granitlerin kalsik karakterli olduğu görülmektedir (Şekil 4.5).

Tablo 4.1: Granitik kayaçların tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri.

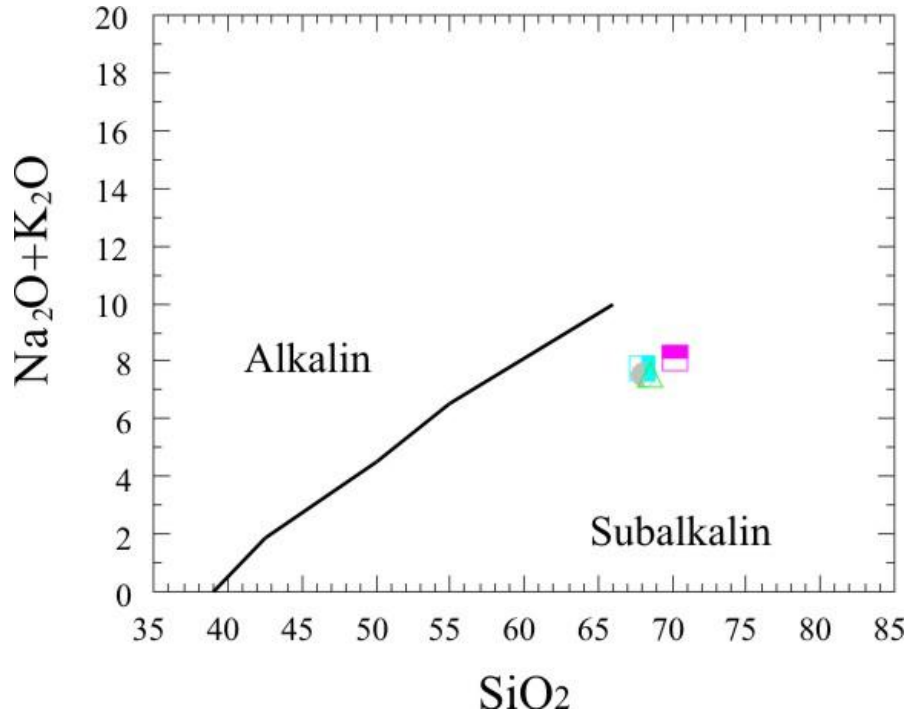
Majör element (%)	DUP-26	DUP-38	DUP-55	DUP-104
SiO <sub>2</sub>	67,62	67,13	69,46	67,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,33	15,57	14,82	16,09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,44	3,47	2,86	3,24
MgO	1,19	1,18	0,92	1,09
CaO	2,96	3,01	2,28	3,03
Na <sub>2</sub> O	3,43	3,65	3,34	3,71
K <sub>2</sub> O	4,03	3,98	4,69	3,77
TiO <sub>2</sub>	0,52	0,52	0,40	0,46
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,16	0,16	0,14	0,14
MnO	0,06	0,07	0,06	0,07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	<0.002	<0.002	<0.002
LOI	1,0	1,0	0,8	0,8
Sum	99,72	99,74	99,75	99,71
<b>Minör element (ppm)</b>				
Ba	1241	1002	1043	1022
Be	2	2	3	3
Co	40,9	70,0	69,6	69,3
Cs	7,4	7,4	8,1	7,7
Ga	16,0	17,0	15,6	18,4
Hf	5,8	5,0	4,9	5,8
Nb	12,6	12,2	12,3	14,5
Rb	127,6	137,8	173,3	148,9
Sn	3	3	4	3
Sr	357,5	340,2	255,9	319,0
Ta	2,1	3,0	3,2	3,5
Th	26,1	15,2	18,0	18,9
U	4,7	3,8	4,8	5,8
V	62	55	40	56
W	272,9	494,2	527,6	429,9
Zr	201,9	172,5	167,5	206,9
Y	19,3	20,1	20,7	27,5
Mo	0,4	0,5	0,4	0,5
Cu	2,2	4,5	2,0	2,4
Pb	3,7	5,1	3,7	4,8
Zn	35	40	37	39
Ni	20,8	36,0	34,0	33,0
As	0,7	1,2	1,2	1,7

Tablo 4.1 in devamı	DUP-26	DUP-38	DUP-55	DUP-104
<b>Cd</b>	0,2	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Sb</b>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Bi</b>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Ag</b>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Au</b>	<0.5	<0.5	0,8	1,0
<b>Hg</b>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
<b>Tl</b>	0,3	0,4	0,4	0,4
<b>Se</b>	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
<b>Sc</b>	8	8	8	8
<b>NTE (Nadir Toprak Element)</b>				
<b>La</b>	54,4	31,6	37,2	45,2
<b>Ce</b>	99,9	62,8	73,6	83,6
<b>Pr</b>	9,84	6,69	7,74	8,82
<b>Nd</b>	33,4	24,5	27,6	32,1
<b>Sm</b>	5,00	4,32	4,79	5,40
<b>Eu</b>	1,06	1,03	0,93	1,07
<b>Gd</b>	3,89	3,71	3,96	4,77
<b>Tb</b>	0,62	0,61	0,65	0,79
<b>Dy</b>	3,30	3,24	3,54	4,20
<b>Ho</b>	0,65	0,65	0,70	0,86
<b>Er</b>	1,90	1,96	2,01	2,56
<b>Tm</b>	0,29	0,29	0,32	0,39
<b>Yb</b>	1,92	1,93	2,11	2,46
<b>Lu</b>	0,29	0,29	0,32	0,39

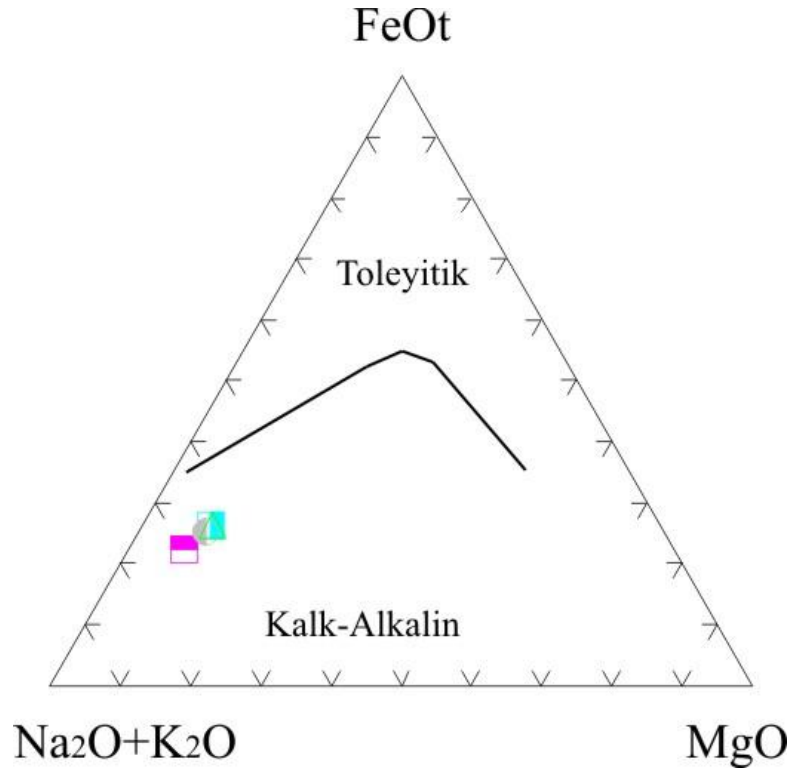


Şekil 4.1: Granitik kayaçların toplam alkali silika (TAS) diyagramı (Cox et al, 1979 dan geliştirilen Wilson, 1989)

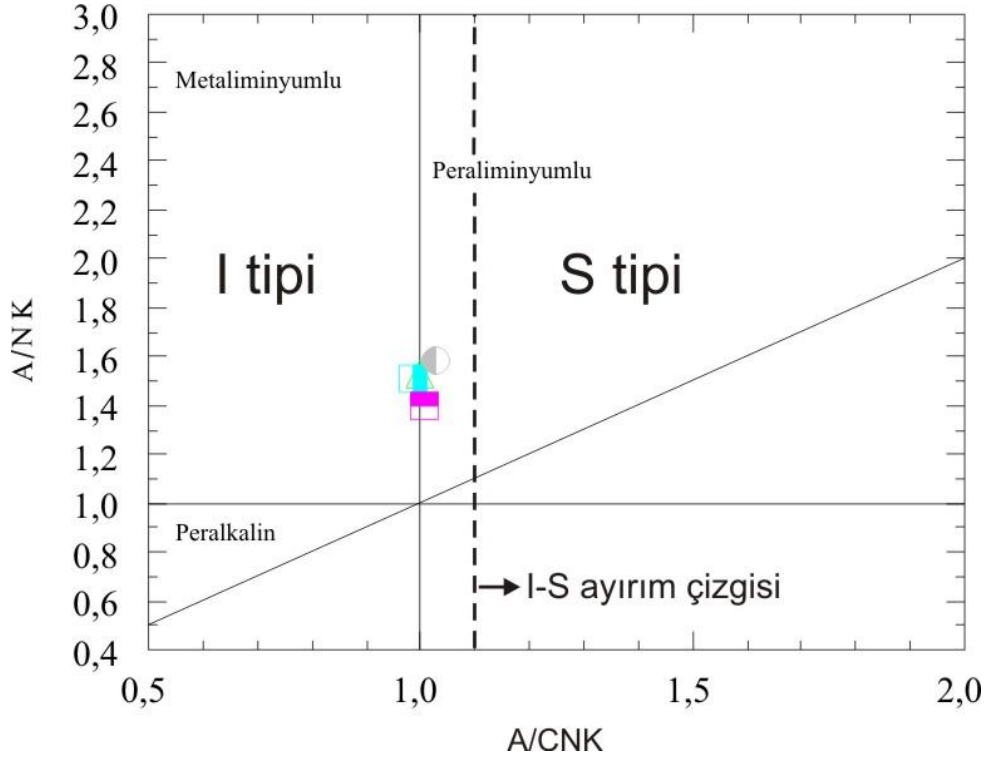




Şekil 4.2: Örneklerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  diyagramındaki alkali-yarı alkali eğrisindeki dağılımları (Irvine ve Baragar, 1971).

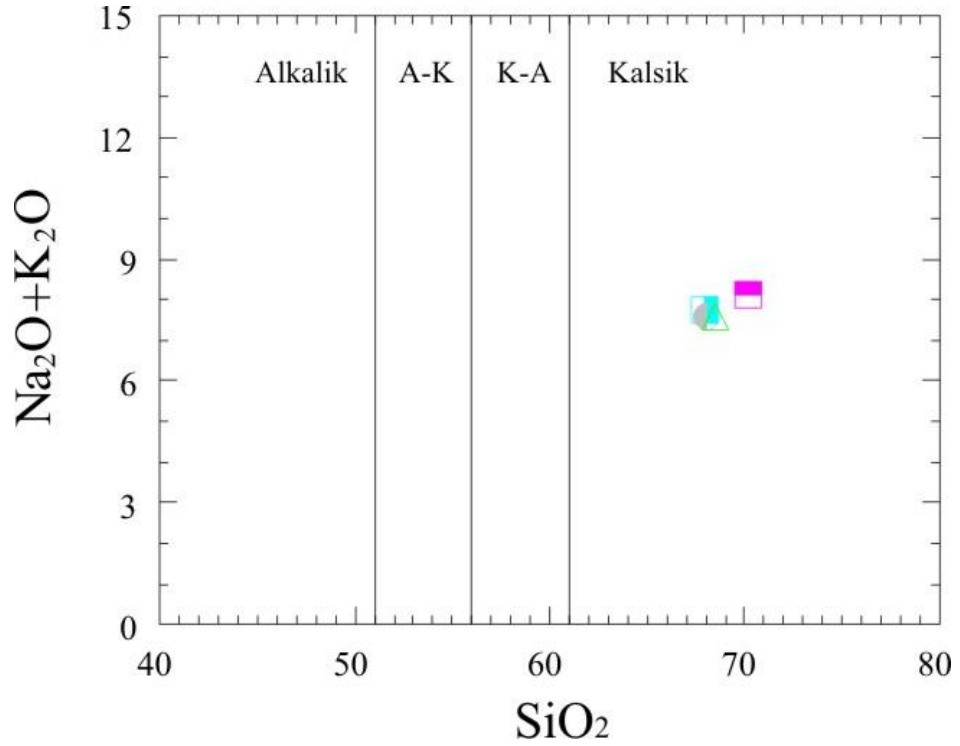


Şekil 4.3: Örneklerin AFM ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}(t)$ ,  $\text{MgO}$ ) diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).



Şekil 4.4: A/CNK'ya karşı A/NK diyagramında (Shand, 1943) sınıflandırılması.

Farklı tipler (I-tipi ve S-tipi) için ayırım sınırı (Maniar and Piccoli, 1989).

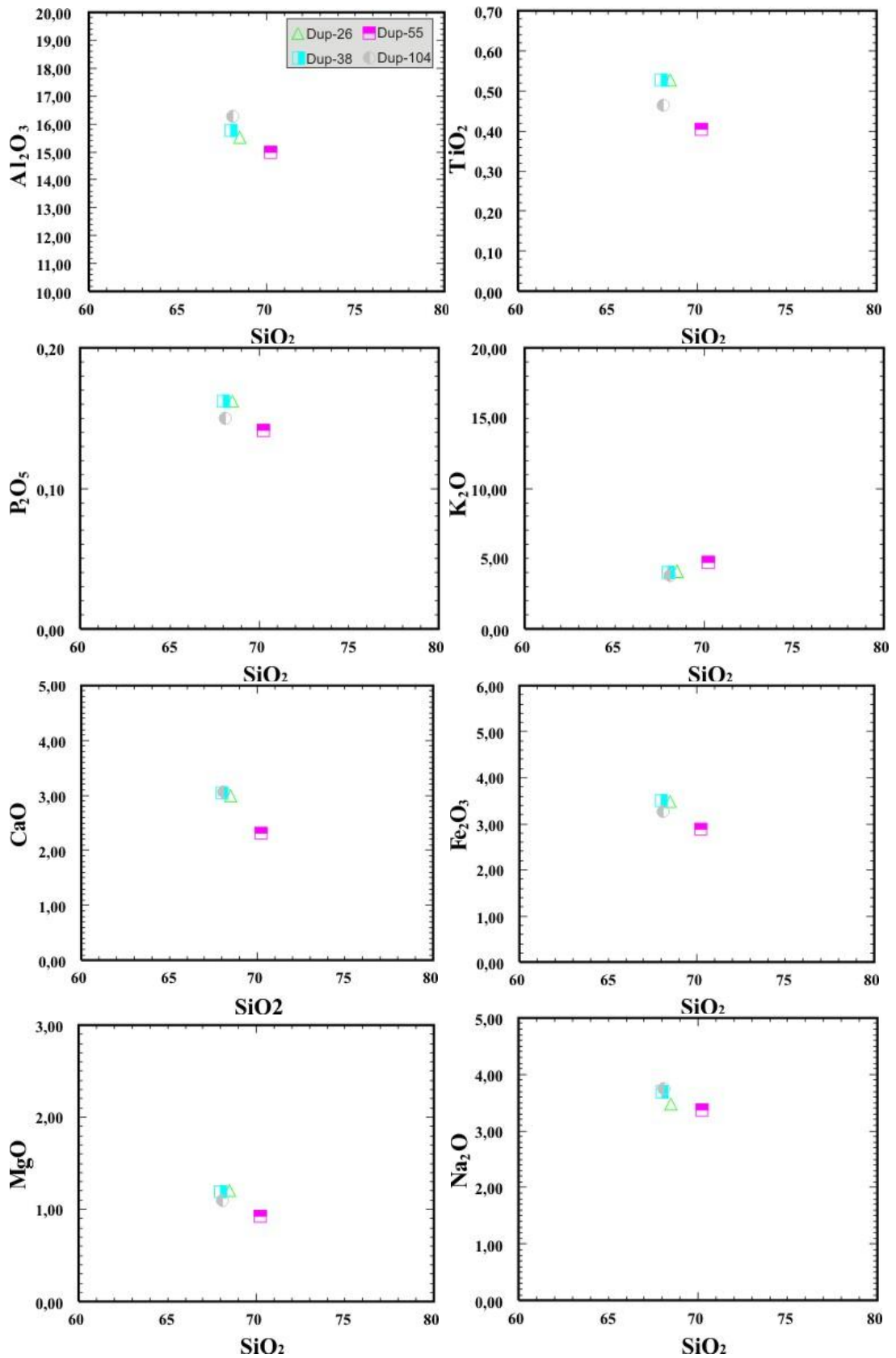


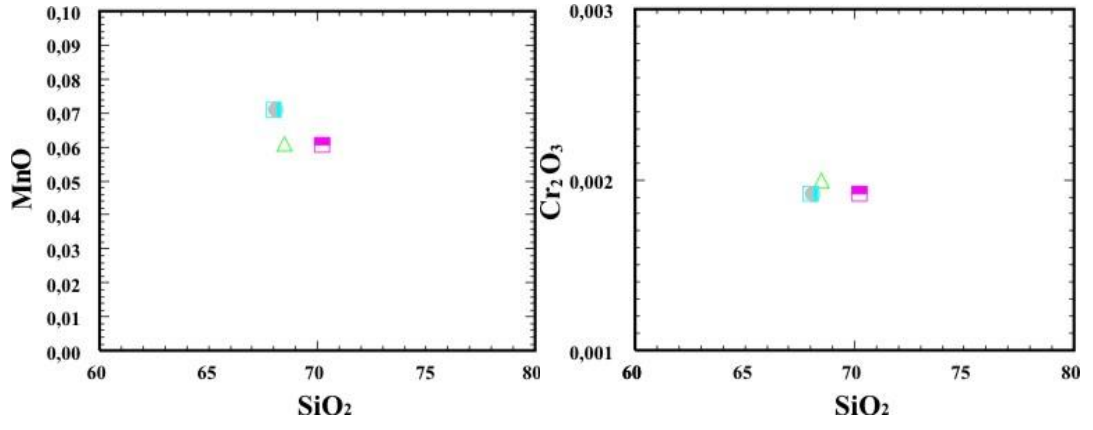
Şekil 4.5: Peacock İndeksi [ $Na_2O+K_2O - SiO_2$ ] (Brown, 1981)

#### 4.1.2 Ana ve İz Elementler

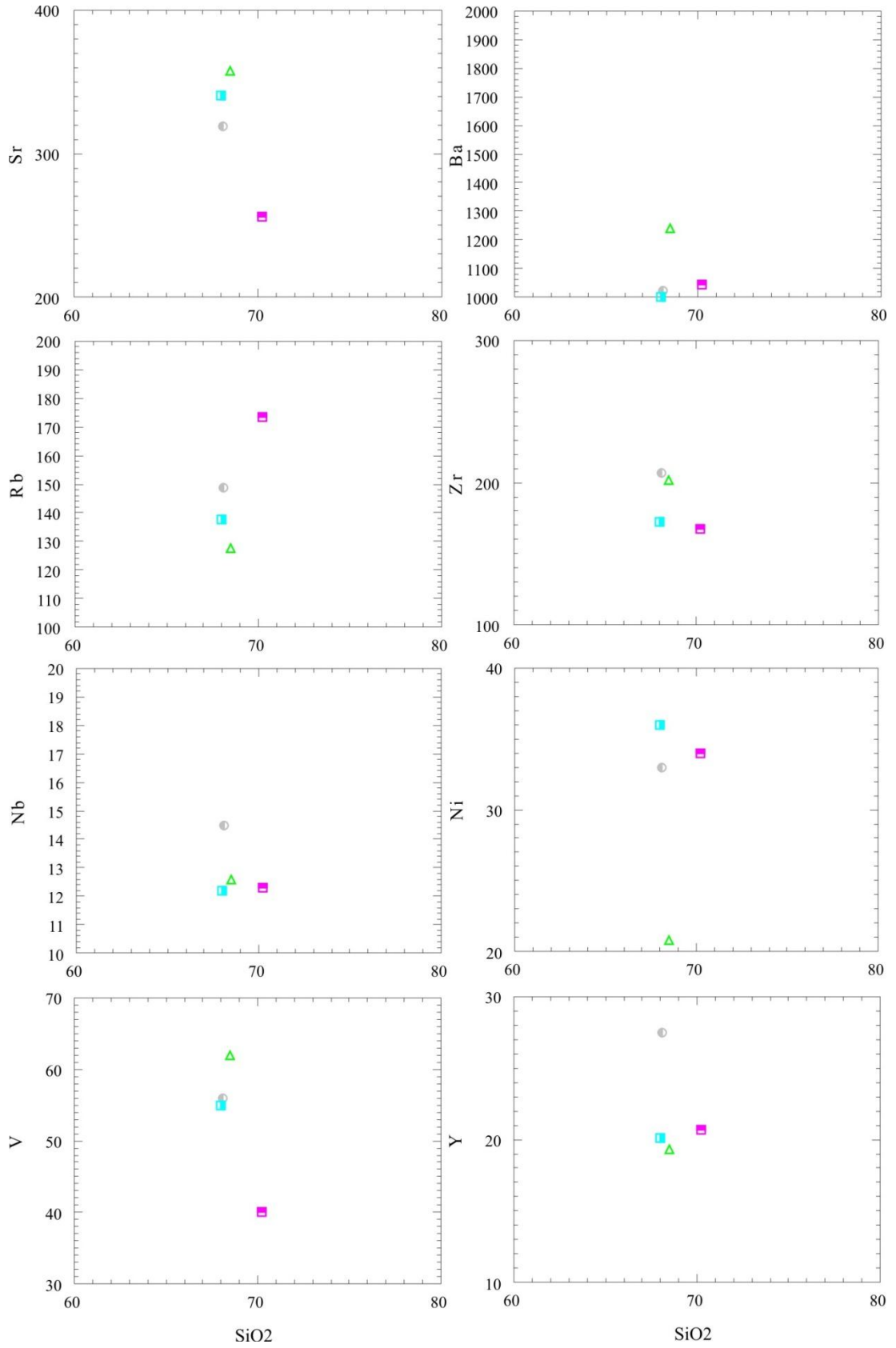
Çalışma alanına ait granitlerden alınan 4 adet örneğin ana ve iz elementlerinin  $\text{SiO}_2$  ye karşı davranışlarını incelemek amacı ile Harker Diyagramları çizilmiştir (Şekil 4.6, Şekil 4.7).

Granit örneklerinin  $\text{SiO}_2$  içeriği %68.08-70.19 arasında değişmektedir. Örneklerin  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içeriği %14.97-16.26,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  içeriği %2.89-3.51,  $\text{MgO}$  içeriği %0.92-1.20,  $\text{CaO}$  içeriği %2.30-3.06,  $\text{Na}_2\text{O}$  içeriği %3.37-3.75,  $\text{K}_2\text{O}$  içeriği %3.81- 4.73,  $\text{TiO}_2$  içeriği %0.40-0.52,  $\text{P}_2\text{O}_5$  içeriği %0.14-0.16,  $\text{MnO}$  içeriği %0.06-0.07,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  içeriği %0,0019-0,002 arasında değişmektedir. Ana oksit ve iz element harker diyagramlarında,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  artan  $\text{SiO}_2$  değeri ile düzenli şekilde azalarak negatif korelasyon göstermektedir.  $\text{K}_2\text{O}$  değeride nispeten düzensiz olmasına rağmen pozitif korelasyon göstermektedir.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  değerleri yatay bir trend sunmuştur.  $\text{K}_2\text{O}$ ' nun  $\text{SiO}_2$  ile olan pozitif ilişkisi uyumsuz bir element olduğunu göstermektedir.  $\text{SiO}_2$  artışı ile  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  azalması önemli ölçüde klinopiroksen ve plajiyoklas fraksiyonlaşmasını yansıtmakla birlikte bu elementlerin uyumlu olduklarını göstermektedir.  $\text{SiO}_2$  artışına karşın  $\text{Al}_2\text{O}_3$  azalması, volkanik kayaçların gelişiminde plajiyoklas ve hornblend fraksiyonlaşmasında etkili olabileceğini göstermektedir.  $\text{SiO}_2$  artışıyla  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{TiO}_2$  azalması magnetit fraksiyonlaşmasını ifade etmektedir.  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{P}_2\text{O}_5$  değişim diyagramında gözlenen negatif korelasyon apatit fraksiyonlaşmasını yansıtmaktadır (Rollinson, 1992). İncelenen granitik kayaçların silis içeriği arttıkça, uyumsuz element içeriklerinin artması ve uyumlu element içeriklerinin azalması fraksiyonel kristalleşmeyle açıklanmaktadır. Bu özellik de kayaçların bir ana mağmadan fraksiyonel kristalleşmeyle türemiş olabileceğini göstermektedir. Bu kayaçların gelişiminde ana mağmatik olayın neden olmadığı ve diğer mağmatik olayların da (mağma karışımı, kabuk kirlenmesi v.b.) rol oynadığının göstergesidir. İz element oksitlerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı davranışlarına bakıldığında, Ba, Sr, Zr, V, Y, artan  $\text{SiO}_2$  değeri düzenli şekilde azaldığı, Rb, Ni ve Nb değerlerinde ise yatay bir trend göze çarpmaktadır (Şekil 4.7).





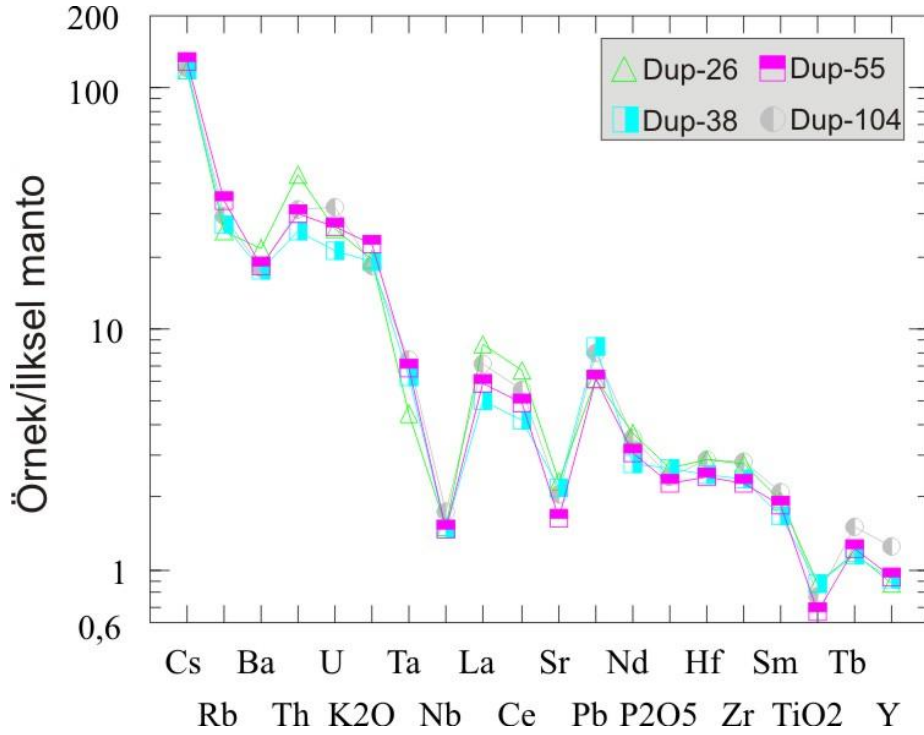
Şekil 4.6: Granitik örneklerin SiO<sub>2</sub>'ye karşı ana element değişim diyagramları



Şekil 4.7: Granitik örneklerin SiO2'ye karşı iz element değişim diyagramları

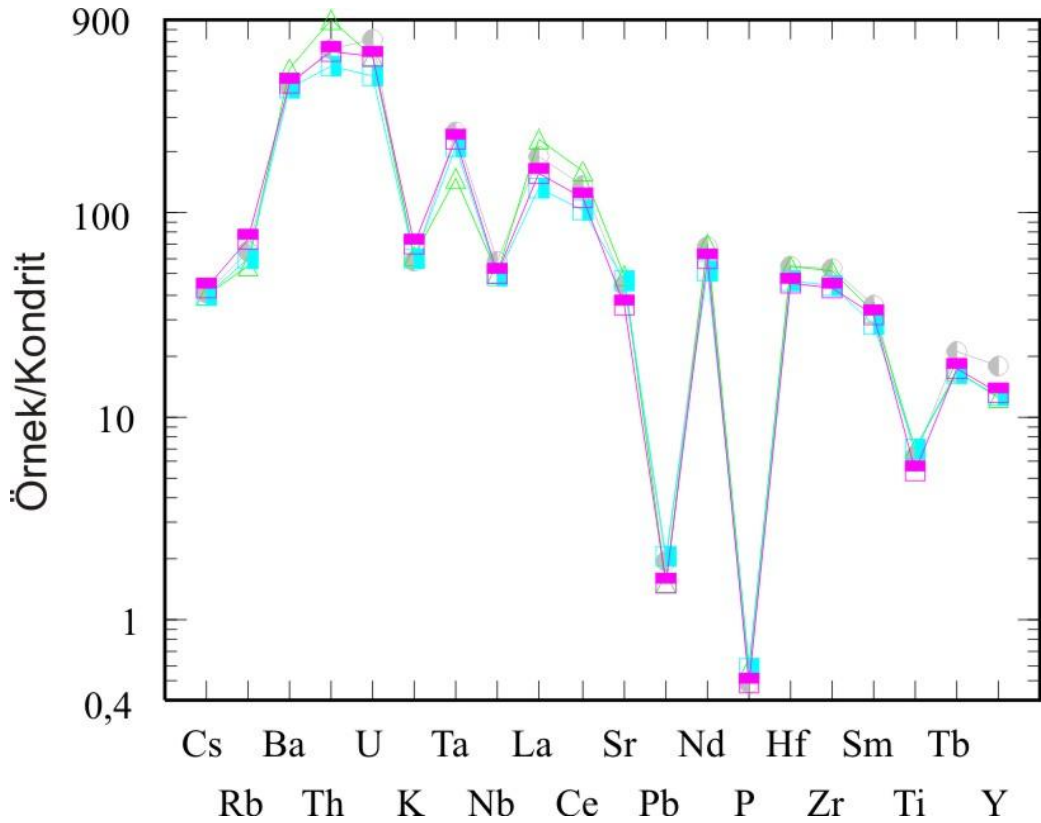
#### 4.1.3 Granitik Kayaçların Uyumsuz Element Diyagramı

Kayaçların ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş iz element dağılımları çizilerek ana mağması belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 4.8, Şekil 4.9) İlksel Mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında, göze çarpan ana özellikler; belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerde (HFSE) (Nb, Ti<sub>2</sub>O) belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmelerdir. İlksel mantoya göre numunelerde Sr, ve TiO<sub>2</sub> değerlerinde belirgin bir negatif anomali göstermiştir (Şekil 4.8). Negatif Nb ve Ti anomalileri ana magma gelişiminde yitim bileşeninin varlığına işaret etmektedir (Pearce, 1983).



