

# İSTANBUL KUZEYİNİN JEOLJİSİ, ÜST KRETASE VOLKANİZMASININ PETROKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE PONTİD'LERDEKİ BÖLGESEL YAYILIMI

## GEOLOGY OF THE NORTHERN İSTANBUL, PETROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF UPPER CRETACEOUS VOLCANISM AND ITS REGIONAL DISTRIBUTION IN PONTIDES

**Mefail YENİYOL**

I.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

**Tuncay ERCAN**

M.T.A. Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, Ankara

**ÖZ:** İncelenen alan, İstanbul'un kuzeyinde Karadeniz kıyıları boyunca uzanır ve Siluriyen'den başlayıp Kuvaterner'e varan yaşlarda kayaç birimleri içerir. Arkoz ve kuvarsitler Siluriyen'i temsil ederler ve temeli oluştururlar. Grovak, killi şist ve kireçtaşı gibi sedimenter kayaçlar içeren Devoniyen; grovak killi şist ve kireçtaşı ardalanmasından meydana gelen Karbonifer ve Triyas yaşlı konglomeralar, kumtaşları ve kireçtaşları, tümü Siluriyen birimleri üzerine diskordan olarak oturur. Bölgede Üst Kretase, konglomera, kumtaşı, silttaşı, marn, kiltası ve kireçtaşı düzeyleri ile bunlarla arakatlı volkanitlerle temsil olunur. Eosen, denizel marn ve kireçtaşları, Neojen karasal sedimentler ve Kuvaterner aluvyon ile sahil kumları gözlenen en genç kayaçlardır. Üst Kretase volkanizması, Spiilit, bazalt, andezit, triandezit, dasit ve riyolit lavları ile tüf ve aglomeralar gibi ürünler vermiştir. Bu volkanik kayaçlar incelenen alandaki kalıntı kaolin ve sedimenter kil yataklarının kendisinden türediği ana kayaç hizmeti vermişlerdir. Bunların önemi ve bu çalışmanın amacı nedeniyle incelenen volkanitlerin, Pontidlerde Bulgaristan'dan küçük Kafkas'lara kadar uzanan diğer Üst Kretase volkanitleri ile karşılaştırmaları yapılmıştır. Jeokimyasal çalışmaları sonuçlarına göre volkanik kayaçların genellikle kalkalkalen nitelikte, kabuksal kökenli olup, plakaların birbirlerine yaklaşmaları ile meydana genel kompresyonel tektonik rejimde gelişen bir yitim zonundan türeyen ada yayı volkanitleri grubu içinde yer aldıkları sonucuna varılmıştır.

**ABSTARCT:** The investigated area is extended along the Black sea costs in North of Istanbul and contain rock units ranging from Silurian to Quaternary in age. Arkoses and quartzites represent the Silurian epoch and constitute the basement. Devonian, Consisting sedimentary rocks such as graywacke, argillaceous schist and limestone; Cretaceous, constituted from the alternation of graywacke, argillaceous schist and limestone and Triassic aged conglomerates, sandstones and limestones all rest upon the Silurian units unconformable. Here, upper Cretaceous is represented by conglomerate, sandstone, siltstone marl, shale and limestone beds, and volcanites interbedded with the sedimentary ones. Eocene marine marls and limestones, Neogene continental sediments and, Quaternary alluvium and beach sands are the youngest rocks observed. Upper Cretaceous volcanism had produced volcanic rocks such as spilite, basalt, andesite, trachyandesite, dacite and rhyolite lavas and, tuffs and agglomerates. The volcanic rocks had served as the parent rock, which the residual kaolin and sedimentary clay deposits in the investigated area had been derived from. Because the aim of this study and of their importance, the present volcanites have been compared with other volcanites of upper Cretaceous age, those extended from Bulgaria to the Lesser Caucasus in Pontids. According to the results of geochemical work, it was concluded that the volcanic rocks are calc-alkaline in general and they are of crustal origin. They had taken place within the group of island arc volcanites derived in a subduction zone that had been developed in the compressional tectonic regime caused by the approximating of the plates.

### GİRİŞ

İnceleme alanı, İstanbul'un kuzeyinde ve boğazın her iki yanında Karadeniz sahili boyunca uzanan ve Üst Kretase yaşlı volkanizmanın Pontid kuşağında en yoğun

olarak yüzlekler verdiği bir bölgedir. Bu araştırmanın amacı, çalışma alanındaki çökel kayaçların stratigrafisini ortaya koyarak Üst Kretase yaşlı volkanik kayaçlarla olan ilişkilerini belirlemek ve volkanitlerin Jeokimyasal özel-

liklerini irdemektedir. Volkanik kayaların ekonomik değer taşıyan kaolen yatakları oluşturmaları, önemlerini arttırmakta ve Karadeniz kıyıları boyunca uzanan eş yaşlı diğer volkanitlerle karşılaştırılmaları gerekmektedir.

## STRATİGRAFI

Çalışma alanında temeli Silüryen yaşlı arkoz ve kuvarsitler oluşturmaktadır. İnceleme alanının güneyinde daha geniş yayımlı olan arkozlar, inceleme alanında salt Anadolu yakasında Alibahadır Köyü güneyinde (Şekil 1) yüzlekler verirler. Konglomeratik ve kumtaşı katmanları da içeren arkozlar genellikle mor renkleri ile belirgin olup, yer yer gri-beyazımsı renklerde. Aralarında bazen sarımsı kuvarsit düzeyleri bulunmaktadır. Arkoz birimi üzerinde katmanlanmanın pek belirgin olmadığı beyaz, gri, pembe, kızıl-kahve renklerde kuvarsitler yer alırlar. Kuvarsitlerde inceleme alanı dışında geniş yayımlı olup, inceleme alanı içinde salt Anadolu yakasında Üvezli Köyü güneybatısında Dindere mevkiinde (şekil 1) yüzlekler verirler. Kuvarsitlerde taneler genellikle silisli, bazen de killi ve demirli bir çimento ile tutturulmuş olup çok ince kum boyutunda ve genellikle 0,5 mm çapındadırlar. Yuvarlağımsı ve küt köşeli kuvars, az miktarda kuvarsit taneleri, kimi zaman da feldispat ve mika ile az opak mineraller, kuvarsitleri oluştururlar. Bölgede incelemeler yapan Baykal (1943), Okay (1948), Altınlı (1951), Akartuna (1963), Sayar (1964, 1969, 1978 ve 1979) Baykal ve Kaya (1965), Kaya (1973 ve 1978) ve Önalın (1981) gibi araştırmacılar bu birimlerin yaşlarını Silüryen olarak saptamış, yer yer de Ordovisiyen'e indiğini belirtmişlerdir.

Daha sonra uyumsuz olarak grovak, killişist ve kireçtaşlarının oluşturduğu Devoniyen yaşlı çökel kayalar yer alırlar. İnceleme alanında bunlar, Anadolu yakasında Anadolu Kavağı güneyinde, Üvezli Köyü dolaylarında ve Bozhane Köyü güneyinde; Trakya yakasında ise Sarıyer güneyinde yer alırlar (Şekil 1). Kireçtaşları, siyah renkli ve yumru kireçtaşları olmak üzere iki çeşittir. Killi şistler bol brakyopod ve mercan fosilleri içerirler. Bileşimlerini değişik oranlarda kuvars, muskovit, biyotit, klorit ve az miktarda opak mineraller oluşturur. Grovaplarda ise bu minarellere ek olarak feldispatlar da gözlenmiştir. Bölgede çalışmalar yapan Paeckelmann (1938), Baykal (1943), Okay (1948), Altınlı (1951), McCallien (1947), Akartuna (1963), Abdüsselamoğlu (1963), Baykal ve Kaya (1966), Kaya (1971 ve 1973) gibi araştırmacılar, bu birimleri ayrıntılı olarak incelemiş ve Devonien yaşlı olduklarını saptamışlardır.

Daha üstte Karbonifer yaşlı ve genellikle grovak, killişist ve kireçtaşı ardalanmalarından oluşan çökeller, Devoniyen çökelleri üzerinde uyumsuz olarak yer alırlar. Anadolu yakasında, salt Anadolu kavağı güneyinde yüzlekler vermekte olup, Trakya'da daha geniş yayılım sunar

lar (Şekil 1). Yer yer de radiolaritler gözlenmiştir. Kireçtaşları genellikle yumru kireçtaşları şeklinde olup kısmen de silisli düzeyler içerirler. Kimi yerlerde de ince taneli konglomeralar vardır. Ayrıca yer yer de tüf katkıları bulunmaktadır. Grovıklar, genellikle kumtaşı dokusunda, bazen konglomeratik, bazende çok ince tanelidir. Mineral kapsamı, esas olarak kuvars, feldispat ve serisit olup daha az klorit içerir. Killi şistlerde ise kuvars, mika, klorit, kaolinit, smektit, feldispat mineralleri gözlenmiştir (Yeniöl, 1983). Bol fosilli olan bu birimlerde, Yaçınlar (1951 ve 1955), Akartuna (1963), Baykal (1962 ve 1971), Kaya (1971 ve 1973), Baykal ve Kaya (1963 ve 1966) gibi araştırmacılar ayrıntılı çalışmalar yaparak Karbonifer yaşta olduklarını saptamışlardır.

Daha üstte Triyas yaşlı, kırmızı renkli ve altta konglomeralarla başlayıp üstte doğru kumtaşları ve kireçtaşları ile devam eden çökel kayalar uyumsuz olarak yer alırlar. BBu birimler Anadolu yakasında Bozhane Köyü güneyinde ve Üvezli Köyü dolaylarında yüzlekler verirler. Kireçtaşları yer yer yumru ve plaket kireçtaşları şeklindedir. Kumtaşlarında yuvarlak ve az köşeli kuvars taneleri belirgindir. Bunlar kötü boylanmalı olup demirli bir çimento ile gevşek çimentolanmışlardır. Bölgede çalışan Okay (1948), baykal (1943), Baykal ve Önalın (1979) ve Yeniöl (1984-A) gibi araştırmacılar fosil içeren bu birimlerin Alt-Orta Triyas yaşlı olduklarını saptamışlardır.

İnceleme alanında daha sonra Üst Kretase yaşlı çökel kayalar ve volkanitler yer almakta ve geniş bir alan kaplamaktadırlar. Bunlar pek çok yerde ardalanmalı olup; konglomera ile başlıyan ve kumtaşı silttaşı, marn, kıltaşı, kireçtaşı ardalanması şeklinde fliş özelliğinde olup, ayrıca volkanik kırıntı da içerirler. Volkanik kayalar, split, bazalt, andezit, trakiandezit, dasit, riyolit türünde lav, aglomera ve tüfler şeklinde ürünler verirler. En yaygın bulunan ve ileri derecede bozuşma gösteren andezitik lavların bileşimini esas olarak plajiyoklas, daha az olarak hornblend, biyotit, ojit ve çok az da opak mineraller oluşturur. Bunlarda gözlenen killeşme endüstriyel önemde ve boyutlardadır. Ayrıca serisitleşme, kloritleşme, karbonatlaşma ve zeolitleşme, andezitlerde gelişen diğer alterasyonlardır. Andezitik lavlar, porfirik, hyaloporfirik, kısmen pilotaksi-tik dokuda olup genellikle plajiyoklas mikrolitleri ve mikrokristalen bir hamur maddesi içinde yer alan plajiyoklas, biyotit, hornblend ve daha az ojit ile çok az da opak mineraller içerirler. Plajiyoklaslar yer yer hipidiyomorf olup polisentetik ikizlenme ve zonlu yapı gösteren albit, andezin, oligoklas ve labrador türleri saptanmıştır. Ojitler de kısmen idiyomorf olup yer yer uralitleşmiş ve epidotlaşmışlardır. Biyotitler genellikle magma korozyonuna uğramışlardır. Hornblendler ise bazı ince kesitlerde, hipidiyomorf özellikler gösterirler. Dasitler ve ender olarak bulunan riyolitlerde yukarıdaki mineral bileşenlerine ek olarak değişik miktarlarda kuvars kristalleri de katılır. Bunların ha-



murdaki volkanik cam kapsamı daha fazladır. Trakiandezitik lavlarda ise sanidin kristalleri belirgindir. Bazaltik ve spilitik lavlar, ortaç lavlara oranla daha az miktarda bulunurlar. Sipilitler, albit, ojit ve opak minerallerden oluşurlar. Yer yer serpantinleşme, kloritleşme ve karbonatlaşma izlenir. Bazaltik lavlar, porfirik, pilotaksitik, hyaloporfirik ve vitrofirik dokuda, başlıca plajiyoklas ve ojit mikrolitleri ile volkanik camdan oluşan bir hamur maddesi içinde yer alan plajiyoklas, ojit, opak mineral ve çok az olivin fenokristalleri içerirler. Plajiyoklaslar polisentetik ikizlenme ve zonlu yapı gösterirler ve başlıca andezin ve labrador türdedirler. Ojitler, kısmen ikizlenmiş ve bozmuş olarak gözlenirler. Bazaltik lavlarda da kloritleşme, zeolitleşme, karbonatlaşma ve killeşme gözlenmiştir. İnceleme alanındaki Üst Kretase yaşlı bu volkanik kayalar tipik olarak İstanbul Boğazı'nın hemen Kuzey girişinde (Anadolukavağı ve Rumelikavağı) yer alırlar ve aglomera, sinerit, tüf ve lavlarla temsil edilirler. Ayrıca temeldeki Silüriyen ve Karbonifer yaşlı daha eski çökel kayalar bu bölgede, volkanik kayalar üzerine itilerek şariye olmuş bir durumda gözlenirler. Tipik bir denizaltı volkanizmasını temsil eden volkanik kayalarla pek çok yerde arakatlı olan fosilli çökel kayalarda ayrıntılı incelemeler yapın Baykal (1943 ve 1971), Baykal ve kaya (1966) Baykal ve Önalın (1979), Okay (1948), Akartuna (1963) gibi araştırmacılar, gerek volkanik gerekse çökel kayaların tamamen Üst Kretase'de (Santoniyen-Kampaniyen Maestrichtiyen) oluştuklarını belirlemişlerdir.

