

## Bodrum yarımadasındaki magmatik kayaçların petrolojisi ve kökensel yorumu

Petrology of the igneous rocks of the Bodrum Peninsula and their genetic implication

TUNCAY ERCAN, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji üairesi, Ankara.

ERDOĞDU GÜNAY, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ege Bölge Müdürlüğü, İzmir-

AHMET TÜRKECAN, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi, Ankara-

**ÖZ :** Güneybatı Anadolu'da, Bodrum yarımadasında geniş bir alanda yüzeyliyen Orta-Üst Miyosen yaşlı magmatik kayaçlarda yapılan petrografik ve petrokimyasal inceleme sonuçları verilerek, bölgesel yayılımları araştırılmış ve plaka tektoniği açısından kökensel yorumlarına gidilmiştir. İnceleme alanında ilk kez Orta Miyosende, iki ayrı yerde yüzlek veren monzonit türde plütonlarla magmatizma etkin olmaya başlamıştır- Olasılıkla kalkalkalin nitelikli ve hibrid magmatik kökenli monzonitik plütonlardan sonra, Orta Miyosen sonlarına doğru inceleme alanında şiddetli bir volkanizma etkin olmuş ve yaygın tüfler ve aglomeralar ile andezit, dasit riyodasit, riyolit türde ve kalkalkalin nitelikte volkanik ürünler oluşmuştur. Olasılıkla kıta kabuğu anateksisi ile oluşan ve bu yüksek potasyumlu kalkalkalin birinci evre volkanitleri veren kalkalkalin magma, zaman geçtikçe alkali nitelikli, manto ürünü primer magma ile karışmaya başlamış ve şoşonitik türde latit ve traklandezit bileşimde lavlarla birinci evre volkanizma sona ermiştir. Üst Miyosene doğru ikinci volkanik evre etkin olmaya başlamış, başlangıçta yine şoşonitik özellikler gösteren şoşonitik bazaltik lavları oluşturmaya devam etmiştir. Daha ileri evrelerde ise tamamen manto ürünü primer magma etkin olmuş ve dayklar şeklinde, salt alkali nitelikte traki bazalt trakit-komenditlik trakit ve alkalın dizinin en son ürünü olan alkali riyolitler (komendit) oluşmuştur- Volkanizmanın Batı Anadolu'da egemen olan, transiyon rejimi sonucu oluşan kıtasal riftleşme ürünü olarak meydana geldiği sonucuna varılmaktadır-

**ABSTRACT :** The results of the petrographic and petrochemical investigation of the Middle-Upper Miocene aged igneous rocks which have covered large areas in Bodrum peninsula in Southeast Anatolia were presented, and their regional distribution were investigated and their genetic implications according to plate tectonics were discussed. In the investigated area, the magmatism has started as monzonitic plutons in the Middle Miocene at different locations- After the monzonitic plutons, which have hybrid magmatic origin and probably have calc-alkaline character, a violent volcanism affected the investigated area at the of the Middle Miocene, and widespread tuff-agglomerate deposits and calc-alkaline volcanic rocks such as andesite-dacite rhyodacite-rhyolite were formed- The calc-alkaline magma which have been originated by the anatexis of the continental crust and which have given those high potassic calc-alkaline first stage volcanics have started to blend with alkaline primary magma of the mantle. The first stage volcanism has ended with shoshonitic lavas of latitic and trachyandesitic composition. The second volcanic stage has started during Upper Miocene. It had shoshonitic features at the beginning and had continued to form shoshonitic basaltic lavas- The primary magma which entirely had originated from mantle had been active in the latter stage. Totally alkaline trachybasalt-trachyte-comenditic trachyte and the alkaline rhyolite (comendite) which was the last product of the alkaline series had formed as dykes. We conclude that the volcanism had originated as the product of the continental rifting because of the tension regime which had been dominant in Western Anatolia.

### GİRİŞ

İnceleme alanı, Güneybatı Anadolu'da, Muğla il sınırları içinde yer alan, yaklaşık 400 km<sup>2</sup> büyüklükte bir yarımadadır (Şekil 1). Çalışma amacı; Bodrum yarımadasındaki magmatik kayaçların, çevredeki komşu Ege adalarındakiyle birlikte Özel bir bölge oluşturulmasını ve bölgenin plaka tektoniği açısından ilginç olması nedeniyle magma-Çık kayaçlarda ayrıntılı petrokimyasal çalışmalar yapmak, çevredekilerle karşılaştırmak ve plaka tektoniği açısından

kökensel yorumlarına gitmektir»

Çalışma alanı, ülkemizin son derece tanınmış ve turizm açısından hareketli bir yarımadası olmasına karşın, yapılan çalışmalar çok fazla değildir. İlk kez Philippson (1915) ile başlayan jeolojik incelemeler, daha sonra Flügel ve Metz (1954), Brinkman (1967), Burri ve diğerleri (1967), Robert (1976), Robert ve Cantagrel (1977), Özçiçek ve Özçiçek (1977), Pişkin (1980), Ercan ve diğerleri (1982-a) ile süregelmiştir.

## GENEL JEOLOJİ

Ercan ve diğerleri (1982-a), tarafından ayrıntılı olarak incelenen çalışma alanının stratigrafisi şu şekilde saptanmıştır:

Temelde, konglomera-meta kumtaşı-şeyl-detritik arda-lanmalarından oluşmuş ve hafif metamorfizma geçirmiş Üst Permiyen-Alt Triyas yaşlı Güllük formasyonu yer alır. Üzerlerinde uyumlu olarak, yaklaşık 300 m. kalınlıkta «Pazardağı formasyonu» olarak adlanan Üst Triyas-Üst Liyas yaşlı dolomitik kireçtaşları bulunur. Bunlar, Bodrum yarımadasının batısında/ Turgut Reis bucak merkezi yakınında (Şekil 1) Kadıkalesi çevresinde, daha sonra yüzlek veren monzonitik plütunun dokanağında kontak metamorfizmaya uğramış ve mermerleşmiş olup, bu mermerler «Bozdağ formasyonu» olarak adlanmıştır. Pazardağı formasyonu üzerinde uyumlu olarak Üst Liyas-Alt Malm yaşlı ve «Karadağ formasyonu» olarak adlanan siltli-marnlı kireçtaşları yer alır. Daha üstte «Kışladağ formasyonu»nun Malm-Senomaniyen yaşlı çörtlü kireçtaşları uyumlu olarak izlenir. Yaklaşık 800 m. kalınlıkta olan bu kireçtaşları üzerinde uyumsuz olarak «Bodrum formasyonu» birimleri yer alır- Bodrum formasyonu, değişik litoloji ve boyutlarda konglomera-kumtaşı-miltaşı-kiltaşı arda-lanmaları şeklinde olup, içinde çakıltası iriliğinden büyük olistolitlere kadar değişen boyda kireçtaşı blokları yer alır ve Üst Kretase-Paleosen yaşlıdır- Bu birimler, monzonit plütununun dokanak zonlarında kontak metamorfizmaya uğrayarak» hornfelslere dönüşmüşlerdir- Daha sonra Oligosen ya da Alt Miyosen yaşlı ve kumtaşı-marn-kiltaşı arda-lanmalarından oluşan «Koyunbaba formasyonu» birimleri izlenir. Bunlar olasılıkla Hakyemez ve örçen (1982) İnceleme alanı doğusunda tanımladığı kıyı ovası-kumsal çökelleridir.

Çalışma alanında daha sonra magmatik kayalar oluşmuşlardır. Oldukça karmaşık ve ayırtlanması güç olan magmatizma, ilk kez Orta Miyosen'de, yarımada'nın batısında Kadıkalesi köyü yakınında bir monzonit intrüzyonu ile etkin olmuştur. Ayrıca ikinci bir intrüzyon da Tülüce adasında izlenmiştir. Kadıkalesi yakınlarındaki monzonitten alınan bir örnekte, Pişkin (1980) tarafından yapılan radyometrik yaş belirlemesi ile  $11-2 \pm 1,6$  milyon yıl (Orta Miyosen) yaşı saptanmıştır.

Daha sonra, Bodrum yarımadasında şiddetli bir kalkalkalin volkanizma etkin olmuştur. Kabuksal malzeme ürünü bu kalkalkalin volkanizma ile önce yaygın tüfler ve aglomeralar, cineritler (volkan külü, kültası) ve sonra çeşitli türde andezit, dasit, riyodasit, riyolit, trakiandezit, latit ve benzeri lavlar oluşmuşlardır. Andezitik lavlarda K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemesi yapan Pişkin (1980) 9-7'inci milyon yıl ve  $9-3 \pm 1$  milyon yıl (Üst Miyosen) yaşta olduklarını saptamıştır- Robert ve Cantagrel (1977) ise cineritlerde yaptıkları incelemelerde spor ve polen saptayarak Orta Miyosen yaşlı olduklarını belirtmişlerdir. Bu durumda volkanizmanın yaşı Orta-Üst Miyosen'dir. Bodrum yarımadasındaki bu birinci evrede oluşan volkanik patlama merkezlerinden, şiddetli patlamalar sonucunu piroklastiklerin geniş alanlara havadan yayılmaları ve rüzgarlarla sürüklenmeleriyle, çevrede Milas, Turgut, Yatağan, Çine, Muğla ve Ören dolaylarında karasal Neojen havzalarında çökelen sediment kayalar arasında ince tüfit düzeyleri meydana gelmiştir. Bu tüfit düzeylerinden alınan örneklerde Besang ve diğerleri (1977) tarafından yapılan radyometrik

yaş tayinleri ile  $8-85 \pm 0.30$ ;  $9-25 \pm 0.20$ ;  $9-30 \pm 0-20$ ;  $10-20 \pm 0.15$ ;  $11 \pm 0-2$ ;  $13.2 \pm 0-35$  milyon yıl gibi sonuçlar elde edilmiş olup, bunlar Bodrum volkanitlerinin yaşları ile uyumludur.

İnceleme alanında, Miyosen ortasında başlayan bu kabuksal malzeme ürünü kalkalkalin volkanizma, belirgin bir süreçten sonra gittikçe primer manto ürünü alkali oluşumlara dönüşmüştür. Bu suretle ikinci volkanik evre başlamış olup, bu kez alkali nitelikli ve küçük dayklar şeklinde şoşonitik bazalt, trakibazalt, trakit ve alkali riyolit (komendit) türde lavlar oluşmuştur. Bu dayklarm yanısıra, ender olarak diyorit porfir, siyenit-aplit porfir ve hornblend siyenit olarak adlanabilecek türde dayklar da gözlenmektedir. Trakibazaltlarda Robert ve Cantagrel (1977) tarafından K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirlemelerinde, bunların ilk evre kalkalkalin volkanizmadan 1-2 milyon yıl daha genç oldukları saptanmış ve  $790 \pm 0-25$  milyon yıl ile  $7-75 \pm 0.25$  milyon yıl gibi sonuçlar elde edilmiştir. İkinci volkanik evre ile hidrotermal cevherleşmeler de oluşmuştur. Özellikle Kadıkalesi köyü çevresinde dolomitik mermerler içinde Cu-Pb-Zn cevherleşmeleri izlenir.

