

# Doğu Karadeniz bölgesinde Pliyosen yaşlı Erdembaba volkanitlerinin petrolojisi ve kökensel yorumu

**Petrology and the genetic implications of Erdembaba volcanics of Pliocene age in the Eastern Black Sea region, Turkey.**

M. NURİ TERZİOĞLU, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas.

**ÖZ :** Pontidlerin orta kesiminde yeralan Erdembaba volkanitlerinin petrolojik inceleme sonuçları ortaya konularak, volkanizmanın oluşum koşulları ile kökeni açıklanmıştır. Pliyosen yaşlı volkanikler hiyalodasit türde olup, ortaç asidik kalkalkalen niteliktedirler. Petrokimyasal özellikleri gözönüne alındığında, volkanizmanın kıtasal kabuk kökenli olduğu ve anateksi sonucu oluştuğu belirlenmiştir.

**ABSTRACT:** Petrological analyses of the Erdembaba volcanics in the Central Pontides region are investigated and the mode of formation and genesis are interpreted. Pliocene volcanism is hyalodacitic showing characters of intermediate acidic rocks of the calcalkaline series. Petrochemical characteristics of the Erdembaba volcanics point out that they might have been originated from continental crust as a result of anatexis.

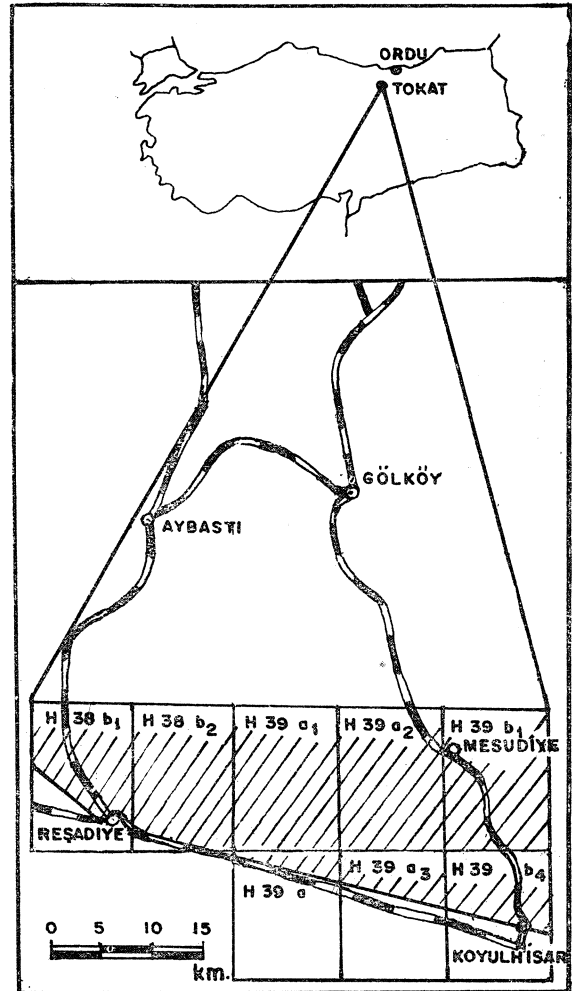
## GİRİŞ

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Erdembaba volkanitleri, Doğu Pontidlerin orta kesiminde yer almakta ve Kelkit vadisinin Reşadiye ile Koyulhisar ilçeleri arasında kalan kısmın kuzeyinde yaklaşık 175 km<sup>2</sup> lik bir alanda yayılım göstermektedir (Şekil 1).

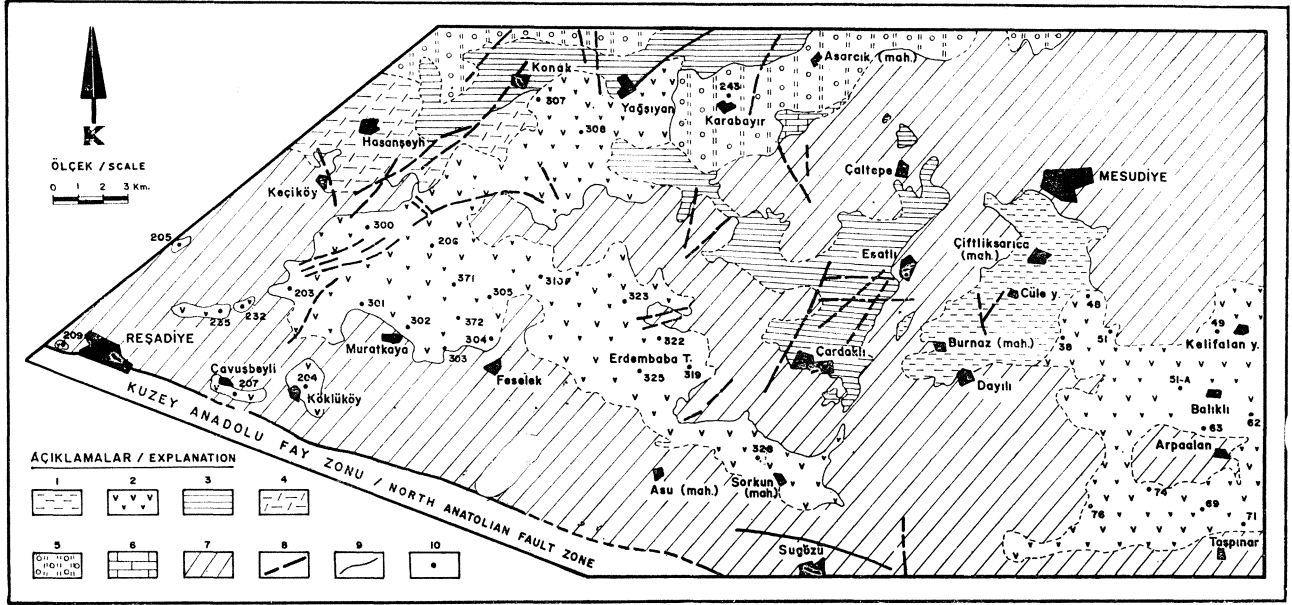
İnceleme yöresi ve çevresinde Tchihatcheff (1869), Blumenthal (1945), Erentöz (1950), Atak (1960), Gök-sü (1960), Gedikoğlu (1970), Seymen (1975), Baş (1979), Terlemez ve Yılmaz (1980) çeşitli ölçekte jeolojik harita alımı, cevher yatakları prospeksiyonu, stratigrafi ve petrokimya çalışmaları yapmışlardır. Bölgenin özellikle Tersiyer yaşlı volkanitler ile kaplı kısmı yazar tarafından (Terzioğlu, 1983) incelenmiştir (Şekil 2).

Erdembaba volkanitleri, Neojen - Kuvaterner yaşlı Erdembaba Formasyonunun (Terzioğlu, 1983) bir üyesi olup, aynı formasyona ait Üst Miyosen yaşlı Kuyucak bazaltı üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır (Şekil 3). Ayrıca bu birim Eosen yaşlı Yeşilce Formasyonunun (Terlemez ve Yılmaz, 1980) Hasanşeyh bazaltı (Üst Lütesiyen - Priaboniyen?) ile Üst Kretase yaşlı Mesudiye - Reşadiye Formasyonu (Terlemez ve Yılmaz, 1980) üzerinde uyumsuz olarak gözlenmektedir. Birim üstte ise Erdembaba Formasyonunun Kuvaterner yaşlı Cüle volkanitleri tarafından uyumsuz olarak örtülür. Yaklaşık 300 m. kalınlık gösteren birimin yaşı çalışma alanındaki diğer birimlerle olan ilişkisine göre Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

Saha çalışmaları sırasında bu birimden petrografik ve jeokimyasal incelemeler için bozunmamış taze örnekler alınmıştır. Petrografik incelemeler yardımıyla, jeokimyasal incelemeler için seçilen örnekler üzerinde majör ve iz element analizleri yapılmıştır.



Şekil 1 : İnceleme alanının yer buldum haritası.  
Figure I : Location map of the investigated area.



Şekil 2 : İnceleme alanının jeoloji haritası (Terlemez ve Yılmaz, 1980; Terzioğlu, 1983).

1. Cüle volkanitleri; 2. Erdembaba vol\* kanitleri; 3. Kuyucak bazaltı; 4. Hasansayh platobazaltı; 5. Hatipli volkanodetritikleri; 6. Selecik kireçtaşı; 7. Mesudiye -Reşadiye formasyonu; 8. Fay; 9. Dokanak; 10. Kimyasal analiz için örnek alınan yerler.

Figure 2 : Geological map of the investigated area. (Terlemez ve Yılmaz, 1980; Terzioğlu, 1983).

1. Cüle volcanics; 2. Erdembaba volcanics; 3. Kuyucak basalt; 4. Hasansayh floodbasalt; 5. Hatipli volcanodetritics; 6. Selecik limestone; 7. Mesudiye - Reşadiye formation; 8. Fault; 9. Contact; 10. Sample locations for chemical analyses.

Jeokimyasal çalışmalar için alınan örnek yerleri Şekil 2'de görülmektedir. Örneklerin kimyasal analizleri Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Merkez Kimya Laboratuvarlarında yapılmış olup  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  ve  $\text{P}_2\text{O}_5$  analizlerinde kolorimetrik spektrofotometre,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}^+$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{MnO}$  analizlerinde atomik absorpsiyon spektrofotometre yöntemleri kullanılmıştır.  $\text{FeO}$  analizleri volumetri yöntemiyle yapılmıştır.  $\text{Rb}$ ,  $\text{Sr}$ ,  $\text{Y}$ ,  $\text{Nb}$  ve  $\text{Zr}$  iz elementlerinin analizlerinde X ışınları flüoresens spektrofotometre yöntemi kullanılmıştır. Bütün analizler iki kez tekrarlanmış ve matris düzeltme işlemleri de yapılmıştır.