Üst Kretase volkanitleri incelenen alanda endüstriyel değerde kil yataklarının oluşumuna ana kayaç rolü oynamış olmaları bakımından özel bir önem taşımaktadırlar. Bu yatakların bir kısmı volkanik kayalarda, yerinde oluşmuş kaolen yatakları, diğerleri ise Neojen sedimentleri ile birlikte sedimentler olarak meydana gelmiş olan kaolinitik kil yataklarıdır. Kalıntı kaolen yatakları, Neojen öncesi penepelenleşmiş olan volkanik arazinin yükseltilerinde veya bunların düşük eğimli yamaçlarında yer alırlar. Paleotoprafya yüzeyine paralel alterasyon örtüleri biçimindeki bu kaolen oluşuklarının tümü Neojen çökelleri ile örtüldür. Bu tipteki yatakları, Arnavutköy, Uskumruköy, Çiftalan, Ağaçalı, Bolluca (Trakya yakası) ile Kırpıntıbaşı, Aktaştepe (Anadolu yakası) ve her iki yakada daha bir çok yerde gözlemek olasıdır. Volkanitlerden ekonomik boyutlarda kaolen oluşumunu sonuçlandıran "killeşme"yi sağlayan ana proses yüzeysel bozuşmadır (weathering). Ancak bazı yerlerde (Arnavutköy ve Aktaştepe) volkanik faaliyetten sonraki hidrotermal çözeltilerin volkanitlerde yer yer kaolinleşmeyi başlattığı, yüzeysel bozuşmanın ise daha sonra bu oluşumun üzerinde geliştiği anlaşılmaktadır. Sıcak ve yağışlı iklim, penepelenleşmiş morfoloji, çok zayıf yada durgun tektonik, volkanik kayacın petrografik karakteri kaolinleşmeyi denetleyen başlıca faktörler olmuştur. Bu koşullar altında volkanik kayaların tüm mine-

rallerinin özellikle feldispatların bozuşması, bazik katyonların yıkanması ve drenajı, kalıntı (residüel) kaolen yataklarının oluşumunu sonuçlandırmıştır. Sözü edilen bu yatakların çoğu volkanik tüf-kül kökenlidir. Bu türdeki kayalar ince taneli, yüksek permeabilite ve poroziteli olmaları nedeniyle yüzeysel bozuşmadan daha ileri derecede etkilenmişlerdir. Bunun sonucunda bu tür kayalarda bozuşma boksitleşme aşamasına kadar varmış olup, oluşan kaolenler gibbsit minerali de içerirler ve Türkiye'deki bilinen Tersiyer yaşlı kaolen yatakları içinde sadece incelenen alana özgü bir yataklama tipi oluşturular. Andezitlerden türeyen kaolenlerde ise boksit minerallerine rastlanmamıştır (Yeniöl 1983, 1984 A ve B). Volkanitlerde kil oluşumu Üst Kretase-Neojen arasındaki zaman sürecinde meydana gelmiştir. Bu evrenin sonunda başlayan blok hareketleriyle Neojen sedimantasyon havzaları oluşmuştur. Böylece kalıntı kil oluşumu büyük ölçüde yavaşlamış, mekanik erozyon artmış ve havzaya detritik malzeme depolanmaya başlamıştır. Bu arada daha önce oluşan kaolen yatakları büyük ölçüde aşınmıştır. Günümüzde saptanabilen kaolen yataklarının varlığı sözkonusu erozyondan korunabilmiş olmalarına bağlıdır. Bunu sağlayan faktörlerden biri, aynı zamanda Neojen öncesi kaolinleşmeye katkısı olan bitki örtüsü; diğeri ise kil yüzleklerinin Neojen göl suları ve çökelleri ile örtülmüş olmasıdır.

Üst Kretase yaşlı volkano-tortul seri üzerinde uyumsuz olarak Eosen yaşlı marn ve killi kireçtaşı aralanmasından oluşan çökeller yer alırlar. Bazen de konglomera ve kumtaşı düzeyleri de bulunmaktadır. İncelenen alanda salt Trakya yakasında Arnavutköy dolaylarında yüzlekler yeriler (Şekil 1). Korbonatlar bu birimlerin başlıca bileşeni olup ayrıca yer yer yüksek oranda da smektit mineralini de içerdikleri saptanmıştır (Yeniöl, 1983). Denizel ortamda oluşan ve bol fosil içeren çökel kaya birimlerinde ayrıntılı incelemeler yapan Dacı (1951) Akartuna (1953), Erentöz (1953), Arıç (1955) ve Baykal (1962) bu çökellerin Eosen yaşta olduklarını saptamışlardır.

Çalışma alanında Neojen çok geniş yayımlı olup konglomera, kumtaşı, kum, silt ve kil'den oluşan aralanmalı birimlerle temsil edilir. Yer yer bu birimlerle birlikte kalınlığı bazan 2 metreye ulaşabilen kömür seviyeleri de yer alır. Karasal sedimantasyon havzalarında çökelen bu birimler gerek Trakya gerekse Anadolu yakalarında benzer istiflenme düzeni gösterirler. İstifin alt seviyelerinde genelde sakin sedimantasyon koşullarının denetiminde ince taneli malzeme çökeli olmuştur. Bu seviyelerde eğemen birimler kil oluşukları olup bunlar Neojen öncesi penepelenleşmiş arazinin tabanı düze yakın ve birbirinden hafif sırtlarla ayrılmış yerel çanaklardan oluşan tatlı su göllerinde çökelmişlerdir. Bileşimleri açısından "kaolinitik kil" niteliğinde olan bu killer ekonomik değer taşırlar ve her iki yakada önemli boyutlarda rezervler sunarlar (Kurban 1967 ve 1969; Ergün, 1979; Danış ve Kapkaç, 1987;

vd.) Sedimenter killer, yanal olarak devamlılıkları değişen, bazen 5 metre kalınlığa kadar ulaşabilen mercək ve katman biçimlerinde yataklanma gösterirler. Bu killerin oluşumunu sonuçlandıran ana proses detritik malzemenin taşınması ve göl ortamına çökmesidir. (Yeniol 1984). Neojen sedimantasyonun başlangıç evresi ile eşzamanda etkin olmaya başlayan mekanik erozyonla havzaya kil boyutunda klastik malzeme ve kil mineralleri taşınmıştır. Bu türde malzemeye başlıca daha önce volkanitler üzerinde oluşan kaolen yatakları kaynaklık etmiştir. Ayrıca erozyona daha dayanıklı olan Siluriyen, Devoniyen, Karbonifer ve Eosen arazilerinden de önemli ölçüde malzeme getirimi olmuştur. Neojen istifinin üst kısımlarında tamamen akarsu ortam ürünü olan konglomera, kum ve çakıllar yer alırlar. Çalışılan alandaki Neojen çökellerini kapsayan incelemeler yapan Okay (1953), Altınlı (1951), Akartuna (1953), Erentöz (1953), Arıç (1955), Sayar ve Sayar (1962), karasal Neojen çökellerinin Orta Miyosende oluşmaya başlayıp, Üst Pliyosen sonlarına değin oluşumlarının devam ettiğini saptamışlardır. İncelenen alanda Kuva-terner ise alüvyonlar ve sahil kumları ile temsil edilmektedir.

## VOLKANİK KAYAÇLARIN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanında yaygın yüzlekler veren Üst Kre-tase yaşlı volkanik kayalarda petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır. İnce kesitlerde yapılan ve bir önceki bölümde betimlenen petrografik çalışmaların yanısıra, araziden 17 değişik mevkiiden toplanan örneklerin MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Kimya laboratuvarlarında majör ve bazı iz element kimyasal analizleri yapılmıştır. Örnek alınan yerler Şekil 1'de, analiz sonuçları ise çizelge 1'de sunulmuşlardır. Çizelge 1'de ayrıca volkanik örneklerin bilgisayar programı ile hesaplanan CIPW normları ile bazı parametreleri de yer almaktadır. Volkanitler % 48,80-72,00 arasında değişen oranda SiO<sub>2</sub> içerirler. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri % 13,50-20,00 arasında olup genellikle yüksektir. MgO % 0,25-8,60 arasında olup değişkendir. CaO kapsamları % 0,25-9,70 arasında değişen değerlerdedir. Alkalilerden Na<sub>2</sub>O % 2,55-6,80 arasında olup genellikle yüksek; K<sub>2</sub>O ise % 0,70-4,70 arasında değerler vermektedir.

Örneklerin alkali (Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O) ve SiO<sub>2</sub> kapsamlarına göre sınıflandırılmaları yapıldığında (Şekil 2) ve Kuno (1968) Macdonald ve Katsura (1964) ile Irvine ve Baragar (1971) tarafından önerilen ayırım trendleri göz önüne alındığında; volkanitlerin genellikle kalkalkalen, kısmen alkalen ve ender olarak toleyitik nitelikler taşıdıkları ortaya çıkar. Aynı örnekler Le Bass ve diğerleri (1986) tarafından belirlenen ve alkali-SiO<sub>2</sub> kapsamlarına göre düzen-

lenen kimyasal adlandırma diyagramında bazalt, traki-bazalt, bazaltik andezit, trakiandezit, andezit, trakidasit, dasit ve riyolit olarak adlandırılır (Şekil 3). Petrografik çalışmalarla yapılan adlama ile bu diyagram sonucu belirlenen adlamalar uyum içindedirler. Aynı örneklerin K<sub>2</sub>O ve SiO<sub>2</sub> analiz sonuçlarını Peccerillo ve Taylor (1976), Barberi ve diğerleri (1974) ve Di Girolomo (1984) tarafından geliştirilen diyagrama yerleştirdiğimizde (Şekil 4), volkanitlerin genellikle kalkalkalen ve yüksek potasyumlu kalkalkalen bir seriye ait oldukları (bir-iki sapma dışında) belirlenir ve Le Bass (1986) diyagramı ile yapılan adlamalara benzer adlamalar ortaya çıkar. Çizelge 1'de örneklerin Rittmann (1962) indislerinin ( $\delta = (Na_2O - K_2O)^2 / SiO_2 - 43$ ) hesaplanmış değerleri sunulmuş olup, bu değerler bazik örneklerin dışında tüm ortaç ve asidik örneklerin kalkalkalen eğimli olduklarını göstermektedir. Çalışma alanındaki örneklerin majör element kimyasal analizleri ile hesaplanan normatif plajiyoklas bileşimleri (NPC) ile normatif renk indisleri (NCI) kullanılarak Irvine ve Baragar (1971)'e göre diyagramları yapıldığında (Şekil 5), Le Bass ve diğerleri (1986) diyagramı ile benzer sonuçlara ulaşılır. Ancak bu diyagramda dasitik türde olan iki örnek, riyolit alanına düşmüşlerdir.

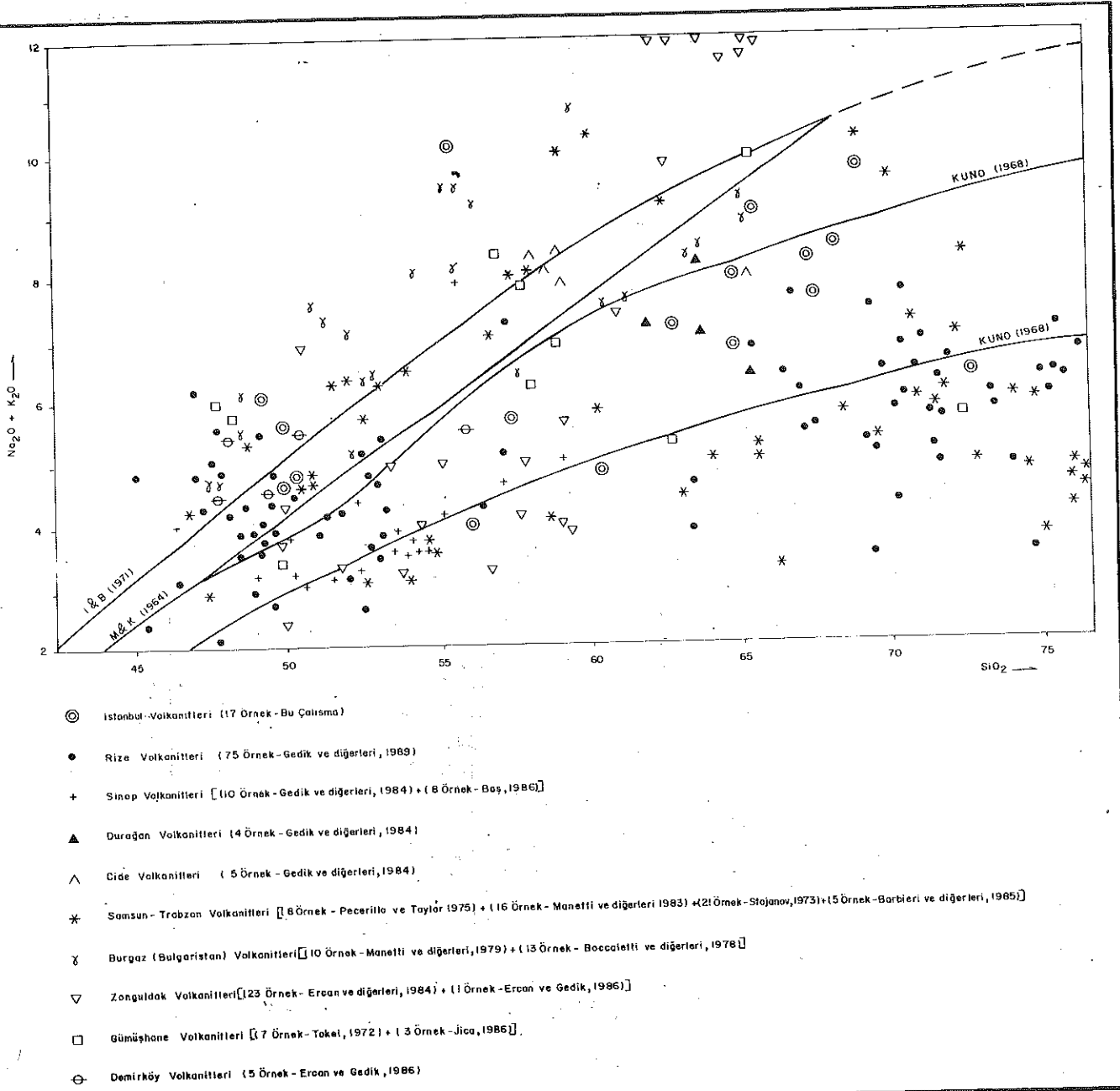
Örneklerin AFM üçgen diyagramları da yapılmış (Şekil 6) ve Wager (1960), Turner ve Verhoogen (1960), Macdonald ve Katsura (1964) ile Irvine ve Baragar (1971)'in ayırım trendleri göz önüne alındığında, iki örneğin dışında tüm örneklerin kalkalkalen alanda yer aldıkları görülmüş ve genelde Cascade tipi kalkalkalen trende uyum sağladıkları saptanmıştır.

Volkanitleri oluşturan magmanın kökenini araştırmak için Gottini (1968 ve 1969)'nin geliştirdiği  $\tau = (Al_2O_3 - Na_2O) / TiO_2$  Gottini indisleri de hesaplanmıştır. Çizelge 1'de incelenebileceği gibi, bir tanesinin haricinde (Örnek No:10) tüm örneklerinin Gottini indisleri yüksektir. Gottini'nin araştırmalarına göre sialik (kabuk) kökenli lavlarda bu indisler 10'dan büyük değerlerdedir. Bu durumda inceleme alanındaki volkanitlerin kabaca sialik (kabuk) kökenli oldukları ortaya çıkmaktadır. Bu nitelik, Gottini ve Rittmann indislerinin logaritmik değerlerini kullanılarak yapılan Gottini diyagramında da (Şekil 7) belirlenmekte ve volkanitlerin sialik kökenli oldukları görülmektedir.

