

Şekil : 4 de görülen materyal ve enerji akış diyagramı, bitümlü şeyl çimentosu ve harç bağlayıcının (mortar binder) 1:1 oranında üretim yaptığını varsaymaktadır. Bitümü şeylin ısı değeri 4 MJ/kg dir. Curufun artık malzemeye oranı 70:30 ise bitümlü şeyl çimentosu yapımında kullanılabilir. 1.54 kg bitümlü şeylden 1 kg artık malzeme (combustion residues) çıkmaktadır.

Yukarıda belirtilen değerlere göre 1 kg bitümlü şeyl çimentosu ve 1 kg harç bağlayıcı üretmek için 1.54 kg bitümlü şeyl yakılması gerekmektedir. Bu işlem sonucu 6.15 MJ ısı açığa çıkmaktadır.

Bitümlü şeylin kalorisinin düşük olması ve santralin % 25 verimle çalışmasından dolayı 0.42 kwh elektrik üretilmektedir.

Teorik olarak yılda 200.000 ton bitümlü şeyl çimentosu ve 200.000 ton harç bağlayıcı üretildiği kabul edilirse, yaklaşık olarak $200.000 \times 1.54 = 308.000$ ton bitümlü şeyl gerekmektedir. Bunun sonucunda santralde $200.000 \times 0.42 = 84.000$ MWh elektrik üretilir.

Santralin kendi ihtiyacı olan % 10 çıkarılırsa 75.600 MWh kahr. Ortalama yılda 7.200 saat çalıştığı

varsayılırsa, santralin kapasitesi 11.7 MW olarak çıkar. Aynı zamanda 200.000 ton hidrolik yanma artığı (hydraulic combustion residues) elde edilir.

Almanya'da 1 kwh elektriğin fiatı 0.10 DM dir. Curufun maliyetine göre, hidrolik yanma değeri değişmektedir. Şu anda curufun tonu yaklaşık 30 DM dir ve bu curufu elde etmek için gereken fuel oil ise 20 DM dir. Diğer bir deyimle, elektrik üretimi ve yanma artığı için gerekli yatırım şöyledir:

Elektrik için gerekli kredi :

$75.600 \text{ MWh} \times 100 \text{ DM/MWh} = 7.56 \text{ milyon DM/yıl}$

Yanma artığı için gerekli kredi :

$200.000 \text{ ton} \times 30 \text{ DM/ton} = 6 \text{ milyon DM/yıl}$

TOPLAM KREDİ = 13.65 milyon DM/yıl

Bu gerekli yatırım, işletme masrafları kısılarak düşürülebilir. Varsayılan şartlarda, çimento yapımında gereken yaklaşık 35.000 MWh elektrik enerjisi elde ediliyor ve geriye kalanı da diğer amaçlarla kullanılıyor. Çimento yapım tesisi 200.000 ton/yıl kurulumuna göre dizayn edildiği için santrale yapılan yatırım hemen hemen karşılanmaktadır.

Orojenik Alanlardaki Volkanik Kayaçların Majör ve İz Element Kapsamları

P. JAKES ve A. J. R. WHITE

Çeviri : Tuncay ERCAN, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA.

Öz :

Ada yayı volkanik kayaçlarındaki majör ve iz element miktarları, yatay ve düşey stratigrafik dizilimlerde düzenli bir şekilde değişmektedir. Ada yayları gelişiminin ilk verileri, Toleyitik kayaçların günümüz ada yaylarının okyanus tarafında bulunmuşudur. Bu toleyitler, düşük K_2O lu, FeO/MgO oranları yüksek ve orta derecede (% 59) SiO_2 kapsayan kayaçlardır. Toleyitleri, stratigrafik düşey veya yanall olarak kalkalkalin kayaçlar izlemiştir. Son olarak da şoşonitler veya alkalin kayaçlar gelirler ve bunlarda tedrici olarak K_2O/Na_2O oranlarında artma ve demir zenginleşmelerinde azalma görülür. Potasyumlu tiplerinde iz elementler, kompozisyonel değişimlerin en önemli belirticisidirler ve toleyitler ile şoşonitler arasındaki farklılıklarda ikinci derecede önemlilik gösterirler. İz elementler ve majör ele-

mentler, toleyitlerden itibaren, ortada kalk alkalin kayaçlar ve son olarak şoşonitlere doğru sürekli bir sıralanma gösterirler. Nadir Toprak Elementleri iki farklı yoğunlaşma gösterirler:

1 — İlksel kondritik örnekler, Ada yayı toleyitleri için karakteristiktir.

2 — Hafif nadir toprak elementlerinin az bir kısmının zenginleşmiş örnekleri kalk-alkalin ve şoşonitik kayaçlar için tipiktir.

GİRİŞ :

Kıta gelişiminin ilksel, fakat göreceli olarak yüksek fraksiyonlaşmış sialik materyalin eklenmesiyle oluşan mekanizması, ada yaylarındaki andezitik volkanizmaya dayanmaktadır. (Hamilton 1970, Wilson 1952, Taylor and White 1985-1986, Taylor 1967, Dickinson 1968, Green and Ringwood 1968, Ringwood v.d. 1969). Ada yayları genel olarak Andezit yığınları ile ikincil olarak bazalt ve dasitler ile bunlardan türeyen sedimanlardan oluşmuşlardır. Lavların kimyasal farklılıklarına son zamanlarda değinilmiştir (Kuno 1950, 1966; Sugimura 1968; Jakes and White 1969, 1970; Donnelly v.d. 1972, Jakes and Gill, 1970) ve ada yayı yapısı üzerindeki K_2O kapsamı

Geological Society of America Bulletin dergisinin 1972 yılında yayınlanan 83. sayısının 29-40. sayfalarındaki «Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas» adlı makaleden Türkçeleştirilmiştir.

gibi kimyasal görünüşleri sismik delillerle korele edilmiştir. (Dickinson 1968, Dickinson and Hatherton 1967). Sismik veri ile birlikte yapılan morfoloji, gravite ve ısı akımı ölçüleri (Sykes, 1966; Isack v.d. 1968) ada yaylarının altında büyük yoğunluklarda okyanus kabuğu tüketildiğini desteklemiştir.

Ada yayı volkanizması okyanus kabuğu ile kıtasal kabuğun birbiri ile olan tektonik reaksiyonunun sonucudur. Bu makalede günümüz ada yayları volkanik kayaların kompozisyonunun, coğrafik ve stratigrafik konumlarıyla olan ilgisini ve bunun yay içindeki ve kıta kenarındaki volkanik kayalarla aralarındaki farklı kompozisyonların belirlenmesi tartışılacaktır.

ADA YAYI KAYAÇ TOPLULUKLARI :

Biz burada Ada yayı volkanik kayalarını Taylor ve White'in (1966) kimyasal önerilerini izleyerek sınıflandırdık. Böyle sınıflandırmada yerleşme modeli, erüpsiyon tipi, ve sonradan gelen soğuma tarihi gibi olayları yansıtan mineralojik ve tekstürel görünüşlerin kullanılmasından kaçınılmıştır. Karşılaştırılan günümüz Ada yayları kayalarında ve daha eski orojenik sahalarda oluşabilenlerde (hatta biraz metamorfize) ve sınıflandırmada da yine genetik terimlerden kaçınılmıştır. (Örneğin spilitik Pillow lavlar gibi). Ada yayı volkanik kayaların ayırma prensipleri ana elementler kimyasına dayanmış olup bunlar kısmen K_2O 'ya karşı SiO_2 içeriği, toplam alkali kapsamı, K_2O/Na_2O oranı veya AFM diagramlarında belirtilmiş demir zenginleşmesidir. Bu görünüm bir kaya topluluğu olarak tanımlanmıştır (Jakes ve Gill 1970). Her bir topluluk içinde bulunan geniş SiO_2 sıralanımı, topluluğu tekrar bölmek için kullanılmıştır (Tablo 1). Bazaltlar % 52 den az SiO_2 içerirler, % 52 - % 62 arasında Andezitler bulunur. Bir Alt grup olan düşük Si 'lu (bazaltik) Andezitler ise % 52 ile % 56 arasında ve % 63 den daha fazla SiO_2 ile dasitler sıralanırlar. Bu sınıflandırma için topluluk ismi kayaç adının yanında kullanılmıştır. Örneğin toleyitik desit veya şoşonitik bazalt gibi kayaç grupları arasındaki sınırlar, özel kayaç grupları arasındaki sınırlar kadar sunidir. Ada yayları içinde bir yay topluluğundan diğerine bir süreklilik vardır. Fakat burada bir düzenliliğin zaman ve mekan içindeki değişimi tartışılmıştır.

