

## SİMAV VE ÇEVRESİNDEKİ SENZOYİK YAŞLI VOLKANİZMANIN BÖLGESEL YORUMLANMASI

Tuncay ERCAN\*; Erdoğan GÜNAY\*\* ve Mehmet Yılmaz SAVAŞÇIN\*\*\*

ÖZ.— Batı Anadolu'da Miyosen-Kuvaterner süreçli karasal volkanizmada kalkalkali, geçişli, alkali kayaların bir aradalığı bilinmektedir. Simav ve çevresinde aynı volkanitler, çok düzenli bir gidişle, zamana bağlı olarak, kalkalkali karakterden, geçişli ve daha sonra alkali bazaltik jeokimyaya dönüşüm gösterir. Durum, üstündeki örtünün yükü ile gömülen metamorfik kütlelerin daha sonra bir yandan K-G sıkışmalarla domlaşırken, üstleyen yükün aşınması ve mantonun yükselmesi (manto diyafirizmi) olayları ile ilgili bir riftleşme görünümündedir.

### GİRİŞ

İnceleme bölgesi, Batı Anadolu'da Simav, Emet, Tavşanlı ve Gediz arasında olup, yaklaşık 3900 km<sup>2</sup> lik bir alanı örtmektedir. Bu alanda Senozoyik yaşlı magmatitler büyüklü küçüklü yüzlemlerle yayındırlar (Şek. 1). Çalışma alanındaki eski incelemeler uzun yıllardan beri süregelmektedir. İlk jeolojik araştırma Hamilton ve Strickland (1841) tarafından yapılmış ve bölgedeki volkanik kayaların değişik evrelerde oluştuklarına değinilmiştir. Philippson (1913), Canet ve Jaoul (1946) temeldeki metamorfik kayaları ve üstleyen magmatitleri incelemişlerdir. Zeschke (1954), Simav grabeni çevresinde tektonik çalışmalarını sürdürmüştür. Holzer (1954), bölgenin en belirgin magmatik kütlesi olan Eğrigöz granitik intruzyonunun yaşını olasılıkla Paleosen olarak vermektedir. Kalafatçıoğlu (1964) da aynı granitoidin yaşını Üst Kretase sonu olarak belirtir. Yine inceleme alanında yer alan Karakoca granitik masifini incelemiş olan Dora (1969), Eğrigöz masifi ile uyumlu bir yaş (Erken Alpin) olarak önerdiği magmatik kütlelerin, anateksitik kökenli olduğuna değinmiştir. Kaya (1972) bölgedeki ofiyolitik kayaların yerleşim mekanizmalarını çalışmıştır. Öztunalı (1973), Eğrigöz granitik masifinin kalkalkali niteliğini, anateksitik evrimini ve tüm kaya yaşının K/Ar yöntemi ile 217 ± 33 m.y. Rb/Sr yöntemi ile ise 167 ± 14 m.y. verdiğini belirtir. Yazar, masifi çevreleyen volkanitlerin Pliyosen yaşlı riyolit, riyodasit, dasit, andezit ve Kuvaterner yaşlı bazaltlardan oluştuğuna değinir. Uz (1973) bölgedeki metamorfiklerde ve Eğrigöz granitinde ayrıntılı petrografik çalışmalar yapmıştır.

Ercan ve diğerleri (1977) daha güneydeki Uşak ili çevresinde sürdürdükleri çalışmalarında, bölgedeki karasal Neojenin ayrıntılı stratigrafisini çıkartarak, Tersiyer süresince beş ayrı volkanik evre saptamışlardır. Orta Miyosende başlayıp Üst Pliyosene değin etkinliklerini sürdürmüş olan bu Volkanitler kalkalkali niteliktedirler (Ercan ve diğerleri, 1979). Gün ve diğerleri (1979), Gediz ve Emet havzalarında, özellikle Tersiyer yaşlı çökel kayaları kapsayan sedimantolojik çalışmalarında, fosillerle saptadıkları Miyosen ve Pliyosen yaşlı çökeller arasındaki açıl uyumsuzluğu vurgulayarak, her iki dönemde de çökelleri etkileyen volkanik süreçlerin varlığına değinirler. Akdeniz ve Konak (1979) inceleme alanında, geniş bir bölgede ayrıntılı jeolojik çalışmalar yaparak, granitik intruzyonların Alt Tersiyer yaşta olduğu, temeldeki Menderes masifinin yükselmesi (domlaşma) ile Simav grabeninin yerleşiminin Miyosen öncesi gerçekleştiği ve ayrıca bölgedeki epirogenik hareketlerin günümüzde de sürdüğü görüşündedirler. Ercan (1983), inceleme alanı güneybatısındaki Gördes çevresinde Üst Miyosen yaşlı volkanizmanın dasit, riyodasit ve riyolitik türde, kalkalkali nitelikli, kıtasal kabuk kökenli ve anateksi ürünü olduğunu belirtir.

\* Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Jeoloji Dairesi, Ankara.

\*\* Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ege Bölge Müdürlüğü, İzmir.

\*\*\* Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.

## GENEL JEOLOJİ

Bölgede ayrıntılı jeolojik çalışmalar yapan Akdeniz ve Konak (1979), temeli, Menderes masifinin çekirdeği olarak benimsedikleri migmatitlerin oluşturduğunu saptamışlardır. Araştırmacılara göre bu kayalar, Prekambriyende çökelmiş, killi, pelitik sedimentlerin Hersiniyen öncesi bir metamorfizma ile migmatitleşme ürünüdürler. Bu temel kayaları, Hersiniyen yaşlı yeşil şist fasiyesli örtü şistler üstler. Bu metamorfik seriler üzerine açılacak bir diskordansla gelen Mesozoyik, Triyastan Üst Kretaseye kadar transgresif aşma gösteren komprehensif bir seri olup, çeşitli detritik ve karbonat kayalar, içerir. Mestrihtiyenden sonra, ofiyolitli melanj kayaları bölgeye tektonik olarak yerleşmişlerdir. Tersiyer başlarında (olasılıkla Paleosende) Menderes masifinin yükselmesi ile Simav grabeninin kırık sistemleri gelişmeye başlarken, granit intruzyonları da yerleşimlerini sürdürmektedir. Bunu, çeşitli yersel küçük havzalarda karasal Neojen çökellerin depolanması izler. Bu aşamada Üst Miyosenden başlayarak gelişen volkanizmanın etkinliği bölgede geniş alanlarda yayılım gösterir. Alt Kuvaternere dek süren volkanizma birkaç aşamalıdır.

Bölgede Tersiyer, geniş bir alanı kapsayan granitik intruzyonlar ile başlar. Bunlar, çoğun granodiyoritik türde batolitler ve ilgili pegmatit, apilit vb. damar kayalar olup, yaş ilişkileri henüz kesinlik kazanmamıştır. Harita alanında yaklaşık on ayrı yerde yüzlek veren granodiyoritik intruzyonların en büyüklerini Eğrigöz ve Koyunoba masifleri oluşturur. Plutoniklerin petrografik ve jeokimyasal incelenmesi, bu çalışmanın kapsamına alınmamış, özellikle volkanik kayalar etüt edilmiştir. Akdeniz ve Konak (1979) bu granodiyoritleri üç ana gruba ayırırlar:

a. Taneli (holokristalin) olanlar: Tane boyları eşboyutlu olan bu grup kayalarda tane irilikleri kütleli merkezi ve kenarları arasında değişiklik gösterebilmektedir. Eğrigöz, Koyunoba ve küçük yüzleklerin çoğunluğu bu grupta yer alırlar.

b. Porfirik dokumlar: Bunlarda alkali feldispatlar diğer minerallerden daha iri porfiroblastlar biçiminde gelişmiştir. Bu doku büyük batolitlerde de yersel olarak gözlenebilmektedir. Bu porfiroblastik granitlerin, yer yer riyolitler ile karıştırılabilecek görünüşleri ile ayırt edilmede zorluk çıkarılabilecekleri, araştırmacılarca da belirtilmiştir. Bu görünüm magmatizmanın evreleri ve köken sorunu açısından oldukça ilginç bir veridir.

c. Yönlenmiş mineralliler: Bunlar tektonizma ve yan kayaların etkisiyle minerallerinde (özellikle mikalarda) dizilimin egemen olduğu türlerdir. Söz konusu tektonik etkinin ne tür bir tektonizma olduğu, buradaki plütonların da, daha güneyde gözlemlendiği gibi, masifin domlaşması sürecinde gözlenen kataklazmadan etkilenmiş sokulumlar (Savaşın, 1982) olarak tanımlanabilmesi konusu henüz açıktır.

Granodiyoritler, gri, yeşilimsi gri, bej, açık kahverengidirler. Sahada küresel ayrışma ve gelişmiş eklem sistemleri belirgindir. Holokristalin, porfirik dokuda olup, kuvars, feldispat, biyotit, muskovit ve az hornblendin yanı sıra eser oranda titanit, apatit, zirkon, manyetit, epidot, ilmenit, turmalin içerirler. Plutonlarla birlikte apilit ve pegmatit damarları yaygındır. Bürküt (1966), bu plutonlarda total radyojenik Pb yöntemi ile 69.6 milyon yıllık bir yaş saptamıştır. Öztunalı (1973) ise Rb/Sr yöntemiyle biyotitlerde 29±3, ortoklaslarda 31±5, tüm kayada ise 167±14 m.y. arasında yaşlar bulmuştur. Araştırmacı K/Ar yöntemi ile biyotitlerde 52±12, ortoklaslarda 60±6, tüm kayada ise 167±14 m.y. sonuçlar elde etmiştir. Yazara göre Eğrigöz graniti, kalkalkalin türde, erken alpin fazda oluşmaya başlamış ve esas alpin fazda yükselerek bugünkü yerini almış bir anateksi üründür. Bingöl ve diğerleri (1982), Eğrigöz'den aldıkları örnekleri siyenomonzogranit olarak adlandırırlar. K/Ar yöntemi ile yaptıkları yaş belirlemeleri sonucu, biyotitlerde 20±0.7 ve 24±0.6, ortoklaslarda ise 24.6±1.4 ve 21.2±1.8 m.y. değerleri elde etmişlerdir.

