

RAHMANLAR (SELENDİ-MANİSA) Cu-Pb-Zn YATAĞININ ÇEVRESİNDEKİ VOLKANİTLERİN PETROJENETİK İNCELENMESİ

*Petrogenetic investigation of volcanites in around of Rahmanlar (Selendi-Manisa)
Cu-Pb-Zn deposit*

İLYAS NUHOĞLU Anadolu Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Maden Müh. Böl., ESKİŞEHİR

ÖZ : Batı Anadolu bölgesinde dağınık alanlarda yüzlek veren volkanitlerden Rahmanlar (Selendi-Manisa) Cu-Pb-Zn yatağı civarındaki volkanitler cevherleşmenin genetik oluşumu bakımından son derece önemlidir.

İnceleme alanında iki bölgede yüzlek veren volkanitler lav akıntıları ve aglomeratlar şeklinde gözlenirler. Alkalen özellikteki Küçüksoğanlı volkanitleri çoğunlukla dasit ve biraz da riyodasitik kayalardan; kalkalkalen özellikteki Rahmanlar volkanitleri ise birbirleri ile grift halde bulunan genelde bazalt ağırlıklı bazaltik andezit, trakiandezit ve andezitik kayalardan oluşmuştur.

Çalışma alanındaki volkanitlerin plaka tektoniği açısından yorumu yapıldığında: İlk kez Miyosen'de (Orta Miyosen?) ortaya çıkan Küçüksoğanlı volkanitleri (dasitik) kıta kabuğu ürünleri olup kalın Menderes Masifinin anatektik olaylar sonucu derinlerde erimesiyle ve Batı Anadolu'da oluşmaya başlayan sıkışma tektoniği (yitim zonu) sonucu gelişen graben sistemlerinin çatlaklarından yükselerek yeryüzüne çıkması ile oluşmuştur. Daha sonraki duraksamada kalın sediment istifleri (Havza oluşumu) ile tektonik rejim değişerek bazaltik ve biraz da andezitik volkanizma ile Rahmanlar volkanitleri meydana gelmiştir.

ABSTRACT: Autocropted volcanites are scattered very wide area in western Anatolia üne of these is Rahmanlar (Selendi-Manisa) Cu-Pb-Zn deposit. The volcanites in the near vicinity of Rahmanlar Cu-Pb-Zn deposit are far most important, with respect to genetic formation of mineralisation.

In the investigated area, volcanites autocropted in two different places are observed in lava flows and agglomerates. Alkaline Küçüksoğanlı volcanites are often formed from dacite and rhyodacite. Calcalkaline Rahmanlar volcanites are formed as basaltic andesite trachyandesite and andesite.

When the volcanites in investigated are considered by plate tectonics, it could be said that these are the products of Küçüksoğanlı volcanites continental shells which appeared firstly in Miosen. These volcanites were thought to occur by melting of the thick Menderes massive as a result of deep-anatectonism and eruption through the discontinuity of graben systems due to compression tectonism occurring over West Anatolia.

Rahmanlar volcanites were formed by mainly basaltic and partly andesitic volcanisms by differentiation of tectonic regime with the effect of thick sediment (basin formation) during the further discontinuity.

GİRİŞ

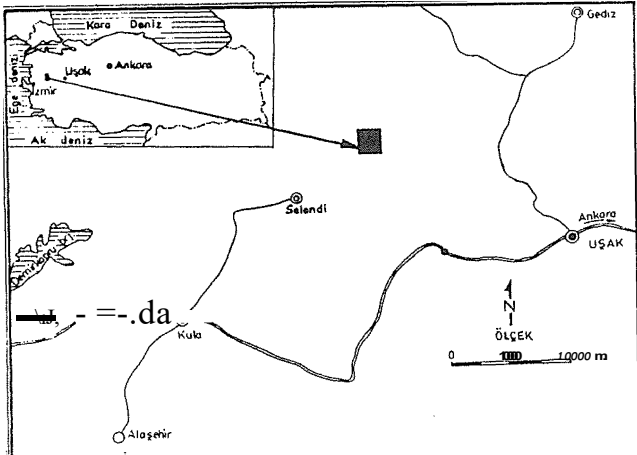
İnceleme alanı Batı Anadolu'da Manisa iline bağlı Selendi ilçesinin 15 km. KD sında yer alır (Şekil 1).

Batı Anadolu bölgesinde genç volkanizma Üst Oligosen'de başlar. Miyosende çok etkili olarak farklı nitelik ve evrelerle Kuvaterner'e kadar devam eder. Daha çok andezit, dasit, latitandezit, trakiandezit, riyodasit ve riyolit türde kalkalkalen ve yer yer şösonitik nitelikli kayalar oluşmuştur. İncelenen bölgede dağınık alanlarda yüzlek

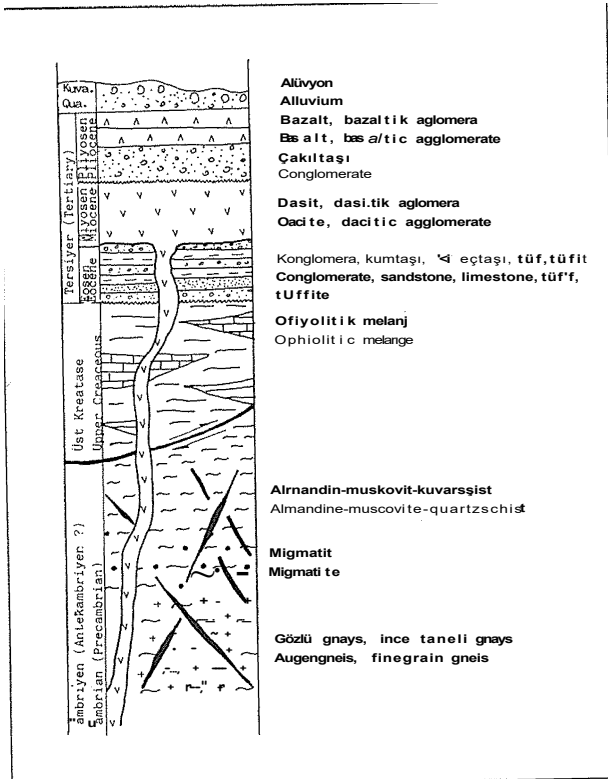
vermiş olan volkanik kayalar çeşitli zamanlarda birçok araştırmacılarca ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu araştırmanın amacı Küçüksoğanlı ve Rahmanlar çevresinde bulunan volkanitlerin petrojenetik ve petrokimyasal incelemelerini yaparak çeşitli diyagramlar yardımıyla oluşum kökenlerine yaklaşımda bulunmak ve volkanitlerin isimlendirmelerini yapabilmektir. Volkanitlerle cevherleşmenin genetik ilişkisi yazar tarafından bir başka makalede ele alınacaktır.

Rahmanlar Cu-Pb-Zn yatağı ve çevresinin jeolojisi daha önce yazar tarafından ele alınarak incelenmiştir (Nuhoglu, 1992). Bu nedenle burada jeolojisinin kısa bir özeti yapılacaktır.

İnceleme alanında en çok yayılım gösteren litolojik oluşuklar kristalin birimlerdir. Ayrıca kuvars damarları, ofiyolit karmaşığı (melanj), gösel tortullar ve tüm bu birimler kesen volkanik kayalar gözlenir (Şekil 2). Burada



Şekil 1 Ycrbulduruharitasi.
Figure 1 Location map.



Şekil 2 Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.
Figure 2 Generalized stratigraphic section of the study area.

inceleme alanındaki jeolojik birimlere değinmeden önce inceleme alanının içerisinde bulunduğu Menderes masifine ilişkin çalışmalara değinilecektir.