Şekil 4.8: Granitik kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).

Kondrite normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerden (HFSE), Pb de belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmeler dikkat çekmektedir (Şekil 4.9). Th, U, K, Rb değerlerinin yüksek olması kabuk kayaçtan dolayı kaynaklanabilmektedir. Litofil element zenginleşmesi kıtasal kabuk kirlenmesinden kaynaklanabilmektedir (Rollinson, 1992).



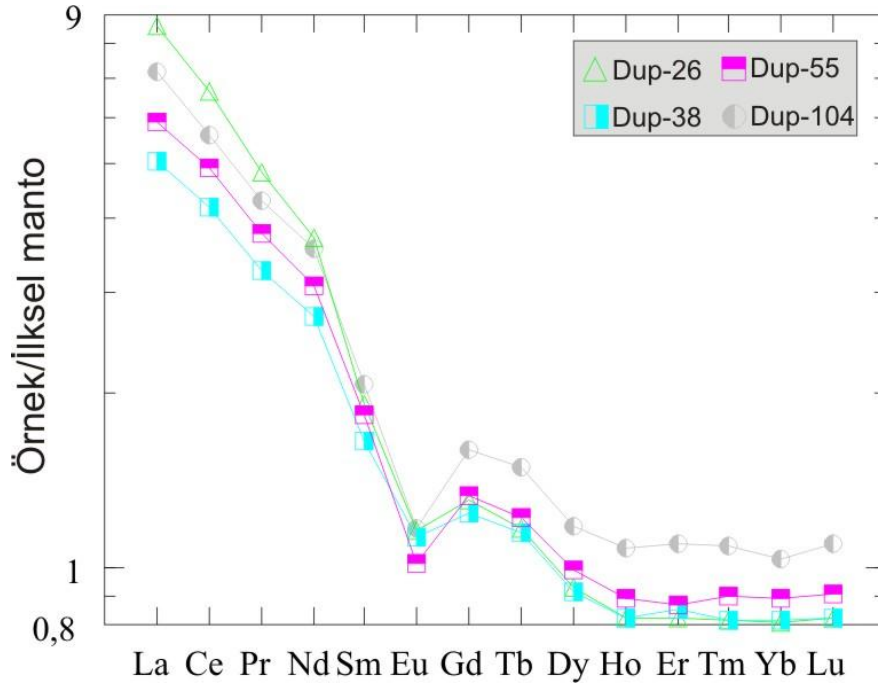
Şekil 4.9: Granitik kayaç örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve Mc Donough, 1989'dan alınmıştır).

Sonuç olarak kayaçların, büyük iyonlu litofil elementler (LILE) bakımından aşırı derecede zenginleşmesi (özellikle K, Rb ve Th) ve Nb, Ti bakımından fakirleşmesi iz element dağılımlarında gözlenen karakteristik özelliklerdir. Yüksek K ve Rb (LILE) içeriği volkanik kayaçlarda kabuk kirlenmesi, mağma karışımının varlığına işaret etmektedir.

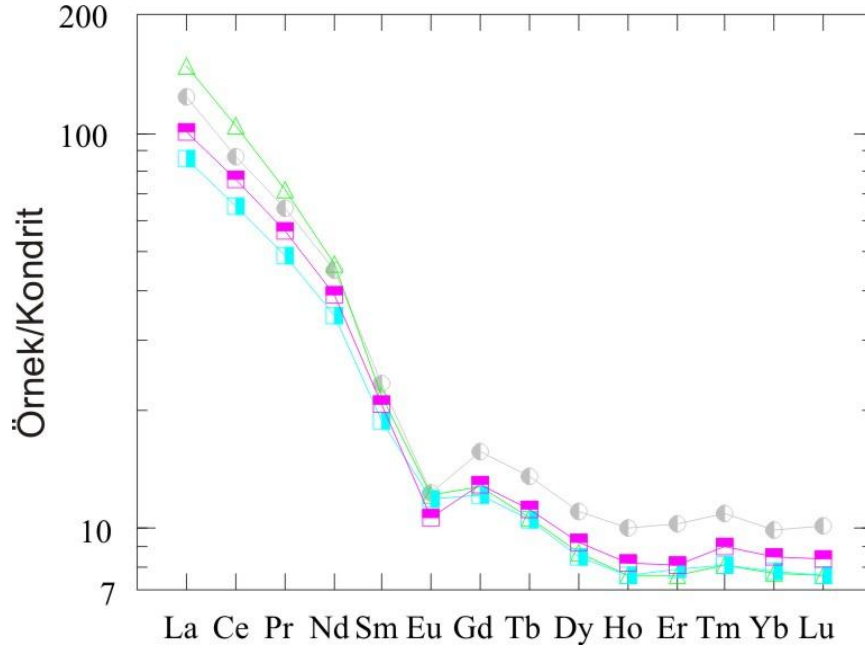


#### 4.1.4 Nadir Toprak Element

Çalışılan alandaki granitik kayaçların ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik göstermektedirler (Şekil 4.10, Şekil 4.11). Grafikteki dağılımlara dikkat edildiğinde; kayaçlarda hafif nadir toprak element zenginleşmesinin (HNTE) orta ve ağır nadir toprak element (ANTE) zenginleşmesine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeni kaynak magmaya üst kıta kabuğundan malzeme gelmesi olabilir. Kondrite ve ilksel mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramında gözlenen bir diğer unsur, orta nadir toprak elementlerde (ONTE) belirgin bir tüketilmenin varlığıdır. Bundan dolayıdır ki horblendin varlığından söz edilemez. ANTE'lerde ise, ONTE'lere oranla bir miktar zenginleşme söz konusudur. Bunun sonucu olarak, yukarı doğru konveks, kaşık şekilli bir desen gözlenir. Böyle bir desenin genellikle amfibol ayrışmasının sonucunda geliştiği bilinmektedir. Kayaçların tümünde negatif Eu anomalisi gözlenmektedir. Negatif Eu anomalisinin belirgin olması bu kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrışmasının önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Gill, 1981).



Şekil 4.10: Granitik kayaç örneklerinin ilksel mantoya göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).

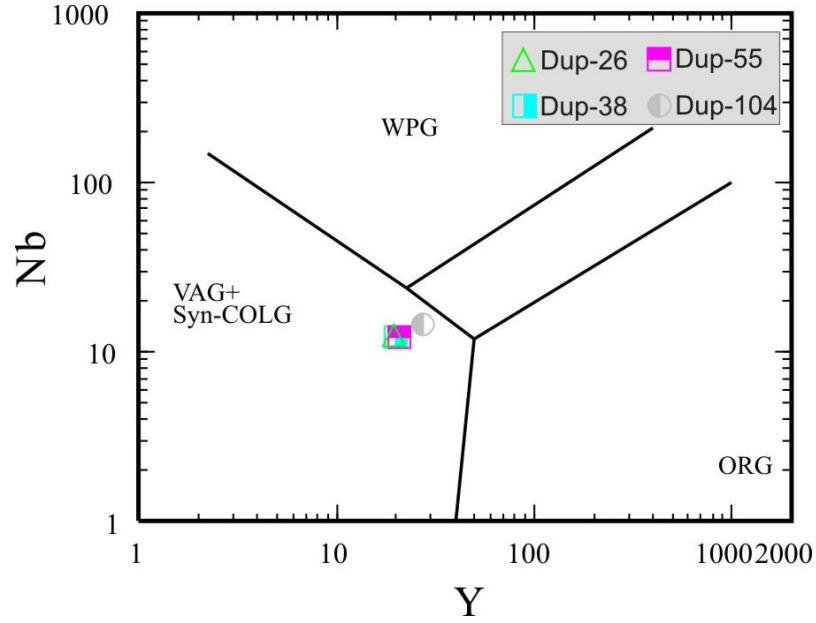


Şekil 4.11: Granitik kayaç örneklerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).

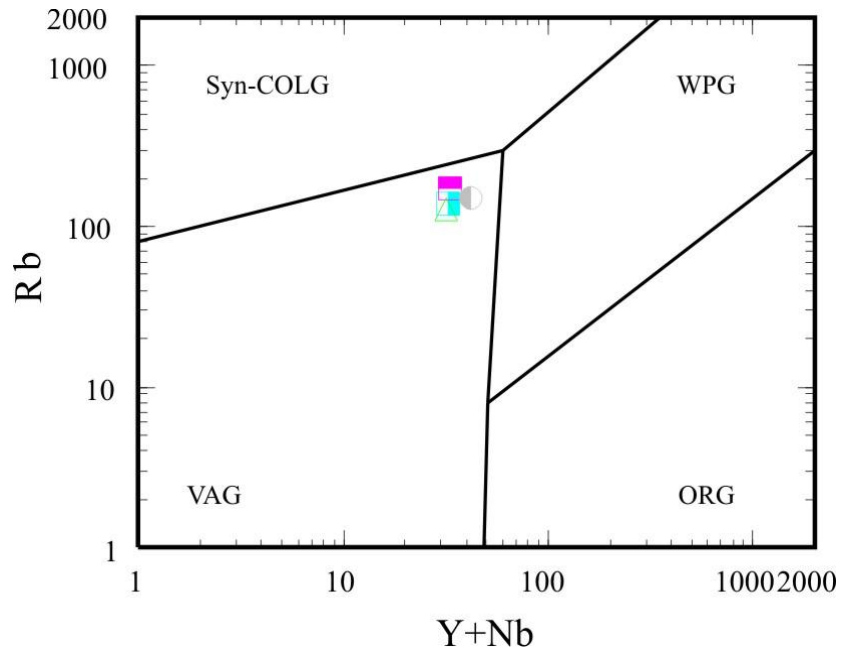
#### 4.1.5 Granitik Kayaçların Tektonik Yorumu

Çalışma alanındaki granitik kayaçlardan elde edilen HFSE'lerde (Nb, Ti) elde edilen fakirleşme ile LILE'lerde (örneğin Cs, K, Rb ve U) tespit edilen zenginleşmedeki jeokimyasal özelliklerin, magmaların yaygın olarak dalma-batma ile ilişkili ortamlarda oluştuğunu göstermektedir (Floyd ve Winchester, 1975; Rogers ve Hawkesworth, 1989; Sajona vd., 1996). Pek çok araştırmacı tarafından iz elementler etkili bir şekilde farklı granitoid magmalarının tektonik ortamlarını yorumlamada kullanılmaktadır [(örneğin; volkanik-yay granitoidleri (VAG), çarpışma öncesi granitoidler (syn-COLG), levha içi granitoidler (WPG) ve okyanus ortası sırtı granitoidleri (ORG)]. Pearce vd. (1984) ve Pearce (1996) VAG, syn-COLG, WPG ve ORG arasındaki ayırımı yapan elementler için Rb-Y-Nb gibi iz elementleri kullanmışlardır. Pearce vd. (1984) ve Pearce (1996) tarafından granitik kayaçların tektonik ortamlarını ayırt etmek için önerilen Rb/(Y + Nb) ve Nb-Y diyagramlarında çalışma alanındaki granitik kayaç örnekleri çarpışma sonrası granitoidler için karakteristik olan üçlü sınırın VAG (volkanik yay granitleri) alanına düşmektedir (Şekil 4.12, Şekil 4.13). Çalışma alanındaki granitik kayaçların REE karakteristikleri yay veya çarpışma ile ilişkili plütonik kayaçların tipik özelliklerini göstermektedir (Pearce vd., 1984). Nitekim geçmişte bazı araştırmacılar (örneğin; Fytikas vd., 1984; Delaloye ve Bingöl, 2000) bu görüşü savunmuşlardır. Gerçekten bu görüşü

kuvvetlendiren örneklerin tümünde önemli bir LILE zenginleşmesi ile negatif Nb anomalisi bu düşüncelyi destekleyen jeokimyasal bulgulardır.



Şekil 4.12: Çalışma alanındaki granitik kayaçların tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Nb - Y, diyagramı (Pearce vd., 1984).



Şekil 4.13: Çalışma alanındaki granitik kayaçların tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Rb - Y+Nb diyagramı (Pearce vd., 1984)

## 4.2. Akdağ Volkanikler

### 4.2.1 Volkaniklerin Adlandırılması

İnceleme alanında yüzeyleyen volkanitlerden alınan numuneler DUP-23, DUP-64, DUP-69, DUP-70, DUP-91, DUP-92, DUP-102 olup analizler bu numunelerden elde edilmiştir.

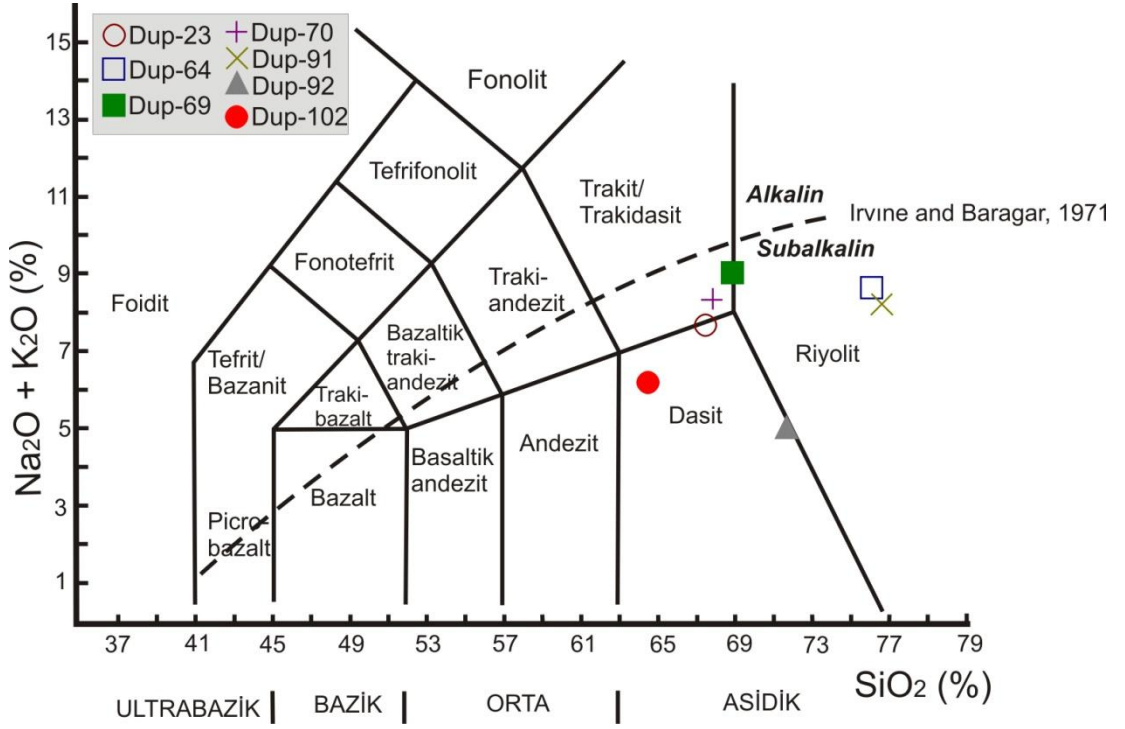
İncelenen volkanitlerin tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Volkanitler Le Maitre (1989)’nin kayaç adlamasına dayalı toplam alkaliye dayalı karşı silis (TAS) diyagramına göre riyolit, dasit, trakit ve trakidasit alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.14). Aynı diyagram üzerindeki Irvine ve Baragar (1971)’in alkali-subalkali ayırım diyagramında örnekler subalkali alana düşmektedir.  $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$  e karşı  $SiO_2$  diyagramında (Winchester ve Floyd, 1976) volkanitler riyolit, riyodasit ve dasit alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.15). Çalışma alanındaki volkanik kayaçların Nb/Y karşı  $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$  diyagramında (Winchester ve Floyd, 1976) riyolit, dasit, andezit ve bazaltikandezit alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.16). Diğer bir kayaç adlama diyagramı olan Nb/Y karşı  $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$  diyagramında (Winchester ve Floyd, 1976) volkanitler riyolit, riyodasit ve dasit alanlarında yer almıştır (Şekil 4.17). Volkanitler  $SiO_2$  ye karşı  $K_2O$  diyagramında (Le Maitre, 1989) yüksek K’lu dasit ve riyolit; orta K’lu dasit ve riyolit alanlarında yer almıştır (Şekil 4.18). Subalkali karakterdeki örnekler AFM ( $Na_2O+K_2O$ , FeO(t), MgO) diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) kalkalkalin karaktere sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.19).

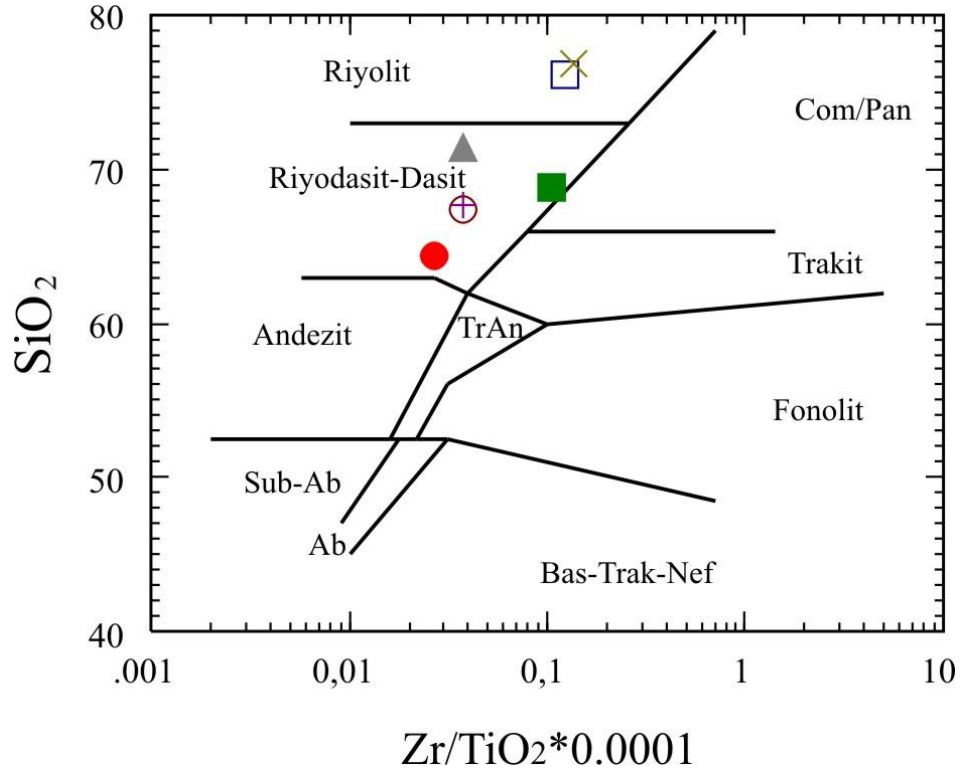
Tablo 4.2: Volkanitlerin tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri.

Majör element (%)	DUP-23	DUP-64	DUP-69	DUP-70	DUP-91	DUP-92	DUP-102
<b>SiO<sub>2</sub></b>	66,03	75,31	67,07	66,89	75,82	65,34	62,37
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	15,55	12,78	15,61	15,77	12,52	13,51	16,06
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	3,76	1,31	3,30	3,65	1,36	2,76	4,99
<b>MgO</b>	1,26	0,05	0,47	0,98	0,09	1,39	2,07
<b>CaO</b>	2,95	0,78	1,84	2,58	0,68	3,49	4,64
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	3,08	2,92	3,08	3,62	2,72	1,61	2,89
<b>K<sub>2</sub>O</b>	4,51	5,75	5,62	4,53	5,41	2,78	2,96
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,56	0,09	0,34	0,55	0,08	0,38	0,64
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,18	0,02	0,11	0,16	0,02	0,13	0,15
<b>MnO</b>	0,07	0,02	0,04	0,04	0,02	0,05	0,09
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<0.002	<0.002	<0.002	0,002	<0.002	<0.002	0,002
<b>LOI</b>	1,8	0,9	2,1	1,0	1,2	8,3	2,9
<b>Sum</b>	99,74	99,90	99,56	99,75	99,90	99,74	99,80
<b>Minör element (ppm)</b>							
<b>Ba</b>	1315	480	2586	1278	347	962	758
<b>Rb</b>	159,7	150,2	130,3	156,4	160,7	199,7	110,2
<b>Sr</b>	369,7	85,4	378,9	323,7	69,2	675,4	362,8
<b>Y</b>	29,6	18,1	19,9	26,7	19,6	18,3	25,1
<b>Zr</b>	216,6	111,9	366,8	211,1	110,8	157,6	176,3
<b>Nb</b>	13,6	10,3	11,4	14,2	13,0	12,0	10,4
<b>Th</b>	21,1	30,7	33,9	21,2	34,4	17,0	11,6
<b>Pb</b>	9,5	6,9	3,8	5,2	9,6	15,3	1,9
<b>Ga</b>	16,6	12,0	14,4	17,1	12,9	15,9	17,6
<b>Zn</b>	39	14	24	32	19	20	13
<b>Cu</b>	4,8	1,7	2,0	2,7	2,6	1,8	2,9
<b>Ni</b>	10,0	13,8	9,1	13,4	18,4	7,1	10,1
<b>V</b>	64	<8	24	55	<8	52	85
<b>Hf</b>	6,1	3,8	9,1	6,2	4,0	4,1	5,2
<b>Cs</b>	16,3	12,6	13,3	6,7	11,0	199,5	9,9
<b>Sc</b>	9	2	6	10	3	7	15
<b>Ta</b>	1,5	1,7	1,4	1,9	2,3	1,3	1,4
<b>Co</b>	20,0	25,9	18,8	26,0	42,1	13,0	24,3
<b>Be</b>	3	3	2	3	3	2	2
<b>U</b>	5,0	5,7	5,1	5,4	6,4	3,8	3,9
<b>W</b>	100,3	180,1	113,6	145,3	299,7	57,8	105,9
<b>Sn</b>	3	3	2	3	3	3	3
<b>Mo</b>	0,3	0,3	0,4	0,5	1,0	<0.1	0,1
<b>Au</b>	1,6	0,7	0,7	<0.5	<0.5	0,5	<0.5
<b>As</b>	1,4	27,2	8,0	4,6	9,3	7,7	0,8
<b>Cd</b>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Sb</b>	<0.1	11,2	4,0	0,2	17,0	0,7	<0.1
<b>Bi</b>	0,1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

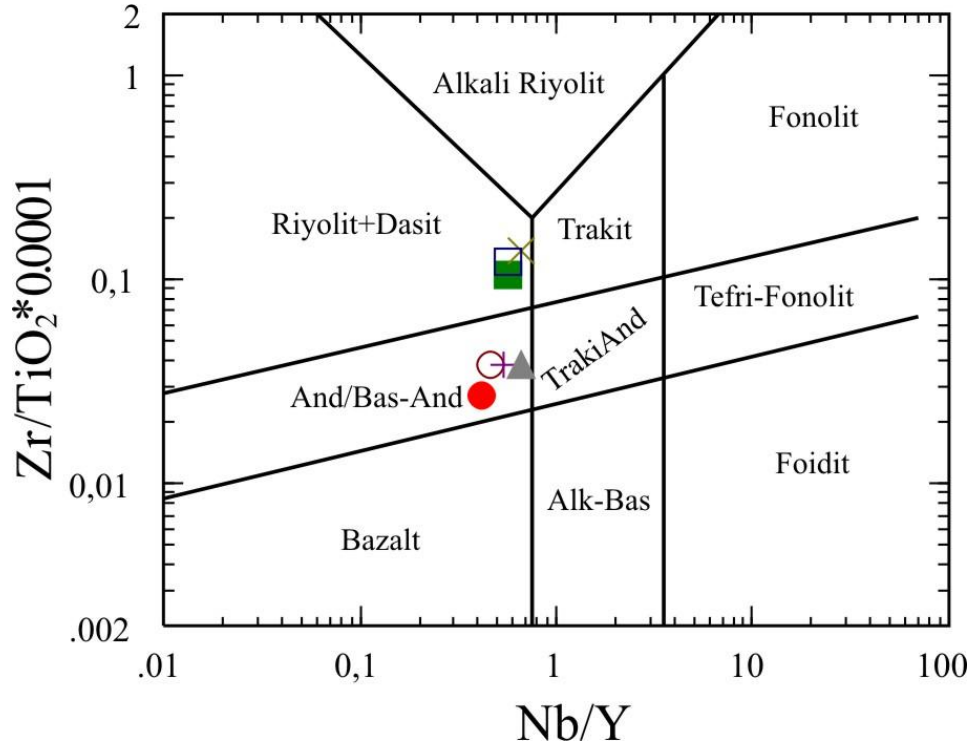
<b>Tablo 4.2</b>	DUP-23	DUP-64	DUP-69	DUP-70	DUP-91	DUP-92	DUP-102
<b>devam</b>							
<b>Ag</b>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Hg</b>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
<b>Tl</b>	0,1	0,2	<0.1	0,2	0,1	0,7	<0.1
<b>Se</b>	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
<b>NTE (NadirToprak Element) ppm</b>							
<b>La</b>	44,2	55,4	136,6	51,5	48,1	37,0	28,6
<b>Ce</b>	81,6	93,4	215,5	88,6	84,6	68,5	59,6
<b>Pr</b>	9,29	10,18	20,55	11,04	9,61	7,34	6,67
<b>Nd</b>	34,2	33,3	63,8	40,2	32,1	25,3	26,2
<b>Sm</b>	5,97	5,08	7,60	7,03	5,19	4,19	5,04
<b>Eu</b>	1,31	0,66	1,86	1,40	0,54	0,82	1,12
<b>Gd</b>	5,36	3,56	4,71	5,79	3,65	3,77	4,64
<b>Tb</b>	0,86	0,57	0,71	0,96	0,60	0,57	0,77
<b>Dy</b>	4,68	3,07	3,55	4,94	3,27	2,96	4,33
<b>Ho</b>	0,96	0,60	0,68	0,93	0,64	0,59	0,88
<b>Er</b>	2,81	1,76	2,01	2,69	1,94	1,79	2,49
<b>Tm</b>	0,43	0,28	0,32	0,41	0,31	0,27	0,38
<b>Yb</b>	2,78	1,86	2,12	2,58	2,05	1,87	2,49
<b>Lu</b>	0,43	0,29	0,34	0,38	0,31	0,28	0,37



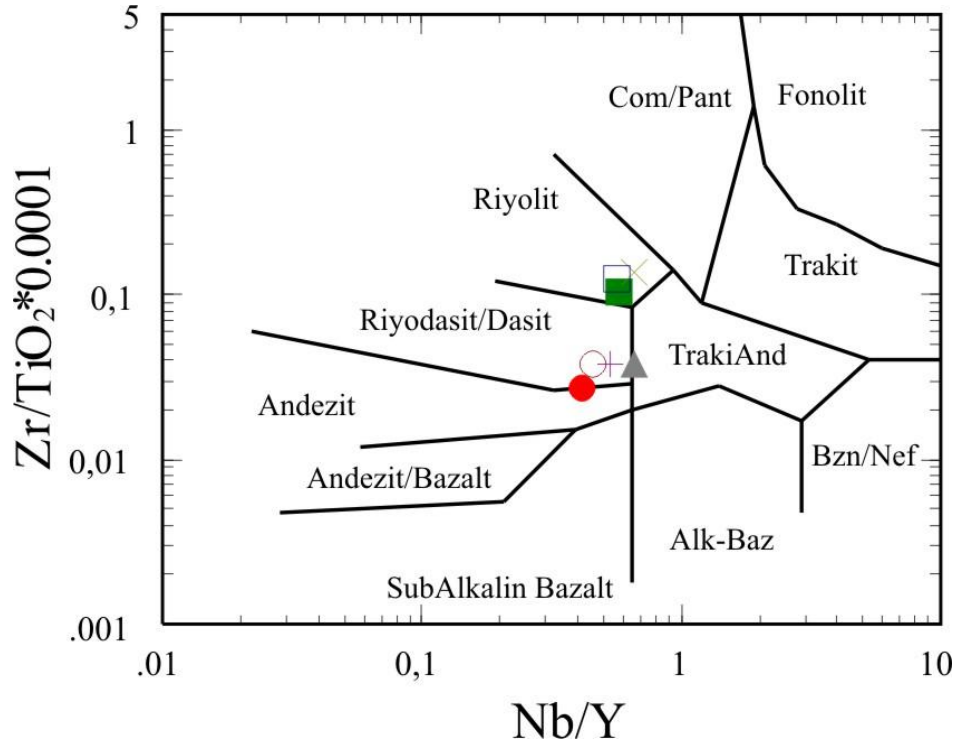
Şekil 4.14: Örneklerin SiO<sub>2</sub>'ye karşı Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O diyagramındaki dağılımları (Le Maitre 1989) ve alkali-yarıalkali eğrisi (Irvine ve Baragar, 1971).