İnceleme alanında, ikinci evre volkanizmanın da etkinliği sona erdikten sonra, bunların üzerinde 25-30 m. kalınlıkta ve acısu-lagün ya da çok sığ denizel ortamda oluşmuş, «Akyar formasyonu» olarak adlandırılan kireçtaşları yer almaktadır- Daha genç olarak da travertenler, yamaç molozları, alüvyonlar ve bu alüvyonlar içinde olasılıkla Kos adasındaki bir volkanik merkezden şiddetli patlamalarla havadan gelen süngertaşı parçaları yığılımları izlenmektedir.

## BODRUM YARIMADASI ÇEVRESİNDEKİ TERSİYER MAGMATİKLERİNİN BÖLGESEL YAYILIMLARI

Bodrum yarımadasındaki magmatik kayalarla, çevresindeki Kos, Patmos, Samos (Sisam) ve Söke volkanitleri eş provenste olup, özel bir volkanik birlik oluştururlar. Güneybatı Anadolu ve Ege adalarındaki Senozoyik yaşlı magmatik kayaların dağılımı ve K/Ar yöntemi ile bunlarda yapılan radyometrik yaş tayinleri gözönüne alındığında (Şekil 2), bölgedeki magmatik kayaların 5 ana grupta toplandıkları belirlenmektedir:

1 — Orta-Üst Miyosen yaşlı granitik plütonlar. Bölgede granit, granodiyorit ve monzonit türde görülen intrüzyonlar eş kökenli olup, Bodrum yarımadası ile Kos, Nikarya, Tinos, Mikanos, Naksos, Paros ve Anafi adalarında solumular yapmışlardır. Bodrum yarımadasına en yakın olan Kos adasındaki monzonitik plütonda, Altherr ve diğerleri (1976) tarafından yapılan ayrıntılı incelemeler ele alındığında çalışma alanındaki plütön ile tamamen benzeşme gösterdiği ortaya çıkmaktadır- Ayrıca Kos adasındaki plütonda Besang ve diğerleri (1977) tarafından yapılan radyometrik yaş tayinleri de bunun inceleme alanındaki plütön ile eş yaşlı olduğunu (Şekil 2) kanıtlamaktadır. Diğer Ege adalarındaki plütönlarda da Wendt ve diğerleri (1976) ile Dürr ve diğerleri (1978) tarafından yapılan radyometrik yaş belirlemeleri (Şekil 2) ile de yaklaşık aynı sonuçlara ulaşılmakta ve tümünün eş yaş ve kökenli olduğu ortaya çıkmaktadır.

2 — Üst Miyosen yaşlı kalkalkalin volkanizma: Bodrum yarımadasındaki kalkalkalin Orta-Üst Miyosen yaşlı volkanizmanın benzerleri, komşu Kos ve Sisam (Samos)



adalarında ve Selçuk ilçe merkezi doğusunda yüzlekler verirler. Kos adasının doğu ucunda asitik bir volkanizma olarak etkindir ve riyoitik piroklastiklerle ignimbiritler şeklinde ürünler verir (Keller 1969; Altherr ve diğerleri 1976), Lavlar son derece asitik olup  $\text{SiO}_2$  içerikleri % 70 den fazladır. (Kiskyras 1964). İgnimbiritlerde yapılan radyometrik yaş belirlemesi ile  $10,4 \pm 0,2$  milyon yıllık bir değer elde edilmiştir (Besang ve diğerleri 1977)- Ayrıca riyoitik lavlarda yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ile  $10 \pm 0,5$  milyon yıl ve  $7,3 \pm 0,7$  milyon yıllık sonuçlar bulunmuştur (Bellon ve diğerleri 1979).

Selçuk ilçesi doğusunda da aynı tip kalkalkalin nitelikli volkanizma latit ve dasit türde lavlarla belirgindir. (Ercan ve Günay 1981).

Sisam adasında da Üst Miyosen yaşlı karasal çökeller içinde, bunlarla eş yaşlı bir asitik kalkalkalin volkanizma izlenir. Tüf ve süngertaşları şeklinde yüzlekler veren volkanitlerde Van Couvering ve Miller (1971) tarafından yapılan radyometrik yaş tayinleri ile de (Şekil 2) Üst Miyosen yaşlı oldukları saptanmıştır.

3 — Üst Miyosen yaşlı alkali bazaltik volkanizma: Bodrum yarımadasındaki, ikinci evre alkali nitelikli ve küçük dayklar şeklinde yüzlekler veren volkanizmanın benzerleri, Patmos ve Sisam (Samos) adalarında da etkin olmuşlardır- Sisam adasındaki alkali bazaltik lavlar içinde, daha yaşlı temel kayalara ait kireçtaşı ve kalkalkalin riyoit anklavları izlenir. Bu bazaltik lavlar, az hipersten ve nefelin içerirler ve iri olivin kristalleri belirgindir (Robert, 1976) Lavlarda yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ise  $7-80 \pm 0-50$  milyon yıl;  $7-90 \pm 0-30$  milyon yıl ve  $830 \pm 0,40$  milyon yıl gibi, Bodrum yarımadasındaki ikinci evre volkanizmanın yaşma uygun sonuçlar elde edilmiştir (Robert ve Cantagrel 1977) • Lavlar arazide küçük yüzlekler şeklinde, yarılım hatları boyunca aynı doğrultuda dizilirler ve yer yer de bazaltik tüfler izlenir (Meissner, 1976), Patmos adasında da eş yaşlı alkalın trakitler vardır ve radyometrik yaş belirlemeleri ile  $7,00 \pm 0,25$  milyon yıl ve  $7,20 \pm 0,25$  milyon yıl (Fytikas ve diğerleri, 1976) elde edilmiş olup, bu alkalın volkanizma Pliyosende de devam etmiştir.

4 — Pliyosen yaşlı alkali bazaltik volkanizma: Patmos adasında ve Söke'de görülür. Patmos adasında trakit, fonolit ve alkali bazalt türde lavlar olup yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ile  $3,50 \pm 0,25$ ,  $3,70 \pm 0,40$  ve  $4,30 \pm 0,15$  milyon yıllık sonuçlar (Robert ve Cantagrel 1977) elde edilmiştir. Söke'deki alkali bazaltik volkanizma ise Alt ve Üst Pliyosen yaşta olmak üzere iki evreli olup lavlar bazalt» trakibaealt ve kuvarslı trakibazalt olarak adlanırlar (Ercan ve Günay 1981).

5 — Kuvaterner yaşlı kalkalkalin ada yayı volkanizması: Kos, Nysiros, Yelli, SantorinL Khristiana, Anidhros ve Antiparos adalarında görülür- Girit adasının güneyinde, Afrika plakasının, Ege-Anadolu plakası altına dalması sonucu Ege denizinde bir ada yayı volkanizması oluşmuştur. Yitim zonuna ve ada yayı volkanizmasma ilişkin çeşitli araştırmacılarca yapılan ayrıntılı çalışmalar çok sayıda olup (Ercan ve diğerleri, 1977 ve 1979; Ercan 1979 ve Ercan 1980) bu araştırmalar sonucu volkanitlerin çift ada yayı şeklinde bir dizilim gösterdikleri belirlenmektedir. Yaklaşık 12 milyon yıl önce oluşmaya başlayan yitim zonu (Fytikas ve diğ- 1976) Ege denizinde ilk volkanik ürünlerini 3 milyon yıl önce vermeye başlamıştır.

Kos adasının batı ucunda çok şiddetli bir kalkalkalin ada yayı volkanizması oluşmuş ve dasitik, riyoitik lavların yanı sıra süngertaşları ve tüfler havadan son derece geniş bir alana saçılmışlardır, örneğin Piskopi (Tilosh Pserimos (Kappari) ve Kalimnos adalarındaki tüm tüf ve ignimbirit platoları Kos adasından havadan gelmişlerdir (Keller 1969). Patlama merkezi olasılıkla Kos adasının güneybatı ucundaki şimdi denizaltında olan bir kalderadır (Wright 1977). Volkanitlerin kıtasal kabuk kökenli oldukları ve anateksi sonucu oluştuğları Keller (1969), Burri ve Davis (1969) ve Nicholls (1971) gibi araştırmacılarla öne sürülmüştür.

Nysiros ve Yelli adalarında ve daha batıdaki üç küçük volkanik adadaki volkanizma, başlangıçta deniz altında başlamış ve gittikçe gelişerek bu adaları oluşturup lav, tüf, kül, sünger taşı, perlit ve obsidiyen gibi ürünler vermişlerdir. Nysiros adasında iki volkanik evre saptanmış olup (Davis 1968; Di Paola 1974) her iki evrede de lavlar başlangıçta  $\text{SiO}_2$  bakımından fakir (bazik) ve bazaltik - andezitik olmalarına karşın gençleştikçe evre sonlarına doğru  $\text{SiO}_2$  içeriği bakımından zenginleşmişler (asitik) ve dasit\* riyoit türde lavlar oluşturmuşlardır. Nysiros adasındaki volkanizma çok yakın zamanlara kadar sürmüş olup, son püskürme 1888 yılında olmuştur. Olasılıkla 40 - 50 bin yıl kadar önce Nysiros adasından şiddetli patlamalarla lav parçası, lapilli, tüf ve kül gibi volkanik ürünler havaya saçılarak km.lerce uzaklara yayılmış ve ülkemizdeki Datça yarımadasına da düşerek 30-40 m. kalınlığa erişen tüfit yatakları oluşturmuşlardır (Ercan ve diğerleri, 1980).

Antiparos adasında ve çevresindeki küçük adacıklarda volkanizma riyoitik ve alkali riyoitik ürünler vermiş olup lavlar % 4 - 6 arasında yüksek  $\text{K}_2\text{O}$  içerirler (Pichler ve Stengelin 1968).

