

## Denizli volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından bölgesel yorumu

«Petrology and plate tectonic implications of Denizli volcanics»

TUNCAY ERCAN, M.T.A. Enstitüsü, Jeoloji Dairesi, Ankara.  
ERDOĞDU GÜNAY, M.T.A. Enstitüsü, Ege Bölge Müdürlüğü, İzmir.  
HALİL BAŞ, M.T.A. Enstitüsü, Jeoloji Dairesi, Ankara.

**ÖZ :** Batı Anadolu'da, Denizli ilinde yüzlekler veren volkanik kayalarda yapılan petrokimyasal incelemelerin yanı sıra, bölgesel yayılımları araştırılarak çevredeki benzerleri olan diğer volkanitlerle karşılaştırılmış ve plaka tektoniği açısından oluşumları ve kökenleri araştırılmıştır. Üst Pliyosen yaşlı volkanitler, şoşonitik bazalt, latit ve trakit türde olup, tümü şoşonitik niteliktedir. Petrokimyasal özellikleri göz önüne alındığında, volkanizmanın bölgede etkin olan tansiyon rejimi sonucu oluşan kıtasal riftleşme ürünü olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

**ABSTRACT :** Volcanic rocks cropping out around Denizli in Western Anatolia have been petrochemically analysed and they have been correlated with the similar volcanics surrounding the region. Their origin and plate tectonic implication have also been discussed. Upper Pliocene volcanics are shoshonitic type. They consist of shoshonitic basalt, latite and trachyte. Their petrochemical characteristics indicate that they have been formed by continental rifting due to tensional forces acting on this sector of the Western Anatolia.

### GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, volkanik kayaların plaka devinimleri ile olan doğrudan ilişkilerinin göz önüne alınarak, son yıllarda plaka tektoniği açısından ilginç bir bölge olan Batı Anadolu'daki volkanitlerde çok sayıda araştırmacılarca yapılmakta olan çeşitli incelemelere katkıda bulunmaktır. İnceleme alanındaki volkanitlerin tektonik konumlarını açığa çıkarmak amacıyla, olanaklar ölçüsünde petrokimyasal yöntemlerden yararlanılmış ve Batı Anadolu'nun Üst Kretase sonrası jeolojik evrimini aydınlatıcı yorumlara yardımcı olunmaya çalışılmıştır.

İnceleme bölgesi, Batı Anadolu'da Denizli il sınırları içinde olup, Denizli il merkezi Güneydoğusundaki Honaz ve Kızılhisar bucak merkezleri arasında, 1/50.000 ölçekli Denizli M22-C paftasında yer alır (Şekil 1). Bölgedeki volkanik kayalarda bugüne değin ayrıntılı çalışmalar yapılmamasına karşın, diğer kaya birimlerinde yapılan jeolojik çalışmalar oldukça uzun yıllardanberi süregelmektedir. İnceleme alanında ilk ayrıntılı çalışmayı yapan Piltz (1937), Sarayköy çevresindeki kükürt oluşuklarını ve sıcak suları incelemiştir. Grancy (1937) ise Denizli çevresindeki Neojen kömürlerinde ayrıntılı çalışmalar yapmıştır. Genç çökellerde ayrıntılı çalışmalar Nebert (1958, 1961) tarafından yapılmış

olup, yazar, Tavas çevresinde denizel Miyosen çökel-leri bulunduğunu, Denizli çevresindeki Pliyosen çökellerinde Alt ve Üst Pliyosen arasında hafif bir açıl diskordans olduğunu saptamıştır. Uysallı (1967), Sarayköy civarındaki incelemelerinde Miyosen ve Pliyosen yaşlı çökel kaya birimlerini ayırtlamış ve arada bir diskordans olduğunu saptamıştır. Bölgede en ayrıntılı çalışmayı yapan Kastelli (1971 a, b), temel kaya birimlerinde ve Tersiyer çökellerinde stratigrafik bulgular elde etmiştir.

### GENEL JEOLojİ

İnceleme alanında, temelde Paleozoyik yaşlı ve Menderes masifine ilişkin mikaşist, kuvars şist, serisit şist v.b. şistlerle mermerler yer almaktadır. Fosil bulunamamış olup, komşu alanlardaki mermerlerde Karbonifer, Permian ve Triyas yaşlı fosiller bulunduğundan (Kastelli 1971 a), onlarla eş yaşlı olarak varsayılmıştır. Mermerler üzerinde olasılıkla Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kalın ve masif mikrokristalin kireçtaşları olup; gri - beyaz renkli sert, çatlak ve kırıklı, kalsit dolgulu olup «pseudocyclammina sp.» fosili içerirler. Bunların üzerinde uyumlu olarak kırmızı renkli mikrokristalin kireçtaşları bulunur. Kırmızı kireçtaşları, alttaki gri renklilerle tedrici geçişlidir ve Üst Paleosen yaş-

lıdır (Kastelli 1971 b). İnceleme alanında Permo - Karboniferden Üst Paleosene kadar geniş bir zaman aralığında oluşmuş olan tüm kireçtaşları uyumludur ve bir komprehansif denizel seri söz konusudur. İnceleme alanında daha sonra bir ofiyolitli melanj birimi yer almaktadır. Serpantinitle ve serpantinleşmiş peridotitler, daha çok Honaz dağı çevresinde yer alırlar. Aydınlar köyü çevresinde serpantinitle birlikte diyorit daykları da görülmektedir. Ofiyolitli melanj birimleri içinde kireçtaşı blokları dağınık olarak izlenmektedir. Tüm birimler, komprehansif kireçtaşları üzerinde Üst Paleosenden sonra (olasılıkla Alt Eosen'de) tektonik olarak yerleşmişlerdir ve yer yer ezik zonlar ve silisleşmeler görülmektedir. İnceleme alanında daha sonra Eosen yaşlı denizel kireçtaşları yer almakta olup, gri renkli bol çatlaklı bu kireçtaşlarının yaşını Kastelli (1971 b), Lütesiyen olarak vermektedir.