İnceleme alanındaki Tersiyer yaşlı çökel kayaları, olasılıkla Alt Miyosen yaşlı, alüvyon yelpazesi ortamında gelişmiş karasal konglomera düzeyleri ile başlamaktadır. Yaklaşık 200 m kalınlık veren

bu konglomeralarda, bordo ve koyu sarı renkler baskın olup, tüm yaşlı kaya birimlerinin çakıllarını içerirler. Miyosen başında kara parçası olan bölgede, temel kaya birimlerini kesen akarsuların, kum ve çakıllarını masifin eteklerinde uygun yerlere yelpaze şeklinde depolamaları ile bu konglomera düzeyleri gelişmiştir. Birime değişik araştırmacılarca farklı formasyon adları verilmiştir. [Taşbaşı formasyonu (Akdeniz ve Konak, 1979); Kurtköy formasyonu (Ercan ve diğerleri, 1978); Göcek formasyonu (Yağmurlu, 1982)]. Bu formasyonu koyu sarı, turuncu renkli, akarsu ortamında gelişmiş konglomera, kumtaşı, kilitaşı, tüfit ve killi kireçtaşı ardalanmalı birimler uyumlu olarak üstlerler. Söz konusu akarsu malzemesi birimler toplam 700 metre kalınlıktadırlar. Yatakların uygun yerlerinde düzgün katmanlı çökeller olarak gelişmiş düzeylerin yanı sıra, yer yer düzlemsel ve tekne biçiminde çapraz katmanlanmalar, laminalanma, oygu-dolgu yapıları, kuruma çatlakları, akıntı izleri, canlı eşelemeleri (biyoturbasyon) de gözlenir. Orta Miyosen yaşlı ile belirlenmiş olan bu ardalanmaya Akdeniz ve Konak (1979) «Kızılbük formasyonu»; Ercan ve diğerleri (1978) ise «Yeniköy formasyonu» tanımını önerirler. Daha üst düzeylerde gölsel ortamda oluşmuş kilitaşı, kumtaşı, killi kireçtaşı, bitümlü şeyl düzeyleri uyumlu bir dokanla alttaki birimleri örterler (Küçükderbent formasyonu, Ercan ve diğerleri, 1978). Yer yer jipsli düzeylerin gözlemlendiği bu formasyon 50 m kalınlıktadır. Bitümlü şeyllerde bulunan yaprak, spor, polen, balık ve ostrakod fosilleri Orta-Üst Miyosen yaşlı verirler. İnceleme alanında Küçükderbent formasyonunu etkin bir volkanizma izler.

Orta-Üst Miyosen yaşlı söz konusu volkanik kayalar kalkalkali niteliktedir. Şiddetli patlamalarla başlayan ve öncelikle tuf püsküren volkanizma, yer yer aglomeraya ve giderek geniş yayılımlı lav örtülerine dönüşür. 500-600 m kalınlık veren tüfler, gri, pembe, beyaz, yeşilimsi, sarımsı renklerde ve dasitik, riyodasitik, riyolitik türdedirler. Lavlar da andezitik, dasitik, riyodasitik, riyolitik bileşimdedirler. Yer yer volkan bacalarına yakın yörelerde hidrotermal kökenli silisli oluşuklar çatlakları doldurmuştur. Akdeniz ve Konak (1979), tüfleri «Civandağı tüfleri», lavları ise «Akdağ volkanitleri» olarak tanımlarlar. Ercan ve diğerleri (1978) ise tüm volkanitleri «Karaboldere volkanitleri» olarak adlandırır.

Bölgede bu ilk volkanik evreden sonra, olasılıkla Alt Pliyosen yaşlı ve yeniden akarsu-gölsel ortamlarda oluşmuş, konglomera, kumtaşı, tüfit, kilitaşı, marn ardalanmalı birimler izlenir [Hisarcık formasyonu (Akdeniz ve Konak, 1979); Ahmetler formasyonu (Ercan ve diğerleri, 1978)]. Aynı birimler inceleme alanının güneyindeki yayılımlarında (Uşak-Kula-Köprübaşı) bol omurgalı fosilleri ve ikincil uranyum cevherleşmeleri içerirler. Toplam 200 m kalınlıktaki formasyonun yaşı, bulunan gastropod ve ostrakod fosillerine dayanılarak Alt Pliyosen olarak belirlenmiştir. Hisarcık ve Emet çevresinde, bu formasyon içinde çoğun 3-5 metre kalınlıktaki düzeylerden bor elde edilmektedir. Bölgede bu birimler üzerinde geçişli görümlü kalın gölsel kireçtaşı katmanları yer alır. Bu kalın düzgün ve yatay katmanlar, yer yer killi ve marnlı düzeyler ile birlikte postvolkanik yumrulu veya tabakalı silisleşmeler de içerirler. Kireçtaşları kumlu, killi yer yer gözenekli, sert, erime boşluklu olup, bol gastropod ve lamellibrans fosillerini kapsarlar. Alt-Orta Pliyosen yaşlı bu formasyona Ercan ve diğerleri (1978) Ulubey formasyonu; Akdeniz ve Konak (1979) ise Emet formasyonu adını önermişlerdir.

Bu formasyonu inceleme alanında, olasılıkla Orta-Üst Pliyosende ikinci bir volkanik evre izler. Bu evrede bazaltik lavlar gölsel kireçtaşlarını üstlerler. Alkali kökenli bu bazaltlar çalışılan bölgenin dışında, Kula, Uşak ve Batı Anadolu'nun pek çok yerinde irili ufaklı yüzlekleme yayındırlar. Ercan ve diğerleri (1978) bu evreyi Payamtepe volkanitleri olarak tanımlamışlardır. Alt Kuvaterner bölgede yeniden akarsu ortamını yansıtan gevşek konglomera ve kumtaşları ile izlenir. Bu formasyon, genellikle kızılımsı turuncu, yer yer gri-beyaz renklerde, gevşek, kireç, kil, tuf çimentolu, orta-kalın katmanlanmalıdır. Bölgedeki Pliyosen göllerin, çekilip kurumaları ile gelişen akarsu ağının, yaşlı birimlerden taşıdıkları kırıntıları, yataklarının uygun yerlerine katmanlı olarak yığılması ile gelişmiş olan formasyonun kalınlığı 200 m kadardır. Yersel olarak kumlu marn ve kumtaşı merceklerinden oluşurlar. Fosil gözlenemez. Ancak Üst Pliyosen yaşlı kaya birimlerini uyumsuz örttüğünden, Alt Kuvaterner yaşlı ön-

görülmüş olan formasyona Ercan ve diğerleri (1978) Asartepe formasyonu, Akdeniz ve Konak (1979) ise Toklargölü formasyonu adını vermişlerdir. Çalışma alanında, bu tutturulmamış kaba detritikleri, üçüncü evre volkanizmasının bazaltik ürünleri üstler. Koyu siyah renkli bu bazaltik lav akıntıları, Simav'ın kuzeyinde Naşa ve Karacaören köyleri arasında gözlenmekte olup, Akdeniz ve Konak (1979) tarafından Naşa bazaltı olarak tanımlanmışlardır. Alkali bazaltik nitelikteki bu kayalar Batı Anadolu'daki benzeri birçok örnekle olduğu gibi (Foça, Urla, Samurlu, Gediz) gaz boşlukları ve gözeneklerinin ikincil karbonat ve silis (kalsedon-opal) ile dolmuş olması ile belirgindir. Kalkalkali türlerde pek izlenemeyen bu postvolkanik CO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> içerikli gaz fazı, C ve O izotop fraksiyonlaşması ölçümlerine göre hem yüksek ısıli karbonatitik CO<sub>2</sub> (Ayvalık, Uzunkuyu, Foça, Akhisar), hem de düşük ısıli, yan kayadan kemirilmiş-özümlemiş, CO<sub>2</sub> fazı içeren kristalleşmelerin birlikte gözlenmesi ile karakteristiktir (Savaşçın, 1980, 1982). Naşa bazaltı yine Batı Anadolu'daki benzeri alkali bazaltik türler gibi bir rift volkanizması ürünü olup, Simav grabeni içinde (kenarında) yer alır. Alt Kuvaterner yaşlı bu bazaltlar, yine alkali karakteri belirgin Kula bazaltlarının birinci evresi olan «Burgaz volkanitleri» (Ercan, 19810) ile eşlenebilir. Burgaz volkanitlerinde Borsi ve diğerleri (1972) 1.1 m. yıllık bir K/Ar yaşı saptamışlardır. İnceleme alanında daha genç olarak travertenler, çeşidi akarsu taraçaları ve alüvyonlar yüzlek vermektedir.

Yukarıda özetlenen Simav ve Uşak yörelerinin Miyosen ve sonrası stratigrafik karşılaştırmalarından şu sonuçlar çıkmaktadır:

— Senozoyik başında kabuksal bir anateksisin ürünü olan plutonitler gelişir. Bu asitik kayalar daha sonraki magmatik-tektomatik evrelerde gelişme ve yerleşmelerini sürdürürler, ancak düşey tektonizmanın şiddetlenmesi ile asitik-ortaç bileşimli volkanitler magmatik olayların devamını oluştururlar. Siyonomozogranitik, granodiyoritik plütonizma ile riyolitik, dasitik, riyodasitik, andezitik volkanitlerin petrografik farklılık ve benzerlikleri henüz yeterince incelenmemiştir. Yayılımları çok daha küçük boyutlarda ve yaşları daha genç de olsa, grabenleşme öncesi benzeri plutonitlerin masifin zayıf zonlarından yararlanarak yerleşen sokulumları, Salihli ve Küçük Menderes grabenlerinin masife bakan kenarlarında da gözlenmektedir (Savaşçın, 1982).

— İstif boyunca birkaç kez konglomeralı tekrarlanmalar, açısız diskordans ve bunları izleyen yeni bir volkanik evre, ortamın yüksek rölyef enerjisine işaret olabilir. Başka bir anlatımla, yükselmelerle göllerin yok olup yeniden akarsu ortamının egemen olması ve bu yükselmelerin volkanizması ile denetlenmesi magmatitlerin yerleşimi ile tektonizma ilişkilerini yansıtmaktadır.