Santorini adalarında ilk volkanik etkinlik yaklaşık 1-5 milyon yıl önce (Ferrara ve diğerleri, 1978) denizaltında başlamıştır- Daha sonraları çeşitli evrelerle süregelen volkanizma, yaklaşık M-Ö- 140 yıllarında çok şiddetli bir patlama sonucu adanın büyük bir kısmını havaya uçurmuş ve bu patlama ile küller 200000  $\text{km}^2$ lik bir alana yayılmıştır (Hedervari, 1976), Daha sonra tarihsel kayıtlara geçen M-Ö. 900 ve M.Ö. 197, M-S. 19-46-726-1570 - 1650-1707-1866 - 1925 - 1928 - 1950 püskürmeleri olmuştur (Orcel ve Blanquet, 1955). Genç lavlarda çeşitli araştırmacılarca yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ile 3050-36700 yıl arasında değişik sonuçlar elde edilmekte olup Şekil 2 de belirtilmişlerdir. Santorini'nin tarihsel püskürmeleri ile zaman zaman oluşan süngertaşları Ege denizine saçılmış ve bir süre sonra dalgalarla Ege kıyılarına ulaşmış plaj kumları arasına yataklanmışlardır. özellikle Seferihisar ilçe merkezinden başlamak üzere daha güneye, Bodrum yarımadasına kadar tüm kıyılar boyunca kumlar arasında yer almaktadırlar (Ercan ve Günay, 1981). Santorini'nin M-S-726 tarihindeki püskürmesi ile oluşan sünger taşları, bugün Selçuk ilçesi batısındaki deniz kıyısında plaj sırtlarında izlenirler (Eisma, 1977).

Santorini adalar topluluğunun yaklaşık 15 km. güneybatısında yer alan Khristiana adalarında da çoğunlukla dasitik, ender olarak da andezitik lav akıntıları ve riyoitik tüfler izlenir. Lavlardaki yüksek miktarda Cr, NL Mg içerikleri, kalkalkalin magmanın peridotit manto ile karışıp kirlendiğinin bir kanıtı olabilir (Murad ve Pucheld, 1976). Lavlar



içinde granit» fillit ve kireçtaşı ksenolitleri de izlenmekte olup, bunlar daha yaşlı temele aittir (Pucheld ve diğerleri» (1977).

Daha kuzeyde yer alan Anidhros volkanik adacığında da dasitik ve andezitik kalkalkalin lavlar izlenir (Murad ve Pucheld, 1976).

Magmatizma yönünden son derece aktif bir bölge olan Güneybatı Anadolu ve Ege adalarındaki kayalarda çok sayıda ayrıntılı petrokimyasal çalışmalar yapılmıştır ve pek çoğu da süregelmektedir.

#### BODRUM MAGMATİKLERİNİN PETROLOJİSİ

İnceleme alanında yaygın yüzlekler veren plütonik ve volkanik kayalarda petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır. Çok sayıda örnekten yaptırılan ince kesitlerde gerçekleştirilen petrografik çalışmaların yanısıra, araziden toplanan örneklerin, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Kimya Laboratuvarlarında, majör element kimyasal analizleri de yaptırılmıştır. Örnek alınan yerler Şekil 1 deki, Bodrum yarımadasındaki magmatik kayaların dağılım haritasında gösterilmiştir.

Yarımadanın batısında, Kadıkalesi yakınlarında ve Tülce adasında gözlenen monzonitik plüton, gri-yeşil renkli, çok sert ve kompakttır. Mikroskopik incelemelerle, kayacın hipidiyomorf-tanesel dokulu olup, felsik mineral olarak alkali feldspat (sanidin), plajiyoklas (andezin) ve yer yer % 5-10 oranında da kuvars içerdiği, kuvarın küçük parçalar halinde diğer mineraller arasında ksenomorf taneler halinde olduğu, kuvars ile alkali feldispatın yer yer beraber büyüyen grafik dokuyu oluşturduğu, alkali feldispatların hafif bir killeşme gösterdiği; mafik mineral olarak amfibol (hornblend) ile biyotit görüldüğü, hornblendlerin lifsel duruma geldiği, biyotitlerin hafif kloritleştiği, ikincil mineral olarak epidot ve opak mineraller bulunduğu saptanmış ve Monzonit - Kuvars Monzonit - Monzodiyorit olarak adlanmıştır. Uzun yıllar önce, ilk kez Andra (1905) tarafından arazide gözlenerek Diyabaz türde bir kayaç olduğu öne sürülen monzonitik plütonda ayrıntılı mikroskopik inceleme çok sonraları Burri ve diğerleri (1967) tarafından yapılarak «Trakidasit» olarak adlanmış, ancak yine aynı araştırmacılar tarafından Niggli (1931) nin eruptif kayalardaki kantitatif, mineralojik sınıflamasına göre bir plütönit olabileceği ve Granodiyorit - Siyenodiyorit arasında adlanabileceği, hatta Kuvars monzonit (Adamellit) de denebileceği öne sürülmüştür. Özçiçek ve Özçiçek (1977), kayacı «Hornblend - Biyotit - Granit» olarak; Robert ve Cantagrel (1977) «Monzonit» olarak adlamışlardır. Pişkin (1980) ise «Monzodiyorit» adını vermiştir.

Kadıkalesi köyü yakınındaki monzonitik plütondan alınan iki örneğin majör element kimyasal analiz sonucu Çizelge 1 de verilmiştir. BD 42 ve BD 44 numaralı bu örneklerde yaptırılan analiz sonuçlarının yanısıra BD 43 numara ile aynı plütonda Burri ve diğerleri (1967) tarafından yapılan analiz sonucu da verilmiş, bunlarla birlikte Altherr ve diğerleri (1976) tarafından komşu Kos adasındaki monzonitik plütondaki 3 örnekte yapılan kimyasal analiz sonuçları (KS1 - KS2 - KS3) de aynı çizelgede karşılaştırma için sunulmuştur. Bu sonuçlar Le Maitre (1976) tarafından belirtilen, dünyadaki monzonitlerin ortalama sonuçlarına uymaktadır. Analiz sonuçları ile birlikte, bu sonuçlar kullanılarak hesaplanan CLP.W normları da çizelgede

ÖRNEK NO VE ALINDIĞI YER (Samplic No)	BD 42 BODRUM KADIKALESİ	BD 43 BODRUM KADIKALESİ	BD 44 BODRUM KADIKALESİ	KS 1 KOS ADASI	KS 2 KOS ADASI	KS 3 KOS ADASI
SiO <sub>2</sub>	54 18	61 50	65 15	57 32	58 91	63 92
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		16 50		17 65	17 63	16 53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 23	4 00	0 12	2 89	2 24	2 46
FeO	3 30	0 80	2 06	3 00	3 04	1 75
MnO	0 15	0 07	0 08	0 13		0 11
MgO	2 84	1 60	2 33	2 74	2 85	1 70
CaO	3 80	4 60	5 73	6 04	6 11	4 04
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4 42	3 80	3 62	4 43	3 66	3 53
K <sub>2</sub> O	4 19	4 20	4 96	3 90	3 60	4 23
TiO <sub>2</sub>		0 55		0 70	0 61	0 48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0 53	0 34		0 26	0 32	0 16
H <sub>2</sub> O	1 05	1 60	0 59	0 80	0 94	0 59
Q		12 90		1 94	7 75	16 90
Or		25 30		23 18	21 36	25 19
Ab		35 00		37 70	31 09	30 18
An		15 80		16 85	21 13	16 90
Di		6 10		9 25	5 79	1 77
Hy				4 43	7 08	3 83
Mt		2 00		4 20	3 26	3 60
Il				1 34	1 16	0 92
Ap				0 62	0 76	0 38

Çizelge 1. Monzonitik plütönlerin majör element kimyasal analizleri ve CI-P.W. normları.

Table 1. Major element chemical analyses and C-I-PW. norms of the monzonitic plutons.

sunulmuş olup BD 42, ve BD 44 nolu örneklerde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> içerikleri belirlenemediğinden, bu örneklerin, CLP.W. normları hesaplanamamıştır. Örneklerin Ortoklas - Albit - Anortit içerikleri göz önüne alınarak, bunların Hietanen (1963) e göre Or-Ab-An üçgen diyagramları yapıldığında Kadıkalesindeki BD 43 numaralı örneğin ve Kos adasındaki KS 1 numaralı örneğin Kuvars Monzonit bölümüne; Kos adasındaki KS 2 ve KS 3 numaralı örneklerin ise Monzonit alanına düştükleri görülmektedir. Bu suretle, kimyasal analiz sonuçları da, Bodrum yarımadasındaki ve Kos adasındaki küçük plütönlerin Monzonitik ve Kuvars Monzonitik türde olduklarını kanıtlamaktadır. Esasen Burri ve diğerleri (1967) de, Kadıkalesindeki plütonda yaptıkları petrokimyasal incelemelerle, bunun monzosiyenitik bir magmadan türediğini, Niggli parametrelerini saptayarak bulmuşlardır.

İnceleme alanında, birinci volkanik evre ile oluşan tüflerde ve çeşitli lavlarda da petrografik incelemeler yapılmıştır.

Tüflerde yapılan petrografik incelemelerle, bunların genellikle ortalama 0,01-0,15 mm. büyüklükte plajiyoklas (oligoklas) kristal parçalarının ve küçük biyotit levha ve pulcuklarının kloritle, killi serisitli bir çimento ile birleşmesinden meydana geldikleri; örneklerde bol miktarda homojen dağılımlı opak mineral ve feldispatların ayrışmalarıyla meydana gelmiş epidot bulunduğu; biyotitlerin limonitleştiği ve kloritleştiği saptanmıştır.

Lavlarda yapılan petrografik incelemelerle, bunların genellikle porfirik, yer yer felsitik, hyalopilitik, mikrolitik, pilotaksitik dokuda olup, fenokristal olarak, biyotit» plajiyoklas, (yer yer hipidiyomorf - idiyomorf), kuvars, piroksen (ojit ve hipersten), alkali feldispat (sanidin), ender

olarak amfibol (hornblend) feno kristalleri içerdiği; hamurun genellikle volkanik camdan ve feldispat mikrolitlerinden oluştuğu, hamurda yer yer killeşme olduğu saptanmış ve Andezit - Trakiandezit - Latit - Dasit - Riyodasit ve Riyolit türde oldukları saptanmıştır.

Birinci evre lavlarından toplanan 23 adet örneğin kimyasal analizleri yaptırılmış ve Çizelge 2 ve Çizelge 3 te belirtilmiştir. Ayrıca Burri ve diğerleri (1967) tarafından yapılan 5 analiz de (BD 19 - BD 20 - BD 21 - BD 22 - BD 23) göz önüne alınarak toplam 28 örneğin analiz sonucu incelenmiştir. Lavlarda  $\text{SiO}_2$  içerikleri % 55, 58-72, 81 arasında değişmektedir.  $\text{CaO}$  içerikleri % 0,70-6, 40 arasında;  $\text{MgO}$  ise % 0,40 - 2, 62 arasında değerler verir. Alkalilerden  $\text{Na}_2\text{O}$  % 3,10 - 4,57,  $\text{K}_2\text{O}$  ise % 2,69 - 5,19 arasında olup yüksektir.