ADA YAYLARI İÇİNDE KAYAÇ KOMPOZİSYONUNUN DEĞİŞİMİ :

Sugimura (1961, 1968) de, Yamasaki, Kuno, Moore, Rittman ve diğerlerinin ada yayları içindeki kayaç değişimlerinin üzerine yaptıkları çalışmaları yeniden gözden geçirmiştir. Sugimura'nın 1961'deki Makalesi, K_2O kapsamı ve derin deprem odakları ile ilgilidir, fakat Kuno'nun (1966) toleyitlerin içindeki yüksek alüminyumlulardan alkali olivinlilere kadar olan bazalt değişimleri kökenini tanımlayan şeması ve onunla ilgili derin deprem odakları araştırması daha ayrıntılı olarak genişletilmiştir. Daha sonra Dickinson ve Hatherton (1967), Dickinson (1968), bu fikirleri geliştirmişlerdir.

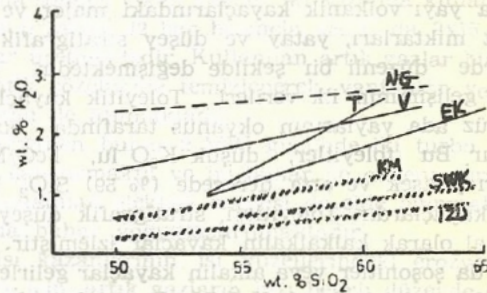
Benioff zonuna olan uzaklığı hendekten kıtaya doğru artan ve sismik zonun arkın altına daldığı bu

tür ada yaylarında, günümüzde oluşan volkanitler, bilinen bir SiO_2 içeriğinde K_2O bakımından bir artış gösterir. Kayaç kimyası ile Benioff zonuna olan uzaklık arasındaki korelasyon üzerinde önemle durulmalıdır. Benioff zonunun eğimine bağlı olduğu için, sıralı merkezlerin, hendeğe olan uzaklığı önemli bir husus değildir. Bu eğim, Yeni Gine'nin Endonezya kısmında 25° , Tonga - Kermadec'te 45° ve Bougainville'de dik olmak üzere değişiklikler göstermektedir (Denham, 1969).

Bir ada yayındaki SiO_2 ye karşı K_2O diagramındaki doğrunun eğimi yine kıtaya doğru artmaktadır (Şekil 1). Bu, Dickinson (1968 ve Gill (1970) in gözlemleri ile desteklenmiştir. Fakat istisnalar vardır. Örneğin yüksek potasyumlu kalkalkalen kayaçlar Jakes ve Smith (1970) tarafından ayırtıldığında, K_2O ya karşı SiO_2 içerikleri nispeten düşüktür. Hatta şoşonitler çok düşük veya negatif gradient verebilirler (Joplin 1968; Ruxton 1966).

Na_2O , ada yayı kesitinde, verilen bir SiO_2 kapsamıyla birlikte K_2O kadar fazla değişmez ve sonuç olarak K_2O/Na_2O oranı ile K_2O artımı, yayın okyanus tarafındaki düşük K 'lu kayaçlar içinde yaklaşık olarak 0,1 den, yayın kıta tarafındaki K 'lu kayaçlar (şoşonitle,) içinde 1,0 a kadar artar hatta bazen 3 veya 4'e ulaşabilir (Batı Kamçatka; Erlich 1968).

Üç topluluğun (toleyitik, kalkalkalen, şoşonitik) her birinin kayaçları geniş bir SiO_2 sıralanması gösterir ve Fe-Mg değişimlerinin evrimini belirtirler. Ada yayı toleyitleri, kıtasal ve okyanus sahalardaki toleyitlerin benzerleridirler, fakat demirce zenginleşmeleri abyssal toleyitlerden daha azdır (Jakes and Gill 1970). Bir ada yayı kümeleri içinde demir zenginleşmesinin azalması, Benioff zonunun derinliğinin artmasıyla ilişkilidir. Yayın okyanus kısmının en uzatıldığı kayaçlarda (örneğin yüksek K 'lu Kalkalkalen veya Şoşonitler) hemen hemen demirce zenginleşme yoktur (şekil 2). Ada yayı kayaçları, SiO_2 kap-



Şekil 1 : Ada yayları volkanik kayalarında SiO_2 ye karşın K_2O kapsamaları.

Noktalı çizgiler : Toleyitik topluluk

KM: Karkar ve Manam adaları, Yeni Gine

SWK : Güneybatı Kuril adaları

IZU : Izu adaları

Düz çizgiler : Kalk alkalin Topluluk

EK : Doğu Kamçatka

T : Trafalgar Dağı, Doğu Papua

V : Victory dağı, Doğu Papua

Kesik çizgi : Şoşonitik Topluluk

NG : Yeni Gine platosu

samları hesaba katılmaksızın genellikle Al_2O_3 bakımından zengindir. Tipik kalkalkalen, düşük ve orta K'lu kayalar oldukça sabit Al_2O_3 kapsarlar ve bu hemen hemen, en fazla SiO_2 dağılımı içinde % 17,5 den fazla, % 16 dan az değildir. Ada yayı toleyitlerinde Al_2O_3 yüzdesi % 14 ile 17,5 arasındadır. Yüksek K'lu kayalarda Al_2O_3 içeriği en düşük (% 14) ve en yüksek (% 19) değerler arasında olup, bir düzensizlik vardır.

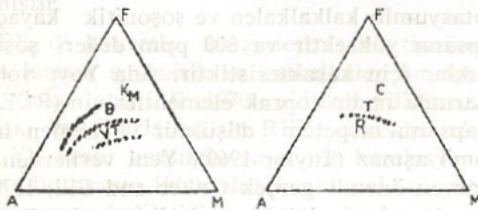
Kuno'nun (1966) Senozoik yaştaki ada yayları lavlarının kompozisyon değişimlerini gösteren şemasında, toleyitik bazaltlarda az ve alkali bazaltlarda çok olmak üzere önemli değerde TiO_2 karşılaştırması yapılmıştır. Kalkalkalin kayalarda TiO_2 değerleri geniş yayımlıdır ve şösonitik topluluklar, toleyitik ve kalkalkalen kayalardan daha yüksek titan kapsamına sahip gözükmektedir.

Ferro ve ferrik demir oranları yüzeye yakın oksidasyon sonucu belirgin olmasına rağmen, daha fazla okside olmuş kayaların demir oranı hendekten uzaklaştıkça artmaktadır.

Her topluluk içindeki (toleyitik, kalk-alkalen, şösonitik) kayalarda geniş bir SiO_2 değer oluşumu sıralanır. Ancak, her bir gurubun kapsadığı SiO_2 miktarı değişiktir. Bazaltik kayalar % 54 den az olan SiO_2 ile, toleyitik topluluğu en az silisli kayalardır. Bazaltik Andezit yaklaşık % 56 lık SiO_2 ile, düşük K'lu kalk alkalen topluluk içinde çok sık bulunur ve çok sık bulunan daha zengin tiplerde SiO_2 kapsamı, artan K_2O ile artmaktadır. Buna karşın, içlerinde % 54 lük SiO_2 içeren şösonitik kayaların daha bazik üyeleri de en önemlileridir.

ADA YAYLARI VOLKANİK KAYAÇLARIN STRATİGRAFİK DÖNEM DEĞİŞİMLERİ :

Ada yayı kesitlerinde, lav kompozisyonunun toleyitlerden kalk alkale ve sonuçta şösonitik topluluklara uzanan değişimleri, kıtaya doğru yönelen sismik düzey ile açıkça belirlenen, Ada yayı evriminin ilerlemiş safhasının bir belirteçidir. (Örneğin



Şekil 2 : Ada yaylarındaki volkanik kayaların A($Na_2O + K_2O$), M (MgO), F ($FeO + 0,9Fe_2O_3$) üçgen diyagramları. Soldaki üçgen Melanesia'dan alınan örnekleri içerir :

- KM : Karkar ve Manam adaları toleyitik topluluğu
- B : Bougainville kalkalkalen topluluğu.
- VT : Victory ve Trafalgar dağları, Doğu Papua kalkalkalen topluluğu (Yeni Gine platosundaki şösonitik volkanitler de bu alandadır).

Sağdaki üçgen, Solomon adalarından Guadalcanal'daki farklı yaşta volkanik kayaları içerir:

- C : Kretase T : Miyosen R : Resent (Günümüz)

Kamçatka, Japonya, Sunda adası, Yeni Gine, Yeni Zelanda).

Jakes ve White (1969) ile Gill (1970) sismik düzeylerin ayrıntılı tanımlanamadığı veya dik olduğu, ya da okyanus tarafına doğru yönlendiği bölgelerdeki (Örneğin Salomon adaları, New Hebrides, Fiji) volkanik küme stratigrafisi içinde benzer kompozisyonel değişimleri belirtmişlerdir.

