

MUŞ YÖRESİNDEKİ PLİYOSEN YAŞLI VOLKANİTLERİN PETROLOJİSİ

Ahmet TÜRKECAN*

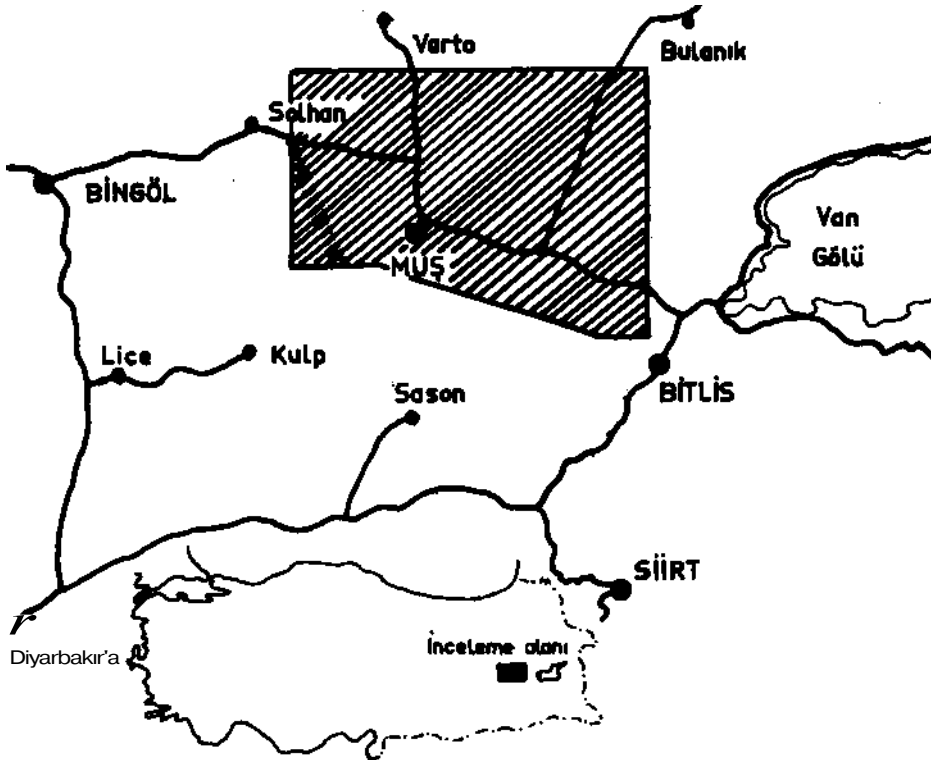
ÖZ. - Güneydoğu Anadolu'da Muş yöresinde yapılan bu çalışmada Pliyosen yaşta ki Volkanitler petrografik ve kimyasal özellikleri bakımından incelenmiştir. Alkalin nitelikli olan ve plato lavları şeklinde gözlenen volkanitlere toleyitik volkanizma ile peralkalen bir volkanizma da eşlik etmektedir. Gerek ana element gerekse iz element içerikleri bu volkanitlerin kıta içinde oluştuklarını göstermektedir. K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş tayinleri ile de neomagmatizmanın ilk ürünlerini veren volkanizmanın Erken Pliyosende faaliyete başladığı saptanmıştır.

GİRİŞ

Şimdiye değin Doğu Anadolu'da yapılan petrokimyasal çalışmalar çok az sayıda olup, Doğu Anadolu Tersiyer volkanizmasının kökenini ve evrimini aydınlatmaya yetmemiş, her çalışma farklı sonuç ve yorum getirmiştir. 1986 yılında Muş Tersiyer havzasının ayrıntılı stratigrafisinin çıkarılması yanında gerçekleştirilen bu çalışma, Doğu Anadolu Tersiyer volkanizmasının kökenini ortaya çıkararak, jeodinamik evrime katkıda bulunma amacını taşır.

Muş yöresini kapsayan inceleme alanında, farklı yaşta ve karakterde Volkanitler bulunmakta olup, bu çalışma Pliyosende faaliyete başlayan volkanitleri içermektedir.

inceleme alanı ve yakın çevresinde daha önce çeşitli ölçekte harita alımı ve stratigrafi çalışmaları yapılmıştır (Ürgün, 1961; Elnaif, 1969; Birgili, 1968; Özyeğin, 1968; Dinçer, 1969, Ünal, 1970; Göncüoğlu ve Turhan, 1983; Şaroğlu, 1986;



Şek. 1 - Yer bulduru haritası.

Akay ve diğerleri, 1989). İlk petrokimyasal ağırlıklı çalışma ise özpeker (1973) tarafından Nemrut yanardağında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı bu çalışmasında Nemrut yanardağına ilişkin volkanik evreleri saptamış, volkanizmanın Kuvaterner yanında ve kratonik-simatik kökenli olduğunu belirtmiştir. Yılmaz ve diğerleri (1987) ise Muş-Bingöl yöresinde yaptıkları çalışmada Solhan volkanitleri olarak adlanan birimin Orta (?) -Üst Miyosen yanında olduğunu, zayıf alkali karakter gösterdiğini ve Doğu Anadolu'da kabuğun maksimum kalınlığa erişemediği dönemde yukarı mantodan sığ derinliklerde kısmî ergimeyle oluştuğunu belirtmektedirler.

GENEL JEOLJİ

inceleme alanında detaylı çalışmalar yapan Akay ve diğerleri (1989), Muş Tersiyer havzasının Geç Eosenden Kuvaternere kadar olan dönemde birbirinden bağımsız/, olarak gelişen farklı havzalarla temsil olunduğunu belirterek havzaların stratigrafisini aşağıda ö/etlendiği gibi saptamışlardır.

Orta-Üst Eosen havzası; çakıltaşı-killi kireçtaşı olistostromundan oluşan Kızılağaç formasyonu ile temsil olunur. Bu havzadan bağımsız olarak açılıp kapanmış Üst Eosen-Alt Miyosen havzası; karasal kumtaşı-miltaşı-çakıltaşından oluşan Ahlat formasyonu, denizel çakıltaşı-miltaşı-kumtaşından oluşan Norkavak formasyonu, genellikle denizel kireçtaşından oluşan Gerisor formasyonu, kumtaşı-kireçtaşı arakatlı denizel miltaşı-kiltaşından oluşan Yazla formasyonu, riyolitten oluşan Sergen formasyonu ve kireçtaşı-kumtaşı-miltaşından oluşan Adilcevaz formasyonunu içermektedir, inceleme alanında geniş alanlar kaplayan bu birimlerden sonra Orta-Üst Miyosen yaşlı Elçiler formasyonunun andezitik-dasitik lav ve tüfleri yer alır. Elçiler formasyonunun lavları üzerinde ise Pliyosen havzasının kumtaşı-çakıltaşı-miltaşı-kireçtaşından oluşan Zımak formasyonu ile bazaltik-andezitik lav, tuf ve aglomeralardan oluşan ve kısmen tortul katkısı da bulunan Solhan formasyonu yer alır. En üstte de Üst Pliyosen-Kuvaterner havzasının; kumtaşı-miltaşı-çakıltaşından oluşan Bulanık formasyonu, tüfit ve ignimbritten oluşan Nemrut formasyonu, çakıltaşı-kumtaşından oluşan Muşovası formasyonu ve alüvyon çökelleri bulunur.

PLİYOSEN VOLKANİTLERİ

Genellikle lav, piroklastik gereç ve yer yer volkanotortullardan oluşan birim, Kıraner'in (1957) Üst Miyosen andezit ve bazaltına, Ürgün'ün (1961) Neojen yaşlı andezit ve bazaltına, Tokel'in (1966) pre-Pliyosen andezitine ve Zımak formasyonu volkanotortullanna, Birgili'nin (1968) Pliyosen ba/allına, özyeğin'in (1968) Kuvaterner bazaltına, Elnaif'in (1969) Kuvaterner bazaltına, Ünal'ın (1970) Üst Pliyosen yaşlı andezit ile Kuvaterner yaşlı bazaltına, Soytürk'ün (1973) Kuvaterner volkanitlerine, Şaroğlu ve Güner'in (1981) Üst Miyosen yaşındaki volkano-sedimentlerine, Yılmaz ve diğerlerinin (1987) Solhan volkanitlerine karşılık gelmektedir.