Çalışma alanının içinde bulunduğu Menderes masifine ilişkin çalışmalar yıllardan beri süregelmektedir. İlk jeolojik çalışma 1841 yılında Hamilton ve Stricland tarafından yapılmıştır. Yılmaz (1977), Gördes civarı volkanitlerinin oluşumunda farklı iki evrenin bulunduğunu ve volkanik gelişimde kabuk metaryelinin magmaya karıştığını belirtir. Ercan ve diğerleri (1978, 1979), Uşak civarında yaptıkları çalışmalarda Tersiyer'de beş ayrı volkanik evrenin varlığını öne sürerler; ayrıca Uşak volkanitlerinin Orta Miyosen'de etkin olmaya başladığını ve Üst Pliyosen'e kadar etkinliklerinin devam ettiğini ve kalkalen özellikle olduklarını belirtirler. Akdeniz ve Konak (1977), Simav çevresi volkanitlerinin Miyosen ve Kuvaterner yaşında olduklarını kabul ederler. Ercan (1982), Gördes volkanitlerinin Orta-Üst Miyosen yaşında olduğunu dasit, riyolit ve riyodasit gibi kalkalkalen nitelikte kıtasal kabuk kökenli anateksi sonucu oluştuklarını belirtir. Ercan ve diğerleri (1982a) Kula ve çevresi volkanitlerinin Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşta plaka içi açılmalarla gerilme tektoniği sonucu 7 evrede oluştuklarını ileri sürerler. Ercan ve diğerleri (1982b) ayrıca Gediz-Simav-Emet çevresi volkanitlerinde yaptıkları çalışmada bölgede Orta Miyosen'de oluşmaya başlayan kalkalkalen özellikle kıta kabuğu kökenli volkanizmanın Pliyosen'den başlayarak Kuvaterner'e doğru alkali bazaltik volkanizmaya geçiş gösterdiğini ileri sürerler. Ercan ve Öztunalı (1983), Demirci ve Selendi civarında yaptıkları çalışmada Miyosen'de etkin asitik Dikendere volkanitlerinin olasılıkla kıtasal kabuk kökenli olduğunu, önce riyolitik ve riyodasitik olan bu kalkalen volkanizmanın daha sonra andezitik bileşime dönüşerek ve yer yer kirlenerek şoşonitik nitelik kazandığını belirtirler. Bu yazarlar Üst Pliyosen'de zayıf alkali nitelikli bazaltik lavların oluştuğunu ileri sürerler. Dora ve Savaşçın (1981), Alibeyköy-Maden Adası civarında asidik ve bazik kayaların birarada bulunmasını, Batı Anadolu'daki genç volkanitlerle izlenen kalkalkalen latit-andezitik, dasitik, riyolitik türevlerle alkalen bazaltların bir aradalığının aynı tektonizmanın ürünü olabileceklerini belirtirler. Dora (1981), Savaşçın (1979), Batı Anadolu'daki volkanitlerin kabuksal kökenli olduklarını belirtirler. Savaşçın (1981, 1982), Batı Anadolu'daki Neojen volkanitlerinin yerleşiminde magmanın yankayaçları özümlemesi ile kirlendiğini, hatta bazen çeşitli boyutlarda kapanımlar da içerdiği olduğunu ve bu magmatitlerin Bozdağ horstunun K ve G duvarları boyunca dizilmiş olduklarını belirtir. Kun (1986), yaptığı çalışmada Batı Anadolu'da yaygın olarak

gözenlen gabrolar ve bazik volkanitlerin belirgin çizgisel kırıklar boyunca dizildiklerini savunur. Candan (1989), yapığı çalışmada Gördes masifi metamorfiteğini, bunları tektonik olarak üstleyen allokon birimleri ve tüm bu birimleri uyumsuz olarak örten Neojen yaşlı volkanitleri ve sedimentleri ele alır.

PETROGRAFI

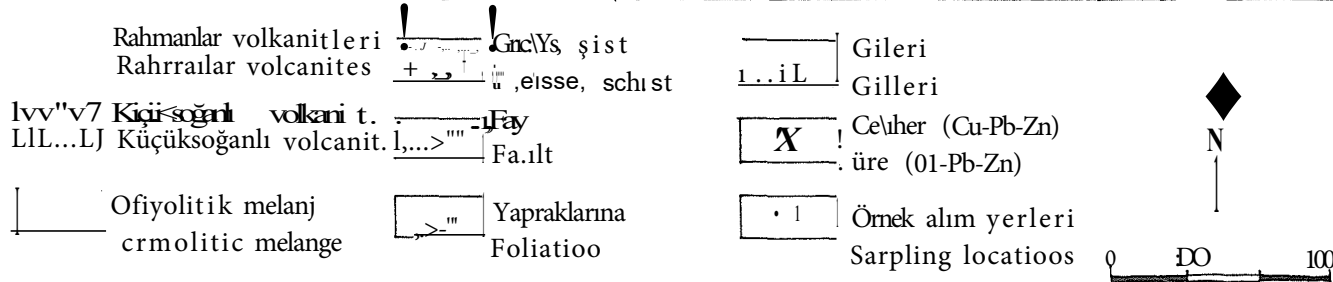
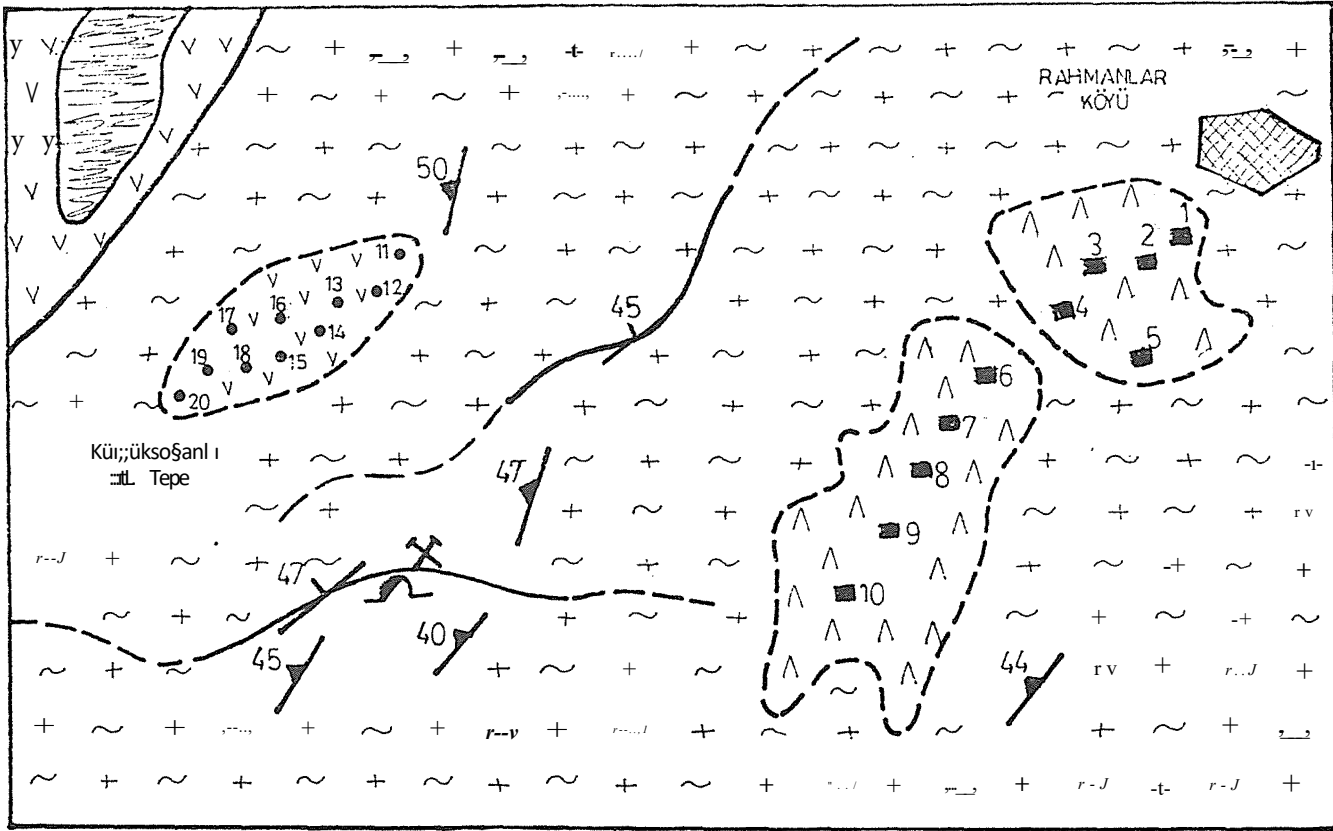
Çalışma alanında Küçüksoğanlı tepe ve çevresinde açık renkli volkanitlerle birlikte yer yer koyu renkli ve bazalt görünümüne volkanik kayalar gözenir. Bir de ayrıca Rahmanlar köyünün hemen yakınında yüzlekler veren (Şekil 3) gerçek bazaltik volkanitler bulunmaktadır.

Küçüksoğanlı Volkanitleri

İnceleme alanının kuzeybatısında geniş yüzlekler verirler. Küçüksoğanlı tepenin güney yamaçlarında da

gözenirler. Arazide kirli gri renkleriyle ve alterasyon sonucu kaolenleşmiş beyaz renkleri ile rahatlıkla tanınırlar. Daha çok andezit, riyodasit, dasit ve riyolit türdedirler. Kalkalkalen ve şoşonitik nitelikte olan Miyosen yaşlı bu tür volkanitler Bau Anadolu'da birçok yerlerde gözenirler ve pekçok araştırmacı tarafından incelenmişlerdir (Ercan ve diğerleri 1979, 1982, 1983, 1984; Ercan, 1982; Akdeniz ve Ercan, 1988; Kaya ve Savaşçın, 1981, Savaşçın, 1974).

