

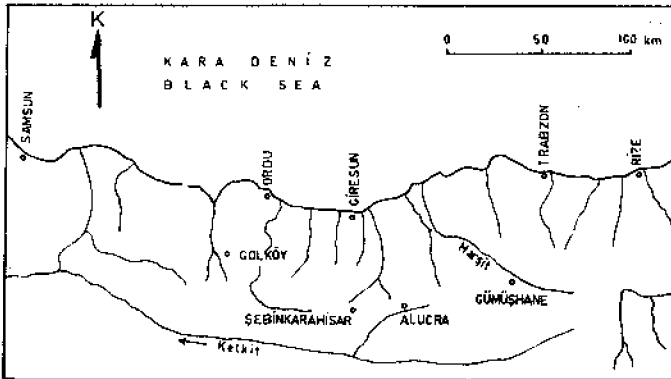
Doğu Karadeniz Bölgesinde Eosen yaşlı kalk-alkalen andezitler ve jeotektonizma

Eocene calc - alkaline andesites and geotectonism in the Eastern Black Sea region

SELÇUK TOKEL *Yer Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon*

ÖZ: Doğu Karadeniz Bölgesinde (Gümüşhane-Alucra-Şebinkarahisar-Gölköy) Tersiyer volkanizması üzerinde yapılan çalışmalar, büyük hacımlara ulaşan andezit, dasit ve piroklastiklerin Lütesiyen yaşında olduklarını göstermiştir. Volkanik dizi kalk-alkalen sınıfın kalsik ucunda yer alır. Volkanikler silisyuma doymuş, sodik ($\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$) ve genellikle Al_2O_3 bakımından zengindir. Yapılan analizlerden elde edilen AFM, alkali zenginleşmesi ve toplam demir oksit- MgO oranı diyagramları, Doğu Karadeniz Bölgesi Eosen volkaniklerinin kimyasal bileşimleri ile günümüzdeki litosfer yitme alanları boyunca oluşan volkaniklerin bileşimleri arasında büyük bir benzerlik olduğunu göstermektedir. Bir olasılıkla Kuzey Anadolu Kıtasının güney kenarında bir litosfer yitme zonu oluşmuş ve Lütesiyende Kuzey Anadolu Tetisinin tabanı ve içerdiği sular kıtanın altına kayarak kalk-alkalen mağmatizmanın kökenini oluşturmuştur. Karadeniz Bölgesinde çok geniş yüzlekler biçiminde görülen Oligosen yaşlı granit batolitlerinin varlığı, Oligosende litosfer yitme hızının daha fazlaştığını, dolayısı ile yüksek dağ kütlelerinin oluşup denizin çekildiği savını vermektedir.

ABSTRACT: Recent studies of the Tertiary volcanism in the Eastern Black Sea region (Gümüşhane-Alucra-Şebinkarahisar-Gölköy) revealed that the voluminous andesites, dacites and pyroclastics are of Lutetian age. The suite is at the calcic end of the calc-alkaline suite. The rocks are oversaturated, quite sodic with $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ and generally rich in Al_2O_3 . The AFM trend, the alkali enrichment and the trend of total iron-MgO ratio of the analysed rocks show that the chemical composition of the Eocene volcanics of the Black Sea region are somewhat similar to the composition of the volcanic products which occur along the closing boundaries of the plates. It is probable that a trench occurred along the north Anatolian Land Continental margin. As the slab of oceanic floor of the North Anatolian Tethys, and the interstitial water incorporated in slab, descended beneath the North Anatolian land the voluminous calc-alkaline andesites resulted during the Lutetian. The occurrence of the batholithic granites of Oligocene age, which are intensely exposed in the Black Sea region, implies that the rate of the plate motion was higher during Oligocene, as a consequence, high mountains emerged and regression occurred.



Şekil 1: Buldum haritası

Figure 1: Location map

GİRİŞ

Dünya jeoloji literatüründe Pontidler diye geçen Kuzey Anadolu Dağları boyunca Eosen yaşlı yoğun andezitik volkanizma, 80-100 km genişlikte bir zon oluşturarak uzanmaktadır. Bu zon güneyden yaklaşık olarak Kuzey Anadolu Fayı ve Kuzey Anadolu Ofiyolitleri ile sınırlıdır.

Bu kadar geniş bir alanda çizgisel bir şekilde uzanan bir volkanizmanın Eosende oluşan önemli bir jeotektonizmaya-la ilgili olduğu kesindir. Gümüşhane bölgesinde yapılan ayrıntılı çalışmalarda Pontidlerin tektonik sitali, örtü kayaçlar sedimantolojisi ve güneydeki Ofiyolitler incelenmiş, bu çalışmaların sonucu olarak önerilen jeotektonik modelde Eosende Pontidlerin güney sınırı boyunca bir yitme (subduction) zonuunun olabileceği üzerinde durulmuştur (Tokel, 1973).

Bu çalışmada Gümüşhane-Alucra-Şebinkarahisar bölgesi volkaniklerinden elde edilen yeni verilerle birlikte (şekil 1), Gököy (Gedikoğlu, 1970) volkaniklerinden elde edilen petrokimyasal verilerin ışığı altında Kuzey Anadolu Eosen volkanizmasının petrojenetik yorumlaması yapılmış ve jeotektonizmaya ilgisi tartışılmıştır.

Eosen Volkanik Formasyonlarının özellikleri

Bölgede Eosen'e ait volkanik seriler, kalın andezit lavları, andezitik piroklastikler, dasitik lavlar ve bunlarla ardışıklı volkanik arenitlerden, ince mercekli biyoklastik kireçtaşlarından ve andezitik aglomeralardan oluşmuştur. Bu seri Kretase ve daha yaşlı formasyonlar üzerine belirgin bir açılma dokanakla oturur. Yatay uzantıda kalınlıkları büyük değişimler gösterir. Tortul üyelerden alman fosillerin hemen hepsi Lütesiyen yaşını vermektedir.