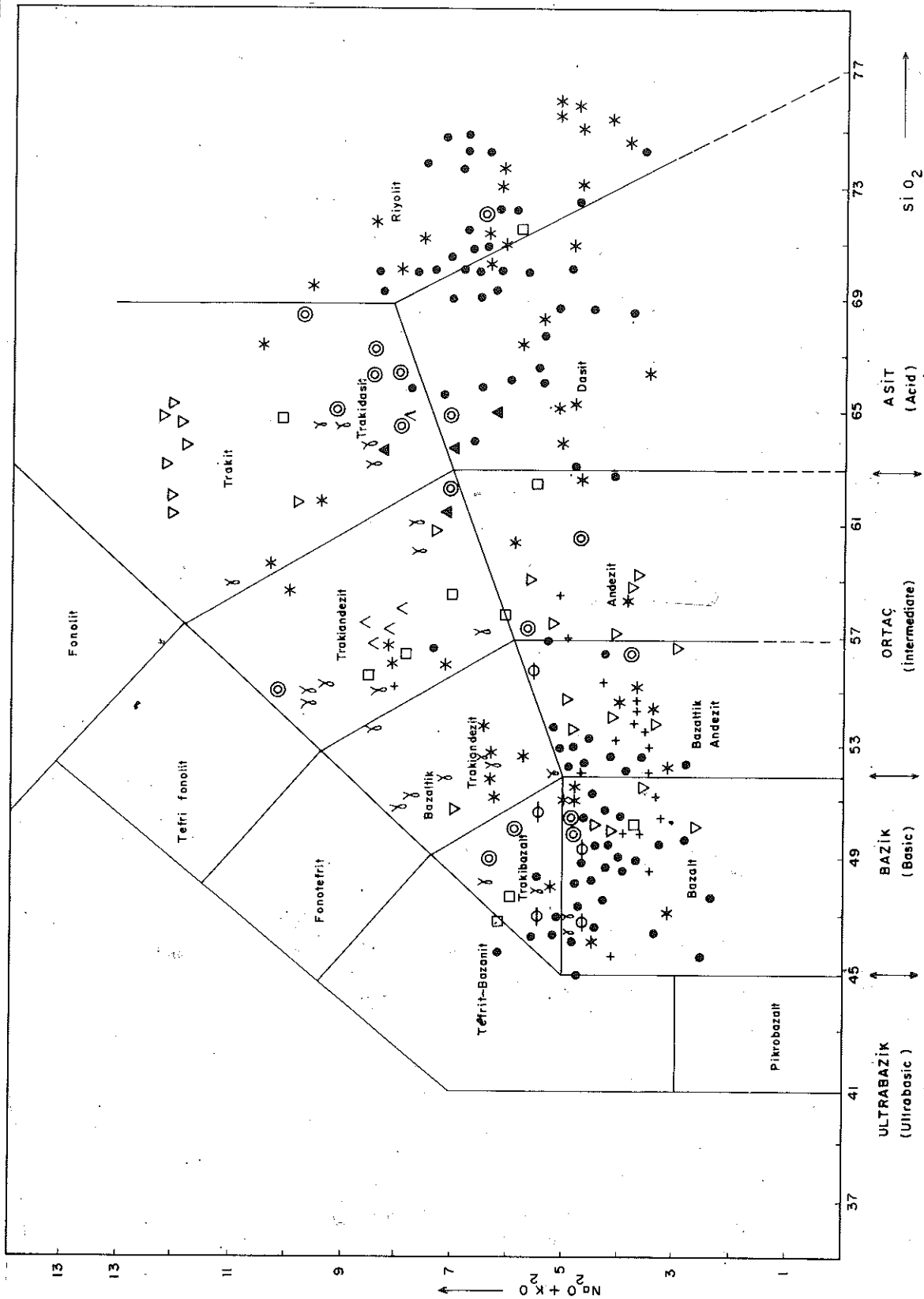
Rittmann ve Villari (1979) tüm dünya volkanitleri üzerinde yaptıkları istatistiksel bir inceleme volkanitleri, tansiyonal tektonik rejimlerde oluşan Kratonik volkanitler ve Kompresiyonal tektonik rejimlerde oluşan Orojenik volkanitler olmak üzere 2 ana gruba ayrılmışlardır. Örneklerimizin analiz sonuçları bu diyagrama taşındığı zaman, bunların, plakaların birbirlerine yaklaşmaları sonucu oluşan kompresiyonal tektonik rejimlerde gelişen Orojenik volkanitler grubuna girdikleri görülmektedir (Şekil 8).

Çizelge 1- Volkanik kayaların majör ve bazı iz element kimyasal analizleri ve çeşitli parametreleri  
Table 1- Major and some trace element chemical analyses and various parameters of volcanic rocks

Örnek No ve Alındığı yer (Sample No and Location)	1 ANADOLU KARPINLI BAŞI	2 ANADOLU KARPINLI BAŞI	3 ANADOLU KIRAZLI YATAK T.	4 ANADOLU GÖKMEHLİ METİNESE T.	5 ANADOLU ÜVEZLİ	6 TRAKYA DEMİRCİ KÖY	7 TRAKYA USKUMRUKÖY	8 TRAKYA USKUMRUKÖY	9 TRAKYA USKUMRUKÖY	10 TRAKYA GÜMÜŞDERE	11 TRAKYA GÜMÜŞDERE	12 TRAKYA BOGAZKÖY	13 TRAKYA GÜMÜŞDERE	14 TRAKYA GÜMÜŞDERE	15 ANADOLU RIVA	16 TRAKYA SARIYER	17 ANADOLU DOLU KAVACI
SiO <sub>2</sub>	68.70	68.90	50.00	60.20	55.50	56.20	64.50	67.10	72.00	48.80	49.90	64.30	57.60	49.70	62.40	66.80	64.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.00	15.80	18.00	16.80	19.00	17.40	15.80	14.80	13.50	15.60	16.70	17.60	20.00	18.90	16.60	16.05	16.50
TiO <sub>2</sub>	0.30	0.30	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40	0.10	0.20	1.30	1.20	0.30	0.30	1.30	0.40	0.30	0.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.13	2.75	3.55	3.70	4.86	6.42	3.17	0.30	1.19	2.08	1.48	1.87	4.67	3.73	3.60	2.80	3.40
FeO	1.60	1.50	4.10	4.50	2.20	2.15	1.65	1.80	1.45	5.70	5.70	1.20	1.20	3.20	2.50	1.60	2.60
MgO	1.00	1.05	4.40	3.55	3.20	3.50	0.50	0.55	1.00	8.60	6.60	0.25	0.55	5.60	2.10	1.00	2.20
MnO	0.10	0.04	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.30	0.07	0.20	0.10	0.10	0.10	0.30	0.10	0.10	0.10
CaO	0.70	0.25	9.45	3.25	1.00	6.85	2.80	3.65	2.70	8.50	9.70	3.20	7.20	7.25	3.10	0.30	1.00
Na <sub>2</sub> O	5.90	5.11	3.90	2.55	6.80	3.25	4.40	4.00	3.65	4.90	3.90	5.70	4.60	3.90	4.30	5.05	4.10
K <sub>2</sub> O	3.80	3.41	0.90	2.45	3.50	0.70	4.70	3.70	2.75	1.30	1.75	2.40	1.15	1.00	3.05	3.30	2.90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.08	0.60	0.60	0.10	0.20	0.40	0.10	0.10	0.10
CO <sub>2</sub>	0.25	0.91	2.43	0.50	0.62	0.41	0.62	1.80	0.25	0.40	0.50	0.75	0.36	0.58	0.60	0.80	0.70
H <sub>2</sub> O	1.14	1.00	1.70	0.80	2.24	1.20	0.90	1.36	0.86	0.80	0.90	1.36	1.08	1.80	0.80	0.90	1.00
TOPLAM (Total)	99.72	99.12	99.23	99.10	99.72	98.98	99.64	99.56	99.70	98.67	99.03	99.13	99.21	98.94	99.65	99.10	99.50
Cr	20	20	100	20	20	<20	20	<20	20	300	300	30	<20	400	20	20	20
V	100	100	150	200	200	100	100	70	<40	150	400	100	150	100	100	100	80
Zr	200	150	<40	100	100	<40	200	100	100	100	200	200	<40	70	150	200	150
Ba	1000	800	400	700	1000	200	1500	400	2000	400	400	4000	200	<200	400	600	800
Sr	200	220	230	200	330	400	250	200	260	400	600	1000	360	450	230	240	210
Rb	130	110	50	100	100	100	120	100	100	100	100	130	100	60	100	110	120
Q	17.19	22.03	—	21.82	—	15.41	15.13	21.15	32.59	—	—	14.77	11.32	—	15.51	22.61	23.54
Or	22.45	20.15	5.32	14.48	20.68	4.14	27.77	21.86	16.25	7.68	10.34	14.18	6.80	5.91	18.02	19.50	17.14
AB	49.92	43.24	33.00	21.58	53.24	27.50	37.23	33.84	30.88	23.89	24.03	48.23	36.92	33.00	36.38	42.73	34.69
AN	0.49	1.24	28.95	16.12	4.96	30.82	9.48	11.50	12.33	16.73	22.89	15.35	30.55	31.11	15.38	1.49	4.96
MT	3.09	3.96	5.15	5.36	5.55	5.48	4.16	0.43	1.73	3.02	2.15	2.71	2.42	5.41	5.23	4.06	4.93
HM	—	0.02	—	—	1.17	2.64	0.30	—	—	—	—	—	3.00	—	—	—	—
Di	2.38	—	14.36	—	—	2.46	2.69	5.60	0.86	20.35	20.96	0.42	2.95	3.88	—	—	—
Hy	2.04	2.61	5.19	13.06	—	7.58	—	1.42	3.42	—	—	0.59	—	10.71	6.19	2.62	6.78
OL	—	—	1.79	—	5.58	—	—	—	—	13.13	10.08	—	—	4.09	—	—	—
NE	—	—	—	—	2.33	—	—	—	—	9.52	4.86	—	—	—	—	—	—
IL	0.57	0.57	1.14	1.14	1.14	0.95	0.76	0.19	0.38	2.47	2.28	0.57	0.95	2.47	0.76	0.57	0.76
NCl	8.07	7.16	27.63	19.56	13.24	19.11	7.91	7.65	6.39	38.96	34.81	4.29	9.32	26.56	12.17	7.25	12.47
NPC	0.98	2.79	46.73	42.77	7.99	92.85	20.30	25.36	28.53	29.65	41.63	24.14	43.96	48.53	29.71	3.37	12.51
DI	89.56	58.42	38.32	57.87	76.25	47.04	80.13	76.85	79.72	41.09	39.23	77.18	57.04	38.91	69.92	84.84	75.37
SI	6.93	7.60	26.11	21.19	15.56	21.85	3.47	5.31	9.96	38.09	33.97	2.19	4.32	28.82	13.50	7.27	14.47
Q	3.66	3.03	3.29	1.45	8.48	1.18	3.85	2.46	1.41	6.62	4.62	3.08	2.26	3.58	2.78	2.92	2.27
Q'	0.27	0.23	0.24	0.12	0.45	0.10	0.27	0.19	0.12	0.39	0.31	0.23	0.13	0.26	0.21	0.22	0.18
T	27.00	35.63	23.50	23.75	20.33	28.50	28.50	108	49.25	8.23	10.66	39.66	30.80	11.53	30.75	36.66	31.00
T'	0.73	0.78	0.70	0.70	0.67	0.73	0.74	0.91	0.83	0.45	0.51	0.79	0.75	0.53	0.75	0.78	0.75
A	68.23	62.90	29.10	30.53	51.31	25.69	64.53	74.61	64.51	27.71	29.30	72.11	49.14	25.71	48.39	61.99	47.11
F	24.74	29.34	44.22	47.80	32.75	51.55	31.93	20.06	25.41	33.84	36.47	25.66	46.16	44.90	37.79	30.58	38.09
M	7.03	7.75	26.68	21.67	15.94	22.76	3.55	5.33	10.08	38.44	34.23	2.23	4.70	29.39	13.83	7.42	44.81



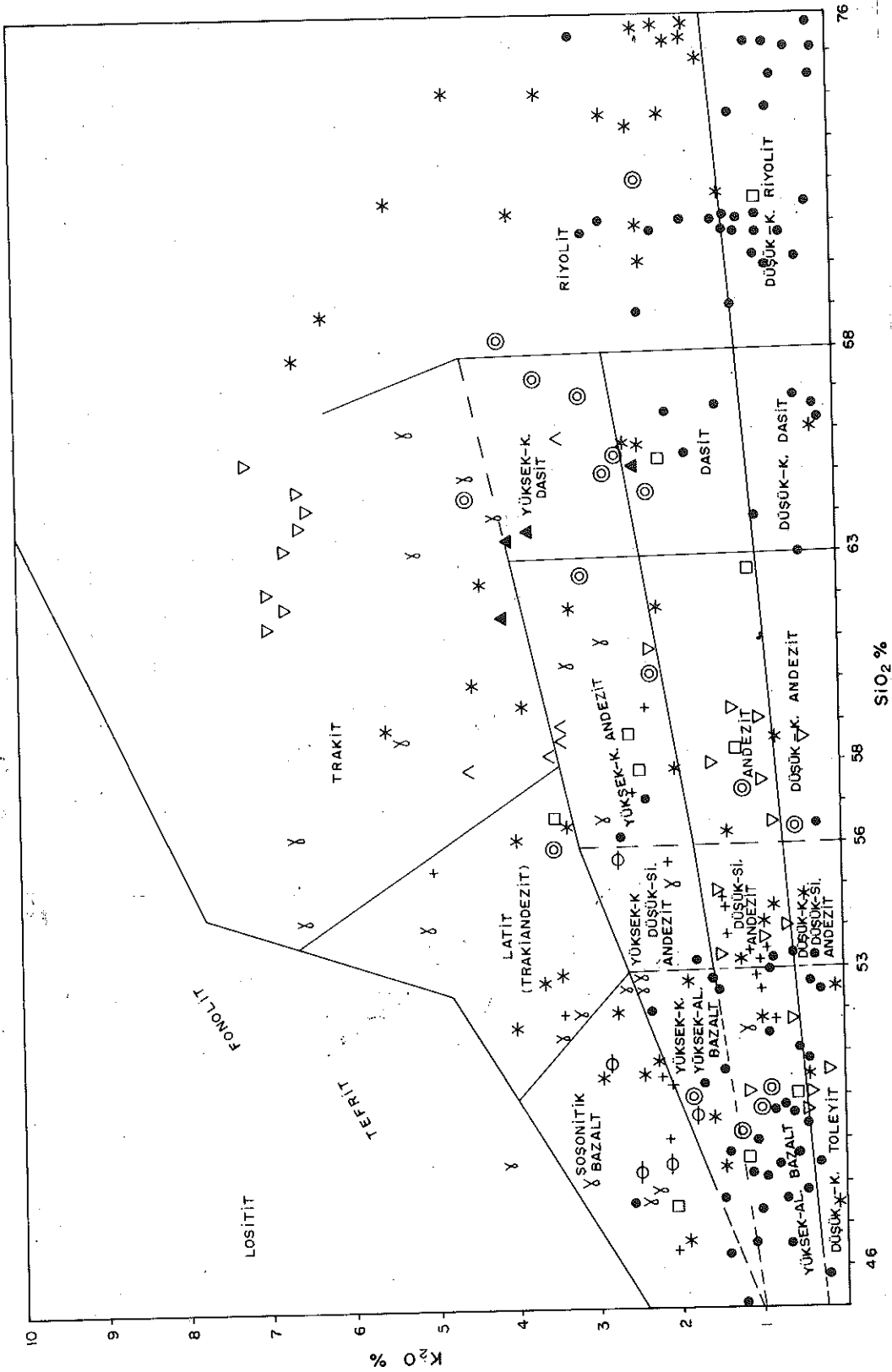
Şekil 2— Pontid'lerdeki Üst Kretase yaşlı volkanitlerin alkali-silis içeriklerine göre sınıflandırılması  
Figure 2— Classification of the Upper Cretaceous aged volcanics according to their alkali-silica contents in Pontides