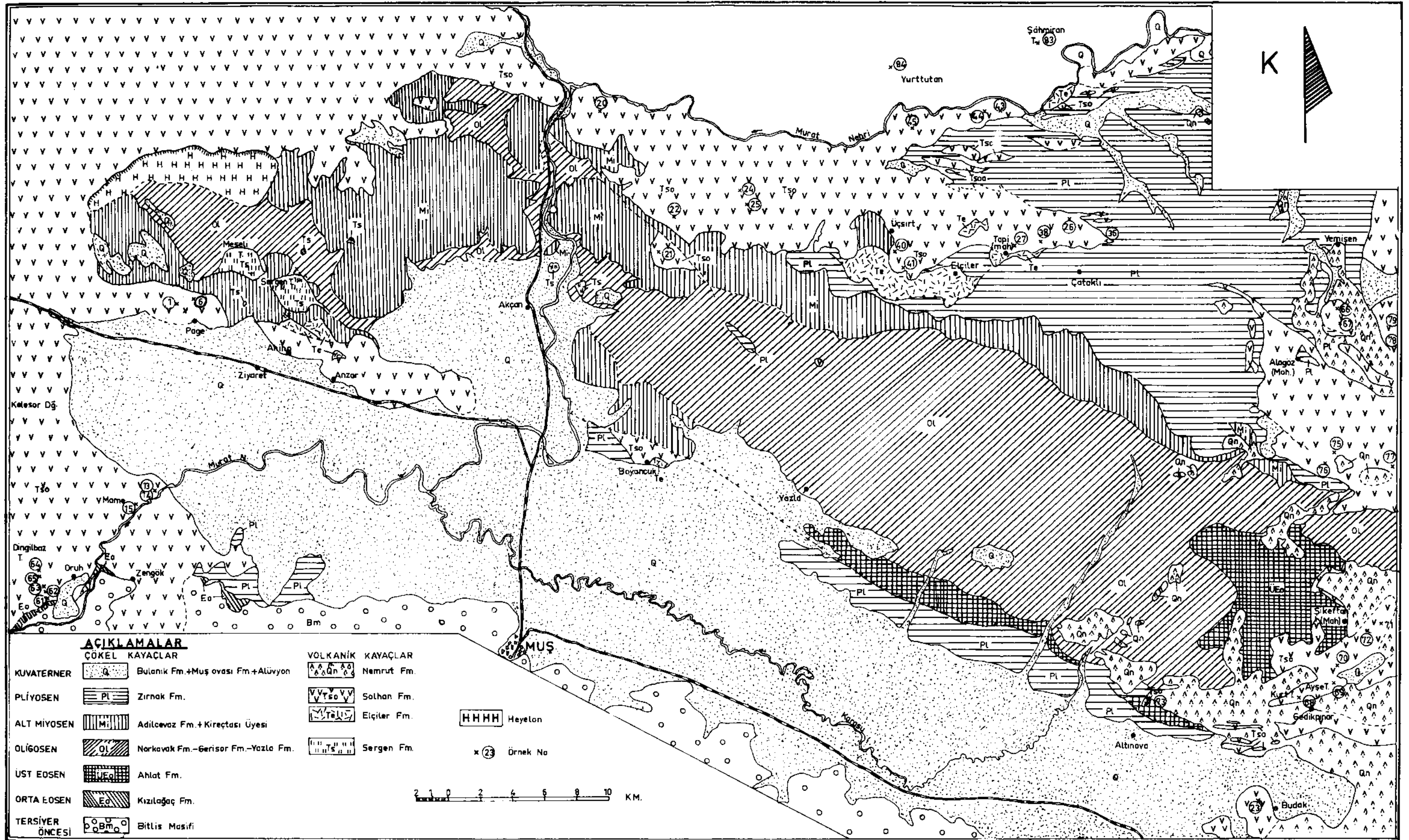
Volkanitlerin en alt düzeyi, Oruh'un güneyinde Dorin derede Eosen yaşlı Kızılağaç formasyonunun üzerinde 20 m kalınlığındaki tüfit-kiltaş ardalanmasından oluşur. Kiltaş düzeyleri bol bitki fosillidir.

Nevalamülk köyünde Volkanitler, lav ve piroklastik tabakalardan oluşup, gösel çökeller içinde arakatlı olarak bulunmaktadır.

Volkanik dizi üste doğru lav, tuf ve aglomera ardalanması şeklinde devam eder. Lavlar yer yer kompakt olup, yer yer levha eklemlidir. Bazı kesimleri gaz boşluklu olan lavların bazı düzeylerinde oldukça iri plajiyoklaz fenokristallerine rastlanır.

inceleme alanındaki başvuru kesiti Oruh'tan geçen Murat nehrinin kenarında yapılmıştır (Şek. 2,3). Bu yörede birimin kalınlığı yaklaşık 1000 m kadardır, inceleme alanının ortasında ve kuzeyinde ise 100-150 m kalınlığında olup, bazen çökeller içinde mercekler halinde de bulunurlar. Genellikle inceleme alanının doğusuna doğru kalınlığını yitirip Zımak formasyonu çökellerine geçen birimi, yer yer güneyde Bitlis masifi üzerinde, kuzeyde ise oldukça geniş alanlarda izlemek mümkündür.

Zımak formasyonu ile yanal geçişli olan volkanitlerin hemen altındaki çökellerden, Aşağı Page köyünde mikromeli fosillerine dayanarak Erken Pliyosen yaşı elde edilmiştir (Akay ve diğerleri, 1989). Volkanitlerin yaşını daha kesin saptayabilmek amacı ile araziden toplanan 3 örneğin radyometrik yaş belirlemeleri de Hollanda'da Amsterdam N.W.O. izotop jeolojisi laboratuvarlarında yapılmıştır. Dr. E. Hebeda tarafından biyotitler üzerinde, K/Ar yöntemi ile gerçekleştirilen yaş tayinlerine ilişkin değerler ve sonuçları Çizelge 1 de verilmiştir.



AÇIKLAMALAR

ÇÖKEL KAYAÇLAR		VOLKANİK KAYAÇLAR	
KUVATERNER	Q Bulanık Fm.+Muş ovası Fm.+Alüvyon	AAn Nemrut Fm.	
PLİYOSEN	Pl Zırnak Fm.	Tso Sohan Fm.	
ALT MİYOSEN	M Adilcevaz Fm.+Kireçtaşı Üyesi	Te Elçiler Fm.	
OLİGOSEN	Ol Norkavak Fm.-Gerisor Fm.-Yazlı Fm.	Ts Sergen Fm.	
UST EOSEN	Ea Ahlat Fm.		
ORTA EOSEN	Eo Kızılağaç Fm.		
TERSİYER ÖNCESİ	Bm Bitlis Masifi		

HHHH Heylon
 x 23 Örnek No
 0 2 4 6 8 10 KM.

Çizelge 1 - Alkalen lavlara ilişkin radyometrik yaş belirlemeleri

Örnek no	K (%)	⁴⁰ Ar radyojen (ppb)	⁴⁰ Ar tuchi (%)	⁴⁰ Ar total (%)	Yaş (My)
1	1.19	0.407	94.2		4.3 ± 0.8
	1.20	0.314	95.3		
13	1.79	0.542	98.6		4.4 ± 1.3
	1.79				
14	2.04	0.943	96.8		6.0 ± 0.6
	2.05	0.806	97.3		
		0.784	97.2		

1 no.lu örnek Aşağı Page köyü yakınından, 13 ve 14 no.lu örnekler Mame mezarı yakınından alınmıştır.

PETROGRAFI

inceleme alanında geniş alanlar kaplayan Volkanitler petrokimyasal açıdan alkalen ve toleyitik özellikler göstermektedirler.

Alkalen lavlar; başlangıçta silise doymun değildir (alkali olivin bazaltlar). Bütün ayrımlaşma sürecinde alkali karakterlerini korumuşlar, ancak zamanla silisyumca zenginleşerek doymuş hale gelmişlerdir (havaiyit-mujearit türü lavlar).

Bazaltik lavlar, gri-siyah renklerde ve kompakttır. Porfirik, yarı engellemeli, engellemeli ve ofitik doku şekillerini gösterirler. Plajiyoklazlar oldukça fazladır ve zaman zaman iri latalar şeklinde görülürler. Labradorit bileşiminde olup, aralarını piroksenler doldurmuştur. Olivin her örnekte görülmüş olup, bazen iri fenokristaller halinde, bazen de küçük taneler halinde bulunur. Yer yer bozuşan olivinler iddingsite dönüşmüşlerdir.

Havaiyitler, gri-siyah kompakt lavlardır. Porfirik dokulu olup birbirine paralel yer yer engellemeli tekstür gösteren hamur içinde, fenokristaller halinde plajiyoklaz, olivin ve piroksenler bulunmaktadır.

Trakibazalt ve mujearitler, silise doymunlukları ile dikkati çekerler. Genellikle engellemeli, porfirik doku gösterirler. Fenokristal nadir olup, Plajiyoklazların arasında zaman zaman cam izlenmektedir. Birbirine paralel ve yer yer engellemeli tekstür gösteren plajiyoklaz mikrolitleri arasında yer yer olivin ve granüller halinde opak mineraller yer almaktadır. Plajiyoklaz çubukları arasında yer alan cam, normlarda serbest kuvars olarak gözlenmektedir.

inceleme alanının hemen yakın doğusunda yer alan Kırkor ve Nemrut yanardağları peralkalen türde lavlar içermekte olup, normatif olarak akmit (Ac) bulundurmaktadırlar (Çizelge 3). Daha çok trakitik olan lavlar açık renkli olup, porfirik akma dokusu gösterirler. Fenokristal olarak plajiyoklaz bulunmakta, çok az da granüle opak mineral ile egirinojit yer almaktadır.