Şekil 4.15: Çalışma alanındaki volkanik kayaçların Zr/TiO<sub>2</sub>\*0,0001 karşı SiO<sub>2</sub> diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976)

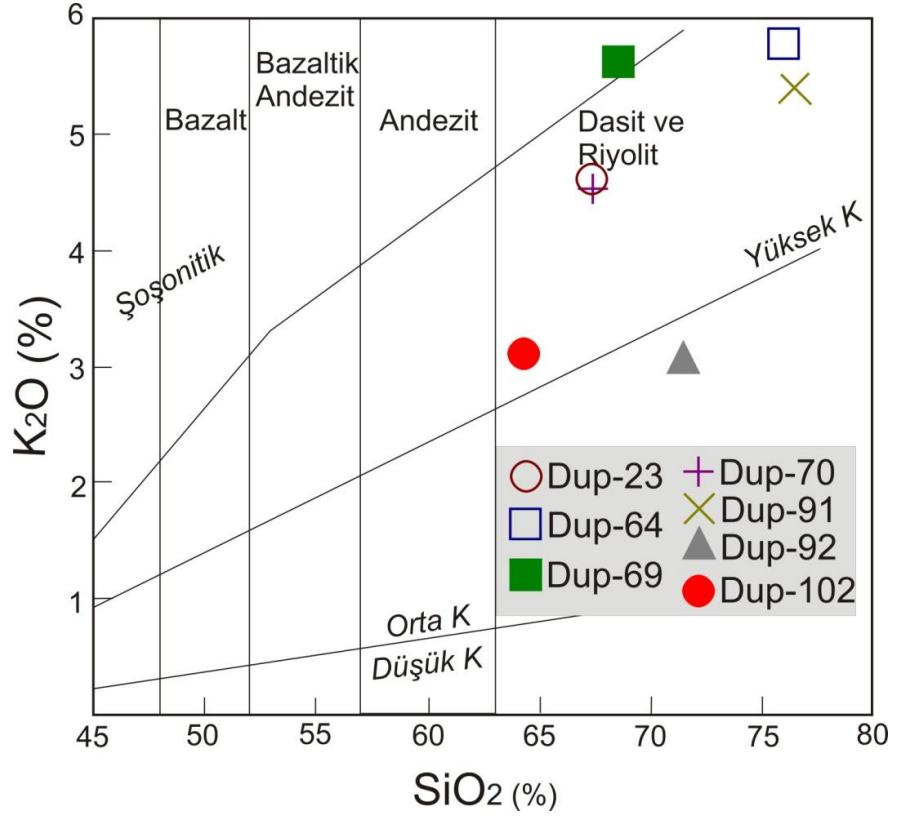


Şekil 4.16: Çalışma alanındaki volkanik kayaların Nb/Y karşı Zr/TiO<sub>2</sub>\*0,0001 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976)

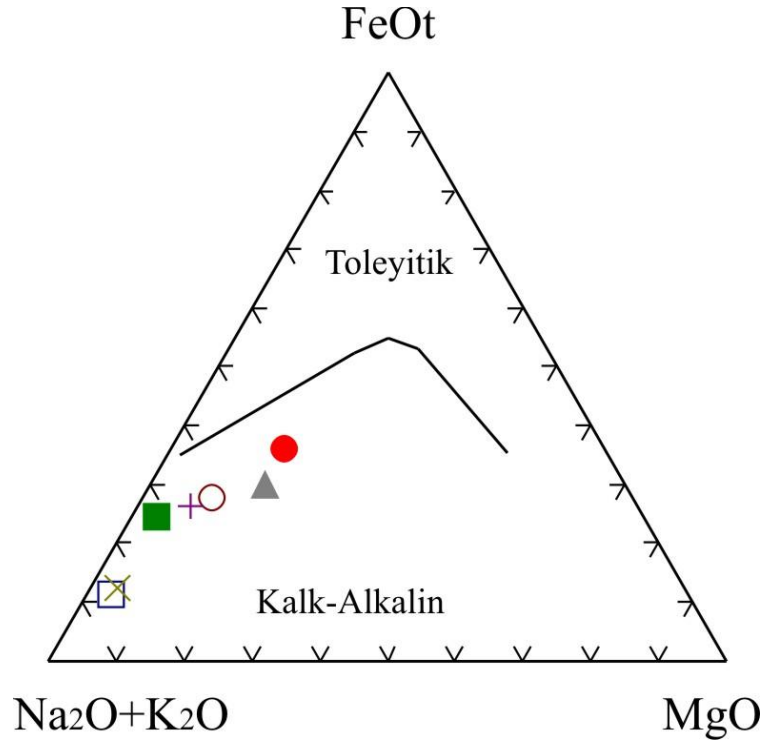


Şekil 4.17: Çalışma alanındaki volkanik kayaların Nb/Y karşı Zr/TiO<sub>2</sub>\*0,0001 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976)





Şekil 4.18: K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> diyagramı. Düşük-K/Orta -K ve Orta-K/yüksek-K ayırım çizgileri Le Maitre et al (1989)'dan alınmıştır.



Şekil 4.19: Örneklerin AFM (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, FeO(t), MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar,1971).

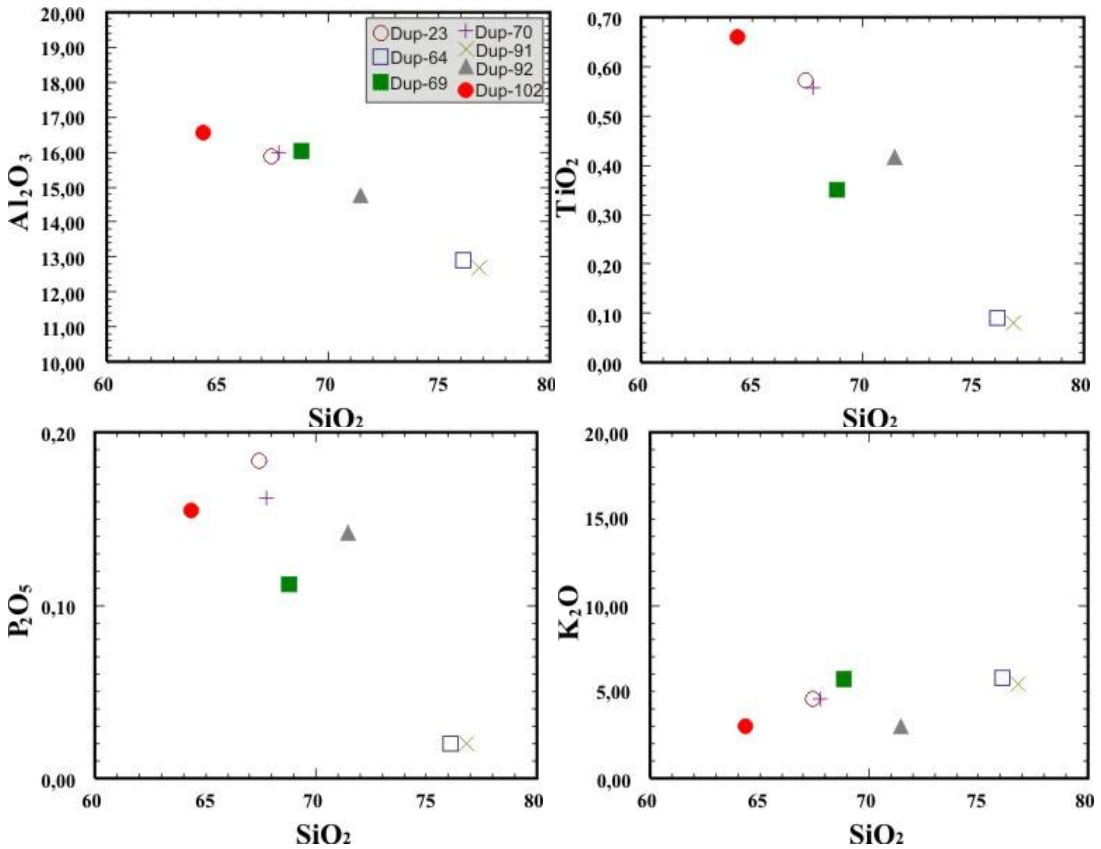
#### 4.1.2 Ana ve İz Elementler

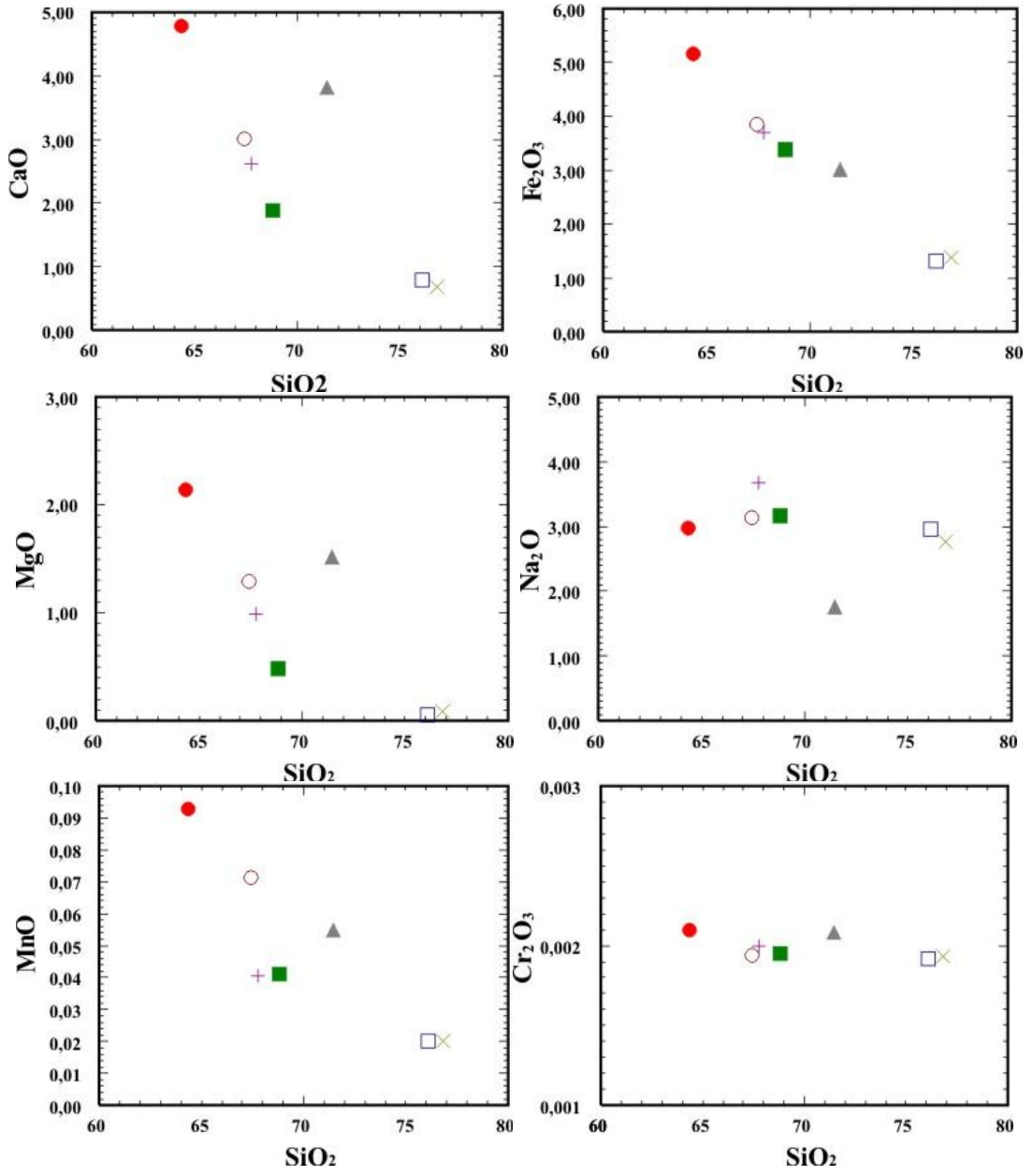
Çalışma alanına ait volkanitlerden alınan 7 adet örneğin ana ve iz elementlerinin SiO<sub>2</sub> ye karşı davranışlarını incelemek amacı ile Harker Diyagramları çizilmiştir.

Volkanit örneklerinin SiO<sub>2</sub> içeriği % 64.36-76.07 arasında değişmektedir. Örneklerin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği %12.68-16.57, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği %1.32-5.14, MgO içeriği %0.05-1.52, CaO içeriği %0.68-4.78, Na<sub>2</sub>O içeriği %1.76-3.66, K<sub>2</sub>O içeriği %3.04-5.80, TiO<sub>2</sub> içeriği %0.08-0.66, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeriği %0.02-0.18, MnO içeriği % 0.02-0.09, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği %0.0019-0.002 arasında değişmektedir. Ana oksit ve iz element harker diyagramlarında, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO, Ba, Hf, Sr ve Zr artan SiO<sub>2</sub> değeri ile düzenli şekilde azalarak negatif korelasyon göstermektedir (Şekil 4.20-21). SiO<sub>2</sub>'ye karşı Ba içeriğinin önce artıp, daha sonra azalma göstermesi riyolit türü kayalarda sanidin oluşumunu göstermektedir (Rollinson, 1992). Na<sub>2</sub>O değerlerinde ise nispeten yatay bir trend göze çarpmış olmasına rağmen negatif eğilimlidir. K<sub>2</sub>O, Rb, Nb, Ta ve Th değeride nispeten düzensiz olmasına rağmen pozitif korelasyon göstermektedir (Şekil 4.20-21). Gözlenen düzensiz dağılım kısmen alterasyondan kaynaklanabilir. Ancak iz elementle birlikte kontaminasyon, magma karışımıyla da ilişkilendirilebilir. Genel olarak incelenen volkanik kayaların silis içeriği arttıkça, uyumsuz element içeriklerinin artması ve uyumlu element içeriklerinin azalması fraksiyonel kristalleşme ile açıklanmaktadır. Bu özellikte kayaların bir ana magmadan fraksiyonel kristalleşme ile türemiş olabileceklerini, ancak bunun kayaların gelişiminde ana magmatik olay olmadığını ve diğer magmatik olaylarında (magma karışımı, kabuk kontaminasyonu v.b) rol aldığına işaret etmektedir. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri yatay bir trend sunmuştur. K<sub>2</sub>O' nun SiO<sub>2</sub> ile olan pozitif ilişkisi uyumsuz bir element olduğunu göstermektedir. İncelenen volkanik kayalardaki bu pozitif korelasyon, bu elementlerin muhtemelen kabuk kirlenmesi ve magma karışımı nedeniyle zenginleştiklerini göstermektedir. SiO<sub>2</sub> artışı ile MgO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Sr azalması önemli ölçüde klinopiroksen ve plajiyoklas fraksiyonlaşmasını yansıtmakla birlikte bu elementlerin uyumlu olduklarını göstermektedir. Klinopiroksen ve plajiyoklas, magmanın soğuması esnasında kabuk içerisindeki magma odasında meydana gelen önemli kristalleşmelerdir. Kristallenme basıncı ile klinopiroksen/plajiyoklas oranı azalmakta (Gust ve Perfit, 1987), magmadaki su içeriği artmaktadır. Bunların yanı sıra plajiyoklas oranında azalmaktadır

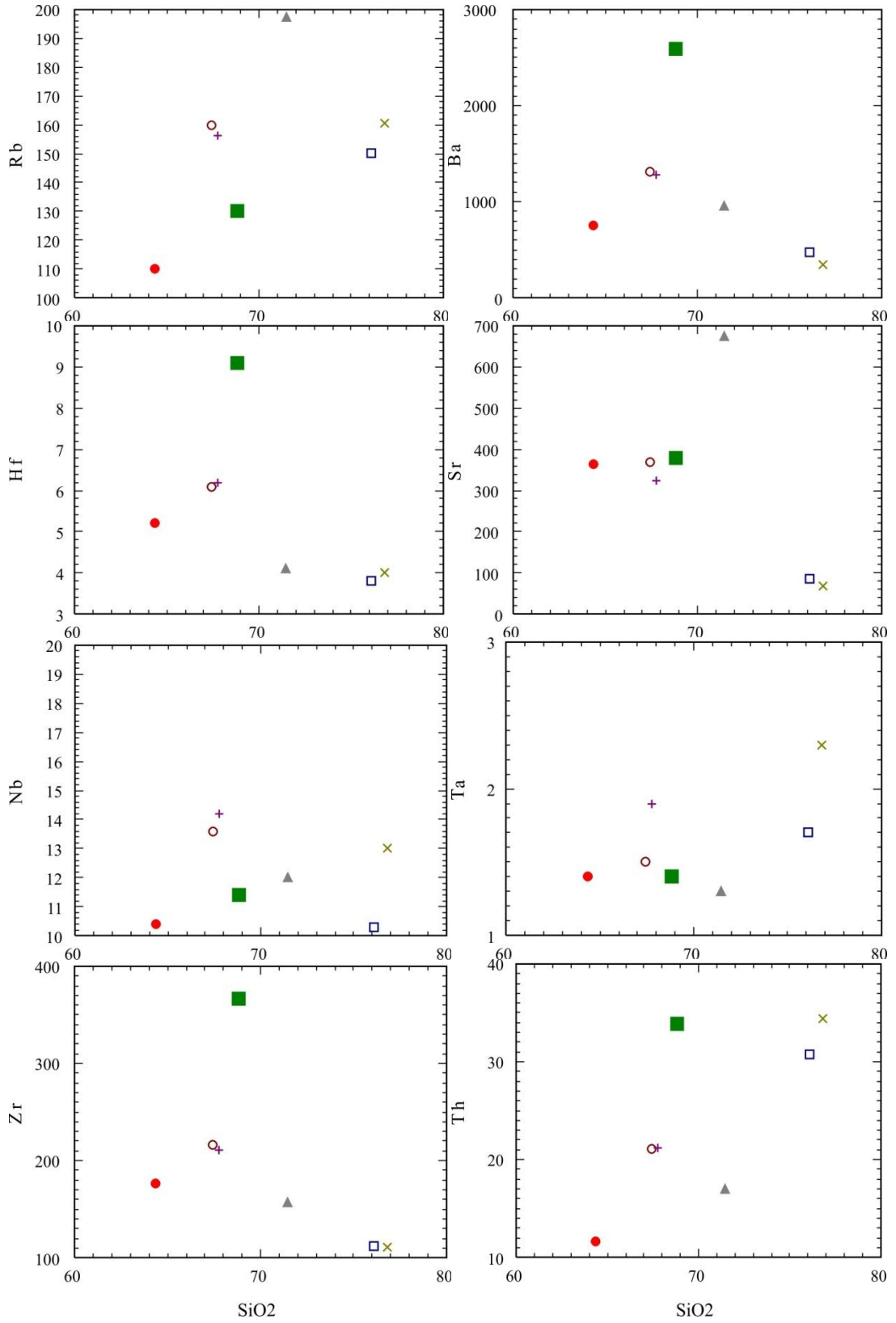
(Eggler, 1972; Presnall ve vd., 1978; Baker ve Eggler, 1983).  $\text{SiO}_2$  artışına karşın  $\text{Al}_2\text{O}_3$  azalması, volkanik kayaların gelişiminde plajiyoklas ve hornblend fraksiyonlaşmasında etkili olabileceğini göstermektedir. Hornblendlerin kalk-alkalin karakterli volkanik kayaların gelişiminde önemli bir fraksiyonlaşma fazı olduğu da bilinmektedir (Cawthorn ve O'Hara, 1976).  $\text{SiO}_2$  artışıyla  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{TiO}_2$  azalması magnetit fraksiyonlaşmasını ifade etmektedir.  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{P}_2\text{O}_5$  değişim diyagramında gözlenen negatif korelasyon apatit fraksiyonlaşmasını yansıtmaktadır (Rollinson, 1992). Ana ve iz element değişimindeki düzgün yönsemeler fraksiyonlaşmadan, düzensiz yönsemeler ise kısmen alterasyondan kaynaklanabilir.

Sonuç olarak incelenen volkanik kayaların silis içeriği arttıkça, uyumsuz element içeriklerinin artması ve uyumlu element içeriklerinin azalması fraksiyonel kristalleşmeyle açıklanmaktadır. Bu özellik de kayaların bir ana mağmadan fraksiyonel kristalleşmeyle türemiş olabileceğini göstermektedir. Ancak bunun kayaların gelişiminde ana magmatik olay olmadığını ve diğer magmatik olayların da (mağma karışımı, kabuk kirlenmesi v.b.) rol oynadığına işaret etmektedir.





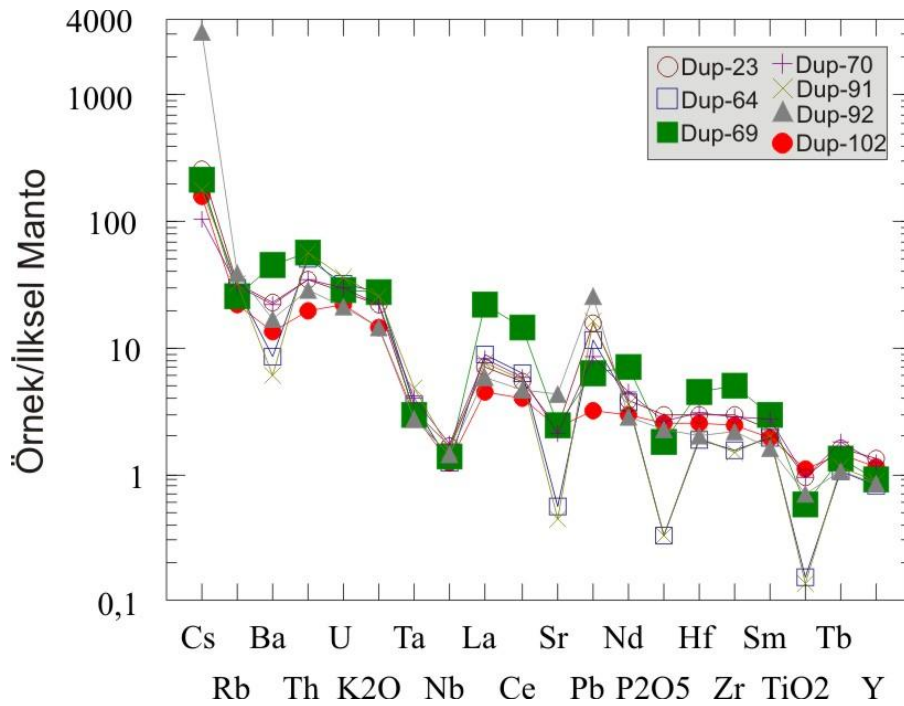
Şekil 4.20: Örneklerin SiO<sub>2</sub>'ye karşı ana element değişim diyagramları



Şekil 4.21: Örneklerin SiO<sub>2</sub>' ye karşı iz element değişim diyagramları

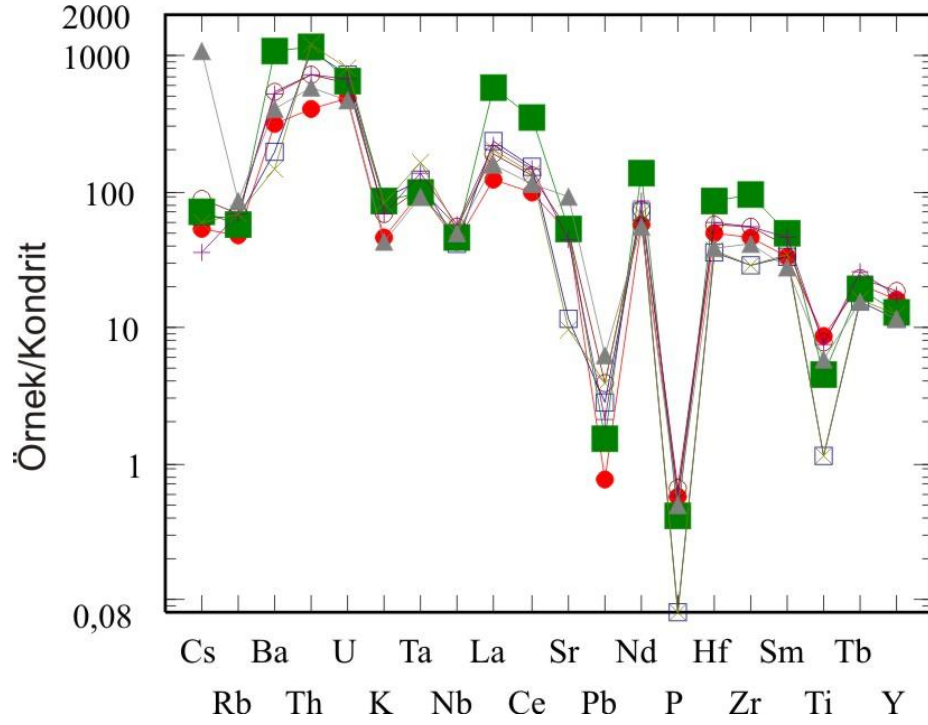
#### 4.1.3 Volkanik Kayaçların Uyumsuz Element Diyagramı

Kayaçların ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş iz element dağılımları çizilerek ana mağması belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 4.22, Şekil 4.23) İlksel Mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında, göze çarpan ana özellikler; belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerde (HFSE) (Nb, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ti<sub>2</sub>O) belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmelerdir. İlksel mantoya göre özellikle Dup-91 ve Dup-64 nolu numunelerde Sr, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve TiO<sub>2</sub> değerlerinde belirgin bir negatif anomali göstermiştir (Şekil 4.22). Negatif Nb ve Ti anomalileri ana magma gelişiminde yitim bileşeninin varlığına işaret etmektedir (Pearce, 1983).



Şekil 4.22: Volkanik kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).

Kondrite normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerden (HFSE), Pb de belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmeler dikkat çekmektedir. Litofil element zenginleşmesi kıtasal kabuk kirlenmesinden kaynaklanabilmektedir (Rollinson, 1992).

