

# AKDAĞMADENİ (YOZGAT)-YILDIZELİ (SİVAS) ARASINDAKİ KALETEPE VOLKANİTİNİN MINERALOJİK-PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

## MINERALOGICAL-PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF THE KALETEPE VOLCANICS BETWEEN THE AKDAĞMADENİ (YOZGAT)- YILDIZELİ (SİVAS), CENTRAL ANATOLIA, TURKEY

Fikret KOÇBULUT<sup>1</sup>, Sabah YILMAZ ŞAHİN<sup>2</sup>, Orhan TATAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

<sup>2</sup> Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34850-Avcılar, İstanbul

**ÖZ:** Orta Anadolu'da Neo-Tetis'in kuzey kolunun kapanmasıyla başlayan Anadolu-Pontid çarpışmasını takip eden dönemde, çarpışmayla ilgili olarak oluşan Tersiyer yaşlı çok geniş sedimanter havzaların varlığı ve bu havzaların gelişimine volkanik faaliyetlerin eşlik ettiği bilinmektedir (Yılmaz ve diğ., 1994). İzmir-Ankara-Erzincan ofiyolit kuşağının güneyinde yer alan volkanik kayalar da D-B uzanımlı geniş bir alanı kaplayan Sivas Tersiyer havzasında konumlanmaktadır. Akdağmadeni (Yozgat)-Yıldızeli (Sivas) arasında bir bölgede tanımlanan Eosen yaşlı volkanik kayalar Kaletepe volkanikleri olarak adlandırılmıştır. Bu kayalar bölgede yüzeyleyen otkton birimler içerisinde yer almakta ve allokton birimler tarafından örtülmektedir. Kaletepe volkanikleri bazalt, bazaltik andezit, andezit ve diyabaz türü kayalardan oluşmaktadır. Ana ve iz element verilerine göre subalkalin, orta-yüksek K'lu kalkalkalin (CALK) ve kısmen alkalin bir özellik sergileyen Kaletepe volkaniti kayaç örnekleri iz element normalleştirme diyagramında büyük iyon yarıçaplı litofil (LIL) elementlerce zenginleşirken, kalıcılığı yüksek elementler (HFS) bakımından daha düşük değerlere sahiptir. Ancak, Nb, Th, Zr gibi HFS elementlerinde gözlenen düşük oranda zenginleşmeler Kaletepe volkaniklerini oluşturan mafik bileşimdeki magmanın kabuksal kirlenmeye (CC) uğradığını göstermektedir. Elde edilen jeokimyasal verilere göre bu kayaların oluşum ortamı olarak yayla ilgili ve levha içi magmatizma bölgesinde konumlanmaktadır. Bu özellik bölgesel jeolojik konum içerisinde değerlendirildiğinde, Kaletepe volkanitlerinin Orta Anadolu'da çarpışma sonrası (post-COLL) çoğunlukla kalkalkalin, az da olsa alkalin levha içi magmatizmanın ürünleri olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kaletepe volkaniti, andezit, bazalt, ana ve iz element, jeotektonik konum, çarpışma sonrası volkanizma, kabuksal kirlenme.

**ABSTRACT:** Following the Anatolide-Pontide collision beginning with the closure of the Northern branch of the Neo-Tethyan ocean in the Central Anatolia; large Tertiary Sedimentary basins developed related to the collision and a volcanic activity accompanied these sedimentary basins. The volcanic rocks to the south of the İzmir-Ankara-Erzincan ophiolite belt, are located in a large E-W extending Sivas Tertiary Basin. Eocene volcanic rocks in a region between the Akdağmadeni (Yozgat)-Yıldızeli (Sivas) are called as the Kaletepe volcanics. These rocks exist within the autochthonous units and are covered by alloctonous units in the studied area. The Kaletepe volcanics consist of basalt, basaltic andesite, andesite and dacite rocks. According to the major and trace element data, the Kaletepe volcanics display a subalkaline and also medium-high K including calcalkaline (CALC) character and are enriched of large ion lithophile (LIL) elements in the trace element normalized diagram. However the observed low values of the high field strength (HFS) elements as Nb, Th, Zr point out that a mafic magma formed the volcanics, suffered by a crustal contamination (CC). Much the geochemical data indicate that the existence of these rocks are relevant to the arc and within plate magmatism; regional geological setting points out that the magmatism came into existence after the collision in the Central Anatolia.

**Key words:** Kaletepe volcanics, andesite, basalt, major and trace element, geotectonic setting, post-collision volcanism, crustal contamination.

### GİRİŞ

İzmir-Ankara-Erzincan ofiyolit kuşağı ile Sivas Tersiyer havzası arasında, yaklaşık 400 km uzunluğun-

daki D-B doğrultulu, kuzeyden güneye gelişmiş Orta Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde, geniş alanlarda yüzeyleyen Tersiyer yaşlı volkanik kayalar oluşmuştur.

Bu volkanik kayalar üzerinde Yılmaz ve Tüysüz 1984; Alpaslan ve Terzioğlu 1998; Büyükönal, 1986; Göncüoğlu ve diğ., 1994; Gençalioglu-Kuşçu ve Floyd, 1995; Kuşçu ve Floyd, 1998; Alpaslan, 1993; 2000; Yılmaz ve diğ., 1994; Çerikçioğlu, 1997; Yalçın 1997 gibi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada Akdağmadeni ile Yavu (Yıldızeli) arasında yüzeyleyen Eosen yaşlı volkanik kayaların jeolojik konumu, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla arazi çalışmaları sırasında edinilen 39 adet kayaç örneğinin, mineralojik-petrografik özelliklerinin belirlenmesinden sonra bozunmamış ve karakteristik olan 8 adet kayaç örneğinin tüm kayaç ana ve iz element analizleri C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında (MİP-JAL), Rigaku 3270-E (WDS) tipi Rh-tüplü XRF spektrometresinde USGS ve CRPG kayaç standartları eşliğinde (Govindaraju, 1989) belirlenmiştir.

### STRATİGRAFI

Bölgede yüzeyleyen kaya birimleri alloktan ve otokton birimler olmak üzere iki bölüme ayrılarak incelenmiştir. Orta Anadolu Bindirme Kuşağının güneyinde yer alan otokton nitelikteki kaya birimleri Akdağmadeni Litodemi, Tokuş Formasyonu, Kaletpe volkanikleri, İncesu formasyonu ile temsil edilmektedir. Alloktan birimler ise İzmir-Ankara-Erzincan Ofiyolit Kuşağına ait Tekelidağı Karışığından oluşmaktadır (Şekil 1).

Otokton birimlerin temelini mikaşistler, kalkıştiller, gnayslar, kuvarsitler ve mermerlerden oluşan Paleozoyik yaşlı Akdağmadeni Litodemi oluşturmaktadır (Tatar, 1977; Yılmaz, 1980; Erkan, 1981; Alpaslan, 1993; Ercanlı, 1997; Koçbulut, 1998; Mesci, 1998; Haspolat, 2000). Akdağmadeni Litodemi Tersiyer yaşlı birimler tarafından aşıl uyumsuzlukla örtülmektedir (Şekil 2).

Tersiyer yaşlı birimler, taban konglomerasından oluşan Susuzdağ üyesi, neritik kireçtaşı fasiyesinde çökelmiş Asar kireçtaşı üyesi ve kumtaşı, kıltaşı, marn ardalanmasından oluşan Banaz kumtaşı üyesinden meydana gelen Alt-Orta Eosen yaşlı Tokuş formasyonu (Yılmaz, 1980; Yılmaz ve diğ., 1994) ile bunun üzerine uyumlu olarak gelen andezit ve bazalt bileşimindeki lav akıntuları ile tüf, aglomera, volkanik kökenli kumtaşları ve piroklastik kayalardan oluşan Eosen yaşlı Kaletpe volkanikleri'nden (Özcan ve diğ., 1980; Yılmaz ve diğ., 1995) oluşur.

Alloktan birimler ise Orta-Üst Eosen yaşlı otokton birimler üzerine tektonik dokanakla gelen ve pembe renkli pelajik kireçtaşları, volkanik ve volkanoklastik kayalar ile ultramafiklerden oluşan Üst Kretase yaşlı Tekelidağı karışığından oluşur. Bütün bu birimleri açılı uyumsuzlukla İncesu formasyonu örtmektedir (Şekil 2).