Genelde toleyitik kayalar ada yayı evriminin erken belirtisidir (Baker 1968) ve bunları zamanla Kalk-Alkale kayalar ve son olarak şösonitler izler (Gill 1970). Volkanizma niteliğinin bu tipik evrim özellikleri, belli bir zaman periyodu aralığında etkin olan bir volkanın gelişiminin ayrıntılı çalışması yapılarak da desteklenmiştir. Aramaki (1963) de, Asama lavlarının artan yaşları ile birlikte toplam alkaliliğin de arttığını (verilen SiO_2) kapsamında gözlemiştir.

Gorshkov (1962) da Kurile-Kamçatka lavlarının benzer gelişme trendlerini gösterdiğini saptamıştır. Erlich (1968) in verileri, Kamçatka lavlarının artan yaşı ile artan K_2O ve azalan «demir zenginleşmesini» göstermiştir. Jakes ve Smith (1970) Cape Nelson Kalk-Alkale kayalarındaki K_2O artışının, azalan yaşla karşılıklı ilişkisini ve K_2O ya karşı SiO_2 nin bir çok günümüz şösonitik lavlarını andırdığını göstermişlerdir. Gill'in (1970), Fiji bölgesindeki volkanizmanın jeokimyasal gelişimini açıklayıcı çalışmaları, dünyadaki volkanik kayaların yanal ve düşey değişim ve devamlılığı konusuna katkı sağlamıştır. Fiji'de, artan K_2O ya karşı SiO_2 eğrisi ile, volkanik kayaların azalan yaşı korele edilmiştir.

Donnelly ve diğerleri (1970) tarafından yapılmış olan benzer çalışmalar, Lesser Antilleri toleyitik volkanizmasının zamanla kalk-alkalen volkanizmaya dönüştüğünü göstermiştir. Yine benzer olarak Hackman (1970), Salomon Adaları volkanik kayalarına ilişkin, Miyosen'den - Holosene kadar olan lavlarda, bir «demir zenginleşmesi» azalımı bulmuştur. Jolly (1971) de yeni bir örnek olarak, Lesser Antillerinde, kalkalkalen topluluğu izleyen, magnezyumu nispeten az veya hiç demir zenginleşmesi olmayan yüksek K'lu (Şösonitik) kayalar olduğunu belirtmiştir. Ada yaylarının toleyitlikten, toleyitik + kalkalkalen'e kadar olan sürekli evrimi incelendiğinde içlerinde salt toleyitik, ya da düşük potasyumlu kalkalkalen kayaların görüldüğü ada yaylarının (örnek, Tonga - Kermadec, İzo-Mariana, Kuril adaları, Güney Sandwich adaları) daha genç, genellikle Mesozoyik sonrası kayalarla birlikte bulunduğu gözlenmiştir. Toleyitik, kalkalkalen ve yüksek potasyumlu kalkalkalen kayaların birlikte görüldüğü ada yayları, Miyosen öncesi veya Kretase öncesi jeolojik birimleri kapsar (örnek, Solomon adaları, Yeni Hebridler, Yeni Gine). Şösonitik kayaların bulunduğu yaylarda (örnek; Kamçatka, Japonya, Sunda adaları, Yeni Gine), temel kayalar ve bunlarla birlikte bulunan çökel kayaların yaşı genellikle Mesozoyik öncesidir. Çok gelişmiş yaylarda, bunlar asitik kalkalkalen takımlar olabilir ve bu bölgeler «And-tipi» olarak adlandırılmışlardır.

Bu değişimlerin de belirttiği gibi, ada yaylarının esası, yay toleyitik kayalarından oluşmuştur ve jeofizik delillerinde kanıtlamalarıyla ultramafik kayac

kompleksleri boyunca sık sık oluşan denizaltı yerleşmeleri bu oluşumu tamamlamıştır (Kuno 1968). İdeal şartlarda, toleyitik kayaç toplulukları ile derin deniz çökelleri birarada olup, bunların üzerinde kalk-alkalen kayaç toplulukları ile birlikte sığ deniz çökelleri bulunur ve bunlar esas olarak toleyitik ve daha sonraki kalkalkalen kayaçlardan türemişlerdir (orojenik grovaklar). Genellikle, herhangi bir evrede bitmemiş olan düşük potasyumlu kalkalkalen volkanik faaliyet üzerinde önemle durulup, açıklamaya çalışılacaktır.

Ada yayı evriminin daha ilerki evreleri, daha fazla potasyumlu (kalk alkalen veya şoşonitik) kayaçlar ile aynı zamanda okyanus tarafından oluşan düşük potasyumlu kayaçların ertipsiyonu ile karakterize edilmişlerdir. En son evrede ise başlıca asidik (andezit - dasit) kalkalkalen kayaçlar görülür.

ADA YAYI KAYAÇLARINDA İZ ELEMENT DEĞİŞİMLERİ :

Ada yaylarında her bir kayaç topluluğu karakteristik iz element kapsamlarına sahiptir. İz elementler, SiO_2 kapsamları ile pozitif veya negatif korelasyon gösterirler. Bu sebepten kaya toplulukları arasındaki karşılaştırmalar (mümkün olduğu yerlerde) SiO_2 kapsamları aynı düzeydeki kayaçlar arasında yapılmıştır.

Genelde, potasyum tipi elementler (Ada yayı kayaçları içindeki Rb, Ba, Sr ve Pb) coğrafik (yayın okyanus tarafından kıta tarafına (Hart ve diğerlerinin karşılaştırması 1970) ve stratigrafik (daha yaşlıdan daha genç birimlere) anlamda çok geniş değişiklik gösterirler. Ada yayı toleyitik kayaçları çok düşük Rb değerine sahiptirler. Rubidyum, SiO_2 değeri % 49 ile % 75 in üzerinde, 2 den 30 ppm'e kadar sıralanır. Düşük SiO_2 li kayaçlardaki ortalama 5 ppm lik Rb, Abisal toleyitlerden 2 kat daha fazladır (Kay ve diğerleri 1970). Düşük potasyumlu kalkalkalen kayaçlar (% 55 SiO_2) yay toleyitik serisinin aynı SiO_2 kapsamlı kayaçlarından daha fazla Rb içerir. Rb miktarı, orta ve yüksek alkali kayaçlarda artar ve Taylor (1969) andezitlerde (% 59 SiO_2) ortalama 31 ppm (% 1,6 K_2O) olarak vermiştir. Şoşonitik topluluklarda Rb değeri yüksek olup % 54 lük SiO_2 li kayaç içinde 80 ppm dir (Nicholls and Carmichael; 1969, Jakes and White; 1970). Daha silisli kayaçlarda Rb kapsamının artışı ortalama 100 ppm değerini vermiştir. Potasyum-Rubidyum oranı Jakes ve White (1970) tarafından ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır. Bu araştırmacılara göre, K/Rb oranı en yüksek 1.000 olarak verilmiş olan ada-yayı toleyitik topluluğundan itibaren azalarak, yaklaşık olarak 500 ile ortada yer alan kalkalkalen kayaçlarda ve sonuçta 250 ile şoşonitlerde bulunmaktadır.

Baryumun davranışları da Rubidyumunkilere çok benzer. Yaklaşık 50 ve 100 ppm değerleri ada yayı-toleyitik topluluğunun düşük potasyumlu (% 0,2 ile % 0,4 K_2O) bazaltik kayaçları için karakteristiktir (Jakes and Gill 1970; Gill 1970; A. Ewart, 1970). Kalkalkalen kayaç tipleri içinde (% 59 SiO_2) yaklaşık 800 ppm değeri yaygındır (Jakes and Smith 1970). SiO_2 değeri % 63 e yakın kalkalkalen kayaçlarda Ba

değeri 1.000 ppm dir. % 54 SiO_2 li şoşonitik kayaçlar yaklaşık 600 ppm Ba kapsamına sahiptir, fakat daha silisli (% 59) tiplerinde Ba kapsamı 1.000 ppm den fazladır (Nicholls and Carmichael, 1969). Bazı yüksek potasyumlu kayaçlarda (örnek, Doğu Papua) kristalizasyonun mika fazı, baryum içeriğini, Rubidyum gibi değiştirmektedir. Ayrıca, baryumun azalması ile SiO_2 artışı da gözlenebilmiştir (Jakes and Smith, 1970).