Toleyitik lavlar; gri-siyah renklerde olup, ince taneli, sert ve yer yer levha eklemlidir. Genellikle yükseklerde ve en üstte bulunurlar. Lavların bazik türde olanlarında genelde intersertal doku gözlenir. Fenokristal olarak plajiyoklaz, piroksen ve olivin izlenir. Olivinler zaman zaman iddingsitleşmişlerdir. Andezitik türdeki lavlar ise, porfirik, pilotaksitik, hiyalopilitik dokudadırlar. Plajiyoklazlar, andezin ve asit labradorit düzeydedir. Akma yapısı ve zaman zaman da engellemeli tekstür gösteren plajiyoklaz mikrolitlerinin arasındaki boşlukları granüle haldeki piroksenler doldurmuştur, örneklerin hiç birisinde biyotit ve hornblend görülememiş olup, hemen bütün örneklerin hamurunda cam bulunur.

JEOKİMYA

inceleme alanındaki Pliyosen yaşlı volkanitlerden 45 adet örnek toplanmış olup, örneklerin majör ve iz element içerikleri ayrı ayrı incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

Majör element dağılımı

Alkalen lavlara ilişkin örneklerin majör element kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2 de, C.I.P.W. normları da Çizelge 3 te verilmiştir.

Çizelge 2 • Alkalen lavların majör element içerikleri

ANALİZ SONUÇLARI														
No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O	Top
61	44.10	14.10	3.90	9.60	10.10	6.63	2.40	0.20	3.80	1.23	0.50	3.74	0.60	100.90
62	44.10	15.30	3.80	8.70	11.55	5.78	2.30	0.20	3.90	1.10	0.40	0.58	0.80	98.51
63	44.70	14.50	4.40	10.50	10.50	6.20	2.90	0.20	3.35	1.13	0.50	0.33	1.02	100.23
64	45.40	15.30	4.10	9.30	10.60	6.65	2.60	0.20	3.80	0.85	0.50	0.41	0.74	100.45
65	48.20	15.30	4.00	9.00	9.25	5.50	2.50	0.20	4.35	1.35	0.40	0.25	0.64	100.94
1	50.20	15.60	3.90	8.60	6.80	2.37	2.40	0.50	3.10	1.90	0.80	1.26	1.44	98.87
6	53.80	17.00	3.40	8.10	5.16	1.71	1.90	0.20	3.46	2.05	0.60	0.75	1.52	99.65
12	51.00	15.90	2.40	10.30	5.34	2.27	2.60	0.20	3.24	2.07	0.90	1.01	1.20	98.43
13	51.00	13.70	3.50	11.40	3.99	0.75	2.00	0.30	3.14	1.88	0.70	4.27	1.70	98.33
14	51.00	15.50	3.20	8.90	4.83	2.16	1.70	0.30	3.95	1.98	0.90	2.76	1.64	98.82
15	46.90	15.10	4.20	10.60	7.00	4.15	2.70	0.20	3.01	2.40	0.50	1.26	1.90	99.92
21	47.90	16.00	4.30	10.20	6.00	3.93	2.80	0.20	3.46	1.30	0.60	0.66	1.10	98.45
22	45.30	16.90	4.00	12.20	7.03	3.91	2.50	0.20	3.24	1.08	0.60	0.50	1.34	98.70
36	52.70	15.70	3.20	7.30	5.80	2.93	1.70	0.20	2.97	2.20	0.40	0.50	1.06	96.66
66	56.00	16.00	2.90	6.00	7.45	3.18	1.40	0.10	4.13	2.43	0.40	0.33	0.62	100.94
67	57.30	16.10	2.50	3.60	7.85	4.05	1.00	0.10	4.20	2.40	0.30	0.25	0.98	100.63
68	55.00	16.00	2.90	6.80	6.10	2.40	1.40	0.20	5.90	1.80	0.80	0.41	1.04	100.75
69	44.00	15.40	4.10	9.80	11.45	6.60	2.60	0.20	4.00	0.95	0.50	0.33	1.00	100.93
70	44.50	14.00	4.40	10.10	10.70	7.00	2.90	0.20	3.75	1.05	0.50	0.33	1.10	100.53
71	50.00	15.10	3.60	8.80	7.25	3.10	2.10	0.20	5.25	2.55	1.30	0.41	0.46	100.12
72	49.70	14.50	4.00	8.90	6.80	3.85	2.50	0.20	4.75	2.33	0.80	0.41	0.70	99.44
73	44.20	15.30	4.30	9.80	10.60	6.80	2.80	0.20	3.90	1.08	0.50	0.25	1.16	100.89
75	50.00	15.70	3.10	5.80	9.10	4.53	1.60	0.10	4.75	1.53	0.40	0.50	1.12	98.23
76	52.90	15.60	2.90	5.60	8.65	3.85	1.40	0.10	4.05	1.68	0.40	0.33	0.66	98.12
77	54.50	16.20	2.60	4.90	7.95	4.35	1.10	0.10	3.85	1.95	0.30	0.41	0.88	99.09
78	56.90	15.80	2.50	3.80	6.85	3.73	1.00	0.10	3.70	2.40	0.30	0.25	0.58	97.91
79	53.90	16.00	2.70	5.10	6.10	2.90	1.20	0.10	4.60	2.40	0.40	0.25	0.96	96.61
85	69.00	14.00	1.70	1.60	0.70	0.05	0.20	0.10	5.75	5.48	0.10	1.41	1.34	101.43
86	63.90	15.00	1.80	3.40	1.75	0.12	0.30	0.10	6.00	5.57	0.10	0.36	1.80	100.20

Çizelge 3 • Alkalen lavların C.I.P.W. norm değerleri

CIPW NORMLARI																	
No	IL	DR	AB	AC	AN	TN	MT	HO	DI	HY	DL	NE	CS	LC	PF	Q	HM
61	4.56	7.27	14.31	0.00	17.78	0.00	5.65	0.00	26.35	0.00	10.27	9.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62	4.37	6.50	11.21	0.00	20.99	0.00	5.51	0.00	29.59	0.00	6.56	11.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
63	5.51	6.68	16.64	0.00	21.19	0.00	6.38	0.00	25.57	0.00	10.17	6.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64	4.94	5.02	18.02	0.00	22.19	0.00	5.94	0.00	24.71	0.00	10.13	7.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65	4.75	7.98	25.31	0.00	13.23	0.00	5.80	0.00	22.58	0.00	8.58	6.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	4.56	11.23	26.23	0.00	23.04	0.00	5.65	0.00	8.96	10.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.19	0.00
6	3.61	12.11	29.28	0.00	24.80	0.00	4.93	0.00	0.68	12.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.33	0.00
12	4.94	12.23	27.41	0.00	22.73	0.00	3.48	0.00	3.20	16.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.47	0.00
13	3.80	11.11	26.57	0.00	17.73	0.00	5.07	0.00	1.80	15.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.61	0.00
14	3.23	11.70	33.42	0.00	18.71	0.00	4.64	0.00	4.44	14.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.05	0.00
15	5.13	14.18	25.47	0.00	20.60	0.00	6.09	0.00	11.73	3.89	8.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	5.32	7.68	29.28	0.00	24.29	0.00	6.23	0.00	4.54	18.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00
22	4.75	6.38	27.41	0.00	28.38	0.00	5.80	0.00	5.46	6.71	11.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	3.23	13.00	25.13	0.00	23.01	0.00	4.64	0.00	4.78	12.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	0.00
66	2.66	14.36	34.94	0.00	17.94	0.00	4.20	0.00	15.62	6.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.21	0.00
67	1.90	14.18	35.54	0.00	17.99	0.00	3.62	0.00	16.74	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.04	0.00
68	2.66	10.64	48.08	0.00	11.86	0.00	4.20	0.00	15.36	0.00	4.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
69	4.94	5.61	10.14	0.00	21.26	0.00	5.94	0.00	28.97	0.00	9.19	12.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	5.51	6.20	14.24	0.00	18.27	0.00	6.38	0.00	28.31	0.00	10.02	9.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71	3.99	15.07	27.93	0.00	10.10	0.00	5.22	0.00	21.56	0.00	4.94	8.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
72	4.75	12.77	31.69	0.00	11.36	0.00	5.80	0.00	18.46	0.00	6.89	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
73	5.32	6.38	12.87	0.00	21.05	0.00	6.23	0.00	25.64	0.00	10.38	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75	3.04	9.04	30.25	0.00	17.00	0.00	4.49	0.00	22.76	0.00	4.14	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
76	2.66	9.93	34.27	0.00	19.42	0.00	4.20	0.00	19.10	5.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	0.00
77	2.09	11.52	32.58	0.00	21.16	0.00	3.77	0.00	14.77	8.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.78	0.00
78	1.90	14.18	31.31	0.00	19.42	0.00	3.62	0.00	11.69	6.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.62	0.00
79	2.28	14.18	38.92	0.00	15.92	0.00	3.91	0.00	11.73	6.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.00
85	0.38	32.38	41.50	4.92	0.00	0.00	0.00	0.00	3.07	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.75	0.00
86	0.57	32.91	46.14	4.07	0.00	0.00	0.57	0.00	7.68	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.22	0.00

Örnekler, % 44.10 ile % 69.00 arasında değişen miktarlarda SiO_2 içerirler. Al_2O_3 içerikleri % 13.70 ile % 18.70 arasında, MgO içerikleri % 7.00 ile % 0.07, CaO içerikleri % 11.55 ile % 0.70, Na_2O içerikleri % 6.00 ile % 2.97, K_2O içerikleri % 5.57 ile % 0.95 arasında değişmektedir.

Toleyitik lavlara ilişkin örneklerin majör element kimyasal analiz sonuçları ve C.I.P.W. normları Çizelge 4 te verilmiştir.

