

# Gördes volkanitlerinin (Manisa) petrolojisi ve kökensel yorumu

**Petrology of the Gördes volcanics (Manisa) and their original implication**

**TUNCAY ERCAN, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Jeoloji Dairesi, Ankara.**

**ÖZ :** Batı Anadolu'da, Manisa iline bağlı Gördes ilçe merkezi batısında yer alan volkanik kayalarda yapılan petrolojik inceleme sonuçları verilmiş ve volkanizma oluşum koşulları ile kökeni araştırılmıştır. Üst Miyosen yaşlı volkanitler, tamamen dasit, riyodasit ve riyolit türde olup kalkalkalin niteliktedir. Petrokimyasal özellikleri göz önüne alındığında, volkanizmanın kıtasal kabuk kökenli olduğu ve anateksi sonucu olduğu belirlenmiştir.

**ABSTRACT :** Petrologic analyses of the volcanics in Gördes (Manisa) region is used in interpretation of origin and plate tectonics of Western Anatolia. Late Miocene volcanics is dacitic, rhyodacitic and rhyolitic with a calcalkaline affinity. Petrochemical characteristics of the Gördes volcanics point out to the fact that they might be originated from continental crust as a result of anatexis.

## GİRİŞ

İnceleme bölgesi, Batı Anadolu'da Manisa il sınırları içinde Gördes ve Akhisar ilçe merkezleri arasında yer alır. (Şekil 1). Gördes çayı ve Kayacık çayı arasındaki havzada Neojen çökel kayaları ve volkanitler yüzlemler verirler. Özellikle Gördes volkanitleri arazide sivri volkan çivileri (Neck) şekilleri ile uzun yıllardır araştırmacıların ilgisini çekmiştir.

İnceleme alanındaki eski incelemeler uzun yıllardan beri süregelmektedir. İlk jeolojik araştırma, Hamilton ve Strickland (1841) tarafından yapılmış ve bölgedeki volkanik kayaların farklı evrelerde oluştuğuna değinilmiştir. Daha sonra Philippon (1913) bölgedeki volkanik kayalarda incelemeler yapmıştır. Birand (1953), ilk kez Gördes volkanitlerinin yaşına değinmiş ve tüfler içinde «Planorbis cornu» fosili bulunduğunu ve Neojen yaşlı olduklarını savlamıştır. Yazar ayrıca temeldeki mikaşistler içinde kıymetli Beril kristalleri bulmuştur, Bayramgil (1954), Gördes pegmatitlerinde mineralojik incelemeler yapmıştır. Gördes volkanitlerinde ilk ayrıntılı petrografik çalışmayı yapan Nebert (1961), bölgede Neojen çökellerinde altta bitki fosilli Miyosen yaşlı çökellerin yer aldığını, bunların üzerinde uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı çökellerin bulunduğunu, volkanitlerin ise bu iki çökel grubu arasında yer alarak Üst Miyosen yaşta olabileceğini saptamıştır. İnceleme alanının kuzeyinde Sındırgı çevresindeki volkanitlerde çalışan Bergo (1965), bunların trakibazaltik ve riyodasitik olmak üzere iki evrede oluştuğunu ve oluşumlarının yerkabuğuna yakın yerlerde bulunan magma cepleriyle açıklanabileceğini öne sürmüştür. Ayan (1973), Gördes bölgesindeki Neojen çökellerinin altta Flüvyatıl karasal oluşuklar olduklarını, bunların üzerinde ise gösel çökellerin yer aldığını belirterek, metamorfik kayaları, metamorfizma derecelerine göre incelemiş, metamorfitlerin para kökenli olduklarını, metamorfizmanın son aşamasında migmatitleşme ol-

duğunu, bundan sonra ise anatektik bir granitik magmanın oluştuğunu, bildirmiştir (Yılmaz (1977), İnceleme alanının kuzeydoğusundaki Neojen volkanitlerinde ayrıntılı çalışmalar yaparak, iki ayrı volkanik evre ile dasit, hornblend andezit, riyodasit ve riyolit türde lavlar oluştuğuna saptamıştır.

## GENEL JEOLOJİ

İnceleme alanında temeli oluşturan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayalar, araştırmanın kapsamı dışında bırakılmış, salt Neojen yaşlı kaya birimlerinde incelemeler yapılmıştır. Çökel kayalar, farklı iki yaşta oluşmuşlardır. Çalışma alanındaki Neojen kaya birimleri, eski masif eteklerinde oluşan alüvyon yelpaze ortamına ilişkin konglomera ve kumtaşı ardalanmaları ile başlarlar. Bu birimler, inceleme alanına komşu bölgede çalışan Yağmurlu (1982) tarafından «Göcek formasyonu» olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Akarsu ortamında oluşan konglomera - kumtaşı - kil-taşı ve kömürlü düzeyler görülür. Bunlar, inceleme alanı doğusunda Uşak Neojen havzasında Ercan ve diğerleri (1978) tarafından «Yeniköy formasyonu» olarak adlandırılmıştır. Daha üst düzeylerde uyumlu olarak Küçükderbent formasyonuna (Ercan ve diğerleri, 1978) ilişkin gösel ortamda oluşmuş kilitaşı - kumtaşı - kireçtaşı ve bitümlü şeyl düzeyleri izlenir. Bitümlü şeyllerde bulunan bitki fosilleri ilk kez Nebert (1961) tarafından saptanmış ve Alt - Orta Miyosen yaşlı oldukları belirtilmiştir. Yeniköy formasyonu ve Küçükderbent formasyonunda yer yer de ekonomik önem taşıyan kömür oluşukları görülür. Kömür damarları yaklaşık 1 m. kalınlıktadır. Küçükderbent formasyonunun oluşumundan sonra bölgede volkanizma etkin olmuş ve bu incelemenin ana konusu olan asidik Gördes volkanitleri oluşmuştur. Olasılıkla Üst Miyosende oluşan bu Gördes volkanitleri inceleme alanına komşu bölgelerde çok

geniş yayımlıdır ve Karaboldere volkanitleri (Ercan ve diğerleri, 1978) olarak adlandırılmışlardır. Tüm Miyosen Yaşlı çökel kayaları kesen ve sivri tepeler oluşturan volkanitlerden sonra inceleme alanında Alt - Orta Pliyosen yaşlı çökel kayalar, bunların üzerinde uyumsuz olarak yer alırlar. Ahmetler formasyonu olarak adlandırılan (Ercan ve diğerleri, 1978) bu çökeller yine akarsu ve gölsel ortamda oluşan konglomera - kumtaşı - tüfit - kireçtaşı - kilaşı - marl aralanmaları şeklinde olup kalın gölsel kireçtaşı düzeyleri ile sona ererler.