— Volkanik ürünler son aşamada (Kuvaterner) Naşa ve Kula bazaltları ile ilksel bazik magma ürünleri yansıtırlar. Kula volkanitleri Salihli grabeninin kuzeyinde yer alırlar. Aynı grabenin batıya uzantısında, Akhisar-Gördes yol sapağında karbonatitik yumrular içeren fonolitik bir alkali volkanizma etkindir (Savaşçın, 1982). Naşa bazaltları da güneyindeki bu benzerleri gibi graben kenarı volkanitleri olup, mantonun birincil magmasının ürünüdürler.

#### **VOLKANİTLERİN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL TANIMLANMASI**

Optik gözlemler sonucu Karaboldere volkanitlerinin andezit, dasit, riyodasit, riyolit gibi türlerden oluştukları saptanmıştır. Andezitik lavlar, mikrolitik, hiyaloporfirik, porfirik dokularda gözlenirler ve plajiyoklas (oligoklas-andezin) ojit, biyotit, hornblend ve opak minerallerini içerirler. Görüldüğü gibi gerek piroksenli, gerekse amfibollü andezitler söz konusudurlar. Fenokristaller camsı ve/veya plajiyoklas mikrolitli bir hamur içine gömülmüşlerdir. Hamurda yer yer killeşmeler, limonitleşmeler belirgindir. Dasitik lavlar, hiyaloporfirik, porfirik, fluidal dokularda olup, plajiyoklas (oligoklas-andezin), biyotit, amfibol, ojit ve az oranda kuvars fenokristalleri içerirler. Hamurda önemli miktarda volkanik cam, ayrıca plajiyoklas mikrolitleri, ojit, biyotit ve opak mineraller izlenmektedir.

Porfirik, hiyaloporfirik ve vitrofik dokularda gözlenen riyodasitik lavlar da plajiyoklas (oli-goklas-andezin), biyotit, amfibol, kuvars ve az oranda ojit, sanidin, apatit fenokristalleri içerirler. Hamur camı olup, plajiyoklas mikrolitleri de yer yer gelişmiştir. Riyolitik lavlar, kuvars fenokristallerinin bolluğu ve hamur oranının fazlalığı ile riyodasitlerden ayırt edilirler. Karaboldere volkanitlerinde gözlenen tüfler de andezitik, dasitik, riyolitik karakterlidir. Vitrofirik dokulu, volkanik cam ve kaya kırıntıları yanı sıra plajiyoklas, kuvars, biyotit fenokristalleri içeren tüflerin camı hamurunda da, aynı minerallerin mikrolitleri yer alır. Karaboldere volkanitlerinin bir kısım tüf ve lavları, tektonizma ve/veya bir sonraki volkanizmanın etkisi ile silisleşmiştir. Payamtepe volkanitleri mikroskopta, iri gözenekli gaz boşlukları ve porfirik dokuları ile karakteristik bazaltik bir görünümü yansıtırlar. Fenokristaller, olivin, ojit, biyotit ve plajiyoklasların tümü veya bir bölümünden oluşmaktadır. Gaz boşlukları ikincil kalsit, epidot ve zeolitlerle dolmuştur. Hamurda ise ojit, plajiyoklas, opak mineraller yer alır. Naşa bazaltları genellikle porfirik, yer yer ise hiyalopilitik dokuludurlar. Hamurda volkanik cam, çubuksu plajiyoklas mikrolitleri, opak mineraller bulunur. Ojit en belirgin fenokristaldir. Labradoritik-bitovnitik plajiyoklaslar da yer yer fenokristaller olarak gözlenmektedir. İkincil kalsit, kuvars ve zeolitler içeren boşlukların büyük bir bölümü oval yapıdadır (gaz boşluğu). Bunun yanı sıra çok az belirgin olarak olivin bozuşmaları izlenebilmektedir.

Karaboldere volkanitlerinden 33, Payamtepe volkanitlerinden 9 ve Naşa bazaltından 2 örneğin, E.Ü. Yerbilimleri Fakültesi Merkez Kimya Laboratuvarında yapılmış olan asal element analizlerinin sonuçları Çizelge 1,2,3,4 te verilmiştir. Şekil 1 de örnek alman yerler gösterilmiştir. Çizelgeye Helvacı'dan (1977) 7 Karaboldere (SM 44-50) ve 3 Payamtepe volkanitinin (SM 51-53) analizleri de eklenmiştir. Ayrıca çeşitli parametre ve diyagram değerleri, Rittmann adlandırılmaları (1952) ile grup simgeleri de çizelgeye eklenmiştir. Rittmann parametreleri hesaplanmasında kullanılan formüller şunlardır:

ÖRNEK NO	SM 2	SM 3	SM 4	SM 5	SM 6	SM 7	SM 8	SM 9	SM 10	SM 51	SM 52	SM 53	SM 1
Si O <sub>2</sub>	51.77	56.97	58.42	60.47	55.21	55.79	53.51	56.92	60.46	55.25	53.26	48.66	41.91
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.39	18.78	17.18	12.52	12.61	11.67	16.79	10.22	13.63	15.32	19.13	13.91	20.51
FeO	9.68	6.09	5.34	6.68	6.46	6.46	8.30	6.12	7.16	6.89	6.76	5.56	10.14
MgO	4.35	3.32	4.39	4.47	7.80	8.20	7.07	2.77	4.52	4.93	5.57	3.74	10.17
CaO	4.13	5.42	5.22	2.11	4.94	4.43	6.22	1.27	3.06	6.47	6.42	12.13	1.44
Na <sub>2</sub> O	5.89	2.93	2.66	2.07	1.54	1.72	2.54	4.63	4.02	2.46	2.16	1.84	5.89
K <sub>2</sub> O	1.31	2.74	2.85	7.30	5.94	6.86	2.02	3.77	3.24	5.41	5.68	4.29	1.02
Ti O <sub>2</sub>	1.21	0.72	0.77	0.81	1.72	1.73	1.19	0.54	0.25	1.88	1.79	1.66	E
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.73	0.39	0.23	0.74	1.18	1.23	0.33	0.17	0.13	0.61	0.60	0.55	0.20
Astele kayıp	0.47	1.50	1.57	1.83	1.59	1.52	7	2.60	2.80	2.88	2.29	4.98	6.46
TOPLAM (total)	100.03	98.83	99.09	99.07	99.09	99.59	98.07	99.01	99.27	102.10	97.66	96.77	90.74
Al	16.55	16.90	15.46	11.26	11.34	10.47	15.11	16.39	12.26	13.78	11.01	12.52	12.45
Alk	12.14	7.13	6.21	10.00	8.25	9.44	5.83	10.71	9.27	9.10	8.92	7.05	9.85
FM	19.38	17.85	15.12	15.62	22.06	22.86	22.44	11.66	16.20	16.75	17.90	12.04	30.54
K	0.27	0.38	0.36	0.70	0.72	0.72	0.34	0.35	0.35	0.59	0.63	0.60	0.10
Am	0.15	0.40	0.42	0.04	0.15	0.05	0.44	0.21	0.13	0.20	0.14	0.28	0.30
P	44.80	57.62	65.43	44.74	47.01	41.84	61.11	53.61	50.18	49.22	44.73	47.68	41.91
ÖRNEĞİN RITTMANN'A GÖRE ADLANMASI	FENOKRİTİK NEFELİN TEFRİT	LABRODİT TRAKİT DEZİT	LABRODİT RİYODASİT	LAMPROİTİK TRAKİT	TRAKİT	LAMPROİTİK TRAKİT	LABRODİT TRAKİT ANDEZİT	LATİT	KUVARSLI LATİT	TRAKİT	TRAKİT	LOBİT TEFRİT	OLİVİN NEFELİNİT
6	9.60	2.30	1.54	5.02	4.54	5.75	1.96	4.43	3.01	5.05	5.99	6.64	43.89
T	9.54	22.01	18.88	12.30	6.43	5.73	11.97	25.16	38.44	6.84	6.12	7.27	—
Log C	0.98	0.36	0.19	0.70	0.65	0.76	0.29	0.54	0.48	0.70	0.77	0.62	—
Log V	0.97	1.34	1.27	1.11	0.80	0.75	1.07	1.40	1.58	0.82	0.78	0.66	—
K <sub>2</sub> O / Na <sub>2</sub> O	0.86	0.93	0.85	3.52	3.85	3.98	0.79	0.87	0.80	2.19	2.62	2.39	0.17
K <sub>2</sub> O / SiO <sub>2</sub>	0.064	0.048	0.048	0.120	0.107	0.122	0.037	0.064	0.053	0.096	0.106	0.088	0.024
KAYAÇ GRUPLARI	PAYAMTEPE VOLKANİTLERİ											NAŞA BAZALT	
DİTABRANILARDA KULLANILAN SİMGELER	+											▲	

Çizelge 1 - İnceleme alanındaki volkanitlerin majör element kimyasal analizleri, Rittmann normları ve çeşitli parametreleri.

