

Ayvalık Çevresinin Jeolojisi ve Volkanik Kayaların Petrolojisi

The geology of Ayvalık area and the petrology of the volcanic rocks

TUNCAY ERCAN - MİA Genel Müdürlüğü Jeoloji Dairesi, Ankara
MUHARREM SATIR - Münih Teknik Üniversitesi Mineraloji ve Jeokimya Bölümü, Bau Wtranya
AHMET TÜRKECAN - MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi Ankara
BEHÇET AKYÜREK - MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi, Ankara
ALİ ÇEVİKBAŞ - MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi, Ankara
ERDÖĞDU GÜNAY - MTA Genel Müdürlüğü, Ege Bölge Müdürlüğü, İzmir
MÜSLİM ATEŞ - MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi, Ankara
BÜLENT CAN - MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi, Ankara

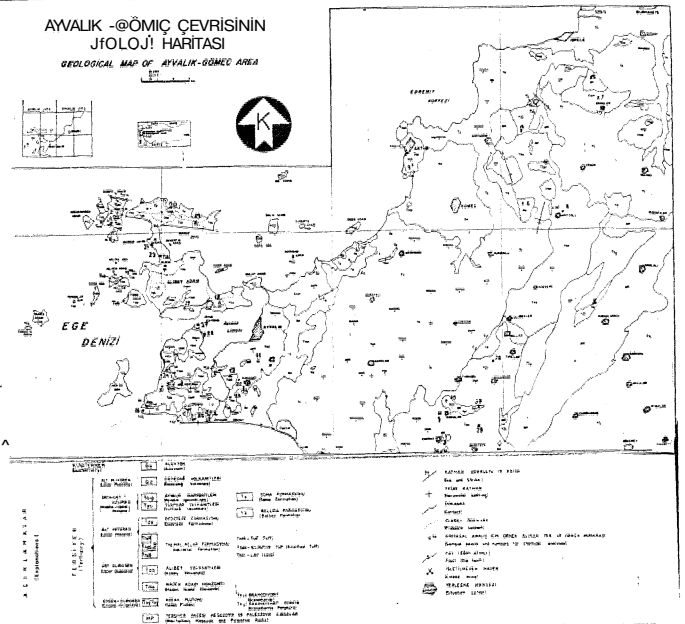
"Öl" Batı Anadolu'da Balıkesir iline bağlı Ayvalık çevresinde yer alan Tersiyer yaşlı kaya birimlerinde saptanan jeolojik araştırma sonuçları verilmiş ve volkanik kayaların plaka tektoniği açısından kökendi yorumları yapılmıştır. İnceleme alanında plütonik kayalar, önce Eosen-Oligosen'de yerleşmeye başlayan Kozak plütonu, daha sonra Üst Oligosen'de meydana gelen Maden Adası monzomitik daykaları görülür. Vöcanizma Üst Oligosen'den Pliyosen'e kadar 5 farklı evrede etkili olmuş ve çeşitli volkanik ürünler oluşturmuştur. Üst Oligosen yaşlı Alibey volkanitleri, Üst Oligosen «Ait Miyosen yaşlı Hallaçlar Formasyonu, Ait Miyosen yaşlı Dede-tepe Formasyonu, Orta-Üst Miyosen yaşlı Yuntdağ Volkanitleri ve Alt pliyosen yaşlı Dede-dağ Volkanitlerinin yapıları petrokimyasal çalışmalarla esas olarak kalkalkalen ve kısmen şoşonitik nitelikte oldukları ve kıtasal kabuk köken özellikleri gösterdikleri beüflenmiştir.

"ABSTRACT" The results achieved from the geological studies that have been carried out on the Tertiary aged rock units cropping out in the vicinity of the town of Ayvalık in Balıkesir province are presented and the genetic interpretations of the igneous rocks in terms of plate tectonics are made. In the area under investigation, first plutonic intrusion was the Koiak pluton intruded during Eocene-Oligocene time which was succeeded by the monzonitic dikes of Maden Adası. Volcanism shows five different volcanic periods from late Oligocene to pliocene giving rise to produce different volcanic materials. Petrochemical analyses carried out on the formations such as Alibey volcanics (late Oligocene), Hallaçlar formation (Late Oligocene-Early Miocene), Dede-tepe formation (Early Miocene), Yuntdağ Volcanics (Middle-Late Miocene) and Dede-dağ volcanics (Early Pliocene) indicated that these volcanics are essentially calcalkaline and partly shoshonitic showing continental crustal origin,

GİRİŞ

İnceleme bölgesi, Batı Anadolu'da Balıkesir il sınırları içinde, Ayvalık İlçe merkezî çevresindeki yaklaşık 1000 km² büyüklükteki bir alandır (Şekil 1),

Çalışma alanında eski incelemeler oldukça uzun bir zamandan beri süre gelmektedir. Ayrıntılı jeolojik çalışmalar Aslaner (1965) ile başlamış olup, araştırmacı, stratigrafik çalışmalarının yanısıra ilk kez magmatik kayalarda petrolojik incelemeler de yapmıştır. Daha sonra, Bürküt (1966 ve 1975) İzdar (1968), Ataman (1975), Akyürek ve Soysal (1978), Sümer (1981), Kozan ve diğerleri (1982), Bingöl ve diğerleri (1982), Akyürek ve Soysal (1983) vb. araştırmacılar çalışma alanındaki çeşitli jeolojik sorunlara yönelik incelemeler yapmışlardır. En son, Ercan ve diğerleri (1984-A ve 1984-B), inceleme alanının yakın çevresinde Edremit-Korucu ve Dikili-Ber-



Şekil 1- Ayvalık-Gömeç çevresinin jeoloji haritası.
Figure 1- Geological map of the Ayvalık-Gömeç area

pma bölgelerinde çalışmalar yaparak, bölgenin Tersiyer stratigrafisini belirlemişler ve volkanik kayaçların esas olarak kabuk, kısmen de üst manto kökenli olup, hibrid bir magmanın ürünü olduklarını belirtmişlerdir.

Bu araştırmanın amacı, Batı Anadolu da volkanizmanın en yoğun ve uzun süreli olarak etkin olduğu alanlardan biri olan Ayvalık çevresindeki volkanik kayaçların petrokimyasal özelliklerini irdelemek ve alanın jeolojisini ortaya koymaktır,

GENEL JEOLOJİ

İnceleme alanında, temelde en yaşlı birimler, ilksel şeklini kısmen koruyan çeşitli kırıntılı kayaçların yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş türlerinden oluşan ve Akyürek ve Soysal (1983) tarafından "kinik F m* masyonu" olarak adlanan ve tanımlanan metamorfik kayaçlardır. Bu formasyon, Alt Triyas yaşlı olup, Bingöl ve diğerleri (1973) tarafından Biga yarımadasında saptanan "Karakaya Formasyonu" ile benzeşme göstermektedir.

Çaşıma alanında daha sonra Senozoyik yaşlı kaya birimleri yer almaktadır. Tersiyer yaşlı ilk kaya birimi "Kozak Plütonu" olup, bunun bir kısmı inceleme alanındaki J17b3 paftası içinde kalmaktadır, ismini, inceleme alanı dışındaki Kozak bucağından alan plüton, genellikle açık gri renkli orta-iri taneli, bol çatlaklı ve eklemlidir. Küresel ayrışma gösteren plüton pek çok yerde apolit damarları ile kesilmiştir ve granodiyorit türdedir, Bingöl ve diğerleri (1982) tarafından monzogranit ve monzogranodiyorit olarak adlanmıştır. Yer yer de granodiyorit porfir bileşiminde olup genellikle Alt Triyas yaşlı Kınık Formasyonu metadetrifiklerini keserek kontakt metamorfizmaya uğratmıştır, Dokanaklarda bu formasyonlara alt anklavlar içerir. Plütonun yerleşme yaşının Eosen-Oligosen olabileceği varsayılmıştır, Bürküt (1966), total radyojenik kurşun yöntemi ile zirkonlarda $79,8 \pm 8$ milyon yıl yaş saptamıştır, Ataman (1975), Rb/Sr yöntemi ile 13, 16 ve 23 milyon yıl, Bingöl ve diğerleri (1982) ise K/Ar yöntemiyle biyotitlerde 203 ± 3 ile $24,6 \pm 1,5$ ve ortoklaslarda ise $24,2 \pm 1,1$ ve $37,6 \pm 3,3$ milyon yıllık sonuçlar elde etmişlerdir, Plütonun etrafında kontakt metamorfizma ürünü skarn zonları oluşmuştur ve skarnlar içinde magnetit cevherleşmesi bulunmaktadır, Örneğin, 17b3 paftasındaki Kubaşlarköyü yakınındaki Ayazmant magnetit yatağı, uzun yıllardır bilinen ve işlenmiş bir yataktır,