Kurşun kapsamı, toleyitlerden yüksek potasyumlu kalkalkalen tiplere doğru artış gösterir. Yaklaşık olarak 4 ppm değeri, düşük potasyumlu kalkalkalen andezitler, 10 ile 15 ppm değeri ise yüksek potasyumlu kalkalkalenler için tipiktir. Şoşonitik kayaçlardaki kurşun içeriği verileri kısıtlıdır fakat onlar yüksek potasyumlu andezitlere benzer görülmektedir (Yeni Gine'den alınan bir şoşonitik kayaç örneği % 59 SiO_2 de 16 ppm vermiştir.)

Düşük derecede diferansiyasyona uğramış veya daha bazik şoşonitik kayaçlarda, Pb düşük değerdedir (3 ile 5 ppm). Sr kapsamının oranı ve onun bollaşması, feldspat tarafından kuvvetli fraksiyona uğratılması sonucudur. Kolbe ve Taylor (1966), Hall (1967), Rhodes (1969) gibi araştırmacılar, kalkalkalin plutonik kayaçlarda Sr azalması ile SiO_2 artışı bulmuşlardır. Benzer eğilimler Ada yayı toleyitik topluluğu içindeki kayaçlarda da gözlenmiştir, fakat tipik ada yayı kalkalkalen kayaçları içindeki benzer eğilimler açık değildir (Baker, 1968). Ayrıca yüksek potasyumlu kalkalkalen kayaçlarda (örneğin Papua doğusu, Jakes and Smith 1970) tam tersi bulunmuştur; yani artan Sr ile SiO_2 artışı gözlenmiştir. Ada yayı toleyitlerinde Sr kapsamı geniş bir sıralanım gösterir, fakat Lowder ve Carmichael (1970), Gill (1970), Prinz (1968) in verilerinin belirttiği değerler % 53 SiO_2 de 200 ila 250 ppm. dir. Bu, okyanus toleyitlerinin ikili karakteristiğidir (Kay v.d., 1970) ve sonradan Sr, ada yayı ve okyanus toleyitlerinin diyagramlarının yapılmasında kullanışlı bir ayırtma parametre olmuştur. İzu yarımadası ve Yeni Hebridlerde Sr kapsamı, % 56 ve % 58 SiO_2 de genellikle 350 ile 450 ppm arasında sıralanır (Taylor ve White, 1966). Yüksek potasyumlu kalkalkalen ve şoşonitik kayaçlarda Sr kapsamı yüksektir ve 800 ppm değeri şoşonitik topluluklar için karakteristiktir. Ada Yayı volkanik kayaçlarında nadir toprak elementlerinin (REE) toplam kapsamı nispeten düşüktür ve hemen hemen 100 ppm'i aşmaz (Taylor 1969). Yeni verilerden ortaya çıkan en önemli gerçek (Jakes and Gill; 1970) günümüz ada yayı topluluklarında iki tip dağılım örneği olmasıdır.

Kondritik veya ilksel REE örnekleri, toleyitik kayaçları karakterize eder. Salomon adaları, Doğu Papua, Macquarie eşiği temel kayalarından, Yeni Britanya'nın günümüz toleyitik volkanlarına kadar tüm örneklerde, Masuda, 1966; Taylor, 1968; Gill 1970 ve A. Ewart ile A.L. Graham'ın (1970) elde ettikleri yeni veriler, toleyitik kayaçlar ile basit REE örneklerinin salt orta okyanus sırtlarını sınırlamadığını göstermiştir. Bu REE ye dayanan orta okyanus sırtlarına uygulanmış genetik sınıflamalar, aynı zaman-

SiO ₂ %	K ₂ O ve SiO ₂ içeriği artışı-----> K ₂ O/Na ₂ O oranlığı artışı ----> "Demir Zenginliği" azalışı ---->		
	Toleyitik	Kalk-alkalin (Yüksek K, Düşük K)	Şoşonitik
50	Toleyitik	Kalk-alkalin	Şoşonitik
51	Bazalt (Toleyitik)	Bazalt (Yüksek Al. Bazalt)	Bazalt (Absorakit)
52			
53			
54			
55	Toleyitik	Düşük Si.	(Şoşonit)
56	Andezit (İzlandit)	Andezit (Bazaltik Andezit)	Şoşonitik Andezit (Banakit)
57			
58			
59		Andezit	
60			
61			
62			
63	Toleyitik	Dasit	Şoşonitik
64	Dasit		Dasit (Latit, Kuvars latit)
65			

Tablo 1 : Ada yaylarında SiO₂ kapsamı % 50-65 arasında olan esas volkanik kayaların nitelikleri ve adlandırılmaları

TOLEYİTİK TOPLULUK

Yüksek (Al₂O₃) içeren (% 14-18) ve toplam alkali (Na₂O+K₂O) kapsamı % 4 ten daha az olan bazaltik kayalar, toleyitik toplulukta oldukça sıktır. K₂O kapsamı düşüktür ve genellikle SiO₂ ce zengin kayalarda (% 58), % 1,2 yi geçmez. SiO₂ kapsamına karşı K₂O; her % 5 SiO₂ miktarı için % 0-0,3 K₂O şeklindedir. K₂O/Na₂O oranı düşük olup genellikle 0,35 ten daha azdır. FeO/MgO oranı, geniş ölçüde değişir ve AFM diyagramında demir zenginliği, ortaç SiO₂ kapsayan üyelerde (izlanditler ya da toleyitik andezitler) karakteristiktir. Çoğu zaman, Fe₂O₃/FeO oranı 0,5 i geçmez. Toleyitik topluluk, genellikle Kuno (1950) nun Pijeonitik serilerine karşılık gelir; kalkalkalen

da Ada yayı kayalarının dış kısımlarına da uygulanabilmiştir.

REE ce kuvvetle zenginleşmiş bu tip örnekler, ada yaylarının şoşonitik ve kalkalkalen kayalarında oluşur. Jakes and Gill (1970), oldukça yüklü ada yaylarındaki kayalarla bu tip REE örneklerinde K₂O ve La/Yb oranı arasında zayıf bir korelasyon olduğunu ve bu oranın iki topluluk arasında nispeten kesin bir ayrımı belirttiğini saptamışlardır.

Zr, Th, U kanyonları bakımından da örnekler düzenli değişimler gösterir. Zr ve SiO₂ arasında pozitif bir korelasyon vardır. Fakat verilen bir SiO₂ kapsamındaki Zr içeriği, ada yayı toleyitik kayalarında, kalkalkalen kayalara nazaran daha azdır. Bununla birlikte, Gill (1970) kalkalkalen kayalardan şoşonitlere doğru Zr kapsamında bir azalma bulmuştur, oysa Nicholls ve Carmichael (1969) şoşonitlerde nispeten yüksek Zr kapsamı olduğunu öne sürmektedirler.

Gill (1970), Taylor (1969), Donnelly ve diğerleri (1971) nin verileri, Th ve U nun kesin olarak bollastı-

topluluk ise Hyperstenik serilere karşılık gelmektedir.

KALKALKALEN TOPLULUK

Al₂O₃ kapsamı genel olarak (% 15-19) yüksek olup, SiO₂ içeriği % 63 ten büyük olan kalkalkalen üyelerde % 15-16,5 gibi daha düşük değerlerdedir. Yüksek potasyumlu kalkalkalen kayalarda ise Al₂O₃ kapsamı daha geniş değişim gösterir. Toplam alkali (Na₂O+K₂O) kapsamı, ortaç - yüksek arasındadır ve SiO₂ içeriğinin artması ile bir miktar artar. FeO/MgO oranı, hemen hemen sabittir ve demir zenginleşmesi az, ya da yoktur. K₂O/Na₂O oranı, 0,35-0,75 arasında değişir. K₂O içeriği, SiO₂ kapsamı % 58 dolayında olan kayalarda % 1-3 arasında, düşükten-yükseğe kadar miktarlardadır. Kalkalkalen topluluk kayaları, düşük potasyum ve yüksek potasyum şeklinde iki ast topluluğa ayrılırlar. K₂O-SiO₂ diyagramında, K₂O-SiO₂ eğrisi, potasyumca zengin türlerde daha diktir ve tüm topluluk için de her % 5 SiO₂ miktarı için K₂O kapsamı % 0,3-0,8 arasındadır.

ŞOŞONİTİK TOPLULUK

Şoşonitik kayalar, kısmen alkali bazalt serileriyle karıştırıldığından, hâlâ tam betimlenememekte ve ayrılanamamaktadır. Tüm şoşonitler yüksek, fakat çok değişken Al₂O₃ içeriğine (% 14,5-20) sahiptirler. Toplam alkalilerin (Na₂O+K₂O) yüksek kapsamı olmuş (> % 5); SiO₂ içeriği göz önüne alınmazsa, birincil olarak yüksek K₂O dan ileri gelir. K₂O/Na₂O oranı yüksek olup düzensiz olarak değişir. Kalkalkalen topluluklarda olduğu gibi, FeO/MgO oranı şoşonitlerde de hemen hemen sabittir ve kayalar açıkça demir zenginleşmesi göstermezler. K₂O-SiO₂ diyagramında, K₂O-SiO₂ eğrisi, SiO₂ nin az olduğu üyelerde (% 48-52) çok diktir, fakat % 52-60 SiO₂ içerenlerde eğrinin eğimi sifıra yaklaşır ve bazen negatif değer gösterebilir (Jakes ve Smith, 1970; Ruxton, 1966).

