

# Nevado Del Ruiz ve Amerika'daki diğer kıtasal yay volkanları

Tuncay ERCAN, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdlere Dairesi, ANKARA.

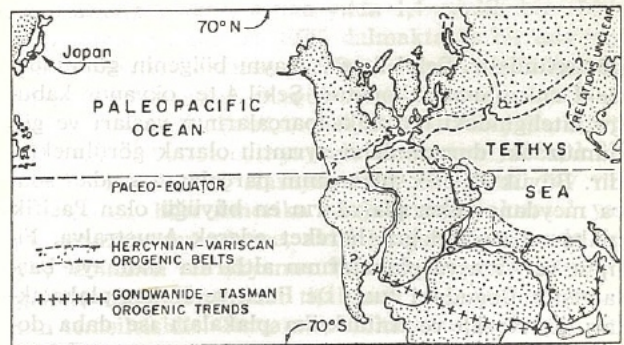
14 Kasım 1985 tarihinde Güney Amerika'da Kolombiya'nın Armero kenti yakınlarında, yaklaşık 140 yıldan beri sönmüş durumda olan Nevado Del Ruiz yanardağı yeniden faaliyete geçti. Patlama sonucunda, 5431 m. yükseklikteki dağın üzerindeki buzullar hızla eriyerek, lavların basıncıyla yayılan toprakları çamur selleri haline getirdi ve 50000 kişinin yaşadığı Armero kenti bu çamur-lav karışımı altında kaldı. Yapılan ilk belirlemelere göre 22000 den fazla insanın hayatını kaybettiği bu olay, dünyadaki yanardağ felaketlerinin en büyüklerinden biridir. Yeryüzünde, geçmişte meydana gelen ve tarihsel kayıtlara geçen diğer büyük yanardağ felaketlerinin en belli başlıları şunlardır: M.Ö. 1470 yılında Ege denizinde, Girit adasının kuzeyindeki Thera (Santorini) adasındaki şiddetli patlama ile onbinlerce kişi hayatını kaybetmiştir. M.S. 79 yılında İtalya'da Vezüv yanardağının ani bir püskürmesi ile Pompei ve Herculaneum kentlerinde yaşayan 40000 den fazla insan yok olmuştur. M.S. 1669 yılında yine İtalya'da Sicilya adasındaki Etna yanardağının püskürmesi ile Catania kenti yok olmuş ve 20000 den fazla insan ölmüştür. 1792 yılında Japonya'daki Unzen-Dake yanardağının püskürmesi ile 11000 kişi yok olmuştur. Dünyada bilinen en fazla can kaybına sebep olan yanardağ patlaması ise 1815 yılında Endonezya'da Tambora adasında meydana gelmiş ve bu adada 12000, Komşu adalarda ise 80000 kişi olmak üzere toplam 92000 kişi hayatını kaybetmiştir. 1883 yılında yine Endonezya'da Java adasındaki Krakatoa yanardağının patlaması ile 36000 kişi yok olmuştur. Orta Amerika'da Martinik adasındaki Pelee yanardağının 1902 yılındaki patlaması ile de 30000 insan ölmüştür.

Yerkabuğunun belirli kuşakları boyunca yakın geçmişte 800 den fazla yanardağın aktif olduğu bilinmektedir. Yanardağ püskürmelerine engel olmak olanaksızdır. Ancak bazı durumlarda önceden kestirme ve önlem alma olanağı vardır. Bu, yükselen magmanın doğurduğu küçük haberci depremlerin saptanması, yanardağ yakınlarındaki akarsulardaki ısı değişimlerinin ve mineral oranlarının denetlenmesi, toprak kabarmalarının ölçülmesi ve yanardağların ağızlarındaki gaz ve buhar çıkışlarında olan değişimlerin saptanmaları ve benzeri çalışmalarla yapılır. Bu tür çalışmalar 1980 yılında Kuzey Amerika'daki St. Helens yanardağında yapılmış, püskürmeden önce çeşitli önlemler alındığından ve çevredeki yerleşme merkezlerinin bir kısmı boşaltıldığından, yanardağ patladığı zaman çok az insan kaybı (60 kişi) olmuştur. Kolombiya hükümetinin ilgisizliği nedeniyle