inceleme alanında ayrıca küçük monzonit daykları da yüzlekler vermektedirler. Bunlar olasılıkla Kozak plütonuna ilişkin küçük sokulumlardır ve Ayvalık batısındaki Maden adasında tipik olarak rastlandığından ve Kozak Plütonu ile olan ilişkileri tam belirlenemediğinden "Maden Adası M-onzonit" adıyla haritada ayrı birim olarak ayrılmışlardır. Ayrıca Alibey adasının kuzeyinde de

yüzlekleri vardır, Arazide küçük dayklar ve damarlar şeklinde izlenirler, Yer yer çevrelerinde bulunan Alibey Volkanitleri ile sıkı ilişkili ve geçişli olup, ayrılanmalın oldukça güçtür, Alibey Volkanitleri nden farkları, mikroskopta daha belirgin bir porfirik dokü, makrokristal fazlalığı ve hamurda camdan daha fazla olarak küçük kristallerin bulunuşudur, Genel olarak Batı Anadolu'da birçok yerde (Bodrum yarımadası, Karaburun yarımadası, Uzunkuyu, Torbalı v.b.) İzlenen volkanit-subvolkanit-plütonit dereceli geçişlerinin (Savaşçın, 1982, Ercan ve diğerleri, 1984-C) tipik bir örneği de Ayvalık'ta görülmektedir, Küçük monzonit damarlarının etrafında geniş alanlara yayılan Skarnlaşmalar görülür ve bunlar olasılıkla daha derinlerdeki daha büyük bir plütonun varlığını kanıtlarlar, Skarn mineralleri olarak granat (andradit, grossular ve melanit), epidot ve amfibol, aksinit, sijnmanitj kalsit ve vollastonit görülmektedir. Ayrıca bu skarnlaşmanın yanısıra polimetallik cevherleşmeler (bakır-kurşun-çinko) izlenmektedir. Skarnlaşma ve cevherleşme Ayvalık bölgesinde magmatik olayların önemli bir sonucu olup, bunlarda ayrıntılı çalışmalar Dora ve Savaşçın (1982) tarafından yapılmıştır, Cevherleşmelere Alibey Volkanitleri içinde de rastlanır. Genellikle damar kayası şeklinde İzlenen monzonit, olasılıkla Üst Oligosen yaşlıdır.

inceleme alanında, Ayvalık çevresinde monzonitik kayalarla yakın ilişkili olan, andezit ve latit türde kalkalkalen volkanitler yer alır ve Senozoyik volkanizmasının ilk evresini oluşturur. Bunlar Alibey ve Maden adalarında yaygın olup "Alibey Volkanitleri" olarak adlandırılmışlardır ve yaygın lav akıntıları şeklinde izlenirler.

Ayrıca Ayvalık güneyinde de küçük dayklar şeklinde yüzlekler vermişlerdir. Koyu siyah, koyu yeşilimsi renkli bu lavlar içinde yaklaşık KKD doğrultulu fay ve çatlaklar boyunca bakır-kurşun-çinko cevherleşmesi vardır. Bu cevherli filonların yakınlarında kuvars filonları da bulunmaktadır. Maden adasındaki bu cevherleşme, ayrıntılı olarak Dora (1967) tarafından incelenmiş ve önemli miktarda gümüşte bulunduğu saptanmıştır. Yer yer de ikincil demir ve manganez cevherleşmesine de rastlanmaktadır,

Görünür kalınlığı en çok 100 m. olan Alibey Volkanitleri, çevrede yer alan diğer volkanitlerden daha yaşlıdır. Ancak, diğer volkanitlerle olan ilişkileri arazide tam gözlenemediğinden radyometrik yaş belirlemesine gerek duyulmuş ve sarmısak plajları yakınında bir örnekte K/Ar yöntemi ile yapılan bir radyometrik yaş belirlemesi ile $31,4 \pm 0,4$ milyon yıl yaşlı (Üst Oligosen) olduğu saptanmıştır (Ercan ve diğerleri 1985-A)

Alibey Volkanitleri arazide, içerdikleri mafik minerallerin bolluğu nedeniyle siyah ve koyu yeşilimsi renkle

de olmalarının yamsıra, kimi yerlerde dayklar şeklinde izlenmeleri ve altıgen sütünsal soğuma biçimleriyle tipik bazalt görünümündedirler. Ancak, ayrıntılı petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda bazalt olmayıp; trakiandezit, andezit ve latit türde kalkalkalen volkanitler oldukları belirlenmiştir. Bu tür volkanitler Batı Anadolu'da daha başka bölgelerde de gözlenmiş olup Ercan ve diğerleri (1985-b) bunları "yalancı bazaltlar" olarak tanımlamışlardır. Savaşçın (1982) ile Kaya ve Savaşçın (1981)'de bu volkanitlerin kökensel yorumunu yapmıştır.

İnceleme alanında, daha sonra ikinci bir volkanik evre etkin olmuş ve geniş bir alanda andezit, dasit ve riyodasitik lavlar, tüfler ve silisleşmiş tüfler şeklinde ürünler vermiştir. Volkanitler, inceleme alanı doğusunda daha da yaygın olup, o bölgede çalışan Krushensky (1976) tarafından "Hallaçlar Formasyonu" olarak adlandırılmış ve aynı adlama bu incelemede de kabul edilerek kullanılmıştır.

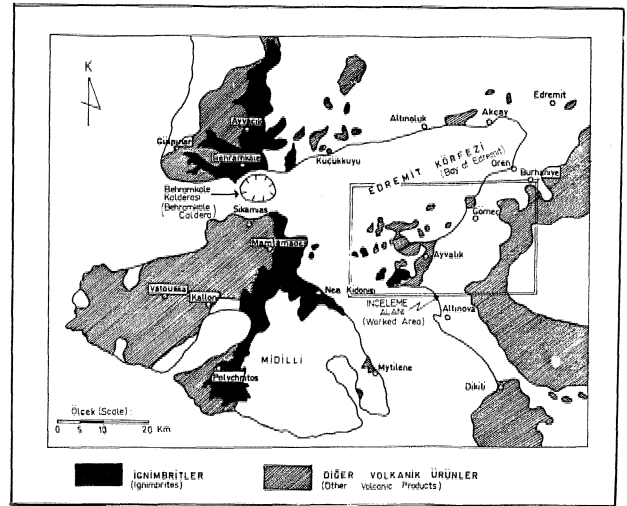
Lavlar gri, sarımsı, kahvemsî, kızılımsî renklerde olup yer yer de oldukça serttirler, Tüflerin bir kısmı bozuşmuş, bir çoğu da silisleşmişlerdir. Arazide beyaz, sarı, kırmızı, kahve ve yeşilimsî renklerde yaygın olarak izlenirler, Hallaçlar Formasyonu yaklaşık en çok 350-400 metrelik bir kalınlığa sahiptir. Özellikle Artur tatil kenti ve Ayvalık ilçe merkezî çevresindeki yüzlekler tipiktir. Hallaçlar Formasyonuna ilişkin volkanitler olasılıkla Üst Oligosen-Alt Miyosen sınırında oluşmuşlardır, inceleme alanı doğusunda Krushensky (1976) tarafından K/Ar yöntemi ile bir lavdaki biyotitte yapılan radyometrik yaş belirlemesi ile bulunan $23,6 \pm 0,6$ m. yıllık yaşta bunu göstermektedir.

Hallaçlar Formasyonuna ilişkin volkanik ürünler üzerinde uyumsuz olarak daha genç bir volkanik evre ile oluşmuş lav akıntıları ve tüfler izlenmektedir, Bu volkanizma inceleme alanında salt pelit köy yakınlarında yüzlekler vermesine karşın, inceleme alanının doğusunda daha geniş yayılmıştır ve o bölgede çalışan Krushensky (1976) tarafından "Dedetepe Formasyonu" olarak adlandırılmıştır, Dedetepe Formasyonu lavları, Hallaçlar Formasyonu lavlarından biraz daha fazla asidik olup, dasit, riyodasit, riyolit türdedirler. Değişik renklerdeki lavlar yer yer bozuşmuş, yer yer de silisleşmişlerdir. Formasyonda tüfler daha egemendir ve çoğun yatay katmanlar sunarlar. Kimi yerlerde de aglomera katkıları görülmektedir, Dedetepe Formasyonu volkanitleri Alt Miyosen yaşlıdır, Zira Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Hallaçlar Formasyonunun üzerinde yer alırlar ve inceleme alanında Orta Miyosen yaşlı dördüncü bir volkanik evre (Yuntdağ Volkanitleri) bulunmaktadır. Esasen, inceleme alanı doğusundaki Dedetepe riyodasitik lavlarında K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemesi yapan Krushensky (1976), biyotitlerde $20,3 \pm 0,3$ milyon yıl, hornblendlerde ise $20,8 \pm 0,7$ milyon yıllık sonuçlar elde etmiştir, Benda ve diğerleri (1974) ise yine inceleme alanı dışındaki Dedetepe (Formasyonuna ilişkin tüflerde radyometrik yaş

belirlemeleri yapmışlar ve biyotit yaşı olarak $19,5 \pm 0,4$ ve $19,8 \pm 0,3$ milyon yıllık sonuçlar elde etmişler ve Alt Miyosen yaşını kanıtlamışlardır.

