

# ORTA KARADENİZ (SAMSUN-SİNOP) HAVZASININ JEOLJİSİ VE VOLKANİK KAYAÇLARIN PETROLOJİSİ

Abdullah GEDİK\*; Tuncay ERCAN\*\* ve Sadettin KORKMAZ\*\*\*

ÖZ.— Orta Karadeniz Bölgesinde, temelde yer alan metamorfik kayalar üzerinde Liyas-Kuvaterner zaman aralığında çökelen kaya birimleri tanıtılmış ve çeşitli evrelerde oluşan volkanik kayalarda yapılan petrolojik çalışmalar sunulmuştur. Bölgesel jeodinamik evrim ve kimyasal nitelikleri göz önüne alındığında, volkanik kayalardan, Üst Kretase yaşlı olan Hamsaros volkanikleri, Yemişliçay formasyonu, Çokran üyesi ile Eosen yaşlı olan Tekkeköy volkanitlerinin, ada yayı volkanikleri grubundan oldukları ve eski bir yitim zonundan oluştukları; Pliyo-Kuvaterner yaşlı Akyörük bazaltlarının ise, daha sonra kıta ortasında manto yükselimi ile oluştuğu sonucuna varılmaktadır.

## GİRİŞ

İnceleme alanı güneyde Kavak, Durağan, Boyabat ve Gökırmak vadisi, doğuda Yeşilırmak, batıda Cide-Kurucaşile arasında kalan bölgedir. Bu bölgede yüzeyleyen tortul istifin çeşitli düzeylerinde, volkanik fasiyesteki oluşuklara rastlanır (Şek. 1).

İnceleme amacı, tortul kaya birimlerinin ayrıntılı stratigrafisini ortaya koymak ve birkaç evrede oluşan farklı kökenli volkanitlerin petrokimyasal incelemelerini yapmak ve kökensel yoruma gitmektir.

Orta Karadeniz (Sinop-Samsun) havzasında günümüze kadar çoğu petrol amaçlı olmak üzere, bilimsel ve rejyonel nitelikte ilk jeolojik araştırma Blumenthal (1940) tarafından yapılmıştır. Blumenthal bölgenin ayrıntılı kaya birimlerini ayırtlamış ve 1:100 000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır.

Tidewater Oil Company Petrol Şirketi adına Gayle (1959), Badgley (1959) Gedik ve Türkay (1961), Sinop-Ayancık güney yöresinin 1:25 000, 1:100 000 ölçekli haritalarını yapmışlar ve formasyonları ayırmışlardır. Ketin (1962), bölgenin 1:500 000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış; TPAO adına Ketin ve Gümüş (1963), Sinop-Ayancık yöresinin petrol olanaklarını incelemişlerdir. Akkan (1975) Sinop yarımadasının jeomorfolojisini, Coşkun (1978) Sinop-Ayancık yöresindeki çökeltileri ve paleo akıntıları, Özsayar (1977) Karadeniz kıyı bölgesindeki Neojen formasyonları, Pelin ve Korkmaz (1981) bölgenin petrol potansiyelini, Yılmaz (1980) Daday-Devrekani bölgesinin ayrıntılı stratigrafisini, Akyol ve diğerleri (1974) Cide-Kurucaşile yöresinin jeolojisini incelemişlerdir.

Bölgede en son çalışmalar petrole yönelik olarak TPAO adına Aydın ve Serdar (1980); MTA Genel Müdürlüğü adına Gedik ve diğerleri (1981), Barka ve diğerleri (1983) tarafından yapılmıştır.

## STRATİGRAFI

Orta Karadeniz (Samsun-Sinop) havzasında Liyas-Kuvaterner zaman aralığında çökelmiş ve kalınlığı onbin metreyi aşan bir tortul istif yüzeyler (Şek. 2). Havzanın temelini güneyde Boyabat-Taşköprü masifi ile batıdaki Abana metamorfikleri oluşturur. Metamorfikler düşük dereceli yeşil şist fasiyesinde gelişmiş olup, başlıca epidot, klorit, serisit şistlerdir.

\* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Petrol ve Jeotermal Enerji Dairesi, Ankara.

\*\* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi, Ankara.

\*\*\* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Trabzon.



**Akgöl formasyonu (Ja)**

Metamorfite temel üzerine uyumsuz olarak gelir. Akgöl formasyonu; gri, siyah renkli, kumtaşı ve kuvarsit arakatmanları içeren hafif metamorfize marn ve şeyllerden oluşmuştur. Fosil çok kıttır. Yer yer demir oksitli yumrular içerir. Bazı ammonit fosillerine göre yaşı Liyastır (Ketin, 1962).

**Bürnük formasyonu (Jb)**

Kırmızı renkli, polijenik-heterojen çakıltaşlarından oluşmuştur. Yer yer kumtaşı düzeyleri içerir. Çakıllar, kuvars, kuvarsit, granit, diyorit, volkanit ve metamorfite kökenli olup, ayrıca alttaki Akgöl formasyonundan parçalar içerir. Yanal devamlılığı yoktur. Alt sınırı Akgöl formasyonu ile uyumsuzdur. Dogger-Malm yaşlı Akkaya kireçtaşı ise uyumlu ve geçişli olarak Akgöl formasyonu üzerine gelir. Geçiş düzeylerinden alınan örneklerde Dogger yaşlı saptanmıştır.

**Akkaya kireçtaşı (Jak)**

Gri, bej renkli, masif ve kalın katmanlanma gösteren, bol fosilli, yer yer resifal özellikteki karbonatlardan oluşmuştur. Sığ denizel ortamda çökelen formasyonun içerdiği fosillere göre, Dogger-Malm yaşındadır.

**Çağlayan formasyonu (Kç)**

Formasyon, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, arakatmanları içeren gri siyah renkli şeyl ve marnlardan oluşmuştur. Şeyl oranı yer yer % 80 e ulaşır. İçerisinde kalınlığı 10 metreye ulaşan kumtaşı düzeyleri bulunur. Ayrıca tabanında kalınlığı 250 metreyi bulan iri taneli çakıllı kumtaşları gelişmiştir. Formasyonun alt ve üst sınırları uyumsuzdur. Yaşı içerdiği fosillere göre Alt Kretasedir.

**Kapanboğazı formasyonu (Kk)**

Kırmızı, şarabî kırmızı renkli, çörtlü, killi ve mikritik kireçtaşlarından oluşur. Bol Globotruncana fosili içerir. Kalınlığı 20-300 metre arasında değişir. Arazide tipik kırmızı rengi ile kolayca tanınır. Santoniyen-Kampaniyen yaşındadır.

**Yemişliçay formasyonu (Kyç)**

Yemişliçay formasyonu, kumtaşı, marn aralanmaları içeren tuf ve tufit aralanmasından oluşmuştur. Tüfler orta ve kalın, çok kalın katmanlı olup, başlıca vitrik tuf, kristal tuf ve litik olmak üzere üçe ayrılırlar. Katman tabanlarında yer yer tortul yapılar gözlenmektedir. Derin denizel ortamı simgeleyen birimi, volkanotortul seri, ya da volkanik filiş olarak tanımlayabiliriz. Yaşı içerdiği fosillere göre Mestrihtiyendir.

Formasyonun taban düzeylerinde, kalın katmanlanma gösteren trakiandezitik lav, tuf ve aglomeralardan oluşan Çokran üyesi gelişmiştir.

**Hamsaros formasyonu (Kh)**

İnceleme alanının en kuzeyinde İnceburun yarımadasında, Hamsaros'ta, Sinop yarımadası ile Kurtkuyusu mahallesinden Tavşan adasına kadar sahilde dar bir alanda yüzeyler. Başlıca bazaltik lav akıntıları, bazaltik dayklar ve yine bazaltik aglomera ile yer yer tüflerden oluşmaktadır. İnceburun'da bazaltik dayk ve lavlar, Sinop yarımadasında ise aglomera ve tüfler egemendir. Kırıklar boyunca dayk ve kuvars dolguları gözlenmektedir. Yaşı Üst Kretasedir. Bu birimde Sungurlu (1975), radyometrik yaş belirlemesi yaparak 100 milyon yıllık bir değer elde etmiştir.