### MİNERALOJİ-PETROGRAFI

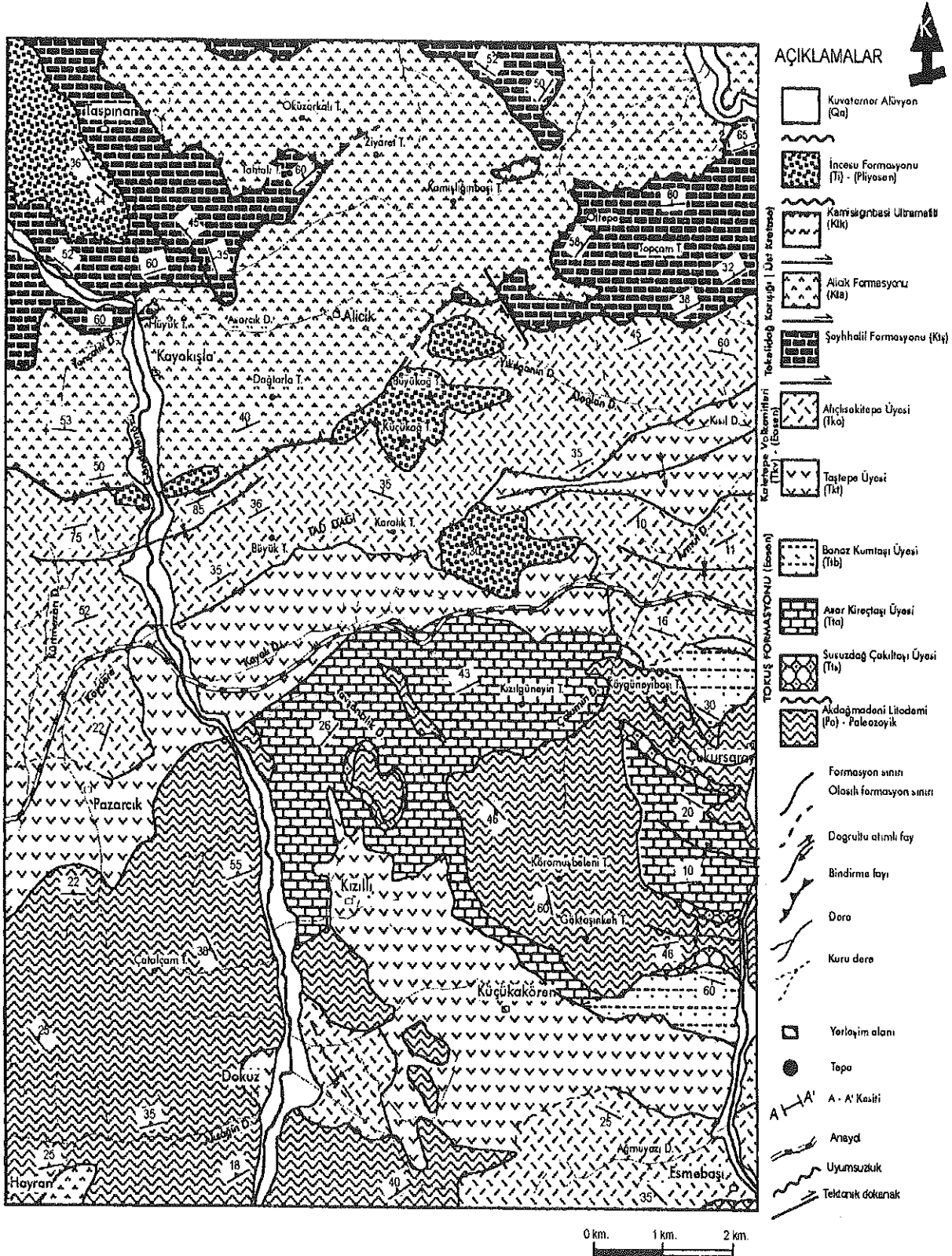
Çalışmanın ana konusunu Eosen yaşlı Kaletpe volkanikleri oluşturmaktadır. Bu birimden alınan taze kayaç örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (Tablo 1-2) çeşitli isimlendirme diyagramlarında değerlendirilmiştir. Bunlardan Pecerillo and Taylor (1986)  $K_2O - SiO_2$  isimlendirme diyagramında üç örnek yüksek-K'lu andezit (1, 2 ve 4 no'lu örnekler), bir örnek yüksek-K'lu bazaltik andezit, bir örnek andezit (6 no'lu örnek), bir örnek dasit (8 no'lu örnek), bir örnek absorakit, ve bir örnekte bazalt bölgesine düşmektedir (Şekil 3a). Le Bas ve diğ., (1986) total alkali ( $K_2O+Na_2O$ ) -  $SiO_2$  diyagramında ise, üç örnek trakiandezit (1,4 ve 6 no'lu örnekler), bir örnek bazaltik traki-andezit (7 no'lu örnek), bir örnek traki-bazalt (5 no'lu örnek), bir örnek andezit (2 no'lu örnek) ve bir örnek de dasit (8 no'lu örnek) bölgesine düşmektedir (Şekil 3b). Bu diyagramlarda dağılık trendler elde edildiğinden duraylı elementlere göre hazırlanmış  $Zr/TiO_2 - Nb/Y$  değişim diyagramı (Winchester and Floyd, 1977) kullanılmış ve örneklerin bazalt, andezitik bazalt bölgesine düştüğü görülmüştür (Şekil 4). Bu diyagramda tanımlanan bazalt ve bazaltik andezit kayaçlarının yanısıra optik mikroskopik incelemelerde andezit ve diyabaz türü kayaçlarda tanımlanmıştır. Bu volkanik kayaçların mineralojik-petrografik özellikleri şöyledir.

**1. Bazaltlar:** Mikroskopik incelemede, holokristalin porfirik, hipokristalin porfirik dokulu olarak gözlenen bazaltlar, ince taneli ve porfirik dokuludurlar. Hamur, plajiyoklas mikrolitleri + klorit + kalsit + küçük öjit kristallerinden oluşabildiği gibi, volkan camı + plajiyoklas mikrolitleri + klorit + opak minerallerden de meydana gelebilmektedir.

Hamuru oluşturan volkan camı yer yer silisleşme yer yer kloritleşme-opaklaşma türü bozunmalara uğramıştır. Hamurun bu özelliğinden dolayı bazı örneklerde pilotaksitik doku, bazı örneklerde ise intersertal doku gelişmiştir. Mineralojik bileşim, plajiyoklas + öjit + biyotit fenokristalleri ile ikincil olarak gelişmiş, klorit + kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Tali bileşen olarak apatit ve opak mineraller görülmektedir.

Mikrolitler ve fenokristal halde bulunan plajiyoklas minerallerinin fenokristal olanları yaygın zonlu doku göstermekte; yarı özşekilli, prizmatik biçimli ve yer yer kloritleşme-karbonatlaşma türü bozunmalara uğramış olarak gözlenmektedir.

Öjit mineralleri fenokristal olarak gözlenebildiği gibi, hamur içerisinde küçük kristaller halinde de izlenmektedir. Yarı özşekilli, prizmatik, sekizgen biçimlerde gözlenen öjit mineralleri rensiz veya soluk yeşil renklindedir. Prizmatik olanlarda tek yönde gelişmiş dilinime göre yaklaşık 40°'lik bir sönme açısına sahip iken,



Sekil 1. Çalışma alanının jeoloji haritası.  
Figure 1. The geological mapping of the studied area.

YAŞ	GRUP	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR/EXPLANATIONS	
						LİTOLOJİK	PALEONTOLOJİK
PLİYOSEN		İNCESU		Ti	Alüvyon A.U. Kumtasi		
ÜST KRETASE	TEKELİDAĞI KARIŞIĞI	Kamışığın Başı Ultramafiit		Ktk	Çakiltasi A.U. Serpantin, ultramafik kayalar T.D.	Volkanoklastikler	Siderolites calcitropoides Sirtina orbitoidiformis Smoutina craysi Lepidorbitoides sp. Bryozoa Alodasona sp. Dentalia sp. Mississippina sp. Praestorsella Anomalina sp. Planorbulina sp. Cideina sözeri Orbitoides apicalatus Lepidorbitoides minör. Orbitsida sp. Miscallanad sp. Meldoesia sp.
ORTA-ÜST EOSEN	SEYİHALIL	ALICIK		Kta	Volkanikler T.D.	Kirmizi, pembe renkli pelajik kçt.	
ORTA-ÜST EOSEN	SEYİHALIL	ALICIK		Kts	Kumlu kçt. T.D.	Piroklastik kayalar Tüf, aglomera volkanojen kumtasi	
ORTA-ÜST EOSEN	SEYİHALIL	ALICIK		Tka	Lav akintisi Andezit, Bazalt	Marn Kiltasi Kumtasi	
ALT-ORTA EOSEN	TOKUŞ	Asar		Ttb	Neritik kçt.	Taban çakiltasi A.U.	Nummulites sp. Ranikothalia sp.
ALT-ORTA EOSEN	TOKUŞ	Susuz Dağ		Tts	Kalksist Mikasist Gnays		
PALEOZOYİK	AKDAĞMADENİ LİTODEMİ			Pzrmz			

Şekil 2. Çalışma alanının genleştirilmiş tektonostratigrafik dikme kesiti.  
Figure 2. Generalized tectonostratigraphical columnar section of the studied area.