Mikroskopik olarak yer yer korrede ve etraflarında ikincil reaksiyon zonu bulunan kuvars fenokristal ve mikrokristalleri, serisitleşmiş plajiyoklas fenokristal ve mikrokristalleri (oligoklas, andezin), yer yer müskovitleşme gösteren biyotit kristalleri izlenmektedir. Hamur çok fazla killeşmiş olup yer yer altere plajiyoklas mikrokristalleri ile silisleşme sonucu oluşan sekonder mikro kristalleri içermektedir. Doku porfiriktir.



Şekil 3 Rahmanlar (Selendi-Manisa) Yöresinin Jeoloji Haritası.
Figure 3 Geologie map of the Rahmanlar (Selendi-Manisa) area.

Rahmanlar Volkanitleri

Rahmanlar köyünün eski mahallesi civarında gözle-
nirler. Makroskopik olarak siyah ve mor renkli olup bazal-
tik lav akıntıları, tüfler ve aglomeralardan meydana gel-
miştir. Taze kırık yüzeyleri kırmızımsı kahverengidir. İçer-
diği çeşitli boyutlardaki boşluklar (vakioler bazalt) ikincil
kalsit ve epidot ile doludur. Eksfoliyasyon olayları gözlenir.

Mikroskopik olarak camsı mikrokristalin hamur
içerisinde Plajjoklas (andezin, labrador) ojit, olivin fenok-

ristalleri ve nadir olarak yer yer alterasyonla oluşmuş serisit
izlenir (Nuhoğlu, 1992).

PETROKİMYA

Volkanik kayalar, sahada görünüşlerine, dokularına,
mineralojik ve kimyasal bileşimlerine göre sınıflandırıla-
bilirse de bu kayaların cam içermeleri nedeniyle mineralojik
sınıflandırılması sağlıklı olmayabilir. Bu çalışmada
kayacın kimyasal bileşimi ve bu bileşimden elde edilen
parametreler kullanılarak yapılacak sınıflamalara yer verile-

RAHMANLAR VOLKANİTLERİ -

RAHMANLAR VOLCANITES

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	58.68	58.5')	57.23	53.93	52.25	46.10	47.65	49. m	48.CO	47.49
Al ₂ O ₃	16.00	15.63	15.22	16.C6	14.99	16.25	15.70	14.20	1fi.10	16.05
Fe, O ₃	5.26	5.	4.35	5.70	4.99	8.07	5.f.O	4.56	5.f'O	5.f;0
Feo	0.86	1.37	1.64	1.88	2.40	3.C6	3.40	3.9J	2.65	3.19
..ho	0.05	0.07	0.14	0.16	0.17	0.20	0.20	0.16	0.12	0.19
ip)	3.14	2.10	5.30	5.25	6.5')	6.70	7.60	8.5')	5.70	6.75
CaO	5.95	4.58	6.78	7.5')	8.10	8.40	8.96	9.05	10.20	10.12
Na ₂ O	2.95	3.30	3.30	3.46	3.05	3.40	3. m	3.88	2.9J	2.51
K ₂ O	4.24	3.92	3.70	2.66	2.40	3.07	2.96	1.rn	2.90	2. n'
TiO ₂	0.8')	1.13	0.81	1.32	1.93	2. L.O	2.15	1.G0	0. %	0.58
P ₂ O ₅	0.35	0.38	0.42	0.20	o. m	0.37	0.c.U	0.15	0.35	0.15
CO ₂	0.17	0.23	0.15	0.25	0.25	0.25	0.16	0.5D	1.65	1.65
At-ešte kayıp	1.9J	2.84	1.47	1.60	2.11	2.14	1.5')	1.65	2.47	2.25
KPLAM	100.35	99.25	100.51	99.97	99.79	100.41	99.88	93.93	99.79	99.41

..MIU VOLKANİTLERİ e

..MIU VOLCANITES

% C	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂	68.45	64.19	66.23	65.55	67.15	65.17	67. ':::U	65.05	68.10	66.17
Al ₂ O ₃	14.73	16.5')	14.67	14.39	14.76	14.5')	14.30	15.3)	15.05	15.10
Fe, O ₃	4.07	4.51	4.47	4.49	4.33	4.30	4.C8	4.30	4. s5	4.30
Feo	1.10	0.75	1.28	0.65	0.83	0.65	1.17	1.9J	0.93	0.73
itK)	0.04	0.07	0.07	0.95	0.04	0.07	0.15	0.15	0.04	0.03
..i j	1.13	1.05	1.10	1.62	1.65	1.40	1.05	1.30	0. L.O	1.40
raO	2.81	3.88	3.26	4.35	2.91	2.60	3.20	3.35	3.80	3.05
fb ₁ O	2.42	2.56	3.02	2.10	2.71	3.02	2. W	2.95-	2.30	2.75
K ₂ O	4.5')	3.66	2.25	3.27	3.98	4.58	4.05	3.60	3. 28	3.5')
TiO ₂	0.41	0.60	0.9J	0.91	0.44	0.45	0.5')	0.45	0.40	0.70
Os	0.23	0.0S	0.23	0.24	0.27	0.46	0.3')	0.09	0.30	0.40
..	0.19	0.34	0.98	0.39	0.07	0.28	0.CB	0.33	0.17	0.65
..t,,:šte kayıp	0.44	1.16	1.63	1.62	1.30	1.8')	1.3)	1.a)	1.10	1.72
KPLAM	00.58	99.35	100,09	100.53	100.44	99.28	100.55	99.87	100,42	100. :;0

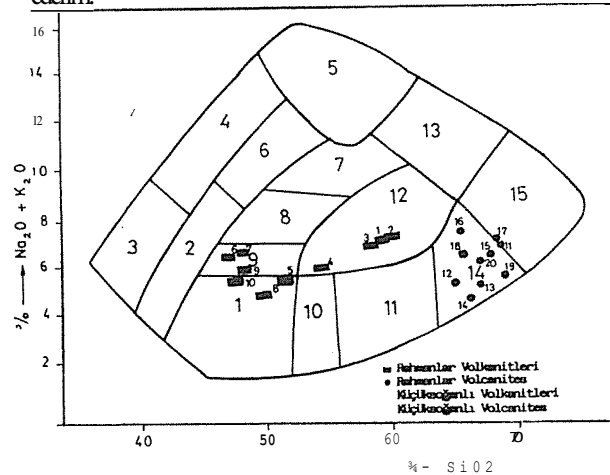
Çizelge 1 Kayaç örneklerinin kimyasal analizleri.

Table 1 Chemical analysis the samples.

cektir. Bu amaçla inceleme alanı volkanitlerinden sistematik örnekler alınmıştır (Şekil 3). Örneklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge-1'de verilmiştir. Analizler St. Andrews Üniversitesi (İskoçya) Jeolojisi Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. *

Örneklerin Cox ve diğerleri (1976), diyagramındaki dağılımlarına göre Rahmanlar grubuna ait 6, 7, 9 no.lu örnekler hawaii; 5, 8, 10 nolu örnekler bazalt; 1, 2, 3, 4 no.lu örnekler trakiandezit ve latit; Küçüksoğanlı grubuna ait örneklerden ise 11, 17 no.lu örnekler riyolit; 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20 no.lu örnekler dasit olarak adlandırılırlar (Şekil 4). Peccerillo ve Taylor'a (1976), göre yapılan değerlendirmede (Şekil 5) Rahmanlar volkanitlerinden alınan 1, 2 no.lu örnekler latit, 3 no.lu örnek andezit, 4 ve 5 no.lu örnekler bazaltik olarak; Küçüksoğanlı volkanitlerinden alınan örneklerden 13 no.lu örnek dasit, 16 no.lu

* Analizlerin yapımını sağlayan sayın Dr. W. Stephan' teşekkür ederim.



Şekil 4 Volkanik kayaların Cox (1976), diyagramına göre adlandırılması.

Figure 4 Nomenclature of the volcanic rocks according to Cox (1976), diyagram.