**Cankurtaran formasyonu (Kck)**

Birim türbiditik, kumtaşı, marn, çamurtaşı ve miltaşı, kireçtaşı ve kumlu kireçtaşlarından oluşmuştur. Katman tabanlarında kaval ve oluk yapıları, yük kalıpları, katman içlerinde Bouma (1962) istifleri yaygın olarak gözlenir. Alt ve üst sınırları geçişli ve uyumludur. Cankurtaran formasyonu şelf ilerisi bir ortamda çökelmiş olup, yaşı Mestrihtiyendir.

**Akveren formasyonu (Kpa)**

Beyaz renkli, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve marn araldanmasından oluşan kalsitürbidit bir istiftir. Katman tabanlarında tortul yapılar, katman içlerinde ise Bouma (1962) türbidit istifleri yaygın olarak gözlenir. Akveren formasyonu, altındaki Cankurtaran ve üzerine gelen Atbaşı formasyonu ile tedricî geçişli ve uyumludur. İçerdiği fosillere göre Üst Kretase-Paleosen yaşındadır.

**Pervanekaya formasyonu (Kpp)**

Boyabat yöresinde metamorfit temel üzerine açılal uyumsuzlukla yer alır. Tabanı çakıllı, kumlu, üst düzeyleri ise masif ve dolomitik kireçtaşlarıdır. Yaşı Üst Kretase-Paleosendir.

**Atbaşı formasyonu (Ta)**

Kırmızı ve boz renkli kireçtaşı ve kumtaşı arakatmanları içeren marnlardan oluşmuştur. Alt sınırı Akveren formasyonu ile uyumlu geçişlidir. Üst sınırını ise Yenikonak formasyonu paralel uyumsuzlukla örter. İçerdiği fosillere göre yaşı Paleosen-İpresiyendir.

**Ilca kireçtaşı (Tı)**

Gökırmak vadisinin güney yamaçlarında yüzeyler. Bol Nummulites fosilli, masif ve kalın katmanlı, bej renkli kireçtaşlarından oluşmuştur. Sığ denizel bir ortamı simgeler. Metamorfik temeli açılal uyumsuzlukla örter. İçerdiği fosillere göre yaşı Lütseyidir.

**Yenikonak formasyonu (Tyk,Tya)**

iki üyeye ayrılmıştır.

1. Ayancık üyesi: İnceleme alanının kuzey kesimlerinde sahil boyunca yaygın olarak yüzeyler. Çok kalın katmanlı kumtaşı ve ince katmanlı kumtaşı ve marnlardan oluşmuştur. Kumtaşı katmanlarının kalınlıkları yer yer 15-20 metreye kadar ulaşır. Katman tabanlarında büyük ölçekli tortul yapılar, katman içlerinde kanal dolguları gözlenir. Bu özellikleri ile denizaltı yelpazelerinin tipik özelliklerini sunarlar.

2. Kusuri üyesi: İnce kumtaşı katmanları içeren marn ve şeyllerden oluşmuşlardır. Üst kısımlarında yer yer Nummulites'li kireçtaşı mercekleri gözlenir. Ayancık üyesi ile düşey ve yanal geçişlidir. Formasyonun yaşı, içerdiği fosillere göre Lütseyidir.

**Tekkeköy formasyonu (Tt)**

Marn ve kumtaşı arakatmanları içeren lav, tuf ve aglomeradan oluşmuştur. İnceleme alanının kuzeydoğu kesimlerinde kıyı boyunca yüzeyler. Yer yer daha yaşlı dayklar tarafından kesilmişlerdir. Yaşı, Orta-Üst Eosendir.

### Gökırmak formasyonu (Tg)

İnceleme alanının güneyinde, Gökırmak vadisi boyunca yüzeyler. Kahn katmanlı ve kanal dolguları içeren kumtaşları ile başlar. Üste doğru ince kumtaşı katmanları içeren marn ve şeyllerle devam eder. Katman tabanlarında tortul yapılar içerir. Türbidit akıntıların egemen olduğu şelf ilerisi bir ortamda çökelmiştir. İçerdiği fosillere göre yaşı Lütésiendir.

### Sakızdağ formasyonu (Ts)

İnceleme alanının güneyinde Boyabat-Durağan bölgesinde yüzeyler. Formasyonun alt seviyeleri, çapraz katmanlı kumtaşı ve çamurtaşı dönemlerinin ardalanmasından oluşmuştur. Üst düzeyleri ise kalın katmanlanma gösteren, polijenik heterojen çakıltaşı ardalanmasından oluşmuştur. Formasyon genel özellikleri akarsu çökellerini simgeler. Yaşı Üst Eosen-Oligosendir (?).

### Akyörük bazaltı (Tay)

Boyabat yakınlarında Akyörük köyünde tipik olarak yüzeyler. Siyah renkli olivinli bazaltlardan oluşmaktadır. Yatay konumlu olup, Pliyo-Kuvaterner yaşındadır.

### Sinop formasyonu (Tms)

Sinop yarımadası güneyinde Kusuri üyesi üzerine uyumsuz olarak Sinop formasyonu gelir. Yer yer Kusuri üyesi, yer yer Hamsaros formasyonu üzerine açılmalı uyumsuzlukla gelen Sinop formasyonu, Akliman, Covoytepe ve Hıdırlıktepe olarak 3 üyeye ayrılır. Genellikle bol fosilli, kumlu kireçtaşı, kumtaşı, miltaşı, oolitik kireçtaşı ve çakıltaşlarından oluşan yer yer çapraz katmanlanmalı olup, denizel, acı su, tatlı su ve karasal ortamlarının özellikleri görülür. Düşey ve yanal yönde fasiyes değişimleri gözlenmektedir. İçerdiği fosillere göre yaşı Miyosendir.

### Sarıkum formasyonu (Tpps)

İnceleme alanının kuzey kısımlarında yüzeyler, Hamsaros, Ayancık üyesi, Kusuri üyesi ve Sinop formasyonları üzerine uyumsuz olarak gelir. Genellikle gevşek kum, kıltaşı, miltaşı, çakıltaşı ve ardalanması şeklindedir. En üstte kuvars kumları yer alır. Tatlı su fosilleri içerir. Yaşı Pliyo-Pleyistosenidir.

Tüm formasyonların fosil içerikleri Şekil 2 de gösterilmiştir.

## VOLKANİK KAYAÇLARIN PETROLOJİSİ

İnceleme alanında yaygın yüzlekler veren volkanik kayalarda petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır.

Hamsaros formasyonu, başlıca bazaltik lav akıntıları, bazaltik dayklar ve yine bazaltik aglomera ile yer yer de tüflerden oluşmaktadır. Bazaltik lavlar, esas olarak plajiyoklaz ve ojit mikrolitleriyle volkanik camdan oluşan bir hamur maddesi, bunun içinde yer alan bol ojit ve plajiyoklaz, yer yer de diyopsit, hipersten, biyotit ve olivin fenokristallerinden meydana gelmektedir. Plajiyoklazlar başlıca polisentetik ikizlenme ve zonlu yapı göstermekte olup, genellikle andezin ve labrador türdedir. Hamur, lavın cinsine göre porfirik-hyaloporfirik-vitrofirik ya da pilotaksitik dokudadır. Yer yer de opak mineral gözlenmiştir. Bazaltın cinsine göre, büyüklükleri yer yer 1.5 cm ye varan irilikte olivin fenokris-

talleri vardır. Lavlarda serpantinleşme ve karbonatlaşma ile biyotitlerde kısmen opaklaşma izlenir. Yer yer de gaz boşluklarında ikincil badem iriliği ve biçiminde silis dolguları bulunmaktadır.

