

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

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

m

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

QZ : Batı Anadolu bölgesinde dağınık alanlarda yüziek veren volkanitlerden Rahmanlar (Selendi-Manisa) Cu-Pb-Zn yitagi civanndaki volkaniiier cevherleşmenin jenetik oluşumu bakımından son derece önemlidir»

İnceleme alanında iki bölgede yüzlek veren volkaniiier lav akıntuları ve aglomeraiar 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 kaim Menderes Masifinin anatektik olaylar sonucu derinlerde erimesiyle ve Baü Anadolu'da oluşmaya başlayan sıkışma tektoniği (yitim zonu) sonucu gelişen graben sistemlerinin çatlaklarından yükselerek yeryüzüne çıkması ile oluşmuştur. Daha sonraki duraksamada İşlin sediment istifi (Havza oluşumu) ile tektonik rejim değişerek bazaltik ve biraz da andezitik volkanizma ile Rahmanlar volkanitleil meydana gelmiştir,

ABSTRACT: Autcropted vulcanites are scattered very wide area in western Anatolia One 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,

m In the investigated area, volcanites autcropted in two different places are observed in lava flows and agglomerates, Alkaline Küçüksoğank volcanites are often formed from dacite and rhyodacite, CalcaUcaline Rahmanlar volcanites are formed as basalttic andecite trachyandecite and andésite.

When the volcanites in investigated are considered by plate tectonics, it could be said that these are the products of JŞiçüksoğanlı 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 sistems due to compression tectonizm occuring over West Anatolia.

Rahmanlar vulcanites 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

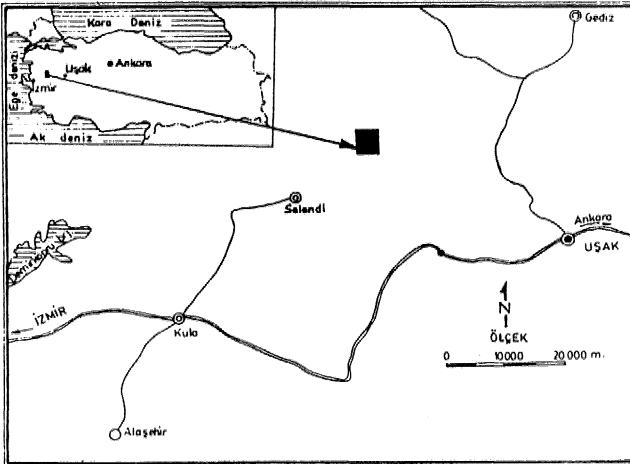
İnceleme alanı Batı Anadolu'da Manisa iline bağlı Mendi ilçesinin 15 km, KD sonda yer alır (ŞeMİ 1).

Batı Anadolu bölgesinde genç volkanizma Üst Oligosen'de başlar. Miyosende çok etkili olarak farklı nitelik ve evrelerle Kuvatemefe kadar devam eder. Daha çok andezit, dasit» laütandezit, trakiandezit, riyodasit ve riyolit türde kalkalkalen ve yer yer şoşonitik nitelikli kayalar oluşmuştur, İncelenen bölgede dağınık alanlarda yüziek

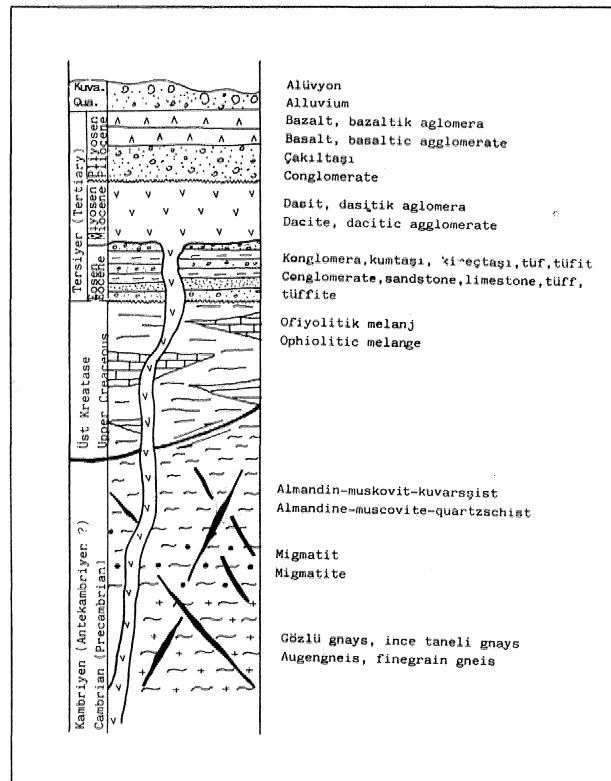
vermiş olan volkanik kayalar çeşidi zamanlarda birçok araştırmacılarca ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu araştırmanın amacı Küçüksoğanlı ve Rahmanlar çevresinde bulunan volkaniiierin petrojenetik ve petrokimyasal incelemelerini yaparak çeşitli diyagramlar yardımıyla oluşum kökenlerine yaklaşımda bulunmak ve volkanitlerin isimlendirmelerini yapabilmektir. Volkaniiierle cevherleşmenin jenetik 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), gölsel tortullar ve tüm bu birimler kesen volkanik kayalar gözlenir (Şekil 2). Burada



Şekil 1 Yer bulduru haritası.  
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, riyyolit ve riyyodasit gibi kalkalkaleşi 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 özellikte 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 riyyolitik ve riyyodasiük olan bu kalkalen volkanizmanın daha sonra andezitik bileşime dönüşerek 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 volkanilerle izlenen kalkalkalen latit-andezitik, dasitik, riyyolitik türevlerle alkalin bazaltların bkaradallığını aynı tektonizmanın ürünü olabileceklerini belirtirler, Dora (1981), Savaşçın (1979), Batı Anadolu'daki volkanilerin kabuksal kökenli olduklarını belirtirler. Savaşçın (1981, 1982), Batı Anadolu'daki Neojen volkanitlerinin yerleşiminde magmanın yankayaçları özümlemesi ile kirlendiğini, hatta bazen çeşitli boyutlarda kapammlar da içermiş olduğunu ve bu magmaütlerin Bozdağ horstunun K ve G duvarları boyunca dizilmiş olduklarını belirtir, Kun (1986), yaptığı çalışma# Bau Anadol'da yaygın olara%