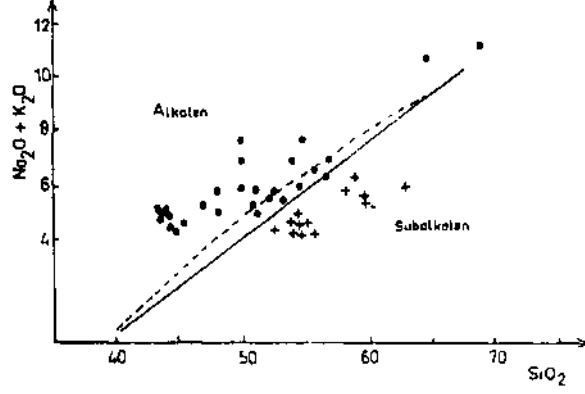
Çizelge 4 - Toleyitik lavların majör element içerikleri ve C.I.P.W. norm değerleri

<i>ANALİZ SONUÇLARI</i>														
<i>No</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>FeO</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>TiO₂</i>	<i>MnO</i>	<i>Na₂O</i>	<i>K₂O</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>CO₂</i>	<i>H₂O</i>	<i>Top</i>
20	57.60	16.60	2.50	7.30	3.90	1.01	1.00	0.20	3.68	2.30	0.50	0.41	1.12	98.12
23	54.20	17.20	3.00	11.40	4.39	1.61	1.50	0.30	3.19	1.17	0.60	0.33	1.20	100.09
24	59.50	17.10	2.50	6.00	3.65	1.61	1.00	0.10	3.01	2.04	0.30	0.25	1.14	98.20
25	59.30	15.80	2.50	6.20	4.20	1.71	1.00	0.20	3.06	2.30	0.40	0.41	1.44	98.52
26	54.30	16.70	3.20	7.20	6.00	3.10	1.70	0.20	2.66	2.00	0.50	0.33	0.96	98.85
27	56.10	15.80	3.10	6.00	6.20	2.98	1.60	0.20	2.79	1.40	0.30	0.45	0.98	97.90
38	52.50	16.50	3.40	7.40	6.80	3.93	1.90	0.20	3.14	1.30	0.40	0.13	1.14	98.74
40	53.90	16.20	3.60	9.10	5.32	2.90	2.10	0.20	3.28	1.14	0.40	0.25	0.80	99.19
41	53.40	16.30	3.50	8.10	5.50	2.77	2.00	0.20	3.14	1.40	0.40	0.25	0.92	98.38
42	55.00	15.50	3.50	7.90	5.90	2.87	2.00	0.20	3.24	1.40	0.40	0.41	0.45	98.76
43	58.50	16.50	3.10	4.90	4.10	1.33	1.60	0.10	3.55	2.60	0.50	0.33	1.28	98.39
44	55.10	16.70	2.90	7.50	5.26	1.82	1.40	0.20	3.41	1.75	0.40	1.01	0.70	98.15
45	63.20	16.30	2.30	4.50	3.04	0.99	0.80	0.10	3.87	2.22	0.30	0.25	0.86	98.73

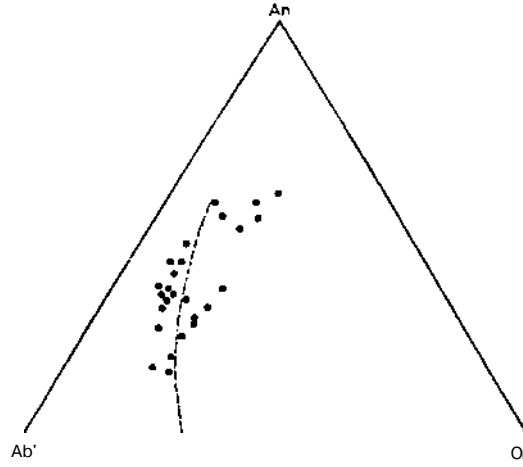
<i>CIPW NORMLARI</i>																	
<i>No</i>	<i>IL</i>	<i>DR</i>	<i>AB</i>	<i>AC</i>	<i>AN</i>	<i>TN</i>	<i>MT</i>	<i>WO</i>	<i>DI</i>	<i>HY</i>	<i>DL</i>	<i>NE</i>	<i>CS</i>	<i>LC</i>	<i>PF</i>	<i>Q</i>	<i>HM</i>
20	1.90	13.59	31.14	0.00	19.35	0.00	3.62	0.00	0.00	12.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.12	0.00
23	2.85	6.91	26.99	0.00	21.78	0.00	4.35	0.00	0.00	19.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.09	0.00
24	1.90	12.05	25.47	0.00	18.11	0.00	3.62	0.00	0.00	11.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.64	0.00
25	1.90	13.59	25.89	0.00	20.84	0.00	3.62	0.00	0.00	11.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.66	0.00
26	3.23	11.82	22.51	0.00	27.72	0.00	4.64	0.00	1.69	14.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.60	0.00
27	3.04	8.27	23.61	0.00	26.45	0.00	4.49	0.00	3.53	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.07	0.00
38	3.61	7.68	26.57	0.00	27.09	0.00	4.93	0.00	5.45	14.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.79	0.00
40	3.99	6.74	27.75	0.00	26.11	0.00	5.22	0.00	0.23	17.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.12	0.00
41	3.80	8.27	26.57	0.00	27.28	0.00	5.07	0.00	0.00	15.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.91	0.00
42	3.80	8.27	27.41	0.00	23.61	0.00	5.07	0.00	4.29	13.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.42	0.00
43	3.04	15.36	30.04	0.00	20.34	0.00	4.49	0.00	0.00	7.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.41	0.00
44	2.66	10.34	28.85	0.00	25.09	0.00	4.20	0.00	0.85	13.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.68	0.00
45	1.52	13.12	32.74	0.00	15.08	0.00	3.33	0.00	0.00	7.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.91	0.00

Lavların SiO_2 içerikleri % 52.50 ile % 63.20 arasında değişmektedir. Al_2O_3 % 15.50-17.20 arasında, MgO içerikleri % 0.99 ile % 3.93, CaO içerikleri % 3.04-6.80, Na_2O içerikleri % 2.66 ile % 3.87, K_2O içerikleri % 1.30 ile % 2.30 arasında değişmektedir. Normatif bileşimlerinde bütün örneklerin silise doygun olduğu görülür. Normatif kuvars % 21.91 e kadar çıkar.

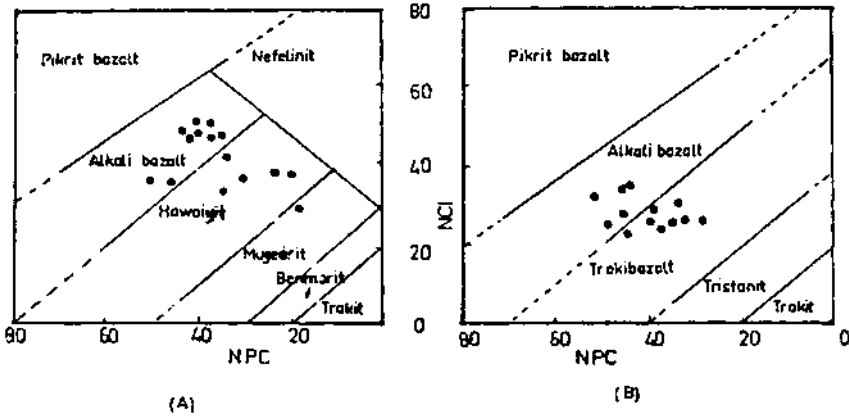
Volkanitlerin alkali-silis diyagramında (Şek. 4) bir kısmının alkalen, bir kısmının ise subalkalen alanda yer aldıkları görülür. Alkali olivin bazalt serisinin ayrımlaşma gösteren lavları sodik ve potasik alanları ayıran An-Ab'-Or diyagramında (Şek. 5) hem sodik, hem de potasik alanda yer alırlar. Sodik serinin lavları Irvine ve Baragar'a (1971) göre, alkali bazalt, havaiyit ve mujearit olarak isimlendirilmişlerdir (Şek. 6A). Potasik serinin lavları ise, yine Irvine ve Baragar'a (1971) göre alkali bazalt ve trakibazalt olarak adlandırılmışlardır (Şek. 6B).



Şek. 4 - Volkanitlerin alkalen-subalkalen ayrımı.