C.I.P.W. normları hesaplanırken, kimyasal analiz sonuçlarındaki %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  değerleri, ikincil oksidasyon sonucu normatif bileşimde gelişebilecek olan yanlıgıları önlemek amacıyla Irvine ve Baragar'ın (1971) geliştirdikleri %  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \% \text{TiO}_2 + 1.5$  eşitliğine uygun olarak düzeltilmiştir. C.I.P.W. normları, Hacettepe Üniversitesi Bilgi İşlem Merkezinde Torun ve diğerleri (1978) tarafından derlenen bir programla hesaplanmıştır.

Bu yayında, Erdembaba volkanitlerinin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenerek Pontidlerin jeolojik yapısıyla volkanizmanın bağdaşırılıgı aranması ve volkanitlerin oluşum ve yerleşim biçimine bir yaklaşım veya katkının belirlenmesi amaçlanmıştır.

#### ERDEMBABA VOLKANİTLERİNİN PETROGRAFİSİ

Erdembaba volkanitleri, renkleri siyahımsı gri, beyazımsı gri, pembe ve kızılımsı kahverengi arasında değişen andezitik lav akıntıları ve örtüleri şeklinde gözlenmektedir. Arazide lav akıntıları ve örtülerinin yanısıra cüf konileri de mevcuttur. Makroskobik olarak afanitik ve porfirik andezitler şeklinde iki gruba ayrılabilirler. Bunlardan afanitik andezitler, lavların % 15'ni oluştururlar. Mikroskopik olarak fluidal, yarıkristalen dokuya sahip olup özellikle ortopiroksen ve klinopiroksen kristallerinden oluşmuşlardır. Porfirik andezitler ise, genelde yarıkristalen porfirik, intersertal ender olarak da vitrofirik ve felsitik dokulu olup, afanitik andezitlerin aksine hornblend ve biyotit fenokristalleri içerirler. Volkanitlerin hamur maddesi plajiyoklaz ve opak mineral mikrolitleri ile volkanik camdan oluşmuştur. Porfirik yapılu andezitlerin bazı ince kesitlerinde volkanik camın yeniden kristalleştiği gözlenmiş ve seyrek olarak da küçük plajiyoklaz fenokristallerinin kenar zonlarında mikropegmatit oluşumlarına rastlanmıştır. Afanitik ve porfirik yapılu andezitler hacimsal olarak % 20-25 volkanik cam içermekte olup cam içeren kayalar olarak değerlendirilebilirler (Streckeisen, 1979). Kayalarda gözlenen minerallerin önemli özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

K-Feldspat : Porfirik andezitlerde az miktarda gözlenmekte olup 0.1 - 1.0 mm. büyüklüğünde, özçe-

ÜST SİSTEM EMBLEM		SİSTEM/ SYSTEM		SERİ/ SERIES		KAT/ STAGE		FORMASYON FORMATION		KALINLIK THICKNESS		İŞARETLER/ SYMBOLS		AÇIKLAMALAR / EXPLANATION	
K /		K /		K /		K /		K /		K /		K /		K /	
MESOZOYİK / MESOZOIC		KRETASE / CRETACEOUS		KRETASE / CRETACEOUS		KRETASE / CRETACEOUS		KRETASE / CRETACEOUS		KRETASE / CRETACEOUS		KRETASE / CRETACEOUS		KRETASE / CRETACEOUS	
C A I N O Z O J E N / P A L A E O G E N E		C A I N O Z O J E N / P A L A E O G E N E		C A I N O Z O J E N / P A L A E O G E N E		C A I N O Z O J E N / P A L A E O G E N E		C A I N O Z O J E N / P A L A E O G E N E		C A I N O Z O J E N / P A L A E O G E N E		C A I N O Z O J E N / P A L A E O G E N E		C A I N O Z O J E N / P A L A E O G E N E	
E O C E N / L U T E T I A M		E O C E N / L U T E T I A M		E O C E N / L U T E T I A M		E O C E N / L U T E T I A M		E O C E N / L U T E T I A M		E O C E N / L U T E T I A M		E O C E N / L U T E T I A M		E O C E N / L U T E T I A M	
Y E Ş İ L C E		Y E Ş İ L C E		Y E Ş İ L C E		Y E Ş İ L C E		Y E Ş İ L C E		Y E Ş İ L C E		Y E Ş İ L C E		Y E Ş İ L C E	
ERDEMBA		ERDEMBA		ERDEMBA		ERDEMBA		ERDEMBA		ERDEMBA		ERDEMBA		ERDEMBA	
		CÜLE VOLKANİTLERİ VOLCANICS		CÜLE VOLKANİTLERİ VOLCANICS		CÜLE VOLKANİTLERİ VOLCANICS		CÜLE VOLKANİTLERİ VOLCANICS		200 m		Acık gri renkli bol gözenekli bazalt. Light grey coloured basalt vesicle-rich			
		ERDEMBA VOLKANİTLERİ / VOLCANICS		ERDEMBA VOLKANİTLERİ / VOLCANICS		ERDEMBA VOLKANİTLERİ / VOLCANICS		ERDEMBA VOLKANİTLERİ / VOLCANICS		300 m		Yer yer piroklastik kayalar içeren andezit ve dasitler. Andesites and dacites, sometimes containing pyroclastic rocks.			
		KUYUCAK BAZALTI BASALT		KUYUCAK BAZALTI BASALT		KUYUCAK BAZALTI BASALT		KUYUCAK BAZALTI BASALT		200 m		Siyah, siyahimsı gri, bademsi yapılı ve yer yer sütünsal eklemli bazalt. Black, dark grey, amygdaloid and columnar jointed basalt.			
		HASANŞEYH BAZALTI / BASALT		HASANŞEYH BAZALTI / BASALT		HASANŞEYH BAZALTI / BASALT		HASANŞEYH BAZALTI / BASALT		600 m		Siyah renkli, kalın tabakalı, yersel olarak aglomera ve tuf arakatlı bazalt. Black, massive, thick bedded basalt, locally interbedded with agglomerate and tuff.			
		HATİPLİ VOLKANODETRİTİKLER VOLCANODETRITICS		HATİPLİ VOLKANODETRİTİKLER VOLCANODETRITICS		HATİPLİ VOLKANODETRİTİKLER VOLCANODETRITICS		HATİPLİ VOLKANODETRİTİKLER VOLCANODETRITICS		500 m		İnce tabakalı çamur taşları, grovak, volkanik breş, tufit, ortatabakalı andezitlik tuf, litik tuf ve bazalt arakatlıları içeren volkanodetritik birim. Volcanodetritics containing thin bedded mudstone, grauwacke, volcanic breccia, tuffite, medium bedded andesitic tuff, lithic tuff and basalt intercalations.			
		SELEÇİK KIREÇTAŞI LİMESTON		SELEÇİK KIREÇTAŞI LİMESTON		SELEÇİK KIREÇTAŞI LİMESTON		SELEÇİK KIREÇTAŞI LİMESTON		50 m		Gri, sarı renkli detritik kireçtaşı Grey, yellow detritic limestone.			
										800 m		Genelde grovak ve marl ardalanmalı, yer yerde aglomera, bazalt akıntıları, kireçtaşı ve tufit içeren volkanik fliş. Volcanic flysch with grauwacke, marl, agglomerates, basalt flows, limestone and tuffite.			

Şekil 3 : İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Terlemez ve Yılmaz, 1980; Teraoğlu, 1983'den basitleştirilerek hazırlanmıştır).

Figure 3 : Generalized columnar section of the investigated area (Simplified after Terlemez ve Yılmaz, 1980; Terzioğlu, 1983).

killi ve karlsbad ikizli ortoz ve sanidin kristalleri şeklindedir.

Plajiyoklaz : Af ani tik andezitlerde mikrolitler, porfirik andezitlerde ise fenokristal, küçük fenokristal ve mikrolitler şeklinde olup iki yada üç fazlı mineral oluşumu halinde gözlenirler. Fenokristaller, 0.1-3.0 mm. büyüklüğünde olup, özsekilli ve yarı özsekilli kristaller halindedir. Albit, Albit-Karlsbad ikizlenmeleri gösterirler. Sık sık zonlu yapıları olarak da gözlenirler. Albit-Karlsbad karmaşık ikizlerinde ölçülen sönme açılarına göre fenokristaller andezin bileşimlidir (An: % 45-47). Zonlu yapı gösterenlerde çekirdek kenarlara oranla anortitçe daha zengindir. Fenokristaller bol miktarda volkanik cam, opak mineral ve küçük pirosken kaparımları içermektedirler. Bazı fenokristaller, kenar kısımlarında magmatik korozyona uğramışlardır. Hamur içindeki plajiyoklaz mikrolitleri genellikle aynı büyüklükte dirler. Albit ikizlerinde ölçülen sönme açılarına göre mikrolitler de andezin bileşimli olup, afanitik andezit-

lerde An: % 35-42, porfirik andezitlerde An : % 33 - 38 arasında değişmektedir.

Ortopiroksen : Hipersten bileşimli olup, yarı özsekilli uzunca kristaller şeklindedirler. Hafif pleokroyizma gösterirler. Özellikle afanitik andezitlerde gözlenmekte olup, bir kısmı hematite dönüşmüştür.