## RAHMANLAR VOLKANİTLERİ

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

### PETROGRAFI

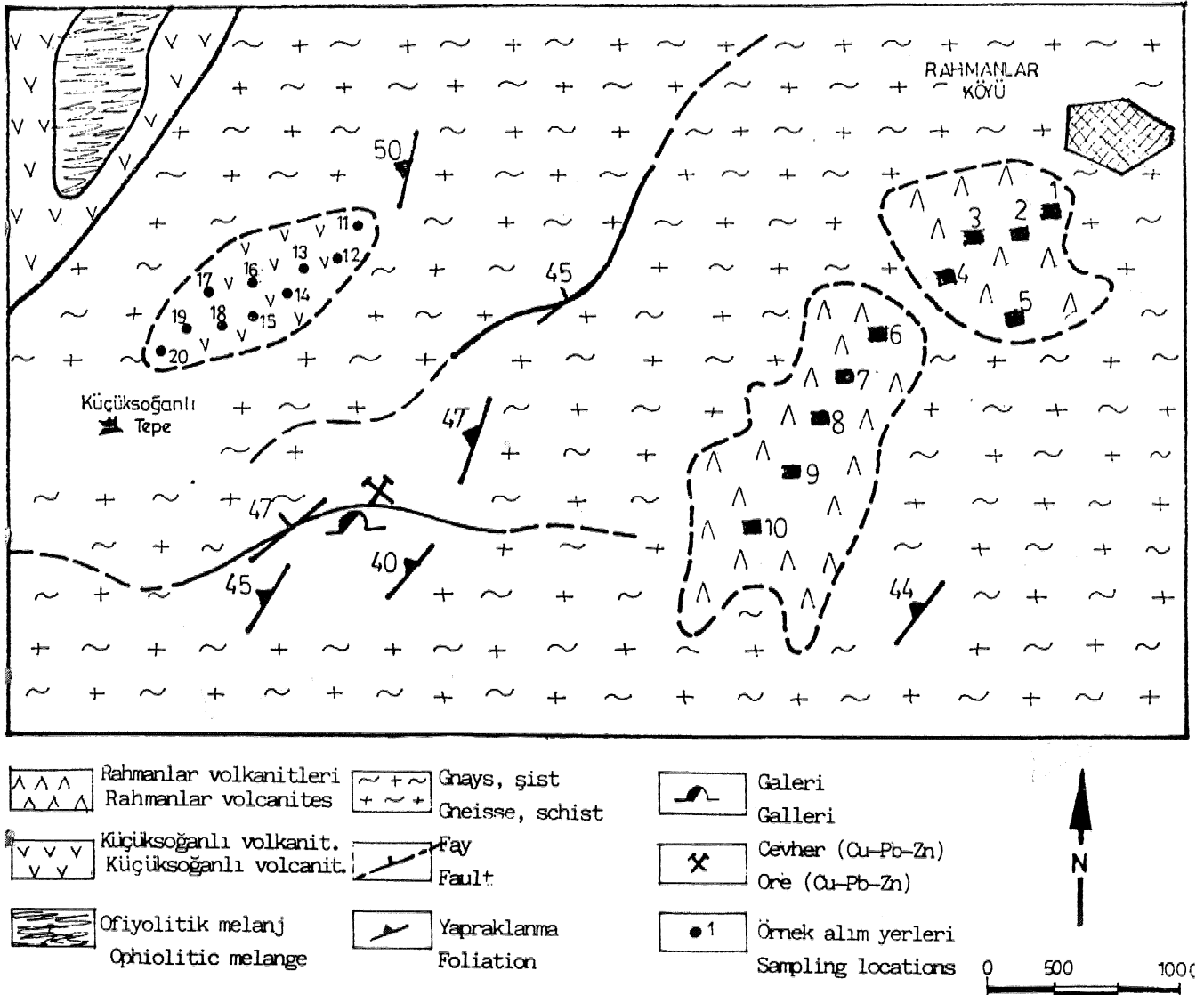
Çalışma alanında Küçüksoğanlı tepe ve çevresinde açık renkli volkanitlerle birlikte yer yer koyu renkli ve bazalt görünümüne volkanik kayalar gözlenir. Bir de ayrıca Rahmanlar köyünün hemen yakınında yüzlekler veren (Şekil 3) gerçek bazaltik volkanitler bulunmaktadır,

#### Küçüksoğanlı Volkanitleri

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

gözlenirler. Araziye kirli gri renkleriyle ve alterasyon sonucu kaolenleşmiş beyaz renkleri ile rahatlıkla tanımlar, Daha çok andezit, riyodasit, dasit ve riolit türdedirler. Kalkalkalen ve şoşonitik nitelikte olan Miyosen yaşlı bu tür volkanitler Batı Anadolu'da birçok yerlerde gözlenirler ve pek çok 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, serisiüşmüş 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 porfirikür.



Şekil 3 Rahmanlar (Selendi-Manisa) Yöresinin Jeoloji Haritası.  
Figure 3 Geologic 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. Eksföüasyon olayları gözlenir.

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

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

**PETROKİMYA**

Volkanik kayaçlar, sahada görünüşlerine, dokularına,  
mineralojik ve kimyasal bileşimlerine göre sınıflandırü-  
biürse de bu kayaçların cam içermeleri nedeniyle mineralo-  
jik sınıflandırılması sağlıklı olmayabilir. Bu çalışmada  
kayaçın kimyasal bileşimi ve bu bileşimden elde edilen  
parametreler kullanılarak yapılacak sınıflamalara yer verile-