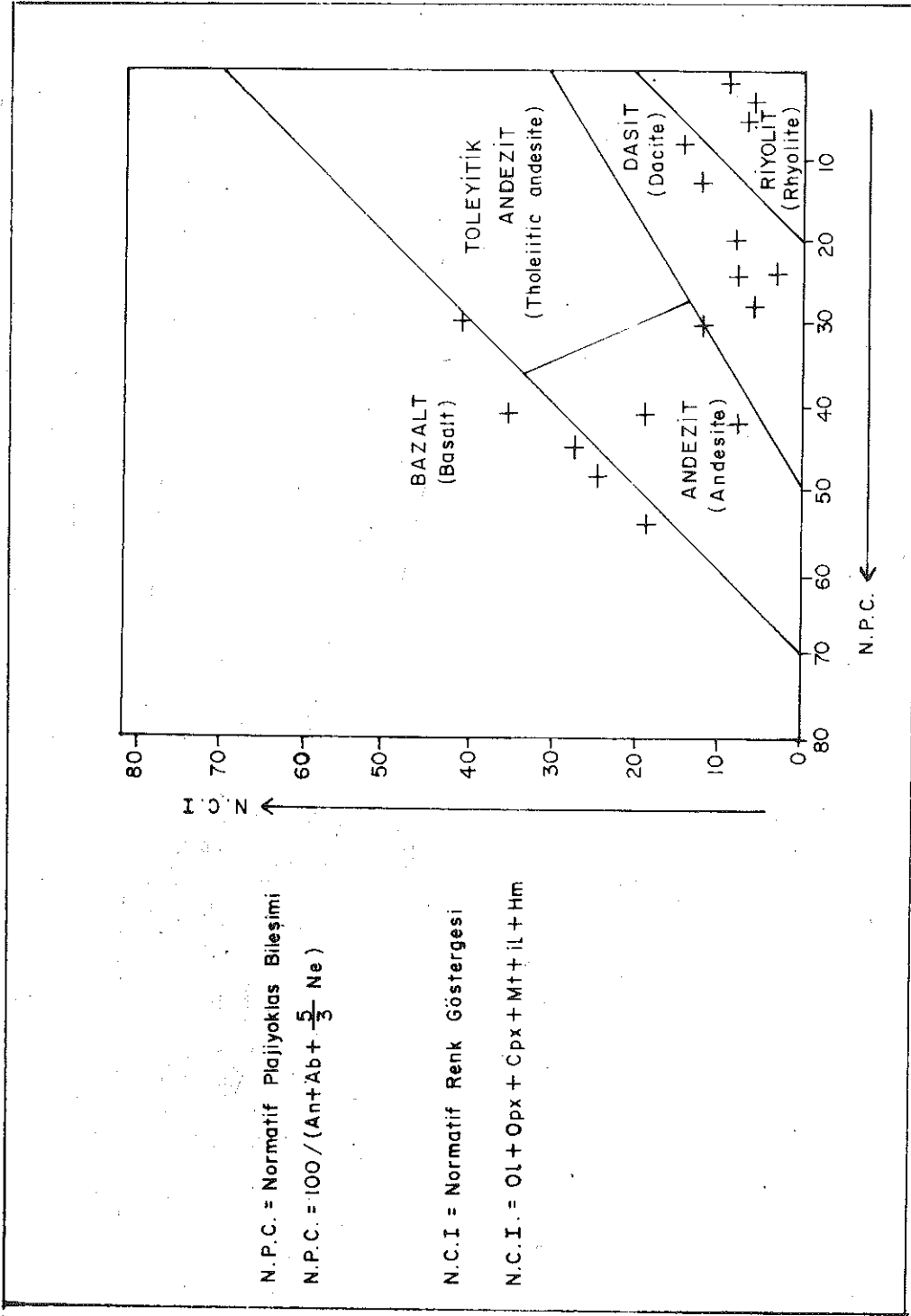
Şekil 3— Pontid'lerde Üst Kretase yaşlı volkanitlerin Le Bass ve diğerlerine (1986) göre adlandırılmaları

Figure 3 — Nomenclature of the upper Cretaceous aged volcanics according to Le Bass and others (1986) in Pontides.





Şekil 4— Pontid'lerdeki Üst Kretase yaşlı volkanitlerin K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> içeriklerine göre sınıflandırılmaları ve adlandırılmaları  
 Figure 4— Classification and nomenclature of the Upper Cretaceous aged volcanics according to their K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> contents in Pontides.



Şekil 5— Volkanitlerin Irvine ve Baragar (1971)'e göre adlandırılmaları  
 Figure 5— Nomenclature of the volcanics according to Irvine and Baragar, 1971

Bazalt türünde olan örneklerin F1 ve F2 parametreleri hesaplanmış ve Pearce (1976) diyagramında kalkalkalen bazaltlar ile düşük potasyumlu toleyitler alanına düşükleri (Şekil 9) görülmüştür. Aynı örnekler Floyd ve Winchester (1975) tarafından önerilen  $TiO_2$  ve  $Zr/P_2 O_5$  diyagramına yerleştirildikleri zaman (Şekil 10), bu kalkalkalen bazaltların ada yayları lavları alanına düşükleri ortaya çıkmaktadır. Böylece bir sıkışma ortamında oluşan, kabuksal kökenli genellikle kalkalkalen nitelikli olan inceleme alanı volkanitlerinin bir yitim zonu ürünü olarak ada yayı volkanitleri grubu içinde yer alabilecekleri giderek belirginleşmektedir. Esasen gerek majör, gerekse sınırlı olarak yapılabilen iz element kapsamları, bunları Taylor (1969), Jakes ve White (1971 ve 1972), Morrison (1980) ve Mullen (1983) v. b. aratırıcılarca belirlenen ada yayları volkanitleri element kapsamları ortalama değerleri ile uyum sağlarlar. Ayrıca inceleme alanı volkanitlerinin bu analiz sonuçlarını kullanarak Peacock (1931) alkali-lime indekslerinin saptanmasını sağlayan diyagramı yapılacak olursa (Lünel, 1987; Tokel ve Aykol, 1987) bunların aşırı kalkalkalik (Alkali-Kalsik) nitelikte olup alkali-lime indekslerinin yaklaşık 55,5 değerinde olduğu ve normal yitimin son evrelerinde, olgun yitim başlangıcında meydana geldikleri (Şekil 11) ortaya çıkmaktadır.

### VOLKANİZMANIN BÖLGESEL YAYILIMI

İnceleme alanı, Türkiye'nin tektonik birliklerinden Batı Pontidler içinde yer almaktadır. Pontid birliği, batıda Çekoslavakya'da Karpatlar'dan başlayıp, Romanya, Yugoslavya ve Bulgaristanı geçerek Karadeniz kıyıları boyunca doğuya doğru Küçük Kafkaslar ve İran üzerinden Hint platformuna kadar uzanan Alpin dağ oluşum sisteminin bir parçasını oluşturur. Bu sistem, plaka tektoniği kuramlarına göre ada yayları ve kıtaların çarpışmaları sonucunda meydana gelmiştir (Dewey ve Bird, 1970; Dewey ve diğerleri, 1973; Şengör, 1982). Pontid kuşağında çok yaygın yüzlekler oluşturan Üst Kretase volkanik kayaçlarının, eski Tetis okyanus kabuğunun olasılıkla şimdiki Kuzey Anadolu Fay zonu ve İzmir-Anakara ofiyolit zonu boyunca Pontid kıtası altına dalmasıyla oluşmuş ve bugün kapanmış bir yitim zonundan türedikleri, toleyitik, kalkalkalen ve şoşonitik nitelikler taşıdıkları ve ada yayı volkanitleri grubuna girdikleri son yıllarda yapılan çalışmalarla belirginleşmiştir (Tokel, 1973-1977-1985; Peccerillo ve Taylor, 1975-1976; Akın, 1978; Gülen 1976; Eğin ve diğerleri, 1979; Gedikoğlu ve diğerleri, 1979; Pejatoviç, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Manetti ve diğerleri, 1981 ve 1983; Yılmaz, 1984; Ercan ve diğerleri, 1984; Gedik ve diğerleri, 1984; Ercan Gedik, 1983-1986; Baş 1986 v. b.). Üst Kretase volkanizması Doğu Karadeniz'de Küçük Kafkaslardan başlayarak (Adamiya ve diğerleri, 1977) Samsun'a kadar hemen hemen kesiksiz olarak görülür. Genel olarak Rize dolaylarında (Gedik ve diğerleri, 1989),

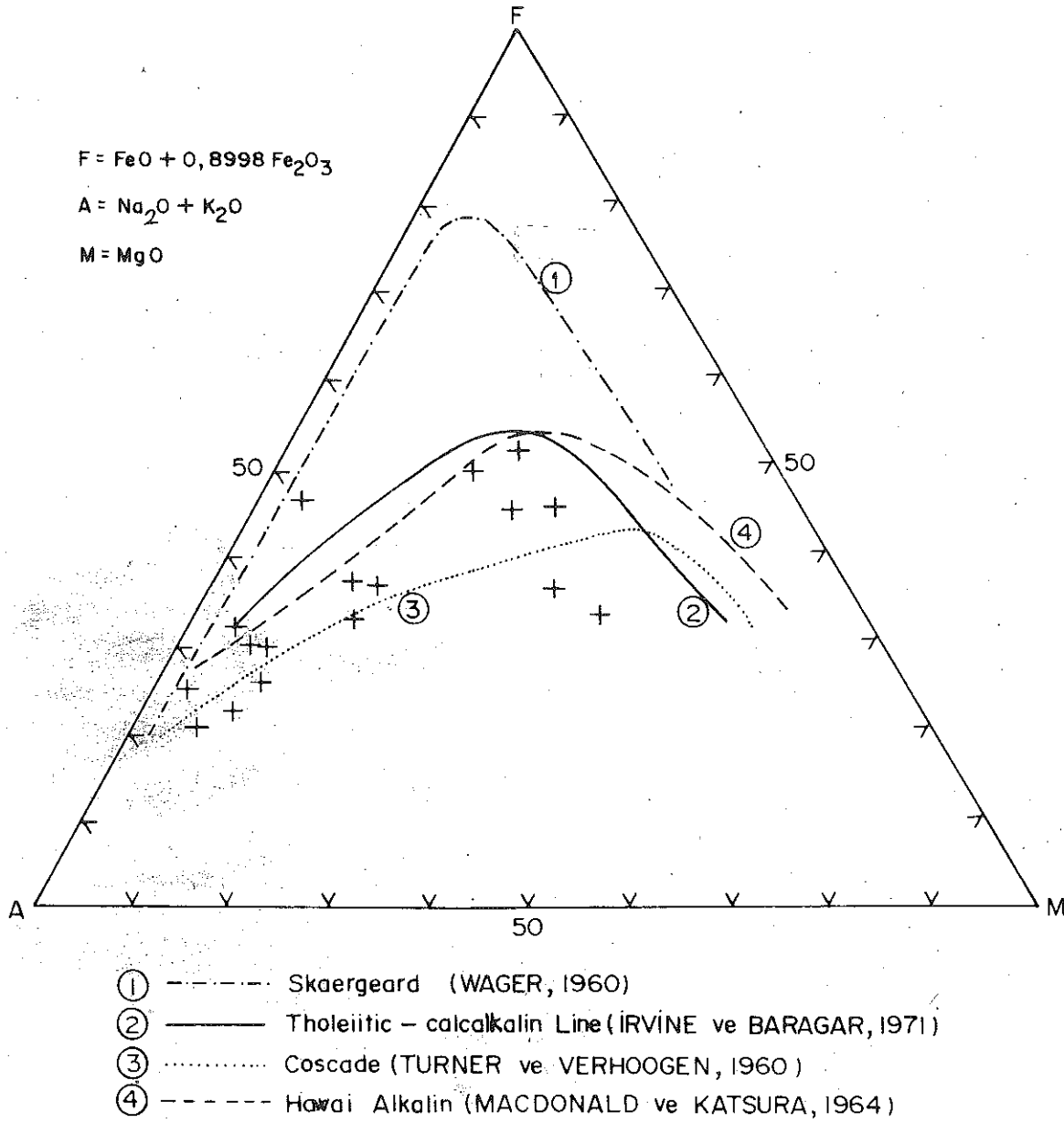
Hopa-Artvin-Şavşat yörelerinde (Koprivica, 1979; Özsayar ve diğerleri, 1981), Harşit (Giresun) dolayında (Gedikoğlu, 1979), Trabzon yöresinde (Özsayar, 1971 ve 1987), Görele-Tirebolu dolaylarında (Vujanoviç, 1974), Gököy (Ordu) yöresinde (Gedikoğlu ve diğerleri, 1982), Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye çevresinde (Terlemez ve Yılmaz 1980), yaygın yüzlekler verirler. Üst Kretasede başlayan bu volkanizma bazı alanlarda Paleosen'de de devam etmektedir (Gedikoğlu ve diğerleri 1979; Ercan ve Gedik, 1983; Gedik ve diğerleri, 1989). Doğu Pontidlerdeki volkanik kökenli cevherleşmelere yan kayaç olan bu volkanitler pek çok yerde çökel kayaçlarla arakatlı olup genellikle kalkalkalen ve toleyitik özellikler taşırlar. Volkanik kayaçlarda, pek çok örnekte jeokronolojik çalışmalar yapılmış ve K/Ar yöntemi ile Üst Kretase ve Paleosen yaşları elde edilmiştir. Örneğin, Bayburt yakınında riyolitik bir lavda 83 milyon yıl (Yılmaz, 1977), Trabzon'da tefrit türde lavlarda 67,2 ve 73,8 milyon yıl (Gümüş, 1978), İkizdere (Rize) yakınında latitik lavlarda 78,3 ve 84,1 milyon yıllık (Taner, 1977) yaşlar ölçülmüştür. Barbieri ve diğerleri (1985) ise geniş bir alanda 16 farklı örnekte yaşlar saptamış ve 58,2-100,6 milyon yıllar arasında sonuçlar elde etmişlerdir.