Klinopiroksen : 0.1-1.0 mm. büyüklüğünde fenokristal ve mikrolitler halinde özsekilli ve yarı özsekilli kristaller şeklindedirler. Genellikle renksizdirler. Bazen soluk pembemsi bir pleokroyizma gösterirler. Klinopiroksenler genellikle ojit (NgAc: 43° - 45°), nadiren de titan-ojit (NgAc: 36°-38°) bileşimlidirler. Ojitler küçük fenokristaller halinde hamur içinde dağılmış olarak veya glomerofirik yığımlar halinde gözlenirler. Ojit fenokristallerinde sık sık zonlu yapıya da rastlanır. Seyrek de olsa bazı kristallerde kum saati yapısı gözlenmektedir. Genellikle öz veya yarı özsekilli kısa prizmatik ojit fenokristallerinin bazılarında ikizlenmeler görülür. Çoğunlukla magmatik korozyona uğramışlardır. Bazı ince ke-

KAYAÇ GRUBU / Rock Group :		E R D E M B A B A V O L K A N İ T L E R İ / E R D E M B A B A V O L C A N İ Ç S																	
ÖRNEK NO / Sample No	:	38	43	49	51	51-A	62	63	69	71	74	76	203	204	205	206	207	209	232
MAJÜR ELEMENTLER / Major Elements																			
SiO <sub>2</sub>		67.89	71.45	74.20	66.99	72.70	71.15	73.22	69.06	68.60	74.48	64.49	73.20	73.08	74.48	64.04	72.88	72.84	68.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		16.68	13.51	12.56	16.88	13.51	12.97	10.54	13.91	13.59	8.78	16.82	12.53	12.29	12.41	15.40	13.00	12.05	16.50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1.93	1.89	1.57	1.94	0.56	1.55	1.83	2.16	1.21	2.14	2.10	0.14	0.68	0.51	1.74	0.61	0.06	1.94
FeO		1.11	1.27	0.54	0.85	0.87	1.20	1.12	1.07	0.94	1.57	1.52	1.09	0.96	1.39	2.57	0.35	1.21	1.37
MnO		0.05	0.03	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.03	0.09	0.04	0.03	0.06
MgO		0.84	1.00	0.75	0.87	0.62	1.01	0.98	1.63	1.52	0.95	1.32	0.76	0.93	0.45	2.18	0.59	0.70	0.81
CaO		3.38	3.20	1.91	3.66	2.28	3.13	3.22	4.35	3.87	2.73	4.10	3.07	3.41	2.16	4.21	3.95	3.01	3.18
Na <sub>2</sub> O		3.90	4.10	4.10	4.09	4.54	3.44	3.70	3.90	5.61	3.85	3.44	4.60	4.46	4.36	4.36	4.67	5.86	4.15
K <sub>2</sub> O		2.90	1.75	2.74	2.44	2.73	2.80	2.97	2.86	2.23	2.62	2.74	2.48	2.35	2.55	2.61	2.38	2.53	2.89
TiO <sub>2</sub>		0.43	0.39	0.40	0.44	0.40	0.51	0.47	0.66	0.73	0.64	0.60	0.49	0.54	0.37	0.73	0.39	0.40	0.44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.16	0.37	0.06	0.14	0.40	0.14	0.68	0.00	0.41	0.69	0.17	0.17	0.20	0.24	0.98	0.37	0.16	0.20
H <sub>2</sub> O		0.67	0.89	0.91	0.54	1.63	1.74	1.07	1.21	1.14	1.31	1.65	1.27	0.86	0.76	0.12	0.68	0.73	0.23
TOPLAM / Total		99.96	99.94	99.78	98.88	99.89	99.68	99.85	100.86	100.91	99.82	99.01	99.80	99.80	99.74	99.03	100.03	99.99	99.84
C.I.P.W. NORMLARI / C.I.P.W. Norms																			
Q		27.14	29.47	35.19	25.40	30.47	33.28	35.71	25.53	28.28	38.91	23.88	30.95	31.86	34.64	18.34	30.43	30.62	23.40
Or		17.25	16.26	16.23	14.58	16.16	16.60	17.58	16.76	16.00	15.51	16.35	14.68	13.92	15.11	15.75	14.08	14.98	17.08
Ab		33.22	34.71	34.77	35.00	38.47	29.20	31.36	32.72	33.82	30.63	29.40	38.99	37.82	37.00	37.25	39.55	41.21	38.16
An		15.83	10.34	7.79	17.44	8.43	11.72	3.39	11.90	10.84	-	19.42	6.23	6.59	6.78	14.63	7.49	3.60	14.27
Ke		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Di		-	2.45	1.02	-	2.32	2.31	5.27	7.40	4.32	6.39	-	6.26	5.73	2.01	-	3.17	6.73	-
Hy		0.60	1.53	1.40	2.19	0.95	1.60	-	0.60	1.75	-	3.41	-	-	3.70	7.75	-	-	2.02
Ol		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mt		2.51	2.74	0.71	1.61	0.81	2.26	2.41	1.68	1.10	2.22	3.08	0.20	0.99	0.74	2.55	0.13	0.09	2.46
Hm		0.21	-	1.08	0.85	-	-	0.17	0.98	0.44	-	-	-	-	-	-	0.52	-	-
Il		0.82	0.74	0.76	0.85	0.76	0.97	0.89	1.24	1.38	1.22	1.15	0.93	1.03	0.71	1.40	0.74	0.76	1.39
Ap		0.38	0.88	0.14	0.34	-	0.33	1.61	-	0.96	1.64	0.41	0.40	0.48	0.57	2.24	0.88	0.38	0.68
D.I.		77.61	80.45	86.18	74.98	85.09	79.08	84.64	75.00	76.10	85.05	69.63	84.82	83.59	86.75	71.17	84.06	88.82	78.64
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O		0.74	0.43	0.67	0.60	0.60	0.81	0.80	0.73	0.40	0.68	0.80	0.54	0.53	0.53	0.60	0.51	0.43	0.70
Fe/(Fe+Mg)		0.93	0.76	0.74	0.76	0.70	0.73	0.75	0.66	0.59	0.80	0.73	0.62	0.64	0.81	0.66	0.62	0.64	0.62

Çizelge I.'in devamı (II)

Table I. Continued (II)

KAYAÇ GRUBU / Rock Group :	E R D E M B A B A V O L K A N İ T L E R İ / E R D E M B A B A V O L C A H İ C S																	
ÖRNEK NO / Sample No :	235	243	300	301	302	303	304	305	307	308	310	319	322	323	325	328	371	372
<b>MAJÖR ELEMENTLER / Major Elements</b>																		
SiO <sub>2</sub>	66.56	70.62	64.17	64.43	65.38	65.55	66.66	66.66	68.63	65.38	68.06	65.98	63.85	67.57	67.12	64.24	71.94	69.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.50	14.18	16.21	16.65	16.39	15.53	15.15	16.14	14.89	18.30	15.99	13.91	16.23	14.18	16.00	16.71	13.71	14.18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.92	0.12	2.13	1.87	1.93	2.00	1.96	1.96	0.31	0.53	1.84	1.69	2.11	1.10	1.38	2.10	0.11	0.62
FeO	2.13	0.52	2.66	1.59	1.48	1.76	1.69	1.79	2.15	1.50	1.38	2.75	2.16	3.00	2.14	1.95	1.57	1.33
MnO	0.05	0.05	0.13	0.07	0.07	0.07	0.10	0.09	0.08	0.04	0.05	0.08	0.05	0.08	0.07	0.08	0.05	0.05
MgO	0.52	1.04	2.15	1.59	0.92	1.21	1.04	0.72	1.72	1.85	1.19	1.72	1.64	1.68	1.35	1.67	0.93	1.07
CaO	3.78	3.34	5.02	4.85	4.00	4.03	3.76	3.82	4.06	3.79	3.83	4.47	4.12	4.46	3.58	4.38	3.12	3.78
Na <sub>2</sub> O	3.49	4.82	3.55	3.38	3.17	4.41	3.48	3.93	4.03	4.46	3.86	4.10	3.86	4.16	4.51	3.39	4.03	4.07
K <sub>2</sub> O	3.00	2.46	2.59	2.50	3.07	2.87	2.99	2.68	2.82	2.51	3.13	3.04	2.65	2.33	3.07	3.22	2.55	2.71
TiO <sub>2</sub>	0.42	0.38	0.63	0.37	0.43	0.50	0.46	0.46	0.50	0.46	0.43	0.73	0.61	0.59	0.48	0.60	0.41	0.54
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.15	0.22	0.27	0.17	0.23	0.26	0.24	0.25	0.25	0.27	0.23	0.08	0.26	0.50	0.30	0.21	0.20	0.17
H <sub>2</sub> O	2.11	1.85	0.39	2.11	2.61	0.95	1.96	0.92	0.23	0.83	0.25	1.00	1.70	0.05	0.01	0.78	1.10	1.25
<b>TOPLAM / Total</b>	<b>99.63</b>	<b>99.56</b>	<b>99.90</b>	<b>99.41</b>	<b>99.68</b>	<b>99.14</b>	<b>99.89</b>	<b>99.42</b>	<b>99.67</b>	<b>99.92</b>	<b>100.24</b>	<b>99.55</b>	<b>99.09</b>	<b>99.70</b>	<b>100.01</b>	<b>99.33</b>	<b>99.72</b>	<b>99.28</b>
<b>C.I.P.W. NORMLARI / C.I.P.W. Norms</b>																		
Q	26.29	26.20	19.91	22.62	25.73	19.88	25.66	24.64	23.47	18.99	24.21	19.88	21.99	23.39	19.64	20.60	30.83	27.06
Or	17.97	14.60	15.32	14.84	18.20	17.11	17.69	15.93	16.72	14.84	18.50	18.05	15.94	13.81	18.14	19.16	15.11	16.13
Ab	29.94	40.95	30.07	28.72	26.91	37.64	29.48	33.45	34.21	37.77	32.66	34.85	33.25	35.31	38.16	28.88	34.20	34.69
An	18.01	9.83	20.67	22.97	18.40	14.23	17.10	17.42	14.26	17.05	17.06	10.62	19.08	13.18	14.35	20.50	11.82	12.51
Ne	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Di	0.01	7.40	2.01	0.06	-	3.39	-	-	3.52	-	0.34	9.07	-	4.74	1.18	-	1.97	4.25
Hy	1.31	0.93	6.72	4.84	2.85	2.32	3.50	2.88	5.60	6.24	3.20	2.49	2.95	5.65	4.91	5.20	3.56	1.78
Ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mt	2.66	0.18	3.09	2.72	2.81	2.93	2.85	2.86	0.45	0.77	1.60	2.46	3.11	1.60	2.36	3.07	0.16	0.91
Il	0.81	0.73	1.20	0.71	0.82	0.96	0.88	0.88	0.95	0.87	1.12	1.39	1.18	1.12	1.19	1.15	0.78	1.03
Ap	0.36	0.52	0.64	0.40	0.55	0.62	0.60	0.60	0.59	0.64	0.72	0.19	0.63	1.19	0.88	0.50	0.48	0.41
D.I	74.60	81.74	65.30	66.18	70.84	74.63	72.83	74.02	74.40	71.60	75.37	72.78	71.19	72.51	75.95	68.63	80.14	77.88
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.86	0.51	0.73	0.74	0.97	0.65	0.86	0.68	0.70	0.56	0.81	0.74	0.69	0.56	0.68	0.95	0.63	0.67
Fe/(Fe+Mg)	0.85	0.38	0.69	0.69	0.79	0.76	0.78	0.84	0.59	0.52	0.73	0.72	0.87	0.71	0.72	0.71	0.64	0.65

Çizelge 1 : Erdembaba volkanitlerinin majör element kimyasal analiz sonuçları ve hesaplanmış bazı norm değerleri.