ğını (çok değişken olmasına rağmen) ve Th/u oranının toleyitlerden şoşonitlere doğru arttığını belirtmektedir. Cr ve Ni, olivin gibi ferro magneziyen fazların ilavesi ile kolayca etkilenirler.

Cr, Ni ve V kapsamı, SiO₂ ile ters bir korelasyon gösterirler. Tek bir kayaç topluluğunun belli bir kesiminde dahi mutlak kapsamların çok geniş sıralanımı vardır (Baker, 1968). Fakat genelde ada yayı kayalarındaki ferro magneziyen iz element yoğunlukları, kümülatif kökenli bir kaç kayacın haricinde, düşüktür. Kalkalkalen kayalardaki zenginleşmeler normal olarak çok düşüktür, fakat % 54 den daha az SiO₂ li kayaç içindeki Cr ve Ni bazen yüksektir. Toleyitik topluluklardaki benzeri zenginleşmeler, pyroksen ve olivin yığışımının bir sonucu olarak göz önüne alınmıştır. Cr ve Ni kapsamı hakkında, İzu kayaları (Taylor and White; 1966) ve Papua'nın yüksek potasyumlu kayalarında (Jakes and Smith; 1970) yapılan araştırmalar yayınlanmıştır. Her iki yerde de bu elementlerin ortalama yoğunlukları oldukça yüksektir.

	Island arc tholeiites			Calc-alkaline rocks						Shoshonitic		
	Basalt	Tholeiitic andesite	Tholeiitic dacite	High-Al basalt	Low-Si andesite	Low-K andesite	Andesite	High-K andesite	Dacite	Shoshonite	Latite	Abyssal tholeiite
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	51.57	57.40	79.20	50.59	54.54	59.05	59.54	59.52	66.89	53.74	59.27	44.34
TiO ₂	.80	1.25	.23	1.05	1.13	.69	.76	.76	.23	1.05	.56	1.49
Al ₂ O ₃	15.91	15.60	11.10	16.29	16.26	17.07	17.38	16.20	18.24	15.84	15.90	17.04
Fe ₂ O ₃	2.74	3.48	.52	3.66	2.31	3.93	2.54	2.33	1.25	3.25	2.22	1.99
FeO	7.04	5.01	.90	5.03	5.40	2.57	2.72	3.28	1.02	4.85	3.19	6.82
MnO	.17	"	"	.17	.12	.15	.99	.09	.06	.11	.10	.17
MgO	6.73	3.38	.36	4.96	6.97	3.25	3.95	4.14	1.50	6.36	5.45	7.19
CaO	11.74	6.14	2.06	9.50	7.50	7.09	5.92	5.59	3.17	7.90	5.90	11.72
Na ₂ O	2.41	4.20	3.40	2.89	3.64	3.80	4.40	3.64	4.97	2.38	2.67	2.73
K ₂ O	.44	.43	1.58	1.07	1.49	1.27	2.04	2.67	1.92	2.57	2.68	.16
P ₂ O ₅	.11	.44	"	.21	.23	.20	.28	.25	.09	.54	.41	.16
H ₂ O	.45	"	"	.61	1.31	.64	1.08	1.47	.26	1.09	1.44	"

Tablo 2A : Ada yaylarındaki volkanik kayaların major element kapsamı (Örneklerin tümü Melanesia'dan alınmıştır).

- 1 — Toleyitik Bazalt, Dakataua Gölü, Talaeso, Yeni Britanya (Lowder ve Carmichael, 1970).
- 2 — Toleyitik Andezit, Viti Levu, Fiji (Gill, 1970)
- 3 — Toleyitik Dasit, Saipan (Taylor, 1969).
- 4 — Yüksek Alüminyumlu Bazalt, Trafalgar dağı kuzeyi, Nelson Burnu, Doğu Papua (Jakes ve Smith, 1970).
- 5 — Düşük Silisli Andezit, Trafalgar dağı güneyi, Nelson Burnu Doğu Papua (Jakes ve Smith, 1970).
- 6 — Düşük Potasyumlu Andezit, Mau Quarry, Viti Levu, Fiji,

(Jakes, 1970).

- 7 — Andezit, Lamington dağı, Doğu Papua, (Jakes ve White, 1969).
- 8 — Yüksek Potasyumlu Andezit, Trafalgar dağı kuzeybatısı, Nelson Burnu, Doğu Papua, (Jakes ve Smith, 1970).
- 9 — Dasit, Savo volkanı, Guadalcanal, Solomon adaları, (Jakes ve White, 1969).
- 10 — Şoşonit, Gumnach nehri, Hagen dağı, Yeni Gine platosu (Jakes ve White, 1969).
- 11 — Latit, Tambu, Giluwe dağı, Yeni Gine platosu, (Jakes ve White, 1969).
- 12 — Abisal Toleyit (Engel, 1965).

Cr ve Ni kapsamına karşı olarak V kapsamı daha ziyade her üç guruptada aynıdır ve % 58 SiO₂ de 120 ve 175 ppm ile tipiktir: daha yüksek değerler düşük potasyumlu kayalarda görülmüştür.

ADA YAYI KALK-ALKALEN KAYAÇLARI İLE AND-TİPİ KALK-ALKALEN KAYAÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI :

Kalkalkalen volkanizma aktif kıta kenarlarında toplanmış (örneğin güney Amerika Andları) ve önemli hacimlerde kalkalkalen kayaç erüpsiyonları, kıta içi orojenik zincirlerde oluşmuşlardır (Örneğin Karpatlar ve Merkezi Avrupa).

Mc Birney (1969) ve Forbes ile diğerleri (1969), Ada yayı andezitleri ile kıtasal andezitler arasındaki kompozisyonel farklılıkları göstererek Na₂O, K₂O ve FeO kapsamlarında değişimler olduğunu belirtmişler, fakat bu farklılığı üst üste bulmuşlardır. Yoder (1969), Batı Hint adaları, Salomon adaları ve Paricutin'den örnekler kullanarak verdiği misallerle, ada yayı kalkalkalen kayaçlarındaki MgO/FeO + Fe₂O₃ farklılıklarından bahsetmiştir. Hamilton (1969, 1970), Amerika Birleşik devletlerinin batısındaki Mesozoyik batolitik kütleleri ve And-tipi volkanik kayaçlarının benzerliklerini belirterek, kıta kenarı volkanizmasıyla ada yayı volkanizmasının farklılıklarını öne sürmüş, aynı zamanda bu her iki volkanizmanın Benioff zonuyla olan ilişkilerini de göz önüne almıştır.

Kıta kenarı (And-tipi) kalkalkalen kayaçlarının ana element kimyası, ada yaylarının yüksek potasyumlu kalkalkalen kayaçlarına yakındır ve bu yüzden farklılıklar Forbes (1969) ve Yoder (1969) tarafından gerçek gerekliliği ile savunulamamıştır. Genelleştirilmiş farklılıklar tablo 3 de verilmiştir; örneğin kıtasal bölgelerde SiO₂ kapsamı % 63 ten daha yüksek kayalarda K₂O/Na₂O oranı 1 e yakındır. Oysa, ada yayı kayaçlarında bu oran bütün SiO₂ sıralamında (50 ila 60 arası) sabittir. And-tipi ve ada yayı volkanizması ayrımı keza, iz element içerikleri verilerine de dayalı olarak yapılabilmektedir. (Zeil ve Pichler, 1967; El-Hnnawi, 1969). Şayet, aynı miktarda SiO₂ ve K₂O içeren kayaçları karşılaştırsak, Ba, Sr, Rb gibi potassik tip iz elementlerle, Zr, Th, U gibi diğer iz elementlerin, And-tipi kayaçlarda daha yüksek oldukları görülmektedir (Siegers ve diğerleri, 1969). Ancak bunlarda K/Rb oranı düşüktür (Tablo 3). V, Ni, Cr içerikleri değişken olup genellikle her iki kalkalkalen toplulukta da düşüktür. Bununla birlikte, And-tipi topluluklarda hafifçe daha düşük görülmektedir.