Gördes volkanitleri Balıklı, Boyalı, Kayacak, Karağaç ve Yakaköy köyleri civarında, Miyosen yaşlı Yeniköy ve Küçükderbent formasyonuna ilişkin çökel kayaları keserek sivri tepeler oluşturmuştur ve tipik volkan çivileri (Neck) çok uzaklardan izlenebilirler. Özellikle Lalapede Tepe, Cücenkaya Tepe, Tosbıyık Tepe, Kara Tepe, Çatalkaya Tepe, Yellik Tepe ve Azim dağındaki volkan çivileri ilginç görüntüler sunarlar. Lavların yükselmesi esnasında bölgesel domlaşma olayları sonucu yakınlarındaki Miyosen yaşlı çökel kaya katmanlarının eğimleri fazlaşmış ve 70°-80° lik eğim kazanmışlardır. Pek çok yerde dokanaktardaki çökel kayalarda pişmeler oluşmuştur. Volkanizmanın bitiminden sonra oluşan Alt-Orta Pliyosen yaşlı Ahmetler formasyonu çökelleri ise yatay ve yataya yakın 5°-10° lik eğimlere sahiptirler.

#### GÖRDES VOLKANİTLERİNİN PETROLOJİSİ

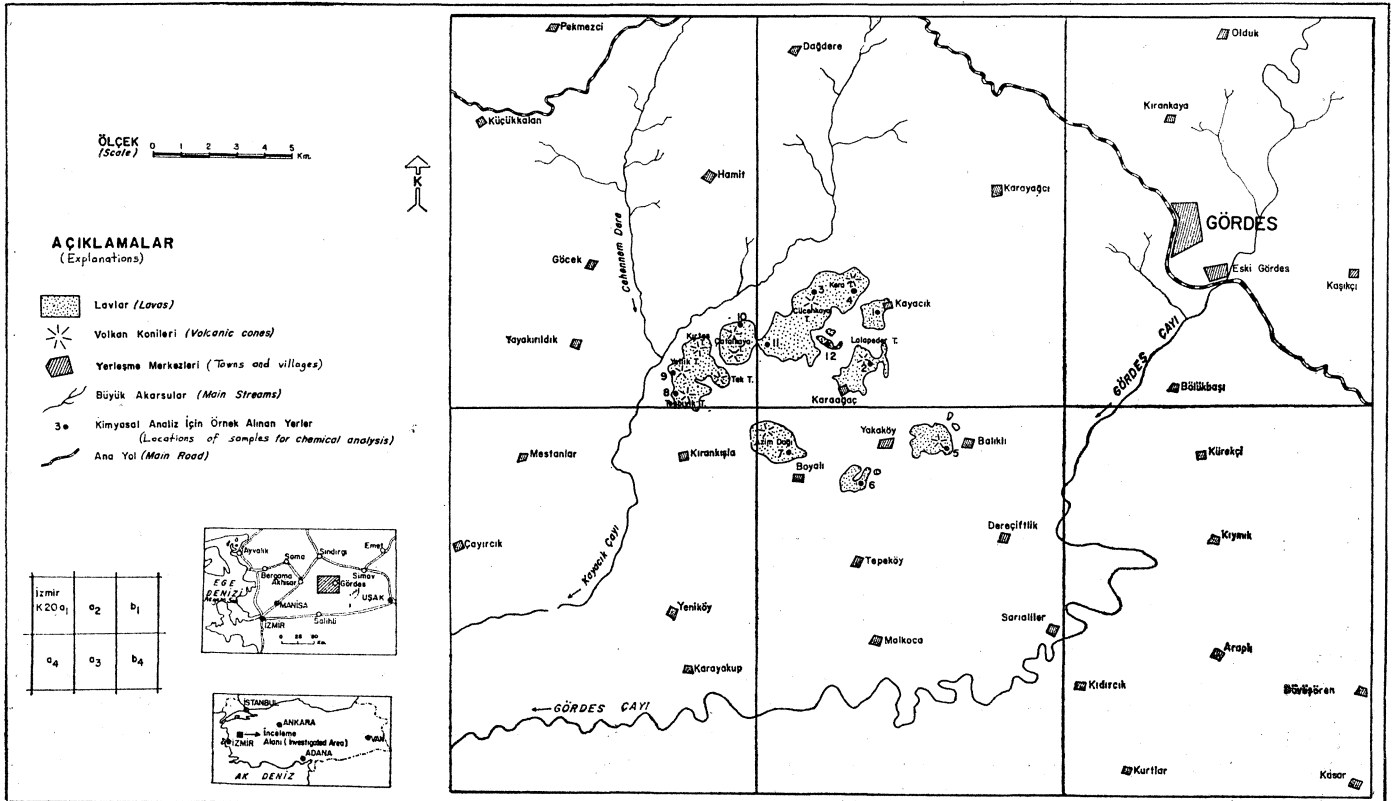
Dasit, Riyodasit ve Riyolitik türlerdeki Gördes volkanitlerinden alınan örneklerden yaptırılan ince kesitlerin

incelenmeleriyle, porfirik bir yapıda olup, hamurun çoğunlukla volkanik camdan oluştuğu ve iri fenokristaller halinde kuvars, biyotit, plajiyoklas (Andezin - Oligoklas) ve yer yer de Sanidinler içerdikleri; ikincil olarak ta horhlend, ojit ve apatit bulunduğu saptanmıştır. İçerdikleri kuvars miktarına göre Dasit, Riyodasit ve Riyolit olarak adlanmaktadır.

Lavlardan alınan 12 örneğin majör element kimyasal analizleri, M.T.A. Enstitüsü Kimya Laboratuvarlarında yaptırılmış ve elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Örnek alınan yerler Şekil 1 de, majör element kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 1 de sunulmuştur. Majör element kimyasal analiz sonuçları daha sonra M.T.A. Enstitüsü Jeofizik Dairesi Bilgi İşlem merkezinde programlanmış ve bilgisayar vasıtasıyla örneklerin C.I.P.W. normları ve çeşitli parametreleri hesaplanmış ve çizelgede gösterilmiştir. Ayrıca örneklerin Rittmann parametreleri (Al, Alk, Fm, k, an, P) de hesaplanmış ve bu parametreler kullanılarak örneklerin Rittmann (1952) ye göre adlanmaları da yapılmıştır.

Çizelge 1 de de görülebileceği gibi örnekler Riyodasit, Kuvars latit ve Riyolit olarak adlanmışlardır.

Örnekler, son derece asidik olup, % 74,4'e ulaşan SiO<sub>2</sub> içerirler. Genellikle ortalama SiO<sub>2</sub> içerikleri % 70 dolayındadır. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri %12,12-14,34 arasında değişir. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarları % 0,86-3,34 arasında ve FeO miktarları da % 0,72 - 2,05 arasında olup düşüktür. CaO İçerikleri % 1,30-4,07 ve MgO içerikleri % 0,10-3,70 arasında değişir. Na<sub>2</sub>O miktarı % 2,50-3,30 arasında ve K<sub>2</sub>O miktarı % 2,72-4,70 arasındadır.