Table 1 : Chemical analyses of the major elements of Erdembaba volcanics and some calculated norm values.

sitlerde parçalanmış, dağılmış Ti-ojit kristallerinin çoğu kez lamprobolitleşmiş oldukları da gözlenmektedir.

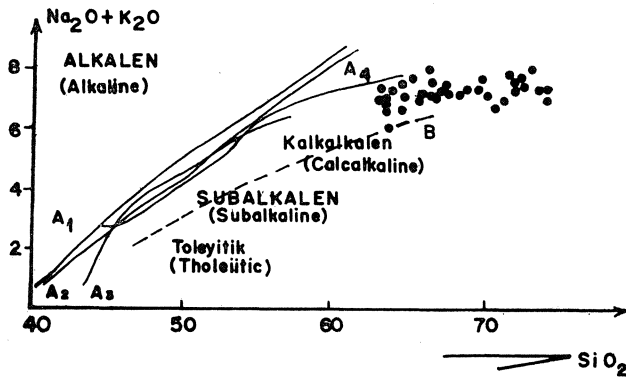
**Hornblend ve biyotit :** Porfirik andezitler içinde daima birlikte bulunurlar. Hornblendler 0.2 - 3.0 mm. biyotitler 0.1-2.5 mm. büyüklüğünde özşekilli ve yarı özşekilli kristaller şeklindedirler. Mikroskop altında bazaltik hornblend (lamprobolit) ve biyotitler birbirine çok benzemektedirler. Her ikisi de sarımsı kahverenginden kıvımsız kahverengiye kadar değişen renklere ve kuvvetli pleokroyizmaya sahiptirler. Genellikle biyotit ve hornblendler opatik bir kuşakla çevrelenmişlerdir. Bazı hornblend ve biyotit fenokristalleri ileri derecedeki opasitleşme sonucu tamamen opak mineral yığışımına dönüşmüşlerdir.

**Kuvars:** Bazı ince kesitlerde kenarları kemirilmiş küçük fenokristaller halinde ender olarak gözlenmektedir.

**Manyetit:** Biyotitler ve hornblendler içinde küçük fenokristaller ve/veya opak mineral bulutları halinde gözlenmektedir.

**Apatit :** Ender olarak bazen hamur maddesi içinde mikrolitler, bazen da plajiyoklaz kristalleri içinde kapammlar halinde bulunmaktadır.

Ayrıca volkanitlere ait bazı ince kesitlerde az miktarda epidot ve ortit (allanit) kristallerine de rastlanmaktadır.



Şekil 4 : Alkali ( $\text{Na}^+\text{O}+\text{K}^+-\text{SiO}^+$  Diyagramı. A<sub>1</sub> çizgisi: Irvine ve Baragar'a (1971) göre sınırdır.

A<sup>^</sup> çizgisi: MacDonald ve Katsura'ya (1964) göre sınırdır.

» A<sub>3</sub> çizgisi: Hyndman'a (1972) göre sınırdır.

A<sup>^</sup> çizgisi: Kuno'ya (1968) göre sınırdır.

B çizgisi: Kuno'ya (1968) göre sınırdır.

Figure 4 : Alkali - Silica Diagram.

A<sub>1</sub> line : Division line after Irvine ve Baragar (1971)

A<sub>2</sub> line: Division line after MacDonald ve Katsura (1964).

A<sub>3</sub> line: Division line after Hyndman (1972).

A<sup>^</sup> line : Division line after Kuno (1968).

B line : Division line after Kuno (1968).

## ERDEMBABA VOLKANİTLERİNİN JEOKİMYASI

Volkanitlerin çeşitli yerlerinden alınan 36 örneğin tümünün majör ve bunlardan yalnızca 29'nun iz element içerikleri ayrı ayrı incelenerek diyagramlar ve yorumlamalar majör ve iz element dağılımları şeklinde sunulmuştur.

### Majör Element Dağılımı

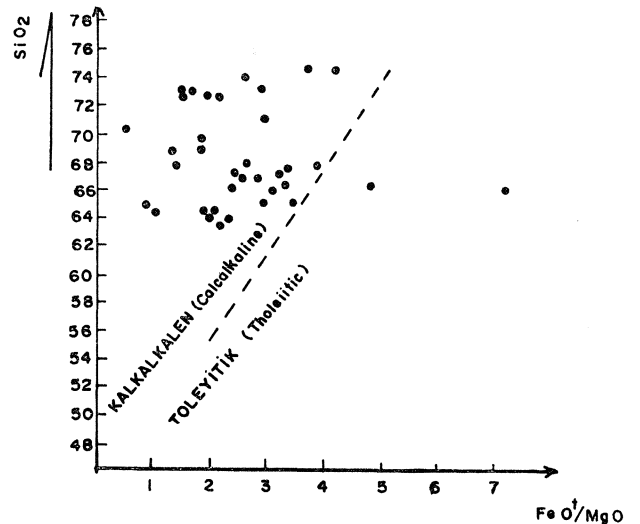
Erdembaba volkanitlerine ait örneklerin majör element kimyasal analiz sonuçları ve C.I.P.W. normları Çizelge 1'de görülmektedir.

Örnekler % 63.85-74.48 arasında değişen miktarlarda  $\text{SiO}_2$  içerirler.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarı % 8.78-18.30 arasındadır. Hesaplanan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  miktarı % 0.06-2.16,  $\text{FeO}$  miktarı ise % 0.35-3.00 arasında değişmektedir.  $\text{MgO}$  % 0.45-2.15 ve  $\text{CaO}$  % 1.91-5.02 arasında değişik değerler gösterir.  $\text{Na}_2\text{O}$  % 3.17-5.86 ve  $\text{K}_2\text{O}$  % 1.75-3.22 arasında değişir.  $\text{TiO}_2$  % 0.37-0.73 ve  $\text{P}_2\text{O}_5$  % 0.08-0.98 arasında değerler verir.  $\text{MnO}$  ise düşük olup % 0.05 - 2.61 arasındadır.

Volkanitler,  $\text{SiO}_2$  - Alkali içeriklerine (Şekil 4) göre subalkalen karakterlidirler. Subalkalen volkanitlerin demir-magnezyum ve silisyum içerikleri (Şekil 5) ile alkalidemir-magnezyum içeriklerine (Şekil 6) göre kalkalkalen nitelikte oldukları saptanmıştır.

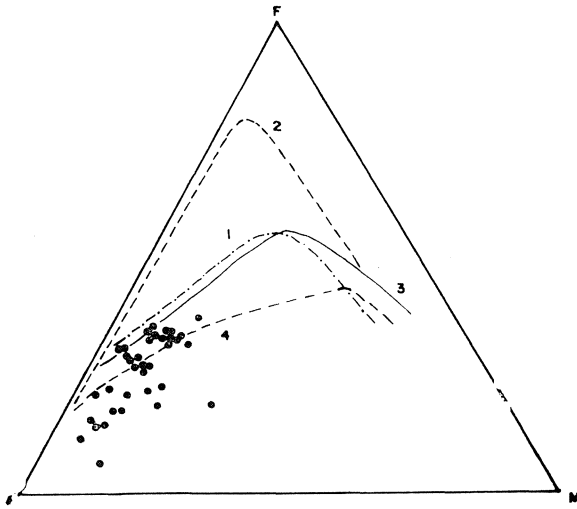
Yersel magmanın kökenini araştırmak için Gotti'nin (1968) tanımladığı  $T = \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}/\text{TiO}_2$  değeri volkanitler de 13-36 arasında olup, volkanitler için sialik kökeni vurgulamaktadır. Bu durum  $\log T - \log 8$  diyagramında (Şekil 7) da yinelenmektedir.

Volkanitlerin Irvine ve Baragar'm (1971) «An-Ab'-Or» üçgen diyagramında (Şekil 8) potasik ka-



Şekil 5 : Volkanitlerin  $\text{FeO}^+/\text{MgO} - \text{SiO}_2$  değişim diyagramı (Miyashiro, 1975).

Figure 5 :  $\text{FeO}^+/\text{MgO} - \text{SiO}_2$  variation diagram of volcanics (Miyashiro, 1975)



Şekil 6 : A ( $\text{Na}^+\text{O}+\text{K}^+\text{O}$ ) — F ( $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) — M ( $\text{MgO}$ ) diyagramı.

Çizgi 1 : Toleyitik (üst taraf) ve kalkalkalen (alt taraf) kayalar arasındaki sınır (Irvine ve Baragar, 1971).

Çizgi 2 : «Skaergaard» intrüzyonu yönelimi (Wager, 1960)

Çizgi 3 : «Hawaii» alkalen serisi yönelimi (MacDonald ve Katsura, 1964).

Çizgi 4 : «Cascade» Kalkalkalen serisi yönelimi (Turner ve Verhoogen, 1960).

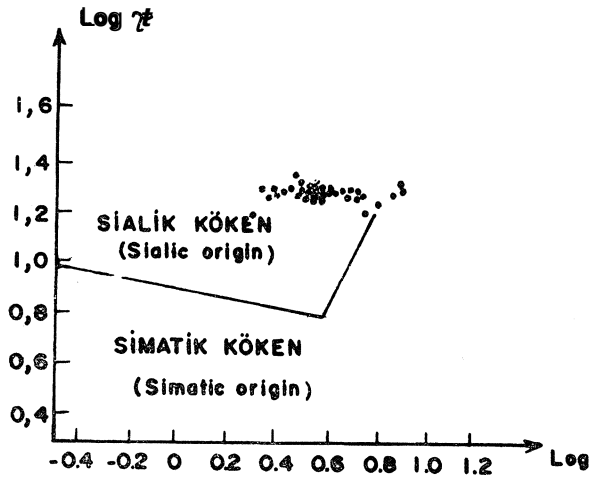
Figure 6 : A.F.M. (Alkalis - total iron - magnesium) diagram.