ÖRNEK NO	SM 11	SM 12	SM 13	SM 14	SM 15	SM 16	SM 17	SM 18	SM 19	SM 20	SM 21	SM 22	SM 23	SM 24
SiO <sub>2</sub>	71.28	62.02	78.81	71.19	72.97	72.76	69.26	74.80	74.89	71.53	66.59	74.61	71.49	67.95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.35	19.04	14.50	13.66	12.10	13.46	16.15	15.70	12.19	15.07	16.68	15.13	15.20	17.75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.21	5.72	0.81	2.49	3.99	3.14	1.80	1.54	1.73	2.43	3.58	2.50	3.10	3.64
MgO	0.51	0.79	E	0.34	E	2.36	1.10	0.51	0.73	0.14	0.84	0.30	0.33	1.25
CaO	0.22	3.30	E	1.85	E	E	0.18	0.49	0.16	E	1.70	0.36	0.19	1.26
Ni <sub>2</sub> O	3.58	3.37	2.84	3.31	0.14	4.02	1.72	2.31	0.89	1.70	2.99	3.37	3.19	2.87
K <sub>2</sub> O	4.06	3.04	4.25	4.01	1.62	5.66	3.70	1.80	5.85	7.17	3.70	2.99	4.24	4.06
TiO <sub>2</sub>	0.41	0.75	0.22	0.31	0.35	E	0.35	0.50	0.40	0.37	0.64	0.37	0.39	0.51
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	E	0.11	0.08	0.14	0.17	0.03	0.07	E	0.12	0.16	0.27	0.09	0.12	0.15
Aristo Kayıp	—	0.93	0.67	0.87	0.10	0.93	5.95	2.89	1.46	0.83	2.18	0.87	1.14	0.70
TOPLAM(Totol)	98.72	93.07	100.23	98.03	100.51	100.38	99.28	100.54	99.45	99.14	99.27	100.59	99.47	100.14
Al	14.71	17.13	13.05	12.29	10.89	12.11	14.53	14.33	11.86	13.56	15.81	13.81	13.77	15.77
Alk	9.43	8.09	8.58	8.97	1.87	11.69	6.28	5.26	7.24	9.24	8.18	8.84	9.01	8.36
FM	3.23	7.30	0.81	3.08	3.98	5.90	4.00	2.56	3.19	2.71	5.46	3.10	3.76	6.14
K	0.43	0.27	0.49	0.44	0.89	0.48	0.59	0.34	0.40	0.77	0.45	0.37	0.47	0.48
An	0.71	0.35	0.20	0.15	0.71	0.01	0.39	0.45	0.24	0.19	0.29	0.25	0.20	0.31
P	64.86	65.12	69.12	60.81	102.89	51.85	74.40	85.02	70.39	63.66	65.32	70.87	64.33	68.62
ÖRNEĞİN RITTMANN'A GÖRE ADLANMASI	KUVARS LATİT	RIYODASİT	RIYOLİT	RIYOLİT	KUVARS LATİT	RIYOLİT	KUVARS LATİT	LABRODORİT RIYODASİT	RIYOLİT	RIYOLİT	KUVARS LATİT	KUVARS LATİT	KUVARS LATİT	KUVARS LATİT
σ	3.19	2.16	1.50	1.90	0.10	3.14	1.16	0.53	1.44	2.56	1.89	1.27	1.93	1.92
ρ	31.14	20.89	52.77	33.28	34.17	—	41.22	26.78	30.62	37.00	21.39	31.78	31.07	29.17
Log σ	0.50	0.33	0.17	0.28	-0.98	0.49	0.06	-0.27	0.15	0.40	0.27	0.10	0.28	0.28
Log ρ	1.49	1.32	1.72	1.52	1.53	—	1.61	1.42	1.48	1.56	1.39	1.50	1.49	1.46
K <sub>2</sub> O / Na <sub>2</sub> O	1.13	0.90	1.47	1.21	11.57	1.40	2.15	0.78	6.79	5.19	1.23	0.88	1.33	1.41
K <sub>2</sub> O / SiO <sub>2</sub>	0.057	0.049	0.055	0.056	0.022	0.077	0.054	0.024	0.078	0.100	0.055	0.040	0.059	0.059
KAYAC GRUPLARI	KARABÖLDERE VOLKANİTLERİ													
DIYERBAZİLİT KULLANILAN SİMÖL-ER														

Çizelge 2 - İnceleme alanındaki volkanitlerin majör element kimyasal analizleri, Rittmann normları ve çeşitli parametreleri.

ÖRNEK NO	SM 25	SM 26	SM 27	SM 28	SM 29	SM 30	SM 31	SM 32	SM 33	SM 34	SM 35	SM 36	SM 37	SM 38
SiO <sub>2</sub>	55.63	68.35	70.55	70.43	68.23	70.67	71.53	69.27	71.89	72.96	76.48	77.15	74.15	75.45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.62	17.41	17.28	15.28	18.16	17.50	12.04	16.52	14.23	15.08	15.08	13.25	13.51	13.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.61	3.83	2.14	2.58	4.17	2.89	1.10	2.65	0.40	1.21	1.40	0.95	1.84	1.21
MgO	1.37	0.82	0.67	0.76	0.51	0.42	E	0.54	0.70	E	0.02	0.08	E	0.05
CaO	1.55	0.94	0.32	1.17	0.96	0.31	E	0.36	1.22	E	E	E	E	E
Ni <sub>2</sub> O	3.29	2.68	2.56	1.09	3.89	3.18	0.14	1.49	0.56	2.72	2.84	0.14	0.10	1.79
K <sub>2</sub> O	2.93	3.45	5.20	3.59	3.31	3.45	2.60	3.27	2.93	5.16	3.45	6.19	8.51	3.34
TiO <sub>2</sub>	0.48	0.43	0.51	0.37	0.53	0.23	0.27	0.42	0.21	0.49	0.47	0.36	0.34	0.09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.18	0.09	0.07	0.23	0.19	0.18	0.02	0.09	0.06	0.01	0.14	0.14	0.05
Aristo Kayıp	2.52	1.50	0.92	4.93	1.72	0.77	12.28	5.98	7.10	1.98	1.29	1.20	0.71	3.34
TOPLAM(Totol)	99.73	99.59	100.42	100.27	100.71	99.44	100.14	100.62	99.33	99.36	100.44	99.46	99.30	99.15
Al	15.85	15.06	15.55	13.75	16.34	15.75	10.83	14.86	12.80	13.57	13.57	11.92	12.15	12.44
Alk	7.86	7.47	9.22	5.87	7.64	6.22	2.81	5.50	3.77	9.24	7.47	6.20	8.66	6.02
FM	6.35	5.47	3.48	4.10	5.19	3.53	1.10	3.73	1.80	1.21	1.44	1.11	1.84	1.31
K	0.37	0.46	0.58	0.81	0.43	0.42	0.92	0.59	0.77	0.55	0.46	0.96	0.98	0.55
An	0.33	0.35	0.25	0.40	0.36	0.31	0.58	0.46	0.54	0.19	0.29	0.30	0.16	0.34
P	67.58	71.76	67.02	77.47	72.32	71.34	91.55	80.25	89.14	64.93	75.71	77.15	63.77	78.48
ÖRNEĞİN RITTMANN'A GÖRE ADLANMASI	RIYODASİT	LABRODORİT RIYODASİT	KUVARS LATİT	KUVARS LATİT	LABRODORİT RIYODASİT	RIYODASİT	RIYOLİT	LABRODORİT RIYODASİT	KUVARS LATİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT
σ	1.71	1.49	2.28	0.80	1.52	1.59	0.26	0.86	0.35	2.07	1.70	1.71	2.18	0.81
ρ	0.23	0.17	0.36	-0.09	0.18	0.20	-0.56	-0.06	-0.45	0.31	0.04	0.07	0.37	-0.09
Log σ	29.85	34.25	28.86	38.35	28.81	49.37	44.07	35.78	65.09	65.05	177.71	36.41	39.44	133.77
Log ρ	1.47	1.53	1.46	1.58	1.46	1.69	1.64	1.55	1.81	1.81	2.24	1.56	1.59	2.12
K <sub>2</sub> O / Na <sub>2</sub> O	0.89	1.28	2.10	3.28	1.14	1.08	18.57	2.19	5.23	1.89	1.30	44.21	85.10	1.88
K <sub>2</sub> O / SiO <sub>2</sub>	0.044	0.050	0.076	0.050	0.048	0.049	0.036	0.047	0.040	0.070	0.045	0.080	0.116	0.044
KAYAC GRUPLARI	KARABÖLDERE VOLKANİTLERİ													
DIYERBAZİLİT KULLANILAN SİMÖL-ER														

Çizelge 3 - İnceleme alanındaki volkanitlerin majör element kimyasal analizleri, Rittmann normları ve çeşitli parametreleri.

ORNEK NO	SM39	SM40	SM41	SM42	SM43	SM44	SM45	SM46	SM47	SM48	SM49	SM50
Si O <sub>2</sub>	71.86	76.92	77.01	75.96	67.70	67.45	74.35	67.14	66.70	69.67	71.28	71.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.09	13.57	13.57	14.56	18.04	16.45	10.17	13.58	14.59	14.61	14.04	14.16
TFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.36	1.43	1.54	1.29	2.05	2.88	2.10	2.30	2.44	2.43	2.57	2.31
MgO	0.39	0.02	E	E	1.81	3.51	2.38	0.70	0.74	0.53	0.40	0.30
CaO	0.15	E	E	E	E	E	0.10	2.10	2.26	2.09	1.98	1.59
Na <sub>2</sub> O	1.14	2.80	2.89	2.50	4.63	3.89	1.42	1.92	2.04	2.06	3.44	3.01
K <sub>2</sub> O	3.82	4.06	3.79	4.44	4.16	3.37	4.94	4.81	4.07	3.99	4.18	4.49
Ti O <sub>2</sub>	0.04	0.08	0.09	0.07	0.21	0.34	0.14	0.38	0.40	0.33	0.35	0.32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.11	0.12	0.02	E	0.19	0.03	E	0.13	0.19	0.16	0.17	0.13
Aristo Kuyup	6.38	0.51	0.48	1.34	0.88	1.58	3.73	4.63	4.68	1.96	0.86	1.64
TOPLAM (Total)	100.33	99.51	99.38	100.16	99.67	99.49	99.37	97.48	98.11	98.72	99.27	98.99
Al	13.57	12.21	12.21	13.10	16.23	14.80	9.15	12.22	13.13	13.14	12.63	12.76
Alk	5.53	8.26	8.11	8.19	11.10	9.19	7.07	7.49	7.13	8.48	9.34	9.00
FM	2.14	1.47	1.54	1.29	5.67	9.00	6.86	3.70	3.92	3.49	3.37	2.91
k	0.69	0.49	0.46	0.54	0.37	0.36	0.69	0.61	0.57	0.45	0.44	0.49
An	0.42	0.19	0.20	0.23	0.18	0.23	0.13	0.24	0.29	0.21	0.15	0.17
p	80.48	68.45	69.31	70.64	59.57	62.72	61.74	63.11	66.03	63.39	60.58	61.80
ÖRNEĞİN RİTTMANN'A GÖRE ADLANMASI	KUVARŞ LATİT	RIYOLİT	RIYOLİT	RIYOLİT	KUVARŞ LATİT	KUVARŞ LATİT	RIYOLİT	KUVARŞ LATİT	KUVARŞ LATİT	KUVARŞ LATİT	RIYOLİT	RIYOLİT
δ	0.85	1.38	1.30	1.46	3.12	2.15	1.28	1.76	1.57	1.81	2.05	2.00
Log δ	-0.07	0.14	0.11	0.16	0.49	0.33	0.11	0.24	0.19	0.25	0.31	0.30
T	348.50	134.62	118.66	172.28	63.85	36.97	62.50	30.68	31.37	37.96	30.28	34.84
Log T	2.54	2.13	2.07	2.23	1.80	1.56	1.79	1.48	1.49	1.58	1.48	1.54
K <sub>2</sub> O / Na <sub>2</sub> O	3.35	1.45	1.30	1.77	0.89	0.86	3.47	2.40	1.93	1.27	1.21	1.49
K <sub>2</sub> O / SiO <sub>2</sub>	0.053	0.062	0.049	0.058	0.061	0.050	0.066	0.068	0.061	0.055	0.058	0.063
KAYAC GRUPLARI	KARABÖLDERE VOLKANİTLERİ											
DIYACHAMALARDA KULLANILAN SİMGELER												