İnceleme alanında bir süre sonra dördüncü bir volkanik evre etkin olmaya başlamış, Akyürek ve Soysal (1983) tarafından "Yuntdağ Volkanitleri" olarak adlandırılan lavlar, tüfler, silisleşmiş tüfler, aglomeralar ve laharlar oluşmuşlardır. Lavlar, siyah, gri, sarı ve bordo renklerde olup, yer yer çok sert, bol çatlaklıdır ve kimi yerlerde tipik akma yapıları izlenir, Genellikle dom şeklinde olup, bazı yerlerde volkan çivilerine rastlanmaktadır. Özellikle inceleme alanı güneyinde çok daha geniş yayılmışlardır ve Bergama grabeni içindeki tipik domları çok ilginçtir. Lavlar genellikle andezit, latit, dasit ve riyodasitik türdedirler, Tüfler gri, sarı ve beyaz renklerde olup yer yer kaolenleşmişlerdir, Silisleşmiş tüfler sert, midye kabuğu kırılmalı olup kimi yerlerde tamamen silis dönüşmüşlerdir, Laharlar, orta ve iri boyutta, köşeli, genellikle andezit bileşimli volkanik çakıl ve bloklardan oluşmuşlardır, Aglomeralar genellikle andezit ve dasit çakılıdır ve tüf çimentoludurlar, Yuntdağ Volkanitleri Orta-Üst Miyosen yaşlıdır, Borsî ve diğerleri (1972), tarafından inceleme alanı güneyinde Dikili çevresindeki yuntdağ volkanitlerine ilişkin lavlarda K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemeleri yapılarak 16,7 ; 17,3; 17,6 ve 18,5 milyon yıl, Benda ve diğerleri tarafından (1974) ise $15,1 \pm 0,3$ ile $18,2 \pm 0,4$ milyon yıllık yaşlar bulunmuştur. Toplam kalınlıkları 550 metredir.

İnceleme alanında ayrıca, Yuntdağ Volkanizmasının asitik ürünleri olan ignimbritler de Ayvalık GB'sında "Şeytan Sofrası" mevkiinde Çıplak adada, Güneş ve Yumurta adalarında saptanmışlardır. Bu ignimbritler olasılıkla, inceleme alanı batısında Behramkale (Assos) püskürme merkezinden birkaç evrede çıkmış ve üç kof



ŞekU 2- Tersiyer volkanitlerinin bölgesel yayılımı
Figure2- Regional distribution of the Rertiary volcanica

halinde çevreye yayılmışlardır. Günümüzde denizaltında kalmış bir kaldera görünümünde olan Behramkale püskürme merkelinden çıkan İgnimbritler, Ayvalık'a, Ayvacık'a ve Midilli adasına olmak üzere farklı üç yönde yayılmışlardır (Şekil 2) Ayvalık batısındaki Midilli adasında ve KB'dâ Ayvacık çevresinde bu İgnimbritlerin daha geniş yayshmlı olmalarına karşın, Ayvalık Şeytan sofrasında yaklaşık 30 m, kalınlıkta olup, pembe, beyaz, gri renklerde, yer yer büyüklükleri 3040 cm/ye ulaşan "fiamme"ler içermektedirler, Sert, muntazam eklemli dirler v6 son derece iyi bir yapı taşı gerecidirler, Ayvacık çevresinde bu İgnimbritler, denizle örtülü olan büyük bir bölümün dışında yaklaşık 400 km² yer kaplarlar ve 50 m kalınlığa erişirler, Behramkale volkanından yaklaşık kez İgnimbrtik püskürme olmuş ve 20-30 km³lük geçreç (Öngür, 1983) püskürmüştür. Böylece bu denli geçreç kaybı, Behramkale kalderasının oluşmasına neden olmuştur. Kaldera 4x6 km.lik bir geometriye sahiptir ve olasılıkla 1 km.lik çökme olmuştur. Daha sonra Edremit çöküntüsü ile kaldera deniz altında kalmıştır. (Öngür, 1978), Ayvacık çevresindeki İgnimbritlerde Borsi ve diğerleri (1972), 17,1 milyon yıl, Midilli adasındaki İgnimbrtiklerde ise Borsi ve diğerleri (1972) 16.9 milyon yıl; Piper ve Piper (1977) 17.3± 0,5 milyon yıllık yaş belirlemeleri yapmışlardır, İnceleme alanında bu İgnimbritler ayrı birim olarak ayırtılarak haritalanmışlar ve "Ayvalık İgnimbritleri" olarak adlandırılmışlardır,

Çalışma alanında Alibey, Ffellaçlar, Dedetepe ve Yuntdağ Volkanitleri oluşurlarken, bir taraftan da karal ortamda konglomera ve kumtaşı birimleri de meydana gelmişlerdir, Böylece bu dört volkanik evrenin ürünleri ile çökel kaya birimleri sıkı ilişkili olup, yer yer ardalanmalı, klmî yerlerde ise birbirlerini üstler durumlarda izlenirler. Konglomera ve kumtaşı çakılları, genellikle kireçtaşı, volkanik ve granodiyorit türdedirler,

Katmanlanma genellikle belirsizdir ve yer yer orta-kalın katmanlanma gösteren konglomera-kumtaşı ardalanmaları, Akyürek ve Soysal (1983) tarafından "Ballica Formasyonu" olarak adlandırılmışlardır. Karasal kökenli olup, akarsu ortamı ile zaman zaman etkin olan gölssel ortam ürünüdürler. Ballica Formasyonuna ilişkin kumtaşlarında yer yer çapraz katmanlanma, oygu ve dolgu yapılan izlenir. Yaklaşık 50-60 m, kalınlıktadır ve daha üstte yer alan "Soma Formasyonu"¹¹ çökelleri ile tedricî geçişlidir, felhca Formasyonunda fosil bulunamamıştır. Ancak, daha üstte yer alan Soma Formasyonunda Orta Miyosen-Pliyosen yaşta fosiller saptanmış olduğundan. Ballica Formasyonunun da Alt-Orta Miyosen yaşta olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ballica Formasyonu üzerinde yer yer geçişli olarak killi kireç taşı-kıtaşı-tüfit-marn-kumtaşı-konglomera ardalanması veya bu kayaç türlerinin bir ya da birkaçının egemen olduğu kaya türlerinden oluşan çökeller yer alırlar, Akyürek ve Soysal (1983) tarafından "Soma Formasyonu" olarak adlanan bu birimler, beyaz, gri, bej ve sarı

renklerde ve ince-orta katmanlıdır. Genel olarak yatay ve yataya yakın katmanlar sunarlar ve yer yer faylarla kırılmışlardır. Kımi yerlerde ise sıkışmadan dolayı yersel kıvrımlara, antiklin ve senklinlere rastlanır. Yer yer kömür ve bitümlü şey İh düzeyleri içerirler, Artur tatil kenti kuzeyinde ve Ören yakınlarındaki bitümlü şeyi düzeylerinin kalıkları yer yer 2 metreye ulaşır, Sümer (1981), bunların ısı değerinin, 206-1768 K. Cal/Kg. arasında değiştiğini ve ekonomik olabileceklerini belirtmiştir, Alibey adasında da formasyon içinde eskiden ifletilmiş kömür yatakları vardır. Soma "Formasyonu içindeki tüfit düzeyleri, çevresindeki çeşitli evrelerdeki vqlkanitlerin tüflerinin akarsular aracılığıyla göller içine taşınıp çökelmeleriyle Susmuşlardır. Yaklaşık 400 m, kalınlıkta olan formasyon, spor, polen, ostrakod, gastropod balık, yaprak ve omurgalı kemik fosilleri içermekte olup, bu fosiller Orta Miyosen-Pliyosen yaşını vermişlerdir. İnceleme alanı yakınlarında Soma ilçe merkezi çevresinde, Brinkmann ve diğerleri (1970), de bu formasyonda spor-polen saptayarak Orta Miyosen-Pliyosen yaşta olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı yörede çalışan Nebert (1978), bu formasyonun Üst Miyosen-Pliyosen yaşta olabileceğini belirtmiştir, İnceleme alanında Akyürek ve Soysal (1983)ın buldukları Orta Miyosen-Pliyosen yaşını veren çeşitli ostrakod ve gastropod fosillerine ilave olarak formasyon içinde Quercus drymeia bitki fosili ve Leuciscus sp, balık fosili (Üst Miyosen) bulunmuştur. Ancak bu Soma Formasyonuna ilişkin birimler kimi yerlerde, örneğin Alibey adasında Alt Miyosen yaşlı volkanik kayaçlarla geçişli olarak izlenirler. Bu nedenle formasyonun yaşının Alt Miyosen-Alt Pliyosen olarak kabullenilmesi gerekmektedir. Elde edilen fosillerin yaşam ortamları tatlı sudur. Bu formasyon içindeki bitümlü şeyi ve kömür düzeyleri de gölssel ortamı ve bataklık ortamını simgelerler. Bu nedenle, Soma Formasyonunun gölssel ortam ürünü olduğu ortaya çıkmaktadır.