**RAHMANLAR VOLKANİTLERİ**

**RAHMANLAR VOLCANİTES**

Örnek No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	58.68	58.50	57.23	53.93	52.25	46.10	47.65	49.60	48.00	47.49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.00	15.63	15.22	16.06	14.99	16.25	15.70	14.20	16.10	16.05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.26	5.20	4.35	5.70	4.99	8.07	5.60	4.56	5.80	5.60
Feo	0.86	1.37	1.64	1.88	2.40	3.06	3.40	3.90	2.65	3.19
Mno	0.05	0.07	0.14	0.16	0.17	0.20	0.20	0.16	0.12	0.19
MgO	3.14	2.10	5.30	5.25	6.50	6.70	7.60	8.50	5.70	6.75
CaO	5.95	4.58	6.78	7.50	8.10	8.40	8.96	9.05	10.20	10.12
Na <sub>2</sub> O	2.95	3.30	3.30	3.46	3.05	3.40	3.80	3.88	2.90	2.51
K <sub>2</sub> O	4.24	3.92	3.70	2.66	2.40	3.07	2.96	1.18	2.90	2.88
TiO <sub>2</sub>	0.80	1.13	0.81	1.32	1.98	2.40	2.15	1.60	0.95	0.58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.35	0.38	0.42	0.20	0.60	0.37	0.20	0.15	0.35	0.15
CO <sub>2</sub>	0.17	0.23	0.15	0.25	0.25	0.25	0.16	0.50	1.65	1.65
Ateşte kayıp	1.90	2.84	1.47	1.60	2.11	2.14	1.50	1.65	2.47	2.25
TOPLAM	100.35	99.25	100.51	99.97	99.79	100.41	99.88	98.93	99.79	99.41

**KÜÇÜKSÖĞANLI VOLKANİTLERİ**

**KÜÇÜKSÖĞANLI VOLCANİTES**

Örnek No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO <sub>2</sub>	68.45	64.19	66.23	65.55	67.15	65.17	67.50	65.05	68.10	66.17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.73	16.50	14.67	14.39	14.76	14.50	14.30	15.20	15.05	15.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.07	4.51	4.47	4.49	4.33	4.30	4.08	4.30	4.85	4.30
Feo	1.10	0.75	1.28	0.65	0.83	0.65	1.17	1.90	0.93	0.73
Mno	0.04	0.07	0.07	0.95	0.04	0.07	0.15	0.15	0.04	0.03
MgO	1.13	1.05	1.10	1.62	1.65	1.40	1.05	1.30	0.40	1.40
CaO	2.87	3.88	3.26	4.35	2.91	2.60	3.20	3.35	3.50	3.05
Na <sub>2</sub> O	2.42	2.56	3.02	2.10	2.71	3.02	2.97	2.95	2.30	2.75
K <sub>2</sub> O	4.50	3.66	2.25	3.27	3.98	4.58	4.05	3.60	3.28	3.50
TiO <sub>2</sub>	0.41	0.60	0.90	0.91	0.44	0.45	0.50	0.45	0.40	0.70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.08	0.23	0.24	0.27	0.46	0.30	0.09	0.30	0.40
CO <sub>2</sub>	0.19	0.34	0.98	0.39	0.07	0.28	0.08	0.33	0.17	0.65
Ateşte kayıp	0.44	1.16	1.63	1.62	1.30	1.80	1.20	1.20	1.10	1.72
TOPLAM	100.58	99.35	100.09	100.53	100.44	99.28	100.55	99.87	100.42	100.50

**Çizelge 1** Kayaç örneklerinin kimyasal analizleri.

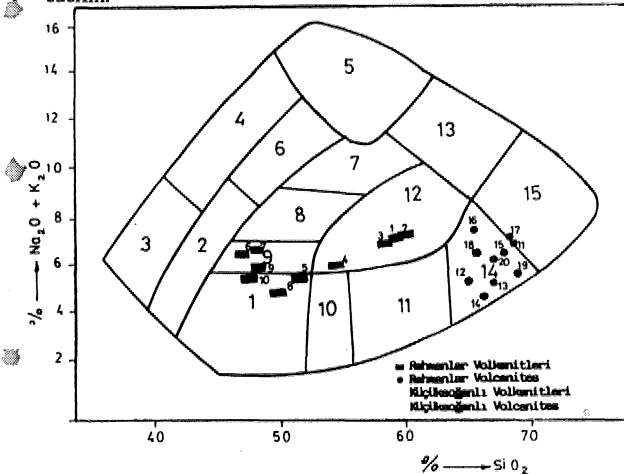
**Table 1** Chemical analysis the samples.

## RAHMANLAR VOLKANİTLERİ

çektir. Bu amaçla inceleme alanı volkanitlerinden sistematik örnekler alınmıştır (Şekil 3). Örneklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge-1'de verilmiştir. Analizler St. gt 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 nolu Örnekler trakiandezit ve laüt; Küçüksoğanlı grubuna ait örneklerden ise 11, 17 nolu örnekler riyolit; 12,13,14, 15,16,18,19,20 nolu örnekler dasit olarak adlandırılırlar (Şekil 4). Peccerillo ve Taylor'a (1976), göre yapılan değerlendirmede (Şekil 5) Rahmanlar volkanitlerinden alınan 1,2 no.lu örnekler ladt, 3 nolu örnekandezit, 4 ve 5 nolu örnekler bazaltik olarak; Küçüksoğanlı volkanitlerinden alınan örneklerden 13 nolu 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- Mujeart ve Trakibazalt (Mugearite and Trachybasalt)
- 9- Hawaii (Hawaiiite)
- 10- Bazaltik andezit (Basaltic Andesite)
- 11- Andezit (Andesite)
- 12- Trakiandezit ve Latit (Trachyandesite and Latite)
- 13- Trakit (Trachyte)
- 14- Dasit (Dacite)
- 15- Riyolit (Rhyolite)

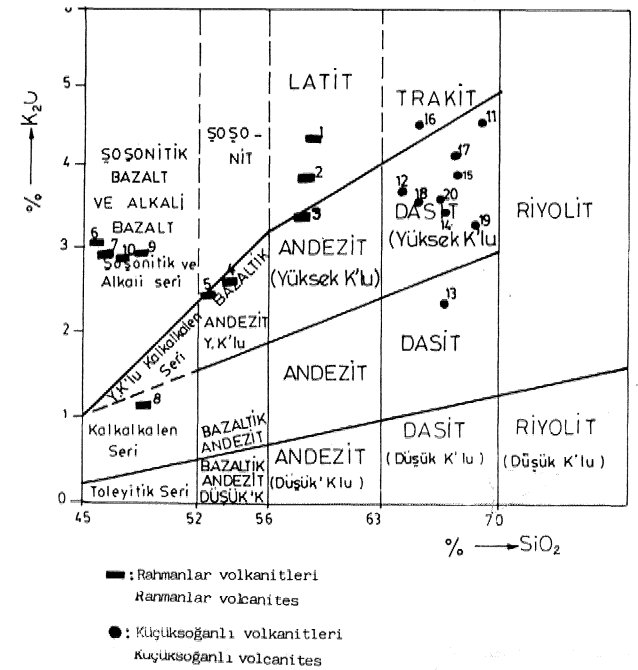
örnek trakit, 11,12, 14,15,17,18,19,20 nolu örnekler dasit (yüksek potasyumla) olarak adlandırılır.