Line 1 : Division line for tholeiitic (upper side) and calcalkaline (lower side) rocks (Irvine ve Baragar, 1971).

Line 2 : Skaergaard intrusion trend (Wager, 1960).

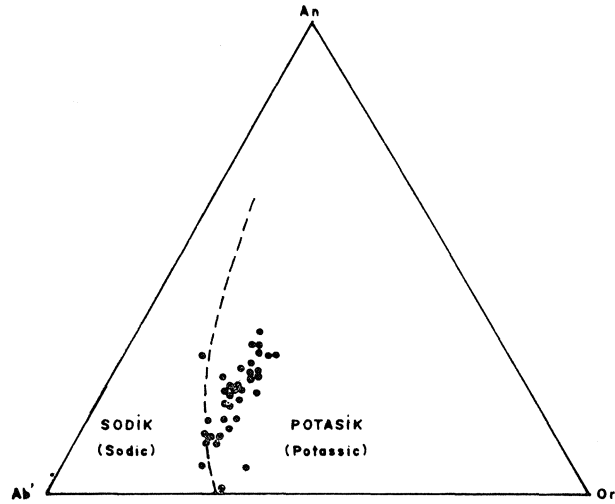
Line 3 : Hawaiian Alkaline trend (MacDonald ve Katsura, 1974).

Line 4 : Cascade series trend (calcalkaline) (Turner ve Verhoogen, 1960).



Şekil 7 : Volkanitlerde  $\log \tau$  nın  $\log \delta$  ya göre değişim diyagramı (Gottini, 1968).

Figure 7 : Variation diagram of  $\log \tau$  according to  $\log \delta$  in the volcanics (Gottini, 1968).



Şekil 8 : Volkanitlerin An — Ab' — Or izdüşümleri (Irvine ve Baragar, 1971)

Figure 8 : An — Ab' — Or projections of volcanics (Irvine ve Baragar, 1971).

rakterde oldukları görülmektedir. Bunların normatif ortoz içerikleri de yüksek K'ü yansıtmaktadır.  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oran değeri ise volkanitlerde ortalama 0.65 olup 0.40 - 0.95 arasında değişmektedir.

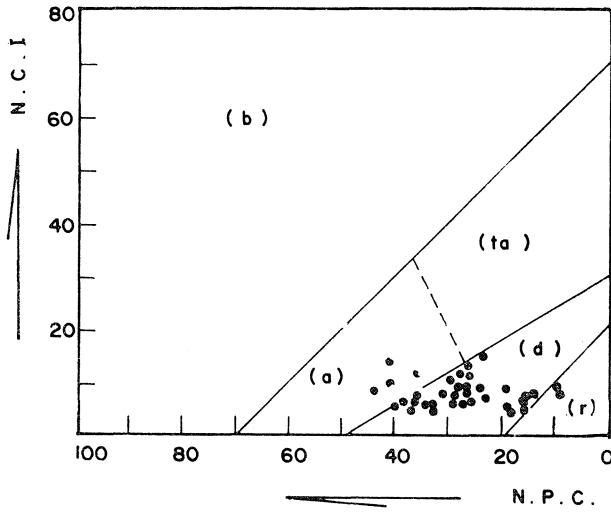
Çoğu araştırmacının en güvenilir sınıflama olarak kabullendikleri ve örneklerin normatif plajiyoklaz bileşimi (N.P.C.) - normatif renk göstergesi (N.C.I.) içeriklerine göre düzenlenen Irvine ve Baragar'm (1971) sınıflamasında (Şekil 9), volkanitlerin andezit alanında yer alan birkaç örnek dışında dasit türünde lavlar oldukları saptanmıştır. Volkanitlerin hamurlarında fazla miktarda volkanik cam içermeleri ve birkaç örnek dışında kuvars kristallerinde genelde gözlenememesi mineralojik açıdan andezit karakterinde olan bu kayaların jeokimyasal çalışmalarda dasit olarak isimlendirilmesi gereğini ortaya çıkarmıştır (Jung, 1969; Streckeisen, 1976). Bu durum aynı zamanda Streckeisen (1976) üçgen diyagramında (Şekil 10) da yinelenmekte olup volkanitler dasit olarak adlandırılabilir.

Volkanitlerde diferansiyasyon indeksi (D.I. = normatif  $Q+Or+Ab+Ne+Ks+Lc$ ) değeri 79.08- 86.82 arasında değişmektedir. Thornton ve Tuttle (1960) D.I. değerlerinin dasitik lavlarda 65-80 arasında, ri-yodasitik lavlarda 80'den büyük olması gereğini önermektedir. Erdembaba volkanitlerinin D.I. değerleri de önerilen bu değerlere uymaktadır.

#### İz Element Dağılımı

Volkanitlere ait örneklerin iz element içerikleri çizelge 2'de verilmiştir. Ayrıca volkanitlerin iz element içerikleri de benzer tipteki kayaların ortalama iz element içerikleri ile çizelge 3'de karşılaştırılmıştır.

Rubidyum, volkanitlerde ortalama 66 ppm olup adayayı andezit (30 ppm) ve dasit (45 ppm) değerlerine göre daha yüksektir.



Şekil 9 : Volkanitlerin Irvine ve Baragar'a (1971) göre sınıflandırılması.

Figure 9 : Classification of the volcanics after Irvine ve Baragar (1971).

N.C.I. — Normatif renk indisi (Normative color index).

N.P.C. — Normatif plajiyokiaz bileşimi (Normative plagioclase composition).

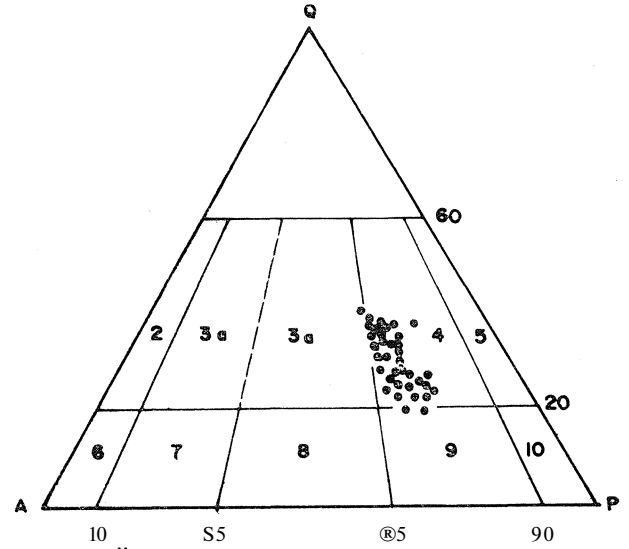
b = bazalt/basalt

a = andezit/andesite

ta = toleyitik andezit/toleitic andesite

d = dasit/dacite

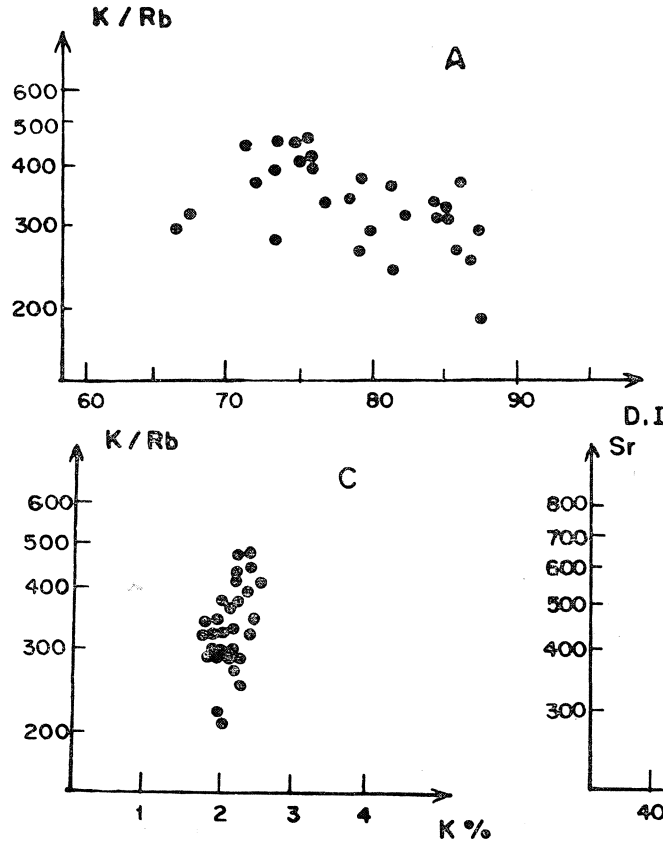
r = riylit/rhyolite



Şekil 10: Volkanitlerin Streckeisen (1976) üçgen diyagramına göre adlandırılmaları.

Figure 10: Nomenclature of the volcanics according to Streckeisen (1976) triangular plot.

2-alkali riylit (alkali rhyolite); 3 a-riylit (rhyolite); 3 b-riyodasit (rhyodacite); 4-dasit (dacite); 5-kuvars andezit (quartz - andesite); 6-alkali trakit (alkali trakit (alkali trachyte); 7-trakit (trachyte); 8,9 - trakiandezit ve trakibazalt (trachyandesite and trachybasalt); 10-andezit, bazit (andesite, basalt).



Şekil 11: Volkanitlerin iz element değişim diyagramları.