**Tablo 1.** Kaletepe Volkaniklerine ait kayaç örneklerinin tümkayaç ana (% ağırlık) element kimyasal analiz sonuçları.  
**Table 1.** Whole rock major (wt %) and trace (ppm) element chemical analysis results of the Kaletepe volcanics

Örnek	Kayaç	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AK	Toplam
1	Traki-andezit	57.67	17.62	0.81	6.09	0.06	5.50	3.47	4.41	2.45	0.07	2.14	100.29
2	Andezit	59.59	17.10	0.61	5.12	0.05	5.50	5.29	2.90	2.22	0.14	1.59	100.11
3	Bazanit	47.27	16.38	0.95	7.26	0.12	7.85	7.72	4.29	2.01	0.37	5.37	99.59
4	Traki-andezit	59.78	17.29	0.71	5.56	0.07	3.15	5.82	4.06	2.53	0.28	0.56	99.81
5	Traki-bazalt	48.74	18.72	0.88	7.45	0.12	5.31	6.63	5.43	1.34	0.28	5.51	100.41
6	Traki-andezit	61.48	16.03	0.55	5.28	0.08	4.45	4.25	4.86	1.97	0.15	1.39	100.49
7	Bazaltik tr-an	53.87	16.36	0.95	8.48	0.14	7.15	4.11	4.63	1.90	0.05	2.56	100.20
8	Dasit	64.28	16.90	0.64	4.80	0.06	2.51	4.20	4.60	1.91	0.05	0.52	100.47

Açıklama: tFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ferik demir cinsinden toplam demir oksiti gösterir. AK: Ateşte kayıp

**Tablo 2.** Kaletepe Volkaniklerine ait kayaç örneklerinin eser element (ppm) kimyasal analiz sonuçları.  
**Table 2.** Whole rock trace (ppm) element chemical analysis results of the Kaletepe volcanics

Örnek No	Cr	Ni	Co	Cu	Pb	Zn	Rb	Ba	Sr	Ga	Nb	Zr	Y	Th
1	88	14	21	15	12	78	58	780	532	19	19	198	11	14
2	84	17	18	21	7	61	46	615	465	18	9	139	12	8
3	258	127	25	19	7	71	53	582	561	15	14	142	16	5
4	24	0	19	26	17	80	75	936	617	16	11	184	20	7
5	28	0	26	31	15	81	32	626	540	16	9	119	13	2
6	49	0	19	35	24	76	56	921	426	17	8	138	15	5
7	127	16	28	53	32	82	40	854	727	16	8	150	8	5
8	34	0	17	21	10	70	54	731	478	18	9	153	11	6

sekizgen kesitlerinde ise çift yönde gelişmiş yaklaşık birbirine dik dilinimlenmeler görülmektedir. Bazı öjit minerallerinde ise karlsbat ikizlenmesi gözlenmektedir.

Biyotit mineralleri bazı kesitlerde bulunmakta, levhamsı-prizmatik biçimlerde, kızılımsı kahverengi görünümde ve opaklaşma göstermesiyle karakteristiktir. Ayrıca biyotitlerde, biyotit etrafında plajiyoklas ve öjit kristallerinin dizilimi ile karakterize olan biyotit gözlü dokusu gözlenmektedir.

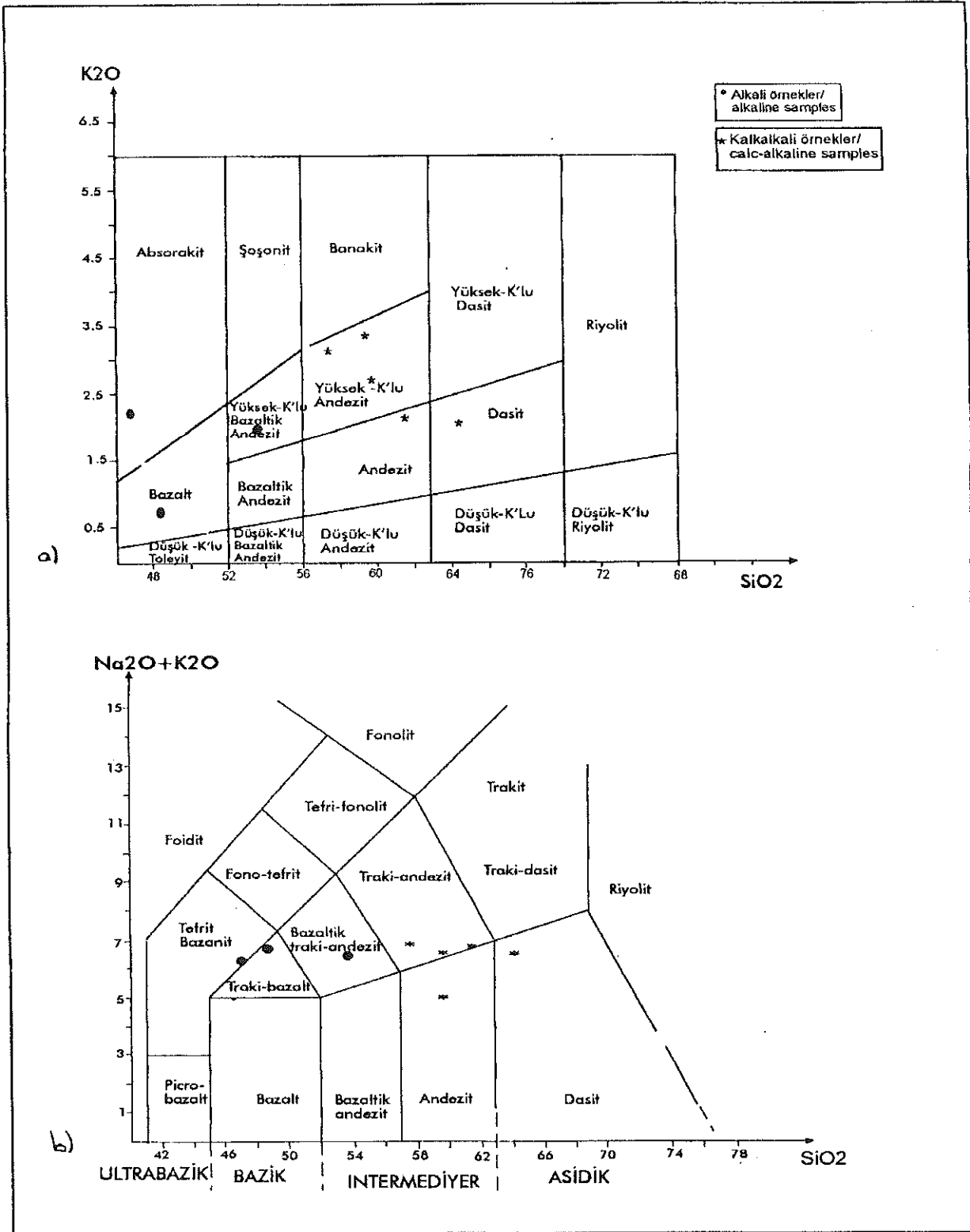
Bazaltlarda gözlenen yaygın bozunmalar kloritleşme, silisleşme, zeolitleşme türü bozunmalar olup, bunlar hidrotermal alterasyon ürünüdür. Bozunmalar fenokristallerin bozunmasıyla olduğu gibi hamur içerisindeki gaz boşluklarındaki (amigdaloidal dokunun geliştiği) ikincil bozunmalar şeklinde de gözlenmektedir. Genellikle iğnemsî, ışınal görümlü, soluk yeşil renkli

özelliklere sahip klorit mineralleri bozunma ürünü olarak oluşmuşlardır.

Zeolit oluşumları ise, jel şeklindeki zeolitin boşluklarda dıştan içe veya içten dışa doğru kristalin olmayan özellikten kristalin özelliğe geçişi ile karakteristiktir. Zeolitler sarımsı renkli olarak gözlenmekte ve kenar zonlarda kahverenkli bir zona sahiptir.

Silisleşmeler, opal ve kalsedon oluşumları şeklinde olup, volkan camından itibaren gelişmiştir. Opak mineraller diğer bozunmalarla birlikte gelişebildiği gibi, kayaç içerisinde saçınımlı, kepeğimsi oluşumlar şeklinde de gözlenmektedir.

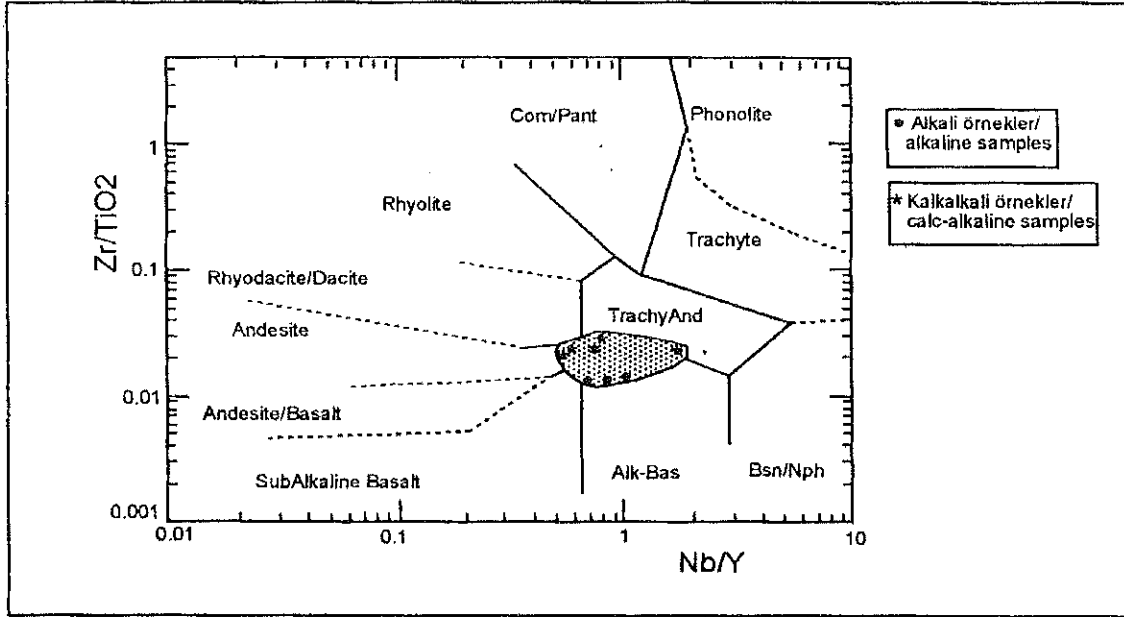
**2. Bazaltik andezitler:** Bazı örneklerin kimyasal isimlendirme diyagramında bazaltik andezit bölgesine düşmektedir (bkz. Şekil 3). Bunların mikroskopik tanımlamaları da bazaltik andezit karakterinde olduğuna



Şekil 3a. a. Kaletpe volkaniklerinin  $K_2O$ -  $SiO_2$  isimlendirme diyagramındaki (Le Bas ve diğ., 1986).

b. Total alkali ( $K_2O+Na_2O$ ) -  $SiO_2$  diyagramındaki (Pecerillo and Taylor, 1986) konumları.