- 1- Bazalt (Basalt)
- 2- Bazanit ve Tefrit (Basanite ve Tephrite)
- 3- Nefelinit (Nephelinite)
- 4- Fonolitik nefelinit (Phonolite Nephelinite)
- 5- Fonolit (Phonolite)
- 6- Fonolit tefrit (Phonolitic Tephrite)
- 7- Benmorit (Bermoreite)
- 8- Mujearit ve Trakibazalt (Mugearite and Trachybazalt)
- 9- Hawaii (Hawaiiite)
- 10- Bazaltik andezit (Basaltic Andesite)
- 11- Andezit (Andesite)
- 12- Trankiandezit ve Latit (Trachyandesite and Latite)
- 13- Trakit (Trachyte)
- 14- Dasit (Dacite)
- 15- Riyolit (Rhyolite)

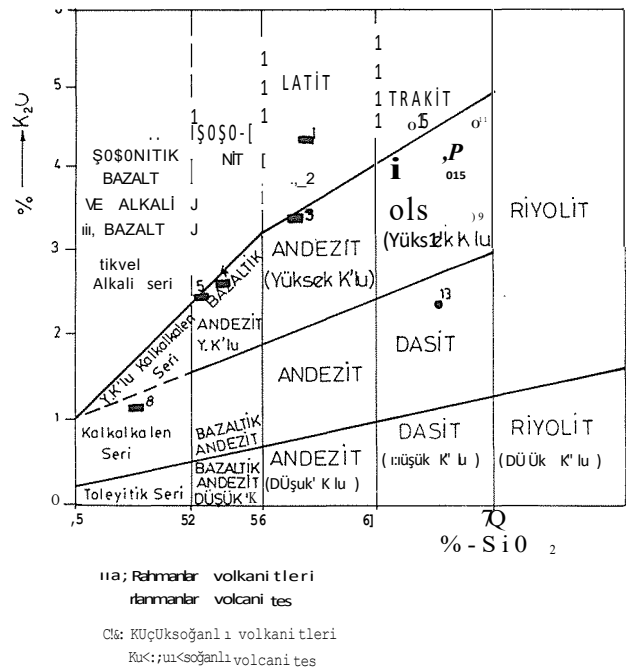
örnek trakit, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20 no.lu örnekler dasit (yüksek potasyumlu) olarak adlandırılır.

Wu Liren ve diğerleri (1983), ne göre Rahmanlar grubuna ait örneklerden 1, 3 no.lu örnekler trakiandezit; 2 no.lu örnek andezit; 4 no.lu örnek nefelinlitefrit 5, 8, 9, 10 no.lu örnekler bazalt; 6, 7 no.lu örnekler lössit tefrit olarak adlandırılır. Küçüksoğanlı grubuna ait örneklerden 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 no.lu örnekler dasit, 12 no.lu örnek andezit olarak adlandırılır (Şekil 6).

Volkanitlerin FeO + Fe₂O₃ - MgO değişim diyagramında (Şekil 7) Küçüksoğanlı volkanitleri ile Rahmanlar volkanitlerinin belirli alanlarda yığılma gösterdikleri gözlenir. Küçüksoğanlı volkanitleri Hawaii alkali seri alanına; Rahmanlar volkanitlerinin büyük çoğunluğu kalkalkalen seri alanına düşmüştür ve bu örneklerden 1, 2, 10 no.lu örnekler andezit; 3, 4 nolu örnekler bazaltik andezit; 5, 6, 7, 8, 9 no.lu örnekler bazalt olarak adlandırılabilirler.

Atmbrustmacher ve Hedge (1982)'ye göre yapılan SiO₂ - (Na₂O + K₂O) değişim diyagramında Rahmanlar volkanitleri alkali alan içerisinde, Küçüksoğanlı volkanitleri ise subalkali alan içerisinde oldukları gözlenir (Şekil 8). Bu durum Şekil 7'deki yığılması pekiştirir özelliğindedir.

Zanettin (1984), diyagramında (Şekil 9)'daki dağılımda Rahmanlar volkanitlerinden alınan örneklerden 1, 2, 3, 5 no.lu örnekler trakibazalt; Küçüksoğanlı volkanitlerinden

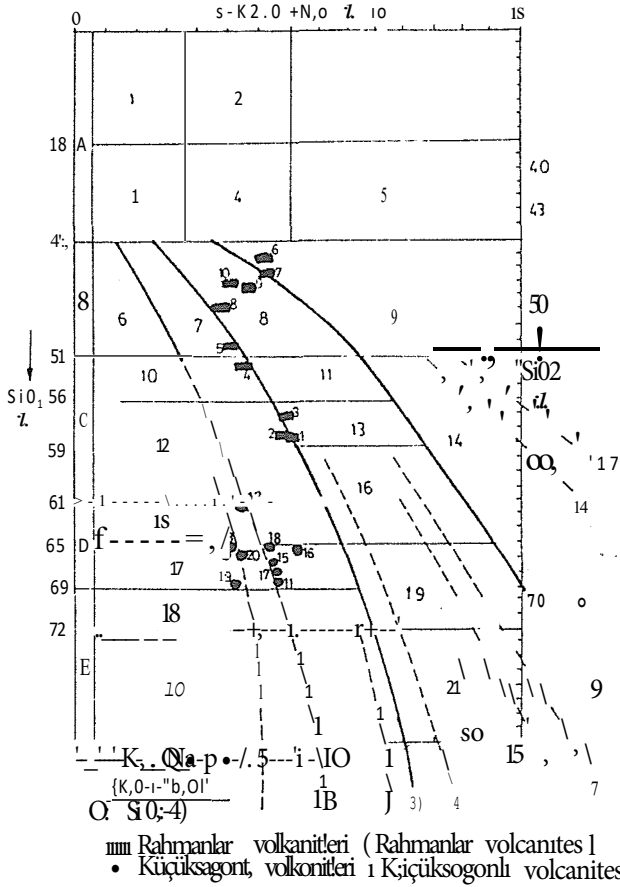


Şekil 5 Volkanik kayaların Peccerillo ve Taylor'a (1976) göre adlandırılması.

Figure 5 Nomenclature of the volcanics according to Peccerillo and Taylor (1976).

alınan örneklerden 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 no.lu örnekler dasit olarak adlandırılır.

Küçüksoğanlı ve Rahmanlar volkanitlerinin adlandırılmaları için uygulanan diyagramların ışığı altında yapılan % değerlendirme sonucunda; Rahmanlar volkanitlerinden alınan örneklerden 1, 2, 3 no.lu örnekler trakiandezit, 4 no.lu örnek bazaltik andezit, 5, 6, 7, 8, 9, 10 no.lu örnekler bazalt; Küçüksoğanlı volkanitlerinden alınan örneklerin tümü dasit olarak adlandırılır (Çizelge 2).



Şekil 6 Volkanik kayaların Wu Liren ve diğerlerine (1983), göre adlandırılması.

Figure 6 Nomenclature of the volcanics according to Wu Liren and oth. (1983).

PETROJENEZ

Magmanın bileşimine, evrimine ve oluşum kökenine yaklaşımda bulunabilmek için mümkün olduğunca yeterli sayıda kayaç analizleri yapılarak volkanitlere petrojenetik bir tanımlama sağlanmıştır.

Yersel magmanın kökenini araştırmada Gottini (1969)'nun geliştirdiği Log't ve Log o değişim diyagramındaki (Şekil 10) dağılımında 5, 6, 9, 19 no.lu örnekler simatik (alt kabuk-manto) kökenli, diğer örnekler sialik (üst kabuk) kökenli olduğu görülmüştür.

Magmanın özelliğini saptayabilmek için alkaliler toplamının SiO₂ ile değişimi incelenmiş ve karşılaştırmalı olarak Macdonald ve Katsura (1964), Irvine ve Baragar (1971) ve Kuno (1960)'nun belirledikleri alkali ve kalkalkali sınır eğrisindeki (Şekil 11) değerlendirmede Rahmanlar volkanitleri alkali, Küçüksoğanlı volkanitleri kalkalkali özelliğinde olduğu ancak 14 ve 19 no.lu örnekler hafif toleyitik kalkalkali özellikte olduğu görülmüştür.

Petrografik provensin belirlenmesinde Wu Liren ve diğerlerinin (1983), uygulandığı diyagramdan yararlanılmıştır (Şekil 6). Burada Küçüksoğanlı volkanitlerinin orta kalkalkali ve kuvvetli kalsik (kalkalkali ve kalsitik) niteliğinde, Rahmanlar volkanitleri genelde alkali özelliğindedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Genel Bilgiler

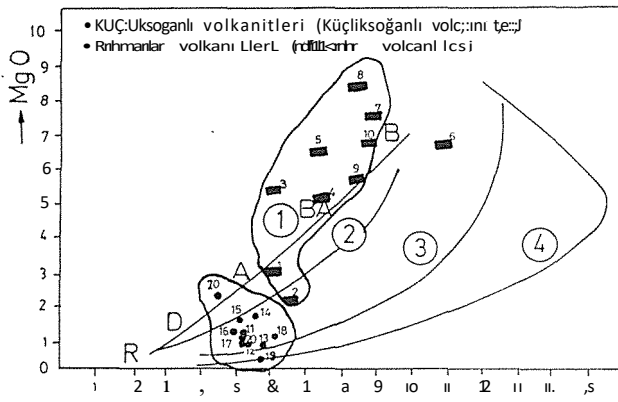
Batı Anadolu'da genç volkanizma Üst Oligosen'den itibaren başlamış, çeşitli periyotlarla Kuvaterner'e kadar devam etmiştir. Bunlardan Kuzeybatı Anadolu'daki yaşlı Üst Kreataze volkanizması ile Pliosen sonrasında etkili olan Ege adaları ve Yunanistan'daki volkanizma ayrı tutulursa Batı Anadolu'nun pek çok kesiminde kıta içi volkanizmasının varlığı gözlenmektedir. Başlangıçta asidik, daha sonra ortaç ve bunların ardalanması şeklinde gelişen volkanizma giderek bazikleşmekte ve en son olarak da Kula tipi alkali volkanitlere dönüşmektedir (Baş, 1987). İnceleme alanı volkanitlerinin bu gruba dahil edilebileceği varsayılmaktadır.