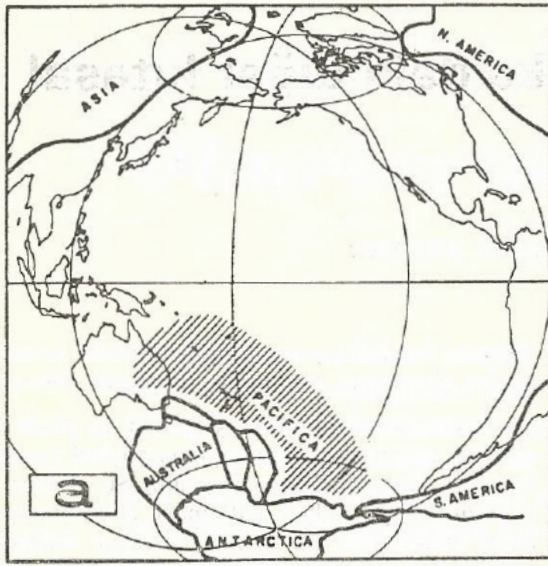
Nevado Del Ruiz yanardağı çevresinde benzer önlemler alınmamış can kaybı çok fazla olmuştur.

İnsanoğlu tarafından yapılmış en güçlü nükleer silahlar bile yanardağların yıkıcı güçleri yanında çok önemsiz kalmaktadırlar. Örneğin, St. Helens yanardağının 1980 yılındaki patlaması, Hiroşima'ya atılan atom bombasının 500 katı bir enerjiye eşdeğerdi. 400 milyon ton volkanik kül havaya saçılmış, 10m. büyüklükte kaya parçaları yüzlerce m. havaya fırlamışlardır.

Nevado Del Ruiz yanardağının ve Amerika kıtasındaki diğer yanardağların oluşum koşulları ve kökenleri bir hayli ilginçtir. Gerek Kuzey, gerekse Güney Amerika'nın Batı Kıyıları boyunca çok sayıda yanardağ bulunmakta olup milyonlarca yıldan beri etkinliklerini sürdürmekte ve zaman zaman da can kaybına neden olmaktadır. Bu yanardağlar, Pasifik Okyanusunu çepeçevre saran yay volkanik silsilesinin bir parçasıdır. Amerika kıtasının Batı kıyılarını bir aktif kıta kenarı şekline sahiptir ve bu yanardağlar kıtasal yay volkanizmasının dünyadaki tipik örneklerindedir. Çok eski zamanlarda yaklaşık 225 milyon yıl önce (Triyas öncesi) Bugünkü Pasifik Okyanusunun yerinde, daha büyük olan Paleopasifik Okyanusu yer almakta olup, Triyas'tan itibaren büyük Pasifik plakası parçalanmaya ve oluşan okyanus ortası sırttan itibaren meydana gelen plakalar ters yönde birbirlerinden uzaklaşmaya başlamışlardır. Şekil 1 de henüz parçalanmamış Pangaea kıtası ve Paleopasifik okyanusunun Triyas'taki durumu; şekil 2 de ise, büyük Pasifik plakasının parçalanma evreleri



Şekil 1 : Pangaea kıtası ve büyük Paleopasifik okyanusunu gösteren Triyas devrindeki tasarlanmış dünya haritası (Dickinson, 1977'den)