Çizelge 4 - İnceleme alanındaki volkanitlerin majör element kimyasal analizleri, Rittmann normları ve çeşitli parametreleri.

$$Al=0.9 Al_2O_3$$

$$Alk=K_2O+1.5 Na_2O$$

$$FM=Fe_2O_3+1.1 FeO+2MgO$$

$$k=K_2O/Alk$$

$$an=(Al-Alk)/(Al+Alk)$$

$$p=SiO_2 (an+0.70)$$

Bu parametrelerden yararlanılarak saptanan Rittmann adlandırılmalarına göre:

Karaböldere volkanitleri: Kuvars-latit, riyodasit, riyolit, labradorit-riyodasit;

Payamtepe volkanitleri: Trakit, lamproitik trakit, lösit tefrit, fonolitik nefelin tefrit, labradorit-trakiandezit ve yer yer latit, kuvars latit, labradorit riyodasit gibi değişik gruplarda toplanmaktadır.

Nefelinitik türdeki (Na<sub>2</sub>O) K<sub>2</sub>O Naşa bazaltı, kimyası ile de Kula volkanizmasına uyum gösterir. Ancak mikroskobik boyutlara kadar küçülebilen gaz boşluklarındaki ikincil kalsit ve kalsedon, bu lavlardan sağlıklı analiz yapımını zorlaştırmaktadır. Karaböldere volkanitleri kalkalkali karakterde genellikle asitik ürünlerdir. Bunlar;

% 62.02 - 77.15 arası SiO<sub>2</sub> (ortalama % 70) ve

% 10.17 - 19.04 arası Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün (ortalama % 15) yanı sıra,

% 0.01 - 3.30 arası CaO



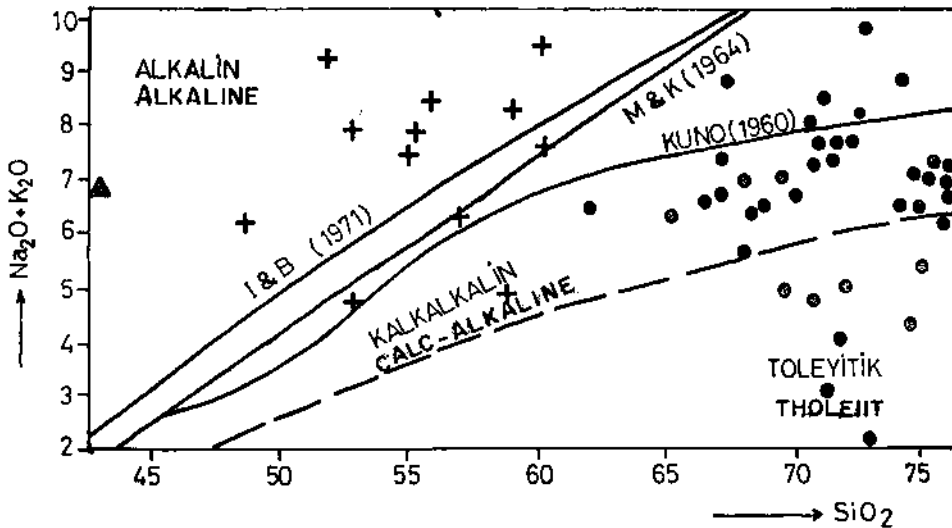
% 0.40 - 4.17 arası  $Fe_2O_3$   
 % 0.01 - 3.51 arası  $MgO$   
 % 0.10 - 4.63 arası  $Na_2O$  (ortalama % 2) ve  
 % 1.62 - 8.51 arası  $K_2O$  (ortalama % 4)  
 içerecek  $K_2O$ }}  $Na_2O$  özellikleri ile belirginlerdir.

Payamtepe volkanitleri alkali karakterli, bazik-ortaç arası geçişli kayalardan oluşurlar. Bunlar;  
 % 48.66 - 60.47 arası  $SiO_2$  (ortalama % 55)

% 11.64 - 18.78 arası  $Al_2O_3$   
 % 5.56 - 9.68 arası  $Fe_2O_3$   
 % 1.27 - 12.13 arası  $CaO$   
 % 2.77 - 8.20 arası  $MgO$  gibi değişken değerleri ve  
 % 1.54 - 5.89 arası  $Na_2O$  (ortalama % 2.5)  
 % 2.02 - 7.30 arası  $K_2O$  (ortalama % 3.5)

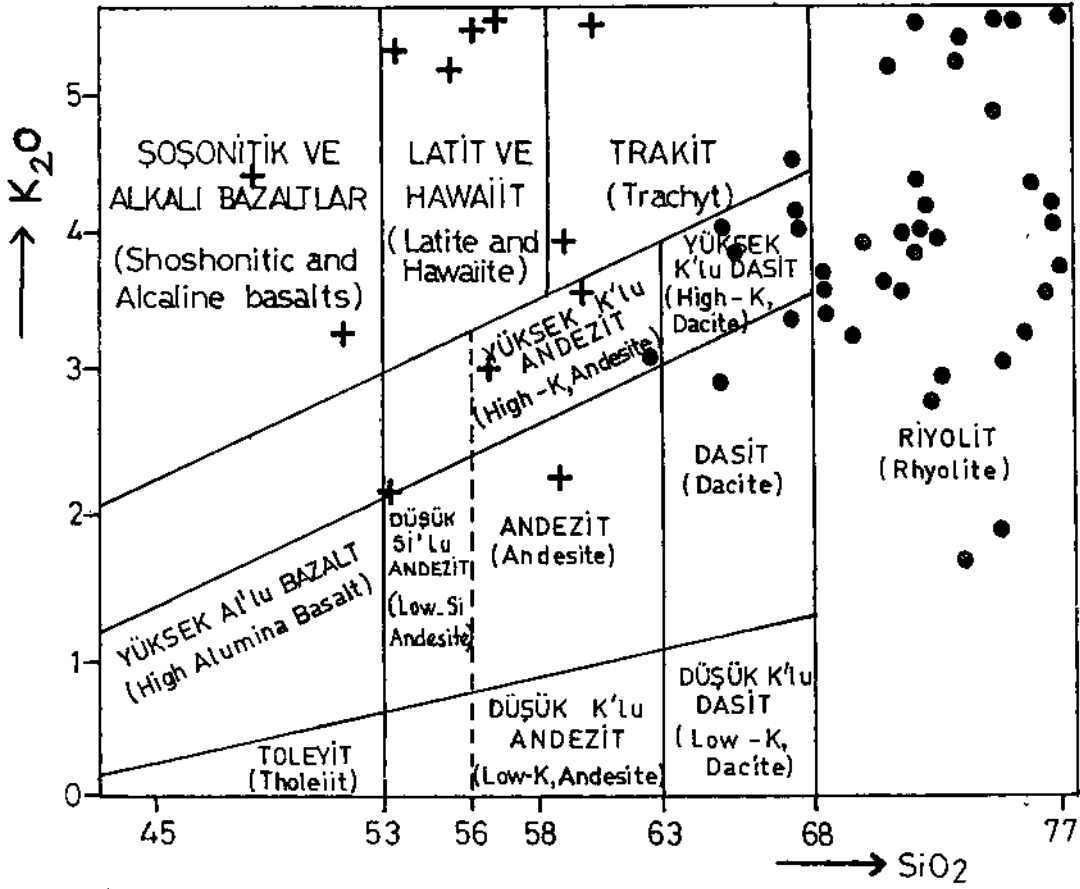
içerikleri ile, asitik Karaboldere volkanitlerinden Naşa bazaltlarına geçişi yansıtırlar.  $K_2O$  ortalaması azalmış,  $Na_2O$  artmıştır. Ancak hâlâ  $K_2O > Na_2O$  olduğundan kabuksal kirlenme ile etkilenmiş bazaltik magma türevi veya hibridik karakterli olabilirler. Son aşamadaki Naşa bazaltları ise ( $Na_2O$ )  $K_2O$  özellikleri ile, birincil manto ürünü, hiç bir karışım ve kirlenme geçirmemiş alkali bazaltik magmayı yansıtırlar. Benzeri ürünlere yer yer bir önceki Payamtepe volkanitlerinde de rastlanılır (SM 2 fonolitik nefelin tefrit, SM 53 lösit tefrit). Yayılım alanları dar da olsa, geçişlilik özellikli, geniş görüntülü petrografileri ile Payamtepe kayaları önem kazanır.