İnceleme alanında beşinci ve en son volkanik evre ile oluşmuş lav akıntıları da yer almaktadır, Andezit ve latit türde olan bu kalkalkalen volkanitler, Alibey Volkanitleri ile benzeşme gösterirlerse de tüm diğer kaya birimlerini kesmiş olarak gözlendiklerinden daha genç olmalarıyla, ayırtanırlar. Arazide koyu kahve ve siyah renklerde gözlenmekte olup, altıgen soğuma sütunları ve dayk yapılarıyla bazalt görünümündedirler. Bu nedenle, bölgede daha önce çalışan araştırmacılarca (Akyürek ve Soysal, 1978; Ercan ve diğerleri, 1984-a "Dededağ Bazaltı" olarak adlandırılmışlardır. Daha sonra yapılan çalışmalarla bu volkanitlerin de Batı Anadolu'daki yalancı bazaltlar oldukları (Ercan ve diğerleri, 1985-b) belirlenmiş ve "Dededağ Volkanitleri" olarak adlandırılmışlardır, Tüm diğer kaya birimlerinden daha genç olduklarından yaşları olasılıkla Alt Pliyosen'dir,

İnceleme alanında en genç birimler olarak kuvater-ser yaşlı Alüvyonlar ve alüvyon yelpazeleri izlenmekte-

dir Özellikle alüvyon yelpazesi çakıllı birimlerine Çıplak ada üzerinde rastlanmaktadır,

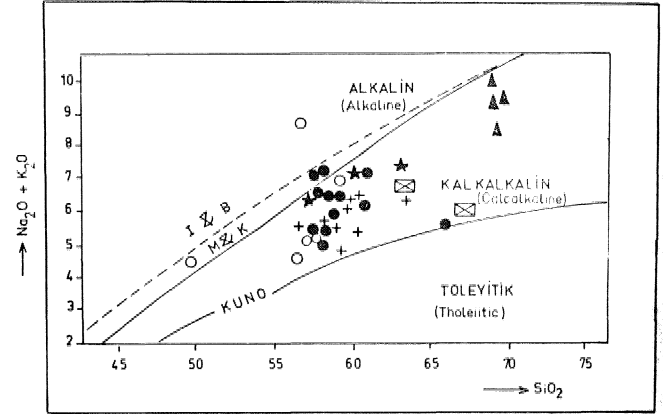
MAGMATİK KAYAÇLARIN PETROLOJİSİ

Çalışma alanındaki volkanik kayalardan çeşitli örnekler alınarak MTA Genel Müdürlüğü, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü, İzmir 9 Eylül Üniversitesi Jeoloji Bölümü ve Batı Almanya'daki Tübingen Üniversitesi Kimya laboratuvarlarında majör, iz ve bazı nadir toprak element kimyasal analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Örnek alınan yerler, Şekil 3'te kimyasal analiz sonuçları çizelge 1,2 ve 3'te gösterilmiştir. Kimyasal bileşimleri gözönüne alınarak lavların çeşitli diyagramlarda özellikleri araştırılmış ve çok sayıda örnekte de petrografik çalışmalar yapılmıştır.

Kozak (Plütonu, granodiyoritik türde olup, açık renkli ve bol eklemlidir. Makro gözlemlerde içinde kuvars, hornblend, biyotit ve feldspat kristalleri görülür, İnce, kesitlerde, holokristalin hipidiyomorf taneli dokuda olup, esas minerallerin kuvars, biyotit, hornblend, alkali feldspat (ortoklas ve mikroklin), plajiyoklas (yaklaşık % 20-35 anortit) oldukları, daha az da apatit, zirkon, ojit, titanit, epidot, magnetit, rutil ve ortit kristalleri içerdiği belirginleşir, Kuvars kristalleri genellikle ksenomorf olup yer yer de ortoklaslar içinde idiyomorf olarak izlenirler. Alkali feldspatlar çoğunlukla ortoklas, ender olarak mikroklin olarak saptanmışlardır ve ksenomorf bir yapıdadırlar, Granodiyoritik plüton, kenar kısımlarına doğru, porfirik nitelikte olup, yer yer ince taneli granodiyorit porfitlere dönüşür. İçinde yer yer aplit damarları bulunmaktadır, İnce kesitlerde alanının güneyinde Kozak Plütonunun yüzleklerinden aldıkları Örneklerde petrokimyasal incelemeler yapan Ercan ve diğerleri (1984-b), plütonun % 63.2-67,1 arasında değişen miktarda SiO₂ içerdiğini, granodiyorit bileşimde olduğunu, kalkalkalen özellikler taşıdığını ve Chappel ve White (1974) a göre s-tipi bir plüton olup, Sedimanter kaynak malzemenin kısmi ergimesiyle oluşan bir magmadan türediğini belirtmişlerdir. Ataman (1975), kozak plütonunda stronsiyum izotop oranının (87 Sr/86 Sr) çok düşük, 0,7084 dolayında olduğunu belirterek bu plütonun sedimanter kökenli olduğunu ve grovaksi bir çökel ana malzemeden nateksi ve palinjenez yolu ile oluştuğunu öne sürmektedir.

Maden adası monzonitinden alınan Örneklerin ince kesitlerinde yapılan çalışmalarla kayaların porfirik ve poiklitik dokuda olduğu, holokristalin nitelikte ve esas olarak plajiyoklas (andezin ve labrador), ortoklas, ojit ve ender olarak hornblend ve biyotit fenokristalleri içerdikleri görülür, Ortoklaslar kısmen mikropertitik dokudadırlar, Plajiyoklaslar zonlu yapı gösterirler ve hipidiyomorf şekilli kristallerinin bazen merkezî kısımları andezin, kenarları ise yer yer oligoklas bileşimindedir ve kayaç kısmen bozmuştur,

Alfibe Volkanitleri, camsı mikrokristalin bir hamur içinde, plajiyoklas (labrador ve andeziti), ojit, olivin ve



Şekil 3- Volkanitlerin alkali-süis içeriklerine göre sınıflandırılmaları,

Figure 3= Classification of the volcanics according to their alkali-silica contents

az miktarda biyotit, apatit, zirkon kristalleri ve opak mineraller içerirler, Plajiyoklaslar yer yer bozmuş olup zeolit ve serisit gibi ikincil mineraller izlenmektedir. Ojitler çoğunlukla uralitleşmiş ve kloritleşmişlerdir, Olivinler de yer yer bozmuş ve serpantin, klorit ve iddingsite dönüşmüşlerdir,

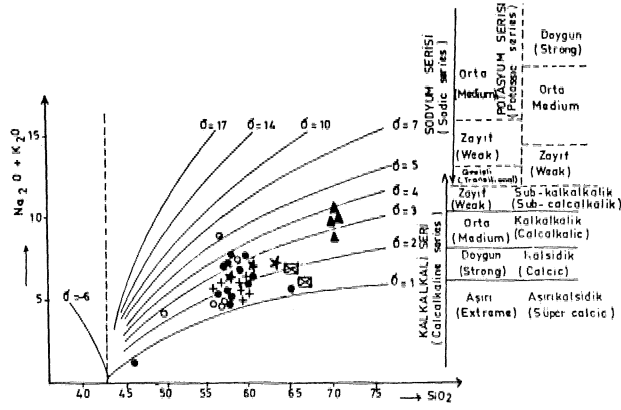
Hallaçlar Formasyonu lavlarında yapılan petrografik çalışmalarla porfirik, hyloporfirik, mikrolitik, flüda ve vitrofirik gibi değişik dokularda olup, çoğunlukla oligoklas-andezin türde plajiyoklas, hornblend, biyotit, ojit ve ender olarak kuvars fenokristalleri içerdikleri, hamur madde şeklinin volkanik ram ile plajiyoklas ve biyotit mikrolitlerinden meydana geldiği, çoğunlukla silisleştikleri saptanmıştır,

Dedetepe Formasyonu volkaniklerinin lavlarında yapılan petrografik çalışmalarla, porfirik, hyaloporfirik, mikrolitik dokuda olup, kuvars, plajiyoklas (oligoklas ve andezin) biyotit, hornblend, ojit ve az miktarda sanidin ile apatit fenokristalleri içerdikleri, hamur maddelerinde volkanik amin hakim olduğu gözlenmiştir.