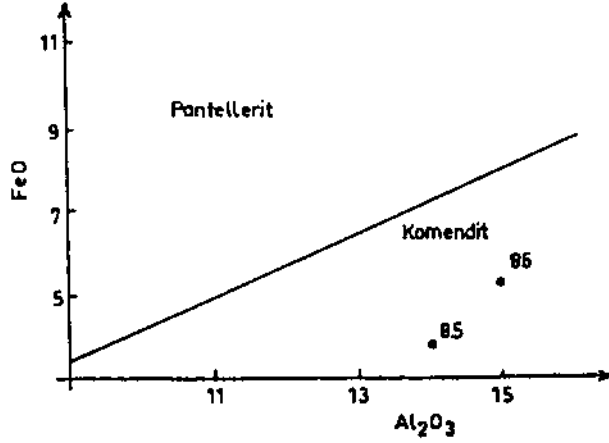


Şek. 5 - Alkalin lavların An-Ab'-Or izdüşümleri (Irvine ve Baragar, 1971)

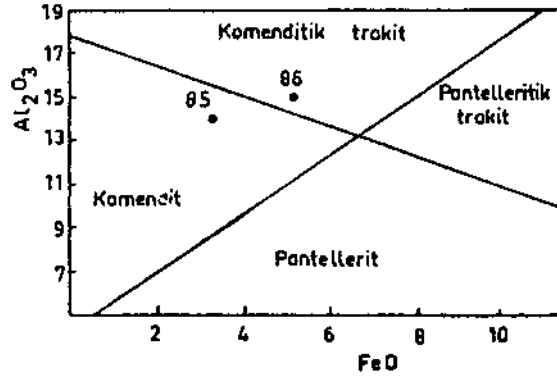


Şek. 6 - Alkalin lavların Irvine ve Baragar'a (1971) göre adlanması.

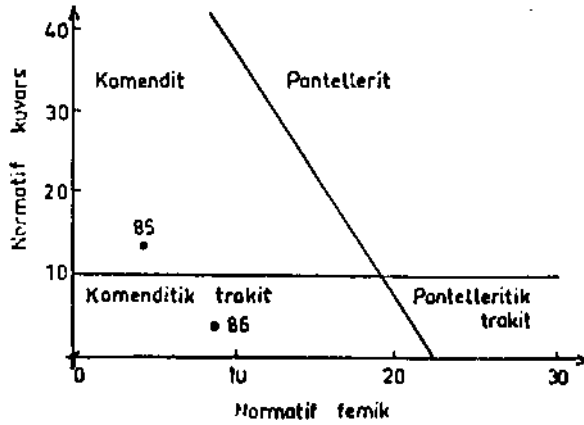
C.I.P.W. normlarında akmit içeren inceleme alanı doğusundaki Kırkor dağının örnekleri (85 ve 86), peralkalen karakter göstermekte ve McDonald'a (1974) göre (Şek. 7 A, B, C) komendit, komenditik trakit olarak adlanmaktadır.



(A)



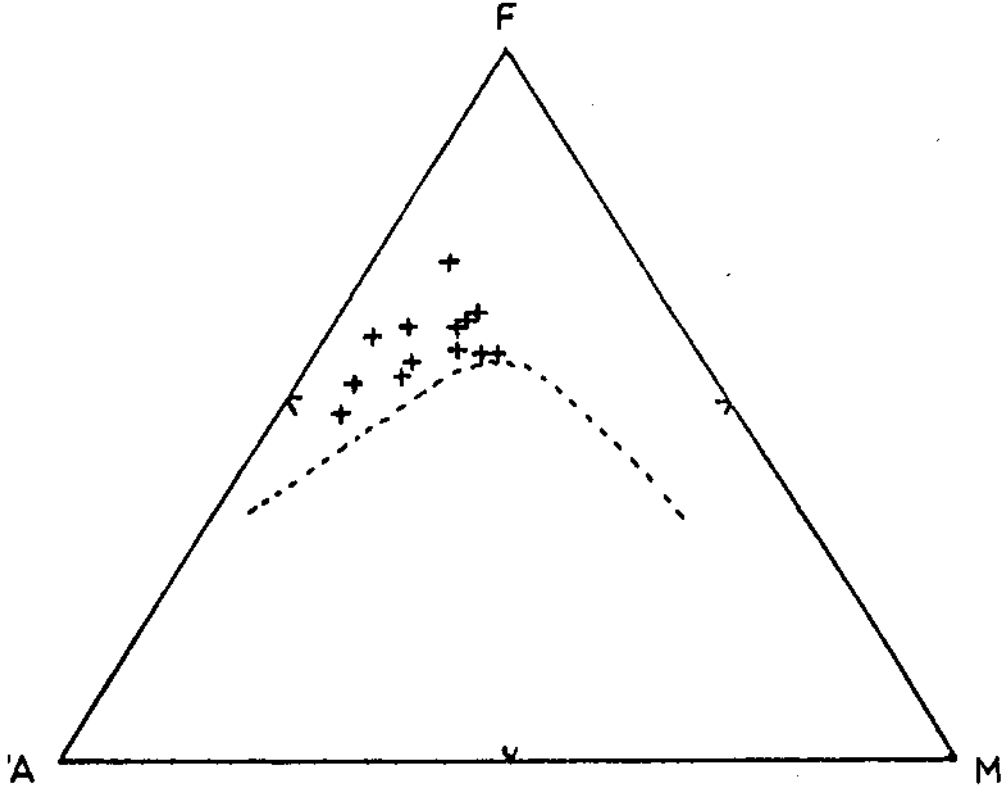
(B)



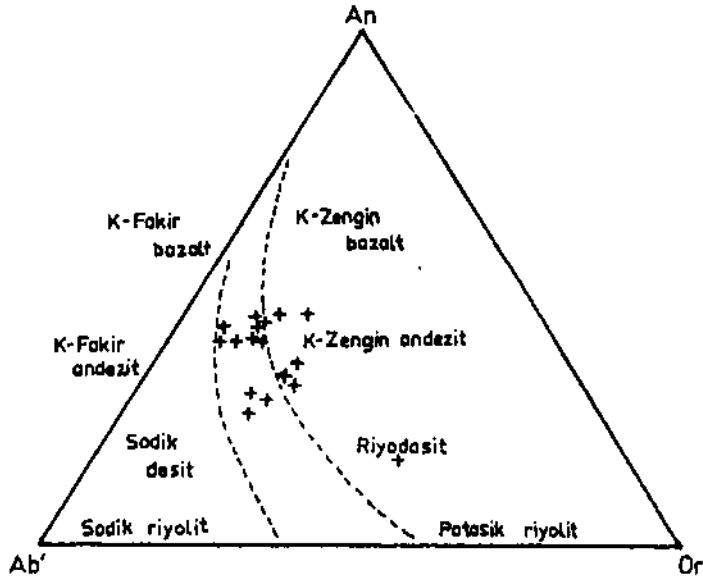
(C)

Şek. 7 - Peralkalen volkanitlerin McDonald'a (1974) göre adlanması.

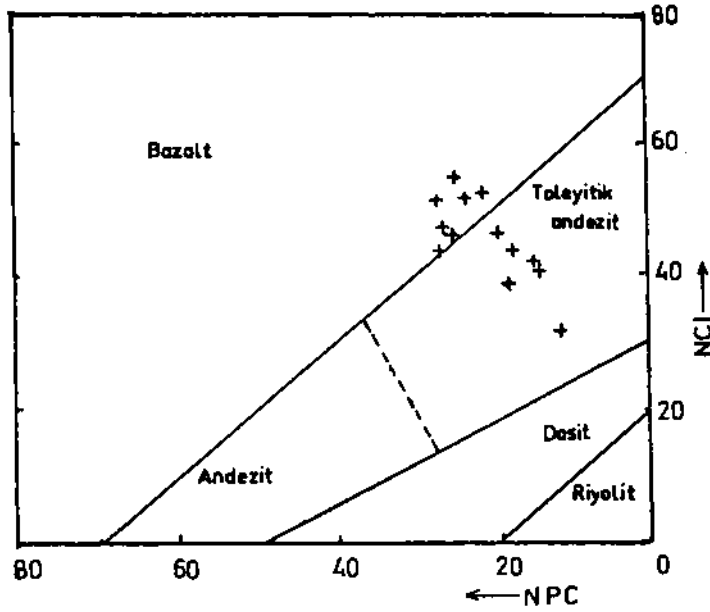
Volkanitlerin subalkalen nitelikli lavlarının (Şek. 4) kalkalkalen toleyitik ayırımını yapmak üzere kullanılan FAM diyagramında (Şek. 8) bu lavların demirce zenginleşme göstererek toleyitik karakterli oldukları saptanmıştır. An-Ab'-Or üçgen



diyagramında (Şek. 9) ise, lavların potasyumca zengin oldukları gözlenir. Normatif plajiyoklaz kompozisyonu (NPC) ve normatif renk indislerine (NCI) göre (Şek. 10), bazalt ve toleyitik andezit olarak adlanırlar (Irvine ve Baragar, 1971).



Şek. 9 - Toleyitik lavların An-Ab'-Or izdüşümleri (Irvine ve Baragar, 1971).



Şek. 10 - Toleyitik lavların Irvine ve Baragar'a (1971) göre adlanması.

iz element dağılımı

inceleme alanında yer alan alkalin lavların Zr, Y, Rb, Sr içerikleri Çizelge 5 te verilmiştir. Alkalin lavların; Zr içerikleri 192-544 ppm, Y içerikleri 22-59 ppm, Rb içerikleri 20-82 ppm, Sr içerikleri 403-1132 ppm arasında değişmektedir.