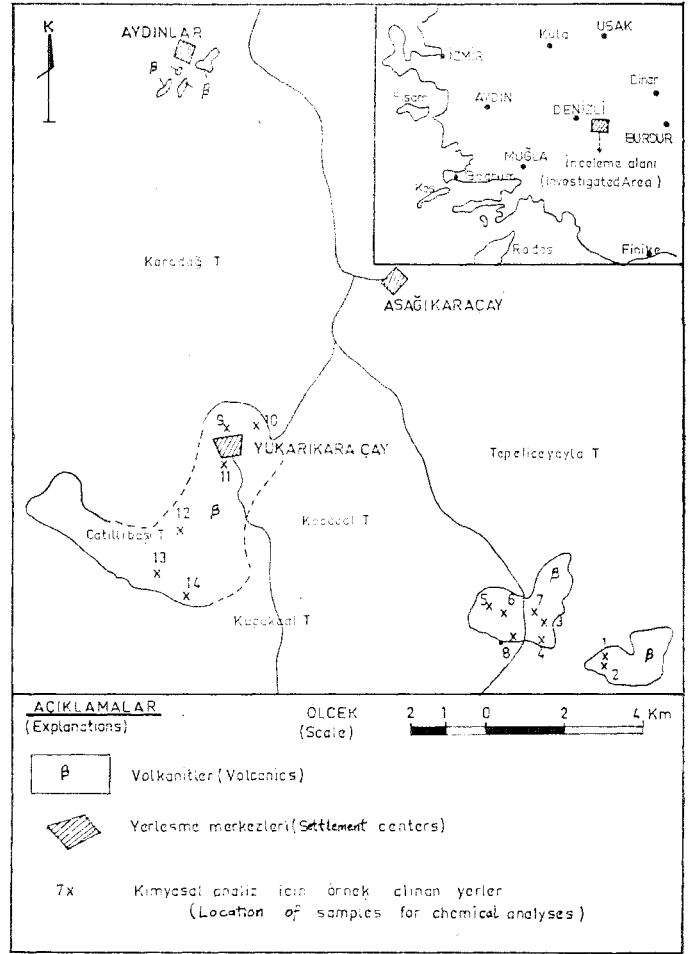
Çalışma alanında daha sonra Honaz dağı çevresinde, eski masif eteklerinde, serpantinitle çakıllı konglomeralar yer almakta olup Oligosen ya da Alt Miyosen yaşadılar. Serpantinitle konglomeraları, havza ortalarına doğru kong-lomeratik kumtaşı, kumtaşı, silttaşı ve marnlar şeklinde izlenirler. Bölgede, daha sonra serpantinitle konglomeraları üzerinde açılmalık bir uyumsuzlukla denizel Miyosen çökellerinin yer aldığı saptanmış olup, bunlar daha çok Tavas - Kale civarında yüzlekler verirler, bol fosillidirler ve altta kumtaşları ile başlayıp üste doğru kireçtaşlarına geçerler. Miyosen yaşlı çökeller üzerinde uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı karasal çökeller yer alırlar. Pliyosen birimleri, özellikle Aydınlar köyü civarında konglomeralarla başlayıp, kumtaşı - marn - konglomera ardalanmaları sunarlar ve üste doğru kumlu ve killi kireçtaşları şeklindedir. Yer yer de gips mercekleri izlenmektedir. Konglomera çakıllarında Eosen yaşlı Nummulites fosilleri bulunmaktadır. Çakıllar iyi boylanmış, yassı ve yuvarlaktır. Pliyosen çökelleri yer yer sarı, beyaz, gri ve kırmızı renklerde olurlar. Çalışma alanı dışında bazı alanlar fosilce daha zengin olup, yer yer akarsu, göl ve somatr ortamları karakterize ederler.

Çalışma alanında ayrıntılı olarak incelenen Tersiyer volkanitleri, Pliyosen çökellerini kesmiş olup, özellikle Aydınlar köyü yakınlarında kontakt zonlarında silisleşmeler izlenmektedir. Gri-mor renkli, bol kırıklı dayklar ve bloklı lav yığılımları şeklinde izlenirler. Pliyosen yaşlı çökelleri kestiklerinden, volkanitlerin Üst Pliyosen yaşlı oldukları düşünülmektedir. İnceleme alanında daha sonra yer yer de Kuvaterner yaşlı travertenler, alüvyonlar ve yamaç mololları yer almaktadır.

#### DENİZLİ VOLKANİTLERİNİN PETROLOJİSİ

İnceleme alanındaki volkanitler, Aydınlar köyü, Yukarıkaraçay köyü ve Aşağıkaraçay köyü dolaylarında olmak üzere 3 ayrı yerde yüzlekler verirler (Şekil 1). Lavlardan yaptırılan ince kesitlerin incelenmeleri sonucu, bunların trakitik tekstürde oldukları, hamurda bol miktarda ortoklas, anortoklas; Fenokristal fazda ise ojit, biyotit, apatit ve az demir oksit içerdikleri ve trakitik ve latit türde kayaçlar oldukları saptanmıştır.

Lavlardan alınan 14 örneğin majör element kimyasal analizleri, Ege Üniversitesi Yerbilimleri fakültesi Kimya Laboratuvarlarında yaptırılmış ve elde edilen sonuçlar de-



Şekil 1. Denizli volkanitlerinin dağılım haritası.

Figure 1. Index map showing distribution of the outcrops of the Denizli volcanics.