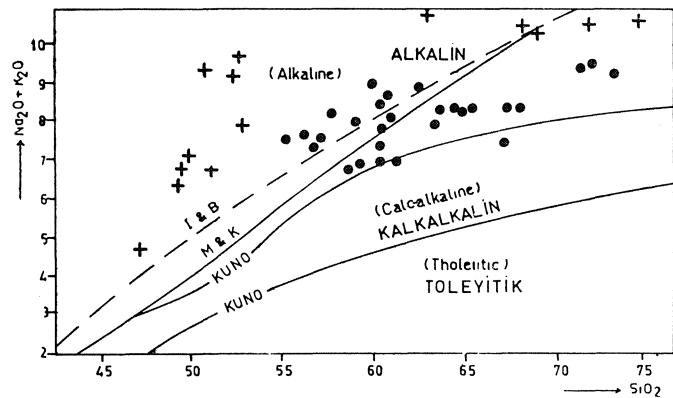
Birinci evre lavlarının alkali ( $\text{Na}^+\text{O}+\text{K}^+\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  kapsamına göre sınıflandırılmaları yapıldığında (Şekil 3); Irvine ve Baragar (1971), Macdonald ve Katsura (1964) ve Kuno (1960) ayırım hatları gözönüne alındığında, yüksek alkali içeriklerinden dolayı hem alkalin, hem de kalkalkalin bölgeye düştükleri görülmektedir. Daha doğrusu, kalkalkalin nitelikli olmalarına karşın, yüksek alkali kapsamlarından dolayı bir kısmı alkalin kesime düşmektedir.

Lavların toplam demir ( $\text{FeO}+\text{Fe}^+\text{Og}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  içeriklerini göz önüne alarak, Aramaki (1963) diyagramlarını yapacak olursak (Şekil 4), yine hem kalkalkalin, hem de alkalin nitelikli olduklarını görürüz.

Örneklerin ( $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) / ( $\text{FeO}+\text{Fe}^+\text{Pg}+\text{MgO}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  içeriklerine göre düzenlenmiş bir başka diyagramları yapılacak olunursa bunların Brown ve Schairer (1971) ve Keller (1966) nın önerdikleri, hem kalkalkalin, hem de alkalin trendler ile uyum sağladıkları belirlenmektedir.

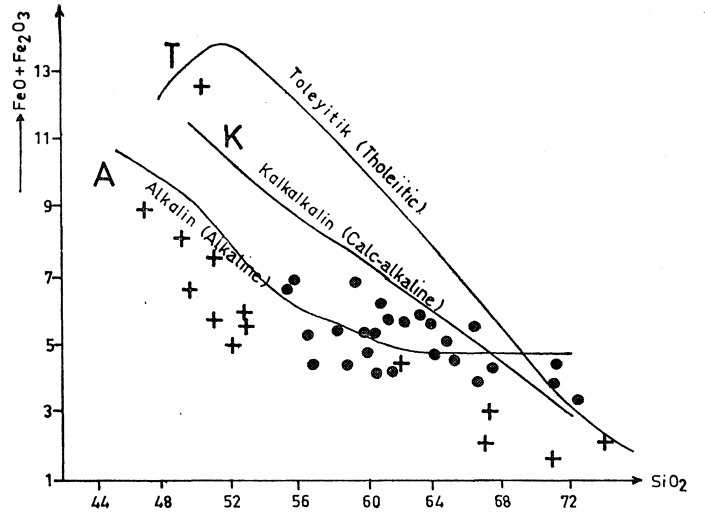
Lavların ( $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ ) / ( $\text{K}^++\text{Na}^+\text{O}+\text{CaO}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  içerikleri göz önüne alınarak Keller ve diğerleri (1978) ne göre diyagramları yapıldığında (Şekil 8) yine hem alkalin, hem de kalkalkalin bölgeye düştükleri ve daha çok Andezit, Dasit, Riyodasit ve Riyolit nitelikte oldukları belirlenmektedir.

Volkanitlerin kimyasal yoldan adlandırılmaları da yapılmıştır. Bu amaçla ilk kez alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$



Şekil 3. Volkanitlerin alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  içeriklerine göre sınıflandırılmaları.

Figure 3. Classification of the volcanics according to their alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) and  $\text{SiO}_2$  contents.



Şekil 4. Volkanitlerin Aramaki (1963) diyagramı.

Figure 4. Aramaki (1963) diagram of the volcanics.

içerikleri göz önüne alınarak Cox ve diğerleri (1979) tarafından önerilen diyagramları da (Şekil 5) hazırlanmıştır. Bu diyagramda birinci evre lavlarının Latit-Dasit-Riyolit olarak adlanabilecekleri ortaya çıkmıştır, örnekler potasiktir. Ancak pek azında potasyum içeriği, sodyuma nazaran daha azdır ve bunlar latit değil de Trakiandezit olarak adlanmalıdır. BD 12, BD 5, BD 3 ve BD 14 numaralı örneklerin, bu burumda «Trakiandezit» olarak adlanmaları gerekmektedir- Lavların Cox ve diğerleri (1979) a göre diyagramda bulunan adlanmaları çizelgelerde de gösterilmiştir.

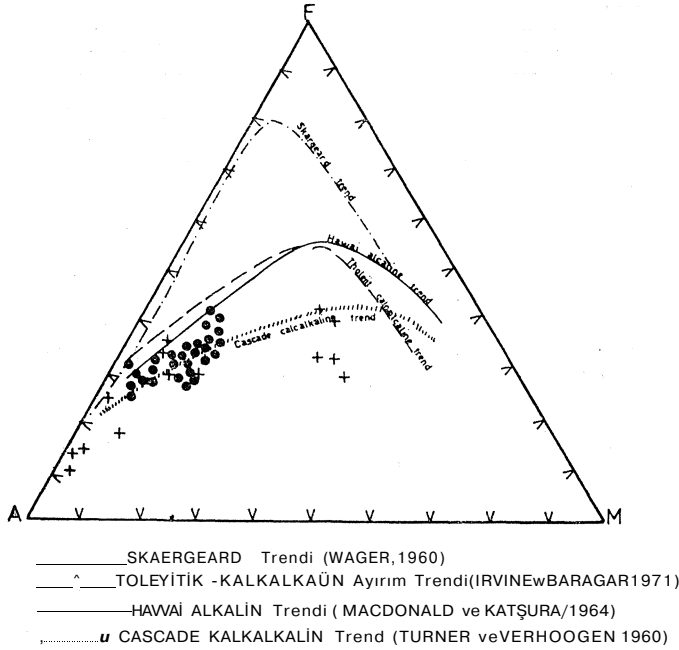
Volkanitlerin bu kez,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{SiO}_2$  içerikleri göz önüne\* alınarak Peccerillo ve Taylor (1976) a göre kimyasal yoldan adlandırılmaları da yapılmış (Şekil 6) ve lavların yüksek potasyumlu kalkalkalin seri ile Şoşonitik seriye ait oldukları, yüksek potasyumlu kalkalkalin olanların Andezit-Dasit-Riyolit; Şoşonitik seriye ait olanların ise Şoşonit-Latit-Trakit olarak adlanabilecekleri ortaya çıkmıştır.

Bu suretle, tüm petrokimyasal veriler, birinci evre lavlarının yüksek potasyumlu kalkalkalin nitelikte olup, yer yer de potasyum içeriklerinin artarak şoşonitik özellikler gösterdiğini kanıtlamaktadır.

Şoşonitik lavlar üzerinde çalışmalar yapan araştırmacılar, genel olarak bunların potasyum değeri yüksek özel bir volkanik topluluk olduklarını; hem kalkalkalin hem de alkalin bireyler içerdiklerini ve genellikle ada yaylarında, yitim zonu ürünü olarak ve en son oluştuklarını kabullenmişlerdir (Morrison, 1980). Ancak şoşonitik volkanitler zaman zaman da ender olarak kıta içlerinde oluşabilmektedir. Batı Anadolu'da da son yapılan çalışmalarla, Bodrum yarımadasından daha başka yerlerde (Denizli, Söke) de şoşonitik Tersiyer volkanitleri bulunduğu (Ercan ve diğerleri, 1982-b) saptanmıştır- Şoşonitik lavlar, araştırmacıların yaptıkları çalışmalara göre alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  içerikleri göz önüne alınarak yapılan diyagramlarda alkalin bölgeye düşerler. Gerçekten de, inceleme alanındaki birinci evre volkanitlerinin şoşonitik nitelikte olanları» diyagramlarında (Şekil 3) alkalin bölgeye düşmüşlerdir. Şoşonitlerde  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oranları 1 ve daha büyük olur. Çizelge 2







Şekil 7- Volkanitlerin AFM üçgen diyagramı.  
Figure 7- AFM Triangular diagram of the volcanics-

ca ince kesitlerinde saptanan ejirin kristalleri de Komen-ditik lavlarda ayırtman mineraldir- Ülkemizde peralkalin tür-de lavın çok ender oluşu, bu konuda yeterli çalışma olmayışı nedeniyle inceleme alanındaki peralkalin lavlar yeterince ayrıntılı olarak incelenememiştir. Esasen peralkalin volka-nitler dünyada da henüz yeterince ayrıntıda çalışılmamış-tır, tartışmalıdır.

İkinci evre lavlarının Rittmann indisleri de hesaplanmış  $a = (Na_2O + K_2O)^2 / (SiO_2 - 43)$  ve 3,71 - 10,84 tanımıştır.)

İkinci evre volkanitlerinin de kimyasal yoldan adlan-dırılmaları yapılmıştır. Bu amaçla, ilk kez lavların alkali ve  $SiO_2$  içerikleri göz önüne alınarak Cox diyagramları yapılmış (Şekil 5) ve Bazalt-Hawaii-Trakibazalt-Trakit-Riyolit olarak adlanabilecekleri ortaya çıkmıştır. Tüm örnekler potassiklerdir. Bir örnekte (BD 18) Benmorit olarak adlanmıştır- Ancak Cox ve diğerleri (1979) ne göre potassik olan Benmoritlerin «Tristanit» olarak adlanmaları gerektiğinden, örneği «Tristanit» olarak adlamak daha uygundur. Riyolitler ise aynı araştırmacılara göre «Alkali Riyolit» olarak adlandırılırlar.

Volkanitlerin bu kez,  $K_2O$  ve  $SiO_2$  içerikleri göz önüne alınarak Peccerillo ve Taylor (1976) ya göre adlandırılmaları yapıldığında (Şekil 6); tüm örnekler potassik olduklarından, yüksek potasyum içerikleri nedeniyle bunların normal alkali değil de şoşonitik özellikler de gösterdikleri ve şoşonitik bazalt (Absorakit)-Şoşonit-Latit-Trakit ve Alkali Riyolit olarak adlanabilecekleri belirlenir.