A- ULTRABAZİK KAYAÇLAR B-BAZİK KAYAÇLAR C-ORTAÇ KAYAÇLAR D-ORTAÇ-ASİDİK KAYAÇLAR E-ASİDİK KAYAÇLAR

1-Meymekit-Kimberlit, 2-Melilit bazalt, 3-Pikrit, 4-Nefelin tefrit, limburgit, 5-Nefelinolit, 6-Toleyit, 7-Yüksek alüminyumlu bazalt, 8 Alkali bazalt, 9-Lösit tefrit, 10-Bazaltik andezit, 11-Bazaltik Trakiandezit, 12-Andezit, 13-Traki andezit, 14-Fonolit, 15-ICm,u-sh andezit, 16-Trakit, 17-Dasit, 18-Pantellerit, 20-Riyolit, 21-Alkali riyolit.

A. ULTRABASIC ROCKS B-BASIC ROCKS C-INTERMEDIATE ROCKS D-INTERMEDIATE-ACIDIC ROCKS E-ACIDIC ROCKS

1-Megmechite-Kimberlite, 2-Melilite basalt, 3-Picrite, 4-Nepheline tephrite, limburgite, 5-Nephelinolite, 6-Tholeite, 7- High-aluminium basalt, 8- Alkali basalt, 9-Leucite tephrite, leucitite, 10-Basalt-andesite, 11-Basalt-Trachyandesite 12-Andesite, 13-Trachyandesite, 17-Dacite (rhyolite-dacite), 18-Dacite-rhyolite 19-Pantellerite 20- Rhyolite, 21-Alkali-rhyolite.



Şekil 7 Volkanitlerin (FeO+Fe₂O₃) - MgO diyagramı.

Figure 7 (FeO+Fe₂O₃) - MgO diagram of the volcanics.

1- Kaskade (genel kalkalkalen) seri, Turner, Verhoogen

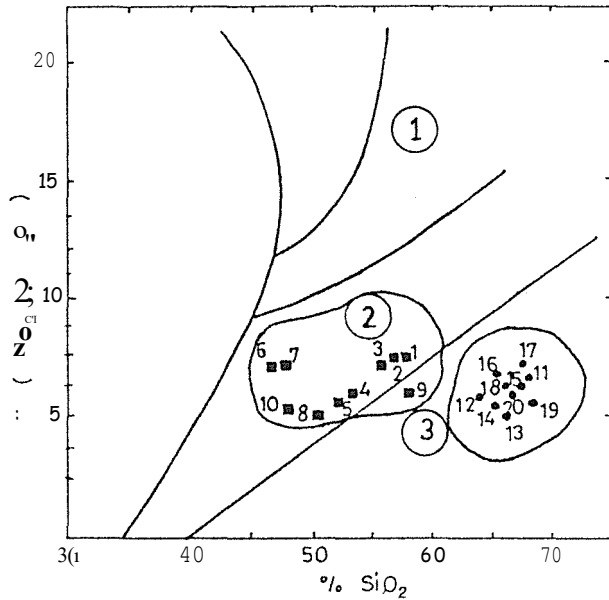
(1974), Gascades (general) series

B: Bazalt, BA: Bazaltik andezit, A : Andezit, D: Dasit, R: Riyolit

2- Kalkalkalen seri Nockolds (1954) Calcalkali series

3- Hawaien alkali seri, Mac Donalt ve Katsura (1964) Hawaien alkali series.

4- Thingmuli toleyitik seri, Tilley ve Muir (1967) Thingmuli Tholeiitic series.

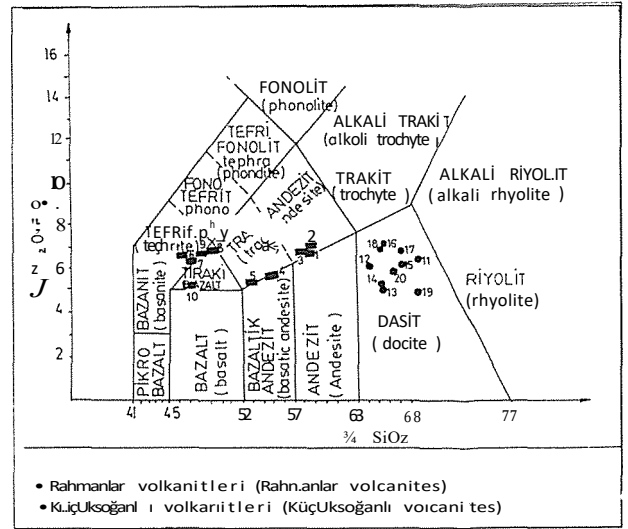


Şekil 8 Alkali (Na₂O+K₂O)-SiO₂ diyagramında örneklerin konumları, Armbrustmacher ve Hedge, 1982.

1-Miyaskitik syenit, 2-Alkali bazalt, 3- Subalkali kayalar

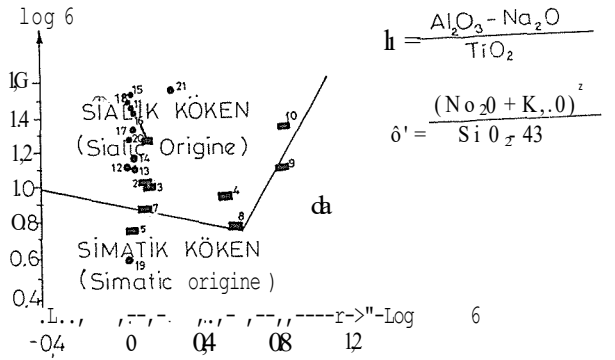
Figure 8 Positions of samples in diagram alkali (Na₂O + K₂O) - SiO₂, Armbrustmacher and Hedge, 1982.

1-Miaskitic syenite 2- Alkaline basalt 3- Subalkaline rocks



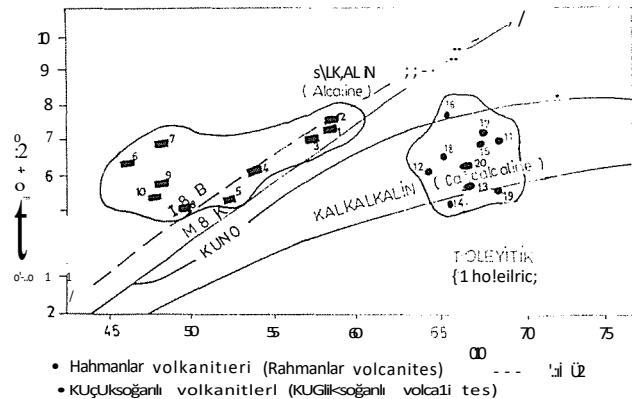
Şekil 9 Örneklerin Zanettin (1984), diyagramına göre dağılımı.

Figure 9 Distribution of samples in the Zanettin's (1984) diagram.



Şekil 10 Örneklenn Logt ve Logo değışimi (Gottini, 1969).

Figure 10 Variation of Logt and Logo of the samples (Gottini, 1969).



Şekil 11 Örneklerin alkali-silika içeriğine göre değışimleri.

Figure 11 Trend of the samples according to their alkali-silica contents.

Volkanizmanın Nedeni

Burada Batı Anadolu'daki volkanitlerin oluşum nedenleri üzerinde durulacaktır. Bu amaçla bugüne kadar yapılan araştırmaların bir özeti çıkarılması yeğlenmiştir:

-Batı Anadolu'da Miyosen'de nedeni çeşitli araştırmacılarca tartışma konusu olan graben havzaları oluşmaya başlamıştır (Bingöl, 1976; Kaya, 1981; Koçyiğit, 1984).

-Ege bölgesinde K-G yönlü sıkışmalar sonucu 50-60 kilometre kalınlığa ulaşan kıta kabuğu Tortoniyen'de ortaya çıkan gerilme tektoniği ile 30 kilometreye kadar incelmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981).

-Batı Anadolu'da D-B uzanımlı grabenler Menderes masifini benzer eş masiflere böler (Dara ve Savaşçın, 1981).