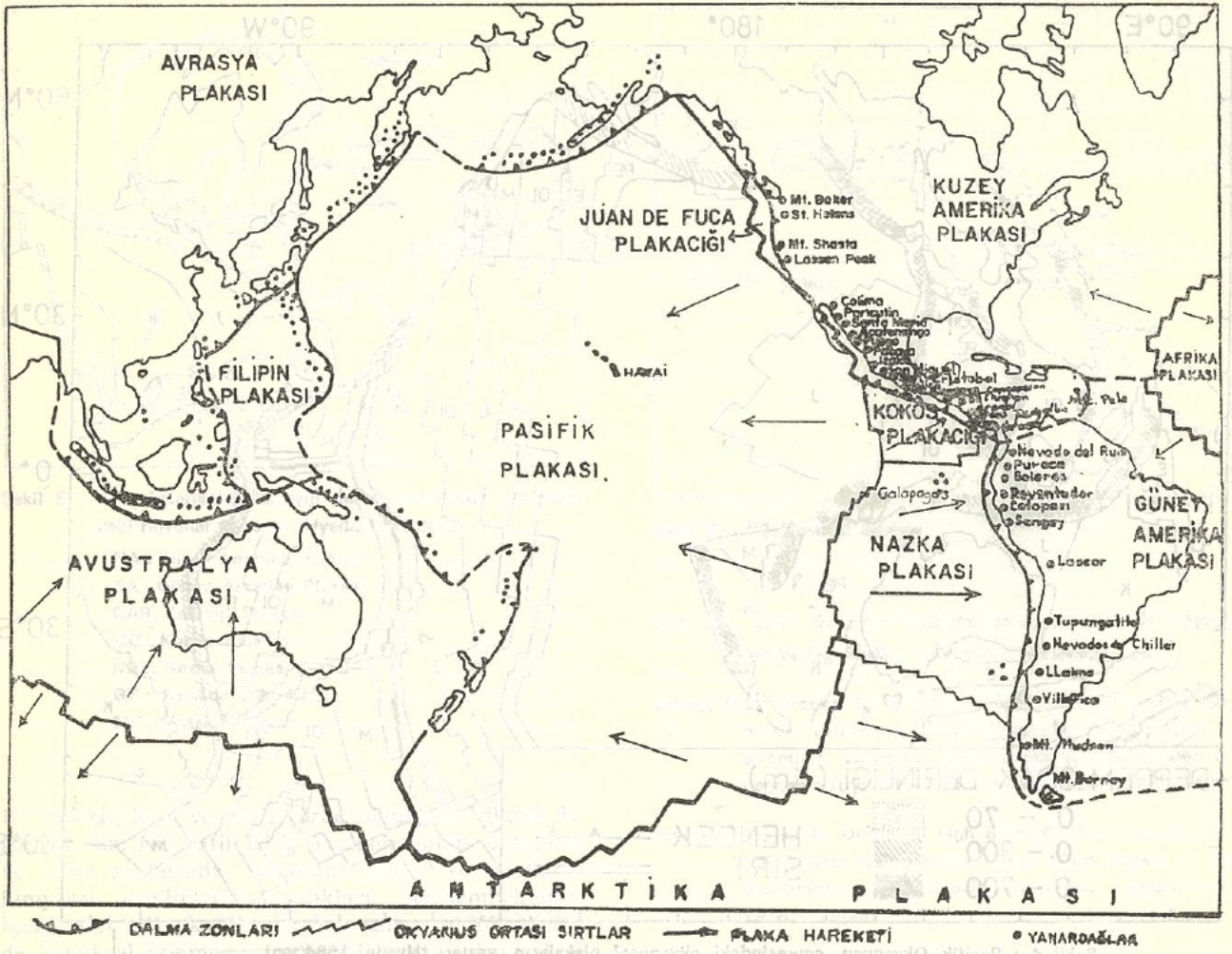
Şekil 2 : Büyük Pasifik plakasının parçalanma evreleri (Uyeda ve diğerleri, 1979'dan).

Parçalanma evrelerinin olası yaşları :

- (a) 225 milyon yıl
- (b) 180 milyon yıl
- (c) 135 milyon yıl
- (d) 65 milyon yıl

gösterilmiştir. Şekil 3 te ise aynı bölgenin günümüzdeki durumu sunulmuştur. Şekil 4 te, okyanus kabuğu niteliğindeki bu plaka parçalarının yaşları ve günümüzdeki durum daha ayrıntılı olarak görülmektedir. Büyük Pasifik plakasının parçalanmasından sonra meydana gelen plakaların en büyüğü olan Pasifik plakası batıya doğru hareket ederek Avustralya, Filipin ve Avrasya plakalarının altına dalmaya başlamıştır. Doğudaki Juan De Fuca ve Kokos plakacıkları ile Nazka ve Antarktika plakaları ise daha doğuya doğru hareket ederek Kuzey Amerika ve Güney Amerika plakalarının altına dalmışlardır. Alta dalan tüm plakalar, Astenosfer içinde erimişler ve meydana gelen magmalar yeryüzüne yükselerek Pasifik