Wu Liren ve diğerleri (1983), ne göre Rahmanlar grubuna ait örneklerden 1,3 nolu örnekler trakiandezit; 2 nolu örnekandezit; 4 nolu örnek nefelMitefrit 5, 8,9,10 nolu örnekler bazalt; 6, 7 nolu örnekler lösittefrit olarak adlandırılır, Küçüksoğanlı grubuna ait örneklerden 11,13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 nolu örnekler dasit, 12 nolu örnekandezit olarak adlandırılır (Şekil 6),

Volkanitlerin FeO + Fe2O3 - MgO değişim diyagramında (Şekil 7) Küçüksoğanlı volkanitleri ile Rahmanlar volkanitlerinin belirli alanlarda yığılma gösterdikleri gözlenir. Küçüksoğanlı volkanitleri Hawaien alkali seri alanına; Rahmanlar volkanitlerinin büyük çoğunluğu kalkalkalen seri alanına düşmüştür ve bu örneklerden 1,2,10 nolu örneklerandezit; 3,4 nolu örnekler bazaltikandezit; 5,6» 7, 8, 9 nolu örnekler bazalt olarak adlandırılabilirler,

Armbrustmacher ve Hedge (1982)'ye göre yapılan SiO2 \* (Na2O + K2O) değişim diyagramında Rahmanlar volkanitleri alkali alan içerisinde, Küçüksoğanlı volkanitleri ise subalkali alan içerisinde oldukt gözlenir (Şekil 8). Bu durum Şekil 7'deki yığılma pekiştirir özelliğindedir,

Zanettin (1984), diyagramında (Şekil 9)'dald dağılımda Rahmanlar volkanitlerinden alınan örneklerden 1,2,3, 5 nolu örnekler trakibazalt; Küçüksoğanlı volkanitlerinden

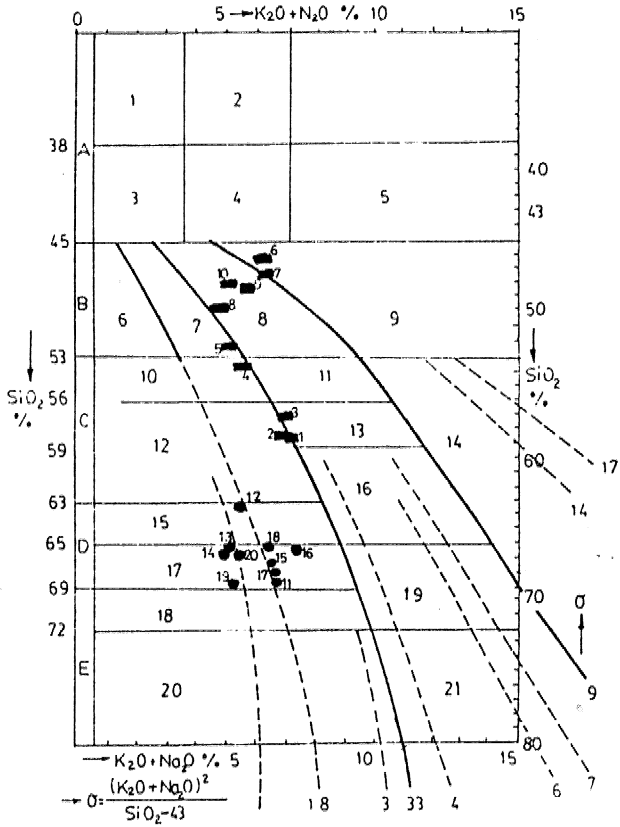


Şekil 5 Volkanik kayaların Peccerillo ve Taylor'a (1976) göre adlandırılması.

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

ahnan 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 trakian«dezit, 4 no.lu örnek bazalt; Küçüksoğanlı volkanitlerinden alınan örneklerin tümü dasit olarak adlandırılır (Çizelge 2),



a) Rahmanlar volkanitleri (Rahmanlar volkanitleri)  
 b) Küçüksoğanlı volkanitleri (Küçüksoğanlı volkanitleri)

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

Figure 6 Nomenclature of the volcanics according to Wu Liren and others (1983),

**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-Kuvius 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-AOODIC ROCKS  
 1-Megmekite-Kimberlite, 2-Melilite basalt, 3-Picrite, 4-Nepheline tephrite, limburgite, 5-Nephelinite, 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.

**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 Logt ve Loğa değişim diyagramındaki (Şekil 10) dağılımında 5,6,9,19 no.lu örnekleri simatik (alt kabuk-manto) kökenli, diğer örnekler sialik (üst kabuk) kökenli olduğu görülmüştür,

Magmanın özelliğini saptayabilmek için alkalüer toplamının SiO<sub>2</sub> üe değişimi incelenmiş ve karşılaştırma olarak Macdonald ve Katsura (1964), Irvine ve Baragar (1971) ve Kuno (1960)'nun belirledikleri alkale ve kalkalkale sınır eğrisindeki (Şekil 11) değerlendirilmede Rahmanlar volkanitleri alkale, Küçüksoğanlı volkanitleri kalkalkale özelliğinde olduğu ancak 14 ve 19 no.lu örnekler hafif toleyitik kalkalkale özelliğinde olduğu görülmüştür.

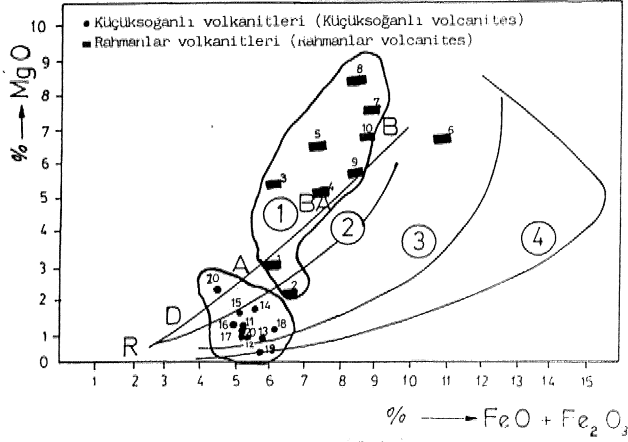
Petrografik provensin belirlenmesinde Wu Liren ve diğerlerinin (1983), uygulandığı diyagramdan yararlanılmıştır (Şekil 6), Burada Küçüksoğanlı volkanitlerinin orta kalkalkale ve kuvvetli kalsik(kalkalkale ve kalsitik) niteliğinde, Rahmanlar volkanitleri genelde alkale özelliğindedir.