Bir volkanotortul topluluk olan Yemişliçay formasyonu volkanik birimleri, tuf ve lav ardalanmalarından oluşmuştur. Lavlar çoğun trakiandezit, bazen dasit ve andezit türdedir. Trakiandezitik (latitik) lavlar, genellikle felsitik ve hiyalopilitik dokuda ve alkali feldispat (sanidin) ile plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşan bir hamur içinde yer alan plajiyoklaz (andezin-labrador), alkali feldispat (sanidin), hornblend ve yer yer de biyotit fenokristalleri içermektedir. Hamurda yer yer opaklaşmalar ve kil mineralleşmeler gözlenmektedir. Andezitik lavlar genellikle hiyalopilitik, porfiritik ve pilotaktitik dokuda olup, genellikle volkanik cam ve plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşan bir hamur maddesi içinde yer alan biyotit, hornblend, plajiyoklaz ve ojit fenokristallerinden meydana gelirler. Yemişliçay formasyonunun volkanik kökenli kumtaşlarından yapılan ince kesitlerin incelenmeleri sonucu, feldispatik litarenit ya da volkarenit olarak adlanmış ve bol feldispat, ojit ile lav parçaları ve Globotruncana türde fosiller içerdikleri saptanmıştır. Yemişliçay formasyonunun Çokran üyesi olarak ayırtılan birimlerdeki tüfler ve lavlar da formasyondaki eşlenikleriyle benzer özellikler göstermekle birlikte, lavlar çoğun dasitik türdedir. Bu dasitik lavlar, hipokristalin porfirik ve intersertal yapıda, plajiyoklaz mikrolitleri ve volkanik camdan oluşan bir hamur maddesi içinde, biyotit, ojit, hornblend, plajiyoklaz ve kuvars fenokristallerinden meydana gelirler.

Yine bir volkanotortul topluluk olan Tekkeköy formasyonunun volkanik birimleri lav, tuf ve ve aglomeralardan oluşmuşlardır. Lavlar daha çok bazaltik andezit türdedir. Yer yer de dayklar şeklinde bazaltik lavlar gözlenmiştir. Bu lavlar, hipokristalin porfirik ve hiyalopilitik yapıda olup, genellikle plajiyoklaz mikrolitleri ve camsı maddeden oluşan bir hamur maddesi içindeki ojit, olivin ve plajiyoklaz (labrador) fenokristallerinden oluşmuştur. Yer yer de bozuşmuş lösit kristalleri ve opak mineraller de saptanmıştır.

İnceleme alanındaki en genç volkanizmayı temsil eden Akyörük bazaltı, genellikle porfirik, yer yer hiyalopilitik dokulu olup, volkanik cam, ojit ve plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşan hamur maddesi içinde ojit, olivin, lösit ve plajiyoklaz (labrador) fenokristallerinden meydana gelmiştir. Hamurda, geniş ölçüde kloritleşme ve serisitleşme izlenmektedir. Olivin fenokristalleri yer yer serpantinleşmiş ve iddingsitleşmişlerdir. Aksesuar olarak da opak mineraller saptanmıştır.

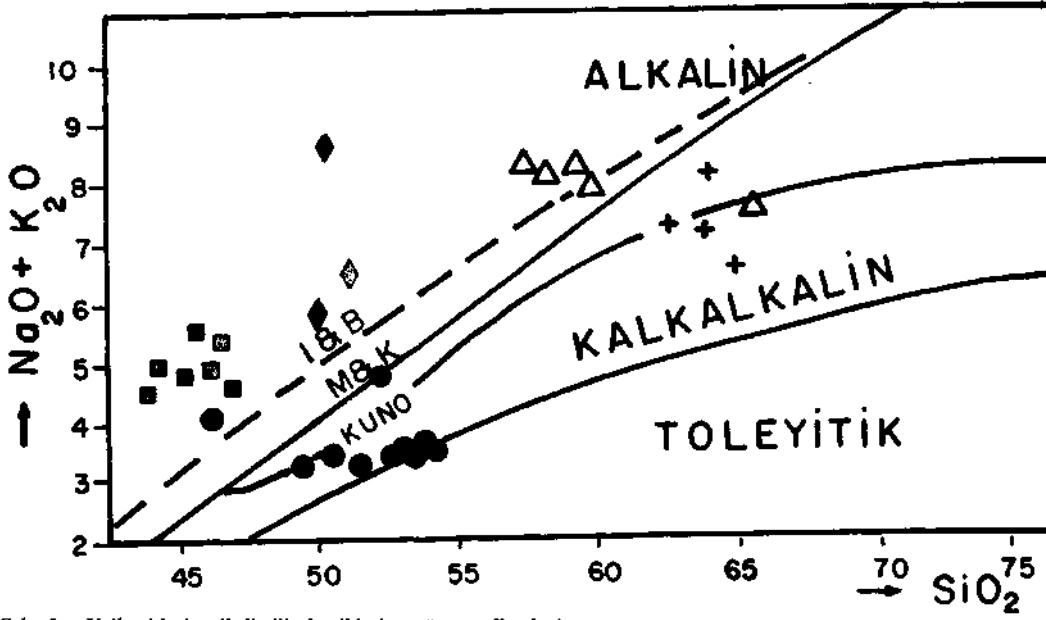
İnceleme alanında kimyasal analiz için örnek alınan yerler Şekil 1 de, majör element kimyasal analiz sonuçları da Çizelge 1 de sunulmuştur. Hamsaros volkaniklerinden 10, Yemişliçay formasyonundan 5, Yemişliçay formasyonu Çokran üyesinden 4, Tekkeköy formasyonundan 3 ve Akyörük bazaltından 7 örnek olmak üzere toplam 29 örneğin kimyasal analizleri yapılmıştır.

Örneklerin, hesaplanan Rittmann parametrelerine göre adlamaları yapılmış ve Çizelge 1 de izlenebileceği gibi, Hamsaros volkanitlerinin bazaltik lavları olivin trakibazalt, olivin labradorit trakiandezit, labradorit trakiandezit ve pijonit labradorit andezit; Çokran volkanitleri kuvars latit ve riyodasit; Yemişliçay volkanitlerinin ise latit ve kuvars latit olarak adlanabilecekleri belirlenmiştir.

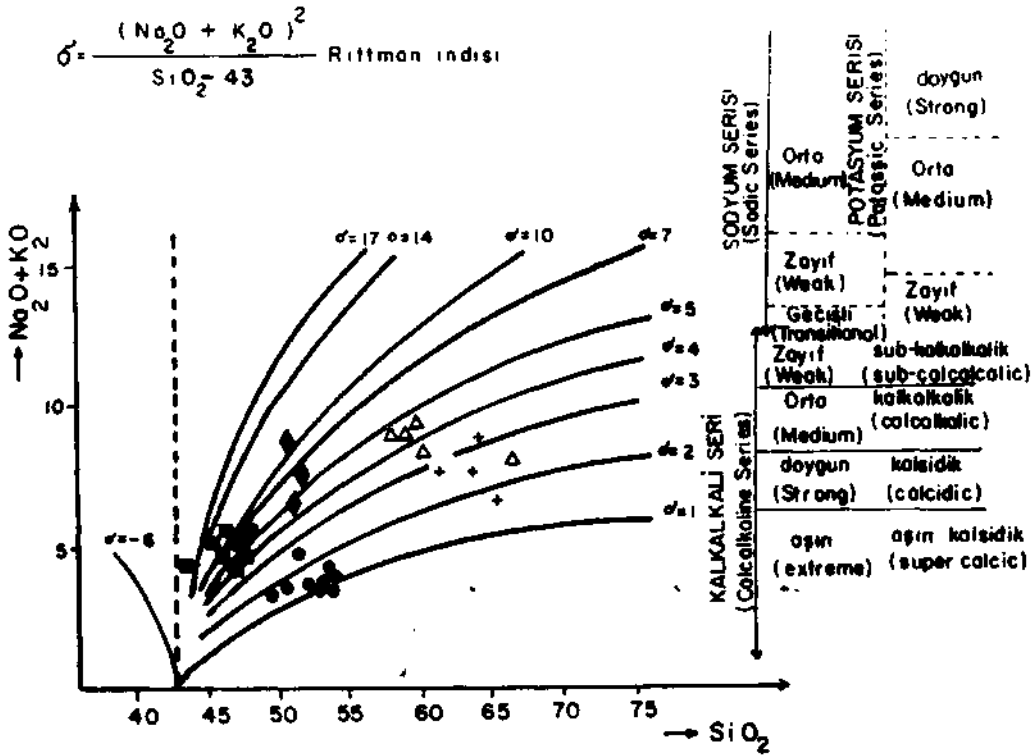
Lavların alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  içeriklerine göre sınıflandırılmaları yapıp (Şek. 3), Irvine ve Baragar (1971), MacDonald ve Katsura (1964) ve Kuno (1960) ayırım hatları göz önüne alındığında, Hamsaros volkaniklerinin hafif toleyitik özellikli kalkalkalen; Yemişliçay formasyonunun hafif alkalen, yer yer kalkalkalen; Çokran üyesinin kalkalkalen.; Tekkeköy formasyonu ve Akyörük bazaltının ise tamamen alkalen nitelikte oldukları izlenmektedir.