Ada yaylarında kalkalkalen kayaçlar okyanus tarafında düşük K'lü olup, kıta tarafında yüksek K'lü şoşonotik niteliktedirler. Öte yandan, And-tipi kalkalkalen volkanik kayaçları her yerde yüksek K içeriklidirler ve mekân içinde önemli bileşimsel değişiklik göstermezler. Karpatlardaki And-tipi andezitlerde belli

	Island arc tholeiites			Calc-alkaline association			Shoshonitic association		
	Basalt	Andesite	Dacite	Basalt	Andesite	Dacite	Basalt	Andesite	Dacite
SiO ₂	52%	58%	63%	52%	58%	63%			
Rb	5.0	6.0	15	10	30	45	75	100	120
Ba	75	100	175	115	270	520	1,000	350	900
Sr	200	220	90	330	385	460	700	350	250
K/Rb	1,000	890	870	340	430	380	200	200	200
La	1.1	2.4	5.5	9.6	11.9	14	14	18	-
Ce	2.6	-	15	19	24	19	28	35	-
Y	-	-	23	20	21	20	-	-	-
Yb	1.4	2.4	2.7	2.7	1.9	1.4	2.1	1.2	-
La/Yb	1.0	1.0	1.9	3.5	6.2	10	6.6	15	-
Th	.5	.31	1.6	1.1	2.2	1.7	2	2.3	-
U	.15	.34	.85	.2	.7	.6	1.0	1.3	-
Th/U	1.6	.9	1.88	5.9	3.2	2.7	2.0	2.1	-
Ni	30	20	1	25	18	5	20	-	-
V	270	175	19	255	175	68	200	-	-
Cr	50	15	4	40	25	13	30	-	-
Zr	70	70	125	100	110	100	50	150	200
Hf	1.0	1.0	2.6	2.6	2.3	3.3	1.0	3.2	3.8

Tablo 2B : Ada yaylarındaki volkanik kayaların iz element kapsamaları (Değerler ppm. olarak verilmiştir) Değerler, değişik kaynaklardan elde edilmiş olup, tablo 2A daki kayalara karşılık gelmezler. İz ele-

ment kapsamaları Prinz (1968), Taylor (1968), Taylor v.d. (1969) Jakes ve Gill (1970) gibi değişik araştırmacıların çalışmalarından derlenmiştir.

SiO₂ değerleri karşılığı K₂O değerlerinde düşey boyutta hafif bir artış görülmektedir (Kuthan, 1968).

Ada yaylarında, SiO₂ değerleri % 63 ten fazla kalkalkalen kayalar nadir olup toplam miktarda % 10 u geçmezler. SiO₂ değerleri % 56 dan az olan kalkalkalen kayalar ise daha bol olup toplam % 30 miktarındadırlar. Öte yandan, kıtasal alanlardaki kalkalkalen topluluklar, andezit, dasit ve riyolitlerle karakterize edilirler. Kıtasal alanlarda % 56 dan az SiO₂ içeriği enderdir, veya hemen hemen yoktur (örnek, Kuzey And dağları, Katsui 1969; Alaska volkanikleri, Forbes ve diğerleri, 1969).

ADA YAYI TOPLULUKLARININ TARTIŞILMASI

Toleyitik, kalkalkalen ve şoşonitik topluluklar ada yayı bölgelerinde zaman ve mekânla yakından ilgili olarak oluşurlar. Bu topluluklar esas olarak major element kimyası ile tanımlanmışlardır. Fakat aynı zamanda volkanların altındaki Benioff zonunun derinliklerindeki iyi gelişmiş sismik düzlemleri de bu bölgelerdeki tanımlamalara yardım etmiştir. Her topluluğun tipik major ve iz element kapsamaları olmasına rağmen (Tablo 2) aralarında bileşimsel tedrici geçişler de vardır. Bu dizilimde, belli SiO₂ kapsamındaki K₂O artışı, K₂O/Na₂O oranının artışı, demir zenginleşmesinin azalışı, potasyum tipindeki (Rb, Ba) gibi konsantrasyonların artışı ve diğer büyük katyonlar (Zr, Th, U) en önemli değişimlerdir. REE örnekleri, toleyitik kayalar içinde ilksel miktarda olup, ani değişikliğe uğrayarak, kalkalkalen ve şoşonitlerde bir zenginleşme gösterir. Eğer ada yayı kayalarının kaynağının Benioff zonunun altındaki derinliklerde yer aldığı kabul ederseniz (Dickinson ve Hatherton, 1967), bunların kaynak materyalleri, üst manto veya 80 ila 250 km. arasında sıralanan derinliklerde ani olarak çöken okyanus litosferinin üst kısmıdır. Ada yayı volkanik devrelerinin evrimi hipotezlerinin üzerindeki bazı kısıtlamalar, major element kimyasına dayandırılmıştır. Kabul edilen, homojen kaynak materyal ve K zenginliği; fraksiyon miktarının ya da

manto içinde ve çöken dilim içindeki kısmi ergimenin, % 2-5 oranda ada yayı toleyitlerini; % 15-25 arasında ise kalkalkalen ve şoşonitik kayaları oluşturmak üzere eksilmiş olduğunu kanıtlar. Toleyitik topluluklar içindeki aynı SiO₂ kapsamına sahip kayaların, yine aynı SiO₂ kapsamına sahip olan kalkalkalen veya şoşonitik kayalardan farklı iz element (Rb, Ba, Sr) içermesi, tek bir ana magmanın basit fraksiyonel kristalleşmesinin bunları ve diğer farklılıkları oluşturmasının mümkün olmadığını belirtmektedir. Ada yayları içindeki bütün toplulukların geçişli karakterleri ve herhangi bir petrolojik şemanın tek bir topluluk veya kaya gruplarına uygulandığı takdirde yetersiz olacağı bir kez daha belirlenmektedir.

Geniş düzensiz değişim, dağılım katsayısının esas olarak bilinmesi, iz element artışının sağlanmasında kaynak materyalinin karakteri üzerindeki kısıtlamalar olması nedeniyle biz, iz element kapsamını kantitatif olarak sunmaya teşebbüs etmedik (Gast, 1968; Shaw, 1970).

	Kıta Kenarı (Andean)	Ada Yayı
SiO ₂ Kapsamı	%56-75	%50-66
FeO+Fe ₂ O ₃ /MgO	2,0 den yüksek	2,0 den düşük
K ₂ O/Na ₂ O	0,60 -1,1	0,8 den düşük
Aynı K ₂ O ve SiO ₂ kapsamındaki iz elementler	Yüksek Rb, Ba, Sr, Th, U, Zr; Düşük K/Rb(230), Th/U	Düşük Rb, Ba, Sr, Th, Zr Yüksek K/Rb(400), Th/U
Fenokristaller	Biyotit, Hornblend, Klinopiroksen, Ortopyroksen, ender olarak Kuvars, Granat, Kordierit.	Klinopiroksen, Ortopyroksen, hornblend, (ender biyotit) (Kuvars, Granat, Kordierit içermez)
Fenokristallerin Kristalizasyon evreleri	Hornblend → Klinopiroksen → Ortopyroksen.	Klinopiroksen → Hornblend → Klinopiroksen

Tablo 3 : Ada yayları ve Kıta kenarlarındaki kalkalkalen volkanik kayalar arasındaki genel farklılıklar

Ada yayı lavlarında Nadir Toprak Elementleri (REE) kapsamı şu özellikleri belirler :

1 — Ada yaylarının toleyitleri, nispeten ilksel, fraksiyonlaşmamış veya kısmen fraksiyonlaşmış malzemenin türetiler. Olivinin ve piroksenin kısmi kristalizasyonu mümkün olup, bu olay ilksel malzemede bir değişiklik yapmaz. Bununla birlikte, amfibolün, hafif ve ağır nadir toprak elementlerin tamamen ayırtlanamadığı fazlar içeren bir parajenezde kısmi ergimesi, benzer ilksel durumlar doğurabilir. Bazı örneklerde Eu'nun biraz artması, plajiyoklas içeren kısmi ergimeyi belirtmesine karşın, toleyitik birimlerde plajiyoklasın büyük çapta bir ayrışması pek olası görülmemektedir.

2 — Nadir toprak elementleri (REE), kalkalkalen ve şoşonitik kayalarda, toleyitlere nazaran kuvvetle fraksiyona uğramışlardır ve bu kayalar kısmi ergimenin çok küçük dereceleriyle daha ilksel bir malzemenin türemiş olabilirler. Şoşonitik veya kalkalkalen kayaların yığılması ya da kalıntısı, eriyikten kuvvetle ayrılmış hafif nadir toprak elementleri içermelidir. Granat ve klinopiroksen, bunların en belirteçleri olarak gözükmektedir. Büyük katyonların ana dağılım katsayısı ve ada yayı kayaları içindeki bu iz elementlerin kapsamı; toleyitik kayaların olivin ve piroksen ile; kalkalkalen kayaların ise olivin, klinopiroksen ve granat ile dengelenmiş olduğunu belirtmektedir.