Daha batıya doğru Sinop dolaylarında (Gedik ve diğerleri 1984; Baş 1986), genellikle bazaltik ve andezitik türde ve çoğun kalkalkalen nitelikte (kısmen şoşonitik) volkanitler yer alır. Gerek majör, gerekse iz element kapsamları, bunların ada yayı volkanitleri grubuna girdiklerini gösterir. Sinop volkanitleri yastak lav, akıntı breşi, aglomera, tüfler ve dayklardan oluşmaktadır. Sinop güneyinde Durağan dolaylarında çoğun trakiandezit, bazen andezit ve dasit türde lav, tüf ve aglomerallardan oluşan Üst Kretase volkanitleri yüzlekler verirler ve kalkalkalen nitelik taşırlar (Gedik ve diğerleri, 1984).

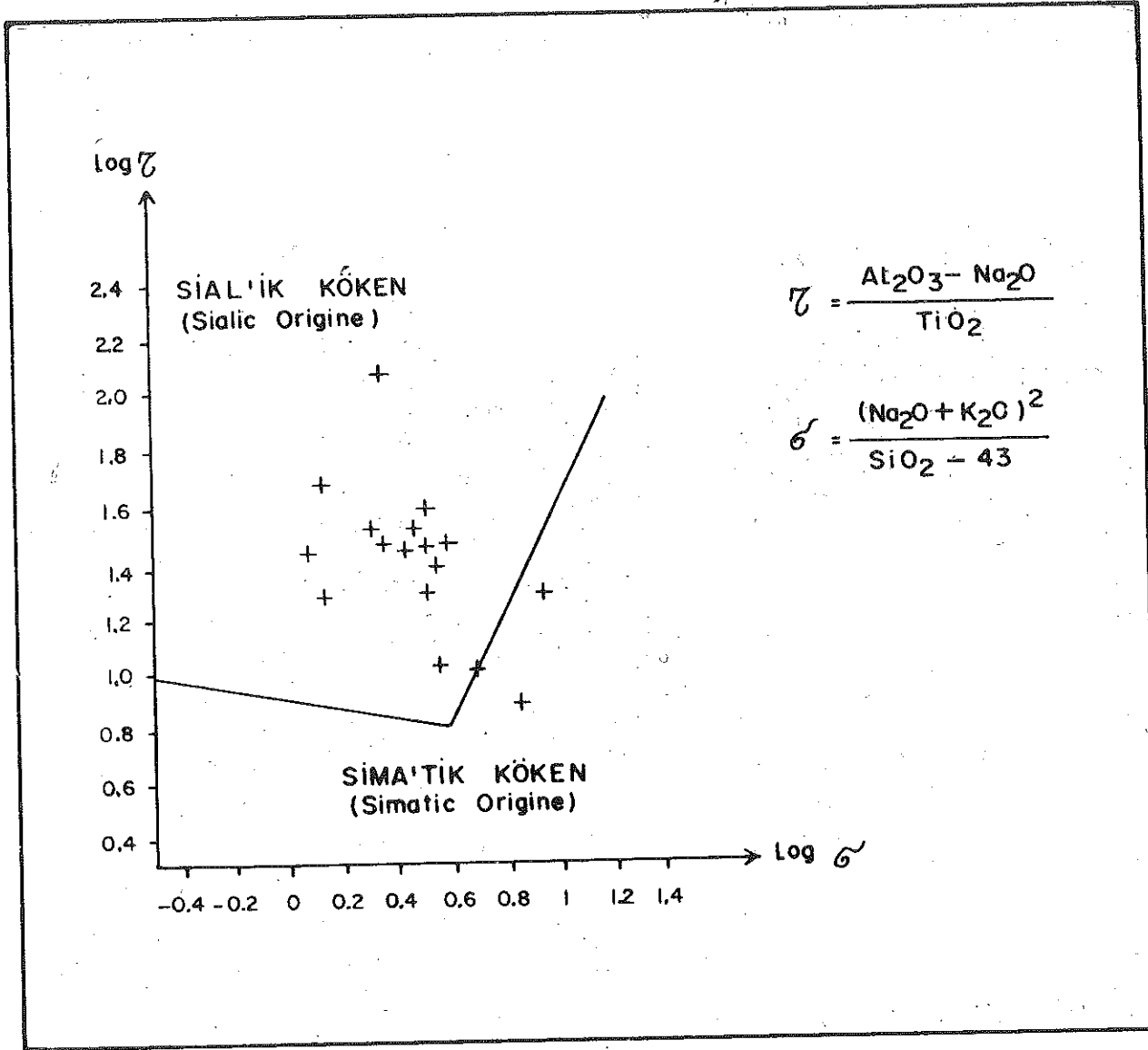
Doğu Pontidlerde çok yaygın olarak gözlenen bu Üst Kretase volkanizması Sinop'tan itibaren Batı Pontidlerde KB'ya doğru döner ve pek az yüzlekleri Karadeniz kıyılarında olmak üzere Karadeniz içinde Bulgaristan'a doğru devam eder. Nitekim, TPAO tarafından Ereğli ve Demirköy yakınlarında Karadeniz içinde yapılan derin sondajlardan alınan karotlarda yaklaşık 2800 m. derinlikte Üst Kretase volkanitleri saptanmıştır (Ercan ve Gedik, 1986).

Sinoptan daha batıya doğru Cide dolaylarında Karadeniz kıyılarında yine trakiandezit, andezit, dasit türde lavlar, tüf ve aglomeralar şeklinde esas olarak kalkalkalen, kısmen de şoşonitik nitelikte volkanitler yüzlekler verirler (Gedik ve diğerleri, 1984). Zonguldak-Ereğli dolaylarında yer yer toleyitik nitelikli bbazalt, splitik bazalt ve bazaltik andezit, yer yer kalkalkalen nitelikte andezit ve latit ve trakit türde lav, tüf ve aglomerallarla temsil edilen Üst Kretase volkanizması yüzlekler vermekte olup yay volkanizması özellikleri taşırlar (Ercan ve diğerleri,

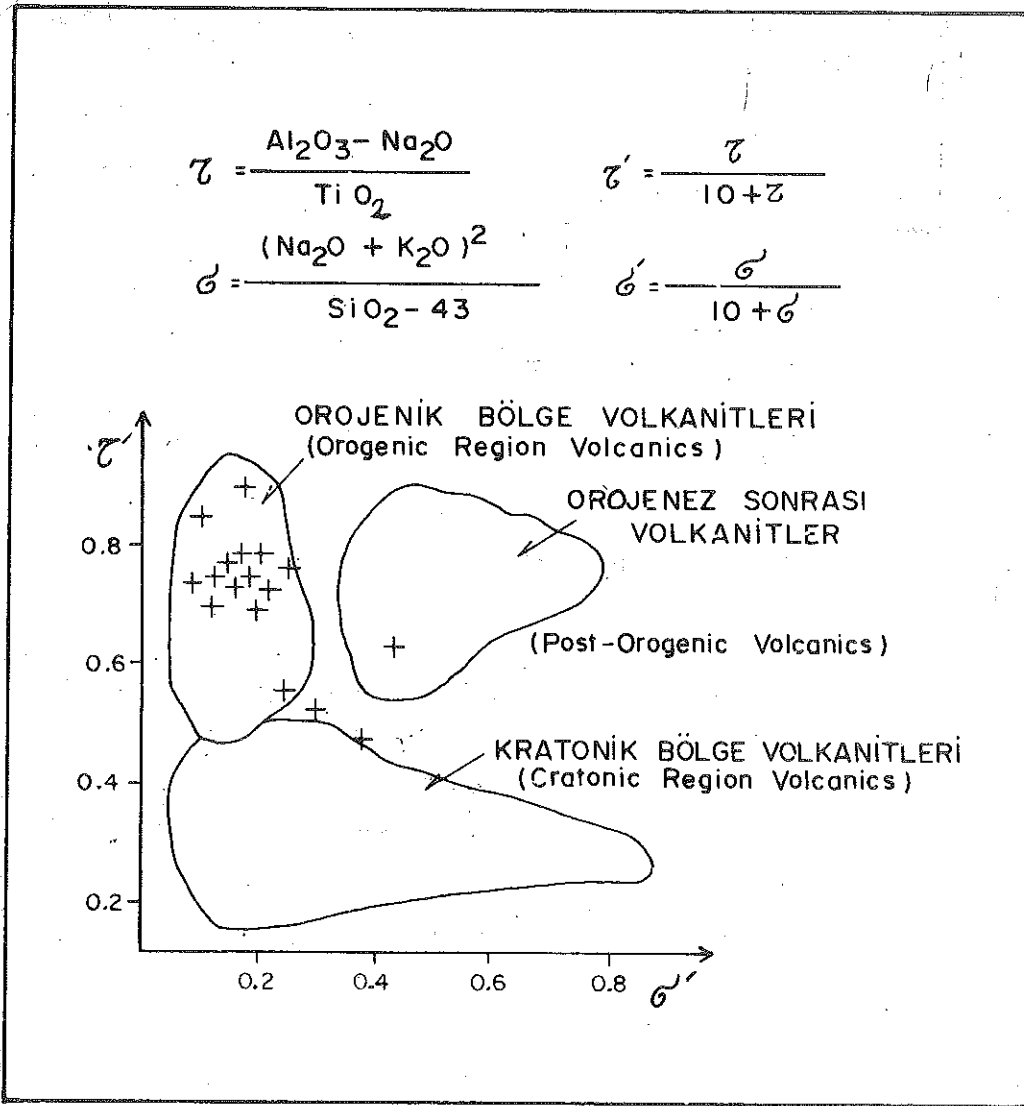
**VOLKANİTLERİN F.A.M. ÜÇGEN DİYAGRAMI**  
( *F. A. M. triangular plot of the volcanics* )



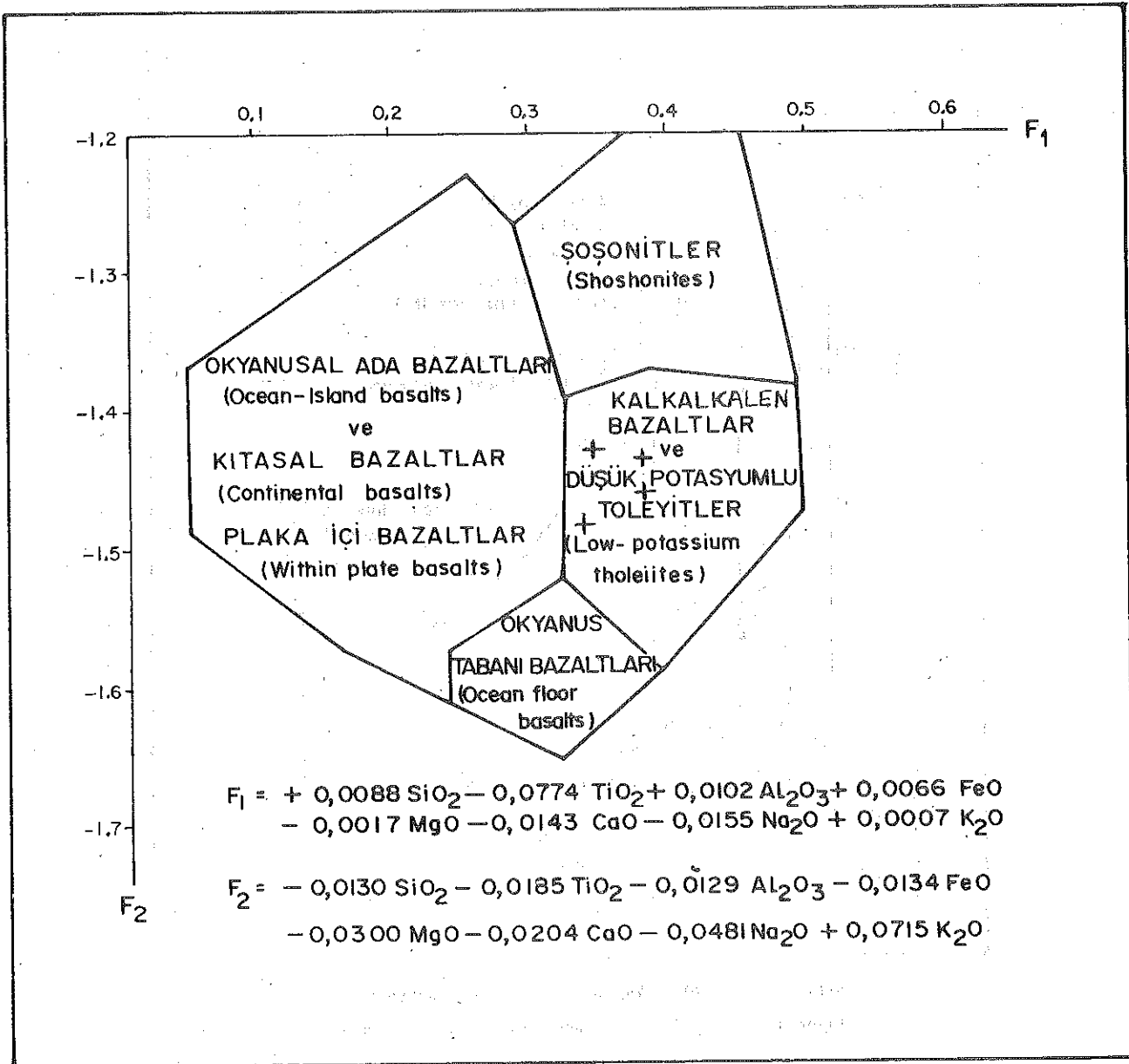
Şekil 6— Volkanitlerin AFM üçgen diyagramı  
Figure 6— AFM triangular diagram of the volcanics