Çizelge 5 - Alkalin lavlara ilişkin iz element içerikleri

Örnek No	Zr	Y	Sr	Rb	Rb/Sr	K/Rb
61	216	22	540	37	0.069	276
62	215	27	626	36	0.058	254
63	192	22	470	32	0.068	293
64	258	26	551	36	0.065	196
65	246	28	530	40	0.075	280
1	375	36	804	56	0.069	281
6	544	39	449	78	0.173	218
12	301	37	482	62	0.128	277
13	424	40	403	74	0.183	211
14	360	59	903	73	0.080	225
15	200	27	896	50	0.056	398
21	352	27	1132	45	0.039	240
22	278	25	728	34	0.047	264
36	250	32	899	67	0.074	273
66	258	29	505	82	0.162	246
67	194	25	560	70	0.122	285
68	385	37	510	72	0.141	217
69	169	23	509	25	0.049	315
70	165	24	542	20	0.037	436
71	367	35	543	45	0.083	470
72	344	34	500	48	0.096	403
73	229	27	595	33	0.055	272
75	264	31	544	49	0.090	259
76	204	27	616	53	0.086	261
77	216	30	597	62	0.103	269
78	169	30	493	87	0.176	229
79	297	30	553	72	0.130	277
85	813	48	212	201	0.948	226
86	582	39	316	100	0.316	462

Bazaltik lavların ($12 < \text{CaO} + \text{MgO} < 20$) iz element içerikleri, benzer kayalarla Çizelge 6 da karşılaştırılmış olup, Rb ortalamaları 37 ppm, Sr ortalamaları 557 ppm, Zr ortalamaları 211 ppm, Y ortalamaları 25 ppm, K/Rb ortalamaları 285 ve Rb/Sr ortalamaları 0.06 olup, alkalin bazalt değerleri ile tam bir uyum içindedir.

Çizelge 6 - Alkali bazaltik lavların iz element içerikleri bakımından benzer kayalarla karşılaştırılması

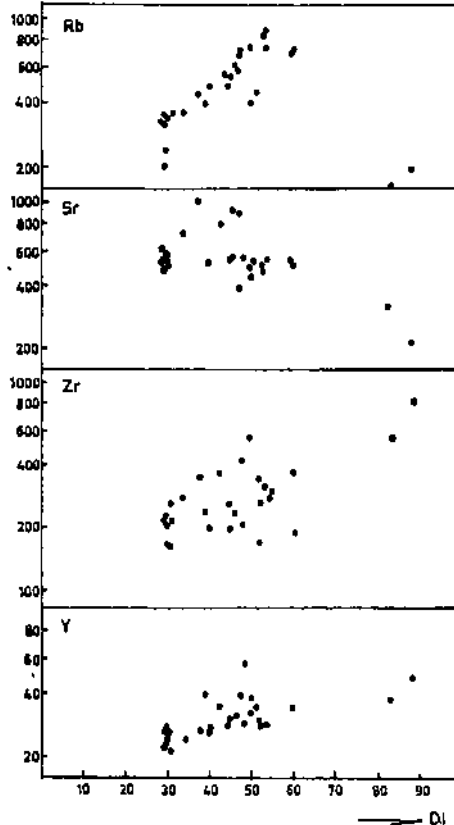
	1	2	3	4	5	6	7
Rb	35	32	41	61	32	50	37
Sr	566	702	774	1200	460	800	557
Zr	118	189	138	225	215	240	211
Y	35	33	25	38	29	50	25
K/Rb		415	317			400	285
Rb/Sr		0.05	0.07	0.05		0.06	0.06

1- Normatif olivinli alkali bazalt ortalaması (Prinz, 1968); 2- Alkali olivin bazalt ortalaması (Wedepohl, 1975); 3- Alkali bazalt ortalaması (Prinz, 1968); 4- Alkali bazalt, Hawaii (Prinz, 1968); 5- Kıtasal bazalt ortalaması (Pearce ve Cann, 1973); 6- Sıcak nokta alkali bazaltı (Gast, 1968); 7- Alkali bazalt ortalaması (bu çalışma)

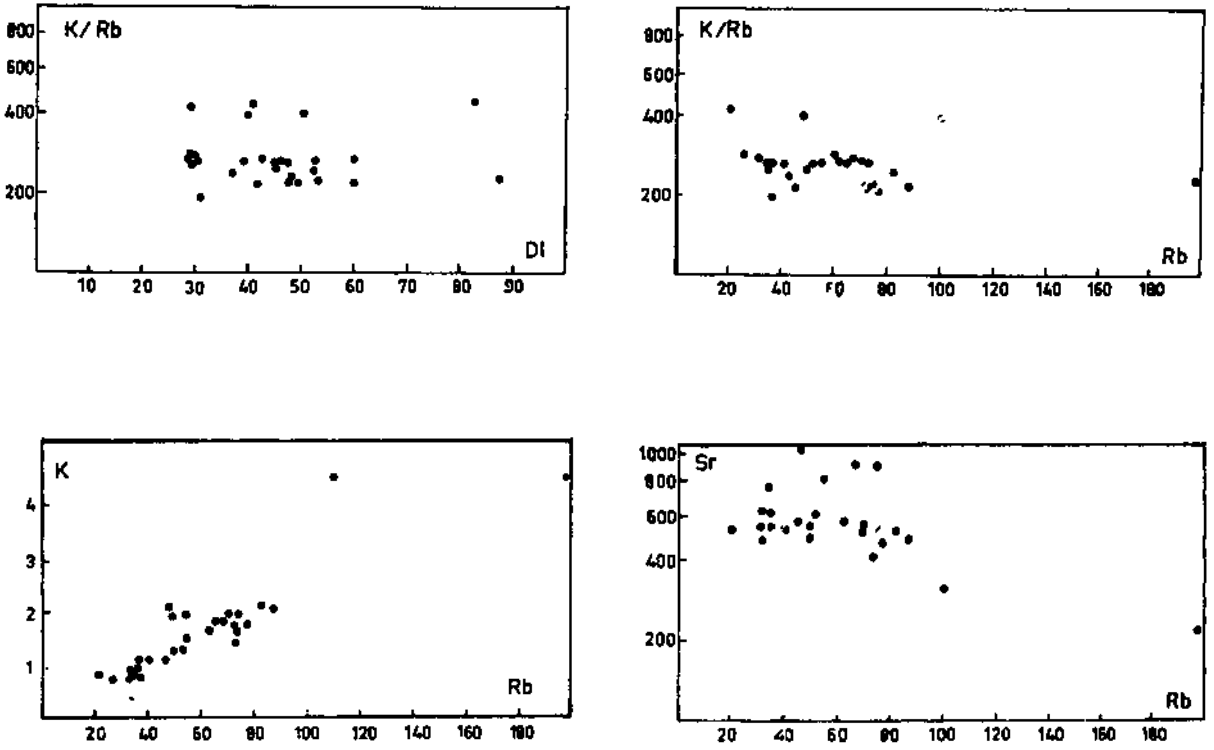
Rb, diferansiyasyon indeksi (Şek. 11) ve K ile (Şek. 12) düzenli artan bir ilişki sunmaktadır.

K/Rb oran değeri, diferansiyasyon indeksi (Şek. 12) ile geniş bir dağılım göstermekte ve kirlenme belirtmektedir. Ayrıca K/Rb oranı Rb ile (Şek. 12) azalan bir ilişki sunmakta ve kirlenmenin yanı sıra magmatik ayrışmanın da olduğu gözlenmektedir.

Sr, diferansiyasyon indeksi (Şek. 11) ve Rb ile geniş bir dağılım göstermekte, yine magmanın ayrışma sırasında kirlenmeye uğradığını belirtir.



Şek. 11 - Alkalin lavlara ilişkin iz elementlerin D.I. değerlerine göre değişim diyagramı.



Şek. 12 - Alkali lavaların iz element değişim diyagramları.

Zr ve Y ise ayrımlaşmanın ilerlemesi ile yüksek değerler içermektedir.

inceleme alanında yer alan toleyitik lavların Zr, Rb, Sr, Y içerikleri Çizelge 7 de verilmiştir. Toleyitik lavların Zr içerikleri 196-413 ppm, Y içerikleri 27-39 ppm, Rb içerikleri 44-98 ppm, Sr içerikleri 414-962 ppm arasında değişmektedir. Lavların iz element bileşimleri kıtasal toleyitlerle karşılaştırıldığında onlarla uyum içinde olduğu gözlenir (Çizelge 8).