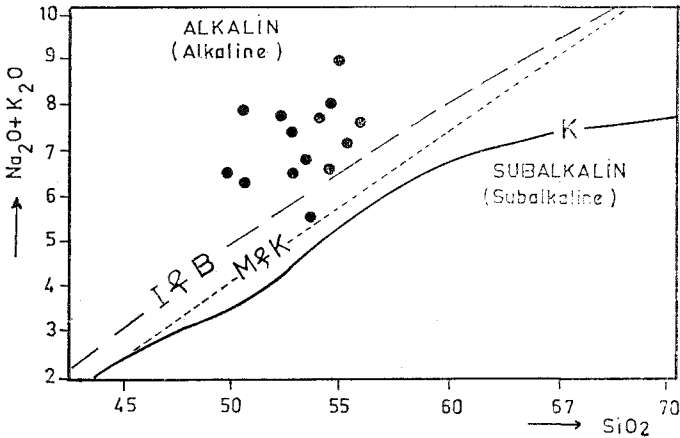
ğerlendirilmiştir. Örnek alınan yerler Şekil 1 de; majör element kimyasal sonuçları ise Çizelge 1 de sunulmuştur. Örneklerin Rittmann parametreleri (Al, Alk, Fm, k, an, P) hesaplanmış, bu parametreler kullanılarak örneklerin Rittmann (1952) ye göre adlanmaları da yapılmış ve Çizelge 1 de de görülebileceği gibi örnekler genelde Alkali Trakit -Trakit -Latit; ender olarak da Tefritik Losit Fonolit ve Tefritik Lositit olarak adlanmıştır.

Lavların, alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  kapsamına göre sınıflandırmaları yapıldığında, Irvine ve Baragar (1971), Macdonald ve Katsura (1964) ve Kuno (1960) ayırım hatları göz önüne alındığında, Alkaline kesime düşükleri görülür (Şekil 2).

Öte yandan An -  $\text{SiO}_2$  içeriklerine göre düzenlenmiş Rittmann (1953) diyagramında da (Şekil 3) yine alkaline kesime düşerler. Esasen örneklerin Rittmann (1962) ye göre saptanan  $\sigma : (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})_2 / (\text{SiO}_2 - 43)$  Rittmann indisleri de çoğun 4 ten büyük olup yine alkaline grup belirticisidirler.

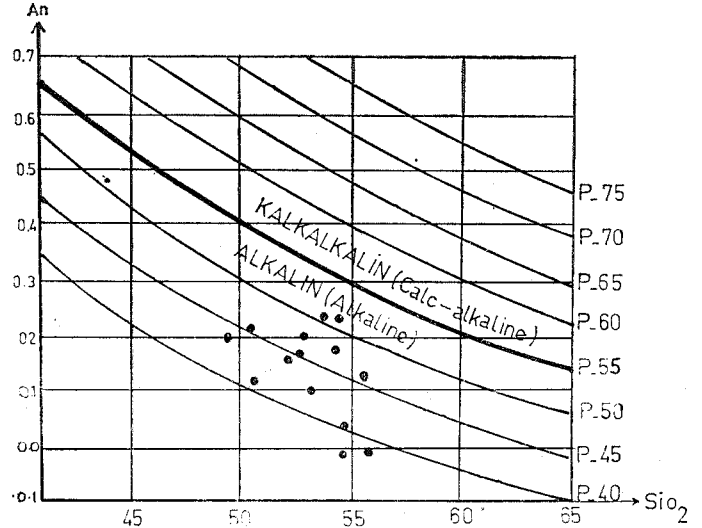
ÖRNEK NO VE ALINDIĞI YER (Sample No)	DE 1 DENİZLİ ÖMERDEDE TEPE	DE 2 DENİZLİ ÖMERDEDE TEPE	DE 3 DENİZLİ ÇATIĞIRIK TEPE	DE 4 DENİZLİ ÇATIĞIRIK TEPE	DE 5 DENİZLİ MUFTU TEPE	DE 6 DENİZLİ MUFTU TEPE	DE 7 DENİZLİ GÜVERCİNLİK TEPE	DE 8 DENİZLİ ÇATAK TEPE	DE 9 DENİZLİ YUKARI KARACAY	DE 10 DENİZLİ HAYKIRAN TEPE	DE 11 DENİZLİ YUKARI KARACAY	DE 12 DENİZLİ BOBEŞ TEPE	DE 13 DENİZLİ ÇATIĞIRIK TEPE	DE 14 DENİZLİ TASLI TEPE	
SiO <sub>2</sub>	55.74	54.94	56.22	54.80	50.57	54.29	53.46	53.61	54.70	52.57	51.18	53.85	52.37	49.42	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.91	11.71	10.75	11.87	13.14	14.85	13.14	11.04	14.59	14.93	12.44	12.23	13.17	12.77	
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.38	7.73	7.27	6.58	7.19	2.21	7.19	7.12	6.75	4.50	6.35	6.27	5.68	6.38	
MgO	7.76	7.69	8.03	7.95	8.02	8.00	8.15	8.02	7.53	7.44	8.40	8.46	7.69	8.24	
CaO	4.97	4.80	5.14	6.32	8.60	7.80	7.79	8.72	6.89	8.01	9.98	9.91	9.69	10.83	
Na <sub>2</sub> O	2.72	2.95	4.12	4.07	3.05	3.13	2.80	2.44	3.06	3.29	1.99	2.72	2.64	1.99	
K <sub>2</sub> O	4.42	5.27	3.77	4.94	4.81	4.53	3.68	4.36	3.30	4.62	4.25	2.72	4.72	4.62	
TiO <sub>2</sub>	1.92	1.92	1.72	1.40	2.10	1.93	1.67	1.67	1.57	1.20	1.23	1.26	1.09	1.40	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.95	0.84	1.07	0.73	1.13	1.34	1.62	1.15	1.08	0.77	1.10	1.04	1.49	1.11	
Ateste Kayıp (%)	2.08	2.17	1.82	1.41	0.91	1.06	1.05	1.35	0.93	1.12	2.50	1.65	2.14	2.51	
TOPLAM (Total)	99.85	100.02	99.91	100.07	99.52	99.14	100.55	99.48	100.40	98.95	99.42	100.11	100.62	99.27	
Al	10.71	10.53	9.67	10.68	11.82	13.36	11.82	9.93	13.13	13.43	11.19	11.00	11.79	11.49	
Alk	8.50	9.69	9.95	11.04	9.38	9.22	7.88	8.02	7.89	9.55	7.23	6.80	8.68	7.60	
FM	22.90	23.11	23.33	22.48	23.23	18.21	23.49	23.16	21.81	19.38	23.15	23.19	21.06	22.86	
K	0.52	0.54	0.37	0.44	0.51	0.49	0.46	0.54	0.41	0.48	0.58	0.40	0.54	0.60	
An	0.11	0.04	0.01	0.01	0.11	0.18	0.20	0.10	0.25	0.17	0.21	0.23	0.15	0.20	
P	45.14	40.65	38.79	37.81	40.95	47.77	48.11	42.88	51.96	45.73	46.57	50.08	44.51	44.47	
ORNEĞİN RITTMANN'A GÖRE ADLANMASI	TRAKİT	ALKALİ TRAKİT	ALKALİ TRAKİT	ALKALİ TRAKİT	TEFRİTİK LÖSİT FONOLİT	LATİT	LATİT	TRAKİT	LATİT	LATİT	LATİT	LATİT	TRAKİT	TEFRİTİK LÖSİT	
σ	4.00	5.65	4.70	6.87	8.16	5.19	4.01	4.35	3.45	6.53	4.76	2.72	5.78	6.80	
ζ	4.78	4.56	3.85	5.57	4.80	6.07	6.19	5.14	7.34	9.70	8.49	7.54	9.60	7.70	
log σ	0.60	0.75	0.67	0.83	0.91	0.71	0.60	0.63	0.53	0.81	0.67	0.43	0.76	0.83	
log ζ	0.67	0.65	0.58	0.74	0.68	0.78	0.79	0.71	0.86	0.98	0.92	0.87	0.98	0.88	
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.62	1.78	0.91	1.31	1.57	1.44	1.31	1.78	1.07	1.40	2.13	1.00	1.78	2.32	
K <sub>2</sub> O/SiO <sub>2</sub>	0.079	0.095	0.067	0.090	0.095	0.083	0.068	0.081	0.060	0.087	0.083	0.050	0.090	0.093	
FAM	A	32.26	35.01	34.24	38.49	34.28	43.45	30.39	31.32	32.01	39.91	28.81	25.31	32.54	27.90
M	35.07	32.75	34.85	33.96	34.98	44.24	36.54	38.76	34.67	39.40	44.47	46.11	42.84	45.72	
F	32.67	32.24	30.90	27.55	30.14	12.31	33.07	31.02	33.32	21.69	27.72	28.57	24.62	26.38	