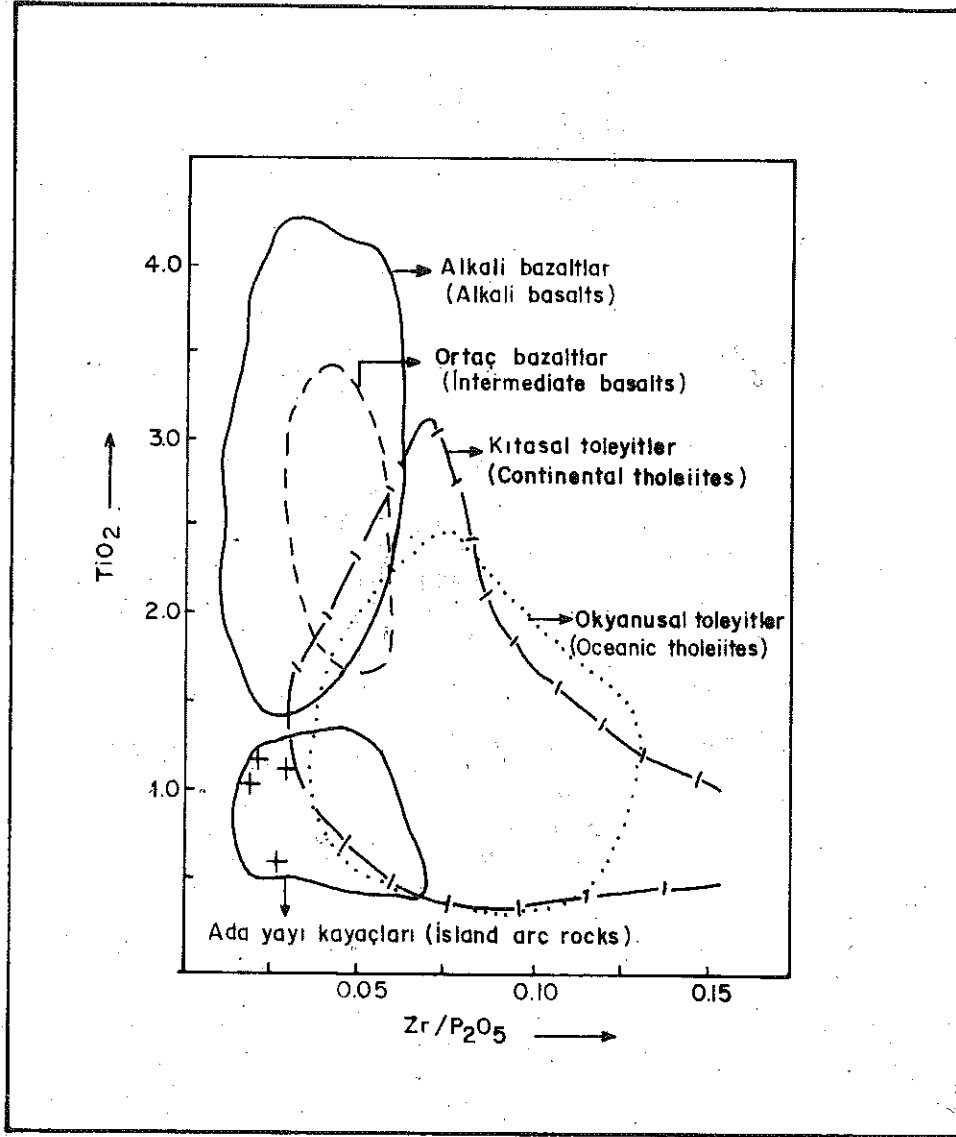
Şekil 7— Volkanitlerin Gottini diyagramı  
 Figure 7— Gottini diagram of the volcanics



Şekil 8— Volkanitlerin Rittman ve Villari (1979) diyagramı  
Figure 8— Rittmann and Villari (1979) diagram of the volcanics



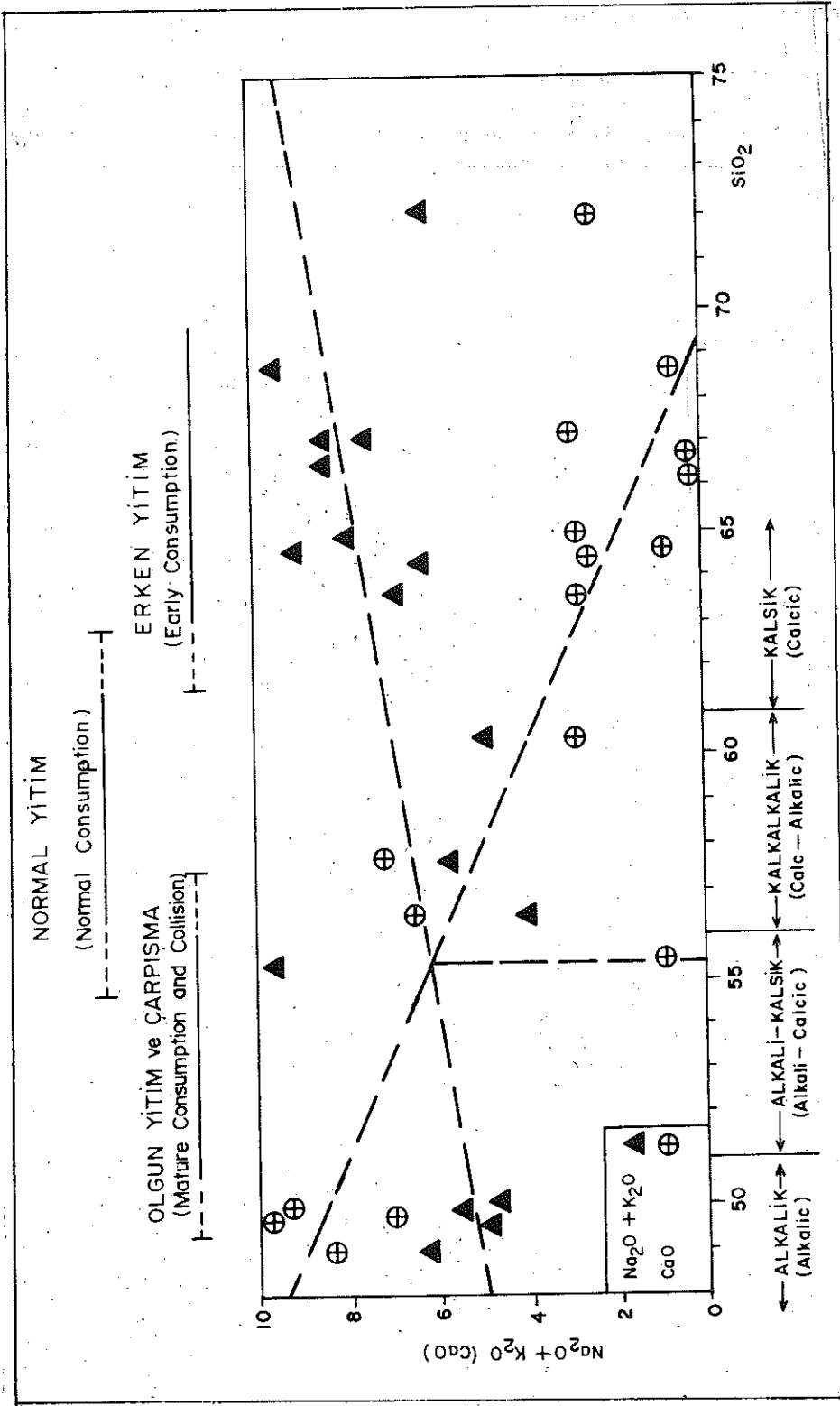
Şekil 9— Bazaltik volkanitlerin Pearce (1976) diyagramı  
 Figure 9— Pearce (1976) diagram of the basaltic volcanics



Şekil 10— Bazaltik volkanitlerin  $TiO_2 - Zr/P_2O_5$  diyagramı

Figure 10—  $TiO_2 - Zr/P_2O_5$  diagram of the basaltic volcanics





Şekil 11— Volkanitlerin Peacock alkali-lime indeks diyagramı (volkanitlerin yitim ve çarpışma alanları Tokel ve Aykol, 1987 ile Lüneni; 1987'den alınmıştır)

Figure 11— Peacock's alkali-lime index diagram of the volcanics (Consumption and collision fields of volcanics are taken from Tokel and Aykol, 1987 and Lüneni; 1987)

1984). Daha batıda Akçakoca yöresinde Turoniyen-Kampaniyen yaşlı tortul istif içinde onlarla ardışıklı şekilde bulunan, yer yer de bu istifi kesen dayklar şeklinde volkanitler bulunur. Andezit, bazaltik andezit ve bazalt türde olan bu volkanitlerde Çoban (1988), jeokimyasal çalışmalar yaparak kalkalkalen nitelikte olduklarını saptamıştır. Bu volkanizma daha batıya doğru Kefken, Ağva ve Şile dolaylarında Karadeniz kıyıları boyunca uzanmakta olup, çoğun trakiandezit, kuvarslı andezit ve dasit türde ve yaklaşık 500 m. kalınlıkta bir istif oluşturmaktadır (Baykal 1943 ve 1971; Baykal ve Önalın 1979) ve petrokimyasal çalışmalar henüz yapılmamıştır.

Üst Kretase volkanizması, inceleme alanında, İstanbul Boğazı dolaylarında yüzlekler verdikten sonra batıya doğru devam eder. Çatalca yakınlarında küçük yüzlekler verdikten sonra (Akartuna, 1953; Erentöz, 1953) kuzeybatıya Demirköy'e doğru Karadeniz içinden devam eder. Demirköy yakınlarında TPAO tarafından denizde yapılan hidokarbon arama amaçlı derin sondajlardan alınan (2792-2794,5 m. arasındaki derinlikten) karotlardaki volkanik kayalarda yapılan petrokimyasal çalışmalarla bunların genellikle bazik olup bazalt, trakibazalt ve bazaltik andezit türde oldukları ve şoşonitik nitelik taşıdıkları ortaya çıkmıştır (Ercan ve Gedik, 1986). Karada Demirköy dolaylarında bulunan volkanik yüzlekler ise bazalt, bazaltik andezit, spilitik bazalt, riyodasit ve riyolit türde lav, tüf ve aglomeralardan meydana gelmiş olup Üst Kretase yaşlı denizel çökellerle ardalanmalı olarak izlenirler ve yer yer yastık yapılar gelişmiştir (Ayhan ve diğerleri, 1972; Ercan, 1979; Aydın, 1980). Daha batıya doğru Karadeniz bitim bölgesinde Üst Kretase volkanitleri karada Bulgaristan'da çok yaygın yüzlekler vermekte olup tüm Bulgaristanı doğu-batı yönde boydan boya kat etmektedir. Bu volkanik kuşağa "Srednogorie zonu" adı verilmiştir (Boncev, 1966). Srednogorie zonundaki volkanik etkinlik Kampaniyen'da başlayarak Mestrihtiyen sonunda sona ermiştir (Gocev, 1970; Aiello ve diğerleri, 1977). Volkanik kayalarda yapılan ayrıntılı petrolojik çalışmalarla, bunların genellikle kalkalkalen ve şoşonitik, daha az da toleyitik nitelikte olup tipik bir yay volkanizması özellikleri taşıdıkları saptanmıştır (Bocalleti ve diğerleri, 1974 A ve B; Gocev ve diğerleri, 1974; Stanishova-Vassilova, 1971 ve 1980; Boyadjiev, 1979; Dimitrov, 1983; Zelev, 1983 v. b.). Srednogorie zonu o devirde Andean tip bir aktif kıta kenarı durumunda olup yitim zonu ürünleri olan volkanitler bu aktif kıta kenarı üzerinde meydana gelmişlerdir.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İstanbul kuzeyinde, Boğazın her iki yanında Karadeniz sahili boyunca uzanan alanın stratigrafisi ortaya konmuş ve ekonomik önem taşıyan kaolen yatakları oluşturan Üst Kretase yaşlı volkanik kayaların jeokimyasal

özellikleri, oluşum koşulları ve meydana geldikleri tektonik ortam incelenmiştir. Ayrıca bugüne değin yerel ve dar alanlarda çeşitli araştırmacılarca yapılan volkanolojik ve petrolojik araştırmalardan elde edilen sonuçlar toplu halde irdelenmiş ve Pontidlerde yaklaşık 2000 km. uzanan Üst Kretase volkanizması tanımlanmıştır.

Pontidlerdeki tüm Üst Kretase volkanitlerinde olduğu gibi, inceleme alanındaki volkanik kayalar da yitim zonu ile ilişkili yay volkanitleridir. Pontidlerdeki yitim olasılıkla Şili tipi (Uyeda, 1983) bir yitim zonu olup (Ercan ve Gedik, 1986) Neotetis okyanusuna ilişkin okyanus kabuğunun, Pontid kıtası altına dalmasıyla çeşitli magmatik kayalar oluşmuşlardır. Bütün Pontid kuşağı boyunca Üst Kretase başlarında bir dalma-batma olayının başladığını gösteren açık veriler vardır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Doğu Pontidlerde doğu-batı yönde geniş bir alanda uzanan Üst Kretase volkanik eksenini, Samsun'dan itibaren Samsun'un batısındaki bölgelerde kuzeybatıya doğru dönerek Karadeniz kıyılarına paralel bir şekilde Karadeniz içinde devam etmiştir. Daha sonra Bulgaristan'da tekrar doğu-batı yönde Srednogorie zonunu oluşturarak sönümlenmiştir.

Pontidlerdeki Üst Kretase volkanitlerinde çeşitli araştırmacılarca yapılan kimyasal analizlerinden alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  kapsamları çeşitli diyagramlara toplu halde taşınmış (Şekil 2-3-4) ve bazik-ortaç-asit topluluklara ilişkin tüm türde lavların yer aldıkları, bunların toleyitik-kalkalkalen ve şoşonitik nitelikte oldukları ortaya çıkmıştır. Ancak, bazik ve asit türde lavların çok fazla olmalarına karşın, ada yaylarında en fazla bulunması gereken ortaç (andezitik) lavların daha az olmaları henüz açıklanamamıştır. Çeşitli bölgelerden toplanan 231 örneğin yarısından fazlası toleyitik ve kalkalkalen nitelikli (daha az şoşonitik) bazik volkanitlere aittir. Ayrıca Doğu Pontidlerde toleyitik, Batı Pontidlerde ise şoşonitik nitelikte lavlar nispeten daha fazladır.