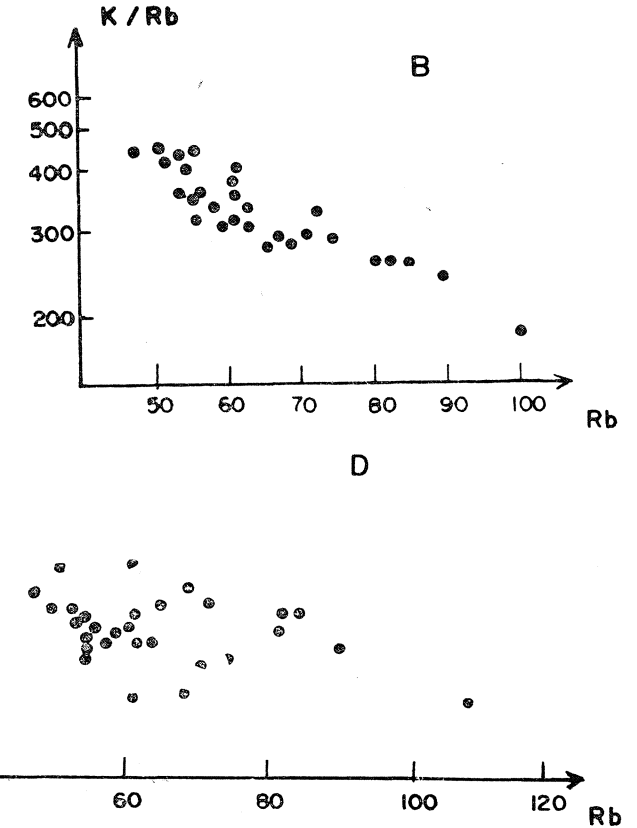


Figure 11: Variation diagrams of trace elements of volcanics.



ÖRNEK NO / Sample No :	İZ ELEMENTLER / TRACE ELEMENTS ppm						K/Rb	Rb/Sr
	Rb	Sr	Zr	Y	Nb			
38	90	392	162	23	9	253	0.23	
48	85	478	134	17	4	267	0.18	
51-A	82	428	151	19	9	277	0.19	
62	75	371	179	25	6	309	0.20	
63	71	368	182	24	6	324	0.17	
69	52	568	173	25	16	456	0.09	
71	83	471	179	28	18	273	0.18	
74	56	398	207	25	6	388	0.14	
203	64	404	183	23	18	322	0.16	
204	56	397	197	23	11	348	0.14	
205	108	300	170	21	14	196	0.36	
206	57	434	160	19	17	381	0.13	
207	60	420	174	23	14	328	0.14	
209	69	328	167	20	8	304	0.21	
232	62	462	201	13	15	387	0.13	
243	62	309	200	21	17	329	0.20	
300	70	523	183	12	11	307	0.13	
301	59	407	183	17	-	351	0.15	
302	56	445	199	19	-	454	0.13	
303	51	477	199	18	-	467	0.11	
304	54	462	208	19	-	459	0.12	
305	48	516	201	19	-	463	0.09	
307	55	439	187	23	14	425	0.13	
310	62	457	198	15	13	419	0.14	
319	62	581	228	25	19	406	0.11	
323	66	490	203	25	18	292	0.14	
325	73	495	237	21	18	349	0.15	
371	56	375	186	21	8	379	0.15	
372	63	400	198	22	18	357	0.16	

Çizelge 2 : Erdembaba volkanitlerinin iz element kimyasal analiz sonuçları.

Table 2 : Chemical analyses of the trace elements of Erdembaba volcanics.

K/Rb oran değerinin (354), aday ayı andezit (430) ve dasit (380) ortalamalarından düşük olması (Çizelge 3) volkanitlerin daha yüksek Rb içerdiklerini desteklemektedirler. K/Rb oran değeri D.L. (Şekil 11 A) ile geniş bir dağılım sunmakta ve kirlenmeye (Kontaminasyon) işaret etmektedir (Jakes ve White, 1971). Ayrıca K/Rb oran değeri, Rb ile (Şekil 11 B) azalan bir ilişki sunmakta ve kirlenmenin yamsıra volkanitlerin magmatik bir ayrışmaya da uğradığını belirtmektedir. Verilen bir K değerinde K/Rb oran değerlerinin (Şekil 11 C) değişimler göstermesi de volkanitlerin Rb ce zenginleştiğini belirtmektedir.

Stronsiyum, ortalama 434 ppm ile kalkalkalen dasit ortalamasına (460 ppm) ve aynı zamanda kıtasal kabuk kayacı olan granodiyorit ortalamasına (460 ppm) bir uyum sağlamaktadır. Bu olgu, volkanitler üzerinde kıtasal kabuğun etkisini vurgulamaktadır. Stronsiyum, Rb ile (Şekil 11 D) geniş bir dağılım sunmakta ve volkanitlerin bir kirlenmeye maruz kaldığını yinelemektedir.

Zirkon, 232 ppm ortalama ile kalkalkalen dasit ortalamasının (110 ppm) üstünde olup, daha çok üst kıtasal kabuk (240 ppm) ortalamasına benzerlik sunmaktadır. Ayrıca ortaç kayaçlarda gözlenen böyle yüksek Zr değerlerinin anatektik magmaların tipik bir özelliği olduğu belirtilmektedir. (El-Hmnawi ve değerleri, 1969).

Niyobyum, 13 ppm ortalama ile kalkalkalen dasit ortalamasının (6 ppm) üstünde olup, kıtasal kabuğun kaba bileşimi (11 ppm) ile granit ve granodiyorit (20 ppm) ortalamalarına uyum sağlamakta ve kabuğun volkanitler üzerindeki etkisini belirtmektedir.

Yitrium, 21 ppm ortalama ile kalkalkalen dasit (20 ppm) değerine ve aynı zamanda kıtasal kabuğun kaba bileşimine (22 ppm) bir benzerlik göstermektedir.

Ayrıca volkanitlerin Rb, Sr, Zr, Y ve Nb ortalama değerlerinin Taylor (1969) tarafından verilen kalkalkalen andezit, dasit ve granit kayaçları değerleri ile karşılaştırılması (Şekil 12), Pasifik çevresi andezit ve dasitlerinden farklı olarak genellikle granitik bileşimli kayaçlar yönünde bir sapma gösterdiklerini ortaya koymaktadır.

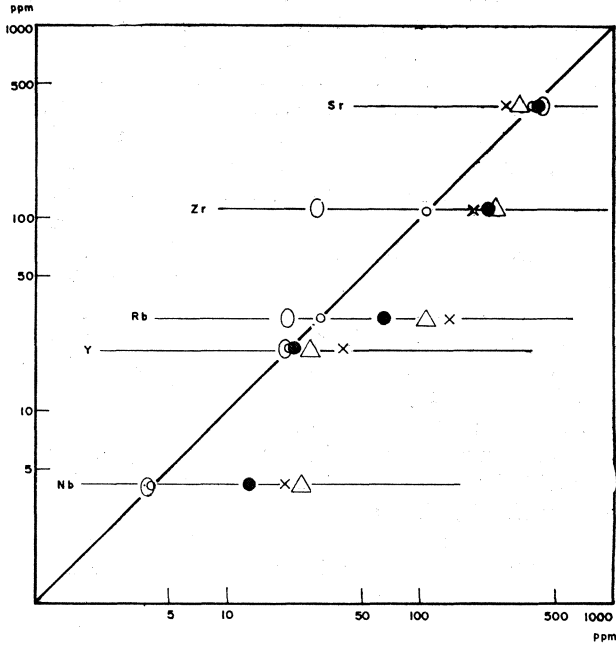
Volkanitlerde uyumsuz ve hareketsiz (Immobil) iz elementlerin bollaşması, iz elementlere göre yapılan kayaç sınıflandırmalarında da yansımaktadır. Özellikle Nb değişimi (Şekil 13 A) kullanıldığında, volkanitlerin bir kısmının alkalin karakterli trakiandezit alanında yer aldıkları görülmektedir. Subalkalin kayaçlar için tipik olmayan bu Nb/Y oranları, kayaçlarda ikincil Nb zenginleşmesini göstermektedir. Bununla beraber,  $SiO_2 - Zr/TiO_2$  değişimi (Şe-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rb	66	30	45	85	50	20	110	145	100	108
Sr	434	385	460	375	400	425	350	285	440	125
Zr	232	110	110	145	100	30	240	180	140	160
Y	21	21	20	33	22	20	27	40	35	25
Nb	13	4.3	6	20	11	4	25	20	20	-
K/Rb	354	430	380	240	249	249	249	250	230	250
Rb/Sr	0.16	0.08	0.10	0.23	0.13	0.05	0.31	0.51	0.25	0.86

- 1- Erdenbaba volkanitleri ortalaması / Average of Erdenbaba volcanics,
- 2- Kalkalkalen andezit ortalaması / Average calcalkaline andesite, (Taylor, 1969)
- 3- Kalkalkalen dasit ortalaması / Average calcalkaline dacite, (Taylor, 1969)
- 4- Ortalama kabuk bileşimi / Average composition of continental crust, (Taylor & White, 1969)
- 5- Kıtasal kabuğun kaba bileşimi / Average composition of the bulk continental crust, (Taylor ve McLennan, 1979)
- 6- Alt kıtasal kabuk ortalaması / Average of the lower continental crust (Taylor ve McLennan, 1979)
- 7- Üst kıtasal kabuk ortalaması / Average composition of the upper continental crust, (Taylor ve McLennan, 1979)
- 8- Granit ortalaması / Average granite, (Taylor ve White, 1969)
- 9- Granodiyorit ortalaması / Average granodiorite (Taylor ve White, 1969)
- 10- Rhyolit ortalaması / Average rhyolite, (Taylor, 1969)

Çizelge 3: Erdenbaba volkanitlerinin iz element kapsamı yönünden diğer benzer volkanik kayaçlarla karşılaştırılması.

Table 3: Comparison of the trace element contents of Erdenbaba volcanics with similar volcanic rocks.



Şekil 12: Araştırma sahası volkanitlerinin bazı iz element ortalama içerikleri yönünden granit ve Pasifik çevresi andezit ve dasitleri ile karşılaştırılması.