Örneklerin Rittmann'a (1962) göre indisleri hesaplanmış ve hazırlanan diyagramda (Şek. 4), Hamsaros volkaniklerinin aşırı ve doygun kalkalkalen, Yemişliçay grubunun orta-zayıf kalkalkalen ve zayıf alkalen, Çokran üyesinin orta-zayıf kalkalkalen, Tekkeköy formasyonunun zayıf ve orta alkalen, Akyörük bazaltının ise kuvvetli alkalen nitelikte oldukları anlaşılmaktadır.



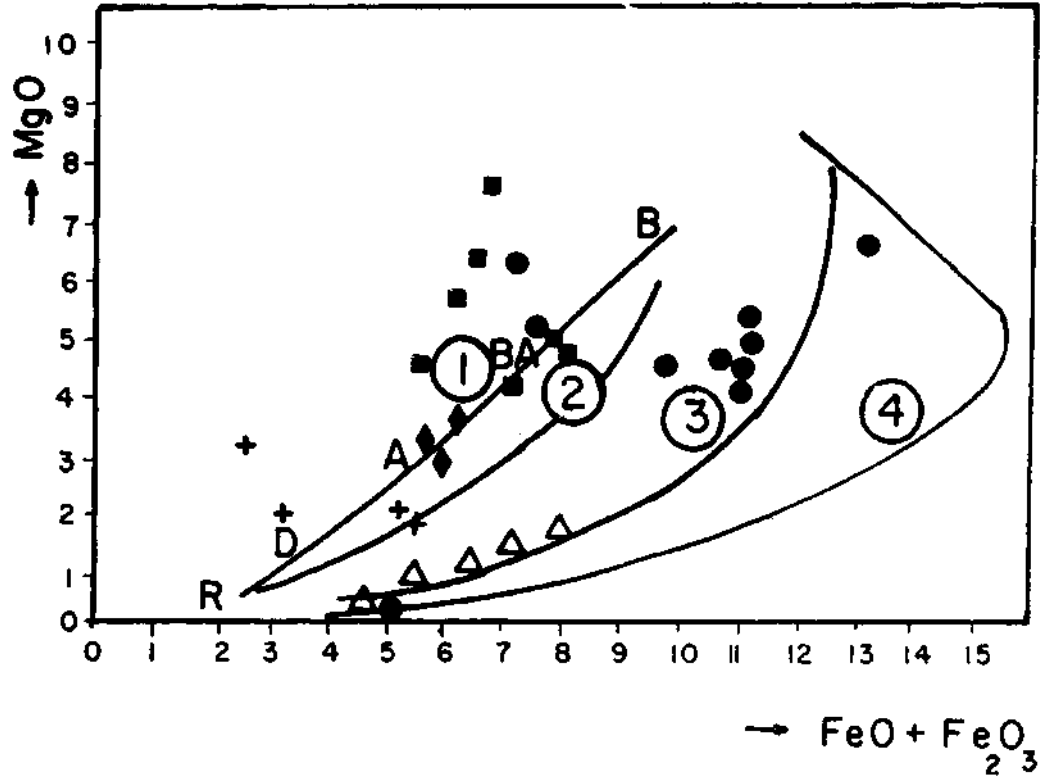


Şek. 3 - Volkanitlerin alkali-silisy içeriklerine göre sınıflandırılması.



Şek. 4 - Volkanitlerin Rittmann (1962) diyagramı.

Örneklerin MgO ve FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kapsamaları gözetilerek yapılan diyagramda (Şek. 5), Yemişliçay formasyonu volkanitleri, MacDonald ve Katsura (1964) tarafından önerilen Hawai alkali serisi trendi ile uyumlu görülmekte, alkali özellikleri taşıdıkları ortaya çıkmaktadır. Diğer volkanitler ise belli bir trend ile uyum sağlamamaktadır.

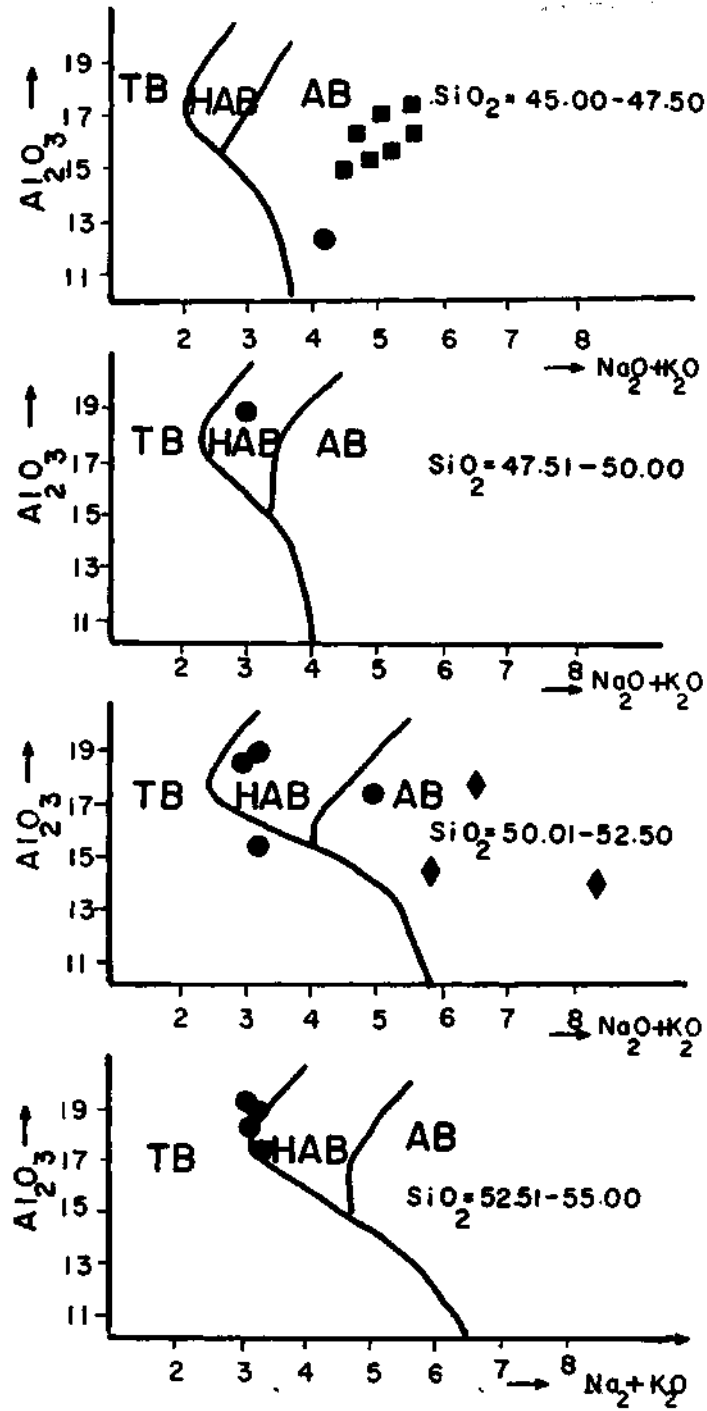


Şek. 5 - Volkanitlerin MgO/FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diyagramı.

1 - Kaskad kalkalkali serisi: B - Bazalt, BA - Bazaltik andezit, A - Andezit, D - Dazit, R - Riyolit; 2 - Kalkalkali serisi (Nockolds, 1954); 3 - Hawai alkali serisi (MacDonald ve Katsura, 1964); 4 - Thingmuli toleyitik serisi (Tilley ve Muir, 1967).

Hamsaros volkanitlerine ilişkin bazaltların, Kuno (1960) tarafından önerilen ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> alkali içerikleri göz önüne alınarak yapılan diyagramlarda (Şek. 6), genellikle kalkalkali türde oldukları (High-alumina basalt) ve az da olsa toleyitik özellikler gösterdikleri, bir başka deyişle ada yayı bazaltları ile eş kimyasal özellikler gösterdikleri belirlenmektedir. Oysaki Tekkeköy formasyonu bazaltları ile Akyörük bazaltları tamamen alkali niteliktedir.