Şekil 1 : Gördes batısındaki volkanitlerin dağılım haritası.

Figure 1 : Index map showing distribution of the outcrops of the volcanics west of Gördes.

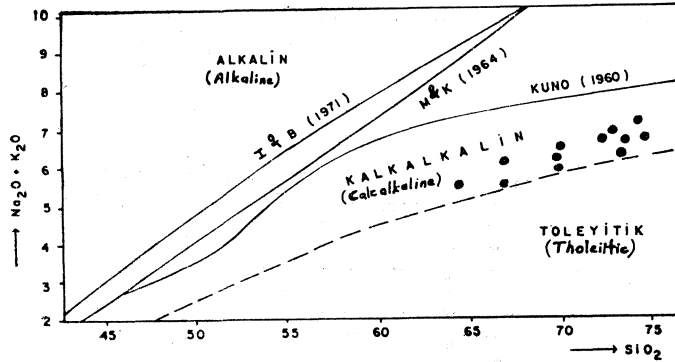
ÖRNEK NO VE ALINDIĞI YER (SAMPLE NO AND LOCATION)	GÖ 1 GÖRDES KAYACIK KÖYÜ	GÖ 2 GÖRDES LALAPEDE TEPE	GÖ 3 GÖRDES ÇÜCENKA-YA TEPE	GÖ 4 GÖRDES KARA TEPE	GÖ 5 GÖRDES BALIKLI	GÖ 6 GÖRDES YAKAKÖY	GÖ 7 GÖRDES AZİM DAĞI	GÖ 8 GÖRDES TOSBİYİK TEPE	GÖ 9 GÖRDES YELLİK TEPE	GÖ 10 GÖRDES ÇATALKAYA TEPE	GÖ 11 GÖRDES TÜRKKO-NAĞI	GÖ 12 GÖRDES KIRIKKAYA	
SiO <sub>2</sub>	64.30	67.00	74.40	74.20	69.90	67.15	69.00	73.35	73.85	69.85	72.65	72.15	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.55	14.30	13.40	12.60	14.34	13.85	13.36	12.12	12.52	13.12	12.40	12.54	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.34	1.87	1.98	0.86	2.02	1.88	2.20	1.52	1.27	2.51	1.48	1.78	
FeO	0.81	1.69	0.72	1.15	1.38	2.05	1.34	1.08	1.35	1.30	1.33	0.98	
MgO	3.70	3.00	0.10	1.20	1.50	3.50	1.40	1.70	0.70	1.80	0.70	1.90	
CaO	4.07	3.34	1.30	1.44	3.02	4.00	2.97	2.36	1.88	3.23	1.97	2.03	
Na <sub>2</sub> O	2.80	2.90	2.50	2.85	2.65	2.65	2.80	2.70	2.80	3.05	3.30	3.10	
K <sub>2</sub> O	2.75	3.15	4.30	4.70	3.10	2.65	3.25	3.50	4.00	3.30	3.75	3.75	
H <sub>2</sub> O	3.51	1.39	1.08	0.69	1.35	1.14	1.31	1.43	0.93	0.93	0.83	1.20	
TiO <sub>2</sub>	0.54	0.47	0.20	0.21	0.38	0.56	0.42	0.31	0.25	0.49	0.25	0.34	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.24	0.27	0.13	0.18	0.28	0.21	0.15	0.16	0.13	0.18	0.18	0.19	
MnO	0.08	0.08	0.04	0.04	0.09	0.10	0.07	0.06	0.05	0.09	0.08	0.06	
CO <sub>2</sub>	0.31	0.46	0.27	0.27	0.50	0.35	0.35	0.42	0.46	0.31	0.42	0.38	
TOPLAM (Total)	100.00	99.92	100.42	100.19	100.51	100.08	98.62	100.71	100.19	100.16	99.34	100.40	
C.I.P.W. Normları													
Q	24.86	28.06	41.40	36.58	35.70	28.65	33.63	37.84	38.23	31.29	35.29	34.02	
Or	16.25	18.63	25.30	27.72	18.22	15.64	19.47	20.53	23.59	19.47	22.30	22.07	
Ab	23.69	24.56	21.06	22.38	22.31	22.40	24.02	22.68	23.65	25.76	28.11	26.12	
An	16.28	11.90	3.87	4.25	9.94	16.24	11.70	7.95	5.56	12.34	5.98	6.40	
Hy	En	9.07	7.48	0.25	2.98	3.71	8.71	3.53	4.20	1.74	4.28	1.75	4.71
	Fs	—	0.93	—	1.12	0.40	1.49	0.08	0.32	1.11	—	0.96	—
Mt	1.30	2.71	1.86	1.24	2.91	2.72	3.23	2.19	1.84	3.06	2.16	2.36	
Hm	2.44	—	0.68	—	—	—	—	—	—	0.39	—	0.14	
Cc	0.70	1.04	0.61	0.61	1.13	0.79	0.80	0.95	1.04	0.70	0.96	0.86	
Ap	0.57	0.64	0.30	0.42	0.66	0.49	0.36	0.37	0.30	0.42	0.43	0.44	
C	—	1.76	3.19	1.59	2.95	0.66	1.02	0.95	1.54	—	0.74	1.02	
Ol	Fo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Fa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Di	Wo	0.16	—	—	—	—	—	—	—	0.22	—	—	
	En	0.14	—	—	—	—	—	—	—	0.19	—	—	
Fs	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Il	1.02	0.89	0.38	0.40	0.72	1.04	0.81	0.58	0.47	0.93	0.48	0.64	
Ti	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Rittmann Parametreleri													
Al	12.19	12.88	12.00	11.32	12.84	12.45	12.19	10.82	11.25	11.80	11.23	11.24	
Alk	6.95	7.50	8.01	8.65	7.04	6.62	7.56	7.50	8.17	7.86	8.75	8.37	
FM	11.72	9.81	3.00	4.57	6.60	11.24	6.64	6.13	4.21	7.64	4.45	6.69	
k	0.39	0.42	0.53	0.54	0.43	0.40	0.43	0.46	0.49	0.42	0.43	0.44	
an	0.27	0.26	0.20	0.13	0.29	0.30	0.23	0.18	0.16	0.20	0.12	0.14	
P	62	64	66	61	68	67	65	64	63	62	60	60	
ÖRNEĞİN RİTTMANN'A GÖRE ADLAMASI (Rittmann's Nomencl.)													
	Riyodasit (Rhyodacite)	Kuvars Latit (Quartz Latite)	Riyolit (Rhyolite)	Riyolit (Rhyolite)	Kuvars Latit (Quartz Latite)	Riyodasit (Rhyodacite)	Kuvars Latit (Quartz Latite)	Riyolit (Rhyolite)	Riyolit (Rhyolite)	Kuvars Latit (Quartz Latite)	Riyolit (Rhyolite)	Riyolit (Rhyolite)	
ÖRNEĞİN PECCERILLO & TAYLOR'A GÖRE ADLAMASI (Peccerillo & Taylor Nomencl.)													
	Dasit (Docite) (High-K)	Dasit (Docite) (High-K)	Riyolit (Rhyolite)	Riyolit (Rhyolite)	Dasit (Docite) (High-K)	Dasit (Docite)	Dasit (Docite) (High-K)	Riyolit (Rhyolite)	Riyolit (Rhyolite)	Dasit (Docite) (High-K)	Riyolit (Rhyolite)	Riyolit (Rhyolite)	
N.P.C.	40.73	32.65	15.54	15.97	30.82	42.03	32.76	25.95	19.03	32.39	17.55	19.68	
N.C.I.	14.01	12.02	3.18	5.75	7.75	13.97	7.66	7.30	5.16	8.89	5.35	7.86	
D.I.	64.80	71.25	87.77	86.69	76.24	66.71	77.13	81.06	85.47	76.53	85.71	82.22	
S.I.	27.61	23.79	1.04	11.36	14.08	27.49	12.74	16.19	6.92	15.05	6.63	16.51	
δ	1.45	1.52	1.47	1.73	1.23	1.16	1.40	1.27	1.50	1.50	1.67	1.51	
Z	19.90	24.27	54.25	47.33	30.60	20.34	25.50	30.16	38.84	20.51	36.64	27.64	
Log δ	0.16	0.18	0.16	0.23	0.09	0.06	0.14	0.10	0.17	0.17	0.22	0.20	
Log Z	1.30	1.38	1.73	1.67	1.48	1.31	1.40	1.48	1.59	1.31	1.56	1.44	
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.98	1.08	1.72	1.77	1.17	1.00	1.16	1.29	1.43	1.08	1.13	1.21	
FeO*	3.81	3.37	2.50	1.92	3.29	3.74	3.32	2.44	2.49	3.56	2.66	2.58	
FeO <sup>†</sup> /MgO	1.03	1.12	25.00	1.60	2.19	1.07	2.37	1.43	3.55	1.97	3.80	1.35	