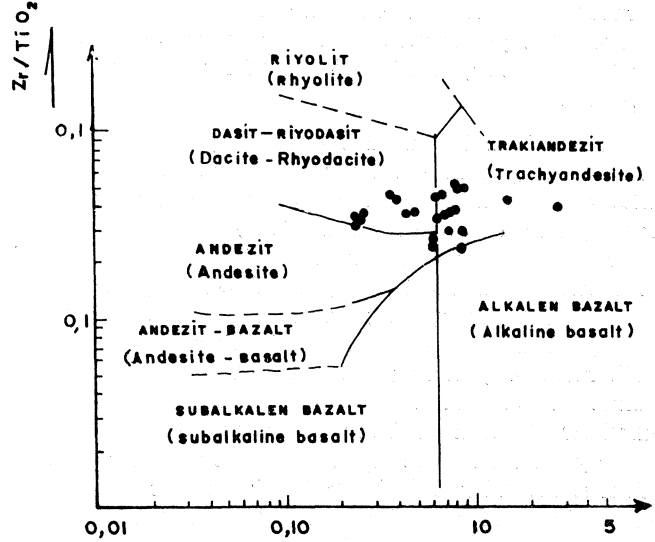
Figure 12: Comparison of the average concentrations of some trace elements of volcanics of investigated region with respect to those of granite and circum - Pasific andesites and dacites.

- Erdembaba volkanitleri / Erdembaba volcanics
- Pasifik çevresi andezitleri / circum - Pasific andesites
- ◇ Alt kıtasal kabuk / lower continental crust
- △ Üst kıtasal kabuk / upper continental crust
- X Granit / granite

Şekil 13 B) majör element sınıflandırmasına (Şekil 9) benzer bir sonuç vermektedir.

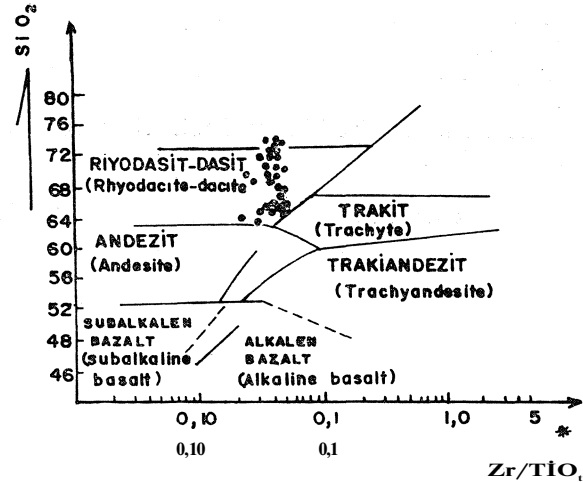
Uyumsuz elementler olarak kabul edilen (Green ve Ringwood, 1967; Treuil ve Varet, 1973) Nb ve Zr elementlerinin  $\frac{Nb}{Zr} = F \frac{Ch +}{Ch -}$  eşitliğindeki

davranışları ikincil Nb zenginleşmesi gösteren örnekler gözönüne alınmaksızın incelendiğinde (Şekil 14), örneklerin Nb/Zr oran değerlerinin birbirine yakın olmayıp, daha geniş aralıklı değerler sundukları ve bunun sonucunda da bazı araştırmacıların (Allègre ve diğerleri, 1973; Treuil ve Varet, 1973; Joron ve diğerleri, 1976) tanımladığı kısmi ergime yönüne paralel ve düşey eksenli kesen bir doğru ile temsil edildikleri gözlenmektedir. Nb ve Zr elementlerinin bu davranış biçimi, Erdembaba volkanitlerinin kay-



Şekil 13 : A. Volkanitlerin Nb/Y — Zr/TiO<sub>2</sub> değişimine göre sınıflandırılması (Winchester ve Floyd, 1977). Zr\* (%), TiO<sub>2</sub> (%)

Figure 13 : A. Classification of volcanics based on Nb /Y — Zr/TiO<sub>2</sub> variation (Winchester ve Floyd, 1977). Zr\* (%), TiO<sub>2</sub> (%)



Şekil 13 : B. Volkanitlerin SiO<sub>2</sub> — Zr/TiO<sub>2</sub> değişimine göre sınıflandırılması (Winchester ve Floyd, 1977).

Figure 13 : B. Classification of volcanics based on SiO<sub>2</sub> — Zr/TiO<sub>2</sub> variation (Winchester ve Floyd, 1977).

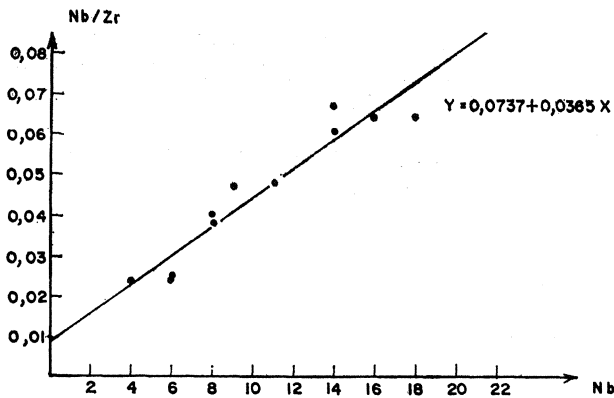
naklandığı ana magmanın magmatik ayrışmadan daha çok, kısmi ergime olayı ile oluştuğunu vurgulamaktadır.

#### ERDEMBABA VOLKANİTLERİMİN PETROJEMEZİ

Mikroskopik olarak andezitik özellik göstermelerine karşın, hamurlarında fazla miktarda volkanik cam içermeleri dolayısıyla hiyalodasit (Jung, 1969;

Streckeisen, 1979) olarak isimlendirilen Erdembaba volkanitleri, jeokimyasal özellikleri bakımından sialik kökenli, ortaç asidik kalkalkalen bir karaktere sahiptirler.

Asidik kalkalkalen karakterli volkanitlerin nasıl oluştuğu günümüzde halen tartışmalıdır. Araştırmacılar asidik volkanitlerin, bazik magmanın kabuksal materyal ile kirlenmesi (Kuno, 1950) ve/veya bazik bir magmanın ayrımlaşması sonucu son ürün olarak oluşabileceği (Kuno, 1968) gibi kabuksal materyalin anateksisi (Winkler, 1974; Tuttle ve Bowen, 1958) ve/veya üst manto geçişlerinin yüksek su fazında sialik kısmi ergimeler sağlaması (Kuno, 1970) sonucunda da oluşabileceğini belirtmektedirler. Asidik karakter gösteren ve Bodrum yarımadasının güneyinde yer alan Kos ve Nisyros adalarındaki riyolitik tüflerin kıtasal kabuk kökenli oldukları ve granitik kıta kabuğu anateksisi ile oluştuğu, hatta içlerinde yer yer granit ksenolitleri bulunduğu saptanmıştır (Keller, 1969). Ayrıca İzmir-Seferihisar riyolitiklerinin kıta kabuğu kökenli oldukları ve ilksel Sr izotop oranlarının üst kabuk kökenli materyali belirttiği öne sürülmüştür (Borsi ve diğerleri, 1972). Keller ve Vilari (1972), Afyon yöresindeki asidik volkanizmayı inceleyerek aynı sonuca varmışlardır. Sunder (1979), Kırka asidik lavlarının da anatektik kökenli olduklarını ve feldspat fenokristalleri ile koroziona uğramış kuvars kristalleri içeren bu asidik lavlarda ayrıca gözlediği ortit (allanit) kristallerinin de ergiyen sialik kabuğu temsil ettiğini belirtmiştir. Ayrıca Gördes (Manisa) asidik volkanitleri (Ercan, 1983) ile **Erzincan riyolitik volkanitlerinin de (Baş, 1979)** kıtasal kabuğun anateksisi sonucu oluştuğu belirtilmektedir. Winkler (1974) ile Tuttle ve Bowen (1958), asidik lavların kabuksal materyalin anateksisi sonucu oluşabileceğini, ileri derecede metamorfizmaya uğramış granitik bileşimli kayaların, 2 Kb basınç ve 680°–690° sıcaklıkta, 7-8 Km. lık sığ derinliklerde gelişebilecek anateksi olayı ile bu işlemin gerçekleşebileceğini öne sürmüşlerdir.



Şekil 14 : Volkanitlerde Nb/Zr oranının Nb'ye göre değişimi.

Figure 14 : Variation diagram of Nb/Zr according to Nb in volcanics,

İncelenen volkanitlerin gerek mineralojik ve gerekse jeokimyasal açıdan (özellikle yüksek değerler gösteren iz ve uyumsuz element içerikleri bakımından) kabuk ve kabuk türevi kayalara (granit, granodiyorit) bir uyum sağlamaları ve inceleme alanında geniş bir yayılım göstermeleri, granit ve kıtasal kabuğun etkilerinin ön planda geldiği fikrini doğrulamakta ve bunların üst kıtasal kabuğun granitik malzemesinin anateksisi sonucu oluşabileceğini belirtmektedir. Ayrıca Erdembaba volkanitlerinden elde edilen mineralojik ve jeokimyasal veriler, kıtasal kabuğun ergimesi (anateksi) olayında, yakın çevrelerinde geniş yayılım gösteren ve bölgesel sıkışma sonucunda gelişen genişleme tektoniği ile kıtasal kabuk içine doğru yükselerek sığ derinliklere ulaşan Üst Miyosen yaşlı Kuyucak alkalin bazalt (Terzioğlu, 1985) magmasının etkin bir rol oynadığını düşündürmektedir. Çünkü, anatektik olarak oluşan Erdembaba volkanitleri, kısmen de olsa alkalin karakterli bazik magma tarafından etkilenmiş ve bunun sonucunda kirlenme (kontaminasyon) ve/veya karışma (magmatik hibridizasyon) olaylarının etkisine kalmıştır. Volkanitlerde bir yandan mineralojik olarak lamprobolitleşmiş Ti-öjit kristallerinin gözlenmesi, diğer yandan jeokimyasal olarak K/Rb oran değerlerinin diferansiyasyon indeksi ile ve Rb unda Sr ile geniş bir dağılım göstermeleri bu buluşma ve kirlenme olaylarını vurgulamaktadır. Erdembaba volkanitlerinin volkanik etkinlikleri, Burdigaliyende harekete geçmiş olan Kuzey Anadolu Fay zonunun gelişimi ile ilişkilidir ve bunlar doğrultu atımlı bir faylanma ortamında oluşmuş verev atımlı bir faylar ve açılma çatlaklarını izleyerek yer yüzüne çıkmışlardır (Koçyiğit, 1985; sözlü görüşme).