Bu suretle, tüm petrokimyasal veriler, ikinci evre volkanitlerinin esas olarak alkali nitelikte olup, yer yer de (özellikle silisi düşük olan bazaltik lavların) şoşonitik özellikler gösterdiklerini kanıtlamaktadır. Şoşonitik lavlarda  $K_2O/Na_2O$  oranı genellikle 1 ve daha yüksek değerler ver-

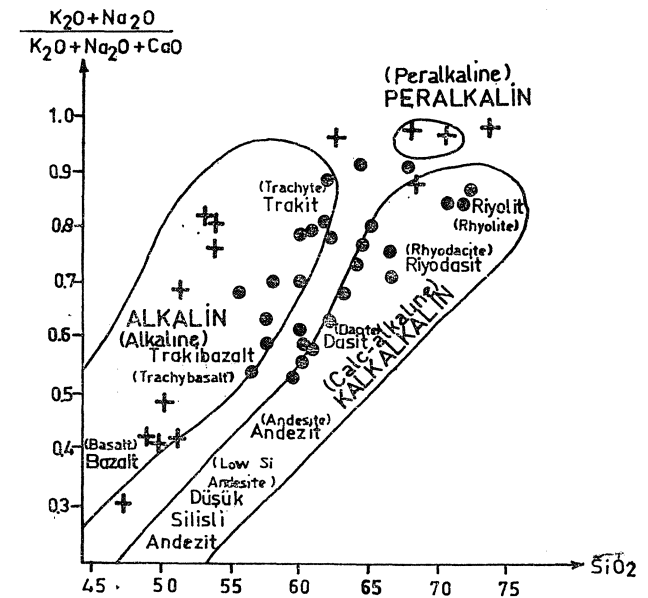
mektedir. Çizelge 4 te de izlenebileceği gibi, ikinci evre lavlarında bu değer 1 den yüksektir.

Volkanitlerin AFM üçgen diyagramları da yapılmış olup (Şekil 7) özellikle düşük silisli bazaltik lavların, şoşonitlerin bölgesinde ortada kümelenedikleri; diğer yüksek silisli lavların ise normal alkalin ve kalkalkalin trendler ile uyum sağladıkları saptanmıştır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA,

Birinci ve ikinci evre Bodrum volkanik kay açlarında yapılan petrokimyasal incelemelerle, birinci evre volkanitlerinin, yüksek potasyumlu kalkalkalin nitelikte olup yer yer de potasyum içeriklerinin artarak şoşonitik özellikler gösterdikleri; ikinci evre lavlarının da esas olarak alkalin nitelikte olup, yer yer peralkalin oldukları ve zaman zaman da yüksek potasyum içeriklerinden dolayı yine şoşonitik özellikler gösterdikleri belirlenmiş olmaktadır.

Batı Anadolu'da çoğun kalkalkalin, yer yer alkalin ve bazı bölgelerde de şoşonitik nitelikte volkanizmanın tüm Miyosen devri boyunca, özellikle Orta Miyosenden sonra etkin olduğu, son yıllarda yapılan volkanolojik incelemelerle ortaya çıkmıştır. (Borsi ve diğerleri, 1972; Innocenti ve Mazzuoli, 1972; Savaşçın 1978; Kaya ve Savaşçın 1981; Sunder 1979; Ercan 1979; Ercan ve diğerleri 1979; Ercan ve Günay 1981; Ercan 1981-a; Ercan 1981-b; Ercan 1982; Ercan ve öztunalı 1982; Ercan ve diğerleri, 1982-a-b-c). Çeşitli evrelerle bir süre Pliyosende de süregelen ve yer yer de Kuaternerde etkinlik gösteren volkanizmanın kökeni konusunda çeşitli görüşler öne sürülmekte ise de, araştırmacıların birleştikleri en önemli fikir, bunların bir yitim zonundan ziyade bölgede egemen olan tansiyon rejimi sonucu oluşan kıtasal riftleşme ürünü olduklarıdır, özellikle Batı Anado-



Şekil 8. Volkanitlerin  $(K_2O + Na_2O) / (K_2O + Na_2O + CaO)$  ve  $SiO_2$  diyagramı

Figure 8.  $(K_2O + Na_2O) / (K_2O + Na_2O + CaO)$  and  $SiO_2$  diyagram of the volcanics.

ÖRNEK NO VE ALINDIĞI YER (Sample No)	BD 26 YALIKAVAK KOYU	BD 23	BD 12 GERİŞ KOYU	BD 13 FARILYA KOYU	BD 4 KARAINCIR KOYU	BD 22	BD 2 PEKİMET. KOYU	BD 5 ESKİ FENER ADASI	BD 7 YALIKAVAK KOYU	BD 19	BD 20	BD 21	BD 3 AKÇAALAN Mah.	BD 28 YAŞIKÖY
SiO <sub>2</sub>	55.58	55.70	56.61	56.67	57.04	58.50	58.64	59.25	59.61	60.00	60.10	60.40	60.45	60.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		17.50				16.60				16.30	16.80	16.80		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.97	5.60	3.91	6.88	2.58	4.10	1.00	5.85	3.55	3.10	4.40	4.70	1.62	4.96
FeO	1.76	1.25	1.36	0.43	1.65	1.30	3.30	1.01	1.81	1.80	0.95	0.35	2.37	1.23
MnO	0.12	0.10	0.15	0.14	0.06	0.08	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.13	0.18
MgO	2.62	2.10	2.62	2.14	1.94	2.60	2.23	1.59	1.39	2.60	1.60	1.60	2.17	2.15
CaO	3.38	6.40	4.18	5.30	3.43	5.90	3.23	4.14	2.30	5.90	5.20	5.60	1.74	1.82
Na <sub>2</sub> O	3.63	3.60	3.93	4.55	4.03	3.20	3.72	3.92	4.26	3.10	3.70	3.70	3.88	3.13
K <sub>2</sub> O	3.83	4.10	3.34	2.77	4.19	3.60	4.39	2.82	4.79	3.80	4.00	4.10	3.43	5.07
TiO <sub>2</sub>		0.70				0.55				0.55	0.60	0.50		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.49			0.57	0.33	0.42		0.68	0.25	0.32	0.30	0.38	
H <sub>2</sub> O	1.55	1.80	3.50	1.48	2.06	3.40	4.24	2.21	1.33	2.10	2.10	1.40	2.60	2.45
(Peccerillo&Taylor Nomenclature) ORNEĞİN PECCERILLO ve TAYLOR'A GÖRE ADLANMASI	SOŞONİT	SOŞONİT	LATİT	ANDEZİT (Yüksek K'lu)	LATİT	LATİT	LATİT	ANDEZİT (Yüksek K'lu)	LATİT	LATİT	LATİT	LATİT	ANDEZİT (Yüksek K'lu)	LATİT
ÖRNEĞİN COX ve DİĞERLERİNE GÖRE ADLANMASI (Cox et al Nomenclature)	LATİT	LATİT	LATİT	LATİT (Traki-andezit)	LATİT	LATİT	LATİT	LATİT (Traki-andezit)	LATİT	LATİT	LATİT	LATİT	LATİT (Traki-andezit)	LATİT
σ	4.42	4.66	3.91	3.91	4.81	2.98	4.20	2.79	4.93	2.80	3.46	3.49	3.06	3.76
K <sub>2</sub> O / Na <sub>2</sub> O	1.05	1.13	0.84	0.60	1.03	1.12	1.18	0.72	1.12	1.22	1.08	1.10	0.88	1.61
K <sub>2</sub> O / SiO <sub>2</sub>	0.069	0.073	0.059	0.048	0.073	0.061	0.074	0.047	0.080	0.063	0.066	0.067	0.056	0.083
(K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O)/(K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+CaO)	0.69	0.54	0.63	0.58	0.71	0.53	0.71	0.62	0.79	0.54	0.59	0.58	0.80	0.81
(FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/(FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +MgO)	0.72	0.76	0.66	0.77	0.68	0.67	0.66	0.81	0.79	0.65	0.77	0.76	0.64	0.74
FAM	F 39.19 A 45.73 M 16.07	39.09 47.85 13.05	32.92 49.35 17.72	41.16 45.52 13.31	28.11 58.17 13.72	34.67 47.25 18.07	28.88 55.77 15.34	42.94 46.16 10.89	32.40 58.60 9.00	32.57 48.97 18.45	34.55 54.18 11.26	32.76 55.79 11.45	28.75 5.96 16.30	35.48 51.12 13.40
KAYAÇ GRUPLARI (Rocks groups) DİYAGRAMLARDA KULLANILAN SİMGE (Symbol)	<b>BİRİNCİ EVRE KALKALKALİN VOLKANİZMA</b> (FIRST STAGE CALC-ALKALINE VOLCANISM)													

ÖRNEK NO VE ALINDIĞI YER (Sample No)	BD 29 MANDIRA KOYU	BD 14 GİRENBELEN KOYU	BD 33 TURGUT REİS	BD 32 SOYTAŞ TATIL KOYU	BD 30 YALIKAVAK KOYU	BD 6 ESKİ FENER ADASI	BD 31 FARILYA KOYU	BD 34 AŞAĞI GÖL KOYU	BD 35 AKÇAALAN Mah.	BD 36 İSLAM HANELERİ KOYU	BD 37 ÇATAI ADA	BD 38 KARAINCIR KOYU	BD 40 ÇATAI ADA	BD 41 ÇATAI ADA
SiO <sub>2</sub>	60.87	61.42	62.20	63.51	63.52	64.25	64.84	65.14	66.41	66.42	67.49	71.46	71.53	72.81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>														
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.96	4.63	4.58	3.73	2.06	4.32	3.94	2.85	1.11	4.61	3.27	2.88	3.48	2.46
FeO	1.13	1.10	1.19	1.92	3.81	0.36	1.23	1.52	2.81	0.99	0.96	1.05	1.14	1.11
MnO	0.07	0.15	0.09	0.07	0.10	0.09	0.08	0.37	0.12	0.17	0.06	0.07	0.05	0.04
MgO	0.91	2.37	1.70	1.98	2.25	0.40	1.65	1.13	1.94	1.67	1.11	0.95	1.27	1.06
CaO	1.16	3.90	2.40	2.90	3.64	0.70	2.48	2.08	2.38	3.48	0.78	1.47	1.51	1.35
Na <sub>2</sub> O	3.68	4.18	3.71	3.88	3.59	4.57	3.92	4.09	3.12	4.16	3.35	4.45	4.22	4.06
K <sub>2</sub> O	4.82	2.69	5.06	3.98	4.46	4.04	4.38	4.73	4.28	4.40	5.19	4.81	5.11	5.16
TiO <sub>2</sub>														
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>														
H <sub>2</sub> O	0.89	1.08	3.01	1.10	0.33	2.08	0.59	0.43	4.04	0.97	0.63	0.68	1.20	1.00
(Peccerillo&Taylor Nomenclature) ORNEĞİN PECCERILLO ve TAYLOR'A GÖRE ADLANMASI	LATİT	ANDEZİT (Yüksek K'lu)	LATİT	DASİT (Yüksek K'lu)	TRAKİT	DASİT (Yüksek K'lu)	DASİT (Yüksek K'lu)	DASİT (Yüksek K'lu)	DASİT (Yüksek K'lu)	DASİT (Yüksek K'lu)	TRAKİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT
ÖRNEĞİN COX ve DİĞERLERİNE GÖRE ADLANMASI (Cox et al Nomenclature)	LATİT	LATİT (Traki-andezit)	LATİT	LATİT	LATİT	DASİT	DASİT	DASİT	DASİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT
σ	4.04	2.56	4.00	3.01	3.15	3.85	3.15	3.12	2.34	3.12	2.97	3.01	3.05	2.85
K <sub>2</sub> O / Na <sub>2</sub> O	1.31	0.64	1.36	4.02	1.24	0.88	1.11	1.03	1.37	1.05	1.55	1.08	1.21	1.27
K <sub>2</sub> O / SiO <sub>2</sub>	0.079	0.043	0.081	0.062	0.070	0.062	0.067	0.065	0.064	0.066	0.077	0.067	0.071	0.070
(K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O)/(K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+CaO)	0.88	0.63	0.78	0.73	0.69	0.92	0.77	0.80	0.75	0.71	0.91	0.86	0.86	0.87
(FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/(FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +MgO)	0.81	0.70	0.77	0.74	0.72	0.92	0.75	0.79	0.67	0.77	0.79	0.80	0.78	0.77
FAM	F 28.74 A 64.37 M 6.89	36.32 47.34 16.34	33.66 55.57 10.77	34.90 52.00 13.10	35.48 50.43 14.09	32.01 64.98 3.01	32.42 56.38 11.20	30.16 61.49 8.35	28.97 56.27 14.75	33.44 55.69 10.86	28.80 63.01 8.19	26.29 66.86 6.85	28.72 62.74 8.54	24.44 67.79 7.77
KAYAÇ GRUPLARI (Rocks groups) DİYAGRAMLARDA KULLANILAN SİMGE (Symbol)	<b>BİRİNCİ EVRE KALKALKALİN VOLKANİZMA</b> (FIRST STAGE CALC-ALKALINE VOLCANISM)													