Çizelge 1 : Gördes volkanitlerinin kimyasal analizleri, Rittmann normları ve çeşitli parametreleri.

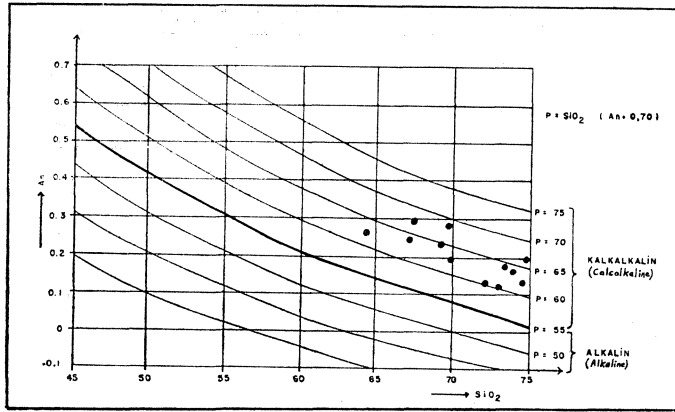
Table 1 : Chemical analyses, Rittmann norms and various parameters of Gördes volcanisc.

Lavların alkali  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{SiO}_2$  içeriklerine göre sınıflandırmaları yapıldığında (Şekil 2), Irvine ve Baragar (1971) Macdonald ve Katsura (1964)-Kuno (1960) ayırım hatları göz önüne alındığında, kalkalkalin nitelikte oldukları belirlenmektedir.

Öte yandan An-SiO<sub>2</sub> içeriklerine göre düzenlenmiş Rittmann (1953) diyagramında da kalkalkalin oldukları (Şekil 3) izlenmektedir.



Şekil 2 : Gördes volkanitlerinin alkali - silis içeriklerine göre sınıflandırılması.  
Figure 2 : Classification of the Gördes volcanics according to alkali - silica contents.

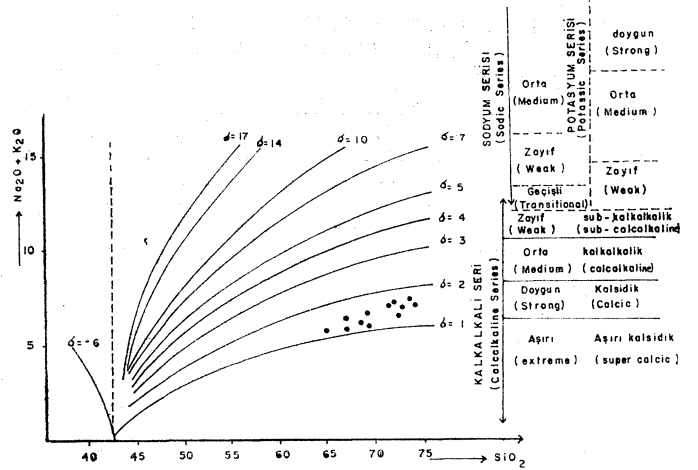


Şekil 3: Volkanitlerin An-SiO<sub>2</sub> içeriğine göre hazırlanmış Rittmann (1953) diyagramı.  
Figure 3 : Rittmann (1953) diagram of the volcanics according to An - SiO<sub>2</sub> contents.

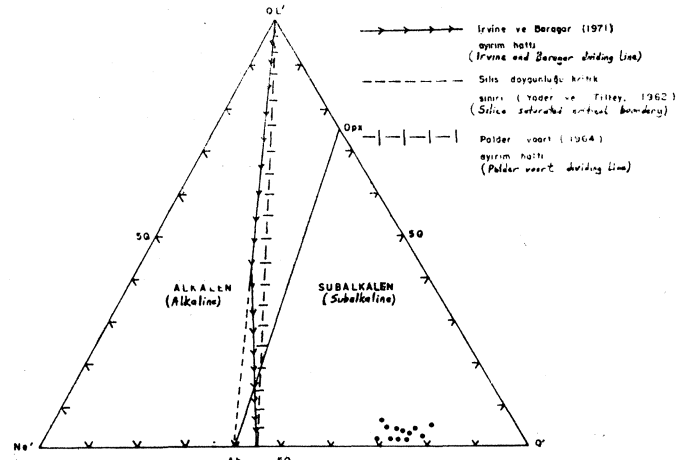
Örneklerin Rittmann indisleri hesaplandığında  $a' = (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{SiO}_2 - 43)$  bunların çok düşük olduğu (1,16-1,73) ve Rittmann (1962) diyagramında doymun kalkalkalin nitelikte oldukları (Şekil 4) görülür.