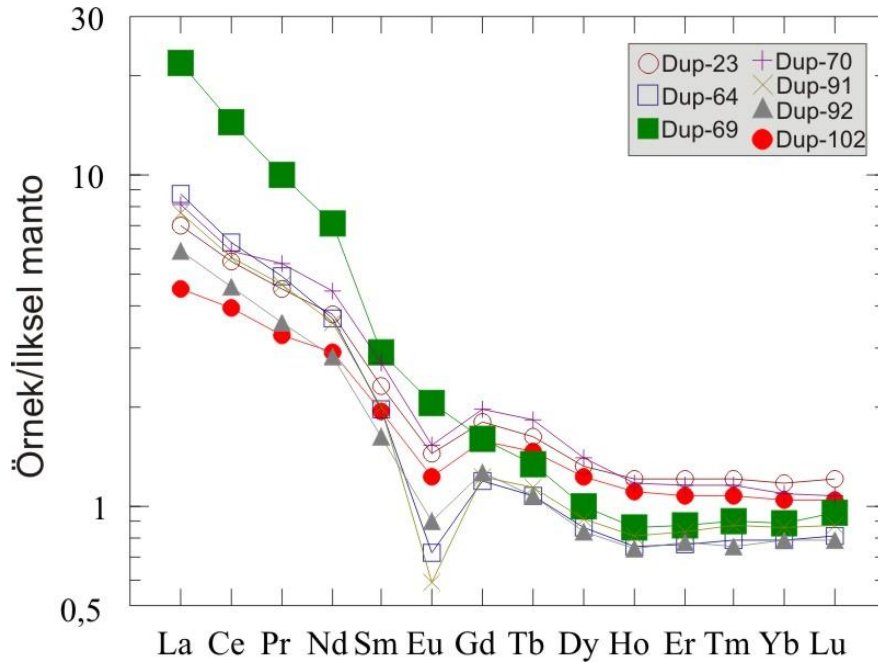


Şekil 4.23: Volkanik kayaç örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).

Kayaçların, büyük iyonlu litofil elementler (LILE) bakımından aşırı derecede zenginleşmesi (özellikle K, Rb ve Th) ve Nb, Ti bakımından fakirleşmesi iz element dağılımlarında gözlenen karakteristik özelliklerdir. Yüksek K ve Rb (LILE) içeriği volkanik kayaçlarda kabuk kirlenmesi, mağma karışımının varlığına işaret etmektedir.

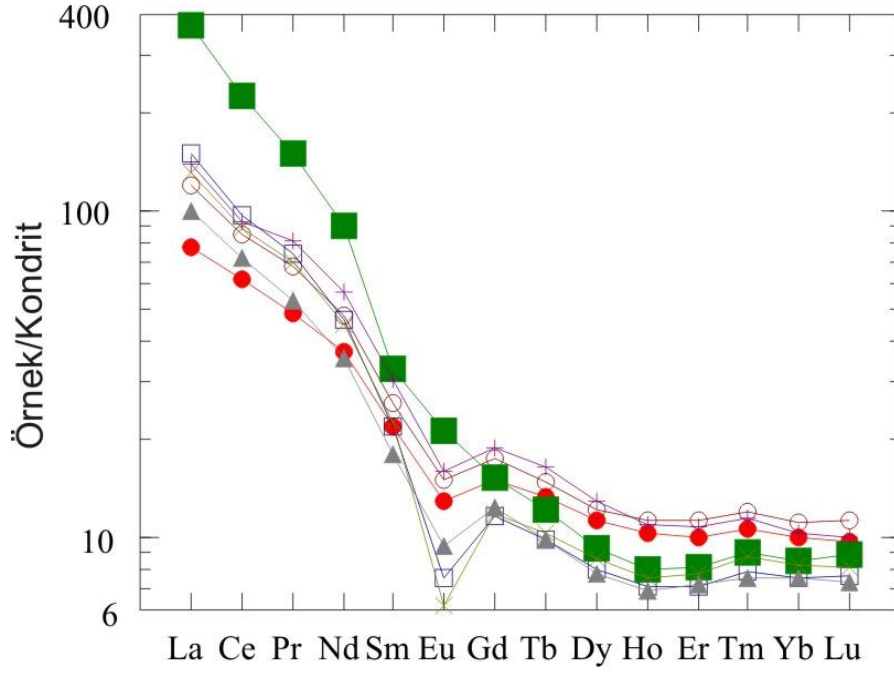
#### 4.1.4 Nadir Toprak Element

İncelenen volkanik kayaçların ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik göstermektedirler (Şekil 4.24, Şekil 4.25). Bu da incelenen volkanik kayaçların tümünün aynı kökenden türediklerini doğrulamaktadır. Dağılımlara dikkat edildiğinde; kayaçlarda hafif nadir toprak element zenginleşmesinin (HNTE) orta ve ağır nadir toprak element (ANTE) zenginleşmesine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeni kaynak magmaya üst kıta kabuğundan malzeme gelmesi olabilir. Kondrite ve ilksel mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramında gözlenen bir diğer unsur, orta nadir toprak elementlerde (ONTE) belirgin bir tüketilmenin varlığıdır. ANTE' lerde ise, ONTE' lere oranla bir miktar zenginleşme söz konusudur. Bunun sonucu olarak, yukarı doğru konveks, kaşık şekilli bir desen gözlenir. Böyle bir desenin genellikle amfibol ayrışmasının sonucunda geliştiği bilinmektedir. Kayaçların tümünde negatif Eu anomalisi gözlenmektedir. Negatif Eu anomalisinin belirgin olması bu kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrışmasının önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Gill, 1981).



Şekil 4.24: Volkanik kayaç örneklerinin ilksel mantoya göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).

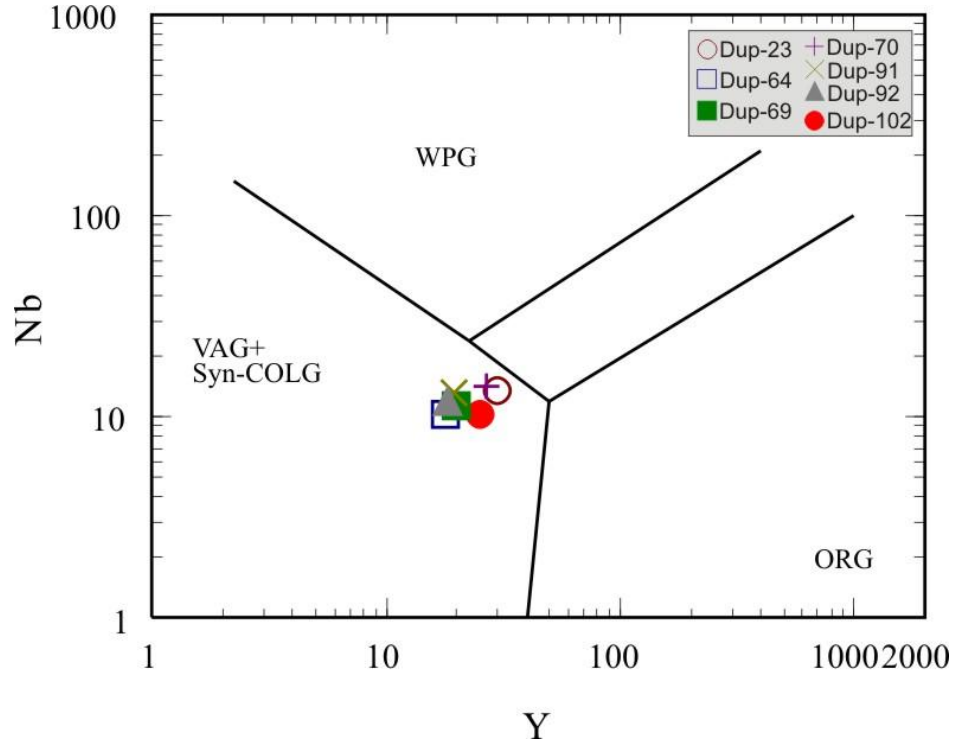




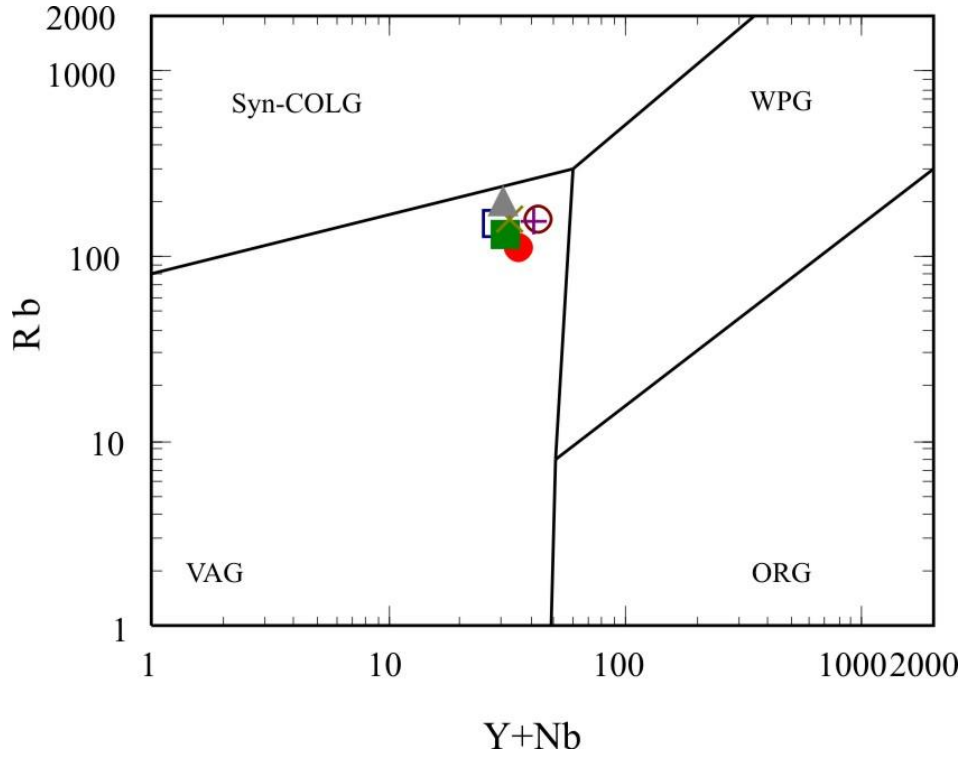
Şekil 4.25: Volkanik kayaç örneklerin Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).

#### 4.1.5 Volkanik Kayaçların Tektonik Yorumu

Araştırmacılar tarafından iz elementler etkili bir şekilde farklı granitoid magmalarının tektonik ortamlarını yorumlamada kullanılmaktadır [(örneğin; volkanik-yay granitoidleri (VAG), çarpışma öncesi granitoidler (syn-COLG), levha içi granitoidler (WPG) ve okyanus ortası sırtı granitoidleri (ORG)]. Pearce vd. (1984) ve Pearce (1996) VAG, syn-COLG, WPG ve ORG arasındaki ayrımını yapan elementler için Rb-Y-Nb gibi iz elementleri kullanmışlardır. Pearce vd. (1984) ve Pearce (1996) tarafından tektonik ortamları ayırt etmek için önerilen Rb/(Y + Nb) ve Nb-Y diyagramlarında çalışma alanındaki Akdağ volkanikleri örnekleri çarpışma sonrası granitoidler için karakteristik olan üçlü sınırın VAG (volkanik yay granitleri) alanına düşmektedir (Şekil 4.26-27).



Şekil 4.26: Çalışma alanındaki volkanik kayaçların tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Nb - Y, diyagramı (Pearce vd., 1984).



Şekil 4.27: Çalışma alanındaki volkanik kayaçların tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Rb - Y+Nb diyagramı (Pearce vd., 1984)

### 4.3. Tüfler

#### 4.3.1 Tüflerin Adlandırılması

İnceleme alanında yüzeyleyen tüflerden alınan numuneler DUP-3, DUP-7, DUP-16 DUP-20, DUP-21, DUP-27, DUP-90 olup analizler bu numunelerden elde edilmiştir.

İncelenen tüflerin tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3 İncelenen tüflerin tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri

<b>Majör elementler (%)</b>	<b>DUP-3</b>	<b>DUP-7</b>	<b>DUP-16</b>	<b>DUP-20</b>	<b>DUP-21</b>	<b>DUP-27</b>	<b>DUP-90</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	73,41	71,69	65,15	68,42	67,12	70,53	71,31
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	13,63	14,42	14,67	11,66	15,46	13,65	11,39
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,43	2,68	2,56	2,28	3,32	2,59	0,92
<b>MgO</b>	0,23	0,38	1,26	1,14	0,87	0,99	0,42
<b>CaO</b>	0,04	0,24	3,22	4,47	1,30	1,76	1,77
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,06	0,13	1,70	0,08	2,99	4,06	0,84
<b>K<sub>2</sub>O</b>	9,95	7,46	2,94	5,39	5,96	3,67	4,61
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,43	0,34	0,39	0,34	0,46	0,39	0,07
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,04	0,14	0,09	0,11	0,16	0,14	<0,01
<b>MnO</b>	<0,01	0,02	0,03	0,07	0,04	0,06	0,01
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<0,002	<0,002	0,002	0,002	0,002	<0,002	<0,002
<b>LOI</b>	1,6	2,3	7,7	5,8	2,1	2,0	8,6
<b>Sum</b>	99,85	99,84	99,69	99,77	99,79	99,80	99,92
<b>Minör elementler (ppm)</b>							
<b>Ba</b>	973	926	1231	1416	1218	967	142
<b>Rb</b>	360,2	353,9	112,3	257,9	210,3	154,6	142,2
<b>Sr</b>	33,5	49,3	933,1	152,0	206,5	396,1	51,1
<b>Y</b>	15,1	21,9	21,3	17,6	22,6	18,4	24,1
<b>Zr</b>	155,9	174,5	187,0	115,1	169,2	165,3	83,1
<b>Nb</b>	13,2	15,1	15,2	9,8	12,9	12,6	15,5
<b>Th</b>	17,1	22,7	26,2	14,5	18,9	18,2	27,5
<b>Pb</b>	15,0	11,1	23,4	17,4	21,1	21,7	33,7
<b>Ga</b>	12,3	15,7	15,5	11,9	14,1	13,2	12,7
<b>Zn</b>	1	20	25	28	17	38	19

---

**Tablo 4.3** DUP-3 DUP-7 DUP-16 DUP-20 DUP-21 DUP-27 DUP-90  
**ün devamı**

---

<b>Cu</b>	3,8	2,4	3,2	4,9	0,5	3,2	1,5
<b>Ni</b>	17,5	12,8	10,8	16,2	10,0	11,9	16,9
<b>V</b>	38	25	45	29	36	31	<8
<b>Hf</b>	4,6	5,0	5,8	3,6	4,9	4,6	2,8
<b>Cs</b>	6,3	30,6	16,9	42,7	15,2	19,1	8,1
<b>Sc</b>	5	5	7	6	8	6	2
<b>Ta</b>	2,2	2,3	2,0	1,6	1,6	1,6	2,0
<b>Co</b>	29,4	27,4	23,9	26,5	19,1	22,6	32,5
<b>Be</b>	1	3	3	2	3	2	3
<b>U</b>	4,7	5,2	5,6	2,9	4,8	5,7	6,3
<b>W</b>	250,5	191,8	143,7	176,5	118,8	137,0	213,2
<b>Sn</b>	3	5	4	3	4	4	3
<b>Mo</b>	1,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3
<b>Au</b>	12,7	<0.5	<0.5	0,6	<0.5	<0.5	<0.5
<b>As</b>	159,6	2,6	2,0	2,4	37,3	3,6	2,2
<b>Cd</b>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Sb</b>	2,3	1,4	<0.1	<0.1	1,4	<0.1	<0.1
<b>Bi</b>	<0.1	<0.1	0,4	0,4	<0.1	0,1	0,2
<b>Ag</b>	1,1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Hg</b>	<0.01	<0.01	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	<0.01
<b>Tl</b>	0,2	0,1	0,3	<0.1	<0.1	<0.1	0,9
<b>Se</b>	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

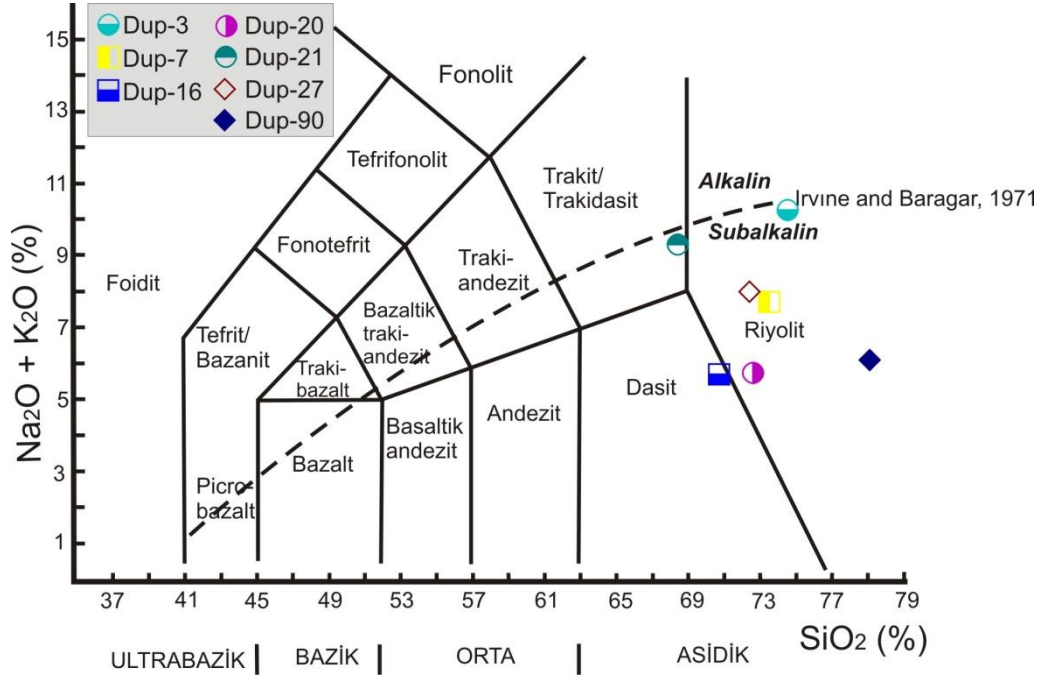
**NTE (Nadir Toprak Element) ppm**

<b>La</b>	32,8	37,3	41,5	23,3	32,2	27,6	29,3
<b>Ce</b>	62,0	72,8	73,7	45,2	63,5	55,5	59,0
<b>Pr</b>	6,21	7,84	8,03	4,92	6,77	5,87	6,63
<b>Nd</b>	21,5	27,9	27,5	18,0	24,9	21,0	21,6
<b>Sm</b>	3,49	5,14	4,77	3,32	4,46	3,99	4,81
<b>Eu</b>	0,73	0,81	0,97	0,70	0,90	0,80	0,33

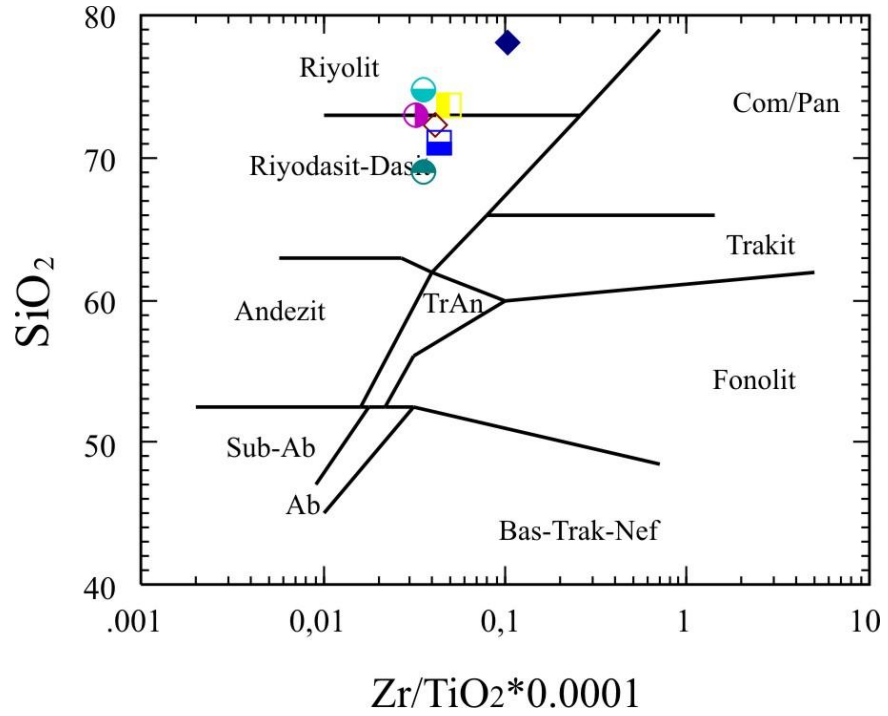
---

<b>Tablo 4.3</b> <b>ün devamı</b>	DUP-3	DUP-7	DUP-16	DUP-20	DUP-21	DUP-27	DUP-90
<b>Gd</b>	2,67	4,28	3,96	2,96	4,01	3,52	3,99
<b>Tb</b>	0,44	0,71	0,64	0,51	0,69	0,58	0,70
<b>Dy</b>	2,32	3,88	3,59	2,81	3,76	3,19	3,79
<b>Ho</b>	0,44	0,76	0,71	0,57	0,76	0,62	0,81
<b>Er</b>	1,45	2,22	2,07	1,75	2,23	1,88	2,55
<b>Tm</b>	0,23	0,34	0,32	0,27	0,34	0,29	0,40
<b>Yb</b>	1,56	2,28	2,21	1,78	2,26	1,94	2,38
<b>Lu</b>	0,25	0,34	0,34	0,27	0,35	0,30	0,39

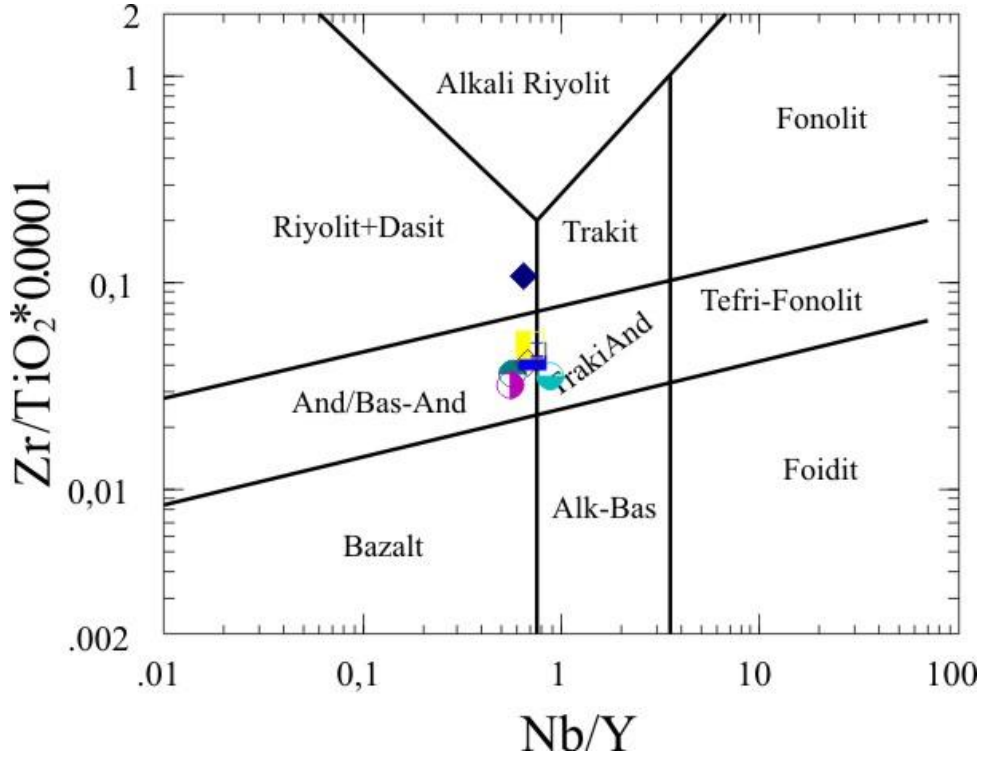
Tüfler Le Maitre (1989)'nin kayaç adlamasına dayalı toplam alkaliye dayalı karşı silis (TAS) diyagramına göre riyolit, dasit, trakit ve trakidasit alanlarında yer almıştır (Şekil 4.28). Aynı diyagram üzerindeki Irvine ve Baragar (1971)'in alkali-subalkali ayırım diyagramında örnekler subalkali alana düşmektedir.  $Zr/TiO_2^*0.0001$  e karşı  $SiO_2$  diyagramında (Winchester ve Floyd, 1976) tüfler riyolit, riyodasit ve dasit alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.29). Çalışma alanındaki tüflerin Nb/Y karşı  $Zr/TiO_2^*0.0001$  diyagramında (Winchester ve Floyd, 1976) riyolit, dasit, andezit/bazaltikandezit ve traki andezit alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.30). Diğer bir kayaç adlama diyagramı olan Nb/Y karşı  $Zr/TiO_2^*0.0001$  diyagramında (Winchester ve Floyd, 1976) tüfler riyolit, riyodasit, dasit ve traki andezit alanlarında yer almıştır (Şekil 4.31). Subalkali karakterdeki örnekler AFM ( $Na_2O+K_2O$ , FeO(t), MgO) diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) kalkalkalin karaktere sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.32).



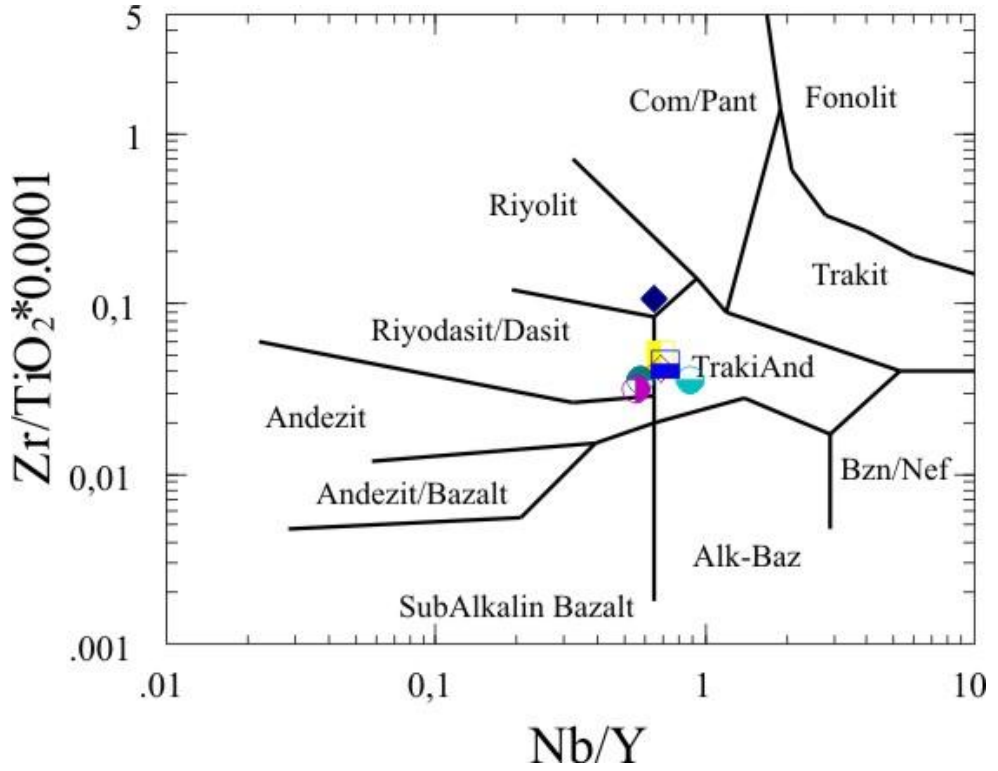
Şekil 4.28: Örneklerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  diyagramındaki dağılımları (Le Maitre 1989) ve alkali-yarıalkali eğrisi (Irvine ve Baragar, 1971).



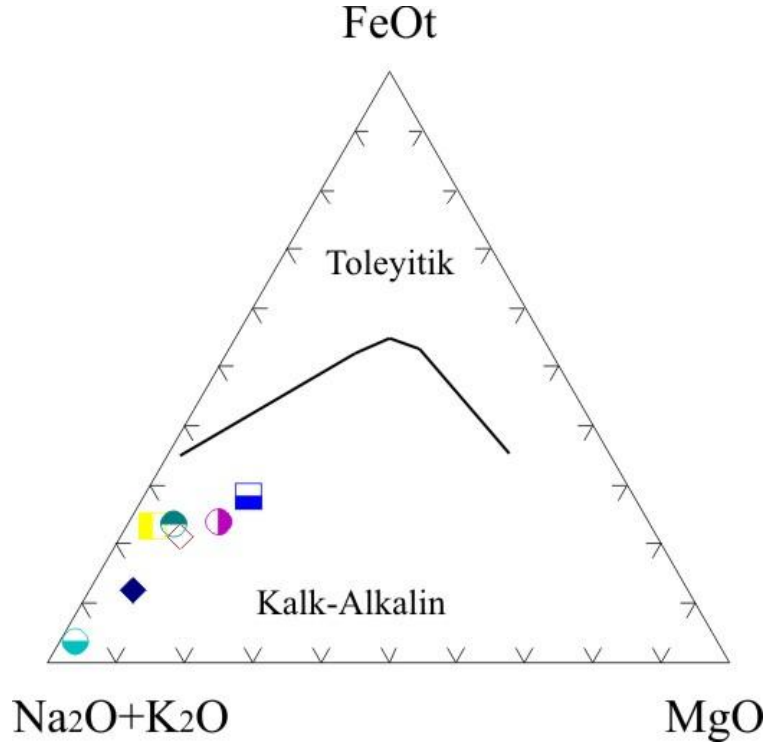
Şekil 4.29: Çalışma alanındaki tüflerin  $\text{Zr}/\text{TiO}_2*0,0001$  karşı  $\text{SiO}_2$  diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).