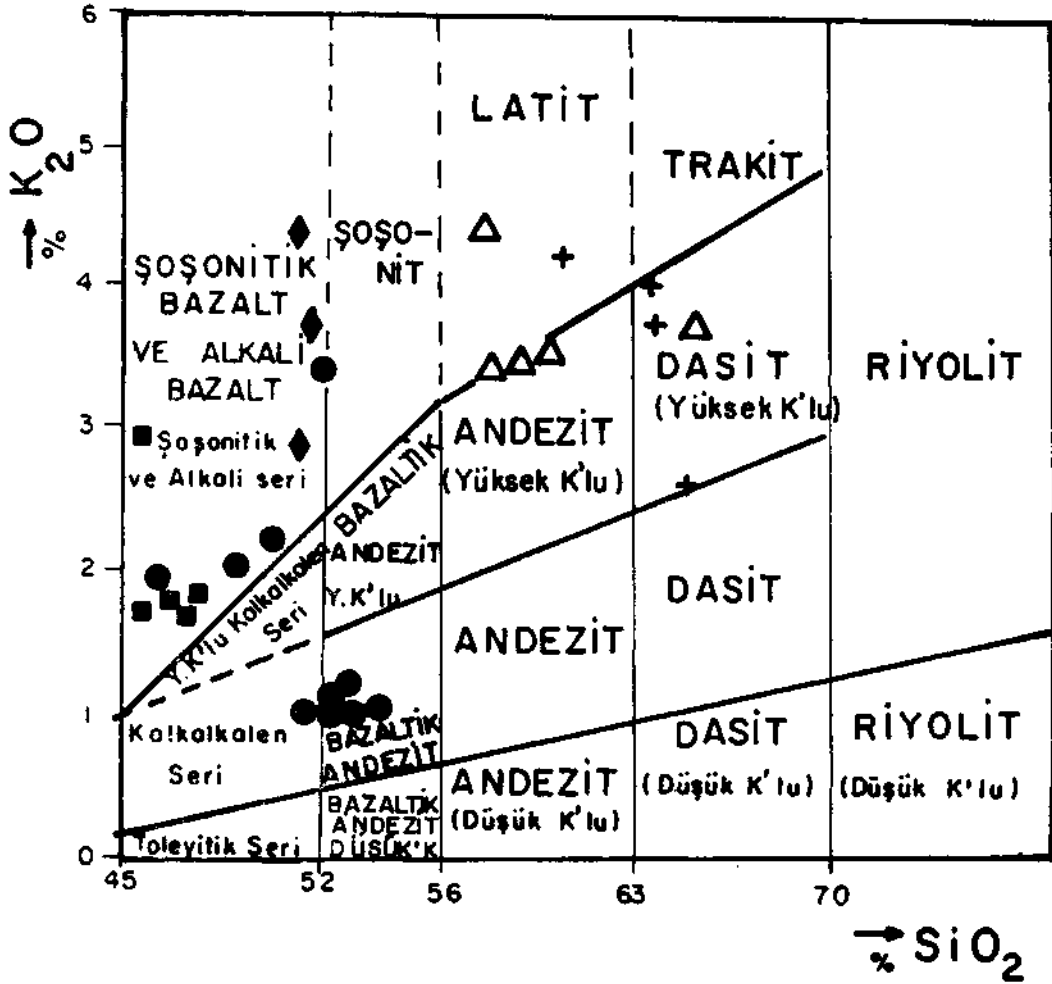
Örneklerin Cox ve diğerlerine (1979) ve Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub> içeriklerine göre kimyasal yoldan da adlamaları yapılmış ve Çizelge 1 de belirtilmiştir.



Şek. 6 - Volkanitlerin Kuno'ya (1960) göre sınıflandırılması.

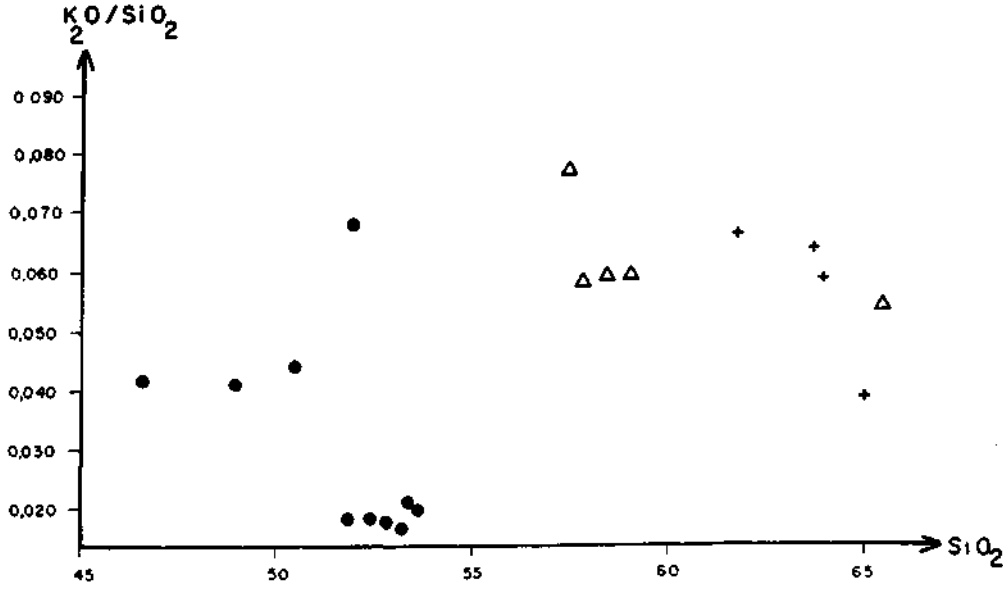
TB - Toleyitik bazalt; HAB - Yüksek alüminyumlu bazalt;  
AB - Alkali bazalt.

Volkanitlerin  $K_2O$  ve  $SiO_2$  içerikleri göz önüne alınarak Peccerillo ve Taylor'a (1976) göre kimyasal yoldan adlandırılmaları yapılmış (Şek. 7) ve lavların kalkalkalen, yüksek potasyumlu kalkalkalen ve şoşonitik niteliklerde oldukları belirginleşmiştir. Hamsaros volkanitleri genelde kalkalkalen, yer yer de şoşonitik özellikler göstermekte, şoşonitik bazalt (absorakit) ve kalkalkalen bazaltik andezit olarak adlanabilmektedir. Bazaltik andezit türde olan volkanitlerin hafif de olsa toleyitik nitelik gösterdikleri, daha önce Kuno (1960) diyagramı (Şek. 6) ile belirginleşmişti. Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramında, Yemişliçay formasyonu volkanitlerinin, şoşonitik nitelikte latit ve yüksek potasyumlu kalkalkalen nitelikte andezit ve dasit türde oldukları; bu formasyonun Çokran üyesinin de benzer kimyada olup, şoşonitik nitelikte latit ve yüksek potasyumlu kalkalkalen nitelikte dasit olarak adlanabilecekleri ortaya çıkmıştır. Yine aynı diyagramda Tekkeköy formasyonu bazaltları ve Akyörük bazaltının alkalen nitelikte alkali bazalt oldukları belirginleşmektedir.



Şek. 7 - Volkanitlerin Peccerillo ve Taylor'a (1976) göre sınıflandırılması.

Bu suretle Şekil 3 teki diyagramda alkale kesime düşen Yemişliçay formasyonu volkaniklerinin kısmen şoşonitik özellikler gösterdikleri belirlenmiş olmaktadır. Çokran üyesi de benzer özellikler taşır. Zira, şoşonitik lavlar, bu tür diyagramlarda alkale kesime düşerler. Hamsaros volkanitleri de hafif şoşonitik karakterdedir. Ayrıca, Hamsaros volkanitleri, Yemişliçay formasyonu ve Çokran üyesi volkaniklerinin hafif şoşonitik özellikler taşıdıkları,  $K_2O/SiO_2$  oranının  $SiO_2$  e karşı diyagramında da ortaya çıkmaktadır. Zira bu tip diyagramda alkale ve kalkalkale volkanitlerin  $K_2O/SiO_2$  oranı,  $SiO_2$  içeriği arttıkça artar. Oysaki şoşonitik volkanitlerde ise tam tersine ya sabit olur, ya da azalır. Bu özellik inceleme alanındaki Volkanitlere de uygulanmış (Şek. 8) ve  $SiO_2$  içerikleri arttığında,  $K_2O/SiO_2$  içerikleri azalan Hamsaros, Yemişliçay ve Çokran volkanitlerinin hafif şoşonitik nitelikte oldukları ortaya çıkmıştır.