lu'nun Ege kıyılarında (Bodrum, Kuşadası, Karaburun, Urla, Foça, Dikili, Ayvalık-Ezine) kalkalkali-alkali volkanitler ve küçük plütonlar bir arada bulunurlar ve geniş yayılım gösterirler. Bu magmatik kaya toplulukları, yüksek açılı büyüme faylarının denetiminde yükselmişlerdir (Savaşçın, 1981). Kuvaternere dek süren volkanizma üst düzeylere doğru alkali bazaltik ürünlerin baskınlığı ile belirgindir. Alkali bazaltik volkanitler birincil manto kökenlidirler. Bunun yanısıra yersel olarak aynı alkali bazaltik birim içinde olası kabuksal etkilenmelerin geçiş türlerini yansıtan hibridik magmanın ürünleri de gözlenir. Manto malzemesinin yükselme yolu olan büyüme faylarının çok derinlere kadar inen kırık sistemleri olmaları gerekir- Bu tür kırık sistemleri, yaşlı çizgiselliklerin genç zamanlarda yukarı varması ile gerçekleşmiş olabilirler (Savaşçın, 1981) • Grabenlere ve yapısal çizgiselliklere bağımlılık, özellikle alkaliler için çok eski çalışmalardan beri izlenmektedir. Alkali nitelikli lavlar, levha içi açılmalarla ilksel magmanın, sorguç (plume) yolu ile yükselmesi sonucu oluşurlar ve bölümsel kabuksal ergimelerle kendilerine eşlik eden kalkalkalin lavların gelişimine de neden olurlar- Bazaltik volkanitleri oluşturan ilkel alkalin magma, üzerindeki kalkalkalin magma ile önceleri karışarak, sonra da karışmadan aynı zonlara bağlı olarak söz konusu biraradalığı oluşturmuştur ve bu karışmanın (hibridleşmenin) ürünü olarak ortaç volkanitler oluşurlar ve egemen magma, oranına göre kalkalkalin, alkalin ya da şoşonitik nitelikler gösterirler.

öte yandan, Batı Anadolu'da özellikle asitik kalkalkalin volkanitlerin (birinci evre Bodrum lavlarının benzerleri) 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, içlerinde yer yer granitik ksenolitler dahi bulunduğunu saptamıştır- Daha sonra İzmir-Seferihisar riyolitlerinde çalışan Borsi ve diğerleri (1972), bunların kıta kabuğu kökenli olduklarını ve ilksel Sr izotop oranlarının  $Sr\ 87/Sr\ 86=0.7121$  olup, bu değer de üst kabuk kökenli materyali belirttiğini öne sürmüşlerdir. Keller ve Villari (1972), Afyon yöresindeki asitik volkanizmanın yine kabuk kökenli olduklarını öne sürmüşlerdir. Sunder (1979) Eskişehir-Kırka asitik lavlarının; özgenç (1978) İzmir-Cumaovası riyolitlerinin; Ercan (1982) Gördes (Manisa) asitik lavlarının; Ercan ve Öztunalı (1982) Demirci-Selendi (Manisa) asitik lavlarının kabuk kökenli olup, anatektik olaylar sonucu, ergiyen kabuk gereğinden oluştuklarını belirtmişlerdir.

Bu incelemelerin yanısıra, Batı Anadolu'da bu kabuksal malzeme ürünü kalkalkalin volkanizmanın gençleştiği, alkali karakter kazandığı da son yapılan çalışmalarla saptanmıştır, örneğin, Ayvalık çevresinde (Dora ve Savaşçın, 1982), Dikili-Bergama yöresinde (Ercan

1981-a), Karaburun, Urla, Foça ve Ezine dolaylarında (Savaşçın, 1981) aynen Bodrum yarımadasında olduğu gibi, başlangıçta kalkalkalin nitelikte olan volkanizma, daha sonra alkalin nitelikte olan volkanizmaya dönüşmektedir. Bu konuda en son öne sürülen kuram ise, Ege tansiyon tektoniğinin, daha önce kalınlaşmış ve kısmen ergimiş bulunan kıta kabuğunu etkilediği ve kalkalkalin kıta kabuğu ile alkalin nitelikli manto kökenli bir magmanın karışmasına yol açtığına ilişkin kuramdır (Yılmaz ve Şengör 1982). Bu karışım Kuvaternere kadar çıkarak tükenmiş ve Kuvaternerden itibaren Ege bölgesinde normal rift tipi alkalin magmatizma görülmeye başlanmıştır.

Gerçekten de inceleme alanında ilk kez birinci evre ile kalkalkalin nitelikli volkanitler etkin olmuşlardır. Ancak kalkalkalin lavlar, Güney Ege denizinde Yunan adalarında yer alan ve aktif yitim zonundan türeyen Ege denizi Pliyo-Kuvaterner ada yayı volkanizmasının (Ercan, 1980) gerçek kalkalkalin lavlarından farklı olup hibrid bir magma söz konusudur. Lavların yüksek potasyumlu kalkalkalin nitelikte olanları, kıta kabuğunun anateksisi ile oluşmuştur. Bu durumda inceleme alanında ilk kez Yüksek Potasyumlu Andezitik-Dasitik-Riyodasitik ve Riyolitik türde kalkalkalin ürünler meydana gelmiş olmaktadır. Daha sonra, zaman geçtikçe bu kalkalkalin magma, alkali nitelikli manto ürünü primer magma ile karışmaya başlamış ve Şoşonitik türde Latit ve Trakiandezit bileşiminde lavlar oluşmuşlardır. Bu suretle birinci volkanik evre sona ermiştir- Zaman geçtikçe ikinci volkanik evre etkin olmaya başlamış ve başlangıçta yine şoşonitik özellikler gösteren şoşonitik bazalt ve Şoşonitler oluşturmaya devam etmiştir. Daha ileri safhalarda ise magma, tamamen alkalin niteliğe bürünmüş ve alkali Trakibazaltlar, Benmorit (Tristanit)ler, Trakitler, Komenditik Trakitler ve alkali dizinin en son ürünü olan alkali Riyolitler (Komenditler) in oluşmalarıyla biten volkanizma. Batı Anadolu'da egemen olan, tansiyon rejimi sonucu oluşan kıtasal riftleşme ürünü olarak meydana gelmiştir. Özellikle alkali volkanitler, KB-GD yönlü ve Batı Anadolu graben sistemini yansıtan fay hatları boyunca dizili dayklar şekindedirler- Batı Anadolu'da Ortaya Miyosenden bu yana bir graben sistemi geliştiğine ve % 50 oranında K-G yönde genişleme geçirdiğine ilişkin bazı veriler elde edilmiştir. (Şengör, 1978). Batı Anadolu graben sistemi, Arabistan ve Avrasya plakalarının Miyosen başındaki çarpışmasının bir sonucu olarak meydana gelmiştir, ve doğu Anadolu'daki bu çarpışmanın, Kuzey Anadolu transform fayı ile Batıya doğru iletilmesi sonucu (Şengör, 1980) oluşmuştur. Anadolu plakasının Batıya doğru olan hareketinin Yunan makaslama zonu boyunca frenlenmesi, bölgede genel bir D-B yönde sıkışmaya neden olmuş (Şengör ve Yılmaz, 1981) ve bu D-B yönde sıkışma sonucu K-G yönde açılmalar başlamıştır, öte yandan, daha önce kalınlaşmış olan kıta kabuğu, derin kesimlerde kısmi ergimelere başlamış ve anatektik bu kısmi ergime ile Batı Anadolu'da yaygın Miyosen yaşlı kalkalkalin volkanizma, açılma sonucu oluşan kırık sistemleri ile yeryüzüne ulaşmaya başlamıştır (Ercan ve Öztunalı, 1982). Batı Anadolu'da Orta Miyosenden bu yana etkin olmaya başlayan tektonik olaylar, graben sistemlerinin hareketliliği, günümüzde de devam etmektedir. Dumont ve diğerleri (1981), bölgedeki Miyosen-Kuvaterner çökellerindeki faylarda incelemeler yaparak bu zaman aralığındaki tektonik basınç ve çekim yönlerini saptamışlar ve grabenleşmenin arka ar-

Çizelge 2. ve 3. İnceleme alanındaki birinci evre kalkalkalin volkanitlerin majör element kimyasal analizleri ve çeşitli parametreleri.