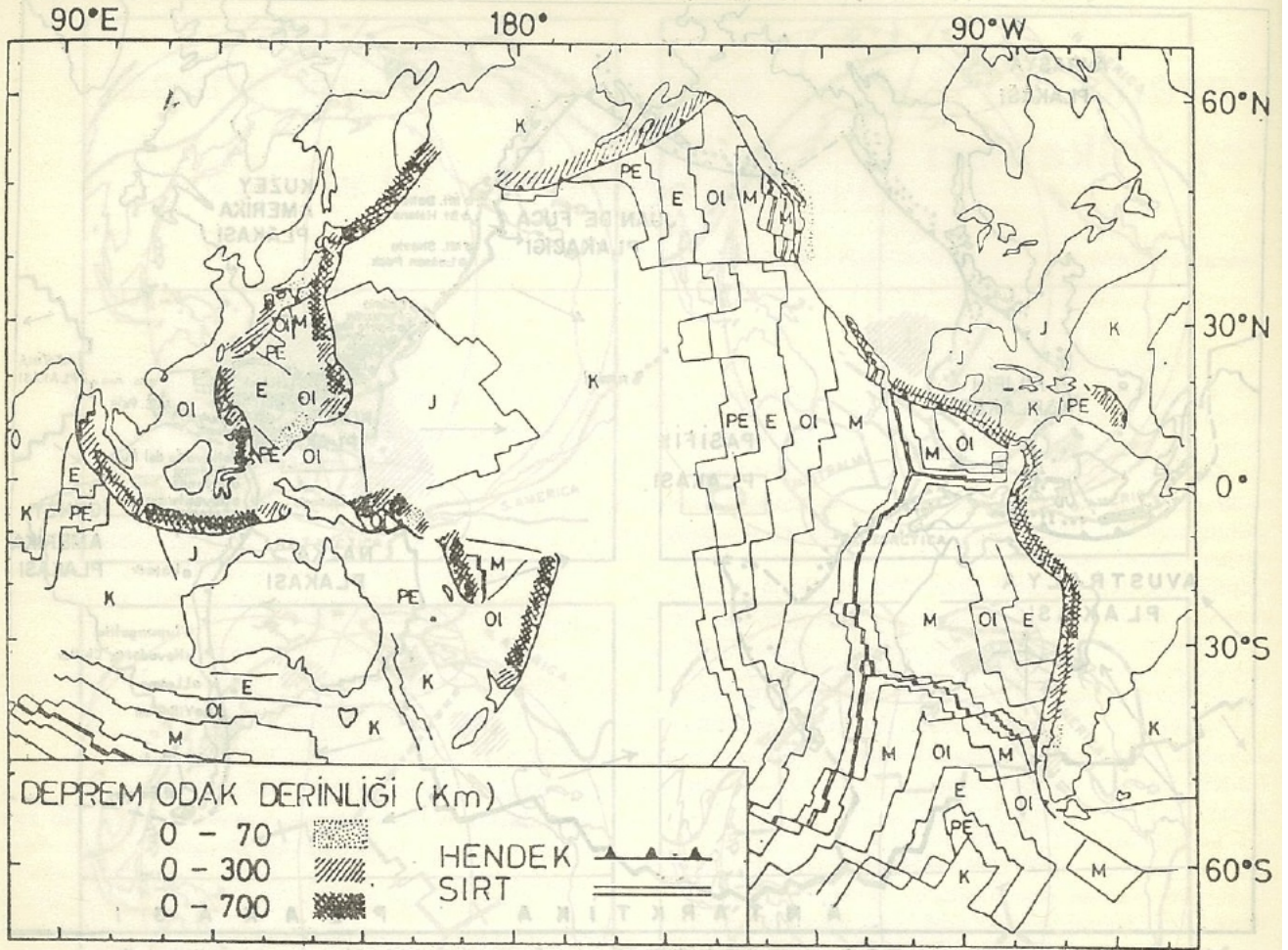
Okyanusunun çevresinde yer alan üstteki plakalar üzerinde sayıları 400 ü aşan yanardağları oluşturmuşlardır. Kuzey Amerika plakası altına yaklaşık yılda 2,5-3 cm.lik bir hızla dalan (Mc Birney, 1976) Juan De Fuca plakacığı, Astenosfer içinde eriyerek, içlerinde Mt. Baker, St. Helens, Mt. Shasta ve Lassen Peak yanardağlarının da bulunduğu çeşitli yanardağları meydana getirmiştir. Yine Kuzey Amerika plakası altına yılda 8 cm.lik bir hızla dalan Kokos plakacığı (Bice, 1980) da pek çok yanardağ oluşmasına neden olmuştur. Bu yanardağların en etkin ve tanınmış olanları, Colima, Paricutin, Santa Maria, Acatenango, Fuego, Pacaya, İzalco, San Miguel, San Cristobal,, Telica, Cerro Negro, Masaya, Concepcion, El