-Magmatik olayların nedeni D-B doğrultulu kırıklardır ve magma yüksek büyüme faylarının denetiminde yükselmiştir (Savaşçın, 1981, 1982).

-Batı Anadolu-Midilli arasındaki Miyosen volkanizmasının kökeni çöken bir litosfer parçasına bağlıdır. Okyanus kabuğu, denizel çökeller ve/veya sialik kabuğun tektonik parçalanmasından oluşmuştur (Borsi ve diğerleri, 1972).

-Batı Anadolu'daki D-B doğrultusunda uzayan faylar doğrultu atımlı, oblik ve doğrultulu atım bileşenine sahip normal faylanma şeklindedir. Aktif faylarda hakim olan doğrultu GD-KB doğrultusudur ve dik eğimli fay düzlemleri faylardır (Kocaefe ve Ataman, 1982).

-Menderes masifinin kuzeybatıya, simatik kabuğun altına doğru dalması Laramik metamorfizması ile birlikte gerçekleşmiştir (Kaya, 1981).

	Rahmanlar Volkanitleri	Alkale (bazaltik) D milyon yili (Savaşçın ve Güleç 1990) GENLEŞME TEKTONİĞİ
	Kalın sc.diment istif	Havza oluşumu
	Küçük soğanlı volkanitleri	Kalkololn (dositik) 15 Milyon yıl (Savaşçın ve Güleç 1990) SIKIŞMA TEKTONİĞİ

-Midilli adasındaki şoşonitik volkanitler iki evrede oluşmuş olup, bunların oluşumu manto diapirlerine ve derinliklerdeki magma odaklarının fraksiyona! kristalizasyonuna bağlıdır (Pe-Piper ve diğerleri, 1981).

Batı Anadolu'daki magmatik kayalar kabuksal kökenli olup yer yer üst manto kökenli bir magmanın etkileri gözlenir. Olasılıkla Alt Eosen'den başlayarak Pontitlerle Anatolitlerin çarpışmalarından sonra giderek kalınlaşan kıta kabuğunun derin zonlarında alttan başlayarak, kısmi ergimelere başlamasıyla oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981).

-Batı Anadolu'da Miyosen'den itibaren oluşmaya başlayan gerilme tektoniği daha önce kalınlaşmış ve kısmen ergimiş kıta kabuğunu etkilemiş ve kalkalkalen kıta kabuğu ile alkale nitelikli manto (alt kabuk) kökenli bir magmanın karışmasına yol açmıştır (Yılmaz ve Şengör, 1982).

-Neojen-Kuvaterner yaşlı magmatitlerin coğrafik dağılımı graben havzaları ile ilişki içindedir (Bingöl, 1976).

Magmanın Kökeni

Batı Anadolu'daki volkanik kayaların kökenine ilişkin araştırmalar yapılmış ve bu incelemeler ilişkin çeşitli araştırma sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Batı Anadolu'da bugüne kadar yapılan araştırmalar;

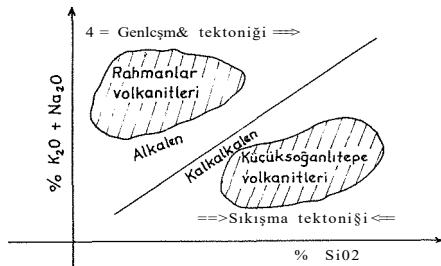
-Batı Anadolu'nun pek çok kesiminde kıta içi volkanizmasının varlığı gözlenir. Başlangıçta asilik daha sonra ortaç ve bunların ardalanması şeklinde gelişen volkanizma giderek bazikleşmekte ve en son olarak da Kula tipi alkali volkanitlere dönüşmektedir (Baş, 1987).

-Manto kökenli bazik magmanın sorguç yoluyla yükselmesi, yükselen bu magmanın kabukta ergimelere neden olması, ergiyen malzeme ile yer yer karışması asitik ve bazik ürünlerin bir arada oluşmasına neden olmuştur. Savaşçın (1981). Ancak Ritmann, büyük çaplı melez magmaların varlığı görüşüne tamamen karşı çıkmaktadır (Ritmann, 1981).

-Menderes masifi as masiflerinin çekirdeklerini gözlü ve bantlı gnayslar, migmatitler ve granitoidler oluşturur. Bunların bileşimine bakarak bu kayaların Prekambriyen yaşlı grovak ve arkozlardan türedikleri anlaşılır (Dara, 1981).

-Batı Anadolu'daki kalkalkalen volkanitler kabuksal kökenli mantodan türemiş olabilirler (Dara ve Savaşçın, 1981).

-Batı Anadolu'nun diğer kesimlerindeki volkanitler çok sayıda araştırmacı tarafından incelenmiş ve bunların grabenleşmeye bağlı levha içi volkanitler olduğu görüşü benimsenmiştir. Sr. izotop bulguları bu görüşü kanıtlar özelliğindedir (Borsi ve diğerleri, 1972; Innocenti ve diğerleri, 1977; Ercan ve diğerleri, 1985).



Şekil 12 Çalışma alanı volkanitlerinin oluşum modeli.
Figure 12 The evolutionary model of volcanites in the investigated area.

-Batı Anadolu magmatit eriyiklerinin kıta kabuğu ve manto'dan türemesi, ultramafik ve kristalin Menderes masifinin alta dalması ile bölümsel ergimesi sonucu olabilir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

-Tansiyon tektoniğinin, daha önce kalınlaşmış ve kısmen ergimiş olan kıta kabuğunu etkilediği ve kalkalen kıta kabuğu ile alkale özelliğindeki manto kökenli bir magmanın karışarak oluşturduğu hibrid bir volkanizma Batı Anadolu'da birkaç evrede etkin olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981).

-Ege bölgesi volkanitlerinde gençleşmeyle birlikte genelde bir bazikleşmenin gözlenmesi, üst kıta kabuğunun zaman açısından daha çabuk ergimesi, alt kabuktan oluşan eriyiklerin önce asidik eriyikler vermesi ve mantodan yeter-

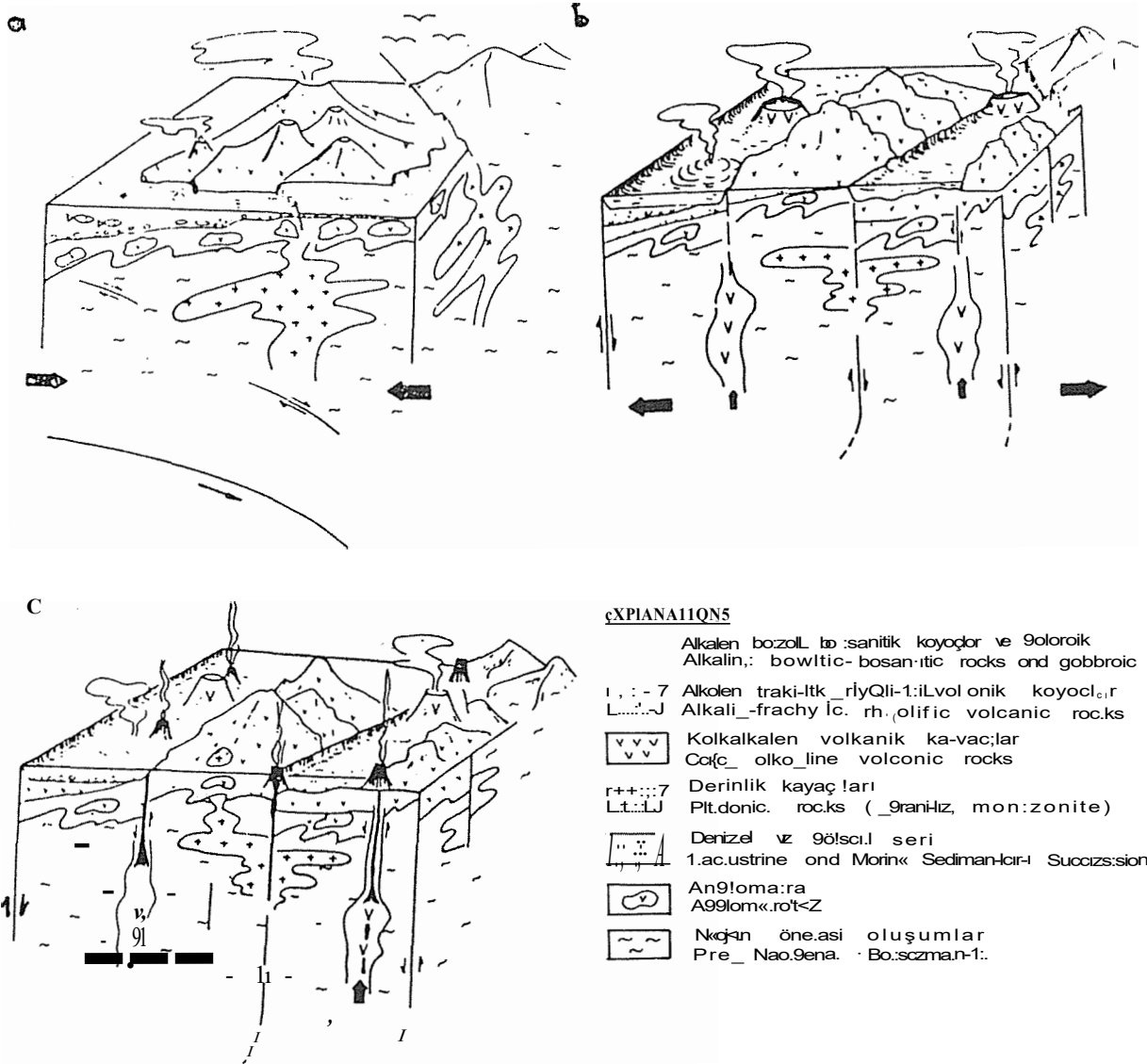
li hacimli eriyik türemesinin çok daha uzun olması şeklinde açıklanabilir (Baş, 1987).