**TARTIŞMA VE SONUÇ**

**Genel Bilgiler**

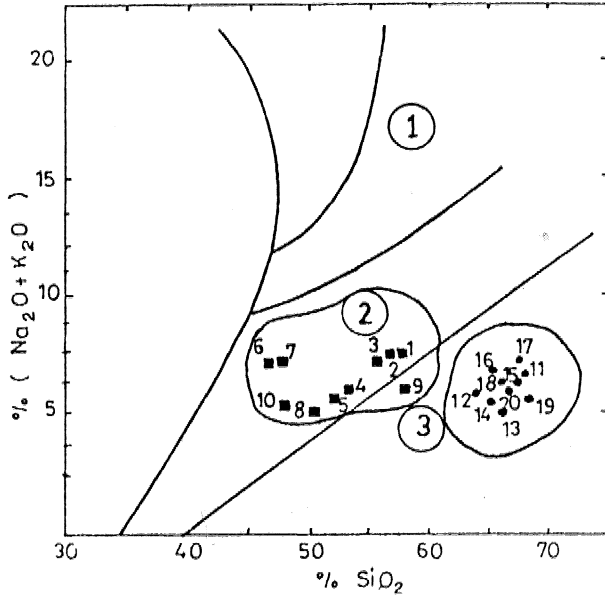
Batı Anadolu'da genç volkanizma Üst Oligosen'den itibaren başlamış, çeşitli periyotlarla Kuvaterner'e kadar devam etmiştir. Bunlardan Kuzeybatı Anadolu'daki yaşlı Üst Kreatase volkanizması ile Pliosen sonrasında etkili olan Ege adaları ve Yunanistan'daki volkanizma ayrı tutulursa Batı Anadolu'nun pekçok kesiminde kıta içi volkanizmanın varlığı gözlenmektedir. Başlangıçta asidik, daha sonra ortaç ve bunların ardakması 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.

## RAHMANLAR VOLKANİTLERİ



Şekil 7 Volkanitlerin (FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) - MgO diyagramı .  
Figure 7 (FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) - MgO diagram of the volcanics.

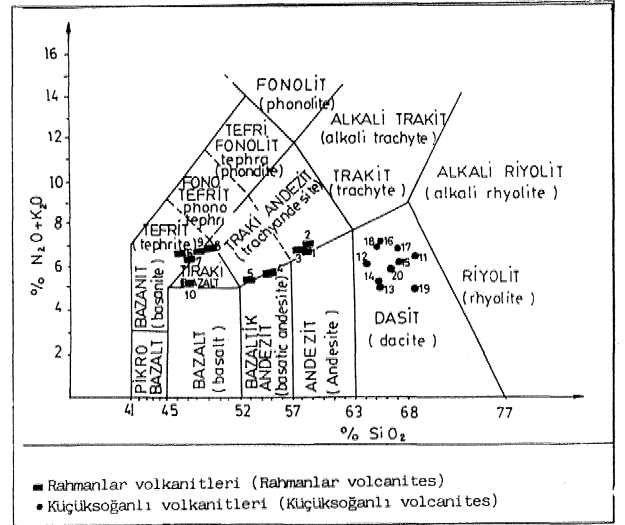
- 1- Kaskade (genel kalkalkalen) seri, Turner, Verhoogen (1974), Gascades (general) series  
B: Bazalt, BA: Bazaltik andezit, A : Andezit, D: Dasit, R: Riyolit
- 2- Kalkalkalen seri Nockolds (1954) Calcalkali series
- 3- Hawaien alkali seri, Mac Donalt ve Katsura (1964) Hawaien alkali series.
- 4- Thingmulit toleyitik seri, Tilley ve Muir (1967) Thing-muli Tholeiitic series.



Şekil 8 Alkali (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)-SiO<sub>2</sub> diyagramında örneklerin konumları, Armbrustmacher ve Hedge, 1982.

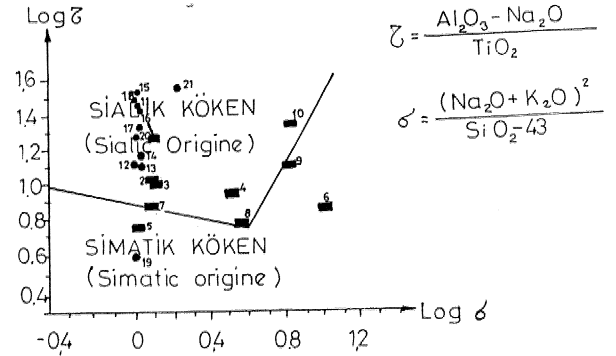
- 1-Miyaskitik siyenit, 2-Alkali bazalt, 3- Subalkali kayalar

Figure 8 Positions of samples in diagram alkali (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) - SiO<sub>2</sub>, Armbrustmacher and Hedge, 1982.  
1- Miaskitic syenite 2- Alkaline basalt 3- Subalkaline rocks



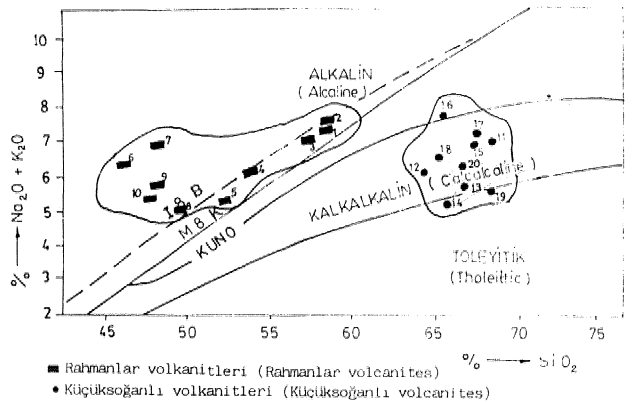
Şekil 9 Örneklerin Zanettin (1984), diyagramına göre dağılımı.