Şekil 3 : Pasifik Okyanusu çevresinin günümüzdeki durumu

Chichon, Arenal, Poas, Turrialba ve İrazu yanardağlarıdır. Güney Amerika plakasının altına yılda 10 cm.lik bir hızla dalan (Francis ve Rundle, 1976) Nazka plakası ise içlerinde Nevado Del Ruiz, Purace, Galeras, Reventador, Cotopaxi, Sangay, Lascar, Tupungatito, Nevados De Chillan, Llaima ve Villarica yanardağlarının da bulunduğu ve Güney Amerikanın batı kıyılarında, kuzey-güney yönde bir zincir gibi uzanan volkanik silsileyi meydana getirmiştir. Yine Güney Amerika plakası altına dalan Antarktika plakası ise, içlerinde Mt. Hudson ve Mt. Burney gibi tanınmış yanardağların da yer aldığı çeşitli yanardağları oluşturmuştur. Bu dalma-batma olayları milyonlarca yıl önce başlamış olup günümüzde de devam etmekte ve Kuzey ve Güney Amerika'nın batı kıyılarındaki yanardağlar çeşitli zamanlarda ve farklı şiddetlerde püskürmeler oluşturmaktadır. Örneğin, Kuzey Amerika'daki yanardağlar 20 milyon yıldan beri etkinliklerini sürdürmektedirler. Orta Amerikadaki yanardağlar püskürmelerine 400000 yıl önce başlamış olup çok gençtirler. Güney Amerika'daki yanardağlar ise 10 milyon yıldanberi aktiftirler (Gill, 1981).

Amerika kıtasındaki, yitme zonlarına bağlı olarak gelişen bu kıtasal yay volkanizmaları, Nevado Del Ruiz kadar büyük çapta olmasa bile zaman zaman can kaybına sebep olmuşlardır. Bunların yanı sıra, Orta Amerika'da Karayip denizinde, batıdaki kıtasal yay volkanizmasının ters yönünde, batıya dalmalı bir yitim zonu ve bir ada yayı volkanizması da yer alır (Şekil 5). Bu bölgede, Güney Amerika plakası, Karayip plakası altına yılda 1,4 cm.lik bir hızla dalmakta ve bir ada yayı volkanizması oluşmaktadır. Bu ada yayı volkanizmasını oluşturan adalar «Küçük Antil Adaları» olarak adlandırılmışlardır (Şekil 6). Küçük Antil ada yayı, Karayip denizini batıdan bir yay gibi kuşatır ve yaklaşık 750 km. uzunluğundadır. Karayip denizindeki bu yay volkanizması, Batı Amerika kıyılarındaki kıtasal yay volkanizmasının aksine, aktif bir kıta kenarında değil, tamamen bir okyanus kabuğu üzerinde meydana gelmiş olup dünyadaki tipik ada yayı volkanizmasının temsilcisidir. Tamamen volkanik olan Küçük Antil adalarının hemen hepsi günümüzde de aktif olan volkan konileridir. Ancak bunlardan ikisi, Martinik adasındaki Mt. Pelee ve St. Vincent adasındaki La



Şekil 4 : Pasifik Okyanusu çevresindeki okyanusal plakaların yaşları (Uyeda, 1984'ten).