Figure 3a.  $K_2O$  versus  $SiO_2$  (Le Bas et al., 1986) and b. Total alkali ( $K_2O+Na_2O$ ) versus  $SiO_2$  (Pecerillo and Taylor, 1986) variation diagrams for Kaletpe volcanics.



Şekil 4.  $Zr/TiO_2$ - $Nb/Y$  değişim diyagramında (Winchester and Floyd, 1977) Eosen yaşlı Kaletpe Volkaniklerinin konumu.  
Figure 4.  $Zr/TiO_2$  versus  $Nb/Y$  variation diagram for Kaletpe volcanics (Winchester and Floyd, 1977).

göstermektedir. Bazaltlarla benzer mineralojik ve dokusal özellikler gösteren bazaltik andezitlerin ayırt edici özelliği, mineralojik bileşiminde hornblend minerallerinin varlığıdır. Fakat hornblendin miktarı öjit minerallerine göre daha fazladır.

Hornblendler yarı özşekilli, özşekilli, prizmatik-altıgen biçimlerde, bazı kesitlerde magma tarafından kemirilmiş olarak gözlenmektedir. Ayrıca hornblend minerallerinde kloritleşme türü bozunmaların varlığı belirlenmiştir. Andezitlerde gözlenen öjit minerallerinde denge kristalizasyonu sonucu hornblend minerallerine dönüşüm görülmektedir.

Karbonatlaşma ve zeolitleşme türü bozunmalar hamur içerisindeki gaz boşluklarından itibaren gelişmiştir.

**3. Andezitler:** Taştepe Üyesi içerisinde gözlenen andezitik kayalar, holokristalin porfirik ve hipokristalin porfirik dokulu olup, hamuru plajiyoklaz mikrolitleri + piroksen fenokristalleri ile ikincil olarak oluşmuş kalsit + klorit mineralleri ve opak minerallerden oluşurken; diğer bir grubu ise volkan camı + plajiyoklaz mikrolitleri + hornblend kristalleri + öjit kristalleri ve opak minerallerden oluşmaktadır. Mineralojik bileşim plajiyoklaz + hornblend + öjit + opak mineraller ile ikincil olarak oluşmuş klorit + kalsit minerallerinden meydana gelmektedir.

Plajiyoklaslar, fenokristaller ve hamur içerisinde mikrolitler şeklinde ve yarı özşekilli, prizmatik biçimli, polisentetik ikizlenmeli olarak görülmektedir.

Hornblend mineralleri yarı özşekilli, prizmatik-altıgen biçimli, yeşil renkli, yeşilden kahverengimsi yeşile değişen bir pleokroyizma özelliğine sahip olup, altıgen olanlarda çift yönde dilinim (dilinimler arası dar açı  $52^\circ$ ), prizmatik olanlarda ise tek yönde dilinimlenmeye sahiptir. Dilinimine göre sönme açısı  $18^\circ$ - $24^\circ$  arasında değişmektedir. Hornblend mineralleri kenarlarından itibaren opasitleşmiş olarak gözlenmektedir.

Klorit ve kalsit oluşumları fenokristallerden bozunma ile oluşabildiği gibi, hamur içerisinde boşluk dolgusu şeklinde de izlenir.

**4. Diyabazlar:** Taştepe Üyesi volkanitleri içerisinde damar şeklinde gözlenen mafik, ince taneli volkanik damar kayalarının mikroskopik incelemesi sonucu bunların mineralojik ve dokusal özelliklerinin bazaltlar ve andezitlerden farklı olduğu saptanmıştır. Dokusal olarak holokristalin porfirik dokunun yanısıra glemeroporfirik doku (öjit ve plajiyoklaz fenokristalleri kümeler oluşturmakta) ve diyabazik doku göstermektedir. Hamur plajiyoklaz mikrolitleri + kloritleşmiş-zeolitlenmiş volkan camı + serpantinleşmiş olivin kristalleri + öjit kristalleri ve opak minerallerden oluşmaktadır. Dokusal olarak bazaltlardan oldukça farklılık sunan diyabazlar, mineralojik olarak farklılık göstermektedir. Mineralojik bileşimi plajiyoklaz + öjit + olivin + biyotit + iğnemsis apatit + opak minerallerden oluşmaktadır.

Plajiyoklaz fenokristalleri çubuğumsu prizmatik biçimde, yer yer fenokristal kümeleri halinde öjitlerle beraber bulunmaktadır.

Olivin mineralleri altıgen, düzensiz çatlaklara sahip, bu çatlaklar boyunca serpantinleşme ve iddingsitleşme-talklaşma ve kloritleşme türü bozunmalardan dolayı adacıklar şeklinde korunmuş ve ağ dokusu meydana getirmiş bir şekilde gözlenmektedir.

Biyotit mineralleri, çubuğumsu-iğnemsî biçimlerde, kahverenkli, açık sarıdan koyu kahverengiye değişen kuvvetli bir pleokroyizma göstermektedir.

Tali mineral olarak iğnemsî biçimli apatitler yaygındır. Bu apatitlerin varlığı eş yaşlı felsik ve mafik özellikli iki farklı magmanın karışmasını (magma mixing) gösteren özel dokular olabilir, bunların daha fazla veriyle desteklenmesi gereklidir (Didier and Barbarin 1991; Yılmaz ve Böztaş, 1994).

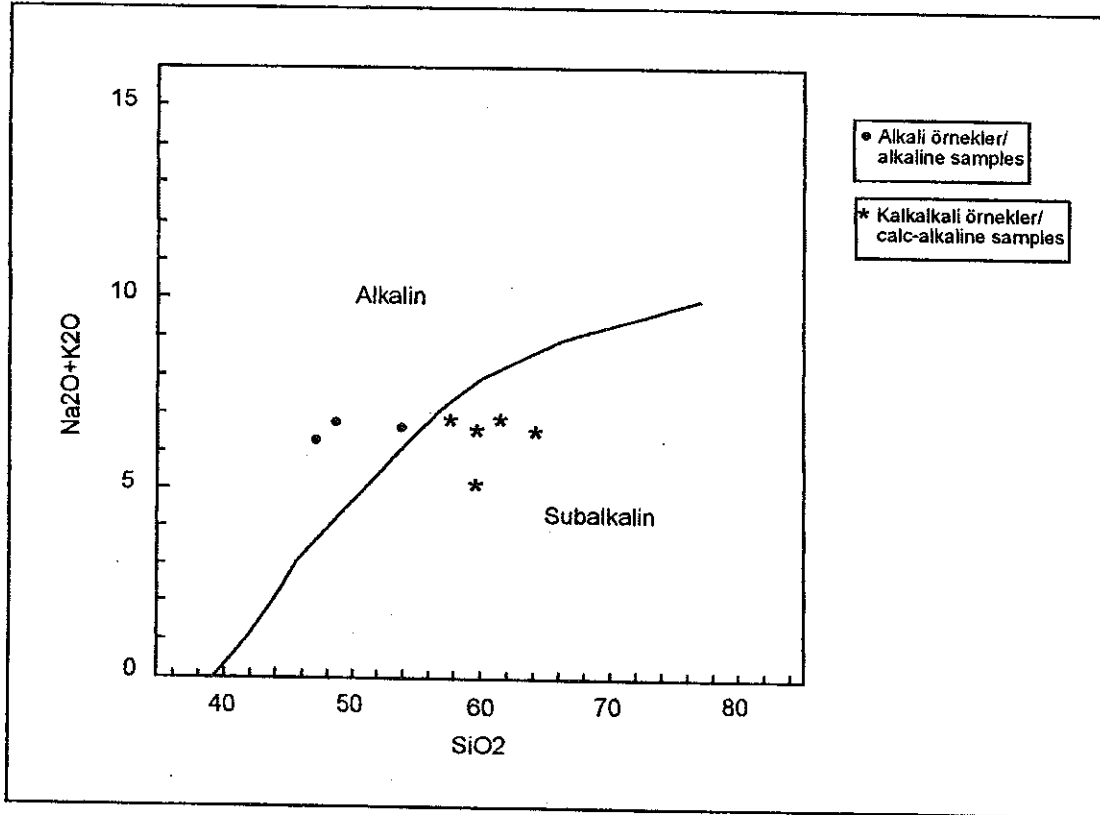
Kayaçta bozunma türleri olarak serpantinleşme-iddingsitleşme-talklaşmanın yanısıra zeolitleşme ve kloritleşme türü bozunmalarda hem fenokristallerden, hem de hamur içerisindeki boşluklardan itibaren gelişmiştir.