Örneklerin 01'-Ne'-Q' üçgen diyagramları yapıldığında kuvvetli Subalkalin nitelikte oldukları bir kez daha (Şekil 5) belirlenmiştir.

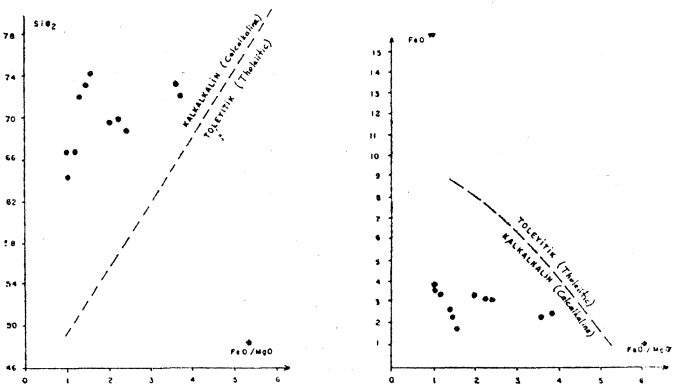
Lavların demir, magnezyum ve silisyum içeriklerini göz önüne alarak Miyashiro (1975) diyagramlarını yapacak olursak, bunların kalkalkalen nitelikte oldukları ve toleyitik olmadıkları bir kez daha saptanmış olur (Şekil 6).



Şekil 4 : Gördes volkanitlerinin Rittmann (1962) diyagramı.  
Figure 4 : Rittmann (1962) diagram of the Gördes volcanics.

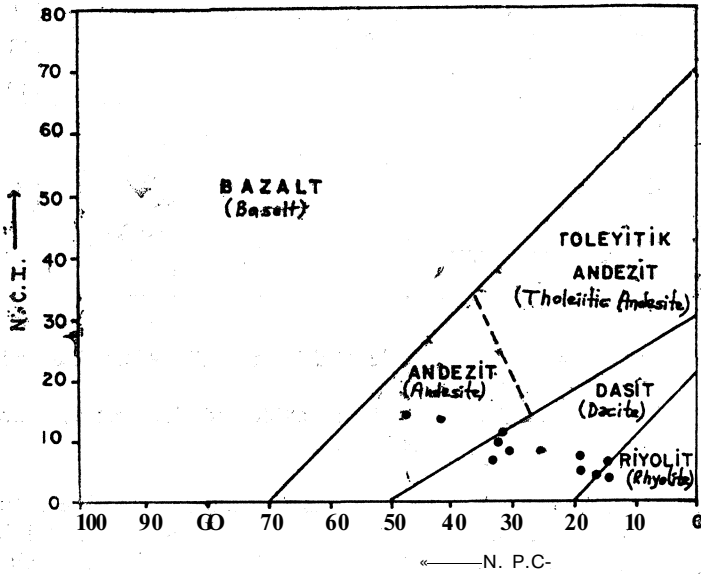


Şekil 5 : Volkanitlerin 01'-Ne'-Q' üçgen diyagramı.  
Figure 5 : 01'-Ne'-Q' Triangular plot of the volcanics



Şekil 6 : Volkanitlerin Miyashiro (1975) diyagramları  
Figure 6 : Miyashiro (1975) diagrammes of the volcanics

Örneklerin Peccerillo ve Taylor (1976) ya göre adlandırılmalarını yapacak olursak (Çizelge 1) bunların Dasit, Yüksek Potasyumlu Dasit ve Riyolit kesimine düştüklerini görürüz. Streckeisen (1967) üçgen diyagramında da Dasit ve Riyodasit bölgesine düşerler. Ayrıca normatif plajiyoklas bileşimleri (N.P.C.) ve normatif renk indisleri (N.C.I.) miktarlarını göz önüne alacak olursak (Şekil 7) Irvine ve Baragar (1971) diyagramında Dasit ve Riyolit türde oldukları görülür, ancak iki örnek sapma yaparak andezit kesimine düşmüşlerdir.