Çizelge 1. Denizli volkanitlerinin kimyasal analizleri, Rittmann normları ve çeşitli parametreleri.  
Table 1. Chemical analyses, Rittmann norms and various parameters of Denizli volcanics.



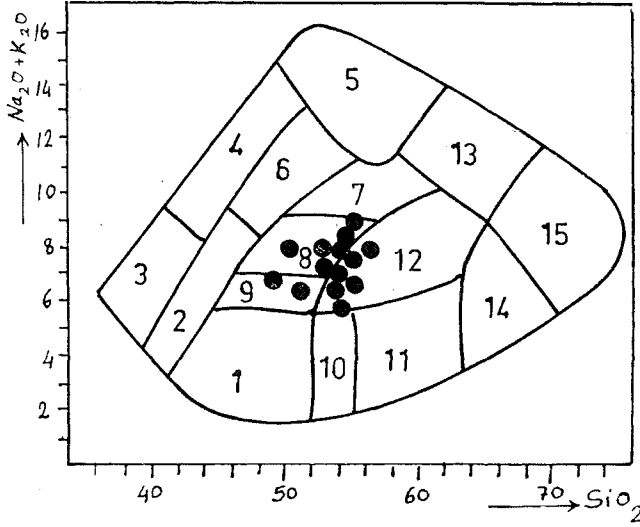
Şekil 2. Volkanitlerin alkali - silis içeriğine göre sınıflandırılması.

I&B = Irvine ve Baragar (1971) ayırım hattı  
M&K = Macdonald ve Katsura (1964) ayırım hattı  
K = Kuno (1960) ayırım hattı.  
Figure 2. Classification of the volcanics according to alkali-silica contents.  
I&B = Irvine and Baragar (1971) dividing line  
M&K = Macdonald and Katsura (1964) dividing line  
K = Kuno (1964) dividing line.



Şekil 3. Volkanitlerin An - SiO<sub>2</sub> içeriklerine göre hazırlanmış Rittmann (1953) diyagramı.  
Figure 3. Rittmann (1953) diagram of the volcanics according to An - SiO<sub>2</sub> contents.

Örnekler Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O ve SiO<sub>2</sub> içeriklerine göre kimyasal yoldan da adlandırılmaya çalışılmış ve Cox ve diğerleri (1979) tarafından önerilen Cox diyagramında, ender ola-

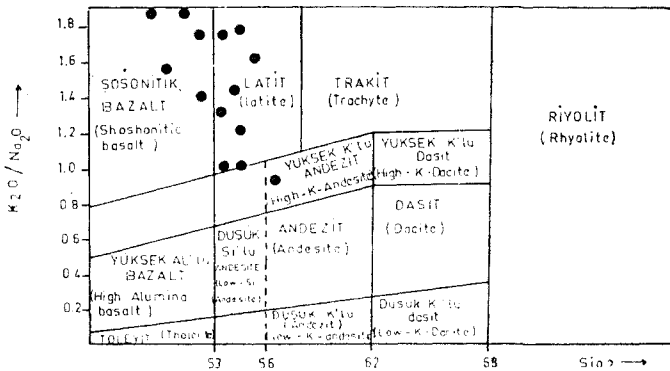


Şekil 4. Volkanitlerin Cox ve diğerleri (1979) ne göre adlandırılmaları :

1 — Bazalt, 2 — Bazanit ve Tefrit, 3 — Nefelinit, 4 — Fonolitik Nefelinit, 5 — Fonolit, 6 — Fonolitik tefrit, 7 — Benmorit, 8 — Muçearit ve Trakibazalt, 9 — Hawaiiit, 10 — Bazaltik Andezit, 11 — Andezit, 12 — Trakiandezit ve Latit, 13 — Trakit, 14 — Dasit, 15 — Riyolit.