Yuntadağ Volkanitlerine ilişkin andezitik lavlarda yapılan petrografik çalışmalarla; porfirik, hyaloporfirik, mikrolitik dokulu, kloritleşmiş, killeşmiş ve yer yer de karbonatlaşmış ve plajiyoklas mikrolitleri, piroksen ve opak mineralden oluşan bir hamur içinde, plajiyoklas fenokristalleri (andezin ve oligoklas) biyotit, az hornblend ve ojit gözlenmiştir. Latitik lavlar ayrıca sanidin fenokristalleri, dasitik lavlar ise bazen kuvars ve ortit (allanit) fenokristalleri içerirler, Yuntadağ Volkanitlerinin asitik ürünleri olan ve Ayvalık çevresinde izlenen igivitler ise, çoğunlukla süngertaşı parçaları içerirler, Kristaller, ortoklas plajiyoklas, biyotit ve ender olarak ojit türdedir, İçerisindeki süngertaşı parçalarının zamanla, basınç etkisiyle yassılaştırmalarından oluşan "fiamme" ler tipiktir.

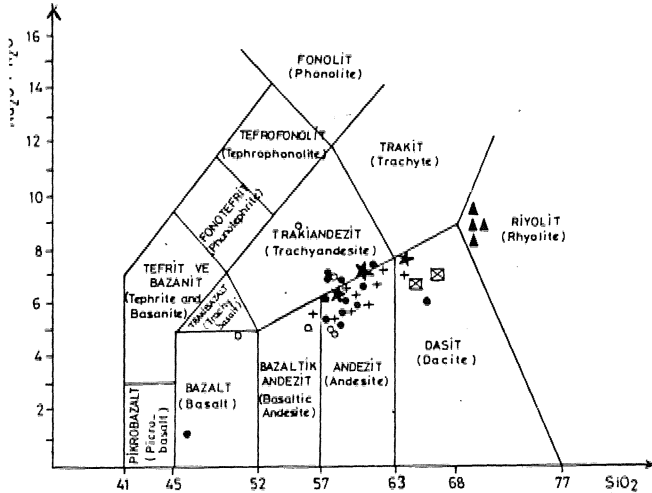
Dededağ Volkanitleri porfirik dokulu, yer yer liri gözenekli ve gaz boşluklu olup, plajiyoklas mikrolitleri, ojit, biyotit,

Volkanitlerin Rittmann (1962) ye göre Rittmann indisleri hesaplandığında $E; (Na_2O + K_2O)^2 / (SiO_2 - 43)$, tüm volkanitlerde bu indislerin çok düşük olduğu görülür ve böylece kalkalen nitelikleri belirginleşir. Sadece Dededağ Volkanitlerinden bir örnek alkalen (izcilik taşır (Şekil 4),



Şekil 4- Volkanitlerin Rittmann (1962) diyagramı.
Figure 4- Rittmann (1962) diagram of the volcanics

Çalışma alanındaki volkanitlerin kimyasal yönden de adlandırılmaları yapılmış olup, $(Na_2O + K_2O)$ ve SiO_2 içerikleri kullanılarak yapılan Zanettin (1984) diyagramında (Şekil 5),

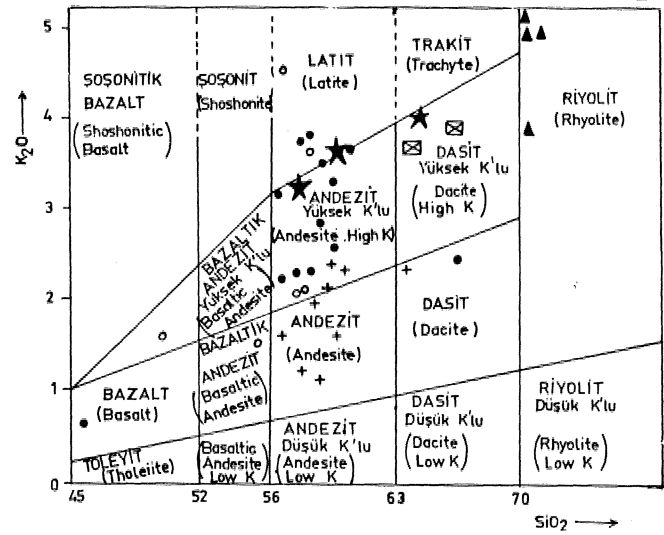


Şekil 5- Volkanitlerin Zanettin (1984) diyagramına göre adlandırılmaları,
Figure 5- Nomenclature of the volcanics according to Zanettin (1984) diagram

Ali-bey Volkanitlerinin genel olarak Latit ve Andezit (birer tane dasit ve bazalt); Hallaçlar Volkanitlerinin andezit ve dasit; Dedetepe formasyonu vol kaniti erinin dasit; Yuntdağ Volkanitlerinin andezit, dasit, latit; Ayvalık İgnimbritlerinin riyolit; dededağ Volkanitlerinin ise genelde andezit ve latit (birer tane bazalt ve bazaltik andezit) oldukları saptanmıştır. Örnek potassik oldukları için "trakiandezit" terimi yerine "latit" terimi kullanılmıştır.

Volkanitlerin K_2O ve SiO_2 içerikleri kullanılarak Pecceril

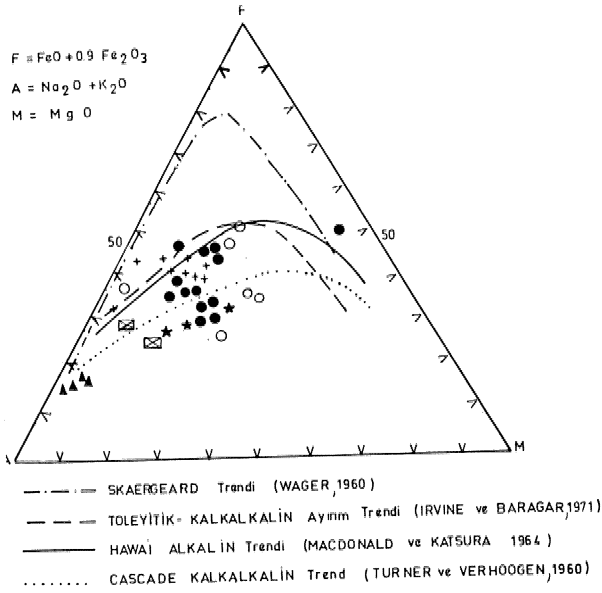
lo ve Taylor (1976) diyagramları yapıldığında (Şekil 6), Ali-bey Volkanitleri genelde yüksek potasyumlu andezit ve latit (birer tane basit ve bazalt), Hallaçlar Formasyonu volkanitleri çoğun andezit, daha az olarak da yüksek potasyumlu andezit ve dasit Dedetepe Formasyonu volkanitleri yüksek potasyumlu dasit; Yuntdağ Volkanitleri yüksek potasyumlu andezit, latit ve dasit; Ayvalık İgnimbritleri riyolit; Dededağ Volkanitleri ise genelde yüksek potasyumlu andezit ve latit (birer tane bazalt ve bazaltik andezit) alanlarına düşerler ve Zanettin (1984) diyagramı ile Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramı tam uyum sağlar. Ayrıca örneklerin $(K_2O + Na_2O)$



Şekil 6- Volkanitlerin Peccerillo ve Taylor (1976)'ya göre adlandırılmaları.
Figure 6- Nomenclature of the volcanics according to Peccerillo and Taylor, 1978

$(K_2O + Na_2O + CaO)$ içerikleri kullanılarak, Keller ve diğerleri (1978) tarafından önerilen başka bir diyagramda da yapıldığında yine benzer sonuçlara ulaşılır. Ayrıca, Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramından çıkarılan diğer sonuçta; Ali-bey Volkanitlerinin genelde yüksek potasyumlu kalkalkalen ve kısmen şoşonitik; Hallaçlar Volkanitlerinin kalkalkalen; Dedetepe Volkanitlerinin yüksek potasyumlu kalkalkalen; Yuntdağ ve Dededağ Volkanitlerinin ise yüksek potasyumlu kalkalkalen ve şoşonitik niteliklerde olduğudur. Bu diyagramda şoşonitik bölgeye düşen kısmen de bazı lavların kimyasal özellikleri ayrıca Morrison (1980) tarafından dünyadaki şoşonitik kayalar için tanımlanan özelliklere de uymaktadır. Bu lavlar toplam yüksek alkali $(Na_2O + K_2O > \%5)$, yüksek K_2O/Al_2O_3 kapsamı $(> \%5)$ SiO_2 içeriği $0,6 + > \%55$ SiO_2 için düşük TiO_2 ($< \%1,3$) kapsamına sahip olup, bu değerler Morrison (1980) tarafından şoşonitik kayalar için verilen sınırlar içindedir. Ayrıca aynı lavların tüm kimyasal analizleri, Jakes ve White (1972) tarafından şoşonitik kayalar için verilen ortalama analiz değerlerine de uymaktadır.