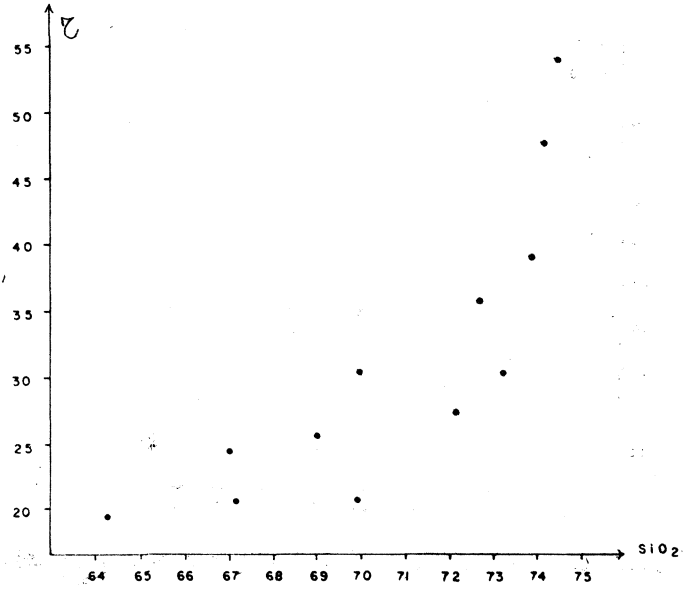


Şekil 7 : Volkanitlerin Irvine ve Baragar (1971) sınıflaması

Figure 7 : Irvine and Baragar (1971) classification of the volcanics

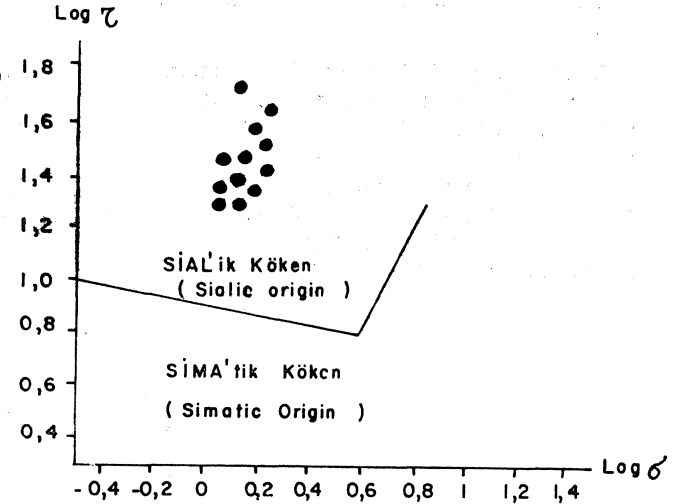
Ayrıca, yerel magmanın kökenini araştırmak için için ((1968 ve 1969) nin geliştirdiği  $x = \frac{(Al_2O_3 - Na_2O)}{TiO_2}$  ve  $a = \frac{(Na_2O + K_2O)}{(SiO_2 - 43)}$  Rittmann indisine göre değişim grafikleri de çizilmiştir. Bunlardan  $x$  değerinin  $SiO_2$  ye göre değişim diyagramı çizildiğinde (Şekil 8) Gottini indisinin örneklerde genellikle 20 den büyük olduğu ve  $SiO_2$  miktarı arttıkça Gottini indisinin de arttığı görülmektedir. Gottini'nin araştırmalarına göre, Sialik (kıta kabuğu) kökenli lavlarda Gottini indisleri 10 dan büyük olmalıdır ve  $SiO_2$  değerine bağlı olarak artmalıdır. Bu durumda, bu sonuçlar çalışma alanındaki Gördes volkanitlerine uygulanacak olursa Sialik kökenli oldukları belirlenir. Gottini (1968, 1969) ayrıca, Gottini indisi ve Rittmann indisinin logaritmik değerleri arasında da bir ilişki kurmuş ve önerdiği diyagramda Sialik ve Simatik köken sınırını çizmiştir. Çalışma alanındaki volkanitlerin bu diyagramda da (Şekil 9) Sialik (Kıta kabuğu) kökenli oldukları görülmektedir.

Gördes volkanitlerinin  $K_2O/Na_2O$  oranları da incelenmiş 0,98-1,77 arasında yüksek değerlerde olduğu ve  $SiO_2$  içeriği arttıkça  $K_2O/Na_2O$  oranının da arttığı (Şekil 10) saptanmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarla  $K_2O/Na_2O$  içeriğinin volkanik kayalarda oluşum koşulları ve kimyasal niteliklerinde bazı ayırtman özellikler gösterdiği saptan-



Şekil 8 : Volkanitlerde Gottini indisinin  $SiO_2$  ye göre değişimi.

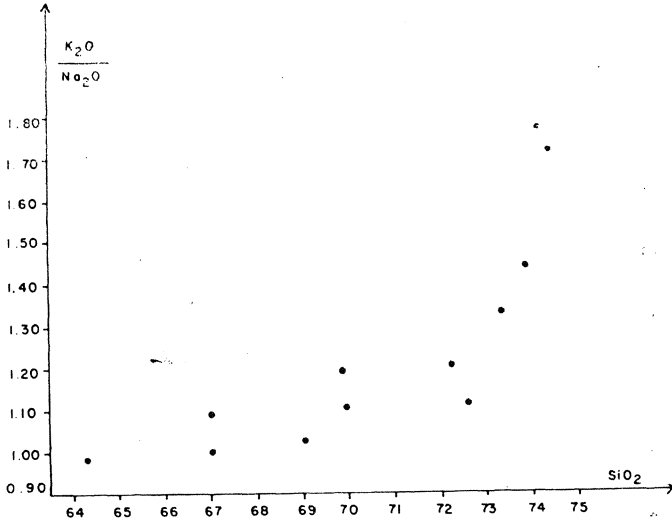
Figure 8 : Variation diagram of Gottini indices with  $SiO_2$  of the volcanics.



Şekil 9 : Volkanitlerin Gottini (1968) diyagramı.

Figure 9 : Gottini (1968) diagram of the volcanics

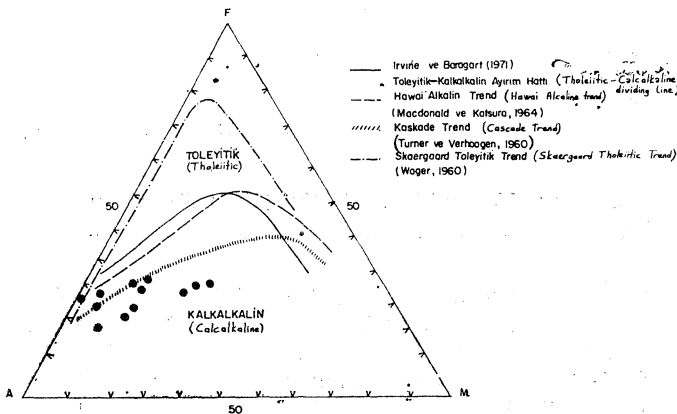
mıştır. Jakes ve White (1972), toleyitik kayalarda  $K_2O/Na_2O$  oranının en düşük, yaklaşık 0,35 ten daha düşük olduğunu; kalkalkalin kayalarda ise ada yaylarında yaklaşık 0,35-0,75 arasında olduğunu; ancak kıta içlerinde oluşan kalkalkalin kayalarda  $SiO_2$  kapsamı %63 ten daha büyük olanlar için yaklaşık 1 ve daha büyük değerler gösterdiğini saptamışlardır. Şoşonitik lavlarda ise bu oran daha da büyük değerlere erişebilir. Gördes volkanitlerinin, kıta içi volkanitlerinden olduğu,  $K_2O/Na_2O$  oranlarının 1 ve daha yüksek (ortalama 1, 2) değerler göstermesi ile de belirginleşmektedir. Öte yandan; Yamasaki (1956), kıtasal kalkalkalin lavlarda yüksek  $K_2O/Na_2O$  içeriğinin, bunları oluşturan magmanın granitik materyal ile kirlenmesi sonucu meydana-



**Şekil 10 : Volkanitlerde  $K_2O/Na_2O$ 'nun  $SiO_2$  ve göre değişimi**  
**Figure 10 : Variation diagram of  $K_2O/Na_2O$  with  $SiO_2$  of the volcanics.**

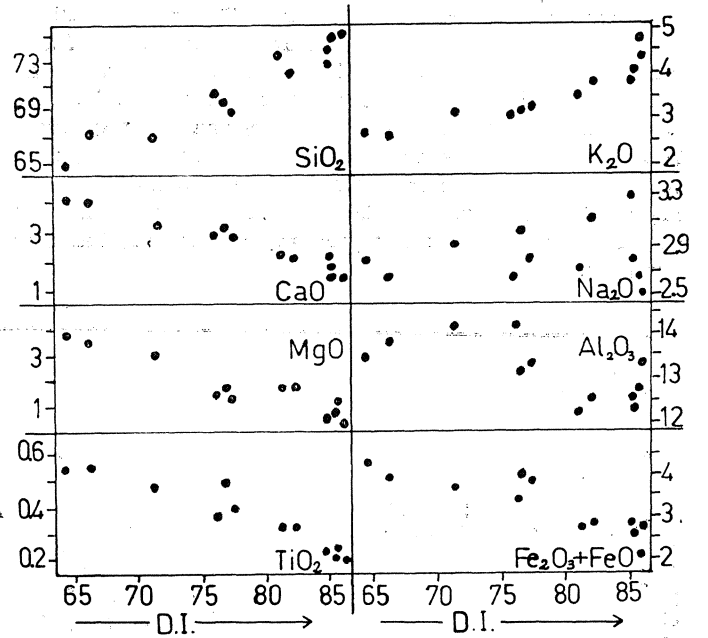
na geldiğini öne sürmektedir. Bir başka deyişle, anatektik köken kuramını belirtmekte olup, Gördes volkanitlerinin kabuk kökenli oldukları konusuna ilerde tekrar değinilecektir.