Figure 4. Nomenclature of the volcanics according to Cox and others (1979) :

1 — Basalt, 2 — Basanite and Tephrite, 3 — Nephelinite, 4 — Phonolitic Nephelinite, 5 — Phonolite, 6 — Phonolitic Tephrite, 7 — Benmoreite, 8 — Mugearite and Trachybasalt, 9 — Hawaiiite, 10 — Basaltic Andesite, 11 — Andesite, 12 — Trachyandesite and Latite, 13 — Trachyte, 14 — Dacite, 15 — Rhyolite.



Şekil 5. Volkanitlerin  $K_2O/Na_2O$  ve  $SiO_2$  içeriklerine göre Di Paola (1974) diyagramında adlandırılmaları.

Figure 5. Nomenclature of the volcanics according to  $K_2O/Na_2O$  and  $SiO_2$  contents in the Di Paola (1974) diagram.

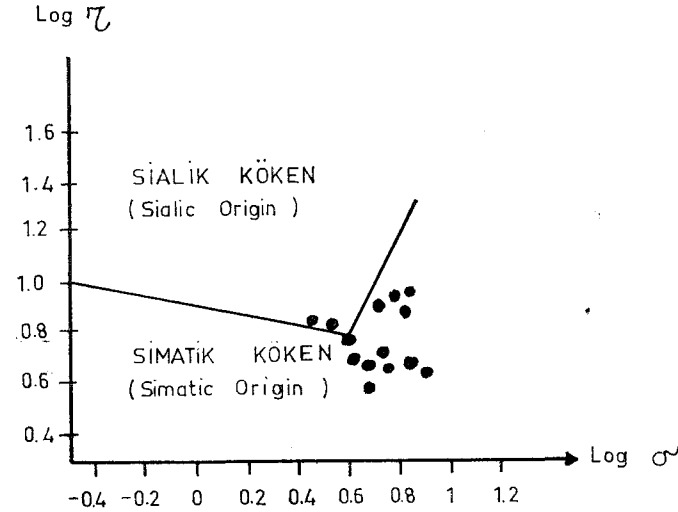
rak Hawaiiit, çoğun trakibazalt ve latit kesimine düştükleri saptanmıştır (Şekil 4). Volkanitlerin,  $K_2O$  ve  $SiO_2$  içeriklerine göre düzenlenmiş, Barberi ve diğerleri (1974) nin önerdiği diyagramda, şoşonitik türde oldukları ve şoşonitik bazalt ve latit olarak adlanabilecekleri saptanmıştır. Örneklerin  $K_2O / Na_2O$  oranları araştırılmış, bu oranların 1 ve daha büyük oldukları izlenmiş ve  $K_2O / Na_2O$  ile  $SiO_2$  içerikleri göz önüne alınarak yapılan Di Paola (1974) diyagramında (Şekil 5) bunların yine şoşonitik nitelikte oldukları ve şoşonitik bazalt ve latit olarak adlanabilecekleri ortaya çıkmıştır.

Bu suretle, Denizli volkanitlerinin şoşonitik nitelikte oldukları belirlenmiş olmaktadır. Şoşonitik lavlar üzerinde çalışmalar yapan Jakes ve White (1971, 1972), Miyashiro (1975) ve Morrison (1980) v.b. araştırmacılar, genel olarak bunların potasyum değeri yüksek özel bir volkanik topluluk olduklarını, hem alkalin hem de kalkalkalin bireyler içerdiklerini ve genellikle ada yaylarında yitim zonu ürünü olarak ve en son oluştuklarını kabullenmişlerdir. Yapılan araştırmalarla, bunların  $Na_2O + K_2O$  ve  $SiO_2$  içerikleri göz önüne alınarak oluşturulan diyagramlarda alkalin kesime düştükleri saptanmıştır. Gerçekten de Denizli volkanitleri, Şekil 2 ve 3 teki diyagramlarda alkalin bölgeye düşmektedirler. Şoşonitlerde  $K_2O / Na_2O$  oranı 1 ve daha büyük olur. Oysaki alkali bazaltlarda bu oran 0,5 dolayındadır. Şoşonitlerde yüksek toplam alkali içeriği gözlenmiş olup ( $Na_2O + K_2O > 5$ ), titan değerleri ( $TiO_2$ ) genellikle 1,3 ten küçük olurlar. Bunlar silişçe doyguna yakın olup, ender olarak normatif nefelin veya normatif kuvars içerirler. Olasılıkla kalkalkalin magmanın, peridotit mantosu ile kirlenmeleri sonucu oluştuklarından K, U, Th, Hg, Rb daha zengindir. Sr 87/Sr 86 oranları da şoşonitlerde daha yüksektir. Bazen ortopirosken, daha çok olivin, klinopirosken ve plajiyoklas fenokristalleri içerirler. Hamur içinde bazen demirce zengin olivin yer alır. Ayrıca flogopit, analimsiz ve lösit te bulunabilir. Kuramsal olarak şoşonitler, ada yaylarının gelişme evrelerinde en son ürün olarak oluşmaktadırlar (Jakes ve White, 1971). Genellikle, ada yaylarındaki volkanik kayalar, kimyasal olarak geçiş tipleriyle, aralarında karşılıklı ilişkiler bulunan, toleyitik - kalkalkalin - şoşonitik (veya alkalin) tiplere ayrılırlar. İlk ürünler toleyitiktir. Ada yayı evriminin daha sonraki aşamalarında toleyitlerin yerine kalkalkaliler ve en son aşamada da şoşonitlerin püskürdüğü görülür. Eğer gelişmiş bir ada yayının üç kısmından meydana geldiğini kabul edersek bunların %85 ini toleyitik, %12,5 ini kalkalkalin ve sadece %2,5 ini şoşonitik lavların oluşturduğu saptanmıştır (Jakes ve White, 1971, 1972). Genellikle ada yayı volkanizmasının son ürünleri olan şoşonitik volkanitler dünyada, yer yer de ada yaylarına yakın komşu bölgelerde, yada kıta içlerinde oluşabilmektedir. Ancak nasıl ki ada yayı toleyitik ve kalkalkalin lavlarıyla And tipi kıta kenarı ya da kıta içi toleyitik ve kalkalkalin lavları arasında bazı kimyasal farklılıklar saptanmışsa (Jakes ve White, 1972) şoşonitik lavlar için de bazı farklılıklar bulunmuştur. Örneğin ada yaylarındaki şoşonitik kayalar, kıta içi şoşonitik kayalarından daha az  $TiO_2$  içerirler (Miyashiro, 1975).