### JEOKİMYASAL İNCELEME

Çalışma alanında belirlenen Eosen yaşlı Kaletpe volkaniklerinden elde edilen kayaç örneklerinin mine-

ralojik-petrografik özellikleri ile jeokimyasal veriler birleştirilerek, bölgede yüzeyleyen magmatik-volkanik kayaçların evrimine bir yaklaşımda bulunulmuştur.

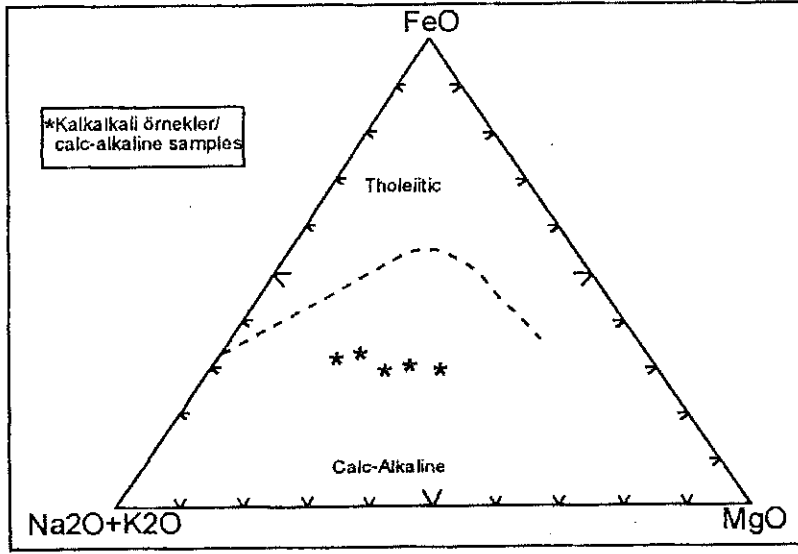
Eosen yaşlı Kaletpe volkanikleri kayaç örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarının (Tablo 1-2) çeşitli diyagramlarda değerlendirilmesi ile bu birimin bazı jeokimyasal özellikleri ortaya konmuştur. Major oksitlerden toplam alkalinlerin ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ )- $\text{SiO}_2$ 'ye göre değişim diyagramında (Rickwood, 1989) bu volkaniklere ait kayaç örneklerinin beş tanesi subalkalin bölgede, üç tanesi ise alkalin bölgede konumlanmıştır (Şekil 5). Subalkalin özellikli kayaç örneklerinin AFM üçgen diyagramında (Irvine and Baragar, 1971) tamamı kalkalkalin bölgeye düşmektedir (Şekil 6).  $\text{K}_2\text{O}$ - $\text{SiO}_2$  değişim diyagramında (Le Maitre ve diğ., 1989) ise orta-yüksek potasyumlu alanda yer almaktadır (Şekil 7). Ayrıca bazı oksit minerallerinin  $\text{SiO}_2$ 'ye göre değişim diyagramlarına bakıldığında alkalin ve subalkalin özellikte olan örneklerin birbirlerinden farklı davrandıkları gözlenmektedir (Şekil 8). Özellikle  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}_2$  değişim diyagramında alkalin özellikli (3, 5, 7 no'lu örnekler) olanların subalkalin olanlara göre demirce zengin oldukları, bu



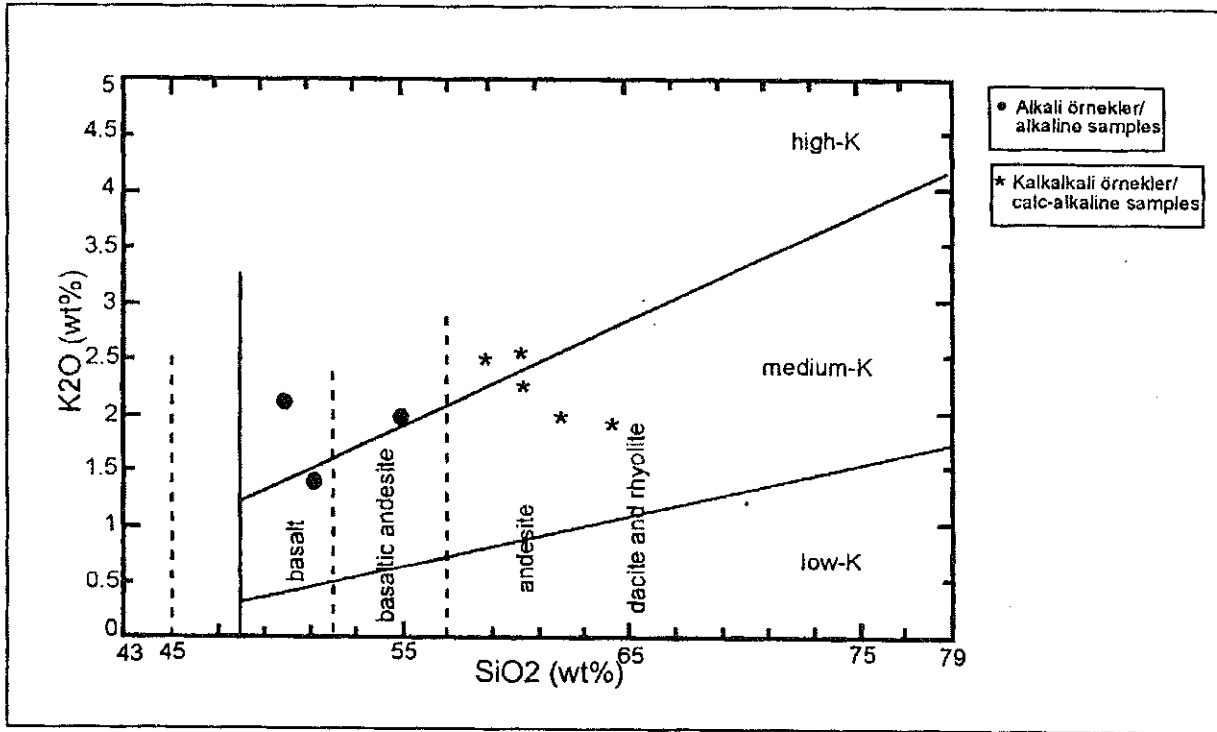
Şekil 5. Eosen yaşlı Kaletpe Volkaniklerinin toplam alkalinlerin ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ),  $\text{SiO}_2$ 'ye göre değişim diyagramındaki (Rickwood, 1989) konumu.

Figure 5. Kaletpe volcanics in the total alkalis ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) versus  $\text{SiO}_2$  variation diagram for Kaletpe volcanics (Rickwood, 1989).





Şekil 6. Subalkalin özellikli Kaletpe Volkaniklerinin AFM üçgen diyagramındaki (Irvine and Baragar 1971) konumu.  
Figure 6. AFM triangular diagram for Kaletpe volcanics (Irvine and Baragar, 1971).