M : Miyosen OI : Oligosen E : Eosen

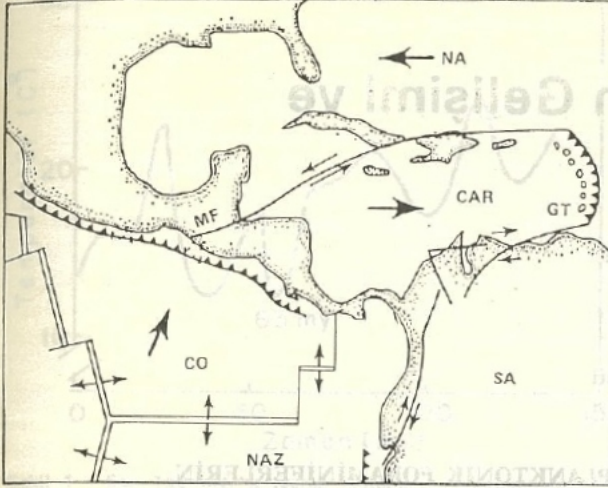
PE : Paleosen K : Kretase J : Jura

Soufriere yanardağları bir zamanlar çok şiddetli patlamalar meydana getirmişlerdir. Bu iki yanardağın 1902 yılında ve yaklaşık 1 gün süren püskürmeleri sırasında binlerce insan hayatını kaybetmiştir. 25 Nisan 1902 tarihinden itibaren Pelee yanardağı küçük tüf ve kül püskürmelerine başlamış ve 7 Mayıs kadar bu tehlikesiz patlamalar devam etmiştir. 7 Mayıs 1902 tarihinde ise, Martinik adasının yaklaşık 130 km. güneyindeki St. Vincent adasında yer alan La Soufriere yanardağı faaliyete geçmiştir. 8 Mayıs sabahı, Pelee yanardağının çok şiddetli bir patlaması ile iki dakika içinde St. Pierre kenti yok olmuş, 30000 kişi hayatını kaybetmiş ve felaketten sadece iki kişi kurtulabilmiştir. Çok sıcak subuharı ve kül parçacıklarından oluşan kızgın bir siyah bulut hızla kraterden şehre doğru akmış ve çok büyük hasara neden olmuştur. La Soufriere yanardağının 7 Mayıs tarihindeki patlaması ile ise, Chateaubelair kasabasındaki 1350 kişi, Gergetown kasabasından 8000 kişi hayatını kaybetmiştir. Her iki yanardağın da püskürmeleri daha bir süre devam etmiş olup, Pelee yanardağının 30 Ağustos 1902 patlamasında bu kez Morne Rouge kasabasında 2000 kişi ölmüştür. Pelee yanardağı

daha sonra 1929-1932 yılları arasında da etkin olmuş ve bu tarihten itibaren susmuştur. La Soufriere ise 1903 yılında yeniden etkin olmuş, 1972 de ise son olarak lav püskürtmüştür.

Ayrıca, Pasifik plakasının ortasında yer alan Hawai adaları da tamamen volkanik adalar olup, plaka ortası volkanizması (Midplate volcanism) grubuna girerler. Hawai adaları volkanitlerinin oluşumları için bir sıcak nokta (Hot-spot) mekanizması düşünülmektedir ve bir başka makalede ayrıntılı olarak ele alınacaklardır. Bu tür volkanizmanın yanısıra, Pasifik plakasında ayrıca, okyanus ortası sırtların yakınlarında yer alan ve riftleşme ürünü olan başka tür volkanizmalar da saptanmıştır. Örneğin, Güney Amerika kıtasının batısında yer alan Galapagos adaları (Şekil 3), da tamamen volkanik adalar olup, Kokos ve Nazka plakalarının sınırında yer alırlar ve okyanusal riftleşme ürünü volkanitlerdendir.

Bu makalenin esas konusu olan, Amerika kıtasındaki kıtasal yay volkanizmalarının çeşitli ülkelerdeki yüzleklerinden alınan örneklerde yapılan petrokimyasal çalışmalarla, volkanitlerin esas olarak kalkalkalen nitelikte olup, lavların çoğunlukla andezit, la-



Şekil 5 : Orta Amerika'da Karayip denizi çevresinde günümüzdeki rejyonel tektonik (Uyeda, 1982'den)