İnceleme alanındaki volkanik kayaların AFM üçgen diyagramları da yapılmış (Şekil 7) ve bu diyagramda genel olarak kalkalkalen nitelikte oldukları (bir iki örnek sapma gös*



Şekil 7- Volkanitlerin AFM üçgen diyagramı.
Figure 7- AFM triangular diagram of the volcanic

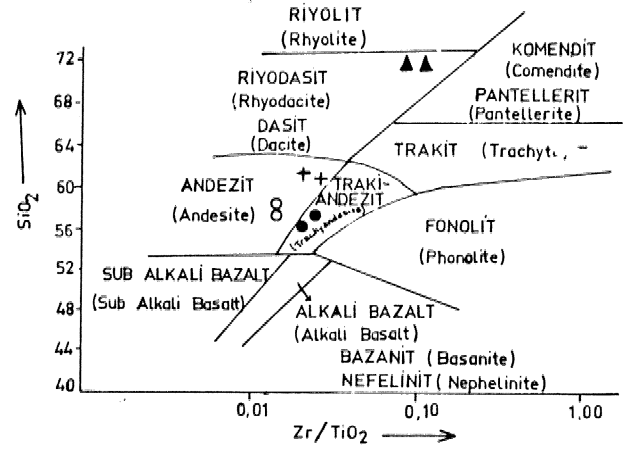
termiştir) ve trendlerle tam uyum sağlamadıkları görülmüştür.

Volkanik kayaları oluşturan magmanın kökenine ilişkin çeşitli veriler elde etmek için bazı örneklerde ise iz ve nadir toprak element analizleri de yapılmış olup ppm olarak Çizelge 3'te sunulmuştur.

Örnek No	AY30	AY31	AY32	AY33	AY34	AY35	AY36	AY37
Ba	1375	1370	658	656	880	878	1220	1110
Ce	116	110	58	57	79	77	27	30
Co	20	21	34	34	19	19	10	17
Cr	20	22	26	28	28	26	16	18
La	84	83	50	52	60	59	108	100
Sc	8	10	19	17	18	17	27	31
V	25	28	158	156	173	171	59	62
As	5	5	5	5	19	18	5	5
Cu	15	16	36	34	96	94	41	45
Nb	18	19	8	10	13	12	5	8
Ni	8	8	10	11	9	10	68	71
Pb	49	50	28	27	26	25	24	26
Rb	196	194	78	76	126	124	60	62
Sr	336	335	474	476	550	552	580	545
Ta	6	6	6	5	5	5	6	6
Th	46	45	18	17	26	25	14	15
U	10	11	6	5	10	9	7	7
Y	24	23	28	27	32	31	21	23
Zn	37	35	73	72	76	77	68	71
Zr	350	352	118	116	192	190	110	118

Çizelge 3- Volkanitlerin iz ve bazı nadir toprak element analizleri.

Table 3- The trace and some rare earth element contents of the volcanic rocks

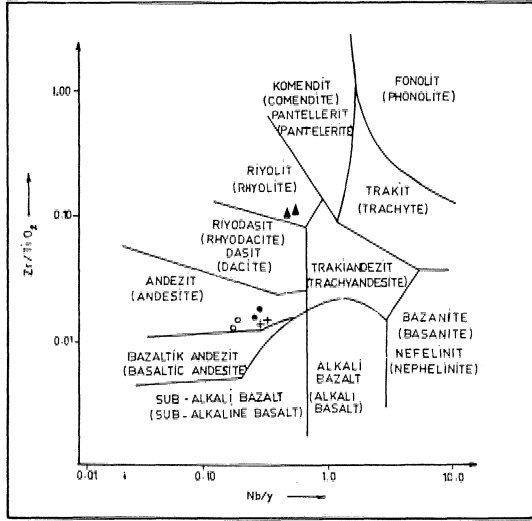


Şekil 8- Volkanitlerin SiO₂ ve Zr/TiO₂ içeriklerine göre hazırlanan Winchester ve Floyd (1977) diyagramında adlandırılmaları.

Figure 8- Nomenclature of the volcanics in Winchester and Floyd (1977) diyagram according to SiO₂ and Zr/TiO₂ contents

Örneklerin SiO₂ ve Zr/TiO₂ içerikleri kullanılarak Winchester ve Floyd (1977)'ye göre diyagramları yapıldığı zaman (Şekil 8), Ayvalık ignimbitleri

Riyodasit, Alibey Volkanitleri trakiandezit; Hallaçlar ve Dededağ Volkanitleri ise andezit alanında yer alırlar. Örneklerin Zr/TiO_2 ve Nb/Y içerikleri kullanılarak yine Winchester ve Floyd (1977)ye göre diyagramları yapıldığında (Şekil 9), Ayvalık İğnimbritleri riyolit; Alibey, Hallaçlar ve Dededağ Volkanitleri ise andezit alanında yer alırlar.

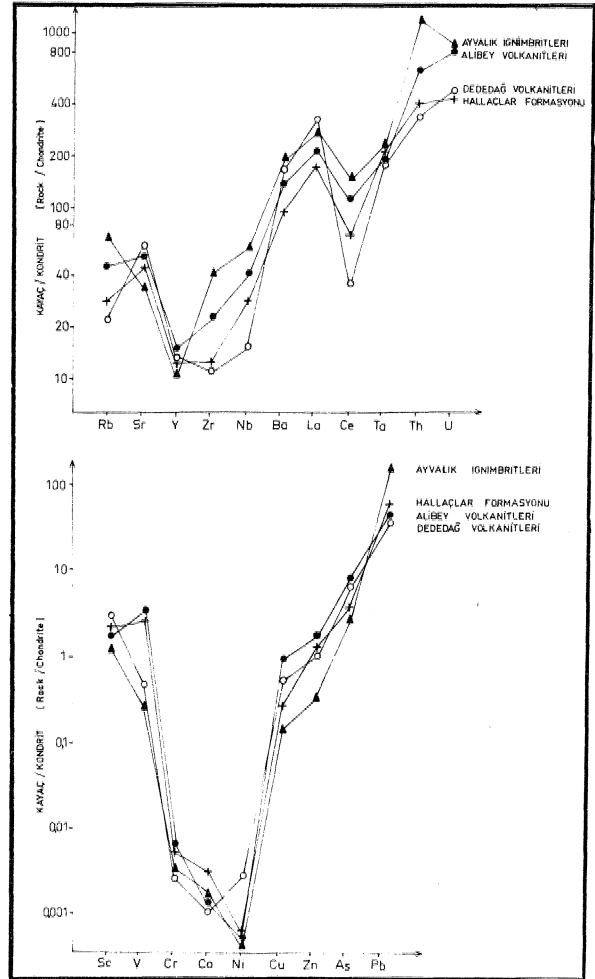


Şekü 9* Volkanitlerin Zr/TiO_2 ve Nb/Y içerilerine göre hazırlanan Winchester ve Floyd (1977) diyagramında adlandırılmaları.

Figure 9- Nomenclature of the volcanics in Winchester and Floyd (1977) diagram according to Zr/TiO_2 and Nb/Y content

İnceleme alanındaki volkanik kayalar, Ayvalık İğnimbritlerinden (AY 30 ve AY 31) Hallaçlar Formasyonundan (AY 32 ve AY 33) Alibey Volkanitlerinden (AY 34 ve AY 35) ve Dededağ Volkanitlerinden (AY 36 ve AY 37) ikişer örnekten yapılan iz ve nadir toprak element analizlerinin ortalamaları alınarak Wedepohl (1975) tarafından belirlenen bir dizi kondritik değerlere karşı normalize edilerek diyagramları yapıldığında (Şekil 10), Volkanitlerin kıtasal kabuk kökenli oldukları belirginleşmektedir. Örneğin, dünyadaki kıtasal kabuk kökenli kalkalkalen andezitlik ve dasitik kayalarda Lantanyum (La) ve Seryum (Ce) kapsamalarının, ilksel mantodakinden en az 50 kat daha fazla olduğu (50x kondritik) bilinmektedir (Frey ve diğerleri, 1968; Kay ve diğerleri, 1970). İnceleme alanındaki volkanitler La kapsamı bakımından yaklaşık 150-390; Ce kapsamı bakımından ise 40-180 kondritiktirler. Ayrıca Rubidyum (Rb) bakımından yaklaşık 25-70 x Stronsiyum (Sr) bakımından 11-15 x Neobiyum (Nb) bakımından 15-75 x; Baryum (Ba) 100-200 x; Talyum (Ta) 200-220 x; Toryum (Th) 400-1200 x; Uranyum (U) bakımından ise 500-900 x kondritiktir. Krom (Cr) Kobalt (Co)-Nikel (Ni)-Bakır (Cu) kapsam-