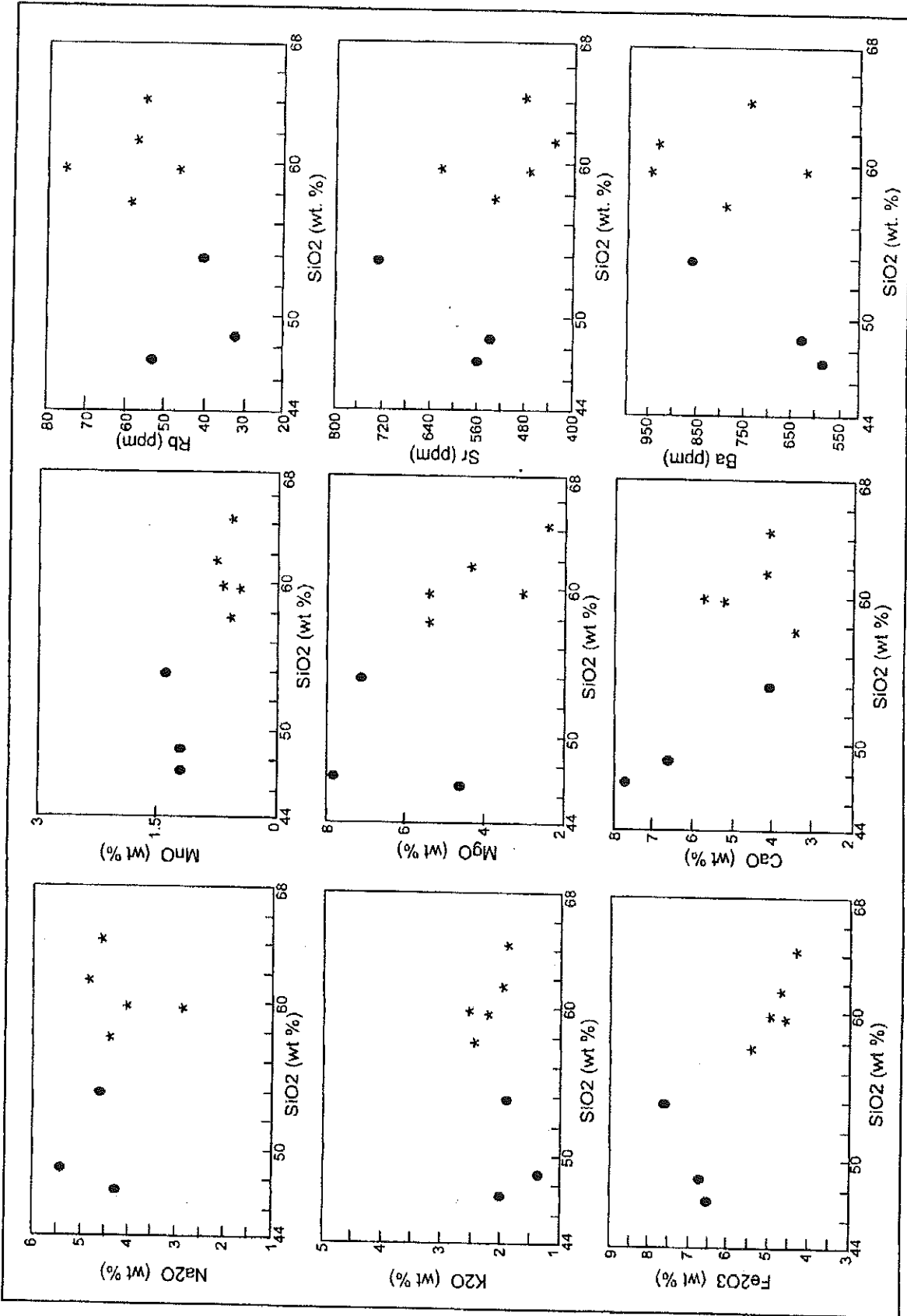


Şekil 7. Eosen yaşlı Kaletpe Volkaniklerinin  $K_2O$ - $SiO_2$  değişim diyagramındaki (Le Maitre ve diğ. 1989) konumu.  
Figure 7.  $K_2O$  versus  $SiO_2$  variation diagram for Kaletpe volcanics (Le Maitre et al., 1989).

trendin  $MgO$  ve  $CaO$  diyagramlarında da benzer olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 8).

İz elementlere (Tablo 2) göre hazırlanan diyagramlardan, iz elementlerin  $SiO_2$ 'ye göre değişim diyagramındaki konumuna bakıldığında, alkalin olan üç örne-

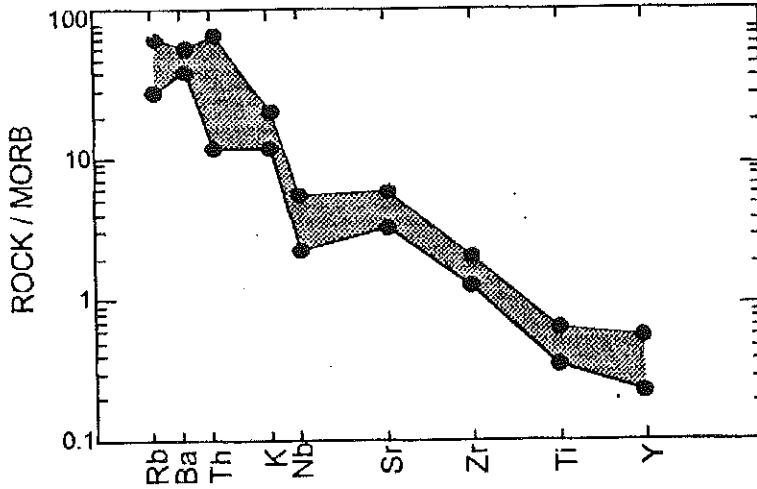
ğin diğerlerinden farklı davrandığı, özellikle  $Sr-SiO_2$  değişim diyagramında yüksekliğin varlığı göze çarpmaktadır (Şekil 8). İz elementlerin MORB'a göre normalleştirme diyagramında (Pearce ve diğ., 1984) özellikle Rb, Ba, K, Sr gibi büyük iyon yarıçaplı (LIL) elementlerde



Şekil 8. Kaletpe volkanik kayaların bazı major ve iz elementlerin SiO<sub>2</sub>'ye göre değişim diyagramı.  
Figure 8. Some major and trace elements versus SiO<sub>2</sub> variation diagrams for Kaletpe volcanics.

zenginleşmeler gözlenmektedir (Şekil 9). Bu tür zenginleşmeler ilksel magma oluşum ortamında özellikle yitim zonlarında üst manto malzemesinin düşük dereceli ergimesini gösterebileceği gibi (Pearce ve diğ., 1990) bazaltik bileşimdeki magmanın yüzeye çıkarken alt kıtasal kabuk tarafından kirlenmesini de göstermektedir (Wilson, 1989). Sr içeriğindeki pozitif anomali bu kayalarda çok zayıf olarak gözlenmektedir (Şekil 9). Th, Nb, Zr, Y gibi kalıcılığı yüksek (HFS) elementler LIL elementlerine göre daha düşük değerlere sahip olmasına rağmen Th, Nb gibi elementlerde az da olsa bir yükselmenin

tizma olaylarının Üst Kretase'de Neo-Tetis okyanusunun kuzey kolunun kapanmasıyla başlamakta (Şengör ve Yılmaz, 1983; Görür ve diğ., 1998) ve Anatolid-Pontid çarpışmasına kadar sürmektedir. Çarpışmayı takip eden evrede sıkışma rejiminin olduğu yerlerde kabuk kalınlaşması ve bunun arkasından ise gerilme rejimi meydana gelmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak çarpışma sonrası (post-COLL) kalkalin özellikle magmatizmanın plütonik türevleri özellikle Yozgat Batoliti, Kırşehir Masifi içerisinde yaygın olarak gözlenirken (Erlar ve Göncüoğlu,



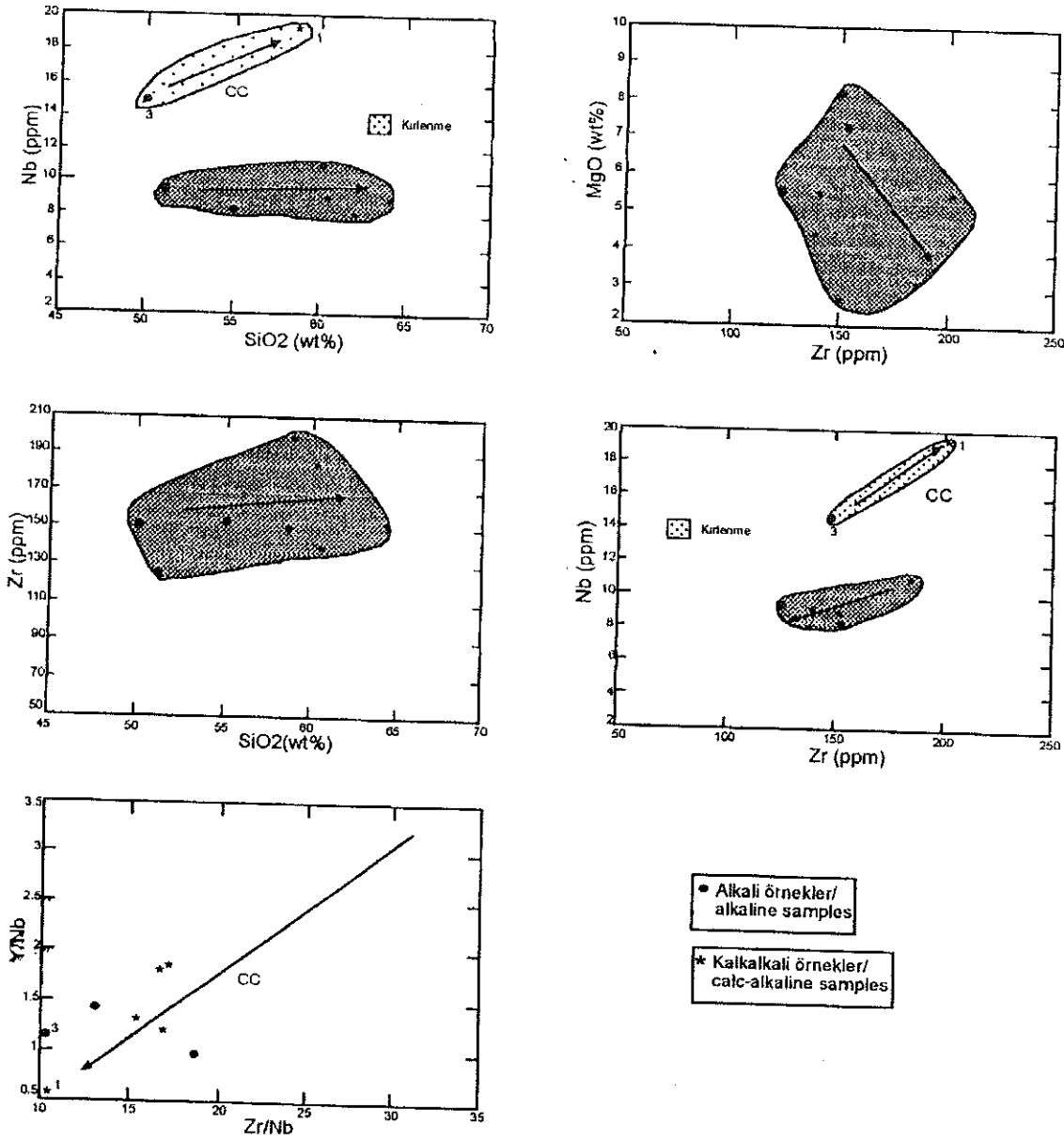
Şekil 9. Kalatepe Volkaniklerinin MORB'a (Pearce ve diğ., 1984) göre normalize edilmiş dağılım diyagramındaki konumu.  
Figure 9. MORB normalized trace elements for Kalatepe volcanics (normalized values from Pearce et al., 1984).