Şekil 2 de  $Na_2O+K_2O/SiO_2$  diyagramına göre [Irvine-Baragar (1971), MacDonald ve Katsura (1964), Kuno (1960) ayırım hatları ile], Payamtepe kayalarının alkali karakteri, Karaboldere volkanitlerinin ise kalkalkali özelliği belirginleşir. Yüksek  $SiO_2$  değerli bazı Karaboldere kayalarının toleyitik alana düşmeleri, arazi gözlemlerinde de saptanmış olan ikincil silisleşme ile ilgilidir. Aynı sonuçlar Rittmann'ın (1953)  $An/SiO_2$  diyagramında da ortaya çıkar (Şek. 3). Rittmann'ın (1962) alkali-silis diyagramındaki a indisine göre ise (Şek. 4) Payamtepe kayalarının genellikle geçiş alanında, daha doğrusu bir bölümü ile a-4 ün altında, diğer bölümü ile de üstünde yer almaları önceki yorumlarla

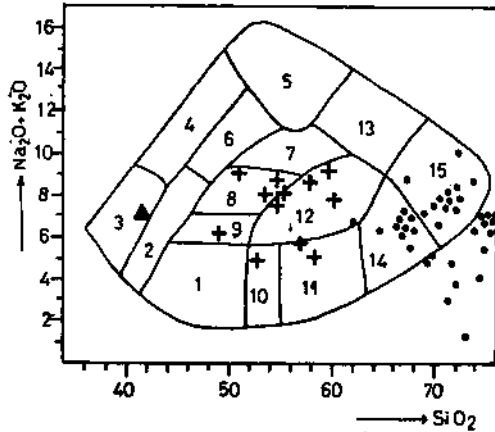


Şek. 2 - Analiz sonuçlarının  $(Na_2O+K_2O)/SiO_2$  diyagramı.





Şek. 5 - Örneklerin Barberi ve diğerlerine (1974) göre adlandırılması.



- 1\_BAZALT (Bazalt)
- 2\_BAZANİT VE TEFRİT (Basanite and Tephrite)
- 3\_NEFELİNİT (Nephelinite)
- 4\_FONOLİTİK NEFELİNİT (Phonolitic Nephelinite)
- 5\_FONOLİT (Phonolite)
- 6\_FONOLİTİK TEFRİT (Phonolitic Tephrite)
- 7\_BENMORİT (Benmoreite)
- 8\_MUJEARİT ve TRAKİBAZALT (Mugearite and Trachybasalt)
- 9\_HAWAİİT (Hawaiite)
- 10\_BAZALTİK ANDEZİT (Basaltic Andesite)
- 11\_ANDEZİT (Andesite)
- 12\_TRAKİANDEZİT (Trachyandesite) - LATİT (Latite)
- 13\_TRAKİT (Trachyte)
- 14\_DASİT (Dacite)
- 15\_RİYOLİT (Rhyolite)

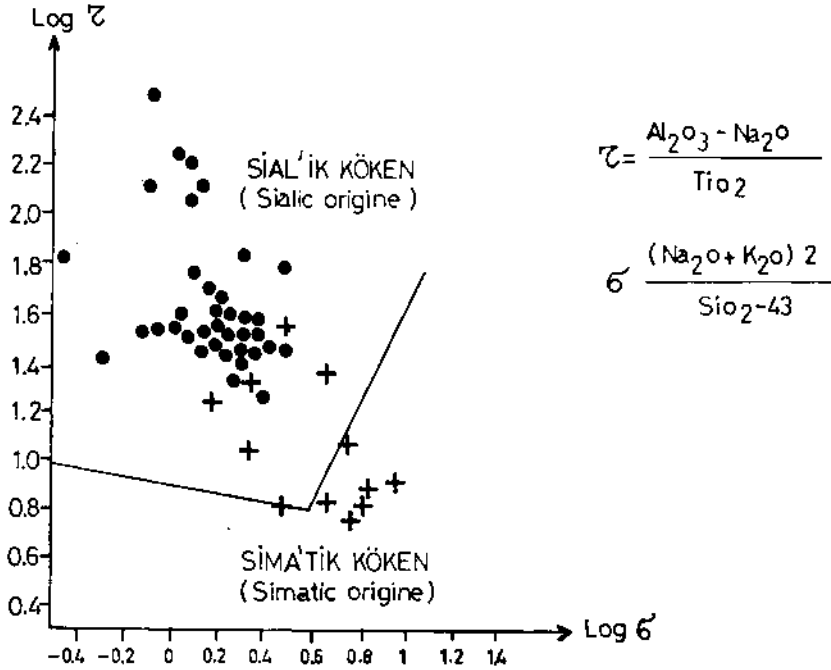
Şek. 6 - Volkanitlerin Cox ve diğerlerine (1979) göre adlandırılmaları.

Gottini'nin (1968, 1969) önerdiği  $\tau$  değerleri hesaplandığında,  $\text{SiO}_2$  içerikleri ile doğru orantılı olarak artan  $\tau$  değerleri, Karaboldere volkanitlerinin aşırı sialik karakterini göstermektedir. Zira, Gottini'ye göre  $\tau > 10$  sialik kökeni gösterir. Payamtepe volkanitlerinde ise,  $\text{SiO}_2$  içeriğinin yaklaşık 57 den büyük değerleri için, ortaç asitik sialik köken; 57 den küçük değerleri için ise bazik simatik kökenin ( $\tau < 10$ ) varlığı ortaya çıkmaktadır.

Gottini ayrıca,  $\tau$  değerinin, Rittmann indisine göre;

$$\left( \sigma_{\downarrow} = \frac{(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^2}{\text{SiO}_2 - 43} \right)$$

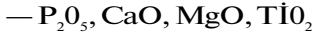
ilişisini ele alan diyagramda, sialik ve simatik köken sınırını çizmiştir. Bu sınıra göre Karaboldere'nin duraylılığı ve Payamtepe kayalarının geçişli kümelenmesi açıkça ortaya çıkmaktadır (Şek. 7). Bu son diyagramın da katkısı ile inceleme alanında, Orta Miyosende, ortaç-asitik bileşimde, kabuksal kökenli (sialik) bir magmanın yükselerek soğuduğunu (Karaboldere volkanitleri), daha sonraki evrelerde, bazik manto kökenli magmanın yükselerek yüzleklerken yer yer magmasal karışımların (hibrid) ve/veya bazaltik magmada kabuksal malzeme özümlemeleri (kirlenmeler) ile Payamtepe volkanitlerinin geliştiği söylenebilir. Özellikle kimyasal-petrografik özellikleri yaygın olan bu volkanitler, çeşitli diyagramlarda da geçiş sınırında iki ayrı küme gibi görünüşleri ile bimodal bir magmatizmaya işaret etmektedirler.



Şek. 7 - Örneklerin sial-sima aymm diyagramı (Gottini, 1968-1969).

incelenen örneklerin  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  değerleri oldukça yüksektir. Bu değerler de çizelgelerde sunulmuşlardır. Gerek Karaboldere, gerekse Payamtepe örnekleri  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 1$  değerleri ile kıta içi özelliklerini (Jakes ve White, 1972) korurlar. Bunun yanı sıra  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  artışının  $\text{SiO}_2$  ile doğru orantılı olmayışı da kıtasal kökenli kirlenmeler ve post-volkanik silisleşmelerin sonucudur. Kıtasal

kalkalkali lavlarda yüksek  $K_2O/Na_2O$  değerinin granitik malzeme ile kirlenme olayına bağlı olduğu görüşü (Yamasaki, 1956), Eğrigöz plütonunun konumu ile de uyumludur.  $K_2O$  değerlerindeki düzensiz yükselmeler, Karaboldere volkanitlerinde üç örneğin dışında aşırı sapmalar göstermez. Genelde  $K_2O/Na_2O$  değerleri yaklaşık 1-2 arasındadır. Payamtepe kayalarında ise daha düzensiz görünümlü  $K_2O/Na_2O$  değerleri, bazaltik magmada özümlenen kabuksal malzemenin ve/veya kabuksal magmanın karışım oranları ile ilgili olmalıdır. Aynı örneklerin  $K_2O/SiO_2$  oranlarının,  $SiO_2$  kapsamına göre değişimleri de, herhangi bir yönelim göstermemektedir. Özellikle ada yayı kökenli volkanitlerde, potasyum değerinin, silisyuma bağlı artışı ise bilinmektedir. Böylece gerek kıtasal karakter, gerekse kirlenme ve hibrid olayları inceleme alanı için geçerli olup, bölgenin jeolojik yapısı ile de uyumludur, incelenen volkanitlerin asal element oksit değerleri  $SiO_2$  içeriğine göre diyagrama taşındığında, Karaboldere örneklerinde;



$Al_2O_3$ , S  $Fe_2O_3$  için ters orantılı ilişki belirgindir.

—  $K_2O$  çok az belirgin doğru orantı,

$Na_2O$  ise belirsizlik gösterir.