ları ise kondritik kayalar (ardından daha aıdır). Örneklerin Baryum (Ba) içerikleri andezitlik olanlarda 656-1220 ppm, İğnimbritik olanlarda ise 1370-1375 ppm olup, Wedepohl ve diğerleri (1974) tarafından belirlenen dünya andezit ve riyalitik lavlarının kapsamlarıyla uyum sağlamaktadır. Ayrıca, örneklerin Krom (Cr) Lantanyum (La)- Skandiyum (Sc)-Vanadyum (V)-Bakır (Cu)-Kürşun (Pb)- Stronsiyum (Sr)-Toryum (Th) ye Uranyum (U) kapsamı da normal olup, Wedepohl ve diğerleri (1974) tarafından saptanan dünyadaki kabuksal kökenli volkanitlerin iz ve nadir toprak element kapsamı ile uyum sağlıyorlar, Ancak, tüm volkanitlerin Rubidyum (Rb) içerikleri yüksektir. Zira Wedepohl ve diğerleri (1974) dünyadaki andezitler için 46 ppm, riyalitik lavlar için 65 ppm ortalama rubidyum değeri saptamışlar, ancak potasyumca zengin olan volkanitlerde bu değerin 380 ppm'ye kadar çıkabileceğini belirtmişlerdir. İnceleme alanındaki volkanitlerin Rb kapsamı 60-196 ppm arasında olup potasyumca zengindirler. Ayrıca salt Alibey Volkanitleri



Şekil 10- Volkanitlerin kondritlere göre normalize edilmiş iz ve nadir toprak element içerikleri.

Figure 10- Chondrite-normalized trace elements and REE patterns of the volcanics

rinde Arsenik kapsamı (As) çok yüksek olup (18-19) ppm, Wedepohl ve diğerleri (1974) tarafından andezitik ve dasitik lavlar için verilen 0,54,5 ppmMik değerini çok üzerindedir. Ayrıca, Alibey volkanitlerine ilifkin iki Örnek (AY 34 ve AY 35) ile Dededağ volkanitlerine ilifkin iki Örneğin (AY 36 ve AY 37) ni ve nadir toprak element kapsamları, gerek jakes ve White (1972), gerekse Morrison (1980) tarafından belirlenen şofonitik kayaların kapsamlarına da uymakta olup, Alibey ve Dededağ volkanitlerinin kısmen de şoşonitik nitelikte oldukları belginleşmektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnceleme alanındaki kalkalkalen nitelikli tüm volkanik kayaların iz ve nadir toprak element içerikleri (Çizelge 3), Wedepohl ve diğerleri (1974) tarafından belirlenen, dünyadaki kabuk ve manto kökenli volkanik kayaların ortalama içerikleri ile karşılaştırıldığı zaman, çalışma alanındaki tüm volkanik kayaların kıtasal kabuk kökenli oldukları ortaya çıkar. Özellikle K,Rb,Sr, Bâ, Th, U gibi elementlerin bolluğu çeşitli üst kabuk malzemesinin anatektik ergimelerini belirtir. Esasen, aynı ilanda Ercan ve diğerleri (1975-a), 87 Sr/86Sr Stronsiyum İzotop oranı Ölçümleri yapmışlar ve Alibey Volkanitlerinde inisiyal stronsiyum İzotop oranının 0,70554; Hallaç 1arVolkanitlerinde 0,70564 ve Ayvalık İgnimbritlelerinde ise, 0,70882 olduğunu saptamış ve volkanizmanın kabuk kökenli olduklarını belirtmişlerdir. İnceleme alanına komşu bölgede yer alan volkanik kayalarda yapılan petrokimyasal çalışmalarla da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Ercan ve diğerleri (1984*) Dikili-Bergama volkanitlerinde; Gevrek ve diğerleri (1985) Çanakkale-Tuzla volkanitlerinde, İnnocenti ve diğerleri (1977) Dikili-Ezine ve Midilli adasındaki volkanitlerde; İnnocenti ve diğerleri (1982) Dikili-Bergama volkanitlerinde, Pe-Piper (1980), Midilli adasındaki volkanitlerde, Borsi ve diğerleri (1972) Batı Anadolu ve Midilli adasındaki volkanitlerde yaptıkları çalışmalarla bunların kabuk kökenli olduklarını ve bölgedeki kabuk kalınlaşması sonucu kısmi ergime ile oluştuklarını belirtmişlerdir. Çalışma alanındaki volkanitlerin K₂O/Na₂O oranları da incelendiği zaman, Jakes ve White (1972)'ye göre bu volkanitlerin kıta içinde oluşan kalkalkalen volkanitler oldukları belirlenir,

Zira, K₂O/Na₂O oranlarının volkanik kayalarda oluşum koşulları ve nitelikleri konusunda bazı ayırtıcı özellikler gösterdikleri bu araştırmacılarca saptanmıştır, jakes ve White (1972)'ye göre, toleyitik volkanitlerde K₂O/Na₂O oranı en düşük, yaklaşık 0,35 ten az; kalkalkalen volkanitlerden adaları yaylarında oluşanlarda 0,35-0,75 arasında, kıta içinde oluşan kalkalkalen volkanitlerde ise 1 dolayındadır. İnceleme alanındaki volkanitlerde K₂O/Na₂O oranı genellikle 1 dolayındadır.

Bölgede, Oligosen'den itibaren volkanizma etkin olmaya başlamış ve 5 farklı evrede; Üst Oligosen yaşlı,

yüksek potasyumlu kalkalkalen ve kısmen şoşonitik Alibey Volkanitleri; Üst Miocene-Alt Miocene yaşlı, kalkalkalen Hallaçlar Volkanitleri; Alt Miocene yaşlı yüksek potasyumlu kalkalkalen Dedetepe Volkanitleri; Orta-Üst Miocene yaşlı, yüksek potasyumlu kalkalkalen ve kısmen şoşonitik Yuntluğ V^tarotteri ile Alt Pliosen yaşlı yüksek potasyumlu kalkalkalen ve kısmen de şoşonitik nitelikte Dededağ Volkanitleri; meydana gelmiştir. Evreler masında nitelik bakımından farklılıklar görülmektedir,

KATKI BELİRTME

MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Dairesi JİMİR 9 Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü ve İTANBUL Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü öncülüğünde ortak olarak oluşturulan "Batı Anadolu Tersiyer fügmatisması ve Stratigrafisi" projesinin çalışmaları bir bölümünü oluşturan bu araştırmayı her aşamada destekleyen ve yardıma olan MTA Jeoloji Dairesi eski Başkan Necdet Özgüre; arazi ve laboratuvar çalışmalarında değerli fikirleriyle katkıları olan Prof. Dr. Önder Özturtalı, Doç. Dr. Yılmaz Savaşın, Prof. Dr. Öican Dora, Doç. Dr. Vücd Yılmaz ve Tahir Öngür'e; petrografik çalışmalarda yardımcı olan ve yorumları katkıda bulunan Doç. Dr. Ergün Bingöl'e çeşitli laboratuvarlarda yaptıkları kimyasal analizlerini yapan kimya mühendisleri M. Türkalp, S. Evran, E. Esen, S. Çakır, E. Alpaslan, A. Saatçi, T. Akyü, Y. Öltekli, N. Özyiğit, N. Tatarlı, H. Seier, N. Akbulut ve Ş. Hiçdönmez'i ve çeşitli yardımlarından dolayı jeo. Yük. Müh. Erhan Sakallıoğlu'na teşekkür etmek yazarlar için büyük mutluluktur.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akyürek, B. ve Sosyal, Y., 1978, Kırkağaç-Somi (IVknifâ), Savaştepe-Korucu-Ayvalık (Balıkesir), Bergama (İzmir) civarının jeolojisi- MTA Rapor Hot 6452, Ankara,
- Akyürek, B. ve Sosyal, Y., 1983, Bıyır yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeolojisi - MTA Derg., 95/96, 1 = 12
- Aslaner, M., 1965, Etude géologique et petrographique de la region d'Edremit-Havran (Turquie): MTA En^, Yay., 110, 98 s.
- Ataman, G., 1975, Plutonisme Caledonien-alkalin d'ap Alpın Ana to i e du Nord Quest: C.R.Acad.Sc.Faris, 280 D, 2065-2068.
- Benda, L., Innocenti, F., Mazzuoli, R., Radtke, F., m Steffens, P., 1974, Stratigraphie* and radiometric date of the N^ gene In Northwest Turkey-. Z. Deutsch, GeolGes., 125, 183-193,
- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Kormazer, B., 1973, Bıyır yarım adasının jeolojisi ve Karakaya formasyonunun bazı Özellikleri: Cumhuriyetin 50. yılı yerbilimleri Kong. Tebliğler Kitabı, 70-76.