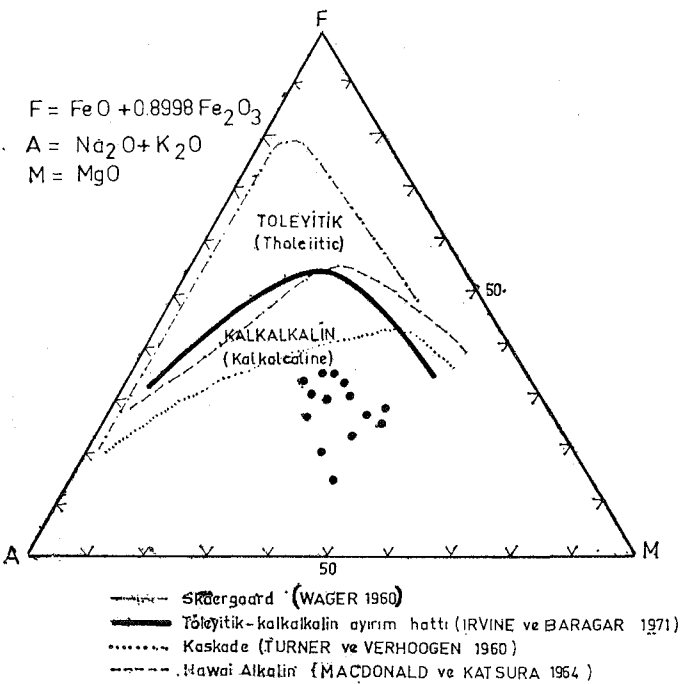
Denizli şoşonitlerinin  $TiO_2$  içerikleri ortalama 1,57 olup, diğer ada yaylarında oluşan şoşonitlerin  $TiO_2$  ortalamalarından daha yüksektir. Bu da göstermektedir ki Denizli şoşonitleri bir kıta içi volkanizmasıdır. Esasen bölge-

nin jeotektonik yapısı göz önüne alındığında Denizli volkanitlerinin bir ada yayı dizisine ait olabileceklerini öne sürmek olanaksızdır-

Yeryüzündeki kıta içinde oluşan soşonitik lavlar genellikle diğer kıta içi alkalin, kalkalkalin ve toleyitik lavlarla birlikte olasılıkla hot spot (sıcak nokta) aktiviteleri ürünü olarak oluşmaktadır. (Miyashiro, 1975). Böylece kıta içi rift bölgelerinde de soşonitik lavlar grabenleşme ürünü olarak oluşabilmektedirler-



Şekil 6. Volkanitlerin Gottini (1969) diyagramı.  
Figure 6. Gottini (1969) diagram of the volcanics.



Şekil 7. Volkanitlerin AFM diyagramı.  
Figure 7. AFM diagram of the volcanics.

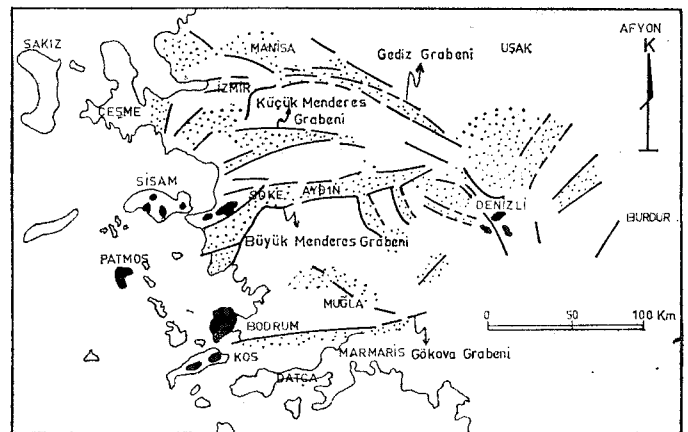
Denizli soşonitik lavların kökenini bulmak için Gottini (1969) nin önerdiği  $\tau$  değerleri ( $= (Al_2O_3 - Na_2O) / TiO_2$ ) saptanmıştır. Çizelge 1 de izleneceği gibi bu değerler 3.85 ile 9.70 arasındadır. Gottini (1969) nin araştırmalarına göre simatik kökenli lavlarda bu değer daima 10 dan küçüktür. Gottini (1969) ayrıca Gottini indisi ve Rittmann indislerinin logaritmik değerleri arasında da bir ilişki kurmuş ve önerdiği diyagramdaki sialik ve simatik köken sınırlarını çizmiştir. Çalışma alanındaki volkanitlerin bu diyagramda da (şekil 6) simatik kökenli oldukları belirlenmiştir.

Lavların AFM üçgen diyagramları da yapılmış (Şekil 7) ve alkalin - kalkalkalin - toleyitik trendlerle uyum sağlamadıkları, belli bir kesimde kümelenedikleri görülmüştür.

Bu suretle, tüm petrokimyasal verilerin, Denizli volkanitlerinin Soşonitik nitelikte olduklarını gösterdikleri belirlenmektedir.

#### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Güneybatı Anadolu ve çevresindeki Ege adalarında, çoğun kalkalkalin, yer yer alkalin, bazı bölgelerde de Soşonitik nitelikte bir volkanizmanın Miyosen ve Pliyosende etkin olduğu, son yıllarda yapılan çalışmalarla belirginleşmiştir (Borsi ve diğerleri, 1972; Innocenti ve Mazzuoli, 1972, Robert, 1976; Fytikas ve diğerleri, 1976; Robert ve Cantagrel, 1977, Savaşçın, 1978; Bellon ve diğerleri, 1979; Ercan, 1979; Ercan ve diğerleri, 1979; Ercan ve Günay, 1981; Ercan, 1981; Ercan ve diğerleri, 1982 vb.) Bunlardan, salt soşonitik nitelikte olan volkanizmanın dağılımı Şekil 10 da gösterilmiştir. Şekilde de izlenebileceği gibi inceleme alanında (Denizli volkanitleri), Söke'de, Sisam adasında, Patmos adasında, Kos adasında ve Bodrum'da yüzlek veren Soşonitik volkanizma, Büyük Menderes ve Gökova grabenlerinin kontrolünde oluşmuştur ve özel bir provens teşkil ederler.



Şekil 8. Güneybatı Anadoludaki graben sistemi ve Tersiyer yaşlı soşonitik volkanizma (Fayları Angelier ve diğerleri (1981) den alınmıştır).

Figure 8. The graben system and Tertiary aged shoshonitic volcanism in the Southwestern Anatolia (Faults are taken from Angelier and others (1981)

Söke yöresinde Alt Pliyosen ve Üst Pliyosen yaşlı olmak üzere iki evreli bir volkanizma etkin olup, yer yer Şoşonitik bazalt, Latit ve trakit türdedir (Ercan ve Günay, 1981).

Sisam adasında, Orta Miyosen yaşlı alkali riyolitik bir volkanizmadan sonra, Üst Miyosende bazaltik bir volkanizma etkin olmuştur. Olivin, Hipersten ve Nefelin içeren bu şoşonitik nitelikli bazaltlarda (Robert, 1976) K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirlemesi ile 7,8; 7,9 ve 8,3 Milyon yıl yaşlı oldukları saptanmıştır (Robert ve Cantagrel, 1977).

Patmos adasında bazalt, trakit, fonolit ve kuvars latit türde lavlar yüzlekler vermişlerdir. Lavların bir kısmı Şoşonitik nitelikte olup, radyometrik yaş belirlemeleri ile 3,5; 3,7; 4,3; 7,0 ve 7,2 Milyon yıllık sonuçlar elde edilmiştir (Fytikas ve diğerleri, 1976; Robert ve Cantagrel, 1977; Ercan, 1979).

Kos adasının batı ucunda Kuvaterner - Aktüel yaşlı ve bugünkü Girit yitim zonundan türeyen bir ada yayı volkanizması etkindir (Ercan, 1980). Ayrıca adanın orta kısmında ve doğusunda daha yaşlı bir volkanizma yüzlekler verir ve yer yer Şoşonitik niteliktedir. Lavlarda yapılan yaş tayinleri ile 7,3 ve 10 Milyon yıllık sonuçlar elde edilmiştir (Bellon ve diğerleri, 1979).

Bodrum yarımadasında Miyosen yaşlı ve farklı iki evrede oluşan volkanizma yürekler vermiştir. İlk evre volkanizması patlayıcı nitelikte olup trakiandezitik, latitik, riyodasitik ürünler vermiştir. Yapılan radyometrik yaş tayinleri ile 9,3 ve 9,7 milyon yıllık sonuçlar elde edilmiştir (Pişkin, 1980). Daha genç olan ikinci evre lavları dayklaşık şekilde olup trakibazalt, trakit ve absorakit türde olup yapılan yaş tayinleri ile 7,7 ve 7,9 milyon yıllık sonuçlar elde edilmiştir (Robert ve Cantagrel 1977). Lavlar yer yer Şoşonitik niteliktedir (Ercan ve diğerleri, 1982).

Denizli Şoşonitik lavları Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinin kesim bölgesinde yüzlekler vermektedir. Batı Anadolu'daki Senozoyik yaşlı diğer volkanitlerle birlikte, Denizli volkanitleri de; bölgede Orta Miyosenden sonra egemen olan tansiyon rejimi sonucu oluşan, kıtasal riftleşme ürünü olarak meydana gelmişlerdir ve olasılıkla sıcak nokta (hot spot) kökenlidirler. Bu konuda yapılan en son çalışmalarla, Ege tansiyon tektoniğinin daha önce kalınlaşmış ve kısmen ergimiş olan kıta kabuğunu etkilediği ve kalkalkalin kıta kabuğu ile alkalın nitelikteki manto kökenli bir magmanın karışmasına yol açtığı (Yılmaz ve Şengör, 1982) ve bu nedenle hibrid bir volkanizmanın birkaç evrede Batı Anadolu'da etkin olduğu öne sürülmüştür.

İnceleme alanındaki ve Batı Anadolu'daki volkanitlerde ilerde yapılacak olan iz element ve nadir toprak elementleri kimyasal analizlerinin yorumu konuya daha fazla açıklık getirecektir.

#### KATKI BELİRTME

M.T.A. Enstitüsü Jeoloji Dairesi, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi ve Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesince ortak olarak oluşturulan «Batı Anadolu Tersiyer Magmatizması ve Stratigrafisi» Projesinin çalışmalarının bir bölümünü oluşturan bu araştırmayı her aşamada

destekliyen ve yardımcı olan, o zamanki M.T.A. Jeoloji Dairesi başkanı Necdet Özgül'e; volkanik kayaların kimyasal analizlerini yapan Kimya Müh. Şükriye Hiçdönmez, Kimyager Nalan Özyiğit, Nedim Tatari ve Yılmaz Gültekin'e yazarlar teşekkür ederler.