Payamtepe örneklerinde ise tek önemli değişiklik  $Na_2O$  da gözlenen doğru orantıdır. Bazaltik magmaya geçiş simgeleyen bu olay, daha sonraki volkanik aşamada (Naşa)  $K_2O$  ((  $Na_2O$  olarak kesinlik kazanır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Batı Anadolu'da, çoğun kalkalkali, yer yer alkali ve bazı bölgelerde de şoşonitik nitelikte volkanizmanın, tüm Miyosen boyunca (özellikle Orta Miyosenden sonra) etkin olduğu, son on yılda yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Borsi ve diğerleri, 1972; Innocenti ve Mazzuoli, 1972; Savaşçın, 1972, 1978, 1981, 1982; Kaya ve Savaşçın, 1982; Sunder, 1979; Ercan, 1979; Ercan ve diğerleri, 1979; Ercan ve Günay, 1981; Ercan 1981 a ve \*; Ercan, 1983; Ercan ve diğerleri, 1983 vb.). Etkinliği Pliyosende de süren ve yer yer Kuvaternerde de gözlenen volkanizmanın kökeni konusunda değişik görüşler öne sürülmekte ise de, bölgede bir yitim zonundan çok tansiyon rejimi sonucu riftleşmelerin volkanizmayı denetlediği görüşünü birçok araştırmacı paylaşmaktadır. Batı Anadolu'nun özellikle Ege kıyılarında (Bodrum, Kuşadası, Karaburun, Urla, Foça, Dikili, Ayrılık, Ezine) kalkalkali-alkali Volkanitler, yariderinlik kayaları (subvolkanikler) ve küçük plütonların bir aradalığı karakteristiktir. Bu magmatik kaya toplulukları, yüksek açılı büyüme faylarının denetiminde yükselmişlerdir (Savaşçın, 1981). Hızlı bir çöküntü alanını yansıtan sedimanter istif (kalın konglomeratik ve volkanosedimanter birimler, tuf, tüfit, kumtaşı, marn, gölsel kireçtaşları) ile volkanitlerin yinelenmeli ardalanmaları tipiktir. Kuvaternere dek süren volkanizmada alkali-kalkalkali ardalanması Orta Miyosende başlar (Savaşçın, 1978; Sunder, 1979) ve üst düzeylere doğru, giderek alkali bazaltik ürünlerin baskınlığı belirginleşir. Bu küçük boyutlu alkali-bazaltların, izotop dağılımı (S, Sr), lantanitler ve diğer eser element analizlerinin incelenmesi, bu kayaların birincil manto kökenli olduklarını kanıtlarlar. Bunun yanı sıra, yersel olarak aynı alkali-bazaltlar içinde, kabuksal magma ve kayalardan etkilenmiş hibridik ve kirlenmiş (kontamine) ürünlerin varlığı da bilinmektedir (Savaşçın, 1978; Sunder, 1979). Manto malzemesinin yükselmesine yardımcı olan, graben duvarı (büyüme fayları) gibi yapılar, derinlere inen yaşlı çizgiselliklerin genç tektonizma ile yukarı vurmasının sonucudurlar. Grabenlere ve yapısal çizgiselliklere bağımlılık, özellikle alkali türler için daha belirgin olup, eski çalışmalardan beri izlenmektedir. Alkali-bazaltik lavlar, levha içi açılmalarda, ilksel magmanın sorguç (plume) gibi yükselmesi öncesi, tıkalı olan yollarını açarken, kendi gaz fazının yardımıyla alt kabukta bölümsel ergimelere neden olmaktadır. Bu bölümsel ergimleri hızlandırıcı, kolaylaştırıcı veriler:

Bazik magmanın kabuktaki ergime ısısını düşürücü, ısı iletici özellikleri olan aktif gaz fazı ve litosfer basıncının kırılmalar genişlemelerle düşmesi (ergime ısısının ikinci kez düşmesi) olabilir. Böylece önünde kalkalkali ürünleri iten (gerçekleştiren) bazik magma, yer yer üzerindeki kabuksal magma ve magmatitlerle karışarak ve daha sonra karışmadan yüzlekleyerek istifsel bir aradalığı tamamlamaktadır. Aynı olaylarla birlikte yariderinlik ve plütonik kayaların da zaman zaman yerleşimi bu model ile kolayca açıklanabilir. Bu karışımların ürünü olan hibridik türler (genellikle ortaç volkanitler), egemen magmanın oranına göre alkali veya kalkalkali nitelikli olabilmektedirler. Hatta optik gözlemlerin kalkalkali karakter, jeokimyasal verilerin ise alkali karakter gösterdiğine çok sık rastlanılır. Yukarıda kısaca özetlenen model ilk kez Savaşçın, Birsoy, Dora (1979) tarafından ortaya atılmış ve daha sonra gelişmiştir (Sunder, 1979; Savaşçın ve Dora, 1979; Dora ve Savaşçın, 1981; Savaşçın, 1980, 1982). Batı Anadolu'da bir başka sorun ise, asitik (riyolitik) kalkalkali volkanitlerin, daha yaşlı (Paleosen) ve yaşıtı bazı granitik kütlelerle olan kimyasal benzerliğidir. Bu Karaboldere benzeri kayaların kabuk kökenli oldukları, anateksitik karakterleri, ilk kez Keller (1969) tarafından söylenmiştir. Araştırmacı, Kos ve Nysiros adalarındaki riyolitik tüflerin kabuk kökenli olduklarını, granitik kıta kabuğu anateksisi ile oluştuklarını, yer yer granitik ksenolitler içerdiklerini saptamıştır. Borsi ve diğerleri (1972) Sr izotop oranlarına dayanarak İzmir'in güneybatısındaki benzeri türler için, Keller ve Villari (1972) Afyon yöresi asitik volkanitleri için, Sunder (1979) Kırka, Özgenç (1978) Cumaovası, Ercan (1983) Gördes riyolitik kayaları için kabuksal anateksitik türevi önerirler. Ancak kalkalkali türlerin hepsi asitik değildir. Piroksenli latitler, kuvars latitler, latit-andezitler vb., kimyasal bileşimleri ile üst kabuk gereçlerinden daha baziktirler. Kaldığı Afyon yöresinde bu (ortaç-asitik) kalkalkalilerin yanı sıra bazik fonolitik, trakitik, hatta lösititik türevlerin bir aradalığı bilinmektedir (Keller ve Villari, 1972). Sorun magma katmanlarının iki, üç veya daha fazla sayıda, değişik derinliklerde ve değişik bölümsel ergime+karışma olayları ile ilgilidir.

Ayvalık çevresinden (Dora ve Savaşçın, 1981), Bodrum'dan (Ercan, 1981 *b*) Dikili-Bergama yöresinden (Ercan, 1981 *a*) Karaburun, Urla, Foça, Ezine dolaylarından (Savaşçın, 1981) ve daha birçok bölgeden bilinen bu kalkalkali—alkali volkanit, damar kayası, plütonit, polimetalik cevherleşmelerin *çok düzenli geçiş verdiği* en belirgin örneklerden biri de, şüphesiz bu çalışma ile incelenen Simav ve çevresi genç volkanitleridir. Böylesine zamansal düzenli aşamanın açıklanabilmesi için, yukarıda özetlenen model şu nedenlerle daha uygun olanıdır:

— Modelde sözü geçen magmatik türevlerin hepsi (ilksel manto magmasından—üst kabuksal tüflere kadar) arazide gözlenebilmektedir.

— Dalma olayı veya yitim ile açıklanacak biçimde zamana göre yersel jeokimyasal sapmalar, Batı Anadolu'nun hiç bir yerinde gözlenemez. Zaten jeokimyasal veriler de böyle düzenli bir dalmanın söz konusu olmadığını gösterir.

— Tüm Batı Anadolu'da alkali-bazaltik volkanitlerin beraberlerinde bol gaz fazı getirmeleri (badem bazaltlar), kalkalkalilerde gözlenemeyen bu gaz fazı minerallerinin yer yer yüksek ısı kökenli görünüşleri, alt kabuktaki kemirici, aktif uçuşkanların daha da derinlerden yükseldiğinin işaretidir.

' Buna karşın son yıllarda önerilen bazı modellerde, alta dalan Menderes billurlu kayaları ve bunları çevreleyen ultramafik birimlerin bölümsel, seçimli ergimeleri ile volkanitlerin türemesi (Kaya, 1981) veya yine alta daldırılan Menderes masifinin, kalın kabuk-ince litosfer tanımlamalı bir termodinamik ortamda, ilk ergimelerle İRS sıvısı türeterek atladığı daha bazik birimleri de etkilemesi ile, asitik ortaç-hibridik türevlerin yüzlekleme ve en son türn bu olaylardan bağımsız bir alkali bazaltik (Kula örneği) magmanın yerleşimi (Yılmaz ve Şengör, 1982) önerilmektedir. Sözü edilen her iki modelde de ortaya şu sorunlar çıkmaktadır:

— Masifin alta dalımı olayının, kendisini uzun süre koruyabilmesini termodinamik olarak açıklayabilmek zordur. Dalımdan kısa bir süre sonra, bu tür kabuksal malzemenin kendi gaz fazı (uçuş-

kanları) ile bölümsel değil tümü ile ergimesi beklenir. Bu dalım olayı bu nedenle ancak Paleosen ve daha yaşlı plütonik kütleler için geçerli olabilir.

— Gerek masif ile birlikte daldığı, gerekse masifin altladığı öngörülen ve daha bazik olması gereken malzeme ile ultramafikler düşünülmektedir. Bunlar ise Anadolu'nun jeolojik yapısı gereği taze ultramafikler olamazlar. Daha çok alpin türde, bazaltını yitirmiş, sıklacak suyu verilecek bazaltı kalmamış katmanların söz konusu olması beklenir. Bugüne kadar Batı Anadolu'da ne hibridik, ne de başka bir lavda, herhangi bir ultramafik veya benzeri bir kayanın ergime artığı olarak herhangi bir kapamına rastlanılmamıştır. Dursunbey yöresinde birçok tüf ve lav serpantinolitik kaya parçaları içermektedir. Ancak bunlar püskürme ve lav boşalmaları sürecinde açılan yoldan kopma yabancı malzemelerdir.

— Bu tür karmaşık modeller ile Simav yöresinde açıkça gözlenen zamana bağlı ve çok düzenli bir jeokimyasal değişim beklenemez. Ayrıca bu modellerde, yüzlek vermeyen, kendini göstermeyen bir kaynaktan volkanitlerin magması türetilmektedir. Bu çalışma ile uyumluluğuna değinilen modelde ise, oluşum evresinde sırası gelince yüzlekleterek birçok yerde kendini gösteren bir malzeme ile ilişki kurulmaktadır (birincil manto ürünü magma). Gerek Menderes masifinin domlaşması ve masifi kesen, masifin içinde yer alan asitik, ortaç, bazik, genç plütonit ve volkanitlerin yaygınlığı, gerekse eşdeğeri bazik, volkanitlerin graben duvarlarında dizilimi, kendisini açıkça gösteren kaynağın, masife yabancı malzeme olarak yerleşimini göstermektedir. Bu kaynağın yükselmesi, yani Ege'de manto diyafirizmi (Schwan, 1977, 1981), üstten bindiren bir yük ile masifin arada sıkışması ve yükün K-G sıkışmalara da bağlı olarak aşınması ile daha da kolay açıklanabilir.