## SONUÇLAR

Yörede yapılan bu çalışma ile elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Erdembaba volkanitlerinin, Pliyosen yaşlı ve ortaç asidik kalkalkalen karakterli hyalodasitik bileşimli lavlar oldukları belirlenmiştir.

2. Bu volkanitlerin anatektik olaylar sonucu ergiyen kabuk materyalinden oluştuğu vurgulanmıştır.

3. İnceleme alanında, Neojende birbirini izleyen iki evre halinde gözlenen Üst Miyosen yaşlı bazik alkalin (Kuyucak bazaltı) ve Pliyosen yaşlı ortaç asidik kalkalkalen (Erdembaba volkanitleri) volkanitlerin biraradalığı, önce manto kökenli alkalin volkanizmanın geliştiğini bunu izleyen evrede kıtasal kabuk ergimesi ve magmatik hibridizasyon süreçleri ile Erdembaba volkanitlerinin oluştuğunu göstermektedir.

4. İleride yapılacak Sr - İzotop çalışmaları ile nadir toprak element analiz sonuçları bu konuya daha fazla açıklık getirecektir.

## KATKI BELİRTME

Yazar, araştırma boyunca sağladığı olanaklar için TÜBİTAK'a teşekkür eder. Kimyasal analizlerin gerçekleştirilmesinde Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji

Mühendisliği Bölümü Merkez Kimya Laboratuvar olanaklarından yararlanılmasını sağlayan Doç. Dr. Yılmaz SAVAŞÇIN'a ve bu araştırmanın çeşitli aşamalarında göstermiş oldukları yardımlardan dolayı Jeo. Yük. Müh. İsmail TERLEMEZ (M. T. A.) ve Dr. Ali YILMAZ'a (M.T.A.) ve ayrıca C.I.P.W. normlarının hesaplanmasında yardımlarını esirgemeyen Hacettepe Üniversitesi Bilgi İşlem Merkezi elemanlarına da yazar içtenlikle teşekkürlerini sunar.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Allègre, C.J., Montigay, R., ve Bottinga, Y., 1973, Cortège ophiolitique et cortège ocSanique, géochimie comparée et mode de genése: Bull. Soc. géol. Fr., XV, 5-6, 461477.
- Atak, H.D., 1960, Reşadiye Bölgesi Genel Prospeksiyon Çalışmaları nihai raporu: M.T.A. Ens t., Ankara, (Yayınlanmamış).
- Baş, H., 1979, Petrologiache und geochemische Untersuchungen an-subrezenten Vulkaniten der nordanatolischen Strörungzone (Abschnitt: Erzincan - Niksar), Türkei: Diss. Univ. Hamburg, 116 s.
- Blumenthal, M.M., 1945, Die Kelkit - Dislokation und ihre tektonische Rolle: M.T.A. Enst. Dergisi, 2-34, 372-386.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and Petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea: Bulletin volcanologique, 36-1, 473-496.
- El-Hmnawi, E.E., Pichler, H., ve Zeil, W., 1969, Trace element distribution in Chilean ignimbrites: Contr. Min. Petr., 24, 50-62.
- Erentöz, C., 1950, Türkiye Jeoloji Haritası 1 : 100.000 ölçekli Reşadiye 44-2 paftası: M.T.A. Enst., Ankara, (Yayınlanmamış).
- Ercan, T., 1983, Gördes (Manisa) volkanitlerinin petrolojisi ve kökensel yorumu: Türkiye Jeol. Kur. Bült. 26,4148.
- Gedikoğlu, A., 1970, Etude géologique de la région de Gököy (Province D' Ordu - Turquie) : Thése de doctorat, Grenoble (Yayınlanmamış).
- Gottini, V., 1968, The  $TiO_2$  frequency in volcanic rocks: Geol. Rundsch., 57,920-935.
- Göksu, E., 1960, 1 : 500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Samsun paftası açıklaması: M.T.A. Enst., Ankara.
- Green, D.H., and Ringwood, A.E., 1967, The genesis of basaltic magmas: Contr. Min. Petr., 15, 103490.
- Hyndman, D.W., 1972, Petrology of igneous and metamorphic rocks: McGraw Hill, Edit, New York. 530 s.
- Irvine, T.N., ve Baragar W., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Can. J. Earth Sci., 8, 523-548.
- Jakes, P., ve White, A.J.R., 1971, Composition of Island arcs continontal growth: Earth Planet. Sci. Lett., 12, 224-230.
- Joron, J.L., Bougault, H, Treuil, M, ve Allègre C.J., 1976, Etude géochimique des roches magmatiques de la zone FAMOUS et de V archipel des Açores: Bull. Soc. Géol. France., t. XVIII, No: 4, 811-818.
- Jung, J., 1969, Précis de petrographie: Manşon, Paris, 332 p.
- Keller, J., 1969, Origin of rhyolites by anatectic melting of granitic crustal rocks: Bull. Volcanologique, 33/3, 942-959.
- Keller, J., ve Villari, 1972, Rhyolitic ignimbrite in the region of Afyon (Central Anatolia): Bull. Volcanologique, 36, 342-358.
- Kuno, H., 1950, Petrology of Hakone volcano and the adjacent area, Japan: Geol. Soc. Amer. Bull, 61, 9574020.
- Kuno, H., 1968, Differentiation of basalt magmas: In Hess, H.H., and Poldervaart, A. (edit), 1968, Basalts, 2 (Interscience, New York), 623-688.
- Kuno, H., 1970, Systems bearing on melting of the upper mantle under hydrous conditions: Geol. Surv. Pap. Can, 66 (15), 317-336.
- MacDonald, G.A., ve Katsura, T, 1964, Chemical composition of Hawaiian Lavas: J. Petrology, 5, 82-133.
- Miyashiro, A, 1975, Volcanic rock series and tectonic setting. In Donath, F.A., Stehli, F.G., (edit), 1975: Annual review of earth and planetary, 3, 251-269.
- Seymen, I, 1975, Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun tektonik Özelliği: t.T.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul, 192 s.
- Streckeisen, A, 1976, To each plutonic rocks its proper name: Earth Sci. Rev, 12,1-33.
- Streckeisen, A, 1979, Classification and nomenclature of volcanic rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic rocks (Recommendations and suggestions of the I.U.G.S. Subrommission of Igneous Rocks): Geology, 7, 331-335.
- Sunder, M, 1979, Kırka (Eskişehir) ve çevresinin jeolojisi, petrolojisi ve Sarıkaya Bor Yataklarının jeokimyasal incelenmesi: Doktora Tezi, İstanbul Üniv. Fen Fakültesi, (Yayınlanmamış).
- Taylor, S. R, 1969, Trace element chemistry of Andesites and associated calcalcaline rocks. Proceedings of the Andesite Conference: Oregon Dept. Geol. Mineral. Ind. Bull, 65, 43-63.
- Taylor, S.R., ve McLennan S.M., 1979, In discussion on «Chemistry» thermal gradients and evolution of the lower continental crust' by Tarney, J, and Windley, B.F.J.: Geol. Soc. London, 497-500.
- Taylor, S.R, ve White, A.J.R, 1969. Trace element abundances in Andesites. Bull. Volcanol, 29, 172-194.
- Tchihatcheff, P. de, 1869, Asie Mineure: Geologie II. Paris.

- Terlemez, I. ve Yılmaz, A., 1980, Ünye - Ordu - Koyulhisar - Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi: Türkiye Jeol. Kur. Bull., 23 (2), 179-191.
- Terzioğlu, M. N., 1983, Reşadiye - Aybastı - Gölköy - Mesudiye - Koyulhisar ilçeleri arasındaki sahada yer alan Eosen volkanitlerinin petrolojik - petrokimyasal özelliklerinin incelenmesi : Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Temel Bilimler Araştırma Grubu, Proje No: TBAG-137 (Yayınlanmamış).
- Terzioğlu, M. N., 1985, Mesudiye (Ordu) batısındaki Üst Miyosen yaşlı Kuyucak bazaltının petrolojisi ve kökensel yorumu: Yerbilimleri, 12, (Baskıda).
- Thornton, C.P., ve Tuttle, O.F., 1960, Chemistry of igneous rocks I. Differentiation Index: Am. Jour. ScL, 258, 664-684
- Torun, A. F., Yılmaz, O ve Batum, I., 1978, Petrokimyasal işlem programı: Hacettepe Üniversitesi Bilgi İşlem Merkezi, Ankara.
- Treuil, M., ve Varet, '., 1973, Critères Volcanologiques, petrologiques, et géochimiques de la genése et de la différenciation des magmas basaltiques. exemple de T Afar: Bull. Soc. Géol. Fr. XV, 5,6, 506-540.
- Turner, F. J., ve Verhoogen, J. TI960, Igneous and metamorphic Petrology. 2 nd editions, McGraw - Hill, New York, 694 s.
- Tuttle, O.F. ve Bowen, N.L., 1958, Origin of granit\* in the light of experimenthal studies in the system  $NAISi_3O_8 - SiO_2 - KAISi_3O_8 - K_2O$ : Geol. Soc. Amer. Memoir, 74, 153 s
- Wager, L. R., 1960, The major element variation of the Layered series of the Skaergaard intrusion: J. Petrology., 1,364-398.
- Winchester, J. A., ve Floyd, P. A., 1977, Geochemical discrimination of diferent magma series and their differentiation products using immobile elements: Chem. Geol., 20, 325-343.
- Winkler, H. G. F., 1974, Petrogenesis of metamorphic rocks : Springer - Verlag, New York, 344 s.

**Yazının Geliş Tarihi : 16.11.1985**

**Düzeltilmiş Yazmm Geliş Tarihi : 4.1.1986**

**Yayıma Verildiği Tarih : 25.1.1986**