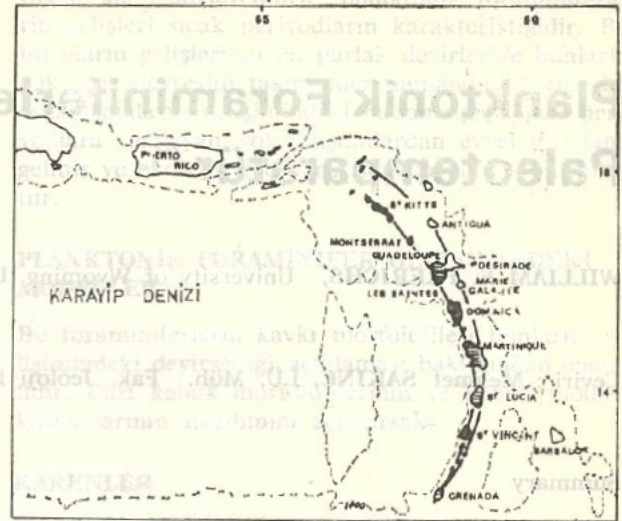
- NA : Kuzey Amerika Plakası  
 SA : Güney Amerika Plakası  
 CAR : Karayip Plakası  
 CO : Kokos Plakası  
 NAZ : Nazka Plakası  
 GT : Granada Teknesi  
 MF : Motagua Fayı

tit andezit, latit ve dasit türde oldukları, yüksek K, Rb, Sr, Ba, Ni, hafif REE içeriğine sahip oldukları ve yitim zonlarında meydana gelen volkanitlerin kimyasal özelliklerini taşıdıkları belirlenmektedir. İçerdikleri yüksek  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  oranları (0,7050-0,7080) da kabuksal ergimenin etkilerini ortaya çıkarmaktadır (Pichler ve Zeil, 1972; Mc Nutt ve diğerleri, 1975; James ve diğerleri, 1976; James, 1978 v.b.).

Halen yapılmakta olan ve önümüzdeki yıllarda yapılması programlanan çalışmalarla, Pasifik okyanusu çevresinde yer alan volkanların köken sorunlarına ve oluşum koşullarına ışık tutulacaktır.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Bice, D.C., 1980, Eruption rate in Central American estimated from volumes of pumice deposits: *Eos*, 61, 70.
- Boynton, C.H., Westbrook, E.K., Bott, M.H.P., ve Long, R.E., 1979, A seismic refraction investigation of crustal structure beneath the Lesser Antilles island arc: *Geophys. Jour. Roy. Astron. Soc.*, 58, 371-393
- Dickinson, W.R., 1977, Subduction tectonics in Japan: *Eos, Trans. Ame. Geophys. Union*, 58, 948-952
- Francis, P.W., ve Rundle, C.C., 1976, Rate of production of the main magma types in the central Andes: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 87, 474-480.



Şekil 6 : Küçük Antil Adaları

- Gill, J.B., 1981, Orogenic andesites and plate tectonics; Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, Newyork, 390 s.
- James, D.E., Brooks, C. ve Cuyubamba, A., 1976, Andean Cenozoic volcanism, magma genesis in the light of strontium isotopic composition and trace element geochemistry: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 87, 592-600.
- James, D.E., 1978, Origin of high  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  ratios in Central Andean calc-alkaline lavas: Short papers of the fourth Inter. Conf. Geoch. Cosmoch. Isotope Geol. 1978, 199-201.
- Mc Birney, A.R., 1976, Some geologic constraints on models for magma generation in orogenic environments: *Can. Mineral.*, 14, 245-254.
- Mc Nutt, R.H., Crockett, J.H., Clark, A.I., Caelles, J.C., Farrar, E., Haynes, S.J., ve Zentili, M., 1975, Initial  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  ratios of plutonic and volcanic rocks of the Central Andes between latitudes 26 and 29 S: *Earth. Planet. Sci. Lett.*, 21, 223-249.
- Pichler, H. ve Zell, W., 1972, The Cenozoic rhyolite-andesite association of the Chilean Andes: *Bull. Volcan.*, 35, 424-452.
- Uyeda, S., Murphy, R.W., ve Kobayashi, K., 1979, Geodynamics of the western Pasific: *Prac. Inter. Conf. Geody. West. Pas. Reg.*, Tokyo, s. 27.
- Uyeda, S., 1982, Subduction zones; an introduction to comparative subductology: *Tectonophysics*, 81, 133-159.
- Uyeda, S., 1984, Subduction zones: their diversity, mechanism and human impacts: *IUGG Chronicle*, 167, 239-283.