Şekil 4.30: Çalışma alanındaki piroklastik kayaçların Nb/Y karşı  $Zr/TiO_2*0,0001$  diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).



Şekil 4.31: Çalışma alanındaki piroklastik kayaçların Nb/Y karşı  $Zr/TiO_2*0,0001$  diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).



Şekil 4.32: Örneklerin AFM ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}(t)$ ,  $\text{MgO}$ ) diyagramı (Irvine ve Baragar,1971).

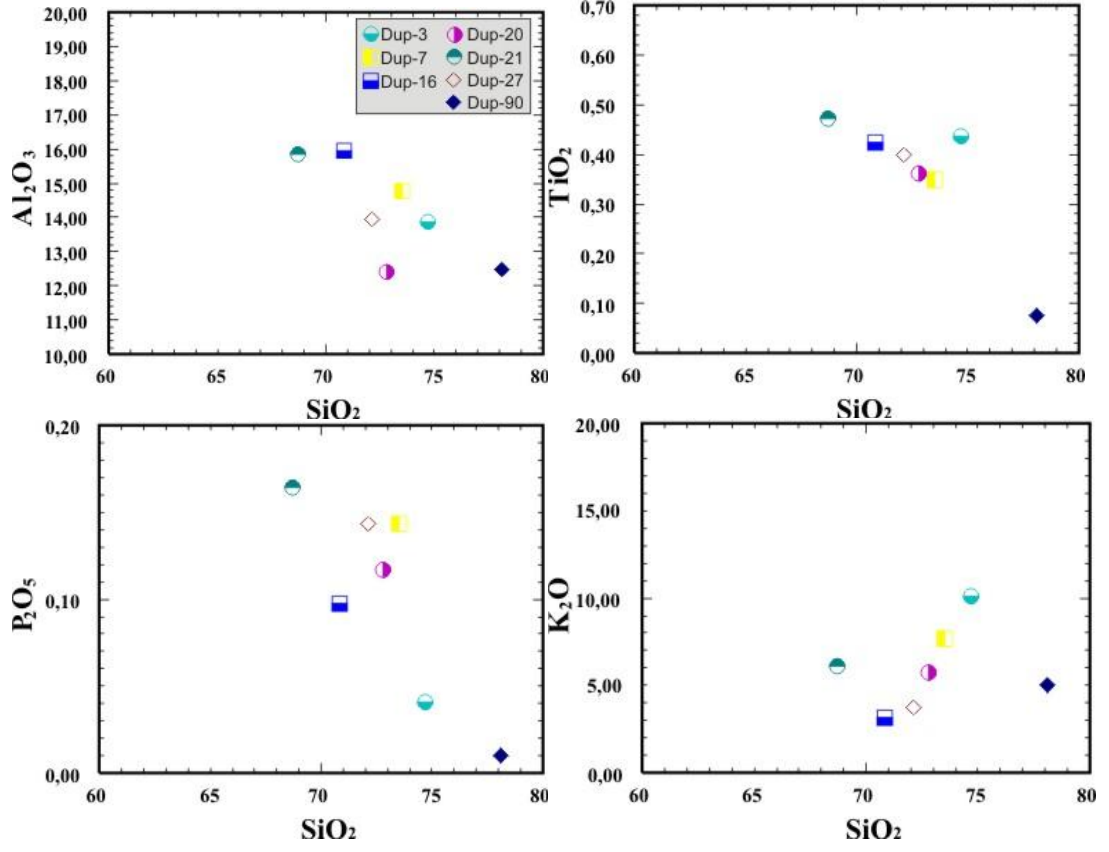
#### 4.3.2 Ana ve İz Elementler

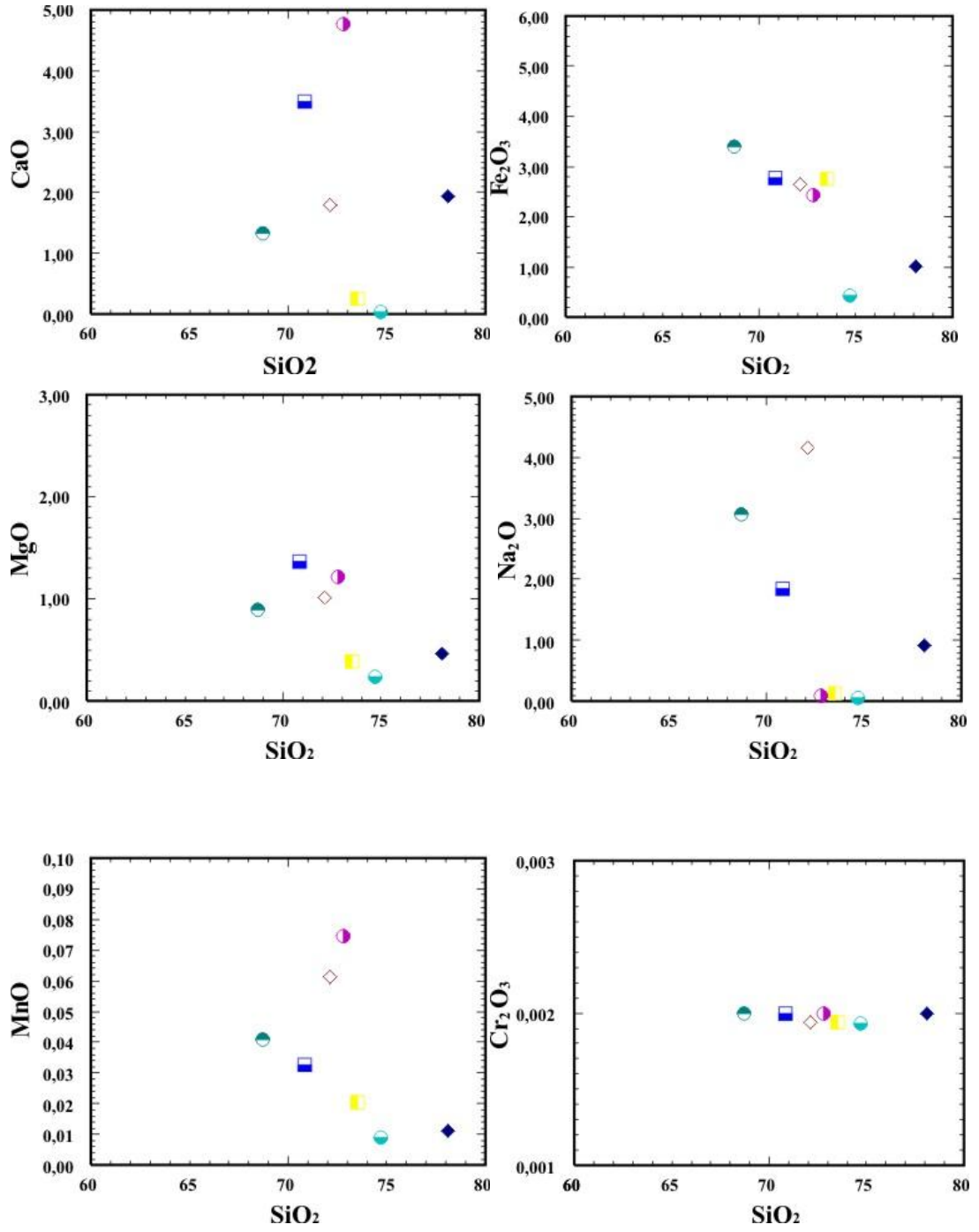
Çalışma alanına ait tüflerden alınan 7 adet örneğin, ana ve iz elementlerinin  $\text{SiO}_2$  ye karşı davranışlarını incelemek amacı ile Harker Diyagramları çizilmiştir (Şekil 4.33, Şekil 4.34).

Tüf örneklerinin  $\text{SiO}_2$  içeriği % 68.70-78.08 arasında değişmektedir. Örneklerin  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içeriği %12.40-15.94,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  içeriği %0.43-3.39,  $\text{MgO}$  içeriği %0.23-1.36,  $\text{CaO}$  içeriği %0.04-4.75,  $\text{Na}_2\text{O}$  içeriği %0.06-4.15,  $\text{K}_2\text{O}$  içeriği %3.19-10.12,  $\text{TiO}_2$  içeriği %0.07-0.47,  $\text{P}_2\text{O}_5$  içeriği %0.01-0.16,  $\text{MnO}$  içeriği % 0.01-0.07,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  içeriği %0.0019-0.002 arasında değişmektedir. Ana oksit ve iz element harker diyagramlarında,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ , Ba, Hf, Sr ve Zr artan  $\text{SiO}_2$  değeri ile düzenli şekilde azalarak negatif korelasyon göstermektedir.  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı Ba içeriğinin önce artıp, daha sonra azalma göstermesi riyoilit türü tüflerde sanidin oluşumunu göstermektedir (Rollinson, 1992).  $\text{Na}_2\text{O}$  değerlerinde ise nispeten yatay bir trend göze çarpmış olmasına rağmen negatif eğilimlidir.  $\text{K}_2\text{O}$ , Rb, Nb, Ta ve Th değerinde nispeten düzensiz olmasına rağmen pozitif korelasyon

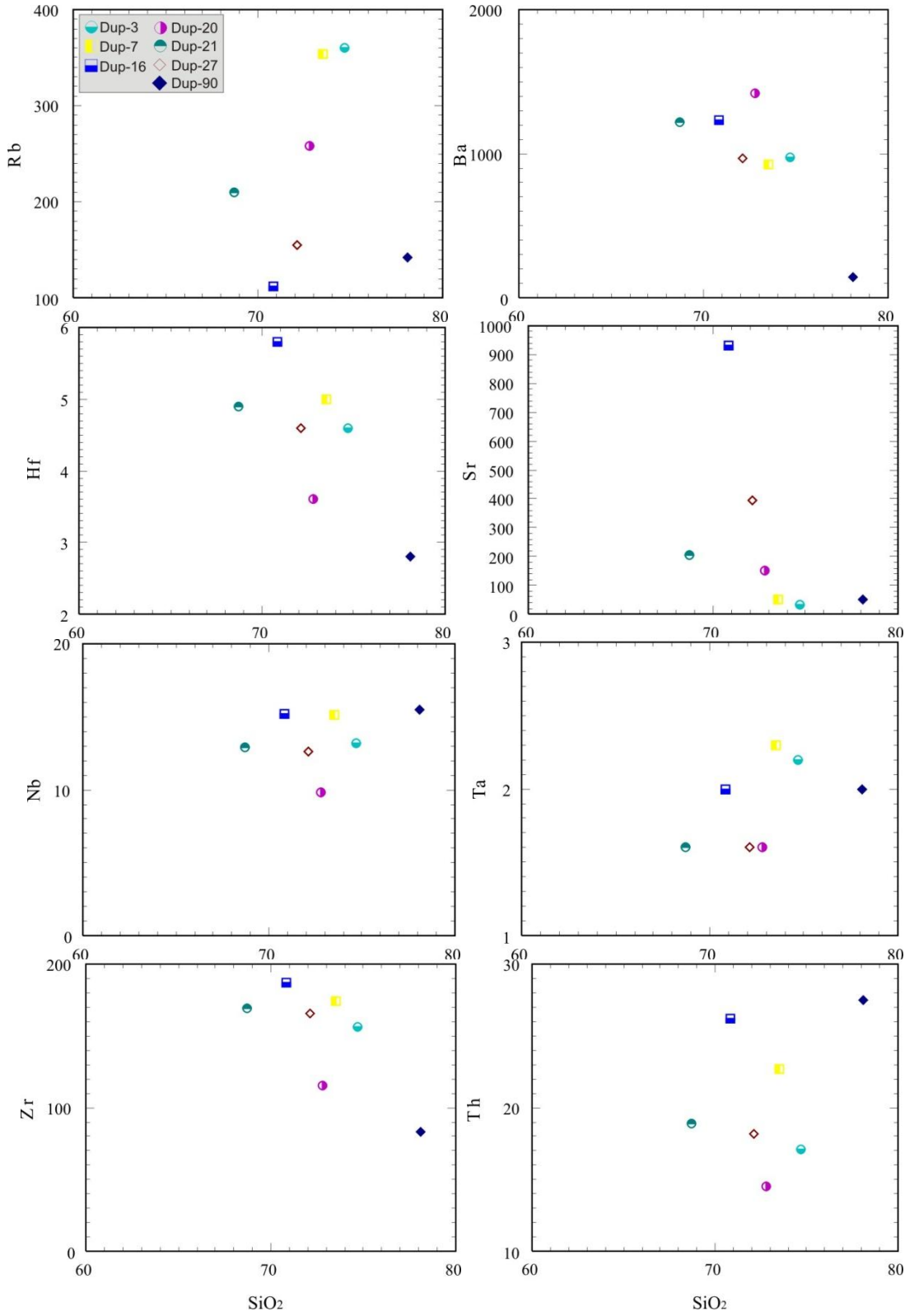


göstermektedir. Gözlenen düzensiz dağılım kısmen alterasyondan kaynaklanabilir. Ancak iz elementle birlikte kontaminasyon, magma karışımıyla da ilişkilendirilebilir.





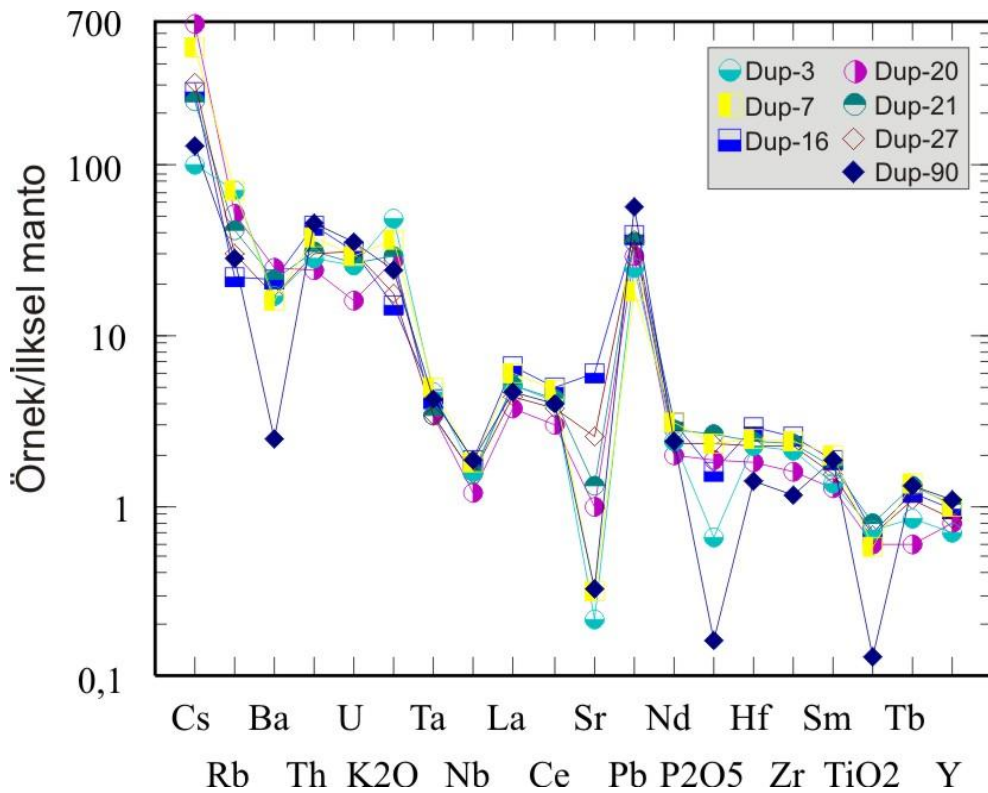
Şekil 4.33: Piroklastik kayaçların SiO<sub>2</sub>'ye karşı ana element değişim diyagramları



Şekil 4.34: Piroklastik kayaçların SiO<sub>2</sub>' ye karşı iz element değişim diyagramları

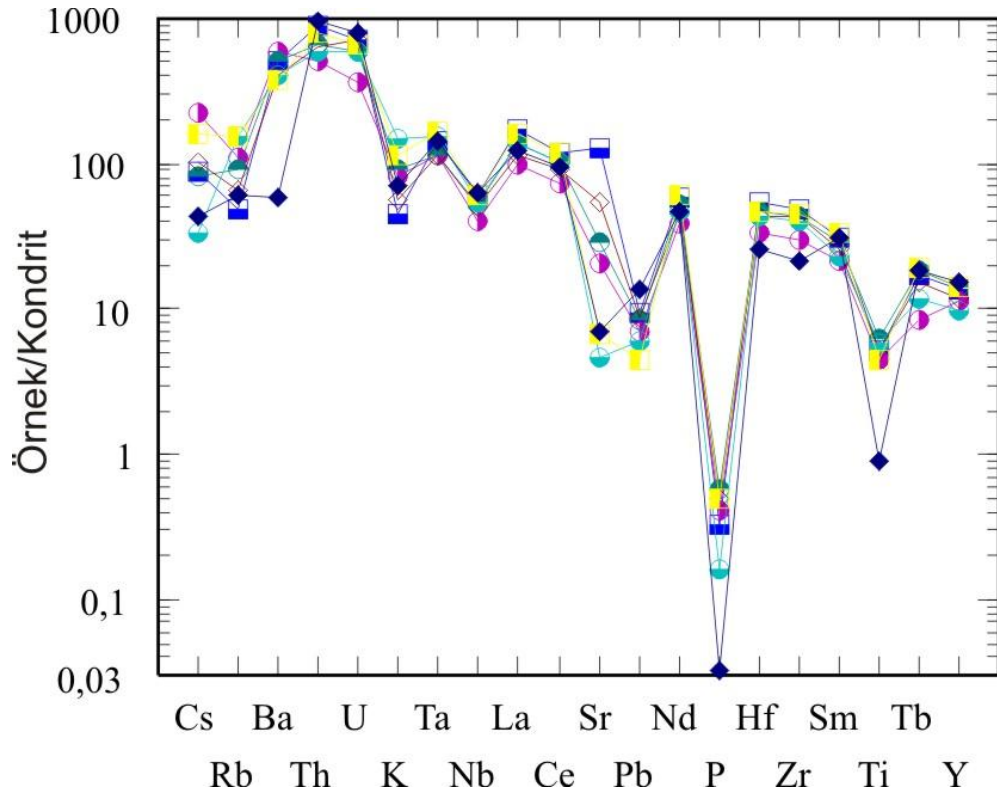
### 4.3.3 Tüflerin Uyumsuz Element Diyagramı

Kayaçların ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş iz element dağılımları çizilerek ana mağması belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 4.35, Şekil 4.36) İlksel Mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında, göze çarpan ana özellikler; belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerde (HFSE) (Nb, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ti<sub>2</sub>O) belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmelerdir. İlksel mantoya göre özellikle Dup-3 ve Dup-90 nolu numunelerde Sr, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve TiO<sub>2</sub> değerlerinde belirgin bir negatif anomali göstermiştir (Şekil 4.35). Negatif Nb ve Ti anomalileri ana magma gelişiminde yitim bileşeninin varlığına işaret etmektedir (Pearce, 1983). Ayrıca Sr da izlenen negatif anomali K-feldispatların veya plajioklasların fraksiyonlaşmasına işaret etmektedir.



Şekil 4.35: Çalışma alanındaki tüflerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).

Kondrite normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerden (HFSE), Pb, P, Ti da belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketimler dikkat çekmektedir (Şekil 4.36). Litofil element zenginleşmesi kıtasal kabuk kirlenmesinden kaynaklanabilmektedir (Rollinson, 1992). Ayrıca Sr da belirgin bir tüketilme göze çarpmaktadır. Bunun potasyumlu feldispat yada plajiyoklas fraksiyonlaşmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

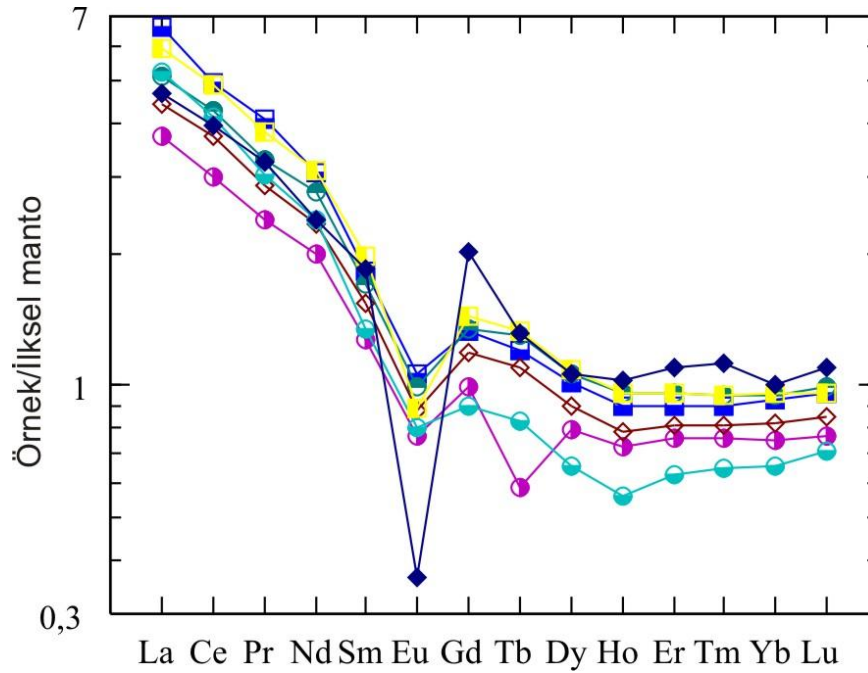


Şekil 4.36: Tüf örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş çoklu element dağılım örnekleri (Normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).

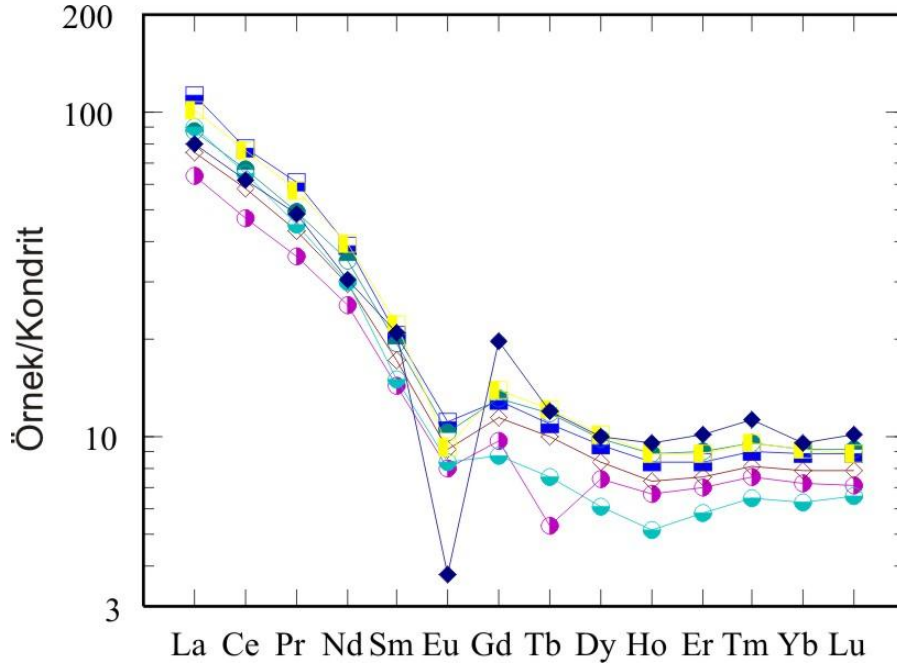
Kayaçların, büyük iyonlu litofil elementler (LILE) bakımından aşırı derecede zenginleşmesi (özellikle K, Rb ve Th) ve Nb, Ti bakımından fakirleşmesi iz element dağılımlarında gözlenen karakteristik özelliklerdir. Yüksek K ve Rb (LILE) içeriği tüflerde kabuk kirlenmesi, magma karışımının varlığına işaret etmektedir.

#### 4.3.4 Nadir Toprak Element

İncelenen tüflerin ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik göstermektedirler (Şekil 4.37, Şekil 4.38). Bu da incelenen tüf örneklerinin tümünün aynı kökenden türediklerini doğrulamaktadır. Dağılımlara dikkat edildiğinde; kayalarda hafif nadir toprak element zenginleşmesinin (HNTE) orta ve ağır nadir toprak element (ANTE) zenginleşmesine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeni kaynak magmaya üst kıta kabuğundan malzeme gelmesi olabilir. Kondrite ve ilksel mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramında gözlenen bir diğer unsur, orta nadir toprak elementlerde (ONTE) belirgin bir tüketilmenin varlığıdır. ANTE’lerde ise, ONTE’lere oranla bir miktar zenginleşme söz konusudur. Bunun sonucu olarak, yukarı doğru konveks, kaşık şekilli bir desen gözlenir. Böyle bir desenin genellikle amfibol ayrımlaşmasının sonucunda geliştiği bilinmektedir. Kayaçların tümünde negatif Eu anomalisi gözlenmektedir. Negatif Eu anomalisinin belirgin olması bu kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrımlaşmasının önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Gill, 1981).



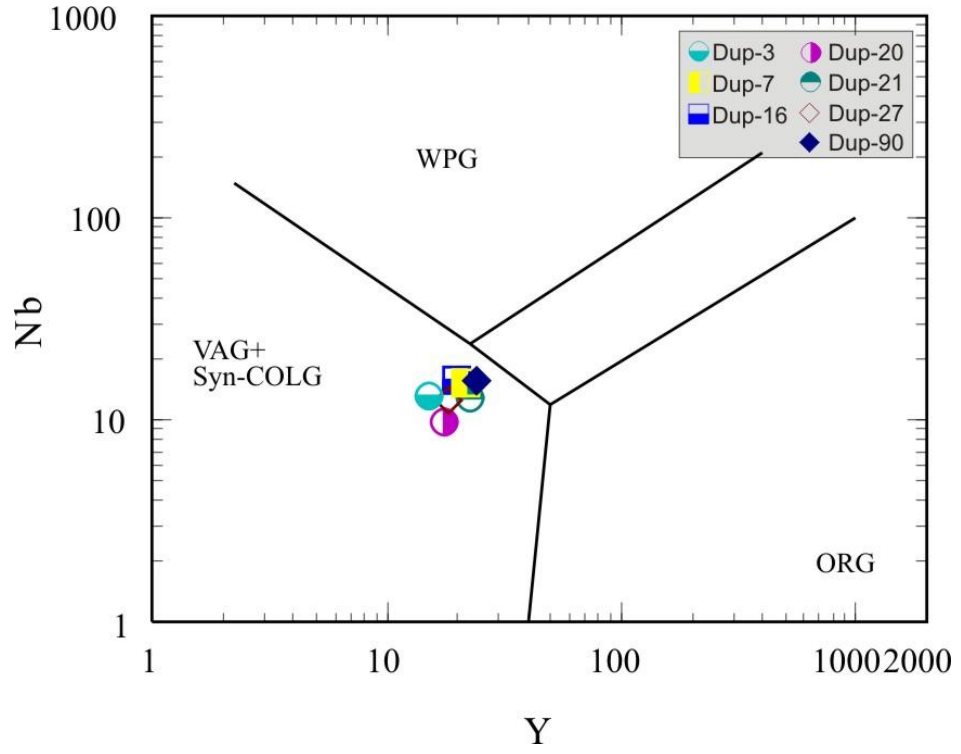
Şekil 4.37: Tüf örneklerinin ilksel mantoya göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).