varlığından söz edilebilir. Kökensel olarak kıtasal kabuk kayalarında bol miktarda bulunan Nb elementi, Nb-SiO<sub>2</sub> değişim diyagramında özellikle iki örnekte (1 ve 3) çok yüksek orandadır (Şekil 10). Aynı özellik Nb-Zr değişim diyagramında da yine aynı iki örnekte görülmektedir. Bu özelliğin varlığı Eosen volkaniklerinde magma oluşumu esnasında kabuksal kirlenmenin (crustal contamination) olabileceğini gösterebilir. Kabuksal kirlenmeyi (CC) gösteren diğer bir diyagram ise Y/Nb-Zr/Nb değişim diyagramıdır (Wilson, 1989; Rollinson, 1993). Elde edilen fraksiyonlanma trendine göre fraksiyonlanma arttıkça Y ve Zr değerlerinde yükselme olması gerekirken, bunun aksine Nb içeriğinde yükselme ile negatif bir trend gözle çarpmaktadır (Şekil 10).

Çalışma alanında yüzeyleyen Eosen yaşlı Kalatepe volkaniklerinin jeotektonik ortamlarına bakıldığında, iz element diyagramlarından NbX<sub>2</sub>-Zr/4-Y üçgen diyagramında (Meschede, 1986) Kalatepe volkaniklerinin alkalın özellikte olanları plaka içi volkanikler (WPT) bölgesine konumlanmaktadır (Şekil 11).

Kalatepe volkanitleri bölgesel konum içerisinde değerlendirildiğinde; Orta Anadolu'da gelişen magma-

1996; Alpaslan ve Boztuğ, 1997; Boztuğ, 2000), gerilmeli rejimin ürünleri olarak ise çarpışma sonrası (post-COLL)-alkalin magmatizmanın hem plütonik hem de volkanik türevleri Sivas çevresinde, Yozgat Batoliti kayaları içerisinde ve Kırşehir masifi kayaları ile ilişkili olarak oluşmaktadır (Alpaslan, 2000; Boztuğ, 2000). Orta Anadolu'da bu gerilmeli rejim altında öncelikle geniş sedimanter havzaların gelişimi (Sivas Baseni, Konya Baseni vb) ve bu sedimantasyon havzalarına eşlik eden volkanik aktiviteler göze çarpmaktadır (Yılmaz ve diğ., 1994). Çalışma alanında tanımlanan çarpışma sonrası alkalın özellikli Kalatepe volkanikleri, çarpışma sonrası gerilmeli bir rejim altında üst manto malzemesinin düşük dereceli kısmi erimesiyle oluşan alkalın özellikli magmatizmanın ürünlerine bir örnek olarak değerlendirilebilmektedir. Kalatepe volkaniti kayalarında HFS elementlerine göre LIL elementlerinde bir zenginleşmenin varlığı, litosferik bir magma kaynağını (Notsu ve diğ., 1995; Keskin ve diğ., 1998 ve Aldanmaz ve diğ., 2000) ve bu kaynaktan da yitim süreçleri esnasında LIL elementlerince zenginleşme olabileceği ileri sürülebilir (Pearce ve diğ., 1990). Ayrıca Nb, Th, Zr gibi element-



Şekil 10. Kaletpe Volkaniklerinin Nb, Zr-SiO<sub>2</sub>, MgO-Zr, Nb-Zr ve Y/Nb-Zr/Nb değişim diyagramlarındaki konumu. CC, kabuksal kirlenmeyi gösterir.

Figure 10. Nb, Zr-SiO<sub>2</sub>, MgO-Zr and Y/Nb-Zr/Nb variation diagram for Kaletpe volcanics. CC, It is shown that crustal contamination.

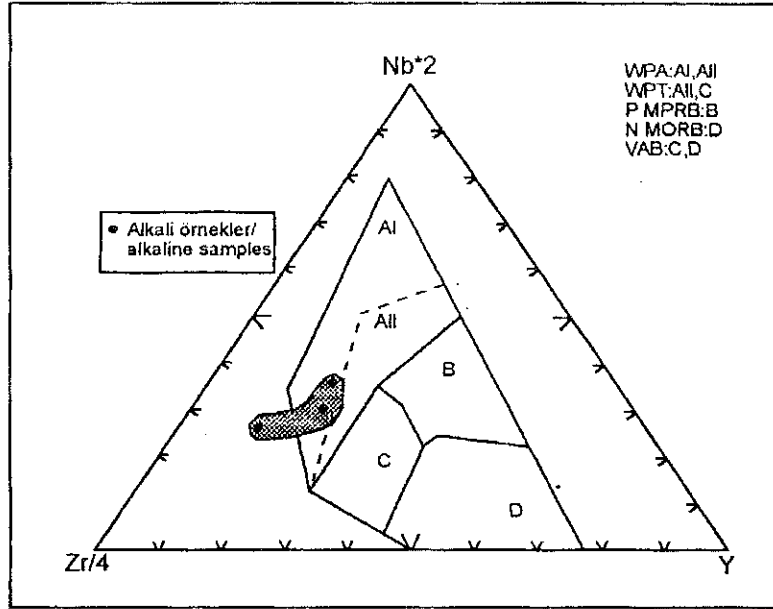
lerin kıtasal kabuk kayaçlarına göre (örneğin kıtasal kabukta ortalama 13 olan Nb elementi üst manto kayaçlarında 2.5, Kaletpe volkanitlerinde de 8-19 arasındadır) düşük, buna karşın üst manto malzemesi kayaçlarına göre ise yüksek oluşu, bu kayaçların oluşumu esnasında kabuksal kayaçlardan kirlenme süreçlerinin etkin olmuş olabileceğini düşündürmektedir.

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Çalışma alanında yüzeylenen ve Sivas baseni

içerisinde yer alan birimler stratigrafik olarak tanımlanmış ve bu birimler içerisinde Kaletpe volkaniklerinin konumu ortaya konulmuştur.

2. Bazalt, bazaltik andezit, andezit ve diyabaz türü kayaçlardan oluşan Kaletpe volkanikleri, holokristalin porfirik ve hipokristalin porfirik dokular göstermekte olup, volkan camı, plajiyoklaz mikrolitleri, klorit ve opak minerallerden oluşan bir hamur ile bu hamur içerisinde bulunan plajiyoklas, ojit, biyotit fenokristallerinden oluşmaktadır. Andezitler ise plajiyoklas mikrolitleri,



Şekil 11. İz element diyagramlarından Nb<sub>x</sub>2-Zr/4-Y üçgen diyagramında (Meschede, 1986) Kaletpe volkaniklerinin konumu.

Figure 11. Nb<sub>x</sub>2 - Zr/4 - Y triangular trace element diagram for Kaletpe volcanics (Mechede, 1986).

piroksen kristalleri, kalsit, klorit ve volkan camından oluşan bir hamur ile plajiyoklas, hornblend, öjit ve opak kristalleri içeren bir mineralojiye sahiptir.

3. Jeokimyasal özelliklerine göre Kaletpe volkanikleri, alkalın-subalkalin, orta-yüksek K'lu kalkalkalin (CALK), iz element verilerine göre LIL elementlerince ve bazı HFS elementlerince zenginleşmiş kayalardan oluşmaktadır.

4. Jeotektonik oluşum ortamı olarak Kaletpe volkanikleri çarpışma sonrası (post-COLL) alkalın özellikli, levha içi magmatizma özelliği gösteren, kıtasal kabuk katkısının da olduğu üst manto malzemesinin düşük dereceli kısmi erimesinden oluşmuş bir magma kaynağından türemiş olabileceği ileri sürülebilir.

5. Magmaların jeotektonik ortamlarını belirlemeye yönelik yorumların daha iyi desteklenebilmesi için bölgede yüzeylenen kayalarda REE, isotop (radyojenik isotoplardan, Sr, Nd, Pb isotop çalışmaları) jeokimyası ve jeokronolojik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

#### KATKI BELİRTME

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

#### SUMMARY

The Central Anatolia located in the convergence zone of Anatolides and Pontides which are the main tectonic units of Turkey. It has got large sedimentary basins

and varying magmatism in age and type. Magmatic rocks range between Upper Cretaceous-Eocene ages and have acidic, basic and intermediate characteristics.