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



Şekil 10 Örneklerin Log t ve Log sigma değişimi (Gottini, 1969).

Figure 10 Variation of Log t with Log sigma of the samples (Gottini, 1969).



Şekil 11 Örneklerin alkali-silis içeriklerine göre gidişleri.

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

**Volkanizmanın Nedeni**

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

-Batı Anadolu'da Miyosen'de nedeni çeşitli araştırma- maeüarca tartışma konusu olan graben havzalan 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 (Dora ve Savaşçın, 1981).

-Magmaük 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),

-Baü Anadolu'daki D-B doğrultusunda uzayan faylar doğrultu atımlı, oblik ve doğrultulu aüm bileşenine sahip normal faylanma şeklindedir. Aktif faylarda hakim olan doğrultu QD-KB doğrultusudur ve dik eğimli fay düzlemü faylardır (Kocafe ve Ataman, 1982),

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

-Midilli adasındaki şoşonitik volkanitler iki evrede oluşmuş olup, bunların oluşumu manto diapMerine ve derinliklerdeld magma odaklarının fraksiyona! kristalizasyonuna bağlıdır (TPe-Hper 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 kahnlaşan kıta kabuğunun derin zonlarında alttan başlayarak, kısmi ergimelere başlamasıyla oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981).

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

-Neojen-Kuvaterner yaşlı magmatiklerin coğrafik dağılımı graben havzalan 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;

-Bau Anadolu'nun pekçok kesiminde kıta içi volkanizmanın varlığı gözlenir\* Başlangıçta asitik daha sonra ortaç ve bunların ardalanması şeklinde gelişen volkanizma giderek bazüdeşmekte ve en son olarak da Kula tipi alkali volkanüere dönüşmektedir (Baş, 1987),

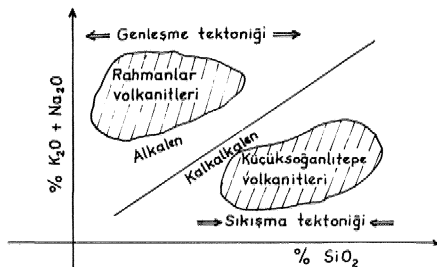
-Manto kökenli bazik magmanın sorguç yoluyla yükselmesi, yükselen bu magmanın kabukta ergimelere neden olması, ergiyen malzeme ile yer yer karışması asitik ve bazik ürünlerin birarada oluşmasına neden olmuştur. Savaşçın (1981)\* Ancak Ritmann, büyük çaplı melez magmaların varlığı görüşüne tamamen karşı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

-Batı Anadolu'daki kalkalkalen volkanitler kabuksal kökenli mantodan türemiş olabilirler (Dora 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 diğdiri, 1985),

Pliyosen		Rahmanlar Volkanitleri	Alkalem (bazaltik) 10 milyon yıl (Savaşçın ve Güleç 1990) GENLEŞME TEKTONİĞİ
		Kalın sediment istif	Havza oluşumu
Miyosen		Küçük soğanlı volkanitleri	Kalkalkalen (dasitik) 15 Milyon yıl (Savaşçın ve Güleç 1990) SIKIŞMA TEKTONİĞİ



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



## RAHMANLAR VCWLKANITLERİ

-Batı Anadolu magmatit eriyiklerinin kıta kabuğu ve manto'dan türemesi\* tiltramafik 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 alkalen özellikteki 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 bazüdeşmenin gözlenmesi, üst kıta kabuğunun zaman açısından daha çabuk ergimesi, alt kabuktan oluşan eriyiklerin önce asidik eriyikler vermesi ve mantodan yeter-

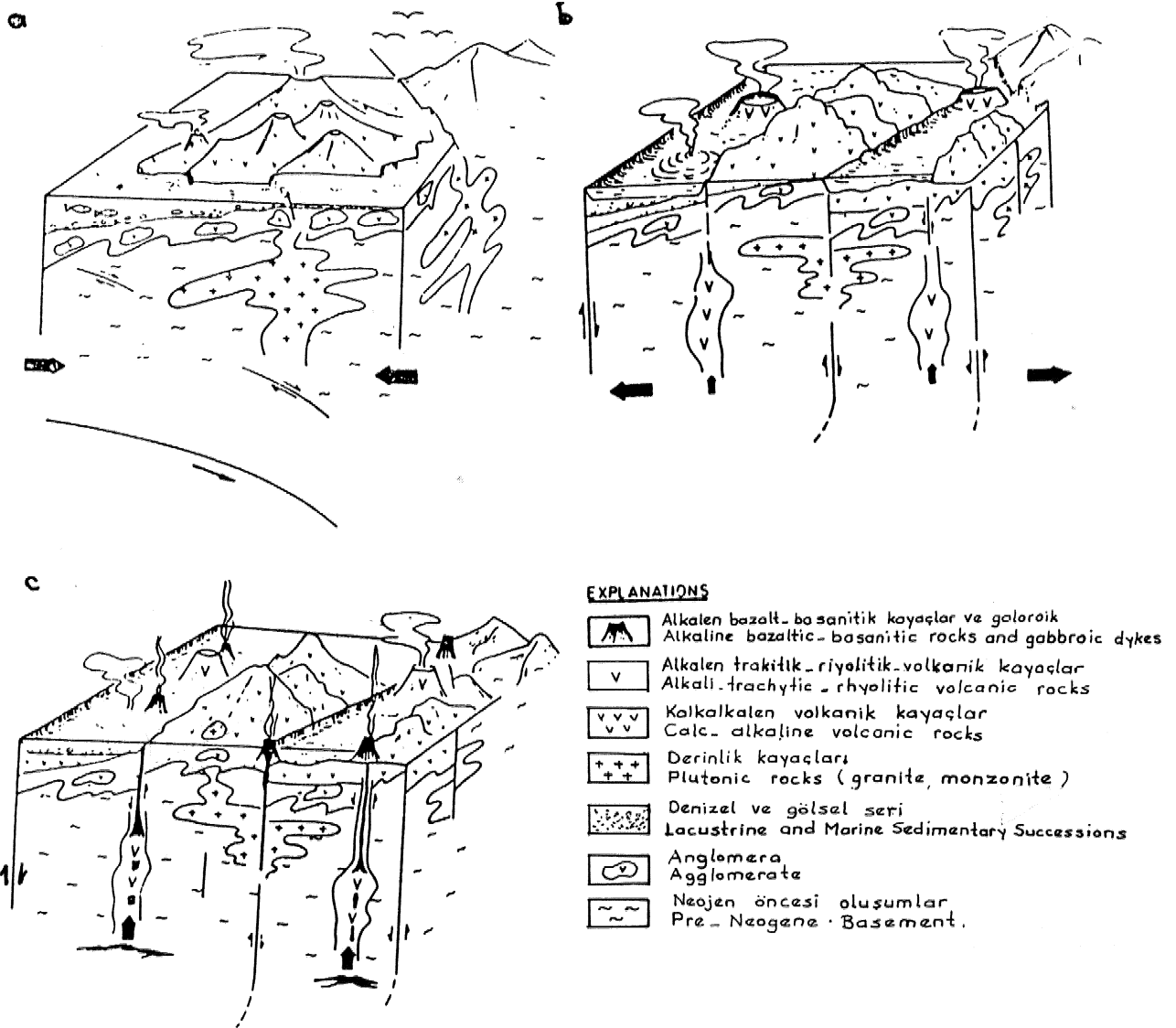
li hacimli eriyik türemesinin çok daha uzun olması şeklinde açıklanabilir (Baş, 1987).