#### KATKI BELİRTME

MTA Enstitüsü Jeoloji Dairesi, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi ve Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesince birlikte sürdürülen «Batı Anadolu Tersiyer Magmatizması ve Stratigrafisi» çalışmalarının bir bölümünü oluşturan bu araştırmayı her aşamada destekleyen ve yardımcı olan eski Jeoloji Dairesi Başkanı Necdet Özgül ve Yardımcısı Behçet Akyürek'e inceleme alanında yaptıkları ayrıntılı çalışmaları ile bize cömertçe yardımlarını sunan Dr. Neşat Konak ve Necati Akdeniz'e, E.Ü. Yerbilimleri Fakültesinin Jeokimya Laboratuvarında analizleri gerçekleştiren MTA Enstitüsü Kimyagerlerinden Şükrüye Hiçdönmez ve adı geçen fakültenin Kimyagerleri, Yılmaz Gültekin, Nalan Özyiğit ve Nedim Tatari'ye teşekkürü borç biliriz.

*Yayma verildiği tarih, 4 Mart 1983*

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Akdeniz, N. ve Konak, N., 1979, Simav-Emet-Taşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap., 6547 (yayımlanmamış), Ankara.
- Barberi, F.; Innocenti, F.; Marinelli, G. ve Mazzuoli, R., 1974, Volcanisme e tetonica a placche: Esempi nell area Mediterranea, 67 th. Cong. S.G.L.
- Bingöl, E.; Delaloye, M. ve Ataman, G., 1982, Granitic intrusion in Western Anatolia; A Contribution to geodynamic study of this area; Ecl. Geol. Helv., 75/2, 437-446.
- Borsi, S.; Ferrara, G.; Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea: Bulletin Volcanologique, 36-1, 473-496.

- Bürküt, Y., 1966, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plütonların mukayeseli jenetik etüdü: Doktora tezi, İ.T.Ü. Yayınl.
- Canet, J. ve Jaoul, P., 1946, Manisa-Aydın-Kula-Gördes Bölgesi jeoloji hakkında: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap., 2068 (yayımlanmamış), Ankara.
- Cox, K.G.; Bell, J.D. ve Pankhurst, R.J., 1979, The interpretation of igneous rocks: George Allen and Unwin Ltd., London, 450 s.
- Dora, Ö., 1969, Karakoca granit masifinde petrolojik ve metalojenik etütler: Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg., 73, 10-26, Ankara.
- ve Savaşçın, M.Y., 1981, Alibey-Maden adaları (Ayvalık) bölgesi magmatizması: Tübitak 7 nci Bilim Kongresi Yerbilimleri Sektörünü Tebliğler Kitabı, 11-38.
- Ercan, T., 1979, Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması: Jeoloji Mühendisliği Derg., 9, 23-46.
- , 19810, Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi: Doktora tezi, İstanbul Üniv. Yerbilimleri Fak. İstanbul, 168 s.
- , 1981b, Batı Anadolu Tersiyer volkanitleri ve Bodrum yarımadasındaki volkanizmanın durumu: İstanbul Yerbilimleri Derg., 2/3-4, 263-282.
- , 1983, Gördes volkanitleri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 26,41-48.
- ; Dinçel, A.; Türkecan, A. ve Günay, E., 1977, Uşak yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap., 6354 (yayımlanmamış), Ankara.
- ; ———; Metin, S.; Türkecan, A. ve Günay, E., 1978, Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 21, 97-106.
- ; ———ve Günay, E., 1979, Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege bölgesindeki yeri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 22, 185-198.
- ve Günay, E., 1981, Söke yöresindeki Tersiyer volkanizması ve bölgesel yayılımı: Jeomorfoloji Derg., 10, 117-137.
- ; Türkecan, A.; Dinçel, A. ve Günay, E., 1983, Kula-Selendi (Manisa) dolaylarının jeolojisi: Jeoloji Müh. Derg., 17,3-28.
- Gottini, V., 1968, The TiO<sub>2</sub> Frequency in Volcanic rocks: Geol. Rdsch., 57, 930-935.
- , 1969, Serial characler of the Volcanic rocks of Pantelleria: Bulletin Volcanologique, 3, 818-827.
- Gün, H.; Akdeniz, N. ve Günay, E., 1979, Gediz ve Emet güneyi Neojen havzalarının jeolojisi ve yaş sorunları: Jeoloji Mühendisliği Derg., 8, 3-13.
- Hamilton, W.J. ve Strickland, H.E., 1841, On the geology of the western part of Asia minör: Transactions of the Geol. Soc. of London, 2, 6.
- Helvacı, C., 1977, Geology, Mineralogy and geochemistry of the Borate deposits and associated rock at the Emet Valley, Turkey: Doktora tezi, Nottingham Üniv., İngiltere, 338 s.
- Holzer, H., 1954, Beyce 54/4 ve Simav 71/1 paftalarının jeolojik löveleri raporu: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap., 2366 (yayımlanmamış), Ankara.
- Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972, Petrology of the İzmir-Karaburun Volcanic area: Bulletin Volcanologique, 36-1, 83-103.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., 1971, A Guide to the Chemical classification of the common Volcanic rocks: Can. Jour. Earth. Scien, 8, 523-548.
- Jakes, P. ve White, A.J.R., 1972, Majör and trace element abundances in Volcanic rocks of orogenic areas: Geol. Soc. Amer. Bull. 83, 28-40.
- Kaya, O., 1972, Tavşanlı yöresi ofiyolit sorununun ana çizgileri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 15, 1, 26-108.
- , 1981, Batı Anadolu alta bindirmesi; Ultramafik birim ve Menderes Masifinin jeolojik konumu: Doğa Atatürk özel sayısı, 15-36.

- Kaya, O. ve Savaşçın, M.Y., 1982, Petrologic significance of the Miocene Volcanic rocks in Menemen, West Anatolia: *Agean Earth Sc.*, 1, 45-58.
- Kalafatçıoğlu, A., 1964, Balıkesir-Kütahya arasındaki bölgenin jeolojisi: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 9,1-2, 46-62.
- Keller, J., 1969, Origin of rhyolites, by anatectic melting of granitic crustal rocks: *Bulletin Volcanologique*, 33/3, 942-959.
- ve Villari, R., 1972, Rhyolitic ignimbrite in the region of Afyon (Central-Anatolia): *Bulletin Volcanologique* 36, 342-358.
- Kuno, H., 1960, High alumina basalt: *Journal of Petrology*, 1, 121-145.
- MacDonald, G.A. ve Katsura, J., 1964, Chemical composition of Hawaiian Lavaş: *Journal of Petrology*, 5, 82-133.
- Özgenç, İ., 1978, Cumaovası (İzmir) asit volkanitlerinde saptanan iki ekstrüzyon aşaması arasındaki görelî yaş ilişkisi: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 21/1, 31-34.
- Öztunalı, ö., 1973, Uludağ ve Eğrigöz masiflerinin petrolojisi ve jeokronolojisi: *İ.Ü.F.F. Monografileri, Tabii İlimler*, 23, 115 s.
- Philippson, A., 1913, Das vorkommt von Kula in Lydien die, katokekaumene der Alten =Pet. *Geog. Milt.*, 2, 237-241.
- Rittmann, A., 1952, Nomenclature of Volcanic rocks: *Bulletin Volcanologique*, 12, 75-102.
- , 1953, Magmatic characler and tectonic position of the indonesian volcanoes: *Bulletin Volcanologique*, 14, 45-58.
- Savaşçın, M.Y., 1972, Beitrage zur Frage der Genese westanatolischer «Andesite» und «Bazalte»: *Tez, Tübingen*, 168 s.
- , 1978, Foça-Urla Neojen volkanitlerinin mineralojik jeokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu: *Tez, İzmir*, 74 s.
- , 1980, Batı Anadolu'daki genç volkanitler; S.C. ve O izotop analizleri: *Türkiye 34. Jeoloji Kurultayı, Bildiri özleri*, s. 32.
- , 1981, Late Tertiary extentional tectonics and alkali-basaltic magmatism in West-Anatolian coastal zone: *International Symposium on the Hellenic arc and trench (H.E.A.T.)*, Özler, 90-91.
- , 1982, Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik öğeleri: *Türkiye Jeoloji Kurultayı paneli (baskıda)*.
- ve Dora, O.Ö., 1979, An approach to the young magmatic evolution of "Western Anatolia: *Fortsch. Min.*, I, 132-133.
- ; Birsoy, R. ve Dora, O.Ö., 1979, Batı Anadolu'daki genç magmatik evrime yeni yaklaşımlar: *Türkiye 33. Jeol. Kurultayı Bildiri özleri*, s. 57.
- Schwan, W., 1977, About the geotectonic devolopment of island arc/marginal sea system in the aigean and Japanese/ areas: *VI. Ege Kollogyumu (baskıda)*.
- , 1981, Comparative Outline of island arc/marginal sea system: *Inter. Congr. the Helenic Arc a. Trench (H.E. A.T.)*, Özler, 92.
- Sunder, M., 1979, Kırka (Eskişehir) ve çevresinin jeolojisi, petrolojisi ve Sarıkaya borat yataklarının jeokimyasal incelenmesi: *Doktora tezi, İstanbul Üniv. Fen Fakültesi, İstanbul*.
- Uz, B., 1973, Les formations metamorphiques et granitiques du massif ancien d'Akdağ et leur couverture volcano-sedimentaire: *Doktora tezi, Nancy Üniv., Fransa*.
- Yağmurlu, F., 1982, Akhisar doğusu Neojen tortullarının depolanma ortamları ve kömür yatakları ile olan ilişkisi: *Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri özleri*, 55-56.
- Yamasaki, M., 1956, Petrogenetic significance of the K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratios of Volcanic rocks of Fuji and Nasu Volcanic zones in Japan: *Jour. Geol. Soc. Japan*, 62, 504-514.
- Yılmaz, Y. ve Şengör, A.M.C., 1982, Ege'de kabuk evrimi ve neomagmatizmanın kökeni: *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özleri kitabı*, 64-65.
- Zeschke, G., 1954, Simav grabeni ve taşları: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 5, 1-2, 179-189.