Eocene aged volcanics of Yavu region between Akdağmadeni-Yıldızeli are named as Kaletpe volcanics and are located in autochthonous units. These volcanic rocks consist of basalt, andesite, basaltic andesite and diabase. As a mineralogical composition of basalts consist of plagioclase + augite ± hornblende minerals; basaltic andesites consist of plagioclase+hornblende ± pyroxene minerals and diabase rocks consist of plagioclase + augite minerals. In these rocks holocrystalline/hypocrystalline porphyric texture with some specific textures are developed. Specific textures are acicular apatite texture and plagioclase-biotite ocellar texture. Common alteration types in these rocks are carbonatization, chloritization, zeolitization and silification. As a result of these alterations calcite, chlorite, zeolite, epidote formed occur as secondary minerals.

According to geochemical characteristics, subalkaline ones of the alkaline-subalkaline rocks are generated by the calcalkaline (CALK) magma with medium-high K composition. The values of total Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in major oxide values and Sr contents are higher in alkaline rocks than calc-alkaline rocks. The LIL elements are higher than HFS elements and Nb raises in Y/Nb-Zr/Nb diagram. These data show a crustal contamination in addition to Nb, enrichment, the limited enrichment in Th, Zr elements supports these data.

Regarding the major and trace element data, and regional geological setting of Kaletepe volcanics. They are evaluated as products of post collisional (post-COLL) magmatism commonly observed in Central Anatolia. It is concluded that this kind of magmatism may occur in within plate magmatism environment from low degree melting of upper mantle material and during this time it undergoes a crustal contamination.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Alpaslan, M., 1993**, Yıldızeli metamorfitlelerinin petrolojik incelenmesi. C.Ü. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi, 359 s. (yayınlanmamış).
- Alpaslan, M., 2000**, Pazarcık Volkanitinin (Yıldızeli-Sivas) mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri. T.J.B. cilt 43, sayı 2, 49-60.
- Alpaslan, M. ve Boztuğ, D., 1997**, The co-existence of the syn-COLG and post-COLG plutons in the Yıldızeli (West of Sivas), Turkish Journal of Earth Sciences, 6, 1-12.
- Alpaslan, M. ve Terzioğlu, N., 1998**, Pontidlerde çarpışma sonrası volkanizmaya bir örnek: Sürmeli Volkaniti (Taşova-Amasya), C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri-A, Yerbilimleri, 15, 1, 13-20.
- Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. and Mitchell, J.G., 2000**, Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in Western Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, v.102 (1-2), pp. 67-95, Oct, 2000.
- Boztuğ, D., 2000**, S-I-A-type intrusive associations: Geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia, Turkey, Bozkurt, E., Winchester, J.A. and Piper, J.D.A. (eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geol. Soc., London, Spec. Publ., 173, 441-458.
- Büyükönel, G., 1986**, Yozgat yöresi volkanitlerinin asal ve iz elementlerinin dağılımı, MTA Dergisi, 105-106.
- Çerikçioğlu, B., 1997**, Yıldızeli-Akdağmadeni arasındaki (Yavru çevresi) volkanik ve volkanosedimanter kayaların mineraloji-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi. C.Ü.Fen Bilimleri Ens. Yük. Lisans tezi, 121s. (yayınlanmamış).
- Didier, J. and Barbarin, B., 1991**, The different types of enclaves in granites-Nomenclature: In: Didier, J. and Barbarin, B. (1991a), Enclaves and Granite Petrology, Developments in Petrology, 13, Elsevier, 19-24.
- Ercanlı, E., 1997**, Yavru (Yıldızeli-Sivas) yöresinde Orta Anadolu Bindirme Kuşağının tektonostratigrafisi ve deformasyon biçimi. C.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yük. Lisans Tezi, 58s. (yayınlanmamış).
- Erlor, A. ve Göncüoğlu, M.C., 1996**, Geologic and tectonic setting of the Yozgat batholith, Northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, International Geology Review, 38, 714-726.
- Erkan, Y., 1981**, Orta Anadolu Masifi'nin metamorfizması üzerinde yapılmış çalışmalarında varılan sonuçlar, İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu TJK. yayını, 9-12.
- Gençalioğlu-Kuşçu, G. and Floyd, P.A., 1995**, Preliminary data on petrography and geochemistry of dacites and rhyodacites from Saraykent region, Yozgat, Central Anatolia, Turkey, IESCA Proceeding, p:339-414.
- Govindaraju, K., 1989**, 1989 compilation of working values and sample description for 272 geostandards. Geostandards Newsletter, 13, 1-113.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Erlor, A. ve Yahnız, K., 1994**, Orta Anadolu Masifinin Doğu Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 4: Orta Anadolu Masifinin Sivas Baseni ile ilişkisi, ODTÜ-TPOA Proje Rap., 135 s. (yayınlanmamış).
- Görür, N., Tüsüz, O. and Şengör, A.M.C., 1998**, Tectonic evolution of the Central Anatolian basins. Inter. Geology Review, 40, 831-850.
- Harris, N.B.W., Pearce, J.A. and Tindle, A.G., 1986**, Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. In: Coward, M.P. and Ries, A.C. (eds.), Collision tectonics. Spec. Publ. Geol. Soc., 19, 67-81.
- Haspolat, Z., 2000**, Orta Anadolu Bindirme Kuşağının Sulusaray (Tokat)-Bayazıt (Yıldızeli-Sivas) arasındaki kesiminin jeolojik özellikleri. C.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. 64 s. (yayınlanmamış).
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., 1971**, A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. Can. Jour. Earth Sci., 8, 523-548.
- Keskin, M., Pearce, J.A. and Mitchell, J.G., 1998**, Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, North Eastern Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, v.85/1-4, pp.355-404.
- Koçbulut, F., 1998**, Orta Anadolu Bindirme Kuşağının Alicik-Kızıllı (Akdağmadeni-Yıldızeli) yöresindeki jeolojik özellikleri. Yüksek Mühendislik Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 94 s (yayınlanmamış).

- Kuşçu, G. and Floyd, P.A., 1998**, Magma mingling in Saraykent volcanic: mineral chemistry evidence, Third International Turkish Geology Symposium, Abstracts, 160.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986**, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram, *Journal of Petrology*, v. 27, pp. 745-750.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woodley, A.R. and Zanettin, B., 1989**, A classification of igneous rocks and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Sub-commission of the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell Sci. Publ., 193 pp.
- Meschede, M., 1986**, A Method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagrams. *Chem. Geol.* 56, 207-218.
- Mesci, B.L., 1998**, Orta Anadolu Bindirme Kuşağının Çobansaray-Karakaya (Yıldızeli KB) arasındaki kesiminin jeolojik özellikleri. Yüksek Mühendislik Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 85 s. (yayınlanmamış).
- Notsu, K., Fujitani, T., Ui., Matsuda, J. and Ercan, T., 1995**, Geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 64, pp. 171-192.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M., Tekeli, O., 1980**, Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir masifi arasının temel jeolojisi, MTA Rapor no: 6722.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. and Mitchell, J.G., 1990**, Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 44, pp. 189-229.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W., and Tindle, A.G., 1984**, Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Jour. Petrol.*, 25, 956-983.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R., 1976**, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 58, pp. 63-81.
- Rickwood, P.C., 1989**, Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. *Lithos*, 22, 247-263.
- Rollinson, H. R., 1993**, Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation. Longman Scientific and Technical, John Wiley and Sons, 352 pp.
- Tatar, Y., 1977**, Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi. MTA dergisi 88, 56-72.
- Wilson, M., 1989**, Igneous Petrogenesis, London, Unwin-Hyman, pp.456.
- Winchester, J.A. and Floyd, P.A., 1977**, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geol.*, 20, 325-343.
- Yalçın, H., 1997**, Eosen yaşlı denizaltı volkanizması ile ilişkili İç Kuzey Anadolu zeolit oluşumları. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri-A Yerbilimleri, 14, 43-56.
- Yılmaz, A., 1980**, Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı ve diğer birimlerle ilişkisi. A.Ü. Fen Fak., Doktora tezi, 136 s. (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoglu, T., Ağan A., Göç, D., Aydın, N., Kallioğlu, A., İnal, A., Erkan, N.E., 1994**, Akdağ Masifi (Sivas) ve dolayının jeolojisi incelemesi. MTA. Rapor no: 9721 (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoglu, T., Ağan A., Göç, D., Aydın, N., 1995**, Akdağ Masifi (Sivas) ve dolayının jeoloji incelemesi. MTA Dergisi, 117, 125-138.
- Yılmaz, Y. ve Tüysüz, O., 1984**, Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya arasındaki bölgenin jeolojisi (İlgaz-Kargı masiflerinin etüdü). MTA Rap., 275 s.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D., 1994**, Granitoid petrojenezinde magma mingling/mixing kavramı. *Jeoloji Mühendisliği*, 44-45, 1-20.

Makalenin geliş tarihi : 16.04.2001  
Makalenin yayına kabul tarihi : 18.06.2001  
Received : April 16, 2001  
Accepted : June 18, 2001