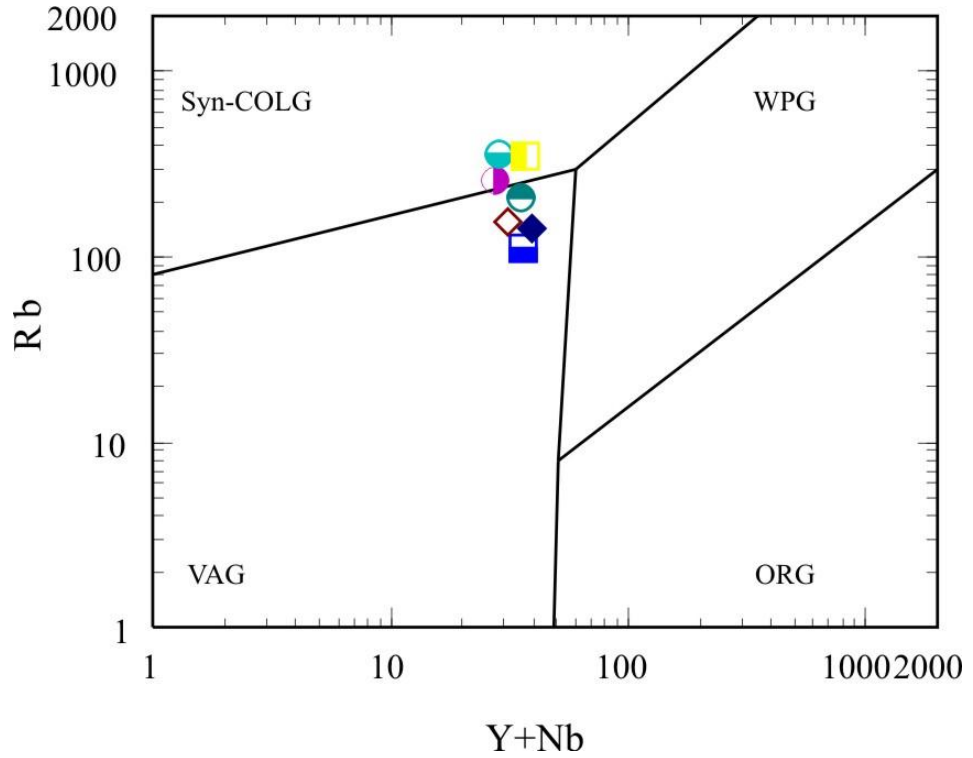
Şekil 4.38: Tüf örneklerinin Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım çizimleri (Normalleştirme değerleri Sun and McDonough, 1989'dan alınmıştır).

#### 4.3.5 Civanadağ Tüflerinin Tektonik Yorumu

İz elementler etkili bir şekilde farklı granitoid magmalarının tektonik ortamlarını yorumlamada kullanılmaktadır [(örneğin; volkanik-yay granitoidleri (VAG), çarpışma öncesi granitoidler (syn-COLG), levha içi granitoidler (WPG) ve okyanus ortası sırtı granitoidleri (ORG)]. Pearce vd. (1984) ve Pearce (1996) VAG, syn-COLG, WPG ve ORG arasındaki ayırımı yapan elementler için Rb-Y-Nb gibi iz elementleri kullanmışlardır. Pearce vd. (1984) ve Pearce (1996) tarafından granitik kayaçların tektonik ortamlarını ayırt etmek için önerilen Rb/(Y + Nb) ve Nb-Y diyagramlarında çalışma alanındaki tüf örnekleri syn-COLG (çarpışma öncesi granitoidler) ve VAG (volkanik yay granitleri) alanına düşmektedir (Şekil 4.39, Şekil 4.40). Çalışma alanındaki tüflerin REE karakteristikleri yay veya çarpışma ile ilişkili plütonik kayaçların tipik özelliklerini göstermektedir (Pearce vd., 1984). Gerçekten bu görüşü kuvvetlendiren örneklerin tümünde önemli bir LILE zenginleşmesi ile negatif Nb anomalisi bu düşüncüyü destekleyen jeokimyasal bulgulardır.



Şekil 4.39: Çalışma alanındaki tüflerin tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Nb - Y, diyagramı (Pearce vd., 1984).



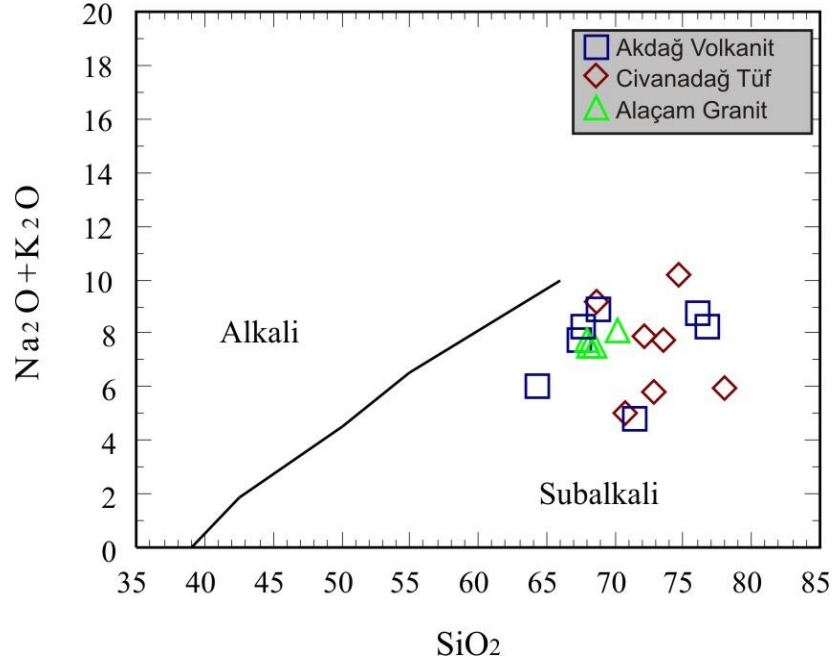
Şekil 4.40: Çalışma alanındaki tüflerin tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Rb - Y+Nb diyagramı (Pearce vd., 1984)



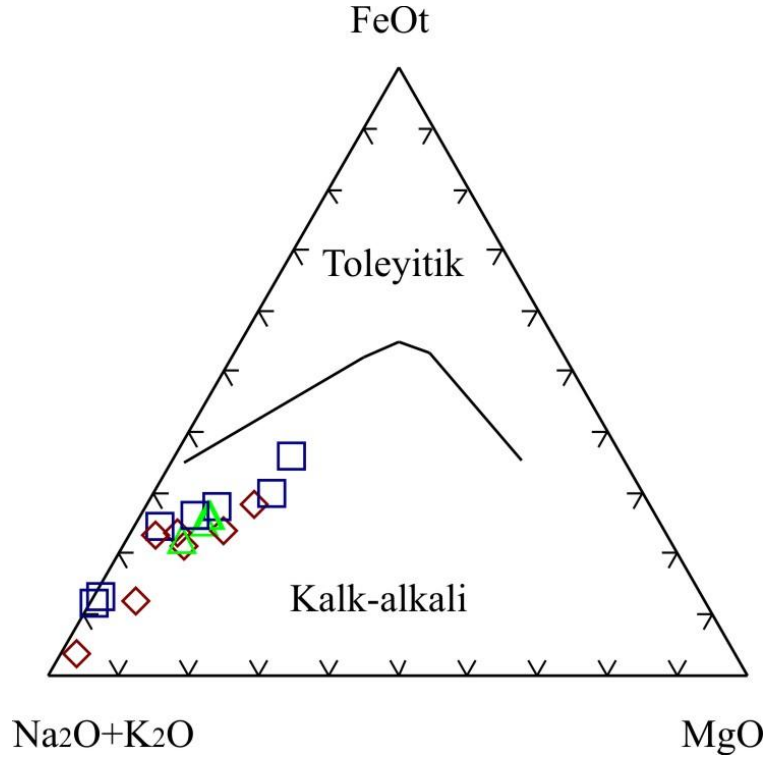
#### 4.4 Tartışma

Bölgedeki Akdağ volkanitleri, Alaçam granitleri ve Civanadağ tüflerinin jeokimyasal analiz sonuçları bu bölümde birlikte değerlendirilmiştir. Bu bölümde inceleme alanında yüzeyleyen volkanik kayaçların, granitlerin ve tüflerin ana oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak elementlerine (ppm) dayalı jeokimyasal özellikleri ve jeotektonik ortamları birlikte incelenmiştir. Ayrıca volkanik kayaçların kimyasal bileşimindeki değişiklikler ile magmatik olaylarla (fraksiyonel kristallenme, magma karışımı, asimilasyon vb.) arasındaki ilişkisi araştırılarak, oluşumlarının aynı kökendenmi geldiğine ait bilgiler elde edilmiştir. Değerlendirdiğimiz birimlerin jeokimyasal analiz sonuçları önceki bölümlerde verildiği için burada tekrardan verilmemiştir.

Örneklerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  diyagramındaki dağılımları (Irvine ve Baragar, 1971) subalkali alana düşmektedir (Şekil 4.41). AFM ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO(t)}$ ,  $\text{MgO}$ ) diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) kalkalkalin karaktere sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.42).

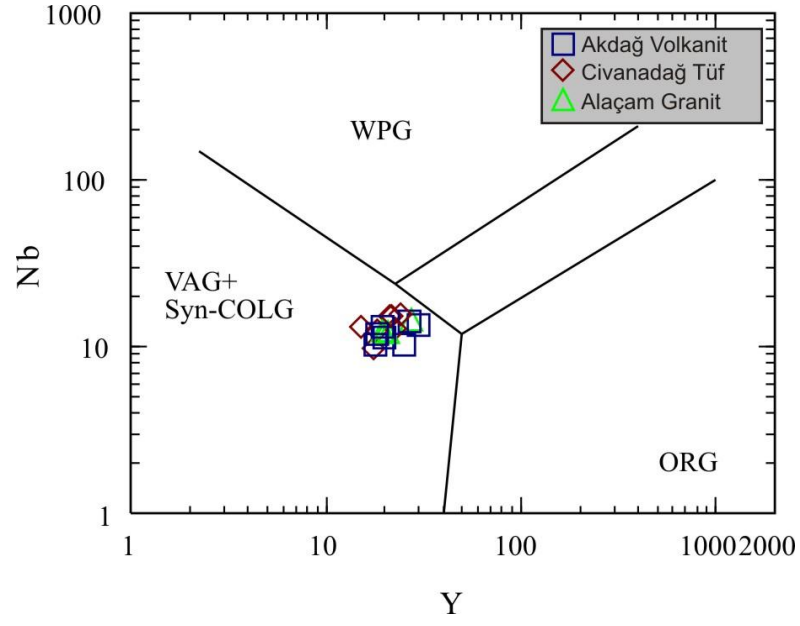


Şekil 4.41: Örneklerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  diyagramındaki alkali-yarıalkali eğrisindeki dağılımları (Irvine ve Baragar, 1971)

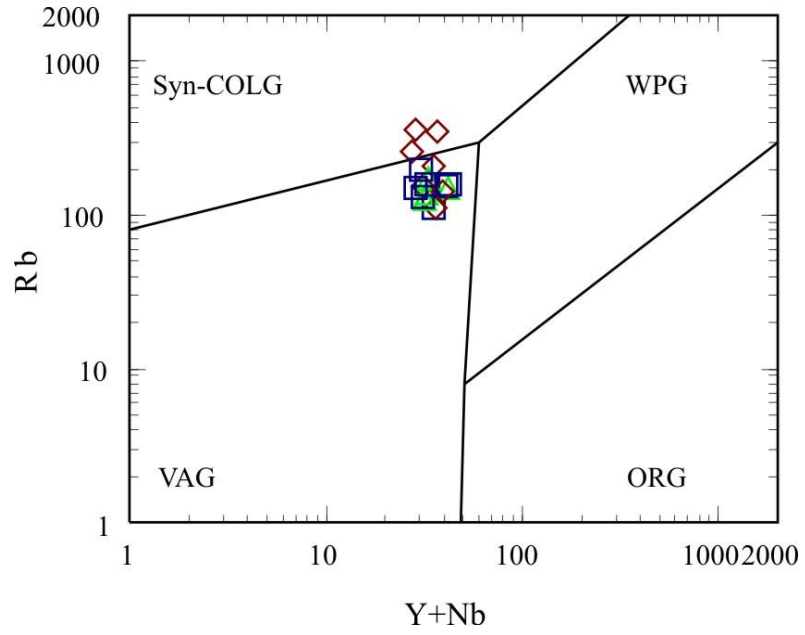


Şekil 4.42: Örneklerin AFM (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, FeO(t), MgO) diyagramı (Irvine ve Baragar,1971)

Pearce vd. (1984) ve Pearce (1996) tarafından tektonik ortamları ayırt etmek için önerilen Rb/(Y + Nb) ve Nb-Y diyagramlarında çalışma alanındaki volkanik örnekleri çarpışma sonrası granitoidler için karakteristik olan üçlü sınırın VAG (volkanik yay granitleri) alanına düşmektedir. (Şekil 4.43, Şekil 4.44).



Şekil 4.43: Çalışma alanındaki volkaniklerin tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Nb - Y, diyagramı (Pearce vd., 1984).



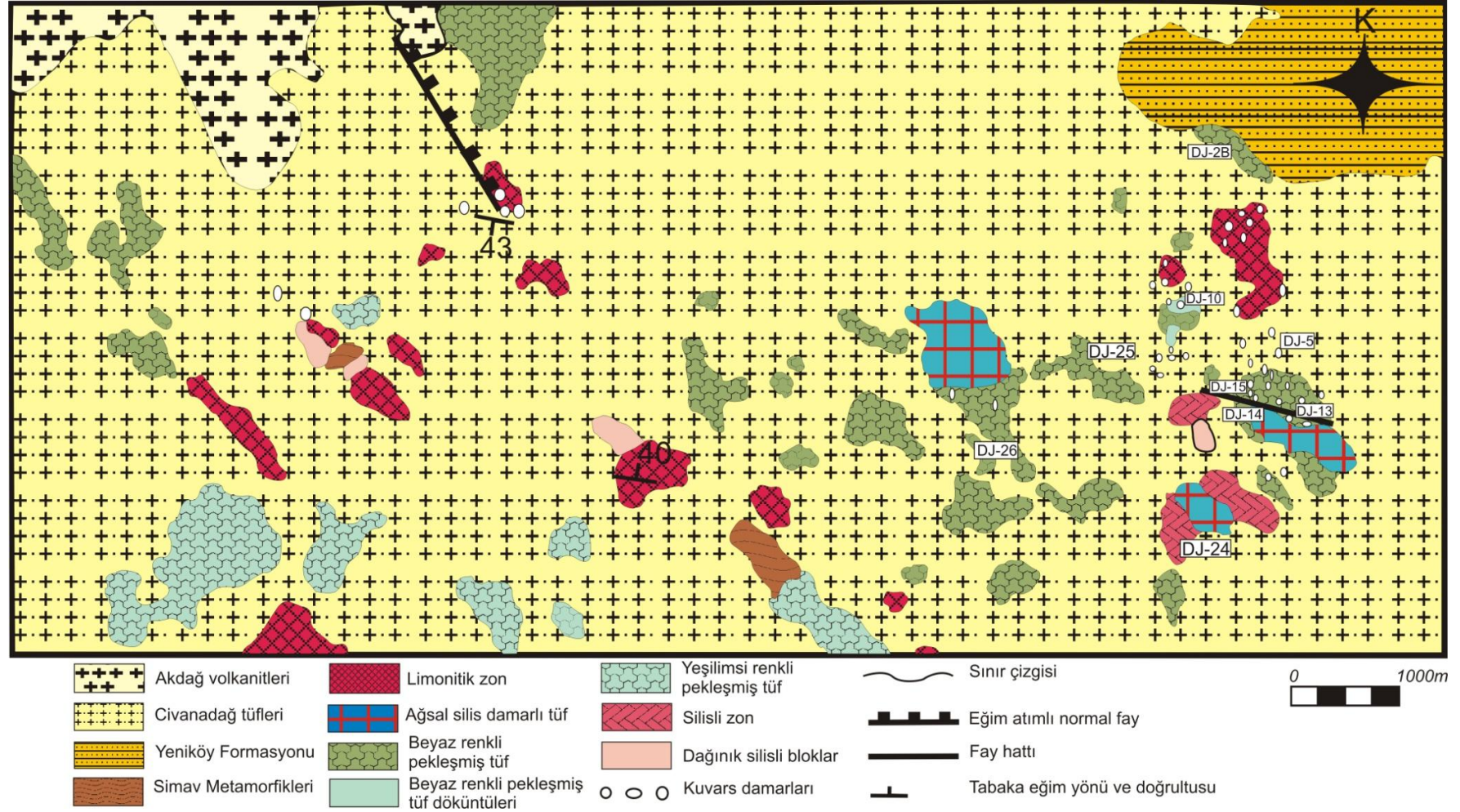
Şekil 4.44: Çalışma alanındaki volkaniklerin tektonik ortam ayrımı için iz element ayrım diyagramı; Rb - Y+Nb diyagramı (Pearce vd., 1984)

## **5. EKONOMİK JEOLJİ**

Çalışma alanında yapılan jeolojik çalışmalarda ekonomik öneme sahip olabilecek olan bölgenin çalışma alanın doğusu olduğu anlaşılmış ve 1/25000 ölçekli yarı detay harita yapılmıştır. Yapılan yarı detay jeoloji haritada, piroklastik kayalar ayırtlanmıştır. Ayrıca, silisli zonların dağılımları ve özellikleri, demirli alterasyona maruz kalmış olan zonların dağılımları ve özellikleri tespit edilmiştir. Gerek silisli zonlardan ve gerekse de demirli alterasyona maruz kalmış olan zonlardan 41 adet örnek alımı yapılmıştır (Şekil 5.1). Kimyasal analizler Kanada ACME Lab. tarafından, ICP-MS aleti ile yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 5.1 ve 5.2 'de verilmektedir.

### **5.1. Çalışma alanındaki cevherleşme ile ilgili veriler**

Cevherleşme ile ilgili veriler, Piroklastik kayaların Pomzaca zengin fasiyeste izlenir. Bunlar, aşağıda detaylı olarak verilmektedir.



Şekil 5.1: İncelenen alanın 1/25000 ölçekli yarı detay jeoloji haritası

Tablo 5.1: İnceleme alanından jeokimyasal analiz için alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçları

Örnek no	Analyte	Weight	Au	Mo	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	
	Unit	kg	ppb	ppm	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
	MDL	0,01	0,5	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	1	0,01	0,5	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	2	
	Numune tipi																			
DJ-1	Kaya	0,84	3	50,7	25,6	9	0,3	2,3	0,5	27	1,1	731,3	5,4	9,1	6	<0,1	8,2	0,3	3	
DJ-2A	Kaya	0,8	3,2	1,1	26,3	34	0,1	3,6	2,2	103	1,28	98,4	2,1	12,4	11	<0,1	3,1	0,6	11	
DJ-2B	Kaya	1,15	10,09	2,2	24	55	0,3	3,1	2,8	241	1,71	100,4	2,9	12	13	<0,1	2,1	0,8	11	
DJ-2C	Kaya	0,75	1,5	0,7	18,4	21	<0,1	2,9	2,4	168	0,92	60,7	2,4	10,8	11	<0,1	1,9	0,5	7	
DJ-3	Kaya	1,32	2,2	0,5	21,3	7	<0,1	1,7	0,4	34	0,86	170,8	2,2	16,4	4	<0,1	4,4	0,4	3	
DJ-4	Kaya	0,96	2,5	0,6	17,4	7	0,1	2,1	0,5	35	0,86	170,3	4,4	20,4	9	<0,1	5,1	0,4	2	
DJ-5	Kaya	0,84	14,8	1,6	7,8	5	<0,1	2,3	0,6	34	0,82	153,3	2,4	18,7	2	<0,1	5,1	0,3	<2	
DJ-6	Kaya	1,38	4,5	1,1	45,3	9	<0,1	3,7	1	38	1,58	321,3	1,7	23	37	<0,1	4,3	0,4	16	
DJ-7	Kaya	1,05	0,6	1	25,4	6	<0,1	2	1,2	52	1,12	645,9	2,3	11,2	34	<0,1	11,1	0,2	16	
DJ-8	Kaya	1,24	1,1	1	23,1	8	<0,1	1,4	1	48	1,09	720,3	2,1	13	31	<0,1	12,7	0,1	16	
DJ-9	Kaya	0,89	1,1	2,3	25	5	<0,1	1,4	0,4	33	1,36	1394	1,9	12,2	42	<0,1	23,2	0,1	12	
DJ-10	Kaya	1,33	12,1	1,4	18,7	26	0,5	1,8	0,6	56	0,68	182,9	2,8	8,3	7	0,2	6,4	0,3	3	
DJ-11	Kaya	0,61	0,9	0,6	24,1	2	<0,1	1	0,2	20	0,54	169,3	1,5	15	6	<0,1	7,8	0,3	<2	
DJ-12	Kaya	0,75	4,1	0,7	23,7	3	0,6	1,1	0,3	36	1,25	532,1	0,6	9,5	16	<0,1	10,1	0,9	12	
DJ-13	Kaya	0,85	27,6	1	25,6	3	0,6	0,9	0,3	23	2,05	744	1,2	12,4	27	<0,1	11,1	0,1	16	
DJ-14	Kaya	0,8	78,9	2	22,6	4	1,4	1	0,2	23	1,39	472,1	1,1	11,7	14	<0,1	16,5	0,3	6	
DJ-15	Kaya	0,98	30	1	18,6	8	2	1,1	0,4	31	1,9	735	1,5	9,1	16	<0,1	17,3	0,1	7	
DJ-16	Kaya	0,46	10	0,7	17,8	4	0,1	1,2	0,4	33	1,34	526,5	1	12,8	16	<0,1	13,3	<0,1	9	
DJ-17	Kaya	1,06	1,2	3,1	43,5	8	<0,1	2,2	0,6	74	2,3	105,8	3	17,7	17	<0,1	16,2	<0,1	6	
DJ-18	Kaya	0,58	1,3	1,9	35,7	5	<0,1	1,3	0,3	76	1,3	51,2	2,4	4,8	20	<0,1	12,9	0,1	3	
DJ-19	Kaya	0,91	1,4	1,1	26,7	<1	<0,1	1,1	0,3	23	1,26	720,1	1	11,9	9	<0,1	11	1,7	12	
DJ-20	Kaya	1,74	<0,5	2,1	9,8	1	<0,1	1,5	0,3	33	0,69	233,5	0,6	4,1	6	<0,1	10,9	1,5	5	
DJ-21	Kaya	0,81	<0,5	2,3	33,5	2	0,1	0,9	0,3	25	1,85	976	1,1	11,1	18	<0,1	17,8	2	15	
DJ-22	Kaya	0,6	0,8	2,5	24	5	<0,1	1,9	0,6	96	1,78	919,3	0,7	8,1	30	<0,1	11,4	1,1	14	
DJ-23	Kaya	0,74	1	1,1	19,4	2	<0,1	0,9	0,2	23	0,98	216,6	1	13,4	18	<0,1	4,1	0,3	16	
DJ-24	Kaya	0,8	83,3	1,7	22,4	12	2,8	8,7	1,9	87	3,42	841,9	2	10,4	18	<0,1	16,3	0,2	27	
DJ-25	Kaya	0,92	24,2	9,1	55,9	21	0,4	5,2	1,3	38	2,96	950,5	1,9	13,6	62	<0,1	16,9	0,2	18	

Tablo 5.1:  
in devamı

DJ-26	Kaya	0,84	13	7,2	18,9	23	0,5	1,2	1,4	52	2,08	353,2	3,8	10,4	20	0,1	4,6	<0.1	16
DJ-27	Kaya	0,92	7,8	0,6	36,6	77	<0.1	11,2	6	534	4,58	41,4	2,5	12,3	37	<0.1	0,4	<0.1	49
DJ-28	Kaya	0,42	8	0,6	48,3	66	0,2	232,9	25,4	1131	3,76	57,4	0,5	5	30	1	5	0,3	64
DJ-29	Kaya	0,64	<0.5	0,2	0,4	17	<0.1	1,49	56,9	776	2,93	97,2	0,6	0,1	177	<0.1	6	<0.1	12
DJ-30	Kaya	1,14	3,2	0,7	2,4	6	0,1	36,8	2,4	215	0,31	28,7	0,2	0,4	222	0,4	2,5	<0.1	8
DJ-31	Kaya	0,8	24,5	0,5	4,2	6	0,7	10,4	0,9	56	0,58	88,2	0,4	2,6	7	<0.1	3,6	<0.1	3
DJ-35	Kaya	0,85	0,9	2,2	20,3	2	<0.1	1,7	0,3	15	0,82	88,6	1,7	2,6	39	<0.1	11	0,2	7
DJ-36	Kaya	0,93	0,7	3,1	10,8	3	0,5	2,6	0,7	45	0,62	96,7	0,9	0,6	5	<0.1	17,3	0,2	2
DJ-37	Kaya	0,81	<0.5	1	8,1	3	<0.1	1,8	0,4	38	0,8	166,3	1	0,8	15	<0.1	15,5	0,2	4
DJ-38	Kaya	0,61	<0.5	1,9	45,1	3	0,1	1,7	0,5	17	1,41	187,2	2,7	4,7	39	<0.1	17,3	0,5	13
DJ-39	Kaya	1,11	5,2	2,2	10,2	3	0,3	2,1	0,5	34	0,84	106,8	1,4	3	12	<0.1	13,1	0,2	4

Tablo 5.2: İnceleme alanından jeokimyasal analiz için alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçları

Analyte	Ca	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Hg	Tl	S	Sc	Se	Ga	
Unit	%	%	ppm	ppm	%	ppm	%	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	
MDL	0,01	0,001	1	1	0,01	1	0,001	20	0,01	0,001	0,01	0,1	0,01	0,1	0,05	0,1	0,5	1	
Numune tipi																			
DJ-1	Kaya	0,04	0,041	17	6	0,04	45	0,001	<20	0,41	0,005	0,27	0,2	0,06	1	0,23	0,5	<0,5	2
DJ-2A	Kaya	0,1	0,107	25	7	0,13	284	0,002	<20	0,73	0,005	0,35	<0,1	<0,01	0,4	<0,05	1,3	<0,5	3
DJ-2B	Kaya	0,09	0,052	26	5	0,07	265	0,002	<20	0,56	0,004	0,29	<0,1	<0,01	0,2	<0,05	1,1	<0,5	3
DJ-2C	Kaya	0,1	0,038	24	4	0,04	181	<0,001	<20	0,44	0,004	0,26	<0,1	<0,001	0,2	<0,05	0,9	<0,5	2
DJ-3	Kaya	0,02	0,031	33	5	0,01	49	0,002	<20	0,27	0,006	0,16	<0,1	0,02	0,2	<0,05	0,4	<0,5	1
DJ-4	Kaya	0,04	0,085	36	6	0,01	84	0,002	<20	0,38	0,004	0,17	<0,1	0,02	0,2	<0,05	0,4	<0,5	<1
DJ-5	Kaya	0,01	0,012	32	5	<0,01	22	0,002	<20	0,33	0,006	0,13	<0,1	0,04	0,1	<0,05	0,4	<0,5	1
DJ-6	Kaya	0,05	0,19	51	9	0,12	234	<0,01	<20	1,42	0,004	0,36	<0,1	0,01	1,2	0,05	2,2	<0,5	5
DJ-7	Kaya	0,26	0,036	28	8	0,05	245	0,003	<20	0,32	0,009	0,28	<0,1	<0,01	1,8	0,19	1,9	<0,5	3
DJ-8	Kaya	0,08	0,045	32	5	0,02	140	0,004	<20	0,34	0,006	0,32	<0,1	0,02	1,5	0,2	1,6	<0,5	2
DJ-9	Kaya	0,04	0,29	27	6	0,02	179	0,002	<20	0,26	0,007	0,32	<0,1	0,01	1,3	0,25	1,1	<0,5	3
DJ-10	Kaya	0,04	0,061	17	6	0,01	81	0,002	<20	0,34	0,003	0,17	<0,1	0,06	0,2	<0,05	0,7	<0,5	<1
DJ-11	Kaya	0,02	0,012	33	4	<0,01	89	0,001	<20	0,28	0,004	0,13	<0,1	<0,01	0,3	<0,05	0,5	<0,5	1
DJ-12	Kaya	0,02	0,01	28	15	0,01	136	0,003	<20	0,26	0,003	0,25	<0,1	<0,01	0,4	0,08	1,3	<0,5	2
DJ-13	Kaya	0,02	0,022	29	6	0,01	153	0,002	<20	0,26	0,003	0,44	<0,1	<0,001	1,5	0,42	1,5	<0,5	3
DJ-14	Kaya	0,03	0,027	23	6	0,01	168	0,001	<20	0,28	0,003	0,24	0,1	0,22	0,3	0,11	0,9	<0,5	1
DJ-15	Kaya	0,03	0,093	22	6	0,01	223	0,002	<20	0,36	0,003	0,21	<0,1	0,05	0,3	0,06	1	<0,5	2
DJ-16	Kaya	0,03	0,024	28	7	0,01	258	0,003	<20	0,27	0,06	0,38	<0,1	<0,01	0,7	0,23	1,1	<0,5	3
DJ-17	Kaya	0,01	0,043	17	7	<0,01	34	0,005	<20	0,86	0,002	0,13	0,2	0,02	<0,1	0,19	2,3	<0,5	2
DJ-18	Kaya	0,01	0,02	5	4	<0,01	24	0,02	<20	0,93	0,01	0,33	0,5	0,02	<0,1	0,59	1	<0,5	2
DJ-19	Kaya	0,06	0,029	25	9	0,03	97	0,001	<20	0,3	0,007	0,33	<0,1	0,41	1,3	0,23	1,2	<0,5	3
DJ-20	Kaya	0,02	0,015	10	14	0,01	54	0,001	<20	0,17	0,001	0,18	<0,1	0,07	0,8	0,1	0,6	<0,5	1
DJ-21	Kaya	0,08	0,062	25	12	0,04	171	0,002	<20	0,31	0,006	0,49	<0,1	0,18	2,5	0,53	1,5	<0,5	3
DJ-22	Kaya	0,32	0,159	21	14	0,05	164	0,002	<20	0,32	0,024	0,45	0,1	0,02	1	0,53	2,1	<0,5	3
DJ-23	Kaya	0,06	0,044	33	18	0,04	111	0,002	<20	0,42	0,004	0,36	<0,1	0,01	0,9	0,2	1,7	<0,5	3
DJ-24	Kaya	0,03	0,027	23	16	0,07	107	0,018	<20	0,99	0,004	0,21	<0,1	0,004	0,8	0,11	1,5	0,6	5
DJ-25	Kaya	0,11	0,019	31	9	0,09	223	0,001	<20	0,99	0,002	0,43	<0,1	0,02	1,1	0,28	1,5	<0,5	3



Tablo 5.2  
nin devamı

DJ-26	Kaya	0,13	0,108	24	5	0,03	57	0,003	<20	0,52	0,006	0,34	<0,1	0,01	0,9	0,26	1,1	<0,5	3
DJ-27	Kaya	0,28	0,022	25	8	0,42	158	0,003	<20	2,67	0,013	0,34	<0,1	<0,01	0,4	<0,05	3,9	0,7	9
DJ-28	Kaya	3,59	0,041	22	160	0,43	112	0,019	<20	2,97	0,007	0,4	0,2	0,04	0,4	<0,05	6,4	0,5	8
DJ-29	Kaya	11,94	0,04	<1	401	6,94	23	0,002	<20	0,11	0,006	0,01	1,3	0,02	<0,1	<0,05	2	<0,5	<1
DJ-30	Kaya	27,12	0,029	4	21	0,11	12	0,003	<20	0,24	0,003	0,04	0,2	0,01	<0,1	<0,05	1	<0,5	<1
DJ-31	Kaya	0,13	0,025	5	12	0,06	42	0,01	<20	0,17	0,003	0,11	<0,1	0,01	0,1	<0,05	0,5	<0,5	<1
DJ-35	Kaya	0,12	0,01	8	8	<0,01	24	0,003	<20	0,86	0,004	0,32	<0,1	0,06	<0,1	0,54	0,9	<0,5	2
DJ-36	Kaya	0,02	0,007	1	21	<0,01	23	0,001	<20	0,08	<0,001	0,02	<0,1	0,05	0,3	<0,05	0,3	<0,5	<1
DJ-37	Kaya	0,02	0,004	3	19	<0,01	59	0,001	<20	0,09	0,001	0,04	<0,1	0,14	<0,1	<0,05	0,3	<0,5	<1
DJ-38	Kaya	<0,01	<0,013	15	11	<0,01	33	0,004	<20	1,16	0,003	0,38	<0,1	0,08	<0,1	0,62	1,6	<0,5	3
DJ-39	Kaya	<0,01	0,005	7	28	<0,01	31	0,002	<20	0,35	0,004	0,12	<0,1	0,05	<0,1	0,2	0,4	<0,5	1

### 5.1.1. Demir oksitli zonlar

Demiroksitli zonlar çoğunlukla beyaz renkli pomzaca zengin fasiyeste yer alır. Sahanın kuzeydoğu ve güneydoğu kesiminde daha yoğun olarak izlenmişlerdir. Yol yarmalarında daha belirgin olarak gözlenirler (Şekil 5.2). Bu zonların aralarında yer yer ince silisli damar da yer aldıkları belirlenmiştir. Pekleşmiş tüfler içinde de ince ağsı silis damarları ile beraber yer alan ince demir oksitli zonlar da sahada belirlenmiş ve haritalanmıştır (Şekil 5.1, 5.3, 5.4 ve 5.5).