Toleyitik kayalardaki amfibol dengesi, toleyitlerin K/Rb oranı; kalkalkalen kayalar ve şoşonitlerin biyotit dengesi, yüksek Rb, Ba, K içeriği veya plajiyoklas dengesi, Sr içeriği nedeni ile olanaksızdır. Ada yayı kayalarının jeokimyasal karakteristiklerinin, bu minerallere dayanarak belirleneceğine inanılmaktadır. Amfibol ve mika, bazı yüksek basınç-yüksek sıcaklık subsolidus parajenezlerde duraylıdır, fakat şayet erime, manto parajenezlerinde veya geç ısınmış tüketilen dilimde oluşursa (Minear ve Toksöz, 1970) bu fazlar eriyiğe katılırlar. Bu da belirtmektedir ki, bu ısı, mineral fazlarından herhangi birinin duraylılık limitini aşarsa, o zaman bunların bozulması, gerekli suyu sağlar ve mağma, ilgili minerallerin bazı kimyasal karakteristiklerini kanıt olarak bırakır.

Griffin ve Murthy (1969), okyanus alanlarındaki bazaltik kayaların jeokimyasal karakteristiklerini açıklamak için çeşitli sulu fazlar içeren bir fraksiyonel ergime sürecini savunmuşlardır. Jakes ve White (1970), K/Rb oranının ada yaylarında azalmasının, amfibole göre daha fazla miktarda, artan derinlikle kısmi ergimesi nedeniyle meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir.

Biz, ada yayı kayalarının evrimi için iki kuvvetli olasılığı öne sürüyoruz (A ve B). Ancak, her iki modelin birbirini tamamladığına inanıyoruz:

A modeline göre, üst mantodan ada yayı magmatizmasına katılmış önemli bir malzeme yoktur ve bu magmatizma, ada yayının altına dalan sulu okyanus kabuğu kamasından türemiştir.

B modelinde, alta dalan sulu okyanus kabuğu, su ya da daha büyük olasılıkla suca zengin silisli eriyikler oluşturur ve bunların yüzeye çıkışları sıra-

sında mağmanın fraksiyonlaştığı ölçüde lav bileşimindeki değişimler de kısmi ergimenin farklı derecelerini yansıtır.

Eğer, alta itilen okyanus kabuğu diliminin bazı malzemeleri kısmi ergimeye uğrarsa ve onun inisi sırasında düşük ergime bölümünde tüketildiğini kabul edersek, o zaman kalıntı malzeme, daha sonraki lav oluşumuna katılmaz ve bu nedenle daha derinlerde oluşan eriyiklerin tüketilmemiş okyanus kabuğundan geldiği kabul edilir. İnen dilimin, üretici üst kısmındaki malzeme miktarı, bu varsayım için yeterlidir. Sulu okyanus toleyitlerinden, daha düşük ergime noktalı malzemenin daha büyük olasılıkla sismik düzlemin üst kısmı boyunca oluşan eriyiklere katıldığı da öne sürülmüştür. Bu malzemeler, ayrışmaya, parçalanmaya uğramış denizaltı dağlarının alkanin kayaları, ya da sismik zon boyunca sürüklenen çökeller olabilirler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aramaki, S., 1963, Geology of Asama volcano: Tokyo Univ. Fac. Sci., Sec. II, v. 14, p. 229-443
- Baker, P.E., 1968, Comparative volcanology and petrology of the Atlantic island-arcs: Bull. Volcanol., v. 32, p. 189-206.
- Denham, D., 1969, Distribution of earthquakes in the New Guinea-Solomon Island region: Jour. Geophys. Research, v. 74, p. 4290-4299.
- Dickinson, W.R., 1968, Circum-Pacific andesite types: Jour. Geophys. Research, v. 73, p. 2261-2269.
- Dickinson, W.R., ve Hatherton, T., 1967, Andesitic volcanism and seismicity around the Pacific: Science, v. 157, p. 801-803.
- Donnelly, T.W., Rogers, P., ve Armstrong, R.L., 1972 Chemical evolution of the igneous rocks of the eastern West Indies: An investigation of thorium, uranium and potassium distribution, and lead and strontium isotopic ratio: Geol. Soc. America (in press).
- Erlikh, E.N., 1968, Petrohimiya Kainozoiskoi Kurilo-Kamchatkoi vulkanicheskoi provintsii: Moskova, Nauka, p. 277.
- El-Hinnawi, E.E., Pichler, H., ve Zeil, W., 1969, Trace element distribution in Chilean ignimbrites: Contr. Mineralogy and Petrology, v. 24, p. 50-62.
- Engel, C.G., ve Havens, R.G., 1965, Chemical characteristics of oceanic basalts and the upper mantle: Geol. Soc. America Bull., V. 76, P. 719-725.
- Forbes, R.B., Ray, D.K., Katsura, T., Matsumoto, H., Hara-mura, H., ve Furst, M.J., 1969 The comparative chemical composition of continental vs. island arc andesites in Alaska: Oregon Dept. Geology and Mineral Industries Bull., v. 65 p. 111-120.
- Gast, P.W., 1968, Trace element fractionation and the origin of tholeiitic and alkaline magma types: Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 32, p. 1057-1086.
- Gill, J. B., 1970, Geochemistry of Viti Levu, Fiji, and its evolution as an island arc: Contr. Mineralogy and Petrology, v. 27, p. 179-203.
- Gorshkov, G.S., 1962, Petrochemical features of volcanism in relation to the types of the earth's crust: Am. Geophys. Union Mon., V. 6, p. 110-115.
- Green, T.H., ve Ringwood, A.E., 1968. - Genesis of the calc-alkaline igneous rock suite: Contr. Mineralogy, v. 18,