Table 2 and 3. Major element chemical analyses and various parameters of the first stage calc-alkaline volcanics in the investigated area-

ÖRNEK NO VE ALINDIĞI YER	BD 15 BİTEZ KÖYÜ	BD 11 AKTUR TATIL KÖYÜ	BD 24 ORTAKENT KD'su	BD 16 BİTEZ KÖYÜ	BD 1 GERİŞ KÖYÜ	BD 17 AKTUR TATIL KÖYÜ	BD 9 VAŞIKÖY	BD 18 KADI KALESİ Mah.	BD 25 YALIKAVAK KÖYÜ	BD 10 AKTUR TATIL KÖYÜ	BD 8 YALIKAVAK KÖYÜ	BD 27 KUÇUR TAPAN ADASI	BD 39 GUMUŞLUK KÖYÜ	BD 42 GUMUŞLUK
SiO <sub>2</sub>	47.07	48.44	49.90	50.07	51.18	51.27	52.64	52.94	52.94	62.27	67.23	67.70	71.53	74.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.60		12.50	13.01		15.13								
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.83	3.81	1.70	2.76	2.43	2.48	3.24	2.44	4.01	3.85	0.98	1.81	0.71	1.21
FeO	5.08	4.21	4.90	9.95	3.06	4.97	1.69	3.49	1.63	0.50	1.16	1.20	0.81	0.88
MnO		0.18	0.13		0.12		0.09	0.10	0.03	0.12	0.04	0.11	0.02	0.01
MgO	6.28	8.67	9.80	10.32	2.69	7.68	1.54	1.38	1.28	0.28	0.27	1.29	0.25	0.19
CaO	10.52	8.32	9.50	7.84	4.15	9.35	1.99	2.24	2.52	0.27	0.12	1.41	0.23	0.02
Na <sub>2</sub> O	2.42	2.87	2.20	1.91	4.12	2.59	4.26	4.61	3.44	6.47	4.71	4.46	4.61	4.83
K <sub>2</sub> O	2.24	3.32	4.60	5.16	5.30	3.89	4.79	5.09	4.58	5.02	5.70	5.80	5.91	5.92
TiO <sub>2</sub>	1.48		1.10	1.30		0.91								
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			0.75		0.25		0.80				0.40			
H <sub>2</sub> O	3.33	2.06	2.30	3.07	3.07	1.78	3.41	0.49	1.19	0.50	0.70	0.94	0.80	1.35
(Peccerillo & Taylor Nomenclature) ÖRNEĞİN PECCERILLO ve TAYLOR A GÖRE ADLANMASI	ŞOŞONİTİK BAZALT	ŞOŞONİTİK BAZALT	ŞOŞONİTİK BAZALT	ŞOŞONİTİK BAZALT	ŞOŞONİTİK BAZALT	ŞOŞONİTİK BAZALT	ŞOŞONİT	ŞOŞONİT	ŞOŞONİT	LATİT	TRAKİT	TRAKİT	RIYOLİT (AİKALİ)	RIYOLİT (AİKALİ)
ÖRNEĞİN COX ve DİĞERLERİNE GÖRE ADLANMASI (Cox et al Nomenclature)	BAZALT	HAWAİT	HAWAİT	TRAKİ - BAZALT	TRAKİ - BAZALT	HAWAİT	TRAKİ - BAZALT	BENMORİT (Tristanit)	TRAKİ - BAZALT	TRAKİT	TRAKİT	TRAKİT	RIYOLİT (AİKALİ)	RIYOLİT (AİKALİ)
$\sigma$	5.33	7.04	6.70	7.07	10.84	5.07	8.49	9.46	6.47	6.85	4.47	4.26	3.88	3.71
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.92	1.15	2.09	2.70	1.28	1.50	1.12	1.10	1.33	0.77	1.21	1.30	1.28	1.22
K <sub>2</sub> O/SiO <sub>2</sub>	0.047	0.068	0.092	0.103	0.103	0.075	0.091	0.096	0.086	0.080	0.084	0.085	0.082	0.080
$\frac{(H_2O + Na_2O)(H_2O + Na_2O + CaO)}{(FeO + Fe_2O_3 + FeO + Fe_2O_3 + MgO)}$	0.30	0.42	0.41	0.47	0.69	0.41	0.82	0.81	0.76	0.97	0.98	0.88	0.97	0.99
F	43.81	33.95	27.92	41.68	30.41	33.71	30.28	33.91	36.03	25.74	16.04	19.68	11.86	15.26
FAM A	23.94	27.51	29.52	23.70	54.02	30.33	59.57	57.86	55.15	72.99	81.84	71.34	86.08	83.33
M	32.25	38.53	42.55	34.61	15.57	35.95	10.14	8.23	8.81	1.77	2.12	8.97	2.05	1.47
KAYAC GRUPLARI (Rocks groups) DİYAGRAMLARDA KULLANILAN SİMGE (Symbol)	İKİNCİ EVRE ALKALİN VOLKANİZMA (SECOND STAGE ALCALINE VOLCANISM)													
	+													

Çizelge 4. İnceleme alanındaki ikinci evre alkalin volkanitlerin major element kimyasal analizleri ve çeşitli parametreleri.

Table 4. Major element chemical analyses and various parameters of the second stage alkaline volcanics in the investigated area-

kaya gelen basınç ve çekim modeli içinde yer aldığı; Batı Anadolu'da halen günümüzde çekim tektoniğinin hüküm sürdüğünü belirtmişlerdir.

Batı Anadolu'da yapılmakta olan ve tam sonuçları alınmayan jeokronolojik, petrokimyasal, petrografik ve tektonik çalışmalar ileride bu konuya daha fazla ışık getirecektir.

#### KATKI BELİRTME

Yazarlar, MTA Enstitüsü Jeoloji Dairesi, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi ve Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesince ortak olarak oluşturulan «Batı Anadolu Tersiyer Mağmatizması ve Stratigrafisi» projesi çalışmalarının bir bölümünü oluşturan bu çalışmada, çeşitli yardımlarını gördükleri MTA Milas Kükürt Aramaları Kamp Şefi Jeo- Y. Müh. Mehmet Şimşek'e; petrografik çalışmalara yardımcı olan MTA'dan petrograf Bülent Çan'a, örneklerin kimyasal analizlerini yapan İstanbul Üniv. Yerbilimleri Fakültesi Kimya Laboratuvarlarında görevli Kimya Müh. Nurten Akbulut ve Hulusi Sezer'e teşekkür ederler.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Aither, R., Keller, J., ve Kott, K-, 1976, Der Jungtertiäre Monzonit von Kos und sein kontakthof (Agais, Griechenland) : Bull. Soc Geol France, 18/2, 403-412,
- Andra, B.E., 1905, Erüptivgesteine im Nordwesten Kleinasiens: inaug. Diss- Univ. Leipzig, 45 s.
- Aramaki, S-, 1963, Geology of Asama Volcano. Japan Fac-Sc Univ. Tokyo, 14, 233-439.
- Bellon, H-, Jarrige JJ. ve Sorel, D., 1979, Les activites magmatiques Egeennes d'Oligocene a nos jours et leurs codres geodynamiques. Donnees nouvelles et synthese. Rev. Geol. Dyna. Geogr. Phys-, 21/1, 41-55.
- Besang, C, Echardt, FJ., Harre, W-, Kreuzer, H. ve Müller, P., 1977, Radiometrische altersbestimmungen an Neogenen erüptivgestein der Turkei: Geol J. b-, B25, 3-36-
- Brinkmann, R-, 1967, Die Südflanke des Menderes masiivs bei Milas, Bodrum und Ören : Ege Üniv. Fen Fak. İlimi Rap- Seri., 43, 12 s-