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

-Batı Anadolu'daki bazı şoşoniük lavlar tipik kıtasal riftlere özgü karbonatitik, hawaiiük volkanilerle istifsel ve türevsel geçiş gösterirler (Savaşçın, 1982),

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

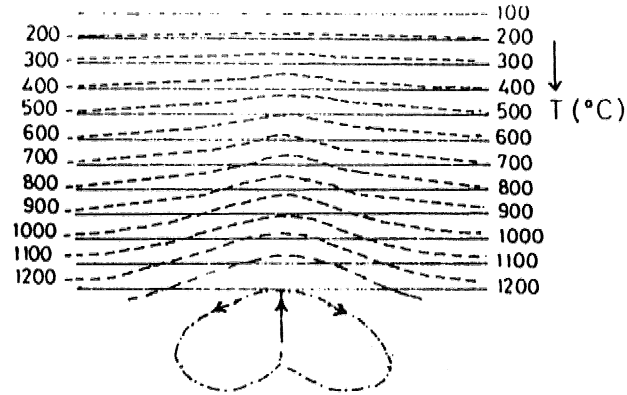
Bu bulgu ve veriler çalışma alanındaki volkanilere uygulanıp plaka tektoniği açısından kökensel yorumu



Şekil 13 Batı Anadolu'daki Neojen magmatik faaliyetin oluşum evrimi modeli (Savaşçın ve Güleç, 1990).

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

yapıldığı; çalışma alanında ilk kez Miyosen'de (Orta Miyosen?) (Ercan ve Öztunah, 1983) ortaya çıkan Küçüksoğanlı volkaniüeri (dasitMer) kıta kabuğu ürünleri olup kaim Menderes masifinin anatektik sonucu derinlerde erimesiyle ve Batı Anadolu'da oluşmaya başlayan sıkışma tektoniği (yitim zonu) (Savaşın ve Güleç, 1990) sonucu gelişen graben sistemlerinin çatlaklarında yükselerek



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

yeryüzüne çıkmasıyla oluşmuştur. Daha sonraki duraksamada kalın sediment istifi (havza oluşumu) ile tektonik rejim değişerek genişleme tektoniği ürünü bazalük biraz da andezitik volkanizma ile Rahmanlar volkaniüeri 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)\*

Magmanın evrimleşmesindeki aşamalar öncelikle grabenleşmenin yarattığı konveksiyon akımları ile başlar ve akımların kuvveti grabenin büyüklüğü ile artar (Rittmann\* 1981), Baü Anadolu'da yapılan ısı haritasında da grabenli 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 izotermis, bileşime de bağlı olarak kıta kabuğunun çeşitli kesimlerinde ergimelere yol açar. Ergimenin derecesi kabuğun

Örnek No	Cox ve diğerleri	Percerillore Taylor	Wü Liren ve diğerleri	(FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )-SiO <sub>2</sub>	Zanettin	Olasılı değerlendirme
1	Trakiandezit	Latit	Trakiandezit	Andezit	Trakiandezit	Trakiandezit
2	"	"	Andezit	"	"	Andezit(Trakiandezit)
3	"	Andezit	Trakiandezit	Bazaltikandezit	"	Trakiandezit
4	"	Bazaltikandezit	Nefelinlitefrit	"	Bazaltikandezit	Bazaltikandezit
5	Bazalt	"	Bazalt	Bazalt	Trakiandezit	Bazalt
6	Hawaiiit	Şoşonitik bazalt	Lösittefrit	"	Tefrit	Bazalt (Tefrit)
7	"	"	"	"	"	Bazalt (Tefrit)
8	Bazalt	-	Bazalt	"	Trakibazalt	Bazalt
9	Hawaiiit	Şoşonitik bazalt	"	"	Tefrit	Bazalt
10	Bazalt	"	"	Andezit	Trakibazalt	Bazalt
11	Riyolit	Dasit	Dasit	Dasit	Dasit	Dasit
12	Dasit	"	Kvarslandezit	"	"	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 diagraemes and probable evöluation.