Volkanitlerin AFM üçgen diyagramları yapıldığında bunların Kalkalkalin nitelikte oldukları ve Kaskade tipi bir oluşum evrimi geçirdikleri (Şekil 11) ortaya çıkmaktadır. Gördes volkanitlerinde, oksitlerin  $SiO_2$  içeriklerine göre değişimleri de araştırılmış olup  $SiO_2$  yüzdesi arttıkça MnO, CaO, MgO,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , Toplam Fe oksitlerin yüzdelere azaldıkları; buna karşın  $K_2O$  ve  $Na_2O$  yüzdelere arttıkları saptanmıştır.



**Şekil 11 : Volkanitlerin AFM üçgen diyagramı**  
**Figure 11 : AFM Triangular plot of the volcanics.**

Volkanitlerde ayrıca, oksitlerin, Diferansiyasyon indeks (D.I.) değerlerine göre de değişim grafikleri (Şekil 12) çizilmiştir. Diferansiyasyon indeks, Thornton ve Tuttle (1960) tarafından önerilen bir parametre olup



**Şekil 12 : Volkanitlerde oksitlerin D.I. değerlerine göre değişimi.**  
**Figure 12 : Variation of the oxides of the volcanics according to D.I. values.**

$Di. = q+or+ab+lc+ne+ks$  formülü ile hesaplanmıştır. Çizelge 1 de de görülebileceği gibi, Gördes volkanitlerinin D.I. değerleri yüksek olup 64,80-87,77 arasındadır. Yapılan istatistiksel araştırmalara göre tüm dünyadaki asitik lavlarda ortalama D.I. değerleri; Dasitlerde 67,6 Riyodasitlerde 71,5 ve Riyolitlerde 88,3 şeklindedir. Bu suretle Gördes volkanitlerinin D.I. değerlerinin tüm dünya asitik lavları ile uyumluluk sağladıkları görülmektedir. Gördes volkanitlerinin D.I. değerlerine göre esas elementlerinin değişim diyagramlarında (Şekil 12), D.I. değerleri arttıkça  $SiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$  değerlerinin arttığı, buna karşın CaO, MgO,  $TiO_2$  ve Toplam Fe oksitlerin içeriklerinin azaldığı belirlenir. Bu özellikler Thornton ve Tuttle (1960) un önerdikleri değişimlere uyup, volkanitlerin normal bir kristalizasyon evresi geçirdiklerini kanıtlamaktadır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Batı Anadolu ve çevresindeki Ege adalarında çoğunlukla kalkalkalin, yer yer alkalın ve bazı bölgelerde de şoşonitik nitelikte volkanizmanın tüm Miyosen devri boyunca, özellikle Orta Miyosenden sonra etkin olduğu, son 10 yılda yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Borsi ve diğerleri, 1972; Innocenti ve Mazzuoli, 1972; Savaşın, 1978; Ercan 1979; Ercan ve diğerleri, 1979; Ercan ve Günay, 1981; Ercan, 1981 v.b.) Çeşitli evrelerle bir süre Pliyosende de süregelen ve Kuvaternere değin etkinlik gösteren volkanizmanın kökeni konusunda çeşitli görüşler öne sürülmekte ise de, araştırmacıların birleştikleri en önemli fikir, bunların bir yitim zonuundan çok, bölgede egemen olan gerilme rejimi sonucu oluşan kıtasal riftleşme ürünü olduklarıdır. Bu konuda yapılan en son çalışmalarla; Ege tansiyon tektoniğinin, daha önce kalınlaşmış ve kısmen ergimiş olan kıta kabuğunu et-

kilediği ve kalkalkalin kıta kabuğu ile, alkale nitelikteki manto kökenli bir magmanın karışmasına yol açtığı öne sürülmüştür (Yılmaz ve Şengör, 1982). Öte yandan, Ege bölgesindeki, Gördes volkanitlerine benzeyen diğer asidik kalkalkalin riyolitik volkanitlerin kabuk kökenli oldukları ve anateksi sonucu oluştukları ilk kez Keller (1969) tarafından önerilmiştir. Keller, Bodrum yarımadasının güneyinde yer alan Kos ve Nysiros adalarındaki riyolitik tüflerin kıtasal kabuk kökenli olduklarını, bunların granitik kıta kabuğu anateksisi ile oluştuklarını, hatta içlerinde yer yer granitik ksenolitler bulunduğunu saptamıştır. Daha sonraları, İzmir - Seferihisar riyolitlerinde çalışan Borsi ve diğerleri (1972), bunların kıta kabuğu kökenli olduklarını ve ilksel Sr. İzotop oranlarının 0,7121 olup, bu değer de üst kabuk kökenli materyali belirttiğini öne sürmüşlerdir. Keller ve Villari (1972), Afyon yöresindeki asitik volkanizmayı inceliyerek aynı sonuca varmışlardır. Gördes ilçe merkezi doğusunda yer alan asitik volkanitlerde çalışan Yılmaz (1977) bunların Miyosen yaşlı olup iki evrede oluştuklarını ve her iki volkanik gelişim anında da kabuk materyalinin sürekli olarak magmaya karıştığı ve anatektik kökenli olduklarını belirtmiştir. Kırka çevresinde çalışan Sunder (1979) da Kırka asidik lavlarının da anatektik kökenli olduklarını ve feldispat fenokristalleri ile korozyona uğramış kuvars kristalleri içeren bu asitik lavlarda ayrıca gözlediği Ortit kristallerinin de ergiyen sialik kabuğu simgelediğini belirtmiştir. Cumaovası (İzmir) riyolitik volkanizmasında çalışan Özgenç (1978), de bunların granitik bir magmadan anateksi yolu ile türediklerini öne sürmüştür. Asidik volkanitlerin nasıl oluştuğu günümüzde çeşitli araştırmacılar tarafından halen tartışılmaktadır. Bazı araştırmacılar bunların, bazik bir magmanın farklılaşması ile son ürün olarak, kimileri ise bazik magmanın kabuksal materyal ile kirlenmesi sonucu oluşabileceğini kabullenmişlerdir. Winkler (1967) ve Tuttle ve Bowen (1958) v.b. bazı araştırmacılar ise asit lavların, kabuksal materyalin anateksisi ile oluşabileceğini, ileri derecede metamorfizmaya uğramış granitik bileşimli kayaçların 2 Kilobar basınç ve 680-690°C sıcaklıkta 7-8 km. lik sığ derinliklerde gelişebilecek bir anateksi ile bu işlemin olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Gördes asitik volkanizması da, Batı Anadolu'daki Miyosen yaşlı, benzeri kalkalkalin kabuk gereçinden oluşmuştur. Tüm petrokimyasal, çalışmalar da bu sonucu kanıtlamaktadır. Gördes volkanitlerinde ileride yapılacak olan iz element ve nadir toprak elementleri analiz sonuçları da bu konuya daha fazla açıklık getirecektir.