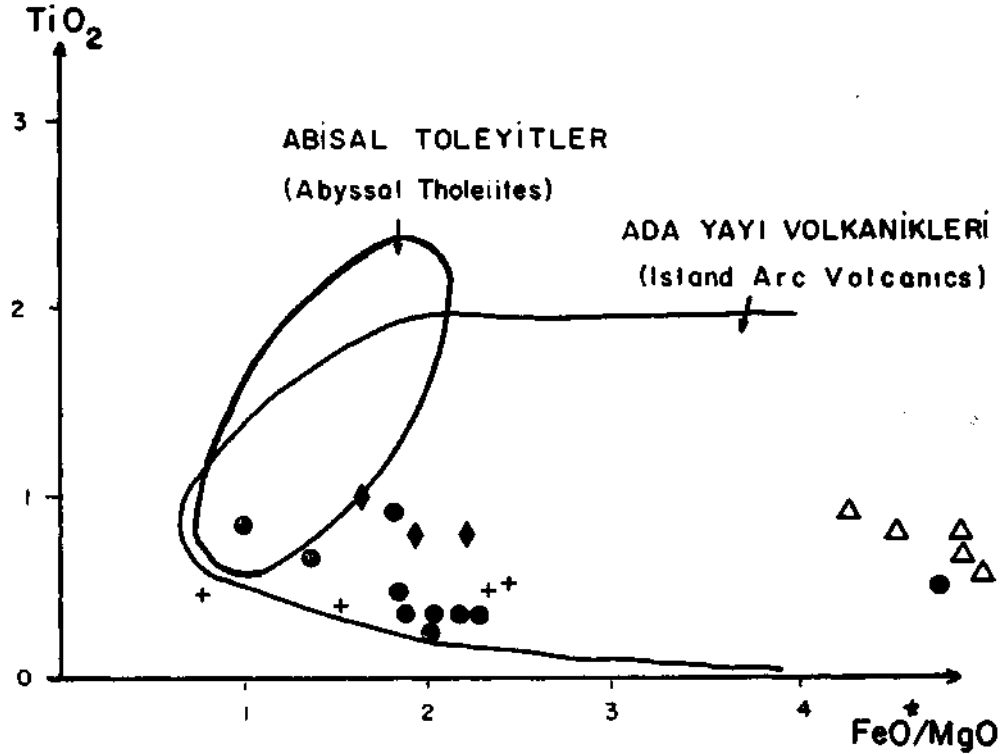


Şek. 8 - Volkanitlerde  $K_2O/SiO_2$  in  $SiO_2$  e göre değişimi.

Şoşonitik lavlar üzerinde, Joplin (1968), Jakes ve White (1971, 1972), Miyashiro (1975 b) ve Morrison (1980) vb. araştırmacıların yaptıkları çalışmalar, genel olarak bunların potasyum değeri yüksek özel bir volkanik topluluk olduklarını, hem alkale, hem de kalkalkale bireyler içerdiklerini ve genellikle yitim zonlarında meydana gelen ada yaylarında başlangıçta oluşan toleyitik ve kalkalkale lavlardan daha sonra oluştuklarını ortaya çıkarmışlardır. Ada yaylarındaki volkanizma genellikle şoşonitik volkanitlerin oluşmalarından sonra bitmektedir. Yapılan araştırmalarla şoşonitlerin,  $Na_2O + K_2O$  ve  $SiO_2$  içerikleri göz önüne alınarak oluşturulan diyagramlarda alkale kesime düştükleri saptanmıştır. Şoşonitlerde yüksek toplam alkali içeriği gözlenmiş olup ( $Na_2O + K_2O > 5$ ), titan değerleri ( $TiO_2$ ) genellikle 1.3 ten küçük olurlar. Bunlar silisçe doyguna yakın olup, ender olarak normatif nefelin veya normatif kuvars içerirler. Olasılıkla kalkalkale magmanın, peridotit mantosu ile kirlenmeleri sonucu oluştuklarından K, U, Th, Hf, Rb daha zengindir.  $Sr87/Sr86$  oranları da şoşonitlerde daha yüksektir. Bazen ortopiroksen, daha çok olivin, klinopiroksen ve plajiyoklaz fenokristalleri içerirler. Hamur içinde bazen demirce zengin olivin yer alır. Ayrıca flogopit, analsim ve lösit bulunabilir. Kuramsal olarak şoşonitler, ada yaylarının gelişme evrelerinde en son ürün olarak oluşmaktadırlar.

(Jakes ve White, 1971). Ayrıca, şoşonitik nitelikteki bazaltlarda  $TiO_2$  içeriklerinin düşük olduğu da (Morrison, 1980) saptanmıştır. İnceleme alanındaki şoşonitik nitelikteki bazaltik lavların da  $TiO_2$  içerikleri düşük olup, alkali içerikleri ve petrografik özellikleri yukarıda belirtilen şoşonitik özelliklere uymaktadır.

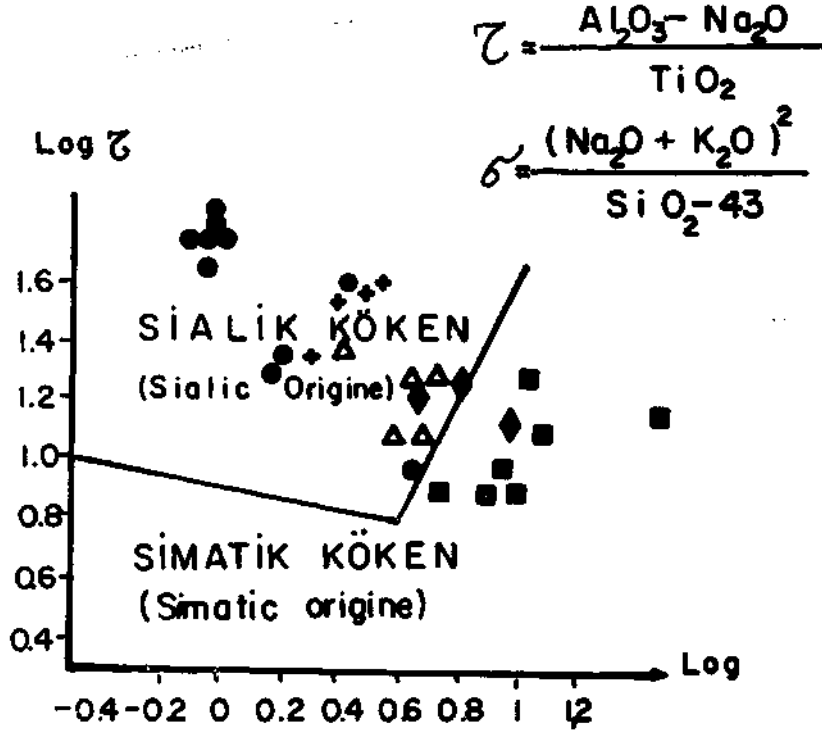
Çalışma alanındaki volkanitlerden Üst Kretase-Eosen yaşlı olan, Hamsaros volkanitleri-Yemişliçay formasyonu-Çokran üyesi ve Tekkeköy formasyonu volkanitlerinin tipik ada yayı volkanitlerinden oldukları, Miyashiro (1975a) tarafından önerilen ve  $TiO_2$  ile  $FeO^*/MgO$  içerikleri kullanılarak yapılan diyagramda da (Şek. 9) belirginleşmektedir.



Şek. 9 - Volkanitlerde  $TiO_2$  in  $FeO^*/MgO$  e göre değişimi.