- Brown, C.M. ve Schairer, J. F., 1971, Chemical and melting relations of some calc-alkaline volcanic rocks: *Geol Soc Amer. Mem-*, 130 139-157.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics in the Eastern Aegean sea: *Bull. Volcanologique*, 36/3, 473-496-
- Burri, V-C Tatar, Y. ve Weibel, M-, 1967, Zur Kenntnis der jungen vulkanite der Halbinsel Bodrum (SW-Turkei) : *Schweiz. Mineral- Petrog. Mitte.*, 47/2, 833-853-
- Burri, V.C ve Davis, E-, 1969 Zur Kenntnis und interpretation der petrographischen provinz des Dodekanes (Südliche Sporaden, Griechenland) . *Prac Akad- Ath-*, 43, 175-181-
- Cox. K-G., Bel, J.D., ve Pankhurst, D-V. 1979, The interpretation of igneous rocks: *George Allen and Unwin Ltd, Londra*, 450 s-
- Davis, EN-, 1968, Zur geologie und petrologie der inseln Nysiros und jali (Dodekanes) : *Geol, Rdsch-*, 57/3, 811-821-
- Di Paola, G.M., 1974, Volcanology and petrology of Nysiros Island (Dodekanese, Greece) : *Bull- Volcanologique*, 38, 944-987-
- Dora, ö-, ve Savaşçın, Y-, 1982, Alibey-Maden adaları (Ayvalık) bölgesi magmatizması: *Tübitak, Doğa Bilim Dergisi (Baskıda)*
- Dumont, J-F-, Uysal, Ş-, Şimşek, Ş. Karamanderesi, İ. H-, ve Letouzey, J., 1981, Güneybatı Anadolu'daki grabenlerin oluşumu: *Maden Tetkik ve Arama Enst- Derg.*, 92, 7-17.
- Dürr, S-T., Altherr.R., Keller, J-, Okruch, M-, ve Seidel, E-, 1978, The median Aegean crystalline Belt; Stratigraphy, Structure, Metamorphism, Magmatism: *Inter-Union comission of geodynamics Scientific Report No- 38, Part. 4*, 455-477-
- Eisma, D-, 1977, Selçuk yakınındaki kumsal (plaj) sınırları, *Türkiye: Jeomorfoloji Derg.*, 6, 149-167.
- Ercan, T-, Dinçel, A-, Türkecan, A-, ve Günay, A-, 1977, Uşak yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi: *Maden Tetkik Arama Enst. Rap- No- 6354*, Ankara (yayımlanmamış),
- Ercan, T-, Dinçel, A., ve Günay, E-, 1979, Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege bölgesindeki yeri: *Türkiye Jeoloji Kur. Bült.* 22/2, 185-198.
- Ercan, T-, 1979, Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması. *Jeoloji Mühendisliği Derg.*, 9, 23-46.
- Ercan, T., 1980, Akdeniz ve Ege Denizindeki Pliyo-Kuvaterner ada yayı volkanizması: *Jeomorfoloji Derg.*, 9, 37-59-
- Ercan, T-, Günay, E-, Baş, H-, ve Can, B-, 1980, Datça yarımadasının Neojen stratigrafisi ve volkanitlerin petrolojisi: *Maden Tetkik Arama Enst. Rap. No- 6799*, Ankara (Yayımlanmamış).
- Ercan, T, ve Günay, E-, 1981, Söke yöresindeki Tersiyer volkanizması ve bölgesel yayılımı: *Jeomorfoloji Derg.*, 10, 117-137.
- Ercan, T-, 1981-a, Batı Anadolu'daki Tersiyer volkanitleri ve Bodrum yarımadasındaki volkanizmanın durumu: *İstanbul Yerbilimleri Derg.*, 2/3-4, 263-281.
- Ercan, T., 1981-b, Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi: *Doktora tezi, İstanbul Üniv. Yerbilimleri Fak. İstanbul*, 165 s.
- Ercan, T., 1982, Gördes volkanitleri, *Türkiye Jeoloji Kur. Bült-*, 26/1, 41-48.
- Ercan, T-, ve Öztunalı, Ö-, 1982, Demirci-Selendi (Manisa) çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanitlerin petrolojisi ve kökensel yorumu: *Hacettepe Yerbilimleri Derg.*, 10, 1 15-
- Ercan, T-, Türkecan, A-, ve Günay, E-, 1982-a, Bodrum yarımadasının jeolojisi: *Maden Tetkik Arama Enst. Derg.*, 97/98, 21-32.
- Ercan, T-, Baş, H-, ve Günay, E-, 1982-b, Denizli volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından kökensel yorumu: *Türkiye jeoloji Kur. Bült* 26/2, 153-159.
- Ercan, T., Günay, E. ve Türkecan, A-, 1982-c, Edremit-Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer Stratigrafisi, magmatik kayaların petrolojisi ve kökensel yorumu: *Türkiye jeoloji Kur. Bült.*, 27/1, 21-30.
- Ferrara, C, Fytikas, M-, Giuliani, O-, ve Marinelli, C, 1978, Age of the formation of the Aegean active volcanic arc: *Papers and Proceeding of the second international Scientific congress, Santorini, Greece*, 37-41.
- Flügel, H. ve Metz, K. 1954, Bericht über die 1952 durchgeführte kartierung des Raumes Bodrum und Muğla: *Maden Tetkik ve Arama Enst. Derleme Rap. No. 2799*, (Yayımlanmamış) •
- Fytikas, M-, Givliani, O-, Innocenti, F., Marinelli, G. ve Mazzuoli, R-, 1976, Geochronological data on recent magmatism of the Aegean sea. *Tectonophysics*, 31» T29-T34.
- Galanapoulos, A-, 1974, On the tectonic processes along the Hellenic arc: *Annali di Geofisica*, 27/3-4, 429-442.
- Hakyemez, Y. ve örçen, S-, 1982, Denizli-Muğla arasındaki Senozoyik yaşlı çökel kayaların sedimentolojisi ve biyostratigrafisi: *Maden Tetkik ve Arama Enst. Derleme Rap. (Yayımlanmamış)*.
- Hietanen, A., 1963, Idaha batholith near Pierce and Bungalov: *Prof. Paper U-S- Geol. Surv-*, 344-D.
- Hedervari, P-, 1976, Some comparisons between Santorini and Krakatau volcanoes: *Inter. Cong. Therm. Wat. Geoth. Ener. and Volcan. of the Medit- Area*, *Proceedings* 3, 63-75-
- Irvine, T.N., ve Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: *Can- Jour. Earth- Sci-*, 8, 523-548-
- Innocenti, F-, ve Mazzuoli, R-, 1972, Petrology of the Izmir-Karaburun volcanic area: *Bull. Volcanologique*, 31/1, 83-103.
- Kaya, O- ve Savaşçın, Y-, 1981, Petrologie significance of the Miocene volcanic rocks in Menemen, West Anatolia. *Aegean Earth Sciences*, 1/1-2, 45-58.
- Keller, J-, 1966, Die geologie der insel Salina (Aolische inseln) *Diss, Freiburg I.B.*, 183 s.
- Keller, J-, 1969; Origin of rhyolites by anatectic melting of granitic crustal rocks: *Bull. Volcanologique*, 33/3, 942-959.
- Keller, J. ve Villari, R-, 1972, Rhyolitic ignimbrite in the region of Afyon (Central Anatolia) : *Bull. Volcanologique*, 36, 342-358-

- Keller, X, Ryan-, W.B.F., Ninkovich, D. ve Altherr, R., 1978, Explosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200000 years as recorded in deep-sea sediments-. Geol. Soc Amer. Bull. 89, 591-604.
- Kiskyras, D-, 1964, Quelques opinions sur le volcanisme et la tectonique de l'Égée. Bull. Geol. Soc Greece, 6/1, 84-112.
- Kuno, H., 1960, High-Alumina basalt: Journal of Petrology, 1, 121-145.
- Le Maitre, R.W., 1976, The chemical variability of some common igneous rocks: Journal of Petrology, 17/4, 589-637.
- Macdonald, G.A. ve Katsura, J-, 1964. Chemical Composition of Hawaiian lavas. Journal of Petrology, 5, 82-133.
- Macdonald, R., 1974, Nomenclature and petrochemistry of the peralkaline oversaturated extrusive rocks. Bull-Volcanologique, 38/3, 498-516.
- Meissner, B-, 1976, Das Neogen von Ost-Samos. Sedimentationsgeschichte und korrelation: NJ.B. Geol. Palaont Abh. 152/2, 161-176.
- Morrison, G.W., 1980, Characteristics and tectonic setting of the shoshonite rock association: Lithos, 13, 97-108.
- Murat, E. ve Puchelt, H-, 1976, Petrology of the Christiana Islands southern Aegean Sea: Inter. Cong., Therm. Wat. Geoth. Ener. and Vulcan- of the Medit Area, Proceedings 3, 139-153.
- Nicholls, L.A., 1977, Petrology of Santorini volcano, Cyclades, Greece: Journal of Petrology, 12, 67-119.
- Niggli, P., 1931, Die quantitative mineralogische klassifikation der eruptivgesteine: Schweiz. Mineral. Petrol-Mitte., 11, 296-364.
- Orcel, J. ve Blanquet, S-, 1955, Les volcana Editions Bourrelie 56, Rue Saint-plaçide, Paris, 128 s-
- Özçiçek, H. ve Özçiçek, B-, 1977, Muğla-Bodrum-Karatoprak dolayının Cu-Pb-Zn cevherleşmesi ve ayrıntılı jeoloji etüdü: Maden Tetkik ve Arama Ens. Derleme Rap. No- 6541 (Yayımlanmamış).
- özgenç, L, 1978, Cumaovası (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: Bull. Volcanologique, 39/4, 557-569.
- Peckett, A-, 1969, Volcanic rocks of Dodecanese (A geochemical study) Unpubl. Ph. D. Thesis, Cambridge Univ., England.
- Philippson, A-, 1915, Reisen und forschungen im Westlichen klenaisen: Pet- Mitt. Erg. Heft. 167, Gotha.
- Pichler, H. ve Stengelin, R-, 1968, Petrochemische und nomenklatorische revision der vulkanite des Sud-Agaischen raumes (Greichenland) : Geol. Rdsch, 57/3, 795-810.
- Pichler, H-, ve Kussmaul, S., 1972, The calc-alkaline volcanic rocks of Santorini group (Aegean sea, Greece): N. Jb. Miner. Abh, 116, 268-307.
- Pichler, H., ve Friedrich, W., 1976, Radiocarbon dates of Santorini volcanics. Nature, 262, 373-374.
- Pişkin, Ö., 1980, Kadikalesi-Girelbelen (Bodrum yarımadası) hidrotermal ve kontakt metasomatik Pb, Zn, Cu cevherleşmelerinin mineralojik ve jeolojik incelenmesi: Doçentlik tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Puchelt, H-, Murad-, E. ve Hubberten, H.W., 1977, Geochemical and petrological studies of lavas, pyroclastics and associated xenoliths from the Christiana Islands, Aegean Sea: N. Jb. Miner. Abh, 131/2, 140-155.
- Rittmann, A., 1962, Volcanoes and their activity: John Wiley and sons; Newyork, London, 305 s.
- Robert, U-, 1976, Donnees nouvelles sur ile volcanisme du Sud-Est de la Mer Egee; Existenced 'un episode a caractere alkalin: Inter Cong, on Therm- Wat. Geoth. Ener. and Vulcan, of the Medit. Area. Atina, 211-224.
- Robert, U. ve Cantagrel, J.M., 1977, Le volcanisme basaltique dans le sud-est de la mer Egee; Donnees geochronologiques et relations avec la tectonique: VI. Colloquium on the Geology of the Aegean Region (Baskıda) •
- Savaşçın, Y-, 1978, Foça-Urla Neojen volkanitlerinin mineralojik, jeokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu: Doçentlik tezi, Ege Üniv. Yerbilimleri Fak., 64 s-, İzmir.
- Savaşçın, Y., 1981, Batı Anadolu (Ege Kıyısı Şeridi) genişleme tektoniği ve genç alkali magmatizma. Türkiye Jeoloji Kurumu 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Tebliğler kitabı., 36-37.
- Sunder, M-, 1979, Kırka (Eskişehir) ve çevresinin jeolojisi, petrolojisi ve Sarrkaya borat yataklarının jeokimyasal incelenmesi: Doktora tezi, İÜ. Fen Fak., Mineraloji ve Petr. kürsüsü, İstanbul.
- Şengör, A.M.C., 1978, Über die angebliche primäre vertikale tektonik im Aegeaisraum; N. Jb. Geol. Palaeont Mh., 11, 698-703.
- Şengör, A.M.C, 1980, Türkiyenin neotektoniğinin esasları: Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını, 40 s- Ankara-
- Şengör, A.M.C, ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey; A Plate tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181-241.
- Turner, FJ- ve Verhoogen, J., 1960, Igneous and metamorphic petrology Me Graw-Hill Book Co- inc-, New york-, 307 s.
- Van Couvering, J.A. ve Miller, J.A, 1971, Late Miocene marine and non-marine time scale in Europe: Nature, 230-559-563.
- Wager, L.R., 1960, The major element variation of the layered series of the Skaergaard intrusion: Journal of petrology, 1, 364-398-
- Wendt, L, Raschko, H., Lenz, H., Kreuzer, H-, Hohndorf, A., Harre, W., Wagner, G-A-, Keller, J-, Altherr, R., Krush, M., Schliestedt, M. ve Seidel, E-, 1976, Radiometric dating of crystalline rocks from Cyclades (Aegean sea, Greece) : 4 th. Evr. Coll- of Geochr. Cosm. and isotope Geol. ECOGN, Amsterdam., 48-61.
- Wright, J.V., 1977, Aegean ignimbrites and welded tuffs. Vİ. Colloquium on the geology of the Aegean Region, Proceedings, Atina-
- Yılmaz, Y. ve Şengör, A.M.C 1982, Egede kabuk evrimi ve neomagmatizmanın kökeni: Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri özet kitabı, 64-65.

Yazının Geliş Tarihi : 811983  
Düzeltilmiş Yazının Geliş Tarihi . 1861983  
Yayıma Verildiği Tarih : 1341984