Pontidlerdeki volkanitlerde bazı araştırmacılar majör element kapsamlarının yanısıra iz ve nadir toprak element kapsamları yönünden de incelemeler yapmışlar ve bunların ada yayları bileşimine uyduğunu saptamışlardır. Örneğin Tokel (1985) uyumsuzluk karakterleri yüksek K, Rb, Sr, Ba gibi büyük iyonlu litofiller, La gibi hafif nadir toprak element konsantrasyonları ve Rb/Sr oranının Pontidlerde güneyden kuzeye doğru arttığını; K/Rb oranının ise azaldığını belirterek bu ada yayı volkanizmasının kuzeye doğru dalımlı bir yitim zonundan oluştuğunu kanıtlamıştır. Ancak Tokel (1985) ile birlikte, bir önceki bölümde belirtilen daha pek çok araştırmacının kuzeye doğru dalımlı bir yitim zonu düşüncelerine karşın, Bektaş (1983 ve 1984) Bektaş ve diğerleri (1984) ile Bektaş ve Gedik (1987) gibi bazı araştırmacılar yitim yönünün tam ters şekilde güneye doğru dalan bir okyanus kabuğu düşünmekte-

dirler. Ancak, inceleme alanındaki volkanitler de dahil olmak üzere Pontidlerdeki Üst Kretase volkanitlerinin Anadolu Neotetis okyanusuna ait okyanus kabuğunun kuzeye yitimi ile ilişkili olabilecekleri görüşü bu araştırmada da benimsenmiştir. Peccerillo ve Taylor (1975), Samsun-Trabzon arasındaki volkanitlerde ayrıntılı petrokimyasal incelemeler yaparak, kalkalkalen lavların farklı iki magma tipini temsil ettiklerini, bunlardan ilkinin tipik kalkalkalen ada yayları ile özdeş olduğunu, diğerinin ise fazla miktarda oynak (incompatible) elementlerin yoğunlaştığı ağır nadir toprak elementlerin türlerini kapsayan bir magma türü olduğu, yüksek basınçta kısmi ergimeden ve granat taşıyan bir kalıttan oluşan bir manto kökeni işaret ettiğini, şösonitik türdeki lavların kimyasal niteliklerinin de bunların tipik ada yayı volkanitleri grubundan olduklarını kanıtladığını öne sürmüşlerdir. Ayrıca Eğin ve diğerleri (1979), Manetti ve diğerleri (1983), Barbieri ve diğerleri (1985), Akın (1978) v. b. araştırmacılar da iz ve nadir toprak element kapsamı yönünden Pontidlerdeki Üst Kretase volkanitlerinin ada yaylarının kapsamına uyduklarını gözlemişlerdir. Bu verilerin yanısıra volkanitlerle bir arada bulunan plütonik kayalarda yapılan jeokimyasal çalışmalar da bunların ada yayı ortamında oluştuğunu kanıtlamaktadır. Örneğin, Doğu Pontidlerdeki Üst Kretase-Paleosen yaşlı tüm sokulum kayaları da yitim olgunluk evresinde meydana gelmiş olup, yitim kökenli tipik I tipi granitoidlerdir (Tokel ve Köprübaşı, 1986; Tokel ve Aykol, 1987; Tokel, 1988; Gedik ve Diğerleri, (1989). Ayrıca, granitoidlerdeki kurşun, flor, tungsten, molibden v. b. mineralizasyon kapsamı da ada yayı granitoidlerinin kapsamına uymaktadır (Kamitani ve Akıncı, 1979; Çağatay, 1979; Akıncı, 1984; Moore ve diğerleri (1980); Akıncı ve diğerleri, 1986 v.b.). Batı pontidlerde, Türk-Bulgar sınıırı boyunca yüzleklér veren ve gerek Moore ve diğerleri (1980) gerekse Ohta ve diğerleri (1988) tarafından K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ile  $70,9 \pm 3,5$  ve  $84,0 \pm 1,6$  milyon yılları arasında yaşlar saptanarak Üst Kretase yaşlı oldukları kanıtlanan Dereköy, Şükürpaşa ve Demirköy sokulumlarının ana ve iz element karakteristiği de ada yayı tipi bir yitimde oluştuğunu, ayrıca yitim olgunluğu açısından da henüz olgunluğa ulaşmamış normal kalınlıkta bir yitimin varlığını kanıtladığı ortaya konmuştur (Tokel ve Aykol, 1987). İstranca ve Balkanid kuşağı porfiri tip cevherleşmeler de granodiyoritik ve monzonitik türde plütonlarla ilişkili olup, bu plütonlar da kıta kenarı yay magmatizması ürünü olarak meydana gelmişlerdir (Üşümezsoy, 1988). Esasen, Terashima ve diğerleri (1988) de Doğu ve Batı Pontidlerdeki granitoidlerin iz element kapsamı yönünden Şili'de And dağlarındaki granitoidlerle uyum içinde olduklarını öne sürmektedirler.

Pontidlerdeki Üst Kretase yaşlı magmatik kayalarla diğer bölgelerde yapılmakta olan ve gelecekte yapı-

lacak ayrıntılı jeokimyasal çalışmalar konuya daha fazla açıklık getirecektir.

#### KATKI BELİRTME

Yazarlar, araziden topladıkları örneklerin MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesinde kimyasal analizlerini yapan E. Alpaslan, N. Koca, T. Akyüz, M. Türkalp, İ. Yavuz, S. İnce, Ş. Aksay ve A. Hun'a teşekkür ederler.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdüselamoğlu, Ş., 1963,** İstanbul boğazı doğusunda mostra veren Paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşahedeler: MTA Derg., 60, 1-7.
- Adamiya, S. A., Zakariadze, G. S. ve Lordkipanidze, M. B. 1977,** Evolutaion of the ancient active continental margin, as illustrated by Alpine history of the Caucasus: Geotectonics, 11/4, 299-309.
- Aiello, E., Bartolini, C., Boccaletti, M., Gocev, P. M., Karagjuleva, J., Kostadinov, V. ve Manetti, P., 1977,** Sedimentary Features of the Srednogorie zone (Bulgaria); An Upper Cretaceous intraarc basin: Sediment. Geol., 19, 39-68.
- Akartuna, M., 1953,** Çatalca-Karacaköy bölgesinin Jeolojisi: İst. Üniv. Fen Fak. Monog., 13, 86 s.
- Akartuna, M., 1963,** Şile şariyajının İstanbul Boğazı kuzey yakalarında devamı: MTA Derg., 61, 14-20.
- Akın, H. 1978,** Geologie magmatismus and lagerstatenbildung im Ostpontischen gebirge, Turkei aus der sicht der platten tektonik; Geol. Rdsch. 68/1, 253-283.
- Akıncı, Ö., 1984,** The geology and the metallogeny of the Eastren Pontids (Turkey): 1984 Dünya jeoloji Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, 197-198.
- Akıncı, Ö., Barbieri, M., Calderoni, G., Delitala, C., Ferrini, V., Masi, Ü., Nicoletti, M., Petrucciani, C. ve Tolomeo, L., 1986,** Geochemistry and geochronology of plutonic rocks from the Northern-Western section of the Rize massif (Eastren Pontids, Turkey): Terra Cognita, 6, 203.
- Altınlı, E., 1951,** Kayışdağı bölgesinin jeolojisi: İst. Üniv. Fen Fak. Mecm., B., XVI/23, 189-205.
- Arıç, C., 1955,** Haliç-Küçükçekmece gölü bölgesinin jeolojisi: Doktora tezi, İst. Tek. Üniv. Maden Fak. (Yayımlanmamış).
- Aydın, Y., 1980,** Kırklareli İğne ada civarında stratigrafik ve volkanik Faaliyet: Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri kitabı, 54.

- Ayhan, A., Dinçel, A. ve Tuğrul, Y., 1972, Istranca masifinin (Yıldız dağları) Jeolojisi: MTA Rapor No: 5130 (Yayımlanmamış).
- Bajraktarov, İ., Marinov, T. ve Antonov, M., 1983, Structure of Zidarova central magmatic complex and Zidarova ore field: Geol. Balcan., 5, 75-89.
- Barberi, F., Innocenti, F., Ferrara, G. Keller, J. ve Villari, L., 1974, Evolution of the Aeolian arc volcanism (Southern Tyrrhenian sea): Earth. Planet. Sci. Lett., 21, 269-276.
- Barbieri, M., Calderoni, G., Ferrini, V., Masi, U., Nicoletti, M., Petrucciani, C. ve Tolomeo, L., 1985, Geochemistry and geochronology of volcanic rocks from Eastern Pontids (Trabzon, NE Turkey): Terra Cognita, 5, 280.
- Baş, H., 1986, Sinop volkanitlerinin petrolojisi ve jeokimyası: Türkiye Jeol. Kur. Bül., 29, 143-156.
- Baykal, F., 1943, Şile mıntıkasının jeolojisi: İst. Üniv. Fen Fak. Mecm., B., VII/3, 166-233.
- Baykal, F., 1962, İstanbul boğazı batısındaki sahanın jeolojik etüdü: MTA Rap. No: 3267 (yayımlanmamış).
- Baykal, F. ve Kaya, O., 1963, İstanbul bölgesinde bulunan Karboniferin genel stratigrafisi: MTA Derg., 61, 1-9.
- Baykal, F., ve Kaya, O., 1965, İstanbul Silüryeni hakkında: MTA Derg., 64, 1-8.
- Baykal, F. ve Kaya, O., 1966, İstanbul boğazı kuzey kesiminin jeolojisi: Türkiye Jeol. Kur. Bül., 10, 31-43.
- Baykal, F., 1971, Historik jeoloji: KTÜ Yayını, No: 38, 436 sayfa, Trabzon.
- Baykal, F. ve Önalın, M., 1979, Şile sedimanter karışığı (Şile olistostromu): Türkiye Jeol. Kur. Altınlı Simpozyumu Bildiriler Kitabı, 15-26.
- Bektaş, O., 1983, Kuzeydoğu Pontid magmatik yayındaki I tipi granitler ve jeotektonik konumları: 37. Türkiye jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı, 49-50.
- Bektaş, O., 1984, Doğu Pontidlerde Üst Kretase yaşlı şonitik volkanizma ve jeotektonik önemi: KTÜ Yerbilimleri Derg., 3, 53-62.
- Bektaş, O., Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984, Doğu Pontid yay gerisi havzasında manto yükselimi ve polijeotetik ofiyolit olgusu: Türkiye Jeol. Kur. Simpozyumu Tebliğler Kitabı, 175-189.
- Bektaş, O. ve Gedik, İ., 1987, Düşük TiO<sub>2</sub>'li Lösitli alkali volkanizmanın Doğu Pontid arka (KD Türkiye) ve gerisi ofiyolitleri ile olan ilişkileri: Türkiye jeoloji Kurultayı 1987 Bildiri Özetleri Kitabı, 19.
- Boccaletti, M., Manetti, P. ve Peccerillo, A., 1974-A, The Balkanides as an instance of back-arc thrust belt possible relation with the Hellenides: Geol. Soc. Amer. Bull., 85, 1077-1084.
- Boccaletti, M., Manetti, P., Peccerillo, A., 1947-B, Hypothesis on the plate tectonic evolution of the Carpatho-Balkan arcs: Earth. Planet. Scien. Lett., 23, 193-198.
- Boccaletti, M., Manetti, P., Peccerillo, A. ve Vassileva, S. G., 1978, Late Cretaceous high-potassium volcanism in Eastern Srednogorie, Bulgaria: Geol. Soc. Amer. Bull., 89, 439-447.
- Boncev, A. K., 1966, Revue general de la structure geologique de la Bulgaria: Inst. Geol. Sofia, 15, 5-24.
- Boyadjiev, S., 1979, The Srednogorie neointrusive magmatism in Bulgaria: Acad. Scien. Geoc. Min. Petr., 10, 8-27.
- Bulut, F., 1985, Arnavutköy-Yeşilvadi yöresi (İstanbul) kil yataklarının jeolojik ve teknolojik özellikleri: KTÜ Yerbilimleri Derg., 4/1-2, 101-105.
- Çağatay, N., 1979, Yeni gelişmelerin ışığında Türkiye'nin volkanik kökenli masif sülfid yatakları: Jeoloji Mühendisliği 1. bilimsel ve Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 35-56.
- Çoban, F., 1988, Batı Karadeniz bölgesinde Üst Kretase yaşlı Akçakoca volkanitlerinin petrokimyasal özellikleri: Jeoloji Mühendisliği Derg., 32-33, 43-48.
- Daç, A., 1951, Küçükçekmece ile Çatalca arasındaki Nummulitiğin paleontolojik etüdü: İst. Üniv. Fen Fak. Mecm. B, XVI/3, 207-246.
- Danış, M. ve Kapkaç, F., 1987, İstanbul Bölgesi kil imkanları ve değerlendirme sorunları: III. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı 29, ODTÜ, Ankara.
- Dewey, J.F. ve Bird, J.M., 1970, Mountain belts and new global tectonics: Jour. Geophys. Res., 75, 2625-26385.
- Dewey, J. F., Pittman, W. C., Ryan, W. F. B. ve Bonnin, J., 1973, Plate tectonic and the evolution of the alpine system: Geol. Soc. Amer. Bull., 84, 3137-3180.
- Di Girolamo, P., 1984, Magmatic character and geotectonic Setting of some Tertiary-Quaternary Italian volcanic rocks: Orogenic, anorogenic and transitional association-A review: Bull. Volcan., 47/3, 421-432.
- Dimitrov, C., 1983, Th Senonian initial volcanics south of the towns of Panagjuriste and Strelca: Sp. Balg. Geol., 2, 95-128.
- Eğin, D., Hirst D. M. ve Phillips, R., 1979, The petrology and geochemistry of volcanic rocks from the