- Bingöl, E., Dejaloye, M., ve Ataman G., 1982 Graitic intrusion in Western Anatolia, a contribution to the geodynamic study of this area: *Eclol. Geol. Helv.*, 75/2, 437-446,
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics in the Eastern Aegean sea: *Bull. Volcan.*, 36/1, 473-496,
- Brinkmann, R., Feist, R., Marr, W.U., Nickel, E., Schlömm, W., ve Walther, N.R., 1970, Soma dağlarının jeolojisi: *MTA Derg.*, 74,
- Bürküt, Y., 1966, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plütonların mukayesele i jenetik etüdü: Doktora tezi, İTÜ Maden Maden Fak., İstanbul, 272 s.
- BURKÜT, Y., 1975, Kuzeybatı Anadolu granitik plütonların içindeki TiP, Zr, Mn, V tayini ve dağılımı!: *MTA Derg.*, 84, 13-19.
- Chappel, B.W. ve White, A.J.R., 1974, Two contrasting granite types: *Pacific Geology* 8, 173-174,
- Dora, Ö., 1967, Ezer Güngör'e ait maden sahasının jeoloji raporu, Ayvalık, Madun Adası: *MTA Rapor No* (yayınlanmamış),
- Dora, Ö., ve Savaşçın, Y., 1982 Alibey-Maden adaları (Ayvalık) bölgesi magmatizması: *Tübitak 7, Bilimsel ve Teknik Kongresi Yerbilimleri Sektörünü Tebliğler Kitabı*, 11-35,
- Ercan, T., Günay, E., ve Türkecan, A., 1984-A, Edremit-Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer stratigrafisi, magmatik kayaların petrolojisi ve kökendi yorumu: *Türkiye jeoloji Kur. Bül.*, 27/1, 21-30.
- Ercan, T., Türkecan, A., Akyürek, B., Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş, M., Can, B.,
- Erkan, M., ve özkirişçi, C., 1984-B, Dikil-Berama-Çandarlı (Batı Anadolu) yöresinin jeolojisi ve magmatik kayaların petrolojisi: *jeoloji Müh. Derg.*, 20, 8-19
- Ercan, T., Türkecan, A., ve Günay, E., 1984-C, Bodrum yarımadasındaki volkanik kayaların petrolojisi ve kökensei yorumu: *Türkiye jeoloji Kur. Bül.* 27/2, 85-98.
- Ercan, T., Satır, M., Kreuzer, H., Türkecan, A., Güney, E., Çevikbaş, A.,
- Ateş, M., ve Can, B., 1985-A, Batı Anadolu'daki volkanik kayalarda yeni yapılan kimyasal analizlerin, 87/Sr 86/Sr Ölçümlerinin ve radyometrik yaş belirlemelerinin yorumu: *Türkiye Jeoloji Kurultayı 1985 Bildiri Özetleri Kitabı*, 34,
- Ercan, T., Türkecan, A., Can, B., Günay, E., Çevikbaş, A., ve Ateş, M., 1985-B, Batı Anadolu'da Manisa-Balıkesir arasındaki yalancı bazaltların özellikleri: *Jeoloji Mühendisliği Derg.*, (Baskıda)
- Frey, F.A., Haskin, M.A., Poetz, J.A. ve Haskin, L.A., 1968 Rare earth abundances in some basic rocks: *Jour. Geophys. Res.*, 83, 6085-6097
- Fytikas, M., Giuliani, O., Innocenti, F., Manetti, F., Mazzuoli, R.,
- Peccerillo, A., ve Villari, L., 1980, Neogene volcanism of the Northern and central Aegean region: *Ann. Geol. Pays. Hellen.*, 30, 106-129,
- Gevrek, A., Şener, M., ve Ercan, T., 1985, Çanakkale-Tuzla jeotermal alanının hidrotermal alterasyon etüdü ve volkanik kayaçların petrolojisi: *MTA Derg.*, (Baskıda)
- İrvine, T.N. ve Bargar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: *Can. Jour. Earth. Seien.*, 8, 523-548.
- Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Pasquaré, G. ve Villari, L., 1982, Neogene and Quaternary volcanism in Anatolia and NW Iran: In "Orogenic Andesites" John Wiley sons, Newyork, 327-349.
- innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A. ve Poli, G., 1977, REE distribution in Tertiary and Quaternary rocks from central and Western Anatolia: *G. Ege ülkeleri Kollokyumu Tebliğler Kitabı*, (Baskıda).
- innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A. ve Poli, G., 1977, REE distribution in Tertiary and Quaternary rocks from central and Western Anatolia: *G. Ege ülkeleri Kollokyumu Tebliğler Kitabı*, (Baskıda),
- İzdar, E., 1968, Kozak Intrüziif masifinin petrolojisi ve Paleozoyik çevre faymlarıyla jeolojik bağlantıları: *Türkiye Jeoloji Kur. Bül.*, 11, 140-179,
- Jakes, P. ve White, A.J.R., 1972, Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 83, 2840,
- Kay, R., Hubbard, N.J. ve Gast, P.W., 1970, Chemical characteristics and origine of oceanic ridge volcanic rocks: *Jour. Geophys. Res.*, 75, 1585-1611
- toya, O. ve Savaşçın, Y., 1981, Petrologic significance of the Miocene volcanic rocks in Menemen, West Anatolia: *Aegean Earth Science*, 1, 45-58
- Keller, J., Ryan, W.B.F., Ninkovlch, D. ve Altherr, R., 1978, Explosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200,000 years as recorded in deep-sea sediments: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 89, 591-604.
- Kozan, T.A., öğdem, F., Bozbay, B., Bircan, A., Keçer, M., Tüfekçi, K., Durukal, A., Durukal, S., Ozaner, S. ve Herece, M., 1982, Burhaniye (Balıkesir)-Menemen (İzmir) arası kıyı bölgesinin jeomorfolojisi: *MTA Rapor No 7287* (yayınlanmamış)
- Krushensky, R.D., 1976, Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar-Yeşiller area, Northwest Anatolia, Turkey: *Bull. Volcan.*, 40, 336-360.
- Kuno, H., 1960, High alumina basalt: *Journal of Petrology*, 1, 121-145.

- Macdonald, G.A, ve Katsura, J., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas: *Journal of Petrology*, 5, 82-133,
- Morrison, W., 1980, Characteristics and tectonic setting of the shoshonite rock association: *Lithos*, 13, 974-108
- Nebert, K., 1978, Linyit İçeren Soma Neojen bölgesi, Batı Anadolu: *MTA Derg.*, 90, 20*69,
- Öngür, T., 1973, Çanakkale-Tuzla yöresinin volkanolojisi ve jeo termal enerji olanakları: MTA Rapor No: 5510 (yayınlanmamış),
- Öngür, T., 1978, Behram kalderası Kuzeybatı Anadolu IJK 32, Bilimsel ve Teknik Kong., Bildirici Özetleri Kitabı, 42,
- Peccherillo, A., ve Taylor, J.R., 1976, Geochemistry of Upper Cretaceous Volcanic rocks from the pontic chain. Northern Turkey: *Bull. Volcan.*, 39/4, 557-569
- Piper, P.G., ve Piper, D.J.W., 1977, Palomagnetic stratigraphy of the Miocene, volcanic rocks of Lesbos, Greece: 6, Ege ülkeleri Kollokyumu Tebliğler Kitabı, İzmir (baskıda)
- Pe-Piper, G., 1980, Geochemistry of Miocene ignimbrites, Greece: *Contr. Mineral. Petrol.*, 72, 387*396,
- Rittmann, A., 1962, Volcanoes and their activity: John Wiley and sons, Newyork, London, 305 s.
- Savaşçın, Y., 1982, Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik Özellikleri: Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve volkanizması panel kitabı, Türkiye jeoloji Kurultayı» Ankara, 22-38,
- Sümer, A., 1981, Burhaniye (Balıkesir) bitümlü şist sahasının jeolojisi ve ekonomik olanakları: MTA Rapor No: 7151 (yayınlanmamış)
- Turner, F.J., ve Verhoogen, J., 1960, Igneous and metamorphic petrology: McGraw Hill Book Co, Inc., New York, 720 s,
- Wager, L.R., The major element variation of the layers series of the Skaeragaard intrusion: *Journal of Petrology*, 1, 364-398,
- Wedepohl, K.H., Correns, C.W., Shaw, D.J.V., Turekian, K.K. Zemann, J., 1974, Handbook of Geochemistry: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Newyork,
- Wedepohl, K.H., 1975, The contribution of chemical data to assumptions about the origin of magmas from the mantle: *Fortschr. Miner.*, 52/2, 141-172,
- Winchester, J.K., ve Floyd, P.A., 1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements: *Chemical Geology*, 20, 325-343.
- Zanettin, B., 1984, Proposed new chemical classification of volcanic rocks: *Episodes*, 7/4, 19-20,