-Mantoda türeyen eriyiklerin çok sınırlı hacimlerde kalmak koşuluyla kabuktan oluşan eriyiklerle karışması veya kabuk malzemesi asirnilize etmesi bazı melez magmaların oluşumunu sağlayabilir (Şavaşçın, 1979).

-Batı Anadolu'daki bazik şoşonitik lavlar tipik kıtasal riftlere özgü karbonatitik, hawaitik volkanitlerle istifsel ve türevsel geçiş gösterirler (Şavaşçın, 1982).

-Yersel olarak aynı alkali bazaltik birim içinde, olası kabuksal etkilenmelerin geniş türlerini yansıtan hibridik magmanın ürünleri gözlenir (Şavaşçın, 1981).

Bu bulgu ve veriler çalışma alanındaki volkanitlere uygulanıp plaka tektoniği açısından kökensel yorumu



Şekil 13 Batı Anadolu'daki Neojen magmatiklerinin oluşum evrimi modeli (Şavaşçın ve Güleç, 1990).

Figure 13 The evolutionary model of Neogene magmatic activity in Western Anatolia (Şavaşçın and Güleç, 1990).

yapıldığında; çalışma alanında ilk kez Miyosen'de (Orta Miyosen?) (Ercan ve Öztunalı, 1983) ortaya çıkan Küçüksoğanlı volkanitleri (dasitikler) kıta kabuğu ürünleri olup kalın Menderes masifinin anatektik sonucu derinlerde erimesiyle ve Batı Anadolu'da oluşmaya başlayan sıkışma tektoniği (yitim zonu) (Savaşçın ve Güleç, 1990) sonucu gelişen graben sistemlerinin çatlaklarında yükselerek

yeryüzüne çıkmasıyla oluşmuştur. Daha sonraki duraksamada kalın sediment istifli (havza oluşumu) ile tektonik rejim değişerek genişleme tektoniği ürünü bazaltik biraz da andezitik volkanizma ile Rahmanlar volkanitleri oluşmuştur (Şekil 12,13).

Ege Bölgesi volkanitlerinde gençleşme ile birlikte genelde bir bazikleşmenin gözlenmesi üst kıta kabuğunun zaman açısından daha çabuk ergimesi, alt kabuktan oluşan eriyiklerin önce asidik eriyikler vermesi ve mantodan yeterli hacimli eriyik türemesinin çok daha uzun zaman alması şeklinde açıklanabilir (Baş, 1987).

Ergimenin evrimleşmesindeki aşamalar öncelikle grabenleşmenin yarattığı konveksiyon akımları ile başlar ve akımların kuvveti grabenin büyüklüğü ile artar (Rittmann, 1981). Batı Anadolu'da yapılan ısı haritasında da grabenler boyunca yüksek ısı anomalisinin olduğu belirlenmiştir (Bingöl, 1976; Tezcan, 1979). Konveksiyon akımlarının etki alanı üst mantonun bir bölümü içinde kalabileceği gibi dış çekirdeğe kadar da uzanabilir (Foster, 1975). Konveksiyon akımlarına bağlı olarak yükselen izotermeler, bileşime de bağlı olarak kıta kabuğunun çeşitli kesimlerinde ergimelere yol açar. Ergimenin derecesi kabuğun



Şekil 14 İzotermelerin konveksiyon akımlarıyla yükselişi (Baş, 1987).
Figure 14 Rise of the Isotherms by the convection currents (Baş, 1987).

Örnek No	Gör ve diğerleri	Percerillore Taylor	wı Liren ve diğerleri	(FeO+Fe, O ₂)-SiO ₂	Zanettin	Olasılı değerlendirme
1	Trakandezit t	Latit	Trakandezit t	Andezit	Trakandezit	Trakandezit t
2	"	"	Andezit	"	"	Andezit (Trakandezit)
3	"	Andezit	Trakandezit t	Bazaltandezit	"	Trakandezit t
4	"	Bazaltandezit t	İkifillimli tefrit	"	Bazaltandezit	wal itezit t
5	Bazalt	"	Bazalt	Bazalt	latandezit t	Bazalt
6	Havalt	Şişirli bazalt	Lös ttefrit	"	Tefrit	Bazalt (Tefrit)
7	"	"	"	"	"	Bazalt (Tefrit)
8	Bazalt	"	Bazalt	"	Trakbazalt	Bazalt
9	Havalt	Şişirli Bazalt	"	"	Tefrit	Bazalt
10	Bazalt	"	"	Andezit	Trakbazalt	Bazalt
11	Riyolit	Dasit	Dasit	Dasit	Dasit	Dasit
12	Dasit	"	Şişirli t	"	"	Dasit
13	"	"	Dasit	"	"	"
14	"	"	"	"	"	"
15	"	"	"	"	"	"
16	"	Trakit	"	"	"	"
17	Riyolit	Dasit	"	"	"	"
18	Dasit	"	"	"	"	"
19	"	"	"	"	"	"
20'	"	"	"	"	"	"

Çizelge 2 Çalışma alanındaki volkanitlerin çeşitli diyagramlara göre adlandırılması ve olasılı değerlendirilmesi.
Table 2 Naming the volcanites in the investigated area according to the various diagrames and probable eveluation.

bileşimine ve basınca bağlı olarak değişir. Konveksiyon akımlarının geometrik şekli ve derinliği homojenlik göstermez (Baş, 1987) (Şekil 14,15).

DEĞİNİLEN BELGELER

Akdeniz, N. ve Konak N., 1977, Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi MTA Rap. No. 6547.

Akdeniz, N., ve Ercan, T., 1988, Akhisar (Manisa) bölgesi Liyas volkanitlerinin erken Mesezozyik volkanizmasının Ege Denizi çevresindeki yayılımı, Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. C.31, 33-46.

Armbrustmacher, T.J. ve Hedge, CE., 1982, Genetic imlication of minorelement and Sr-isotope geochemistry of alkaline rock complexes in the West Mowtains Area, Fremant and Custer Counties, Colorado; Contr. Min. Petr. 79, 424-435.

Baş, H., 1987, Tavşanlı-Domaniç (Kütahya) volkanitlerinin özellikleri ve Bau Anadolu Senezoyik volkanizmasının önemi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. C. 30, 67-80.

Bingöl, E., 1976, Bau Anadolu'nun jeotektonik evrimi MTA Dergisi, 86, 14-34.

Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli R., 1972, Geochronology and petrology of recent Volcanics in the Eastern Aegean Sea., Bull. Volcanol 36/3, 473-496.

Candan, O., 1989, Petrology, and mineralogy of the region located between Demirci-Borlu towns. DEÜ, FBE/Jeo-89, Ar-0.57, Doktora tezi, Bornova/İzmir.

Cox, K.G., Beli, J.D., ve Pankhurt R.J., 1979, The interpretation of igneous rocks, George Allen and Unwin Ltd. London 540 P.

Dewey, J.F., ve Şengör, AMC, 1979, Aegan and surrounding regions; Complex multi plate and continuum tectonics in a convergent Zone. Geol. Soc. Bull., 90, 84-92.

Dora O.Ö., ve Savaşçın, M.Y., 1981, Alibey-Maden Adası (Ayvalık) bölgesi magnetizması.- Tübitak VII. Bilim Kong. 11-35.

Dora, O.Ö., 1981, Menderes masifinde petroloji ve feldpat incelemeleri. H.Ü. Yerbilimleri Derg. V. 7, 54-63.

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

Ercan, T., Dinçel, A., ve Günay E., 1979, Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege Bölgesindeki yeri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. V., 22, 185-198.