- northern Harşit river area, Pontid volcanic province Northeast Turkey: Jour. Volcan. Geoth. Res., 6, 105-123.
- Ercan, T., 1979,** Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarının Senozoyik volkanizması: Jeoloji Mühendisliği Derg., 9, 23-46.
- Ercan, T. ve Gedik, A., 1983,** Pontid'lereki volkanizma: Jeoloji Müh. Derg., 18, 3-21.
- Ercan, T., Yergök, A. F., İplikçi, E., Deveciler, E., Keskin, İ. ve Can, B., 1984,** Zonguldak çevresindeki Üst Kretase yaşlı yay volkanizmasının özellikleri: Jeomorfoloji Derg., 12, 81-105.
- Ercan, T. ve Gedik, A., 1986,** Karadeniz ve Trakya'da yapılan derin sondajlardan alınan karotlardaki volkanik kayaların petrolojisi ve volkanizmanın bölgesel yayılımı: Jeomorfoloji Derg., 14, 39-48.
- Erentöz, C., 1953,** Çatalca bölgesinde jeoloji tetkikleri: MTA yayını B 17, 94 s.
- Ergün, A., 1979,** İstanbul Kilyos alüminyum sahası ara raporu: MTA Rap No: 6600 (Yayımlanmamış).
- Floyd, P. A. ve Winchester, J. A., 1975,** Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements: Earth. Planet. Scien. Lett., 27, 211-218.
- Gedik, A., Ercan, T. ve Kormaz, S., 1984,** Orta Karadeniz (Samsun-Sinop) havzasının jeolojisi ve volkanik kayaların petrolojisi: MTA Derg., 99/100, 34-50.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karataş, S., 1989,** Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında (Doğu Karadeniz) yer alan magmatik kayaların petrolojisi ve Doğu Pontidlerdeki Bölgesel Yayılımları: Türkiye Jeol. Bül. (Baskıda).
- Gedikoğlu, A., 1979,** Harşit (Giresun-Doğankent) granit karmaşığının jeokronolojik etüdü: 33 Türkiye Jeoloji Bilimsel ve teknik Kurultayı Bildiri Özetleri kitabı, 59-60.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., 1979,** The main lines of geotectonic development in the East Pontids in the Mesozoic area: Geocom I, 555-580.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., 1982,** Gökçöy (Ordu) yöresinde bir paleokaldera ile cevherleşmelerin konumu arasındaki ilişkiler: KTÜ Yerbilimleri Derg., 2/1-2, 117-130.
- Gocev P.M., 1970,** The senonian complex in the Srednogorie Zone : C.R. Acad. Bulg. Scien, 975-978.
- Gocev, P. M., Kostadinov, V., Sanov, S., Zagorcev, I. V., 1974,** Srednogorie In: Tectonics of the Carpathian-Balkan regions: M. Mahel (Ed), Geol. Inst. Dionyz. Stur. Bratislava, 322-331.
- Gottini, V., 1968,** Serial character of the volcanic rocks of Pantellaria: Bull. Volcan., 39/3, 818-827.
- Gottini, V., 1969,** The TiO<sub>2</sub> Frequency in volcanic rocks: Geol. Rdsch., 57, 930-935.
- Gülen, L., 1976,** Doğu Karadeniz volkaniklerinin petrografisi ve jeokimyası: Diploma çalışması, Hacettepe Üniv., Ankara, 91 s (Yayımlanmamış).
- Gümüş, A., 1978,** La petrologie et L'age radiometrique des laves a feldspathoides des environs de Trabzon (Turquie): Geologica Balcanica, 8/4, 17-26.
- Irvine, T. N. ve Baragar, W. R. A., 1971,** A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Can. Jour. Earth. Scien., 8, 523-548.
- Jakes, P. ve White, A.V.R., 1971,** Composition of island arcs and continental growth: Earth. Planet. Sci.Lett., 12, 224-230.
- Jakes, P. ve White, A. J. R., 1972,** Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas: Geol. Soc. Amer. Bull., 83, 29-40.
- Jica, 1986,** The republic of Turkey report on the cooperative mineral exploration of Gümüşhane area, Consolidated report: Japan International Cooperation Agency, Metal mining Agency of Japan.
- Kamitani, M. ve Akıncı, Ö., 1979,** Alpine granitoids and related Tungsten-Molybdenum deposits in Turkey: Mining Geology, 29/6, 341-350.
- Kaya, O., 1971,** İstanbul'un Karbonifer stratigrafisi: Türkiye Jeol. Kur. Bül., 14/2, 143-199.
- Kaya, O., 1973,** Paleozoic of İstanbul: Ege Üniv. Fen Fak. Yayını, 40, İzmir.
- Kaya, O., 1978,** İstanbul Ordovisiyen ve Silüryeni: Hacettepe Yerbilimleri Derg., 4/1-2, 1-22.
- Koprivica, D., 1979,** Geological correlation in the Hopa-Artvin-Şavşat area: Geocom I, 379-410.
- Kuno, H., 1968,** Differentiation of basalt magmas; in: H. H. Hess and A. Poldervaart (Ed.) Basalts 2, (Interscience, New York), 623-688.
- Kurhan, M., 1967,** İstanbul İli Şile ve Beykoz İlçelerinin sınırları içerisinde kalan sahalarda mevcut, refrakter ve plastik kil yataklarıyla ilgili detay etüd raporu: MTA Rap. No: 91/5 (Yayımlanmamış).
- Kurhan, M., 1969,** İstanbul Sarıyer ilçesinin Uskumru ve Demirci köylerinin bağlama ve şamot kili yataklarına ait detay etüd raporu: MTA Rap. No: 1536 (Yayımlanmamış).
- Le Bass, M. J., Le Maitre, R. W. Streckeisen, A., ve Zanettin, B., 1986,** A Chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram: Journal of Petrology, 27/3, 745-750.

- Lünel, T., 1987, Petrology of the Balkuyumcu volcanic complex, Ankara: Metu Jour. Pur. Appl. Scien., 20/1, 67-136.
- Mac Donald, G. A. ve Katsura, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas: journal of petrology, 5, 82-133.
- Manetti, P., Peccerillo, A. ve Poli, G., 1979, Re distribution in upper Cretaceous calc-alkaline and shoshonitic volcanic rocks from Eastern Srednogie (Bulgaria): Chemical Geology, 26, 61-63.
- Manetti, P., Peccerillo, A., Corsini, F. ve Poli, G., 1981, Geodynamic significance of Cretaceous-Eocene volcanism of Eastern Pontids: Rend. Soc. Geol. It., 4, 259-260.
- Manetti, P., Peccerillo, A., Poli, G. ve Corsini, F., 1983, Petrochemical constraints on the models of Cretaceous-Eocene tectonic evolution of the Eastern Pontic Chain (Turkey): Cretaceous Res., 4, 159-172.
- Mc Callien, J. W., 1947, İstanbul Boğazının silisli şistleri hakkında: İst. Üniv. Fen Fak. Mecm., B., XII/3, 173-181.
- Moore, W. J. Mc Kee, E. H. ve Akıncı, Ö., 1980, Chemistry and chronology of plutonic rocks in the Pontid mountains, Northern Turkey: European Copper Deposits-Belgrade, 209-216.
- Morrison, G., 1980, Characteristics and tectonic setting of the shoshonite rock association: Lithos, 13, 97-108.
- Mullen, E. D., 1983, MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>; A minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis: Earth. Planet. Scien. Lett., 62, 63-62.
- Ohta, E., Doğan, R., Batık, H. ve Abe, M., 1988, Geology and mineralization of Dereköy porphyry Copper deposit, northern Thrace, Turkey: Bull. Geol. Surv. Japan, 39/2, 115-134.
- Okay, A., C., 1948, Şile, Mudarlı, Kartal ve Riva arasındaki bölgenin jeolojik etüdü: İst. Üniv. Fen Fak. Mecm., XIII/4, 311-335.
- Önalın, M., 1981, İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyen istifinin çökme ortamları: İstanbul Yerbilimleri Derg., 2/3-4, 161-177.
- Özsayar, T., 1971, Geologie und Paläontologie des Gebietes Östlich Trabzon (Anatolian): Geiss, Geol. Schr., 1, Giessen.
- Özsayar, T., Gedikoğlu, A., ve Pelin, S., 1981, Artvin yöresi yastık lavların yaşına ilişkin paleontolojik veriler: KTÜ Yerbilimleri Derg., 1/1, 38-42.
- Özsayar, T., 1987, Trabzon kıyı bölgesinde volkanitlerin yaşına ilişkin veriler: Türkiye Jeoloji Kurultayı 1987 Bildiri özetleri kitabı, 37.
- Paeckelmann, W., 1938, Neue beiträge zur kenntnis der geologie, Palaontologie und petrographie der umgegend von konstantinopel: Herausg. Von der Prevss. Geol. L-A, Berlin.
- Peacock, M. A., 1931, Classification of the igneous rock series: Jour. Geol., 39, 54-79.
- Pearce, J. A., 1976, Statistical analysis of major element pattern in basalts: Journal of Petrology, 17, 15-43.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S. R., 1975, Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontic chain, Northern Turkey: Bull. Volcan., 39/4, 557-569.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S. R., 1976, Geochemistry of Eocene calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey: Contrib. Mineral. Petrol., 58, 63-81.
- Pejatoviç, S., 1979, Pontid tipi masif sülfür yataklarının metalojenisi: MTA Yayını, No: 177, Ankara, 100 s.
- Rittmann, A., 1962, Volcanoes and their activity: John Wiley and sons London, Newyork, 305 s.
- Rittmann, A. ve Villari, L., 1979, Volcanism as a tracer in geodynamic processes: Geologie en Mijnbouw, 58/2, 225-230.
- Sayar, C., 1964, Ordovician Conulariids from the Bosphorus area, Turkey: Geol. Mag., 101/3, 193-197.
- Sayar, C., 1969, Boğaziçi arazisinde Ordovisiyen Conularları: Türkiye Jeol. Kur. Bül., 12, 140-159.
- Sayar, C., 1978, İstanbul Boğazı ve Çevresinde Ordovisiyen-Silüriyen Sınırı: TJK. 32 Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı, 31-32.
- Sayar, C., 1979, İstanbul Alt Paleozoyik serilerinde Braikiyopod-Diplograptid zonu fosilleri: Türkiye jeol. Kur. Altın Simpozyumu Bildiriler Kitabı, 27-35.
- Sayar, M. ve Sayar, C., 1962, İstanbul'un surlar içindeki kısmının jeolojisi: İst. Tek. Üniv. Maden Fak. Yay., 23s, İstanbul.
- Stanishev-Vassilova, G., 1971, Cretaceous magmatic formation in Burgas synclinorium: C. R. Acad. Sci. Bulg., 24, 1509-1512.
- Stanishev-Vassilova, G., 1980, The Upper Cretaceous magmatism in Srednogie zone, Bulgaria; A classification attempt and some implications: Geol. Balcan., 10/2, 15-36.
- Stojanov, R., 1973, Pontidlerde Harşit nehri sahasında volkanik taşların petrojisi: Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Kitabı, 490-517.

- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y., 1981,** Tethyan evolution of Turkey; A plate tectonic approach: *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A. M. C., 1982,** Kimmerid orojenik sisteminin evrimi, orta Mesozoyikte Paleo-Tetis'in kapanması olayı ve ürünleri: *Türkiye jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı*, 45-46.
- Taner, M. F., 1977,** Etude geologique et petrographique de la region de Güneyce-İkizdere, stuee a sud de Rize (Pontides orientales, Turquie): Doktora Tezi, Cenevre Üniv., İsviçre, 180 s. (Yayımlanmamış).
- Taylor, S. R., 1969,** Trace element chemistry of andesites and associated calc-alkaline rocks; *Proceedings of the Andesite Conference State of Oregon, Dept. Geol. and Min. Ind. Bull.*, 65, 43-63.
- Terashima, S., Taner, M. F., Yajima, J. ve İshihara, S., 1988,** Geochemistry of the Pontids granitoids in Turkey: *Bull. Geol. Surv. Japan*, 39/4, 251-268.
- Terlemez, İ. ve Yılmaz, A., 1980,** Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi: *Türkiye Jeol. Kur.Bült.*, 23/2, 179-182.
- Tokel, S., 1972,** Stratigraphical and volcanic histroy of the Gümüşhane area, NW Turkey: Doktora tezi, Londra Üniv, İngiltere, 317 s (Yayımlanmamış).
- Tokel, S., 1973,** Doğu Pontidlerin Mesozoyik ve Tersiyerdeki gelişimleri, bu gelişmelerin Kuzey Anadolu sismik zonu ile muhtemel ilgileri: *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kong. Tebliğler Kitabı*, 1-4.
- Tokel, S., 1977,** Doğu Karadeniz bölgesinde Eosen yaşlı kalkalkalen andezitler ve jeotektonizma: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 20, 49-54.
- Tokel, S., 1985,** Pontidlerdeki uyumsuz element değişimlerin transversal dağılımı ve dalım yönü tayini: *Türkiye jeoloji Kurultayı 1985 Bildiri özleri Kitabı*, 23.
- Tokel, S. Köprübaşı, N., 1986,** Doğu Anadolu'da Tersiyer yaşlı S tipi çarpışma granitoidleri ve üçlü dokanak demir birikimleri: *Türkiye Jeoloji Kurultayı 1986 Bildiri Özleri Kitabı* 3.
- Tokel, S. ve Aykol, A. 1987,** Kırklareli-Demirköy ganitoidinin jeokimyası; Kuzey Tetis ada yayı sisteminde Srednogorie-Istranca bölümünün evrimi: *Türkiye jeoloji Kurultayı 1987 Bildiri Özleri Kitabı*, 17-18.
- Tokel, S., 1988,** Anadolu'da yitim ve çarpışma kökenli granitoidlerin kimyasal ve metalojenik açıdan karşılaştırılması: Hacettepe Üniversitesinde Yerbilimlerinin 20. Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, 57.
- Turner, F. J. ve Verhoogen, J., 1960,** *Ingneous and metamorphic petrology: Mc Grow-Hill Book Ca., New York.*
- Uyeda, S., 1983,** *Comparative ve Subductology: Episodes*, 1983/2, 19-24.
- Üşümezsoy, Ş., 1988,** Istranca ve Balkanid kuşağı porfirik tip cevherleşmelerin kökeni ve tektonik konumları üzerine: 42. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, 19-20.
- Vujanoviç, V., 1974,** Doğu Karadeniz bölgesi kıyı kesiminde bulunan sülfür maden yataklarının mineralojisi, parajenez ve köken özellikleri: *MTA Derg.*, 82, 21-35.
- Wager, L. R. (1960),** The major element variation of the Layered series of the Skaergaard intrusion: *journal of petrology*, 1, 364-398.
- Yalçınlar, İ., 1951,** İstanbul civarının Paleozoyik araziisine dair yeni müşahedeler : *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 3/1, 125-130.
- Yalçınlar, İ., 1955,** İstanbul'da bulunan graptolitli Silüristleri hakkında: *İst. Üniv. Coğr. Enst. Derg.*, 6.7.
- Yeniyoğlu, M., 1983,** Trakya ve Kuzeybatı Anadolu kil yataklarının mineralojisi ve endüstriyel değerlendirilmeleri : *Tübitak, TBAG 498 nolu proje raporu (Yayımlanmamış).*
- Yeniyoğlu, M., 1984-A,** İstanbul killilerinin oluşum: *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bült.*, 5, 143-150.
- Yeniyoğlu, M., 1984-B,** İstanbul kil yataklarının mineralojisi ve jeokimyasal bileşimi ile bileşim değişimleri: *Refrakter Hammaddeleri Panel kitabı, TMMOB Jeolojisi Mühendisleri Odası Yayını*, 148 21-34.
- Yılmaz, İ., 1977,** Çaykara granitlerinin petrojenetik ve jeokronometrik etüdü: *TÜBİTAK Doğa Bilim Derg.*, 8, 29-35.
- Yılmaz, Y., 1984,** Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinlik ve tektonik evrimle ilişkisi: *Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Sempozyumu Kitabı*, 63-81.
- Zelev, V. Z., 1983,** Upper Cretaceous volcanic and intrusive Complexes in Vitosu Mt: *Geol. VMGI Sofya*, 29/2, 107-120.