Şekil 5.2: Piroklastik kayalara ait Pomzaca zengin fasiyeste yer alan demir oksitli alterasyon ve ince silisli damarlar (Reşadiye köyü güneyi 250m ilerideki dağa giden yol kenarı, Yazlıkçayır alanının 100m GD'su).



Şekil 5.3: Breşik ve demir oksit alterasyonlu silisfiye zon (Kırkoluk alanı güneyi, Çamlık köyü KD'su, Develi tepenin 250 m GD'su ).



Şekil 5.4: Düşük ısıli silisli (opal) zon ve hafif pembe renkli demir oksitli alterasyon (Reşadiye köyü güneyi 250m ilerideki dağa giden yol kenarı, Yazlıkçayıralanının 100m GD'su).



Şekil 5.5: Kaynaklaşmış tüflerde demir oksitli alterasyon (Gökçepınar köyü GD'su, Kayabaşı Tepenin 250m batısı)

### 5.1.2. Silisli Zonlar

Düşük ısı silislerin oluşturduğu zonlardır. Pomzaca zengin tüflerin silisleşmesi ile oluşmuşlardır. Aralarında yer yer yatay konumlu bantlı opal oluşumları da yer alır. İncelenen alanın güneydoğu kesiminde birbirine yakın olarak üç farklı lokasyonda görülmüşlerdir. Belirtilen üç zonun tek bir zon olma olasılığı vardır (Şekil 5.6 ve Şekil 5.7)



Şekil 5.6: Silisli zonlarda görülen bantlı opal oluşumları (Civana Tepenin 750m KD'su).



Şekil 5.7: Silisli zonlarda yer yer hafif demiroksitli alterasyon da gözlenir (Reşadiye köyü güneyi Tahtacıoğlu Alanı, Konakalanıbaşı Tepenin 500m GD'su)

### 5.1.3 Kuvars Damarları

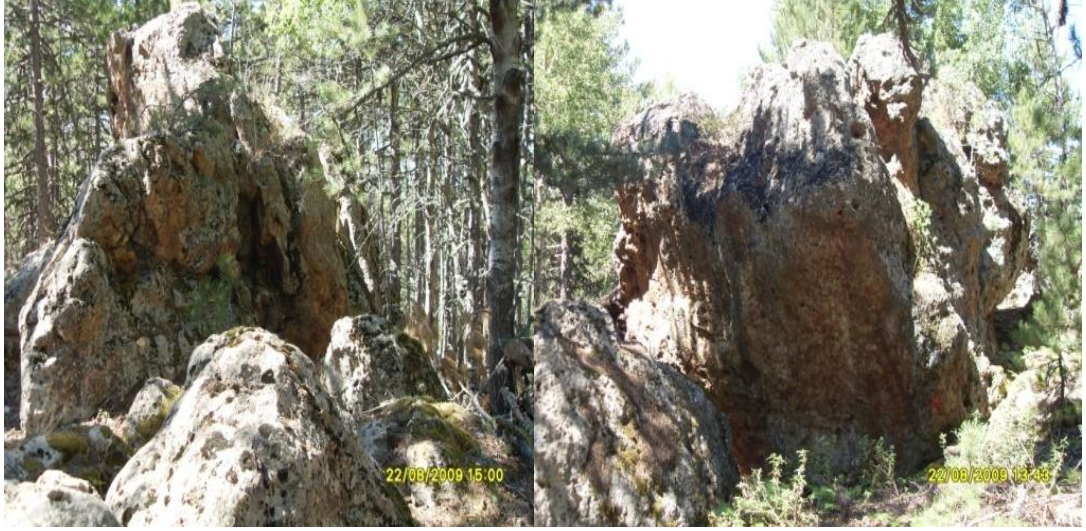
Sahanın orta kesiminde ve yine piroklastik kayalar içinde pomzaca zengin seviyelerde yer alırlar. Kalınlıkları ve uzanımları değişkendir. 5-10 cm kalınlığında damarlar olduğu gibi, 1-2m kalınlığında ve devamlılıkları 4-5 m olan damarlarda yer alır. Büyük ölçekli harita yapılmadığından konumları tam olarak belirlenememiştir. Sahanın doğusunda KB-GD doğrultulu fay zonundan kopan iri bloklar da yağın olarak yer almaktadır.



şekil 5.8: Sahanın doğusunda KB-GD doğrultulu fay zonundan kopan iri bloklar (Reşadiye köyü güneyi, Dokuzolukpınarı üç yol kavşağının 100m batısı).

#### 5.1.4. Silisli Breşik Zonlar

Bu zonlar devamlılıkları olan ve kalınlıkları oldukça fazla olan zonlardır. Aşınmaları zor olduklarından arazide önemli morfolojik farklılıklar oluşturlar.



Şekil 5.9: Sahanın bir çok kesiminde görülen breşik silis zonlara ait mostralar (Reşadiye köyü güneyi, Konak alanının 100m ve 250m doğusu)

#### 5.2. Çalışma alanındaki cevherleşme ile ilgili jeokimyasal Çalışmalar

Jeokimyasal incelemelerde kuvars damarları ve breşik silisli zonlar olmak üzere 41 adet örnek alınmıştır. Örneklerin Au değeri çok düşüktür. Sadece 9 adet örnek 13 ppb ile 96 ppb arasında değer vermiştir (Tablo 5.3). Au yanında Pb, Zn, Mo değerleri ise çok düşüktür. Sadece As değeri 41 ile 950 ppm arasında değişen değerler ile diğerlerine göre yüksektir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre, düşük altın değeri vermesine karşın bu bölgede epitermal cevherleşme açısından en uygun yer sahanın kuzeydoğusu, doğusu ve güneydoğusudur. Bu sahanın kuzey batısında ( Yassıviran güneyi) yabancı firmalar tarafından 800 adet jeokimyasal toprak örneği alımı yapılmıştır.

Tablo 5.3: Jeokimyasal örneklerden diğerlerine göre nisbeten yüksek değer veren örneklerin koordinatları, lokasyonları, damar kalınlıkları ve Au (ppb) değerleri

Numune no	Doğu	Kuzey	Lokasyon	Kalınlık (m)	Örneğin türü	Au ppb
DJ-2B	61743	61887	Reşadiye Köyü Mezarlığı 75m KD	2,5	Kırıntılı kaya	13
DJ-5	62410	62925	Dokuzoluk pınarı 3 yol kavşağı Doğusu	1,1	Kırıntılı kaya	18
DJ-10	61665	63684	Konak alanı Doğusu	9	Kırıntılı kaya	15
DJ-13	62542	62649	Dokuzoluk pınarı 3 yol kavşağı Batısı	2,5	Kırıntılı kaya	30
DJ-14	62466	62702	Dokuzoluk pınarı 3 yol kavşağı Batısı	2	Kırıntılı kaya	85
DJ-15	62387	62649	Dokuzoluk pınarı 3 yol kavşağı Batısı	2	Kırıntılı kaya	35
DJ-24	61743	61356	Civanatepe güneyi yol üstü		Oluk Toprak Örneği	96
DJ-25	60786	62961	Alıçlı çukur Batısı Kırkoluk yolu üzeri		Oluk Toprak Örneği	24
DJ-26	59690	62216	Yassıören köyü orman yolu üzeri	6	Kırıntılı kaya	13

Reşadiye Köyü güney batısındaki kesimlerinde silisli zonların, dağınık silis bloklarının ve kalın silisli breşik zonların en yoğun olduğu alandır. Ağsal silisli ve FeO alterasyonlu zonlar pekleşmiş olan tüflerde de gelişmiştir. Ancak genel anlamda FeO'li alterasyon yoğun değildir. Sahadaki damarların N60-80B doğrultulu olup, kalınlıkları 50 cm ile 10 metre arasında değişmektedir.

Çalışma alanının diğer kesimlerinde cevherleşme açısından her hangi bir saha verisi elde edilememiştir. Çanakçı güneyinde granit yer almakta ve bu saha Pb cevherleşmesi için ümitli bir saha görünümünde olmasına karşı saha çalışmaların da herhangi veri elde edilememiştir.



## 6. YAPISAL JEOLJİ

Çalışma alanı Ketin (1966)' in "Anadolu Tektonik Birlikleri" sınıflamasında ve Şengör (1980) tarafından yapılan sınıflamada Anatolitler içerisinde yer almaktadır. Yani inceleme alanı Ege tansiyon tektoniği etkisi altında kalmıştır.

Ege bölgesi Üst Eosenden zamanımıza değin yaş aralığı gösteren geniş yayımlı volkanizma ile belirgindir. Bu volkanizma bazı zonlarında alkali nitelikte lavlar saptanmasına karşın büyük bir çoğunlukla kalkalkalin niteliktedir. Ege bölgesinde ilk kalkalkalin volkanizma kuzey Egede gerilme tektoniğinin etkisinde Üst Eosende başlamıştır (Paraskeuopoulos, 1958).

Batı Anadolu'da, Miyosenden itibaren oluşmaya başlamış gerilme tektoniğinin daha önce kalınlaşmış ve kısmen ergimiş kıta kabuğunu etkilediği ve kalkalkalin kıta kabuğu ile alkalın nitelikli manto kökenli bir magmanın karışmasına yol açtığına ilişkin görüşlerde öne sürülmüştür (Yılmaz ve Şengör, 1982).

Türkiye'deki Neotektonik dönem, Arap Levhasının Bitlis Kenet Kuşağı boyunca, Anadolu Kıtasına çarpışmasıyla başlamıştır. Arap-Anadolu kıtalarının çarpışması ve Anadolu Kıtasının batıya doğru hareketi, Batı Anadolu'da D-B yönlü bir sıkışma rejimini ortaya çıkarmıştır. Bu sıkışma rejimini, Miyosen sonunda K-G yönlü çekme (gerilme) fazı izlemiştir. Gerilme fazıyla birlikte Batı Anadolu'da grabenleşme başlamıştır. Pliyosen ve Kuvaterner dönemi boyunca Batı Anadolu'da (Şengör ve Yılmaz, 1983) grabenleşme devam etmiştir.

Böylece Batı Anadolu'nun güncel morfolojisi, birçoğu asimetrik konumlu, yaklaşık D-B, KB-GD ve KD-GB uzanımlı graben yapıları tarafından biçimlendirilmiştir.

Koçyiğit'e (1984) göre ise; GB Türkiye'de yeni tektonik dönem, yerel olarak Orta Oligosen sonunda, bölgesel olarak Geç Miyosen-Erken Pliyosen'de başlamış olup, bu zaman aralığı Ege-Anadolu Levhası'nın da oluşumunun başlangıcıdır. Güneybatı Türkiye'de yalnızca K-B yönelimli tek bir genişleme olmayıp, büyük boyutlu horst-graben sistemleri, onları sınırlayan faylar ve deprem odakları dağılımıyla kanıtladığı

gibi, başlıca KB-GD, KD-GB, K-G ve D-B yönelimli dört ayrı genişleme yönü vardır.

Ege bölgesi Yılmaz (2000)'a göre günümüzde aktif bir K-G gerilme deformasyonunun etkisindedir. Batı Anadolu günümüzde başlıca iki etkin hareketin denetiminde tektonik gelişim göstermektedir. Bunlardan birisi, Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayının sınırladığı levhacığın, Karlıova birleşme noktasından başlayarak ortalama 20 mm/yıl batı yönünde ilerlemesidir. Batıya doğru bu kaçış, Batı Anadolu'da oldukça keskin bir dönüşle, bir yay gibi GB'a yönelmekte ve Yunan hendeği üzerine ilerlemektedir. Bu olay Batı Anadolu'da yerkabuğunun üst yüzeyinde K-G doğrultulu bir genişlemeyi doğurmaktadır. Buna bağlı olarak bölge 3–6 cm/yıl gerilmektedir. Bunun sonucunda, bölgenin jeolojisinde egemen yapı unsurları olarak D-B gidişli grabenler gelişmektedir. Grabenler, kenarlarından normal faylarla sınırlıdır. Grabenlerin kenar fay zonları 100–150 km devamlılık göstermekle birlikte, bu zon, uzunlukları genellikle 8–10 km. geçmeyen kısa faylardan oluşmuş bir fay demeti halindedir.

Ege'nin aktif tektonizması; iki önemli jeolojik olayın etkisi altında gelişmektedir; bunlardan birincisi Ege dalma-batma sistemi ikincisi ise Arabistan levhasının, Bitlis suture zonu boyunca Anadolu levhasını kuzey yönünde sıkıştırmasıdır. Bu nedenle Ege Bölgesi, günümüzde tektonik olarak aktif bölge niteliğindedir.

Batı Anadolu Bozkurt (2001)' a göre dünyanın sismik olarak en aktif ve hızlı gerilme Bölgelerinden birini oluşturmaktadır. Burada yılda 30 – 40 mm arasında yaklaşık K-G doğrultulu bir kıtasal gerilme olduğu bilinmektedir. Yaklaşık D- B yönelimli grabenler (örneğin; Edremit, Bakırçay, Kütahya, Simav, Gediz, K.Menderes, B.Menderes ve Gökova grabenleri) ve bunların havzalarıyla sınırlı aktif normal fayları Batı Anadolu'nun en belirgin Neotektonik özelliklerini oluşturmaktadır.

Tersiyer başlarında Menderes masifinin yükselmesi ile Simav grabeninin kırık sistemleri gelişmeye başlarken, granit sokulumlarında yerleşimlerini sürdürmüştür. Bu çeşitli yersel küçük havzalarda karasal Neojen çökellerin depolanması izlenmiştir (Ece vd., 2007).

## **6.1. UYUMSUZLUKLAR**

İnceleme alanında toplam beş adet uyumsuzluk gözlenmiştir.

Budağan kireçtaşları inceleme alanındaki Simav metamorfikleri üzerine tektonik dokanaklı olarak gelmektedir.

Dağardı Melanjı inceleme alanında Budağan Kireçtaşları üzerine tektonik dokanaklı olarak örtmektedir.

Alaçam graniti, Dağardı Melanjı üzerine inceleme alanında açısal uyumsuzlukla

Yeniköy formasyonu Alaçam mikrograniti üzerinde açısal uyumsuzlukla yer almaktadır.

Toklargoölü formasyonu, Akdağ volkanitleri üzerinde açısal uyumsuzlukla yer almaktadır.

Bölgede Kuvaterner alüvyonları, Toklar gölü Formasyonu üzerine açısal uyumsuzlukla yerleşmişlerdir.

## **6.2 Tabakalanma ve faylar**

Literatürde (Zeschke, 1954; Akdeniz ve Konak, 1979a; Konak, 1979) Simav grabeni olarak anılan yaklaşık D – B uzanımlı fay zonu Sındırgıdan itibaren izlenmeye başlanır. Doğuya doğru Simav çayı vadisini takip eder ve Simav, Şaphane güneyi, Abide kaplıcaları (Gediz) üzerinden geçerek Gediz fayı ile birleşir. 150 km. dolayında bir uzunluğa sahip olan bu fay zonu, Simav Ovasında morfolojik olarak graben görünümü kazanmaktadır.

Çalışma alanındaki Kavak köyünün 1 km doğusundaki melanj içindeki kumtaşlarından ve kireçtaşlarından alınan tabaka ölçüleri K45B/40KD, K60B/45KD, K50B/43KD, D-B/45K 'dir

Osmaniye köyünün 2km güneybatısındaki metamorfiklerden alınan tabaka ölçüleri K55B/40KD, K30D/45GD olarak ölçülmüştür.

Çanakçı köyünün 3km kuzeydoğusundaki şistlerden alınan tabaka ölçüleri ise K40B/30KD, K20B/30KD olarak ölçülerek haritaya işlenmiştir.

İnceleme alanındaki faylar ise;

Yassıviran köyünün 750 m güneyinde K20B doğrultulu normal fay tespit edilmiştir.

Çelikler köyünün 2 km doğusunda biri K50B doğrultulu diğeri K70D doğrultulu birbirini ile kesişen iki olası fay tespit edilmiştir.

Reşadiye köyünün güneyinde, Yazlıkçayır alanının 500m güneydoğusunda K75B doğrultulu normal fay 800m boyunca takip edilebilmiştir.

Kavak köyünün güneyinde birbiri ile kesişen birden fazla fay tespit edilmiş olup, kesişen bu fayların egemen doğrultuları K20D ve G70B olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bölgede K30B doğrultulu olası bir fayda bulunmaktadır.

## 7. SONUÇLAR

### 7.1 Giriş

Çalışma alanı, D-B uzanımlı Kuvaterner yaşlı Simav grabenin kuzeyinde, KB-GD uzanımlı Bigadiç Borat havzasının doğusunda ve Dursunbey (Balıkesir) güneyinde yer almaktadır. Çalışma alanı, Dursunbey ilçesi, Güğü kasabası ve yakın çevresinde 1/25 000 ölçekli Kütahya J21-a2, J21-a3, J21-b1, J21-b2, J21-b4 paftalarında olup yaklaşık 325 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır.

Çalışma alanındaki Neojen volkano-sedimanter birimlerin temel kayaçlarını Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalar (Simav Metamorfikleri, Budağan Kireçtaşı), İzmir-Ankara zonuna ait ofiyolitik melanj (Dağardı Melanjı) birimleri oluşturmaktadır. Neojen öncesi bu birimler Miyosen yaşlı Alaçam graniti tarafından kesilmektedir. Neojen birimler Erken Miyosen yaşlı sarımsı kahve renkli kumtaşları ve çamurtaşlarından oluşan Yeniköy Formasyonu ile başlamaktadır. Yeniköy formasyonu üzerinde beyaz, gri, krem, yeşilimsi renklerde riyolit, riyodasit, ve dasit arasında değişen bileşime sahip piroklastik kayaçlardan (çoğunlukla tuf ve yer yer aglomera) oluşan Civanadağ tüfleri yer almaktadır. Civanadağ Tüflerin üzerinde geçişli olarak riyolit ve dasit içerikli Akdağ volkanikleri bulunmaktadır. İstif, en üstte güncel tutturulmamış kaba kırıntılılar ve alüvyon ile son bulmaktadır.

### 7.2 Araziden Derlenen Sonuçlar

Alaçam graniti arazide koyu gri, açık gri, açık yeşilimsi tonlarda ve altere olanlarında sarımsı kahve renkli olarak tespit edilmiştir. Açık renkli olanlarında bol kuvarslı, feldispatlı ve biyotitli olduğu görülmüş olup koyu gri ve açık yeşilimsi renkli olanlarında bol miktarda biyotit olduğu tespit edilmiştir. Alaçam graniti porfirik dokulu granit ve kenar kesimlerinde dokusal özelliklerine bağlı olarak daha küçük taneli olduklarından mikrogranit olarak adlandırılmıştır. Civanadağ tüfleri üzerinde ince ve detaylı çalışma yapılarak ölçeksiz stratigrafik istifi ortaya çıkarılmıştır. Çalışma alanındaki Civanadağ tüfleri üzerinde yapılan arazi ve petrografik

çalışmalara göre, birimin alt fasiyes (beyazımsı, grimsi renkli pomzaca zengin) ve üst fasiyes (ince taneli laminalı) ve en üstte aglomeralardan oluştuğu belirlenmiştir. Alt fasiyes, metamorfik çakıl içerikli pomzaca zengin tüfler ile başlamakta olup devamlı olmayan pomza yığışımları içeren seviyeler bulundurmaktadır. Üst seviyelerde pomza boyutu ve içeriği azalmakta ve yer yer kek boyutlu litik bileşenler içermektedir. İnce taneli ve yer yer laminalanma gösteren fasiyes altta beyaz renkli fakat yer yer pembe seviyeler içeren tüfler ile en üst zonlarda yer alan biyotitli tüflerdir. Yoğun biyotit içeren tüfler, arazide açık yeşil ve koyu yeşil renklerde izlenmişlerdir. İnce taneli fasiyesteki renk değişimleri tüflerin mineral içerikler ve/veya başka bir tanımla kristal yığışımlarında mineral içeriği ile ilgili oldukları anlaşılmaktadır. Piroklastik kayaların en üst fasiyesini aglomeralar oluşturur. Tabanda ince taneli fasiyes ve üstte de lavlar yer almaktadır. İri lav (aglomera) blokları 15 cm lik boyutlara ulaşmıştır. Taneler tf ile bağlanmıştır. Akdağ volkanitleri incelenen alanın kuzey ve orta kesimlerinde yüzeylenirler. Volkanitlerin kuzeyden güneye inildikçe kalınlıkları azalır. Tepelerin çoğunda düz alanlar oluştururlar. Volkanitler mostrada ve el rneklelerinde gri, koyu gri ve pembemsi ve pembemsi hafif kahverenkli olarak izlenmişlerdir. Riyolitik volkanitlerde sütunsal yapılar gelişmiştir.

### **7.3 Mikroskobik Sonuçlar**

Alaçam granitleri, mikroskobik incelemelerine göre granit/granodiyorit olarak adlandırılmışlardır. Kenar kesimlerinde dokusal özelliklerine bağlı olarak daha kek taneli olduklarından mikrogranit/mikrogranodiyorit olarak adlandırılmışlardır. Granitlerin porfirik, hipidiomorfik, ve kataklastik dokulu oldukları belirlenmiştir. Esas mineraller; Kuvars + ortoklas + plajioklas + biyotit + hornblend sekonder mineral; + klorit + serizit tali mineral olarak da zirkon ve apatit belirlenmiştir. Mikrogranitlerin mikroskobik incelemelerinde ise, granitlere benzer mineralojik bileşim saptanmıştır.

Akdağ volkanitleri üzerinde yapılan mikroskobik çalışmalara göre; riyolit, dasit ve riyodasit olarak adlandırılmışlarıdır. Akdağ volkaniklerinin mikroskobik incelemelerinde saptatan pirojen mineraller; kuvars + sanidin +plajioklas + biyotit + amfibol + kalsedon + anklav + apatit + opak mineral + serizit +demiroksit mineral + klorit' dir. Bölgedeki volkaniklerde genellikle hiyalopilitik doku, mikroporfirik doku,

perlitik doku ve sferolitik dokulara rastlanılmış olup camsal hamurlu ve akıntılı yapılarıdır.

Çalışma alanındaki Civanadağ tüfleri üzerinde yapılan petrografik çalışmalara göre; birimin alt fasiyes (beyazımsı, grimsi renkli pomzaca zengin) ve üst fasiyes (ince taneli laminalı) olmak üzere iki fasiyesten oluştuğu belirlenmiştir. Alt fasiyes metamorfik çakıl içerikli pomzaca zengin litik tüfler ile başlamakta olup devamlı olmayan pomza yığılımları içeren seviyeler bulunmaktadır. Üst fasiyes ise beyazımsı gri renkli kristal vitrik tuf ve vitrik tüfler ile başlamakta ve pembe renkli litik-kristal vitrik tüfler ile devam etmektedir. En üst seviyesi ise, yeşil renkli bol mikalı kristal vitrik tüfler ile temsil edilmektedir. Civanadağ tüfleri üzerinde yapılan petrografik çalışmalara göre; Civanadağ tüflerinin mikroskobik incelemelerinde saptanan pirojen mineraller; kuvars + sanidin + plajiyoklas + biyotit sekonder mineraller; + kalsedon + kalsit + serizit + demiroksit + opak mineral + sekonder kuvars olarak tespit edilmiştir. Bölgedeki tüflerde genellikle vitrofirik doku, mikrokristal doku, sferolitik doku ve felsitik dokulara rastlanılmıştır.

#### **7.4 Mineral Kimyasına Ait Sonuçlar**

Alaçam granitindeki plajiyoklasların anortit miktarına göre cinsi başlıca oligoklas, andezin ve labradordur. Plajiyoklaslar kenardan merkeze doğru yapılan ölçümler sonucu oligoklas-andezinden labradora doğru değişim göstermektedir. Alkali feldispatların ise ortoklas oldukları tespit edilmiştir. Alaçam granitinde genellikle mikrofenkristaller halinde gözlenen oksit minerallerinin magnetit ve ilmenit türü Fe-Ti oksitler oldukları tespit edilmiştir. Alaçam granitindeki amfibol örneklerimizin Kalsik Amfiboller sınıfında oldukları belirlenmiştir. Amfibol sınıflamasına göre kalsik amfibollerde kendi içerisinde değişik gruplara ayrılmaktadır. Alaçam granitindeki kalsik amfibollerini  $Si-Mg/(Mg+Fe^2)$  diyagramına yerleştirdiğimiz zaman;  $(Na + K) < 0.50$ ;  $Ti < 0.50$ ; olan örnekler magnezyumlu hornblend oldukları belirlenmiş olup (Şekil 4.18);  $(Na + K) \geq 0.50$ ;  $Ti < 0.50$ ;  $Fe^3 \leq Al^{VI}$  olan kalsik amfibollerin edenitik hornblend, ferroan pargasit hornblend oldukları tespit edilmiştir. Amfibol minerallerinin  $Si-(Na+K)_A$  site kation oranına göre yapılan diyagramda da hornblend, edenitik-hornblend ve hastingsit-hornblend-pargasit türü amfibol oldukları tespit edilmiştir. Alaçam granitlerinde gözlenen mika mineralleri biyotit olup annit bileşimlidir. Biyotit fenokristallerinden alınan ölçümler sonucunda

oluşturulan  $Al^{VI} - Mg^{\#}$  diyagramında örneklerin hepsi annit alanında çıkmaktadır. Ayrıca çizilen  $Fe/(Mg+Fe)-Si$  diyagramında da örnekler siderofillit-annit alanlarında gözlenmekte olup biyotit-flogopit ayırım çizgisi üzerinde biyotit alanında çıkmaktadır.