Ercan, T., 1982, Gördes volkanitleri, Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. V. 26,41-48.

Ercan, T., Türkecan, A., Dinçel, A., ve Günay, E., 1982 a, Kula-Selendi dolaylarının jeolojisi, MTA Dergi No.99.

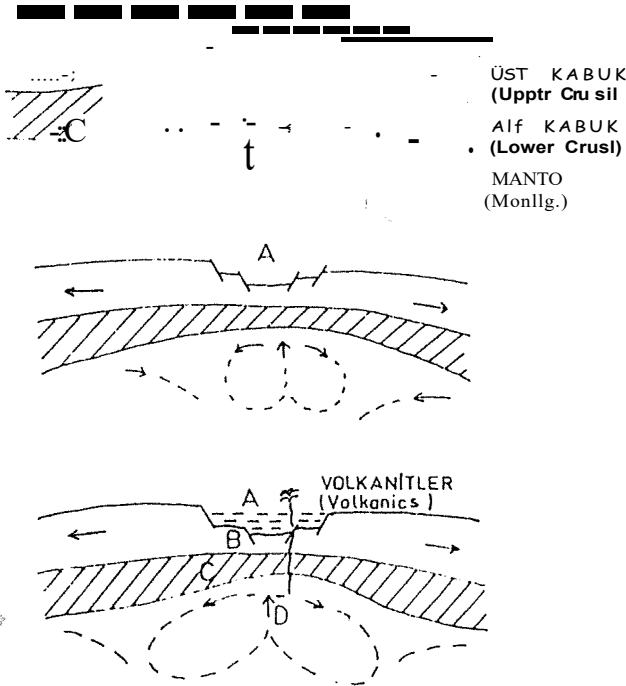
Ercan T., Savaşçın M.Y., ve Günay, E., 1982 b, Gediz-Simav-Emet yöresindeki volkanitlerin petrolojisi, MTADergiNo. 99.

Ercan, T., ve Öztunalı, Ö., 1983, The Aegean Region petrology and original implication of the Cenosoic volcanites around Demirci-Selendi (Manisa) area. H. Ü. Yerbilimleri, 10, 1-15.

Ercan, T., Türkecan, A., Dinçel, A., ve Erdoğan, G., 1983, Kula-Selendi (Manisa) dolaylarının jeolojisi, Jeoloji Müh. Derg. 17, 3-29.

Ercan, T., Günay, E., Akyürek, B., Türkecan, A., Çevikbaş, A., ve diğerleri, 1984, Ayvalık yöresinin jeolojisi ve magmatik kayaların petrolojisi, Jeol. Müh. Derg. 20, 47-60.

Ercan, T., Satır, M., Kreuzer, H., Türkecan, A., Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş, M., ve Can, B., 1985, Batı Anadolu Senezoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal



Şekil 15 Genleşme tektoniğine bağlı olarak manto ve kabuk yükselimi ile grabenleşme ve volkanizma ilişkisi. A: graben, B: üst kabukta ergime, C: alt kabukta ergime, D: mantoda ergime (Baş, 1987).

Figure 15 The relation between the rise of mantle and crust, the formation of graben and magmatism as a result of tensional tectonics. A: graben, B: melting of upper crust, C: melting of lower crust, D: melting of mantle (Baş, 1987).

- izotopik ve radyometrik verilerin yorumu. Türkiye Jeoloji Kurumu Bült., 28/2, 121-136.
- Poster, R.J., 1975, Physical Geology, Charlase Merrill Publishing Company, Clumbus, Chio, 421 s.
- Gottini, V., 1969, Serial character of the volcanic rocks of Pantelleria. Bull. Vol. 33, 818-827.
- Hamilton, W.U. ve Strickland, H.E., 1841, On the geology of Westem part on Asia Minar, transaction of the Geol. Soc. of London 2,6.
- İnnocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A., Poli, G., 1977, Distribution in Tertiary and Quaternary volcanic rocks from Central and Westem Anatolia. 6. Ege Ülkeleri Kollokyumu Tebliğler Kitabı, İzmir.
- Irvine, TN., Baragar, WR.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. Jour. Earth. Sci, 8, 523-548.
- Kaya, O., 1981, Batı Anadolu alta bindirmesi, ultramafik birim ve Mendere Masifiin jeolojik konumu, Doğa Bilim Derg., 5, Atatürk Özel Sayısı, 15-36.
-Batı Anadolu Mesozoyik Sonu ofiyolit dağılım kuşağının doğu bölümü (Domaniç-Tavşanlı-Gediz enine kesit). TÜBİTAK Rapor No. 102 (yayınlanmamış).
- Kaya, O., ve Savaşçın, M.Y., 1981, Petrologic significance of the Miocene volcanic rocks in Menemen, West Anatolia Aegean Earth Sience, 1, 45-58.
- Koçyiğit, R., 1984, Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim., Türkiye Jeoloji Kurumu Bült. 27/1, 1-16.
- Kocaefe, S.S. ve Ataman G., 1982, Batı Anadolu'nun aktüel tektoniği. H.Ü. Yerbil. No. 9, 149-162.
- Kun, N., 1988, Çine dolayının petrografisi ve Mendere Masifiinin güney kesimine ait petrografik bulgular. DEÜ Müh. Fak., M.M/Jeol. Yayını, 86, AROOJ Bornova/İzmir.
- Kuno, H., 1960, High-alumina bazalt. Petrol., 1, 121-145.
- McDonald, G.A., ve Katsura, T., 1964, Chemical composition ofHawaian lavas. Petrol., 5, 82-113.
- Nockolds, SR., 1954, Average chemical compasitions of some igneous rocks, Geol. Sos. Amer. Bl., 65, 1007-1032P.
- Nuhoğlu, İ., 1992, Ralımanlar (Selendi-Manisa) yöresinin Stratigrafisi ve tektoniği., Isparta Mühendislik Haftası (yayında).
- Percerillo, A., Taylor, J.R., 1976, Geochemistry of Eocene Calcalkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey Cantrib. Mineral Petrol, 5 63-81.
- Pe-Piper, G., Panagos, A., ve Varnavas, S., 1981a., The volcanic rocks of Melioloni (Lacris, Greece): N.J., Miner. Abh, 143, 102-111.
- Ritmann, A., 1981, Vulkane und ihre tae tigkeit., 3. Aufl. FerdinandEnke Verlag, Stuttgart, 399 s
- Savaşçın, M.Y., 1974, Batı Anadolu andezit ve bazaltjenez sorununa katkılar, Türkiye Jeoloji Kurumu Bült. 17,1, 87-172
- 1979, Foça-Urla Neojen volkanitlerinin mineralojik jeokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu. Doçentlik tezi, E.Ü. Yerbilimleri Fak., 64 p.P. (yayınlanmamış).
- 1981, Late Tertiary extentional tectonics and alkali bazaltic magnetism in West Anatolian coastal zone., Intemational symposium on the Hellenic Arc. and Trench (H.E.A.T.) Proceeding, Vol. II, P. 183-212 (Athens 1981-1982).
- 1982, Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik öğeleri "Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve volkanizması" paneli Türkiye Jeoloji Kurumu, 22-38.
- Savaşçın, M.Y., ve Dora, O.Ö., 1979, An approach to the young magmatik evulation of Westem Anatolia. Forstsch mm., V. 57/1, 132-133.
- Savaşçın, M.Y., and Güleç, N., 1990, Neogene volcanism of Westem Anatolian, IESCA Publication Nr. 3
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- Tezcan, A.K., 1979, Geothermal studies, their present status and contribution to heat flow controuring in Turkey. Springer Velag, Berlin Heidelberg.
- Tilley, C.E., ve Muir, D., 1967, Tholeiite and tholeiitic series, Geol, mag. 104. 337-743.
- Tumer, I.J., ve Verheogen, L., 1960, Igneus and metamorphic petrology McGraw-Hill, Newyork.
- Yılmaz, H., 1977, Beğenler-Geçtin köylerinin kuzeybatı yöresi (Gördes) stratigrafik, tektonik ve petrografik incelenmesi. Ege Ün. Fen. Fak. Derg. A, 1, 2, 143-169.
- Yılmaz, Y., ve Şengör, A.M.C., 1982, Ege'deki kabuk evrimi ve neo. magnetizmasının kökeni. Türkiye Jeoloji Kurumu bildiri özetleri 64-65.
- Wu Liren, Yuan Chao, S., Xlangsen, Z., Migzhe, Z., Dahe, X., Zunhua, L., Sikun, F., Kegin, X., ve Hıichu, R., 1983, Progress in researches on volcanology and chemistry of the Earth's interior in China. XVIII. General Assembly ofHamburg.
- Zanettin, B., 1984, Proposed new chemical classification of volcanic rocks., Episodes 7/4, 19-20.