#### DEĞİNİLEN BELGELER ;

Ayan, M., 1973, Gördes migmatitleri: Maden Tetkik Arama

Enst. Derg., 81,132 -155.

Bayramgil, O., 1954, Gördes pegmatitlerinin mineralojik etüdü : Türkiye Jeol. Kur. Bült. 5/2,54 - 70.

Bergo, G., 1965, Sındırgı bölgesinin volkanizması: Maden Tetkik Arama Enst. Rap., yayınlanmamış.

Birand, Ş.A., 1953, Gördes civarında dikkati çekici bazı mineral ve taşlar: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 4/2, 33-36.

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.

Ercan, T., Dinçel, A., Metin, S., Türkecan, A., ve Günay, E., 1978, Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi: Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 21, 97 -106.

Ercan, T., 1979; Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarında-ki Senozoyik volkanizması: Jeoloji Müh. Derg., 9 23-46.

Ercan, T., Dinçel, A., ve Günay, E., 1979, Uşak volkanitlerifin Petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege bölgesindeki yeri : Türkiye Jeol. Kur. Bült, 22, 185-198.

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 pp.

Gottini, V., 1968; The TiO<sub>2</sub> Frequency in volcanic rocks : Geol. Rdsch., 57, 930 - 935.

Gottini, V., 1969, Serial character of the volcanic rocks of Pantelleria : Bulletin Volcanologique, 3, 818 - 827.

Hamilton, W.U., ve Strickland, H.E., 1841; On the geology of the Western part of Asia Minör : Transactions of the Geol. Soc. of London, 2, 6,110 -120.

Irvine, T.N., ve Baragar, W.R.A., 1971; A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks : Can. Jour. Earth. Seien, 8,523 - 548.

Innocenti, 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., 1972; Major and Trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas : Geol. Soc. Amer. Bull., 83,29 - 40.

Keller, J., 1969, Origin of rhyolites, by anatectic melting of granitic crustal rocks : Bulletin Volcanologique, 33/3, 942 - 959.

Keller, J., ve Villari, 1972; Rhyolitic ignimbrite in the region of Afyon (Central Anatolia) : Bulletin Volcanologique, 36, 342 - 358.

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; Classification, characteristics and origin of ophiolites : Journal of Geology, 83, 249-281.

Nebert, K., 1961; Gördes (Batı Anadolu) bölgesindeki Neojen volkanizması hakkında bazı bilgiler : Maden Tetkik Arama Enst. Derg. 57, 50 - 54.

Özgenç, İ., 1978, Cuma ovası (İzmir) asit volkanitlerinde saptanan iki ekstrüzyon aşaması arasındaki göreceli yaş ilişkisi: Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 21/1, 31 - 34.

- Peccerillo, A., ve Taylor, J.R., 1976; Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontic chain, Northern Turkey : Bulletin Volcanologique 39/4, 557 -
- Philipsson, A., 1913; Das vulkan gebiet von Kula in Lydien, die Katokekaumene der Alten : Pet. Geog. Mitt, 2, 237-241.
- Poldervaart, 1964; Chemical definition of alkali basalts and tholeiites : Bull. Geol. Soc. Amer., 75 229 - 232.
- Rittmann, A., 1952, Nomenclature of volcanic rocks: Bulletin Volcanologique, 12, 75 -102.
- Rittmann, A., 1953; Magmatic character and tectonic position of the indonçsian volcanoes : Bulletin Volcanologique, 14, 45-58.
- Rittmann, A., 1962; Volcanoes and their activity: John Wiley and Sons, Newyork, London, 305 pp.
- Savaşçın, Y., 1978; Foça - Urla Neojen volkanitlerinin mineralojik jeokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu: Doçentlik tezi, Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, İzmir, 64 pp.
- Streckeisen, A., 1967, Classification and nomenclature of igneous rocks : N. Jb. Miner. Abh., 107, 2-3, 144 - 240.
- Sunder, M., 1979; Kırka (Eskişehir) ve çevresinin jeolojisi, petrolojisi ve Sarıkaya Borst yataklarının jeokimyasal incelenmesi : Doktora tezi, İstanbul Üniv. Fen Fakültesi, Yayınlanmamış.
- Thornton, C.P., ve Tuttle, D.F., 1960, Chemistry of igneous rocks, Part : 1, Differentiation index : Amer. Jour. Scien, 258, 664 - 684.
- Turner, F.J. ve Verhoogen, J., 1960, Igneous and metamorphic petrology : Me. Graw - Hill Book co. Inc. Newyork, 450s.
- Tuttle, O.F. ve Bowen, N.L., 1958, Origin of granite in the light of experimental studies in the system  $NaAlSi_3O_8, SiO_2, KAlSi_3O_8, K_2O$  : Geol. Soc. Amer. Memoir, 74,153 s.
- Wager, L.R., 1960; The Major element variation of the layers series of the Skaergaard intrusion : Jour, of Petrology, 1, 364 - 398.
- Winkler, H.G.F., 1967, Petrogenesis of metamorphic rocks : 2 nd ed. Berlin, Springer, 220 s.
- Yamasaki, M., 1956; Petrogenetic Significance of the  $K_2O/Na_2O$  ratios of volcanic rocks of Fuji and Nasu volcanic Zones in Japan : Jour. Geol. Soc. Japan : 62, 504 -514.
- Yağmurlu, F., 1982, Akhisar doğusu Neojen tortullarının depolanma ortamları ve kömür yatakları ile olan ilişkisi : Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri özetleri Kitabı, 55 - 56, Ankara.
- Yılmaz, H., 1977; Beğenler, Geçtin köylerinin Kuzeybatı yöresi (Gördes) stratigrafik, Tektonik ve Petrografik incelenmesi : Ege Üniv. Fen Fakültesi Derg., A, 1, 2, 143-169.
- Yılmaz, Y., ve Şengör, A.M.C., 1982, Egede kabuk evrimi ve Neo - mağmatizmanın kökeni : Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı 64 - 65.
- Yoder, H.S. ve Tilley, C.E., 1962; Origin of basalt magmas, an experimental study of natural and synthetic rock systems : Journal of Petrology, 3, 342 - 532.

Yazının geliş tarihi: Mayıs 1982

Yayıma verildiği tarih : Temmuz 1983