Akdağ volkaniklerindeki plajiyoklasların anortit miktarına göre cinsi başlıca oligoklas, andezin ve labradordur. Alkali feldispatların ise sanidin oldukları tespit edilmiştir Akdağ volkaniklerinde genellikle mikrofenokristaller halinde gözlenen oksit minerallerinin magnetit ve ilmenit türü Fe-Ti oksitler oldukları tespit edilmiştir. Akdağ volkaniklerindeki amfibol minerallerinden hesaplanan element değerlerinden örneklerin  $(Ca + Na)$  değerlerinin 1.34 'den büyük olduğu, Na değerlerinin 0.67' den küçük oldukları belirlenmiş olup, amfibol örneklerimizin Kalsik Amfiboller sınıfında oldukları belirlenmiştir. Kendi içerisinde değişik gruplara ayrılan kalsik amfibollerin  $(Na + K) < 0.50$ ;  $Ti < 0.50$ ; kalsik amfiboller grubunda yer aldığı tespit edilmiştir.  $Si-Mg/(Mg+Fe^2)$  diyagramına yerleştirdiğimiz zaman; magnezyumlu hornblend ve tişermakit hornblend türü amfibol oldukları tespit edilmiştir.  $Si-(Na+K)_{A\ site}$  katyon oranına göre yapılan diyagramda da hornblend ve tişermakit hornblend türü amfibol oldukları tespit edilmiştir. Akdağ volkaniklerinde gözlenen mika mineralleri biyotit olup annit bileşimlidir. Biyotit fenokristallerinden alınan ölçümler sonucunda oluşturulan  $Al^{VI} - Mg^{\#}$  diyagramında örneklerin hepsi annit çıkmaktadır. Ayrıca çizilen  $Fe/(Mg+Fe)-Si$  diyagramında da örnekler siderofillit-annit alanlarında gözlenmekte olup biyotit-flogopit ayırım çizgisi üzerinde biyotit alanında çıkmaktadır.

## 7.5 Jeokimyasal Analiz Sonuçlar

Granitik kayaçların kayaç adlamasına dayalı toplam alkaliye dayalı karşı silis (TAS) diyagramına göre granit ve granodiyoritik olarak adlandırılmıştır. Örneklerin  $SiO_2$ 'ye karşı  $Na_2O+K_2O$  diyagramındaki dağılımları subalkali alana düşmektedir. Subalkali karakterdeki örnekler AFM ( $Na_2O+K_2O$ ,  $FeO(t)$ ,  $MgO$ ) diyagramında kalkalkalin karaktere sahip oldukları tespit edilmiştir.  $A/CNK$ 'ya karşı  $A/NK$  diyagramında granitlerin peraliminyumlu karakterli oldukları tespit edilmiştir. Aynı diyagram üzerinde granitlerin I tipi granit oldukları tespit edilmiştir. Peacock İndeksine  $[Na_2O+K_2O - SiO_2]$  göre granitlerin kalsik karakterli olduğu bulunmuştur. Granitik kayaçlar ana oksit ve iz element harker diyagramlarında,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,



CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO, Na<sub>2</sub>O artan SiO<sub>2</sub> değeri ile düzenli şekilde azalarak negatif korelasyon göstermektedir. K<sub>2</sub>O değeri nispeten düzensiz olmasına rağmen pozitif korelasyon göstermektedir. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri yatay bir trend sunmuştur. İz element oksitlerin SiO<sub>2</sub>'ye karşı davranışlarına bakıldığında, Ba, Sr, Zr, V, Y, artan SiO<sub>2</sub> değeri düzenli şekilde azaldığı, Rb, Ni ve Nb değerlerinde ise yatay bir trend göze çarpmaktadır. İlksel Mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında, göze çarpan ana özellikler; belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerde (HFSE) (Nb, Ti<sub>2</sub>O) belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmelerdir. İlksel mantoya göre numunelerde Sr, ve TiO<sub>2</sub> değerlerinde belirgin bir negatif anomali göstermiştir. Kondrite normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerden (HFSE), Pb de belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmeler dikkat çekmektedir. Th, U, K, Rb değerlerinin yüksek olması kabuk kayaçtan dolayı kaynaklanabilmektedir. Litofil element zenginleşmesi kıtasal kabuk kirlenmesinden kaynaklanabilmektedir. Granitik kayaçların ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik göstermektedirler. Grafikteki dağılımlara dikkat edildiğinde; kayaçlarda hafif nadir toprak element zenginleşmesinin (HNTE) orta ve ağır nadir toprak element (ANTE) zenginleşmesine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bundan dolayıdır ki horblendin varlığından söz edilemez. Kondrite ve ilksel mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramında gözlenen bir diğer unsur, orta nadir toprak elementlerde (ONTE) belirgin bir tüketilmenin varlığıdır. Kayaçların tümünde negatif Eu anomalisi gözlenmektedir. Pek çok araştırmacı tarafından iz elementler etkili bir şekilde farklı granitoid magmalarının tektonik ortamlarını yorumlamada kullanılmaktadır. Granitik kayaçların tektonik ortamlarını ayırt etmek için önerilen Rb/(Y + Nb) ve Nb-Y diyagramlarında çalışma alanındaki granitik kayaç örnekleri çarpışma sonrası granitoidler için karakteristik olan üçlü sınırın VAG (volkanik yay granitleri) alanına düşmektedir.

Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre; Akdağ volkanitleri kayaç adlamasına göre riyolit, dasit ve riyodasit olarak adlandırılmıştır. Ayrıca subalkali karaktere sahip olduğu belirlenmiştir. Volkanit örneklerinin SiO<sub>2</sub> içeriği % 64.36-76.07 arasında

değişmektedir. Ana oksit ve iz element harker diyagramlarında,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $MnO$ ,  $Ba$ ,  $Hf$ ,  $Sr$  ve  $Zr$  artan  $SiO_2$  değeri ile düzenli şekilde azalarak negatif korelasyon göstermektedir.  $Na_2O$  değerlerinde ise nispeten yatay bir trend göze çarpmış olmasına rağmen negatif eğilimlidir.  $K_2O$ ,  $Rb$ ,  $Nb$ ,  $Ta$  ve  $Th$  değerinde nispeten düzensiz olmasına rağmen pozitif korelasyon göstermektedir.  $SiO_2$  artışı ile  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  ve  $Sr$  azalması önemli ölçüde klinopiroksen ve plajiyoklas fraksiyonlaşmasını yansıtmakla birlikte bu elementlerin uyumlu olduklarını göstermektedir.  $SiO_2$  artışıyla  $Fe_2O_3$  ve  $TiO_2$  azalması magnetit fraksiyonlaşmasını ifade etmektedir.  $SiO_2$ 'ye karşı  $P_2O_5$  değişim diyagramında gözlenen negatif korelasyon apatit fraksiyonlaşmasını yansıtmaktadır. İlksel Mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında, göze çarpan ana özellikler; belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), ( $Cs$ ,  $K_2O$ ,  $Rb$ ,  $Ba$ ,  $Th$ ,  $U$ , vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerde (HFSE) ( $Nb$ ,  $P_2O_5$ ,  $Ti_2O$ ) belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmelerdir. Kondrite normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), ( $Cs$ ,  $K_2O$ ,  $Rb$ ,  $Ba$ ,  $Th$ ,  $U$ , vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerden (HFSE),  $Pb$  de belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmeler dikkat çekmektedir. Litofil element zenginleşmesi kıtasal kabuk kirlenmesinden kaynaklanabilmektedir. Yüksek  $K$  ve  $Rb$  (LILE) içeriği volkanik kayalarda kabuk kirlenmesi, mağma karışımının varlığına işaret etmektedir. İncelenen volkanik kayaların ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik göstermektedirler. Kondrite ve ilksel mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramında gözlenen bir diğer unsur, orta nadir toprak elementlerde (ONTE) belirgin bir tüketilmenin varlığıdır. ANTE'lerde ise, ONTE'lere oranla bir miktar zenginleşme söz konusudur. Bunun sonucu olarak, yukarı doğru konveks, kaşık şekilli bir desen gözlenir. Böyle bir desenin genellikle amfibol ayrımlaşmasının sonucunda geliştiği bilinmektedir. Ayrıca negatif  $Eu$  anomalisinin belirgin olması bu kayaların gelişiminde plajiyoklas ayrımlaşmasının önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Tüflerin kayaç adlaması toplam alkaliye dayalı karşı silis (TAS) diyagramına göre riyolit, dasit, trakit ve trakidasit olarak tespit edilmiştir.  $Zr/TiO_2^*0.0001$  e karşı  $SiO_2$  diyagramında tüfler riyolit, riyodasit ve dasit alanlarında yer almaktadır. Çalışma alanındaki tüflerin  $Nb/Y$  karşı  $Zr/TiO_2^*0,0001$  diyagramında riyolit, dasit,

andezit/bazaltikandezit ve traki andezit alanlarında yer almaktadır. Diğer bir kayaç adlama diyagramı olan Nb/Y karşı Zr/TiO<sub>2</sub>\*0,0001 diyagramında tüfler riyolit, riyodasit, dasit ve traki andezit alanlarında yer almıştır. Örneklerin SiO<sub>2</sub>'ye karşı Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O diyagramındaki dağılımları subalkalin alana düşmektedir. Subalkali karakterdeki örnekler AFM (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, FeO(t), MgO) diyagramında kalkalkalin alanında yer almıştır. Civanadağ tüflerindeki ana oksit ve iz element harker diyagramlarında, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO, Ba, Hf, Sr ve Zr artan SiO<sub>2</sub> değeri ile düzenli şekilde azalarak negatif korelasyon göstermektedir. Na<sub>2</sub>O değerlerinde ise nispeten yatay bir trend göze çarpmış olmasına rağmen negatif eğilimlidir. K<sub>2</sub>O, Rb, Nb, Ta ve Th değerinde nispeten düzensiz olmasına rağmen pozitif korelasyon göstermektedir. İlksel Mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerde (HFSE) (Nb, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ti<sub>2</sub>O) belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmeler dikkat çekmektedir. Kondrite normalize edilmiş örümcek diyagramlarına bakıldığında belirgin bir büyük iyon yarıçaplı litofil element (LILE), (Cs, K, Rb, Ba, Th, U, vd.) zenginleşmesi ve kalıcılığı yüksek elementlerden (HFSE), Pb, P, Ti da belirgin negatif anomali ile REE'lerde tüketilmeler dikkat çekmektedir. İncelenen tüflerin ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik göstermektedirler. Bu da incelenen tüf örneklerinin tümünün aynı kökenden türediklerini doğrulamaktadır. Kayaçlarda hafif nadir toprak element zenginleşmesinin (HNTE) orta ve ağır nadir toprak element (ANTE) zenginleşmesine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Kondrite ve ilksel mantoya normalize edilmiş örümcek diyagramında gözlenen bir diğer unsur, orta nadir toprak elementlerde (ONTE) belirgin bir tüketilmenin varlığıdır. ANTE'lerde ise, ONTE'lere oranla bir miktar zenginleşme söz konusudur. Kayaçların tümünde negatif Eu anomalisi gözlenmektedir.

## **7.5 Ekonomik Yönden Sonuçlar**

Yapılan jeolojik çalışmalarda ekonomik öneme sahip olabilecek olan sahanın Reşadiye Köyü güney batısındaki kesimler olduğu anlaşılmış ve 1/25000 ölçekli yarı detay harita yapılmıştır. Yapılan yarı detay jeoloji haritada, Piroklastik kayaçlar ayırtlanmıştır. Reşadiye Köyü güney batısındaki kesimleri silisli zonların, dağınık silis bloklarının ve kalın silisli breşik zonların en yoğun olduğu alandır. Ağsal silisli

ve FeO alterasyonlu zonlar pekleşmiş olan tüflerde de gelişmiştir. Ancak genel anlamda FeO'li alterasyon yoğun değildir. Sahadaki damarların N60-80B doğrultulu olup, kalınlıkları 50 cm ile 10 metre arasında değişmektedir. Ayrıca, silisli zonların dağılımları ve özellikleri, demirli alterasyona maruz kalmış olan zonların dağılımları ve özellikleri tespit edilmiştir. Gerek silisli zonlardan ve gerekse de demirli alterasyona maruz kalmış olan zonlardan 41 adet örnek alımı yapılmıştır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre, düşük altın değeri vermesine karşın bu bölgede epitermal cevherleşme açısından en uygun saha bu alan içerisinde Reşadiye Köyü güney batısı olduğu anlaşılmıştır. Kuvars damarları ve bireşik silisli zonlar olmak üzere alınan 41 adet jeokimyasal kaya örneğinin kimyasal analizleri Kanada ACME Lab. tarafından, ICP-MS aleti ile yapılmıştır. Örneklerin Au değeri çok düşüktür. Sadece 9 adet örnek 13 ppb ile 96 ppb arasında değer vermiştir.

## KAYNAKLAR

- Akay, E.**, 2008. Geology and petrology of the Simav Magmatic Complex (NW Anatolia) and its comparison with the Oligo-Miocene granitoids in NW anatolia: implications on Tertiary tectonic evolution of the regin, *Int. J Earth Sci.*, .
- Akdeniz, N., ve Konak, N.**, 1979, Menderes Masifi'nin Simav dolayındaki kaya birimleri, ve metabazik, metaultrabazik kayaların konumu, *TJK Bülteni*, 22, 175-184.
- Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirwall, M.F., Mitchell, J.G.**, 2000. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey. *Jour. of Volc. and Geoth. Res.* 102, pp. 67-95.
- Alıcı, P., Temel, A., Gourgaud, A.**, 2002. Pb-Nd-Sr isotope and trace element geochemistry of Quaternary extension-related alkaline volcanism: a case study of Kula region (western Anatolia, Turkey), *Journal of volcanology and Geothermal Research*, 115, 487-510.
- Aydoğan, S., Çoban, H., Bozcu, M., Akıncı, Ö.**, 2008. Geochemical and mantle-like isotopic (Nd-Sr) composition of the Baklan granite from the Muratdağı Region (Banaz, Uşak), western Turkey: Implications for input of juvenile magmas in the source domains of western Anatolia Eocene-Miocene granites, *Journal of Asian earth Science*, 33, 155-176.
- Beer, H.**, 1964, Şaphane (Kütahya) alünit yataklarının etüdü hakkında ön rapor, MTA Rapor No:61, 32 sayfa, (yayınlanmamış).
- Bingöl, E., Delaloye, M., and Ataman, G.**, 1982, Granitic intrusionas in western anatolia: a contribution to the geodynamic study of this area. *Eclogae Geologica Helvetica* 75, 437-446.
- Bozkurt, E.**, 2001. Neotectonics of Turkey – a synthesis, *Geodinamica Acta*, 14, 3-30
- Bozkurt, E.**, 2003. Origin of NE-trending basins of western Turkey. *Geodinamica Acta* 16, 61-81.
- Bozkurt, E., ve Sözbilir, H.**, 2004. Tectonic evolution of the Gediz Graben; field evidence for an episodic, two-stage extension in western Turkey, *Geological Magazine*, 141, 63-79.
- Delaloye, M & Bingöl, E.**, 2000. Granitoids from Western And Northwestern Anatolia: Geochemistry and Modeling of Geodynamic Evolution. *International Geology Review*. Vol. 42, p.241-268
- Emre, T.**, 1996. Gediz grabeninin jeolojisi ve tektoniği, *Turkish Journal of Earth Science*, 5, 171-185.

- Ercan, T., Dinçel, A., Metin, S., Türkecan, A., Günay, E.,** 1978. Uşak yöresindeki neojen havzaların jeolojisi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 21, 2, 97-106.
- Ercan, T., Dinçel, A., ve Günay, A.** 1979. Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege bölgesindeki Yeri, TJK Bülteni, 22, 185-198.
- Ercan, T., Günay, E., ve Savaşçın, M.Y.,** 1982, Simav ve çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanizmanın bölgesel yorumlaması, MTA Dergisi, 97/98, 86-101.
- Ercan, T., Türkecan, A., Dinçel, A., ve Günay, E.,** 1983, Kula-Selendi (Manisa) dolaylarının jeolojisi, *Jeoloji Mühendisliği*, 17, 3-29.
- Ercan, T., Satır, M., Sevin, D., ve Türkecan, A.,** 1996, Batı Anadolu'daki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayalarda yeni yapılan radyometrik yaş ölçümlerinin yorumu: *MTA Dergisi* 119, 103-112.
- Ergün, A.,** 1965, Kütahya ili, Gediz ilçesi Şaphane bucağı alünit sahası raporu, MTA Rapor no:37 39 sayfa. (yayınlanmamış).
- Erkül, F., Helvacı, C. and Sözbilir, H.,** 2005. Evidence for two episodes of volcanism in the Bigadiç borate basin and tectonic implications for western Turkey. *Geol. J.* 47, 545-570.
- Erkül, F., Helvacı, C. & Sözbilir, H.** 2006. Olivine basalt and trachyAndezit peperites formed at the subsurface/surface interface of a semi-arid lake: an example from the Early Miocene Bigadiç basin, western Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 149, 240-262.
- Ersoy Y., Helvacı C., Sözbilir, H., Erkül, F.,** 2004. Evidence for top to northeast movement of the Neo-Tethyan ophiolites on the Menderes metamorphic massif, Kula detachment fault, western Anatolia, Turkey, 32nd. Int. Geol. Congr., 2004, Abs. Vol., pt. 1, 147-70, p. 695.
- Ersoy, Y., Helvacı, C., Bozkurt, E., Erkül, F., Sözbilir, H.,** 2005. Evidence for bimodal volcanism within the Selendi Basin: Early Miocene alkaline and calc-alkaline volcanic association in Western Anatolia, *International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Regions IESCA 2005*, 4-7 October, 2005, İzmir, abs, p. 38.
- Ersoy, Y., and Helvacı, C.,** 2007. Stratigraphy and Geochemical Features of the Early Miocene Bimodal (Ultrapotassic and Calcalkaline) volcanic activity within the NE-trending Selendi Basin, Western Anatolia, Turkey, *Turkish J. Earth Sci*, 16, 1-23.
- Floyd, P.A., Helvacı, C., Mittwede, S.K.,** 1998. Geochemical discrimination of volcanic rocks associated with borate deposits: an exploration tool? *Journal of Geochemical Exploration* 60, 185-20.
- Fytikas, M., Giuliani, O., Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A., Villari, L.,** 1980. Neogene volcanism of the Northern and Central Aegean region. *Ann. Geol. Pays Hellen* 30, 106.

- Gemici, Ü., and Tarcan, G.,** 2002, Hydrogeochemistry of the Simav geothermal field, western Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 116, 215-233.
- Gemici, Ü., Tarcan, G., Çolak, M., and Helvacı, C.,** 2004, Hydrogeochemical and hydrogeological investigations of thermal waters in the Emet area (Kütahya, Turkey), *Applied Geochemistry*, 19, 105-117.
- Gün, H., Akdeniz, N., ve Günay, E.,** 1979, Gediz ve Emet güneyi Neojen havzalarının jeolojisi ve yaş sorunları, *Jeoloji Mühendisliği*, 8, 3-14.
- Hasözbeğ, A., Erdoğan, B., Satır, M.,** 2009, Alaçam Dağları'nın Jeolojisi ve Alaçam Graniti'nin Jeolojik Konumu (Balıkesir, Batı Anadolu), 62. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, Ankara.
- Hasözbeğ, A., ve diğ.,** 2010, Early Miocene post-collisional magmatism in NW Turkey: geochemical and geochronological constraints, *International Geology Review*. ISSN 0020-6814 print/ISSN 1938-2839.
- Helvacı, C.,** 1995, Stratigraphy, mineralogy, and genesis of the Bigadiç borate deposits, Western Turkey. *Economic Geology*, Vol. 90, 1237-1260.
- Helvacı, C. and Yağmurlu, F.,** 1995, Geological setting and economic potential of the lignite and evaporite-bearing Neogene basins of Western Anatolia, Turkey. *Isr. J. Earth Sci.*, Vol. 44, 91-105.
- Helvacı, C., and Alonso, R.N.,** 2000. Borate deposits of Turkey and Argentina: a summary and geological comparison. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9, 1-27.
- Helvacı, C. ve Erkül, F.,** 2001, Volkaniklastik Kayaçlar. Oluşumu, genel özellikleri ve sınıflaması. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fak. yayınları No:285, İzmir, 93 s.
- Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Pasquare, G., & Villari, L.,** 1982, Regional distribution and character of active andasite volcanism-Anatolia and north-western Iran, *In orogenic Andasites and Related Rocks* (ed R.S.Thorpe) pp.327-349. New Iran, *In orogenic Andasites and Related Rocks* pp.327-349.
- Innocenti, F., Agostini, S., Vincenzo, G. Di., Doglioni, C., Manetti, P., Savaşçın, M.Y., & Tonarini, S.,** 2005, Neogene and Quaternary in Western Anatolia: Magma sources and geodynamic evolution, *Marine Geology*, 221, 397-421.
- Işık, V., and Tekeli, O.,** 2001, Late orogenic crustal extension in the northern Menderes masif (Western Turkey); evidence for metamorphic core complex formation, *Int. J. Earth Sciences*, 89, 757-765.
- Işık, V., Seyitoğlu, G., and Çemen, İ.,** 2003, Ductile-brittle transition along the Alaşehir detachment fault and its structural relationship with the Simav detachment fault, Menderes masif, western Turkey, *Tectonophysics*, 374, 1-18.
- Koçyiğit, A., Yusufoğlu, H., Bozkurt, E.,** 1999. Evidence from the Gediz Graben for episodic two-stage extension in western Turkey. *Journal of the Geological Society, London* 156, 605-616.

- Konak, N.**, 1982, Simav dolayının jeolojisi ve metamorf kayaçlarının evrimi: İstanbul Yerbilimleri, 3, 313-337.
- Mutlu, H., Sariiz, K., and Kadir, S.**, 2005, Geochemistry and origin of the Şaphane alunite deposit, Western Anatolia, Turkey, *Ore Geology Reviews*, 26, 39-50.
- Oygür, V.**, 1997, Bir epitermal cevherleşmenin anatomisi: Mumcu (Balıkesir-sındırgı) İç-Batı Anadolu, MTA Dergisi, 119, 63-72.
- Oygür, V., ve Erler, A.**, 1999, Simav Grabeni boyunca görülen epitermal ve bazı metal cevherleşmelerinin karşılaştırılması, 52. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı*, 129-136.
- Oygür, V., ve Erler, A.**, 2000, Simav Grabeninin metalojenisi (İç-Batı Anadolu, Türkiye), *TJK Bülteni*, 43-1, 7-19.
- Purvis, M., and Robertson, A.H.F.**, 2004. A pulsed extension model for the Neogene-Recent E-W-trending Alaşehir Graben and the NE-SW trending Selendi and Gördes basins, western Turkey, *Tectonophysics*, 391, 171-201.
- Purvis, M., and Robertson, A.H.F.**, 2005a. Miocene sedimentary evolution of the NE-SW-trending Selendi and Gördes basins, Western Turkey: implications for extensional processes. *Sedimentary Geology*, 174, 31-62.
- Purvis, M., Robertson, A.H.F., and Pringle, M.**, 2005b, <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating of biotite and sanidine in tuffaceous sediments and related intrusive rocks: implications for the Early Miocene evolution of the Gördes and Selendi Basins, W Turkey, *Geodinamica Acta*, 18, 239-254.
- Savaşçın, Y. ve Güleç, N.**, 1990. Neogene volcanism of western Anatolia-Field excursion B3. *Int. Earth Sci. Congr. on Aegean Region, İzmir, Turkey*.
- Savaşçın, M.Y.**, 1991. Magmatic activities of Cenozoic compressional and extensional tectonic regimes in western Anatolia. *Proc. Int. Earth Sci. Congr. On Aegean Regions, İzmir, Turkey*. pp. 420-434.
- Semiz, B., Helvacı, C., Özpınar, Y., & Ersoy, E.Y.**, 2009. Simav- Gediz (Şaphane-Kütahya-Batı Anadolu) Arasındaki Bölgenin Jeolojik ve Petrografik Özellikleri ve Stratigrafik Revizyonuna Ait Ön Bulgular, 62. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, 13-17 Nisan 2009. Ankara, 196-197.
- Seyitoğlu, G. & Scott, B. C.** 1991. Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey. *Geological Magazine* 128, 155-66.
- Seyitoğlu, G. & Scott, B. C.** 1996. The cause of N-S extensional tectonics in western Turkey: Tectonic escape vs Back-arc spreading vs orogenic collapse. *Journal of Geodynamics* 22, 145-53.
- Seyitoğlu, G.**, 1997. Late Cenozoic tectono-sedimentary development of the Selendi and Uşak-Güre basins; a contribution to the discussion on the development of east-west and North trending basins in western Anatolia, *Geological Magazine* 134, 163-175.
- Seyitoğlu, G., Duncan, A., Geoff, Nowell, Scott, B.**, 1997. The evolution from Miocene potassic to Quaternary sodic magmatism in western Turkey:



- implications for enrichment processes in the lithospheric mantle. *Jour. of the Volc. And Geoth. Res.* Vol 76, 127-147.
- Şener, M., ve Gevrek,** 1986, Simav-Emet-Tavşanlı yörelerinin hidrotermal alterasyon zonları, *Jeoloji Mühendisliği*, 28, 43-49.
- Şengör, A.M.C.,** 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin esasları. *Türk. Jeol. Kur. Konf. Ser. 2*, 40.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y.,** 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, v. 75, pp. 181-241.
- Şengör, A. M. C.** 1987. Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low angle normal faulting: Examples from western Turkey. In *Continental Extensional Tectonics* (eds M. P. Coward, J. F. Dewey and P. L. Hancock), pp. 575–89. *Geological Society Special Publication* no. 28.
- Temiz, U., ve Işık, V.,** 2002, Simav (Kütahya-Batı Anadolu) güneyinde metamorfik kayaların petrografik ve yapısal özellikleri, *Cumhuriyet Üniv. Müh. Fakültesi Dergisi*, 19-1, 21-34.
- Yılmaz, Y.,** 1989. An approach to the origin of young volcanic rocks of Western Turkey. In A. M. C. Şengör (Editor), *Tectonic evolution of the Tethyan Region. Kluwer Academic Publishers*, pp. 159-189.
- Yılmaz, Y.,** 1990. Comparison of young volcanic associations of western and eastern Anatolia formed under a compressional regime: a review. *Jour. of Volc. and Geoth. Res.* Vol. 44, pp.1-19.
- Yılmaz Y., Genç, Ş.C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., Elmas, A.,** 2000. When did the western Anatolian grabens begin to develop? *From: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piperi J.A.D. (eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Soc., London, Special Pub., 173, 131-162.*
- Yılmaz, Y., Genç, Ş. C., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş.,** 2001. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance. *Journal of Geodynamics* 31, 243-271.

## **EKLER**

**EK A.1 :** Çalışma alanının jeoloji haritası

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** Murat KALKAN

**Doğum Yeri ve Tarihi:** AYDIN / 24.08.1986

**Adres:** Çarşı Mahallesi Kahramanlar Caddesi No: 17 Umurlu/AYDIN

**Lisans Üniversitesi:** Pamukkale Üniversitesi

### Yayın Listesi:

- **Kalkan, M.,** Özpınar, Y., ve Semiz, B., 2010, Civanadağ Bölgesi (Güğü-Balıkesir) Volkanitlerinin Jeolojisi ve Petrografisi, 63. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara
- **Kalkan, M.,** Özpınar, Y., ve Semiz, B., 2010, Civanadağ Bölgesi (Güğü-BALIKESİR) Piroklastik Kayaçlarının Jeolojik ve Petrografik Özellikleri, KB TÜRKİYE, Karadeniz Teknik Üniversitesi, KTÜ 45. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Trabzon.
- Özpınar, Y., **Kalkan, M.,** ve Semiz, B., 2011, Neojen Yaşlı Piroklastik Kayaçlar ve Volkano-Sedimenter Birimlerdeki Zeolitlerin Oluşumu ve Kökeni (Haydarlı-Dinar, Afyonkarahisar-TÜRKİYE), 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, s 201, Ankara.
- Özpınar, Y., Kahrıman, S., **Kalkan, M.,** 2011, Acıpayam ve Beyağaç (Denizli, Batı Anadolu-TÜRKİYE) Kromit Yataklarının Jeolojik Özellikleri, 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, s 195, Ankara.