- p. 105-162.
- Griffin, W.L., ve Murthy, V.R., 1969, Distribution of K, Rb, Sr, and Ba in some minerals relevant to basalt genesis: *Geochim. et Cosmochim. Acta*, v. 33, p. 1339-1414.
- Hall, A., 1967, The variation of some trace elements in the Rosses granite complex, Donegal: *Geol. Mag.*, v. 104, p. 99-109.
- Hamilton, W., 1969, The volcanic central Andes, a modern model for Cretaceous batholiths and tectonics of western North America: Oregon Dept. Geology and Mineral Industries Bull., v. 80, p. 2409-2430.
- 1970, Mesozoic California and the underflow of Pacific mantle: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 80, p. 2409-2430.
- Hart, S.R., Brooks, C., Krogh, T.E., Davis, G. I., ve Nava, D., 1970, Ancient and modern volcanic rocks: a trace element model: *Earth and Planetary sci. Letters*, v. 710, p. 17-28.
- Isacks, B., Oliver, J., ve Sykes, L.B., 1968, Seismology and the new global tectonics: *Jour. Geophys. Research*, v. 73, p. 5855-5899.
- Jakes, P., 1970, Analytical and experimental geochemistry of volcanic rocks from island arcs (Ph. D. thesis): Canberra, Australian National Univ., 134 p.
- Jakes, P., ve Gill, J.B., 1970, Rare earth elements and the island arc tholeiitic series: *Earth and Planetary Sci. Letters*, v. 19, p. 17-28.
- Jakes, P., ve Smith, I.E., 1970., High potassium calcalkaline rocks from Cape Nelson, eastern Papua: *Contr. Mineralogy and Petrology*, v. 28, p. 259-271.
- Jakes, P., ve White, A.J.R., 1969, Structure of the Melanesian arcs and correlation with distribution of magma types: *Tectonophysics*, v. 8, p. 223-236.
- 1970, K/Rb ratios of rocks from island arcs: *Geochim. et Cosmochim. Acta*, v. 34, p. 849-856.
- 1971 Hornblendes from calc-alkaline volcanic rocks of island arcs and continental margins: *Am. Mineralogist* (In press).
- Jolly, W.T., 1971. Potassium-rich igneous rocks from Puerto Rico: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 82, p. 395-408.
- Joplin, G.A., 1968, The shoshonite association: A review: *Geol. Soc. Australia Jour.*, v. 15, p. 275-254.
- Katsui, Y., 1969, Andesites from the Andes and Antarctica: Oregon Dept. Geology and Mineral Industries Bull., v. 65, p. 193.
- Kay, R., Hubbard, N. J., ve Gast, P. W., 1970, Chemical characteristics and origin of oceanic ridge volcanic rock: *Jour. Geophys. Research*, v. 75, p. 1585-1610.
- Kolbe, P., ve Taylor, S.R., 1966, Major and trace element relationships in granodiorites and granites from Australia and South Africa: *contr. Mineralogy and Petrology*, v. 12, p. 202-222.
- Kuno, H., 1950, Petrology of Hakone volcano and the adjacent arcs, Japan: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 61, p. 957-1020.
- 1966, Later variation of basalt magma type across continental margins and island arcs: *Bull. Volcanol.*, v. 29, p. 195-222.
- 1968, Origin of andesite and its bearing on the island arc structure: *Bull. Volcanol.*, v. 32-1, p. 141-176.
- Kuthan, M., 1968, Young volcanic rocks of the Carpathians in Slovakia, in *Regional geology of Czechoslovakia: Ustredni Ustav Geologicky, Praha*, p. 628-667.
- Lowder, G.G., ve Carmichael, I.S.E., 1970, The volcanoes and caldera of Talasea, New Britain: *geology and Petrology: Geol. Soc. America Bull.*, v. 81, p. 17-38.
- Masuda, A., 1966, Lanthanides in basalts of Japan with three distinct types: *Geochem. Jour.*, v. 1, p. 11-26.
- Mc Birney, A., 1969, Andesitic and rhyolitic volcanism of orogenic belts: *am. Geophys. Union Mon.*, v. 13, p. 501-506.
- Miner, J.W., ve Toksöz, M.N., 1970, Thermal regime of a downgoing slab and new global tectonics: *Jour. Geophys. global tectonics: Jour. EAB(n-68)* *Geophys. Research*, v. 75, p. 1397-1419.
- Nicholles, J., ve Carmichael, I.S.E., 1969, A commentary on the absoarokite - Shoshonite - banakite series of Wyoming, U.S.A.: *Schwizer. Mineralog. u. Petrog. Mitt.*, v. 49, p. 47-64.
- Prinz, M., 1968, Geochemistry of basaltic rocks: Trace elements, in Hess, H., and Poldervaard, A., eds., *Basalts: New York Interscience*, p. 271-323.
- Rhodes, J.M., 1969, The geochemistry of a granite-gabbro association at Hartley, New South Wales Ph. D. thesis: Canberra, Australian National Univ., 403 p.
- Ringwood, A.E., 1969, Composition and evolution of the upper mantle: *Am. Geophys. Union Mon.*, v. 13, p. 1-17.
- Ruxton, B.P., 1966, A late Pleistocene to Recent rhyodacite-trachybasalt-basaltic latite volcanic association in northeast Papua: *Bull. Volcanol.*, v. 29, p. 347-369.
- Schilling, J.G., 1969, Red Sea floor origin, rare earth evidence, v. 165, p. 1357-1359.
- Shaw, D.M., 1970, Trace element fractionation during anatexis: *Geochim. et Cosmochim. Acta*, v. 37, p. 237-242.
- Siegers, A., Pichler, H., ve Zell, W., 1969, Trace element abundances in the «Andesite» formation of northern Chile: *Geochim. et Cosmochim. Acta*, v. 33, p. 882-887.
- Sugimura, A., 1961, Regional variation of the K₂O/Na₂O ratios of volcanic rocks in Japan and environs: *Geol. Soc. Japan Jour.*, v. 67, p. 292-300.
- Sugimura, A., 1968, Spatial relations of basaltic magmas in island arcs, in Hess, H.H., and Poldervaart, A., eds., *Basalts: New York, Interscience*, p. 573-575.
- Sykes, L.R., 1966, The seismicity and deep structure of island arcs: *Jour. Geophys. Research*, v. 71, p. 2981-3006.
- Taylor, S.R., 1967, The origin and growth of continents, *Tectonophysics*, v. 4, p. 17-34.
- 1968, Geochemistry of andesites, in Ahrens, L.H., ed., *Origin and distribution of the elements: New York - London - Paris, Pergamon Press* p. 559-583.
- 1969, Trace element chemistry of andesites and associated calc-alkaline rocks: Oregon Dept. Geology and Mineral Industries Bull., v. 65, p. 43-63.
- Taylor, S.R., ve White, A.J.R., 1965, Geochemistry of andesites and the growth of continents: *Nature*, v. 208, p. 271-273.
- 1966, Trace element abundances in andesites: *Bull. Volcanol.*, v. 29 p. 174-194.

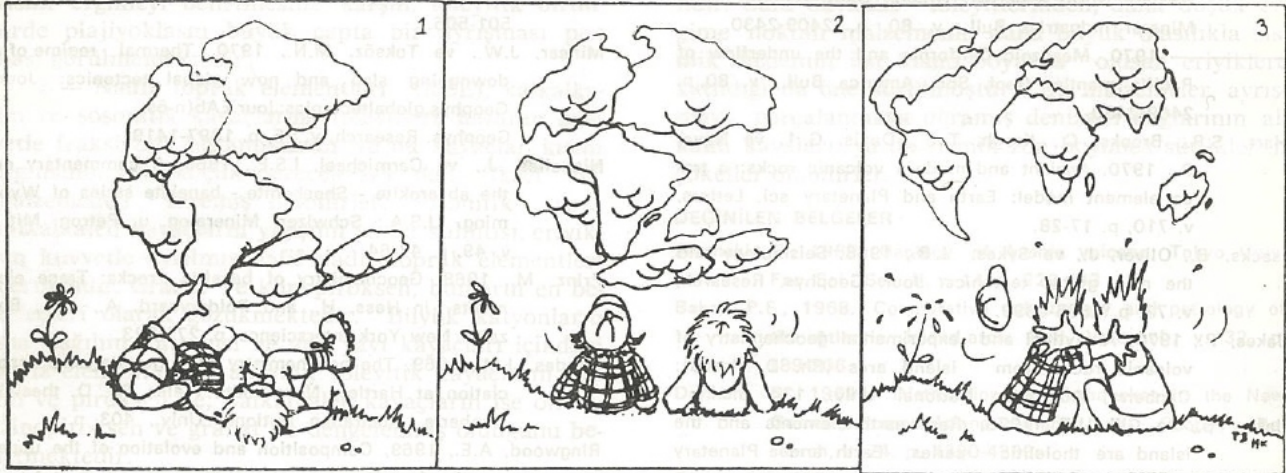
Taylor, S.R., Capp, A.C., ve Graham, A.L., 1969, Trace element abundances in andesites. II. Saipan, Bougainville and Fiji: Contr. Mineralogy and Petrology, v. 23, p. 1-27.

Wilson, J.T., 1952, Orogenesis as the fundamental geological process: Am. Geophys. Union Trans., v. 33, p. 444-449.

Yoder, H.S., 1969, Calc-alkalic andesites: Experimental data bearing on origin of their assumed characteristics: Oregon Dept. Geology and Mineral Industries Bull., v. 65 p. 111, 120.

Zeil, W., ve Pichler, H., 1967, Die Kanozoische Rhyolith-Formation im mittleren Abschnitt der Anden: Geol. Rundschau, v. 57, p. 48-81.

oOo



ÇİFT : I

1947

Sayı : I

TÜRKİYE JEOLJİ KURUMU BÜLTENİ

İÇİNDEKİLER

Önsöz			
Açılış Nulku	<i>Hamit Naftiz Pamir</i>		1
Istranca Masifinin Jeolojik Yapısı			7
(Français)	<i>II. N. Pamir ve F. Baykal</i>		26
Karadeniz Ereğlisinde Bulunan Fosilli Üst Silur Tabakalarına Dair Not			44
(English)	<i>Recep Egemen</i>		55
Ulu Dağ Masifinin Tektoniği Hakkında			60
(Deutsch)	<i>İhsan Ketin</i>		75
Türkiye ile İskoçya Arasında Bir Mukayese			89
(English)	<i>W. J. McCallien</i>		91
Türkiye Petrol Bölgeleri ile Doğu Avrupa ve Batı Asya Petrol Bölgeleri Arasında Jeolojik Münasebetler			110
(Français)	<i>E. Lahn</i>		120
Uşak Kuzeyinde Bir Kristalen Şist Kütlesi Hakkında			134
(Français)	<i>M. Tokay ve O. Bayramgil</i>		142
Mail Tabakalarda Vasatı Sismik Süratlerin Tayini			150
(English)	<i>İlilmi F. Sagoçi</i>		154
Kocaeli Triasında Yeni Fosil Yatakları			158
(English)	<i>Kemal Erguvanlı</i>		161
Yukarı Gediz Vadisinde Miosene Ait Vertebr Fosiller			164
(Français)	<i>İsmail Yalçınlar</i>		171
Milletler Arası Jeoloji Kongresi			178
İdare Heyeti, Üyeler			180