Volkanitleri oluşturan magmanın kökenini araştırmak için Gottini'nin (1968 ve 1969) geliştirdiği  $t=(Al_2O_3-Na_2O)/TiO_2$  Gottini indisleri hesaplanmıştır. Çizelge 1 de de izlenebileceği gibi tüm volkanitlerde indisleri 10 dan büyük, sadece Akyörük bazaltlarının bir kısmında, 10 dan küçüktür. Gottini'nin araştırmalarına göre, kabuk kökenli (sialik) volkanitlerde bu indis 10 dan büyük olup, manto kökenli (simatik) volkanitlerde ise bu indis 10 dan küçüktür. Bu durumda inceleme alanındaki volkanitlerin Üst Kretase-Eosen yaşlı olanlarının tümünün kabuk kökenli oldukları ve dalan bir okyanus kabuğu türünde plakanın ergimesiyle türeyerek bir ada yayı oluşturdukları ortaya çıkmaktadır. Akyörük bazaltı ise manto kökenlidir (simatik) ve ada yayı volkanizması ile ilişkili değildir. Gottini ayrıca, Gottini indisi ile Rittmann indisinin logaritmik değerleri arasında da bir ilişki kurmuş ve önerdiği diyagramda kabuk ve manto köken sınırını çizmiştir. Çalışma alanındaki volkanitler bu diyagrama yerleştirilecek olurlarsa (Şek. 10), aynı sonuçlara varılır ve volkanitlerin evrimi de belirginleşerek, yaşlıdan gence doğru önce kabuk kökenli volkanitler

oluştugu, bunların giderek manto ürünleri ile karıştığı ve en son Akyörük bazaltı lavları ile tamamen manto ürünü volkanizmanın etkin olduğu ortaya çıkar.



Şek. 10 - Volkanitlerin Gottini diyagramı.

İnceleme alanındaki volkanitlerde  $K_2O/Na_2O$  oranları da ele alınmış olup, bu oranların, lavların nitelikleri konusunda bazı veriler belirledikleri görülmüştür. Son yıllarda yapılan çalışmalarla,  $K_2O/Na_2O$  içeriğinin, volkanik kayalarda oluşum koşulları ve kimyasal niteliklerinde bazı ayırtman özellikler gösterdiği saptanmıştır. Örneğin, Jakes ve White (1972), toleyitik volkanitlerde  $K_2O/Na_2O$  oranının en düşük, yaklaşık 0.35 ve daha az, ada yayı kalkalkalen volkanitlerinde 0.35-0.75 arasında olduğunu, şoşonitik ve alkali lavlarda ise 1 den daha büyük olduğunu saptamışlardır. Bu bulgular, inceleme alanındaki Volkanitlere uygulanacak olursa, Hamsaros volkanitlerinin hafif toleyitik özellikli kalkalkalen ve kısmen şoşonitik, Yemişliçay formasyonu ve Çokran üyesinin yüksek potasyumlu kalkalkalen ve şoşonitik, Tekkeköy formasyonu ve Akyörük bazaltının ise alkalen niteliklerde oldukları bir kez daha saptanmaktadır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnceleme alanı, Türkiye'nin tektonik birliklerinden, Pontidler içinde yer almaktadır. Pontidler birliği; batıda Çekoslavya'da, Karpatlar'dan başlayıp, Romanya, Yugoslavya ve Bulgaristan'ı geçerek Karadeniz kıyıları boyunca doğuya doğru küçük Kafkaslar ve İran üzerinden Hint platformuna kadar uzanan Alpin dağ oluşumunun bir parçasıdır. Alpin dağ oluşumu sistemi, plaka tektoniği

kuramlarına göre, ada yayları ve kıtaların çarpışmaları sonucu oluşmuştur (Dewey ve Bird, 1970). Bir çarpışma orojenik kuşağı olan Alpin sistemi, eski Tetis okyanusunun yok oluşunun ürünüdür (Şengör, 1982). Alpin dağ oluşumuna ilişkin ada yayı dizisi volkanitleri tüm bu kuşak boyunca gelişmişlerdir. Ercan ve Gedik (1983), olasılıkla Liyas'ta başlayan ve çeşitli evrelerde Üst Eosen'e kadar süren, Pontidler'deki bu ada yayı volkanizmasında yapılan çalışmaları derlemişlerdir. Alt Kretase öncesindeki volkanizmada ayrıntılı çalışma pek yoktur. Ancak, Alt Kretaseden daha genç olan volkanitlerde ayrıntılı çalışmalar yapılmaya başlanmış ve pek çok veri elde edilmiştir. Pontidler'de Üst Kretase-Eosen yaşlı volkanitlerin, kuzeye doğru dalımlı bir yitim zonunda türedikleri Tokel (1972, 1973, 1977 ve 1981), Stojanov (1973), Peccerillo ve Taylor (1975 ve 1976), Akın (1978), Eğin ve Hirst (1979), Gedikoğlu (1978), Gedikoğlu ve diğerleri (1979, 1982), Özsayar ve diğerleri (1982), Ercan ve diğerleri (1983) tarafından öne sürülmüştür. Bölgede Malmden itibaren Tetis okyanusu, adı verilen bir okyanus açılmaya başlamış (Şengör ve Yılmaz, 1981) ve bu okyanusun kuzey kolunun kabuk malzemesinin, kuzeyde yer alan Pontid kıtası altına dalmaya başlamasıyla oluşan yitim zonundan, Pontid kıtasında Üst Kretaseden itibaren bir ada yayı volkanizması gelişmeye başlamıştır. Bu yitim zonu, Alt Eosenden itibaren, güneyde yer alan Anatolid-Torid platformu ve kuzeydeki Pontid kıtasının çarpışması sonucu (Şengör ve Yılmaz, 1981) evrimini tamamlamıştır. Bir başka deyişle, Üst Kretaseden sonra Afrika ve Arap kıtalarının kuzeye doğru olan hareketleriyle (Peccerillo ve Taylor, 1976; Şengör ve Yılmaz 1981; Ercan ve Gedik, 1983) ilgili olarak Kuzey Anadolu Tetis okyanusu kapanmıştır. İnceleme alanındaki Üst Kretase yaşlı Hamsaros volkanitleri, Yemişliçay formasyonu Çokran üyesi ile Eosen yaşlı Tekkeköy formasyonu volkanitleri bu yitim zonundan türeyen ada yayı volkanitleridir.

Böylece, inceleme alanının da içinde bulunduğu tüm Pontidler'deki Üst Kretase-Eosen yaşlı volkanitlerin ada yayı volkanitleri grubundan olabileceklerini belirten Peccerillo ve Taylor'un (1975 ve 1976) görüşlerinin geçerli olduğu ortaya konmakta ve inceleme alanındaki volkanitlerin tipik ada yayı volkanizması grubundan oldukları, majör element kimyasal analizleri, petrografik çalışmalar ve bölgesel jeodinamik yorumları ile belirlenmiş olmaktadır.

inceleme alanındaki en genç volkanizma olan Pliyo-Kuvaterner yaşlı Akyörük bazaltı ise, diğer volkanitlerin aksine ada yayı grubundan değil, Pontid kıtası ile, Torid-Anatolid kıtasının çarpışmalarından sonra kabuk kalınlaşmasıyla, ya da tamamen ilksel mantodan türemiş alkalin bir volkanizmadır. Bu tip volkanitlerin oluşumunda plaka ortası manto yükselimi kuramının daha uygun düşmesi olasıdır. Ayrıca, bu tür volkanitlerin tüm Pontid kuşağında yer yer Üst Kuvaternere kadar etkin olduğu da (Ercan ve Gedik, 1983) bilinmektedir. Bu genç alkalin volkanitlerde yapılacak olan iz element ve nadir toprak elementleri analizleriyle de konuya ilerde daha fazla açıklık getirilecektir.