Çizelge 7 - Toleyitik lavların iz element içerikleri

Örnek No	Zr	Y	Sr	Rb	Rb/Sr	K/Rb
20	318	31	962	73	0.076	262
23	391	38	414	72	0.174	135
24	261	33	528	89	0.168	190
25	321	33	913	98	0.107	195
26	292	32	844	65	0.077	255
27	296	32	954	76	0.079	153
38	200	27	923	45	0.049	240
40	196	28	496	44	0.089	215
41	209	28	854	66	0.077	176
42	249	29	851	54	0.063	215
43	375	34	865	87	0.100	248
44	243	30	543	75	0.138	316
45	413	39	431	79	0.183	233

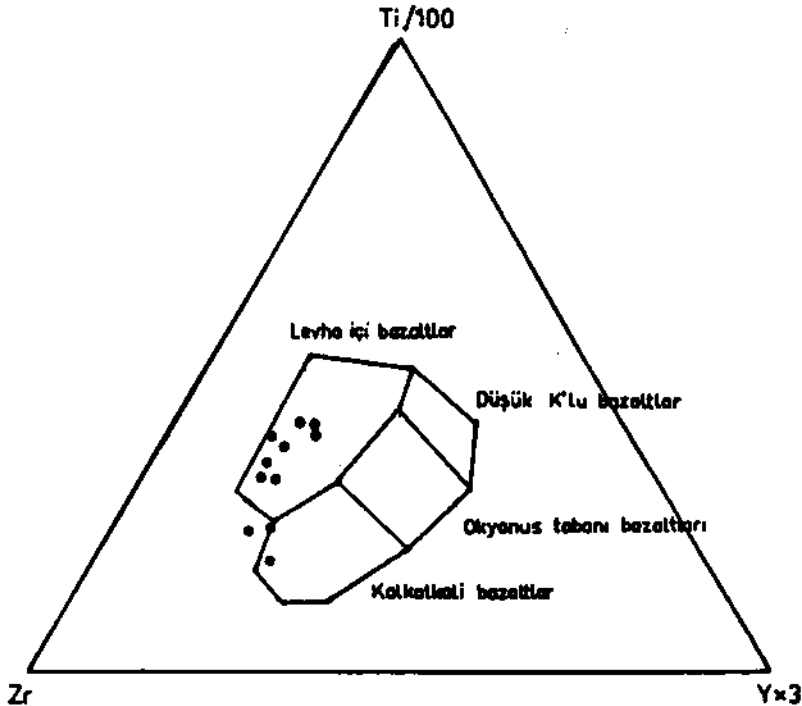
Çizelge 8 - Kıtasal toleyitlerin iz element bileşimleri (Baş ve Terzioğlu, 1986) ve inceleme alanındaki toleyitik lavlarla karşılaştırılması

	<i>Lesotho</i>	<i>Nuanetsi</i>	<i>Parana</i>	<i>Fas</i>	<i>Kuzey Amerika'nın</i>			<i>Columbia River</i>		
	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Doğusu</i>			<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
					<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>			
K_2O	0.3-0.9	1.4-3.4	1.0-2.1	0.2-0.7	0.1-0.4	0.30-0.8	0.74	1.78	1.33	1.17-2.60
TiO_2	0.8-1.4	1.6-3.6	2.0-3.4	1-1.2	0.5-0.7	1-1.3	1.78	2.20	3.0	0.8-2.6
Ba	150-300	400-800	322-717	64-184		144-196	300	600	550	
Rb	8-42	35-70		18-30	4-12	15-47	15	55	36	44-98
Sr	140-270	180-1000	352-550	142-188	88-142	147-97	220	320	340	414-962

1- Carmichael ve diğerleri (1974); 2- Letlerier ve diğerleri (1972); 3- Bertrand ve Priolon (1975); 4,5- Weigand ve Ragland (1970); 6,7,8- Nathan ve Frichter (1974); 9- Bu çalışma.

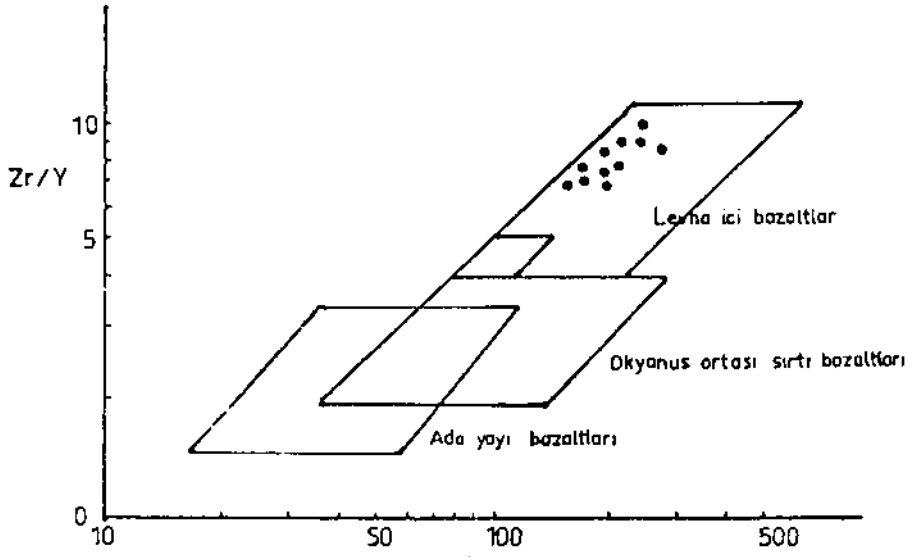
VOLKANİTLERİN TEKTONİK YERLEŞİM ORTAMLARI

Pearce ve Cann (1973), bazaltik kayaların (% 20 > CaO + MgO > % 12) iz elementler yardımı ile tektonik yerleşimlerini araştırmışlardır. Ti-Zr-Y üçgen diyagramında volkanitlerin bazik bileşimli olanları iki örneğin sapması dışında levha içi bazaltlar alanında yer almışlardır (Şek. 13).



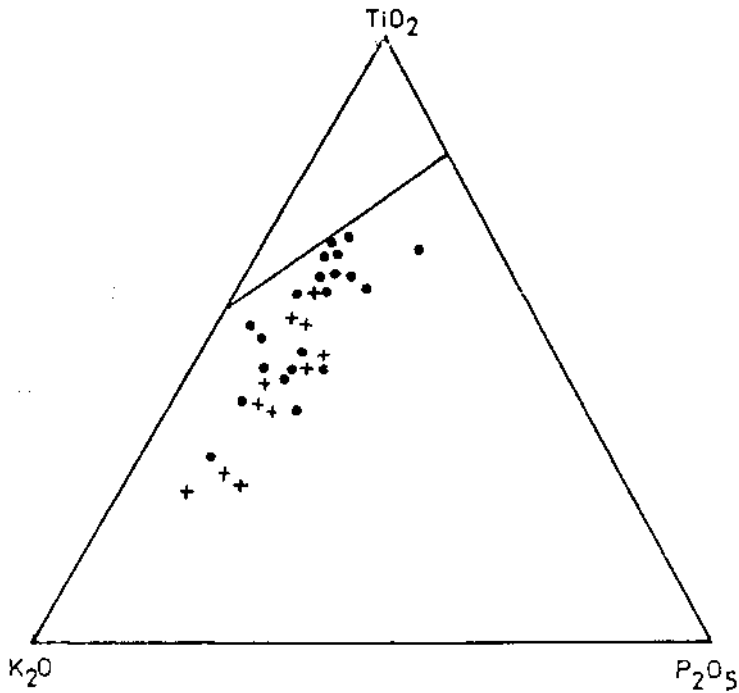
Şek. 13 - Bazaltik lavların Ti-Zr-Y diyagramı (Pearce ve Cann, 1973).

Pearce ve Norry'nin (1979) geliştirdikleri Zr/Y-Zr diyagramında (Şek. 14) bazaltik lavlar levha içi bazaltlar bölümüne yerleşirler.



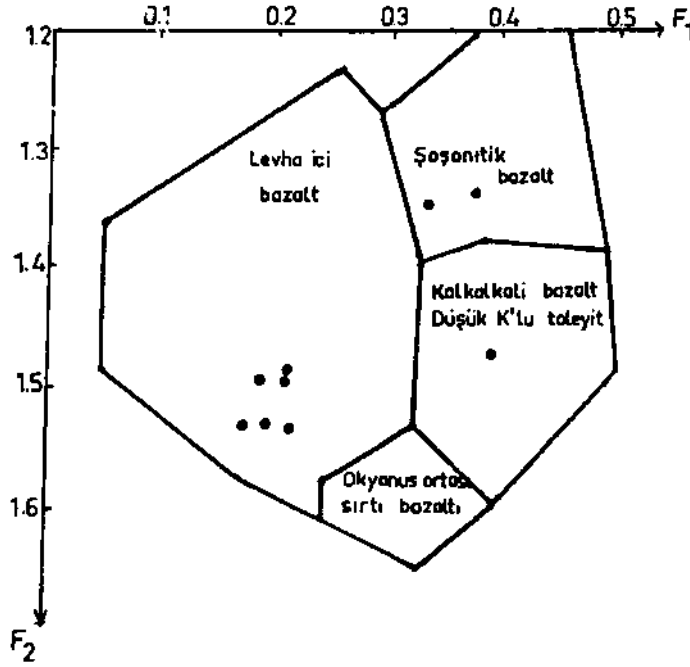
Şek. 14 - Bazaltik lavların Zr/Y-Zr diyagramı (Pearce ve Norry, 1979).

Pearce ve diğerleri (1975), okyanusal ve okyanusal olmayan (kıtasal) ba/altların ayırımı için TiO_2 - K_2O - P_2O_5 diyagramını geliştirmişlerdir. Bu diyagramda (Şek. 15) Volkanitler kıtasal alanda yer almaktadırlar.



Şek. 15 - Bazaltik lavların TiO_2 - K_2O - P_2O_5 diyagramı (Pearce ve diğerleri, 1975).

Pearce (1976), F_1 ve F_2 fonksiyonlarına dayanarak bazaltik kayaçların yerleştikleri ortamları belirlemiştir. Bu diyagramda da (Şek. 16) volkanitlerin bazaltik olan lavları sapma gösteren 3 örnek dışında levha içi bazaltlar alanına girmişlerdir.