#### BEGİNİLEN BELGELER

- Angelier, J., Dumont, J., Karamandereci, H., Poisson, A., Şimşek, Ş., ve Uysal, Ş., 1981, Analyses of fault mechanism and expansion of southwestern anatolia since the late Neocene : Tectonophysics, 75, T1 - T9.
- Barberi, F., Innocenti, F., Marinelli, G., ve Mazzuoli, R., 1974, Volcanisme e tettonica a placche : esempi nell area Mediterranea : 67 th Cong. S.G.L., 68-72.
- Bellon, H., Jarrige, J.J. ve Sorel, D., 1979, Les activites magmatiques Egeennes d'Oligocene a nos jours et Leurs cadres geodynamiques Donnees nouvelles et synthese : Rev. Geol. Dyna. Geogr. Phys, 21/1,41 - 55.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea : Buletin volcanologique, 36-1, 473 - 476.
- Cox, K.G., Bell, J.D. ve Pankhurst, R.J., 1979, The interpretation of igneous rocks : George Allen and Unwin Ltd, London, 450 s.
- Di Paola, G.M., 1974, Volcanology and petrology of Nisyros island (Dodecanese, Greece) : Bulletin volcanologique, 38/4, 944 - 987.
- Ercan, T., 1979, Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması : Jeoloji Müh. Derg., 9, 23 - 46.
- Ercan, T., Dinçel, A., ve Günay, E., 1979, Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege bölgesindeki yeri : Türkiye Jeol. Kur- Bülnt, 22, 185-198.
- Ercan, T., 1980, Akdeniz ve Ege denizindeki Pliyo - Kuvaterner ada yayı volkanizması : Jeomorfoloji Dergisi, 9, 37 - 60.
- Ercan, T., ve Günay, E., 1981; Söke yöresindeki Tersiyer volkanizması ve bölgesel yayılımı : Jeomorfoloji Dergisi, 10,117-137.
- Ercan, T., 1981, Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi : Doktora tezi, İstanbul Üniv. Yerbilimleri Fak, İstanbul 168 s.
- Ercan, T., Türkecan, A. ve Günay, E., 1982, Bodrum yarımadasının jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi : Maden Tetkik Arama Enst. Derg. (Baskıda).
- Fytikas, M., Giuliani, O., Innocenti, F., Marinelli, G. ve Mazzuoli, R., 1976, Geochronological data on recent magmatism of the Aegean sea : Tectonophysics, 31, T29 - T34.
- Gottini, V., 1969, Serial character of the volcanic rocks of Pantelleria : Bulletin Volcanologique, 3, 818 - 827.

- Graney, W., 1937, Denizli ve Nazilli'deki Linyit zuhuru üzerine yapılan 3 tetkik seyahati hakkında raporlar : Maden Tetkik Arama Enst. Rap. 168, (Yayınlanmamış).
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., 1971; A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks : Can. Jour. Earth. Scien-, 8, 523 - 548.
- İnnoenti, F., ve Mazzuoli, R., 1972, Petrology of the İzmir Karaburun volcanic area : Bulletin Volcanologique, 36-1, 83-103.
- Jakes, P ve White, A.J.R., 1971, Composition of Island arcs and Continental growth : Earth. Planet. Scien. Lett., 12,230-244.
- Jakes, P., ve White, A.J.R. 1972, Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas : Geol. Soc. Amer. Bull., 83, 29 - 40.
- Kastelli, M., 1971 a, Denizli - Sarayköy - Çubukdağ - Karacasu alanı jeoloji incelemesi Maden Tetkik Arama Enst. Rap. 4573, yayınlanmamış.
- Kastelli, M., 1971 b, Denizli vilayeti güneyinin jeoloji incelemesi ve jeotermal alan olanakları : Maden Tetkik Arama Enst. Rap. 5199, yayınlanmamış.
- Kuno, H., 1960, High - alumina basalt; Journal of Petrology 1, 121 -145.
- Macdonald, G.A. ve Katsura, J. 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas : Journal of Petrology, 5, 82 -133.
- Miyashiro, A. 1975, Island arc volcanic rock series, A critical review : Petrologie, 1/3,177-187.
- Morrison, G.W., 1980, Characteristics and tectonic setting of the shoshonite rock association : Lithos, 13, 97 - 108.
- Nebert, K., 1958, Denizli Pliyosen teressübatı ve bunların Batı Anadolu tatlı su Neojen stratigrafisi için ehemmiyeti : Maden Tetkik Arama Enst. Derg., 51, 27-41.
- Nebert, K, 1961, Tavas-Kale bölgesine ait yeni müşahadelere : Maden Tetkik Arama Enst Derg., 57, 8-17.
- Piltz, R., 1937, Sarayköy kükürt madeni hakkında : Maden Tetkik Arama Enst. Rap. 605, yayınlanmamış.
- Pişkin, Ö, 1980, Kadıkalesi - Girebelen (Bodrum yarımadası) hidrotermal ve kontakt metasomatik Pb- Zn, Cu cevherleşmelerinin mineralojik ve jeolojik incelenmesi : Doçentlik tezi, Ege Üniv. Yerbilimleri Fak. İZMİR, 110 s.
- Rittmann, A., 1952, Nomenclature of volcanic rocks : Bulletin Volcanologique, 12, 75 -102.
- Rittmann, A., 1953, Magmatic character and tectonic position of the indonesian volcanoes : Bulletin Volcanologique, 14, 45 - 58.
- Rittmann, A., 1962, Volcanoes and their activity : John Wiley and sons, Newyork, London, 305 s.
- Robert, U., 1976, Donnees nouvelles sur ile volcanisme du Sud-Est de la Mar Egee : Inter. Cong. on Therm. Wat. Geoth. Ener. and Vulcan. of the Medit. Area, Atina., 211 - 224.
- Robert, U., ve Cantagrel, J.M., 1977, Le volcanisme basaltique dans le sud - est de la mer Egee. Donnees geochronologiques et relations avec la tectonique : VI. Ege Denizi Kollokyumu tebliğler kitabı, Atina, 68.
- Savaşçın, Y., 1978, Foça - Urla neojen volkanitlerinin mineralojik jeokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu : Doçentlik tezi, Ege Üniv. Yerbilimleri Fak. 68 s.
- Uysallı, H., 1967, Denizli M21 - b<sub>2</sub> paftası jeolojik etüdü ve jeotermik enerji imkanları Maden Tetkik Arama Ens. Rap., yayınlanmamış.
- Yılmaz, Y., ve Şengör, A.M.C- 1982, Egede kabuk evrimi ve neomagmatizmanın kökeni Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı, 64 - 65.

Yazının geliş tarihi : Temmuz 1982

Yayına verildiği tarih : Ocak 1984