#### **KATKI BELİRTME**

Çalışmalarımızın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen MTA Genel Müdürlüğü, Petrol ve Jeotermal Enerji Dairesi Başkanlığı, Batı ve Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğüne; stratigrafik kesit ölçümlerinde ve harita alımlarında çalışan N. Özbudak, H.İztan, D.S.Ağrıdağ'a; kimyasal analizleri yapan E.Alparslan, S.Çakır, D.Ağcadelen, S.Evran, T.Akyüz, M.Türkalp, A.Saatçi'ye; paleontolojik tayinleri yapan A.Burşuk, V.Toker, E.Sirel, B.Sözeri, H.Gündüz, E.Tan, A.İnal, A.Güngör, E.Erkan, H.Kaymakçı, N.Gökçen, M.Erkan'a ve yardımlarından dolayı K.Tütüncü'ye teşekkür ederiz.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akın, H., 1978, Geologie, magmatismus und Lagerstättenbildung im Ostpontischen Gebirge-Türkei aus der sicht der platten tektonik: Geol. Rdsch., 68/1 253-283.
- Akkan, E., 1975, Sinop yarımadasının jeomorfolojisi: AÜ Dil ve Tarih Coğ. Fak. Yayınları, 261.
- Akyol, Z.; Arpat, E.; Erdoğan, B.; Göger, E.; Güner, Y.; Şaroğlu, F.; Şentürk, İ.; Tütüncü, K. ve Uysal, Ş., 1974, Cide-Kurucaşile dolayının 1:50 000 ölçekli jeoloji haritası ve açıklaması: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Türkiye büyük ölçekli jeoloji haritaları serisi.
- Aydın, M. ve Serdar, H.S., 1980, Gerze-Alaçam-Bafra-Vezirköprü Durağan sınırlı alanın jeolojisi ve petrol olanakları: TPAO Rap., 1448, Ankara.
- Badgley, P.C., 1959, Petroleum possibilities of the Sinop Basin: Petrol İşleri Genel Md. Arşivi, Ankara.
- Barka, A.; Sütçü, Y.; Tekin, F.; Gedik, İ.; Karabıyıköğlu, M.; Saraç, G.; Önal, Ö.; Arel, G. ve Özdemir, M., 1983, Sinop yarımadasının jeolojisi ve tektonik evrimi: TJK 1983 Kurultayı Tebliği, s. 55.
- Blumenthal, M., 1940, Gökırmak ile Karadeniz arasındaki Pontid silsilelerinin jeolojisi hakkında rapor: Maden Tetkik ve Arama Ens. Rap., 1067 (yayımlanmamış), Ankara.
- Bouma, A.H., 1962, Sedimentology of some flysh deposits: Elsevier Publ. Corp., Amsterdam.
- Carmichael, I.S.E.; Turner, F.J. ve Verhoogen, J., 1874, Igneous petrology: Mc Graw-Hill Book Company, 739 s.
- Coşkun, B., 1978, Sinop-Ayancık dolaylarında çökeller ve paleoakıntılar: Türkiye 4. Petrol Kongresi, 127-133.
- Cox, K.F.; Bell, J.D. ve Pankhurst, D.V., 1979, The interpretation of igneous rocks: George Allen and Unwin Ltd. 4505, London.
- Dewey, J.F. ve Bird, J.M., 1970, Mountain belts and new global tectonics: Jour. Geophys. Res., 75, 2625-2638.
- Eğın, D. ve Hirst, D.M., 1979, Tectonic and magmatic evolution of volcanic rocks from the Northern Harşit river area, Pontid volcanic province, Northeast Turkey: Jour. of Volcan, and Geoth. Res., 6, 105-123.
- Ercan, T. ve Gedik, A., 1983, Pontidler'deki volkanizma: Jeoloji Mühendisliđi Derg., 18, 3-22.
- ; Yergök, F.; İplikçi, E.; Deveciler, E. ve Keskin, İ., 1983, Eređli (Zonguldak) çevresindeki ada yayı volkanizmasının özellikleri: Jeomorfoloji Derg., 12, 81-105.
- Gayle, R.B., 1959, Geology of the Sinop Basin: Petrol İşleri Genel Md. Arşivi, Ankara.
- Gedik, A., 1961, Sinop bölgesi jeoloji haritası: Petrol İşleri Genel Md. Arşivi, Ankara.
- ve Türkay, İ., 1961, Ayancık batısının jeoloji haritası: Petrol İşleri Genel Md. Arşivi, Ankara.
- ; Özbudak, N.; İztan, H.; Korkmaz, S. ve Ağrıdağ, D.S., 1981, Sinop havzasının jeolojisi ve petrol olanakları ile ön sonuçlar: TJK. 35. Bil. Tek. Kurultayı.
- Gedikoğlu, A., 1978, Harşit granit karmaşığı ve çevre kayaları (Giresun-Doğankent): KTÜ Yerbilimleri Fak. doğentlik tezi (yayımlanmamış).
- ; Pelin, S. ve Özsayar, T., 1979, The main lines of geotectonic development in the East Pontide in the Mesozoic area: Geocom-1, 555-580.
- ; —ve —, 1982, Gököy (Ordu) yöresinde bir paleokaldera ile cevherleşmelerin konumu arasındaki ilişkiler: KTÜ Yerbilimleri Derg., 2/1-2, 117-130.
- Gottini, V., 1968, Serial character of the volcanic rocks of Pantellaria: Bull. Volcan., 39/3, 818-827.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., 1971, A. guide to the chemical dassification of the common volcanic rocks: Can. Jour. Eart. Scien., 8, 523-548.
- Jakes, P. ve White, A.J.R., 1971, Composition of island arcs and Continental growth: Earth. Planet. Scien. Lett., 12, 224-230.
- ve —, 1972, Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas: Geol. Soc. Amer. Bull., 83, 29-40.

- Joplin, G.A., 1968, The shoshonite association. A review: Jour. Geol. Soc. Austr., 15, 275-294.
- Keller, J.; Ryan, W.B.F.; Ninkovich, D. ve Atherr, R., 1978, Explosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200 000 years as recorded in deep-sea sediments: Geol. Soc. Amer. Bull., 89, 591-604.
- Ketin, İ., 1962, 1:500 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Sinop paftası ve izahnamesi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Yayını, Ankara.
- ve Gümüş, Ö., 1963, Sinop-Ayancık arasında III. bölgeye dahil sahalarda jeolojisi: TPAO Rap., 288, Ankara.
- 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.
- Miyashiro, A., 1975 a, dassification, characteristics and origin of ophiolites: Jour. Geol., 83, 249-281.
- , 1975 b, Island arc volcanic rock series. A critical review: Petrologie, 1/3, 177-187.
- Morrison, G.W., 1980, Characteristics and tectonic setting of shoshonite rock association: Lithos, 13, 97-108.
- Nockolds, S.R., 1954, Average chemical compositions of some igneous rocks: Geol. Soc. Amer. Bull., 65, 1007-1032.
- Özsayar, T., 1977, Karadeniz kıyı bölgesindeki Neojen formasyonları ve bunların Mollusk faunasının incelenmesi: KTÜ Yayın., 79.
- ; Pelin, S.; Gedikoğlu, A.; Eren, A. ve Çapkinoğlu, Ş., 1982, Ardanoç (Artvin) yöresinin jeolojisi: KTÜ Yerbilimleri Derg., 2/1-2, 21-37.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S.R., 1975, Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontic chain, Northern Turkey: Bull. Volcan., 39, 1-13.
- ve———, 1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey: Contr. Mineral. Petrol., 68, 63-81.
- Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1981, Karadeniz'in petrol potansiyeli: KTÜ Yerbilimleri Derg., 1, 2, 145-157.
- Rittmann, A., 1952, Nomenclature of volcanic rocks: Bull. Volcan., 12, 75-102.
- , 1953, Magmatic character and tectonic position of the Indonesian volcanoes: Bull. Volcan., 14, 45-58.
- , 1962, Volcanoes and their activity: John Wiley and Sons, 305 s., Newyork, London.
- Stojanov, R., 1973, Pontidler'de Harşit nehri sahasında volkanik taşların petrolojisi: Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler kitabı, 490-517.
- Sungurlu, O., 1975, Karasu bölgesinin jeoloji raporu: TPAO Rap., 908 (yayımlanmamış), Ankara.
- Şengör, A. M. C.ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey. A plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- , 1982, Kimmerid orojenik sisteminin evrimi, Orta Mesozoyikte Paleo-Tetisin kapanması olayı ve ürünleri: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özetleri Kitabı, 45-46.
- Taşman, E.C., 1931, Petroleum possibilities of Turkey: Bull. of AAPG, 15.
- Tokel, S., 1972, Stratigraphical and history of the Gümüşhane area, NE Turkey: University of London, University Collage, Ph. D. Thesis.
- , 1973, Doğu Pontidler'in Mesozoyik ve Tersiyerdeki gelişimleri, bu gelişmelerin Kuzey Anadolu sismik zonu ile muhtemel ilgileri: Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler kitabı, 1-4.
- , 1977, Doğu Karadeniz bölgesinde Eosen yaşlı kalkalkalen andezitler ve jeotektonizma: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 20, 49-54.
- , 1981, Plaka tektoniğinde magmatik yerleşimler ve jeokimya. Türkiye'den örnekler: Yeryuvarı ve İnsan, 6/3, 53-65.
- Yılmaz, O., 1980, Daday-Devrekani masifi kuzeydoğu kesimi litostratigrafik birimleri ve tektoniği: Yerbilimleri Derg., 5-6, 101-135, Ankara.