## RAHMANLAR VOLKANİTLERİ

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

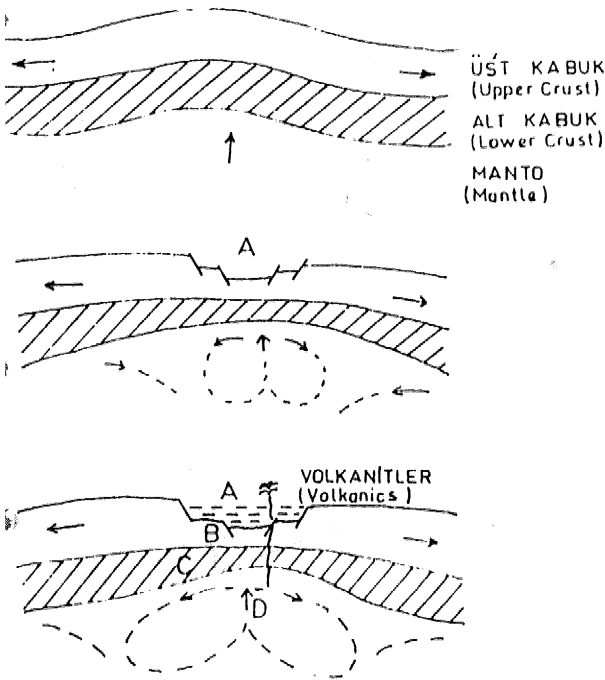
### DEĞİNİLEN BELGELER

Akdeniz, N. ve Konak R., 1911, Simav-Emet-Tavşanlı« Dursunbey-Demirei yörelerinin jeolojisi MTA Rap. No, 6547,

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

Armbrustmacher» TJ, ve Hedge, CİL, 1982, Genetic imlic Mon of minorelement and Sr-isotope geochemistry of alkaline rock complexes in die West Mountains Area, Fremant and Custer Counties, Colorado; Contr\* Min, Petr, 79,424-435.

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



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).

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

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

Candan, O., 1989, Petrology, and mineralogy of the region located between Demirci-Boriu towns, DEÜ, FBE/Jeo-89, Ar-0.57, Doktora tezi, Bomova^zmir,

Cox, K.G., Bell, J.D., ve Pankhurt RJ., 1979, The interpretation of igneus rocks, George Allen and Unwin Ltd. London 540 P.

Dewey, J.F., ve Şengör, AMC, 1979, Aegan and suiroiinding regions; Complex multi plate and continuum tectonics in a convengent Zone» GeoL Soc. Bull, m, 84-92.

Dora O\*Ö., ve Savaşçın, M.Y., 1981, AMbey-Ivfeden Adası (Ayvahk) bölgesi magneüzması,- Tübit^ VII. Bilim Kong. 11^35.

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

Ercan, T., Dinçel, A., Metin S., Türkecan A., ve Günay E., 1978, Uşak yöresindeki Neojen havzalanınm jeolojisi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. 21,97406.

Ercan, T., Dinçel, A., ve Günay E., 1979, Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege Bölgesindeki yeri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bült, V., 22,185498,

Ercan, T., 1982, GöMes volkanitleri, Türkiye Jeoloji Kurumu Bült. 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, MTA Dergi No. 99.

Ercan, T., ve Öztunalı, ä, 1983, The Aegan 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 jbolqjisi, 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, Jeo. Müh. Derg, 20,47-60,

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

- izotopik ve radyometrik verilerin yorumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28/2,121-136.
- Foster, R.J., 1975, Physical Geology, Charles Merill Publishing Company, Columbus, Ohio, 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 Western part of Asia Minor, transaction of the Geol. Soc. of London 2,6.
- Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A., Poli, G., 1977, Distribution in Tertiary and Quaternary volcanic rocks from Central and Western Anatolia» 6, Ege Ülkeleri Kollokyumu Tebliğler Kitabı, İzmir.
- Irvine, T.H., Baragar, W.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. Jour. Earth. Sci., 8,523-588,
- Kaya, O., 1981, Batı Anadolu alta bindirmesi, ultramafik birim ve Menderes Masifi 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 Science, 1,45-58.
- Koçyiğit, R., 1984, Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim., Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 27/1,1-16~
- Kocaefe, S.J., ve Ataman G., 1982, Batı Anadolu'nun aktüel tektoniği. ELÜ. Yerbilim No. 9,149-162,
- Kun, N., 1988, Çine dolayının petrografisi ve Menderes Masifinin güney kesimine ait petrografik bulgular. DEÜ Müh. Fak., Mühendislik, 86, ARÖJ Bornova/İzmir,
- Kuno, H., 1960, High-alumina basalt. Petrol, 1, 121-145.
- McDonald, G.A., ve Katsumi, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas. Petrol, 5,82-113.
- Nockolds, S.R., 1954, Average chemical compositions of some igneous rocks, Geol. Soc. Amer. Bull., 65, 1007-1032P.
- Nuhoğlu, L., 1992, Rahmanlar (Selendi-Manisa) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği, İsparta Mühendislik Hafızası (yayında),
- Percerillo, A., Taylor, J.R., 1976, Geochemistry of Eocene Calcalkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey Contrib. Mineral. Petrol., 5, 63-81.
- Pe-Piper, G., Panagos, A., ve Varnavas, S., 1981a., The volcanic rocks of Meliaroni (Lacris, Greece): N.J., Miner. Abh., 143,102-111.
- Ritmann, A., 1981, Vulkane und ihre Tätigkeit., 3. Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 399 s.
- Savaşçın, M.Y., 1974, Batı Anadolu andezit ve bazalt jenezisi sorununa katkılar, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni. 17,1,87-92
- .....,1979, Foça-Urla Neojen volkanitlerinin mineralogjik jeokimyasal incelenmesi ve kökenel yorumu. Doçentlik tezi, E.Ü. Yerbilimleri Fak., 64 p.P., (yayınlanmamış).
- .....1981, Late Tertiary extensional tectonics and alkali basaltic magnetism in West Anatolian coastal zone., International symposium on the Hellenic Arc, and Tinnich (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, (XÖ.), 1979, An approach to the young magmatic evolution of Western Anatolia. Fortsch. Geol., V. 57/1,132-133.
- Savaşçın, M.Y., and Güleç, N., 1990, Neogene volcanism of Western Anatolia, İTSCA 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 contouring in Turkey. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Tilley, C.E., ve Muir, D., 1967, Tholeiitic and tholeiitic series, Geol. Mag., 104, 337-743,
- Turner, I.J., ve Verheogen, L., 1960, Igneous and metamorphic petrology McGraw-Hill, Newyork.
- Yılmaz, H., 1977, Beğenler-Geçtin köylerinin kuzeybatı yöresi (Göğdes) 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 özetim 64-65,
- Wu Liren, Yuan Chao, S., Xiangsen, Z., Migzhe, Z., Dahe, X., Zunhua, L., Sikun, R., Kegin, X., ve Hsichu, R., 1983, Progress in researches on volcanology and chemistry of the Earth's interior in China. XVIII. General Assembly of Hamburg,
- Zanettin, B., 1984, Proposed new chemical classification of volcanic rocks., Episodes 7/4,19-20,