Şek. 16 - Bazaltik lavların F_1 - F_2 diyagramı (Pearce, 1976).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

inceleme alanındaki volkanitlerde yapılan petrografik ve kimyasal incelemeler bu volkanitlerin alkalen, peralkalen ve toleyitik nitelikte olduklarını, kıta içinde oluştuklarını; radyometrik yaş belirlemeleri ise yörede alkalen volkanizmanın Erken Pliyosende oluşmaya başladığını göstermiştir.

Innocenti ve diğerleri (1976, 1980), Van gölü kuzeyinde Pliyosen yaşlı alkalen ve kalkalkalen, Tokel (1979), Kars yöresinde Miyosen yaşlı alkalen ve Pliyosen yaşlı toleyitik volkanizma saptamışlardır. Yılmaz ve diğerleri (1987) ise, Muş-Bingöl yöresindeki alkalen volkanizmayı, neomagmatizmanın ilk ürünleri olarak tanıtmışlardır. Gerçekten de alkalen volkanizma neomagmatizmanın ilk ürünleri olarak, ancak erken Pliyosende oluşmaya başlamıştır, ileri aşamalarında ise bu volkanizmaya toleyitik ve peralkalen bir volkanizma da eşlik etmiş, Doğu Anadolu'da geniş alanlarda yayılmıştır.

inceleme alanımızdaki Volkanitler kıtasal alan içinde oluşmuşlardır. Volkanitlerin gerek mineralojik, gerekse kimyasal özellikleri (Çizelge 6,8) bakımından kıta içindeki volkanitlerle büyük benzerlik içindedirler.

Morgan ve Burke (1985), çarpışma sonucu oluşan platolarda çarpışma ile birlikte gerilme alanlarının da oluşacağını belirtmektedir. AU (?)–Orta Miyosende Tetis okyanusunun kapanımından sonra meydana gelen kıta kıta çarpışması (Şengör, 1980) sonucu oluşan sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında Doğu Anadolu'da gerilme alanları oluşmuş, bu alanlarda meydana gelen ve mantoya kadar uzanan derin çatlaklar da Erken Pliyosende neomagmatizmanın ilk ürünleri olan alkali volkanizmanın ortaya çıkmasına sebep olmuşlardır. Kıtasal alanlarda ise alkalen volkanizmaya toleyitik ve peralkalen volkanizmanın eşlik etmesi de olağandır.

KATKI BELİRTME

Çalışma alanındaki volkanitlere ilişkin yaş tayinlerini Hollanda'nın N.W.O. izotop jeolojisi laboratuvarlarında gerçekleştiren Dr. E. Hebeda'ya; bu tayinlerin yapılmasına imkân sağlayan Dr. H. de Bruin'e teşekkürü bir borç bilir, ayrıca bu

araştırmanın çeşitli aşamalarında göstermiş olduğu yardımlardan ötürü Jeo. Yük. Müh. Ergun Akay'a, ince kesit tamamlamalandaki katkıları nedeni ile petrograf Dilek Sevin'e, C.J.P.W. normlarını bilgisayarda hesaplayarak yardımlarını esirgemeyen Jeo. Yük. Müh. Sedat Karataş'a teşekkür ederim.

Yayına verildiği tarih, 13 Nisan 1989

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akay, E.; Bikan. E. ve Ünay. E.. 1989. Muş Tersiyer Havzasının Stratigrafisi: MTA Derg.. 109.59-76. Ankara.
- Baş. H. ve Terzioğlu. N.. 1986. Volkanitler, Jeokimya (Ortamlar) TJK Yerbilimleri Eğitim Dizisi, Eler. A., (Ed.). S. 15-92.
- Bertrand, H. ve Prioton. J.M.. 1975. Le magmatisme Triassico-Liassique du Maroc et de la côte orientale de L'Amerique du Nord: 3^e Reunion Ann. Sci. Terre. Montpellier, 37.
- Birgili, Ş., 1968. Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli J 48 d₃, d₄ ve Muş K47 b₂ paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 1707 (yayımlanmamış). Ankara.
- Carmichael. I.S.E.; Turner. F. ve Verhoogen. J., 1974, igneous Petrology: Mc-Graw Hill Book Co., 738 s.
- Diñcer. A.. 1969. Muş K47 b₃ paftasının jeolojisi: MTA Rap.. 4575 (yayımlanmamış). Ankara.
- Elnaif. S.. 1969. Muş kuzey sahasının petrol etüdü raporu (1:25 000 ölçekli Erzurum J47 d₄, Muş K47 a₃, K47 a₄, K46 b₃, K46 b₄, K46 a₃, K47 a₃, K47 d₂, K48 a₄, K48 d1 paftalan): MTA Rap.. 4296 (yayımlanmamış). Ankara.
- Gast. P.W.. 1968. Trace element fracüonation and the origin of tholeiitic and alkaline magma types: Geochim. Cosmochim. Acta, 32.1757-2086.
- Göncüoğlu. C.M. ve Turhan. N.. 1983, Geology of the Bitlis Metamorphic Belt: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M.C.. (Ed.), Geology of Taurus Belt, International Symposium, 26-29 September, Ankara.
- Innocenti, F.; Mazzuoli, R.; Pasquare, G.; Radicati di Brozolo. ve Villan, L., 1976, Evolution of the Volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian plates (Lake Van, Eastem Turkey): J. Volcanol. and Geotherm. Research., 1, 103-112.
- ; —; —; Şerri, G. ve Villan, L., 1980, Geology of the Volcanic area north of Lake Van (Turkey): Geol. Rdsc., 69.292-323.
- Irvine. T.N. ve Baragar. W.R.A.. 1971. A guide to the Chemical classification of the common Volcanic rocks: Can. Jour. Earth. Sci., 8, 523-548.
- Kıraner. F.. 1957. Van bölgesi. Muş kuzeyi petrol jeolojisi inkişaf etüdü: MTA Rap.. 2558 (yayımlanmamış). Ankara.
- Letterier, J.; de la Roche. H. ve Ruegg. N.R.. 1972. Composition chimique et parente tholeiitique des roches basaltiques du bassin de Parara: Comt. Rehd. Acad. Sci. Paris. 274.1172-1175.
- McDonald. R.. 1974. Nomenclature and petrochemistry of the peralkaline oversaturated extnsive rocks: Bull. Volcanol.. 38.3, 498-512.
- Morgan. P. ve Burke, K.. 1985. Collisional Plateaus: Tectonophysics. 119.137-151.
- Nathan. J.S. ve Fruchter. S.. 1974. Geochemical and paleomagnetic stratigraphy of the Picture George and Yakıma basalts (Colombia River group) in Central Oregon: Geol. Soc. America. Bull.. 85.63-76.
- özpeker. L. 1973. Nemrut yanardağının volkanolojik incelemesi: TÜBİTAK Temel Birimler Araştırma Grubu, Proje no. TBAG-83: İTÜ Maden Fakültesi, istanbul

- özyeğin, G., 1968, Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum J47 d₃, Muş 47a₂ paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 4129 (yayımlanmamış), Ankara.
- Pearce, J.A., 1976, Statistical Analysis of majör element patters in basalts: Jour. Petrol., 17, 1, 15-43.
- ve Cann, J.R., 1973, Tectonic setting of basic Volcanic rocks determined using trace element analyses: Earth and Planet. Sci. Lett, 19,290-300.
- Pearce, T.H., Gorman, B.E. ve Birken, T.C., 1975, The **TiO₂ - K₂O - P₂O₅** diagram: A method of discriminating between oceanic and non-oceanic basalts: Earth and Planet Sci. Lett 24,419-426.
- Pearce, J.A. ve Norry, M.J., 1979, Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in Volcanic rocks. Cont. Mineral. Petrol, 69,33-47.
- Prinz, M., 1968, Geochemistry of basaltic rocks: trace elements in Basalts 1, Hess. H.H. and Poldervaart A. (Ed.), Interscience, New york, 271-323.
- Soytürk, N., 1973, Murat baseni jeolojisi ve hidrokarbon imkânları: TPAO, Arşiv no: 791.
- Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: TJK Yayl., s. 40.
- Şaroğlu, F., 1986, Doğu Anadolu'nun neotektonik dönemde jeolojik ve yapısal evrimi: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Rap. 244, Ankara.
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1981, Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri: TJK Bült 24,39-50.
- Tokel, S., 1966, Erzurum-Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum J 46 c₃, J 46 c₁ paftalarına ait jeolojik rapor: MTA Rap., 4175 (yayımlanmamış), Ankara.
- , 1979, Erzurum-Kars yöresinde Neojen çöküntüsü ile ilgili volkanizmanın incelenmesi: KTÜ Doçentlik tezi (yayınlanmamış), 106.
- Ünal, A., 1970, Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum J 47 c₄, Muş K47 b₄, c₄, c₂ paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4754 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ürgün, S., 1961, Muş-Nazik Gölü ve Murat Nehri arasındaki sahanın detay jeolojisi: MTA Petrol Dairesi, Rap. 34, Ankara.
- Wedepohl, K.H., 1975, The Contribution of Chemical data to assumption about the origin of the magma from the mantle: Forsch. Miner., 52, 141-172,
- Weigand, P.W. ve Ragland, P.C., 1970, Geochemirtry of Mesozoic dolerit dykes from eastern North America: Cont Mineral. Petrol., 39, 195-214.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1987, Lütiation of the neomagmatism in East Anatolia: Tectonophysics, 134,177-199.