Erüptif malzeme genellikle intermediyet (orta) bileşimdedir. Analiz edilen kayalarda SiO_2 yüzdesi 5-67 arasında değişir. Andezit, dasit lavlarının ve kül akıntılarının (ash-flow) saha özgülükleri, yaş ilişkileri, epigrografik ve kimyasal benzerlikleri bunların çok kısa sayılacak bir zaman aralığında oluştuğunu, kökensel açıdan birbirleriyle ilgili olduklarını ve tek bir ana magmadan türediklerini belgelemektedir.

Kimyasal özellikler

Eosen volkaniklerinin kimyasal analizleri ve hesaplanan normları çizelge 1'de gösterilmiştir. Volkanikler silisyuma doygun (oversaturated), oldukça sodik (Na_2O ve K_2O) ve

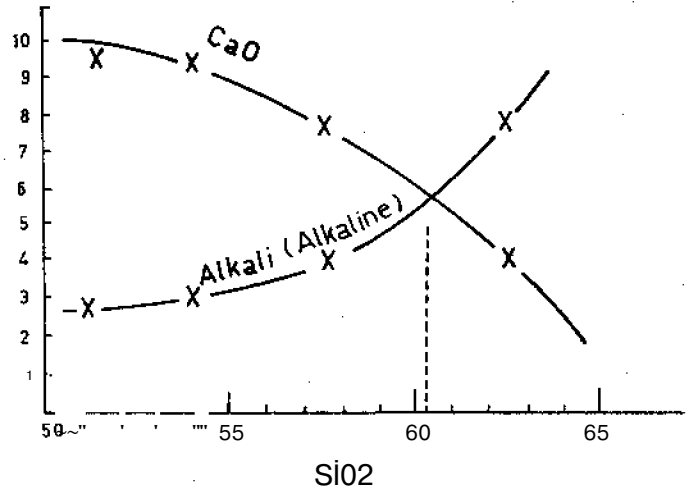
Çizelge 1: Gümüşhane ve Gököy bölgesindeki Eosen volkaniklerinin kimyasal analizleri ve CIPW normları B, C, D ve G, piroksen-andezit, Gümüşhane A, piroksen-andezit, Gököy; E, rhyolit, Gököy; F, biyotit-hornblend dasit, Gümüşhane

Table 1: Chemical analyses and CIPW norms of the Eocene volcanic rocks of the Gümüşhane and Gököy areas B, O, D and G, pyro-xene-andesites from Gümüşhane; A, pyroxene-andesite from Gököy; E, rhyolite from Gököy; F, biotite-hornblende-dacite from Gümüşhane

	A	B	C	D	E	F	G
SiO_2	51.00	51.38	53.95	57.69	60.90	62.10	67.27
TiO_2	0.35	1.33	1.13	0.95	0.30	0.70	1.01
Al_2O_3	18.85	18.90	19.85	18.00	18.70	17.28	14.20
FeaO_3	4.05	2.84	1.78	1.66	3.00	2.68	1.72
FeO	4.30	5.57	4.20	4.27	1.40	0.67	1.28
MnO	0.15	0.18	0.15	0.17	0.10	0.07	0.05
MgO	3.75	4.51	3.34	3.34	1.75	2.25	2.17
CaO	10.95	9.38	9.66	7.59	7.60	3.92	3.36
Na_2O	2.30	2.43	2.83	3.10	3.25	4.78	2.97
K_2O	2.20	0.37	0.22	0.74	1.80	2.84	2.84
P_2O_5	0.35	0.93	1.03	0.83	0.25	0.90	0.75
CO_2	—	0.22	0.02	0.10	—	1.30	0.46
H_2O	2.40	1.15	0.93	OM	1.60	1.25	1.53
	100.65	99.19	99.09	99.43	100.65	100.74	99.61
Q	4.98	9.51	11.88	15.84	18.66	17.84	32.07
Or	12.79	2.18	1.30	4.37	10.56	16.77	16.77
Ab	19.39	20.55	23.93	26.21	27.77	40.42	25.11
An	34.47	39.06	40.81	31.59	30.86	5.35	8.86
Cr	—	0.18	—	0.52	0.67	4.38	2.99
Pyr	17.46	17.24	10.07	13.53	5.30	5.60	5.40
Mt	6.03	4.11	—	2.40	3.71	0.35	1.36
Ht	—	—	2.58	—	0.48	2.43	0.78
Il	0.61	2.52	2.14	180	0.61	1.30	1.91
Ap	0.67	2.20	2.44	1.96	—	2.13	1.77
Ca	3.20	0.50	0.04	0.22	—	2.95	1.04
H_2O	2.40	1.15	0.93	0.99	1.60	1.25	1.53
	99.60	99.24	99.12	99.43	98.62	100.79	99.59

Al_2O_3 bakımından zengindir. Gümüşhane bölgesinde izlenen andezit - dasit dizisinin kimyasal sınıflaması Peacock alkali - CaO indeksine göre (Peacock, 1931) saptanabilmektedir. İndeks 60.5 olup kalk-alkalen sınıfın kalsik ucundadır (şekil 2).

Diğer volkanik dizilerle karşılaştırıldığında kalk-alkalen magmanın kristallenmesiyle farklılaşması belirgin kimyasal



Şekil 2: Eosen volkanik dizisinin Alkali - CaO indeksi

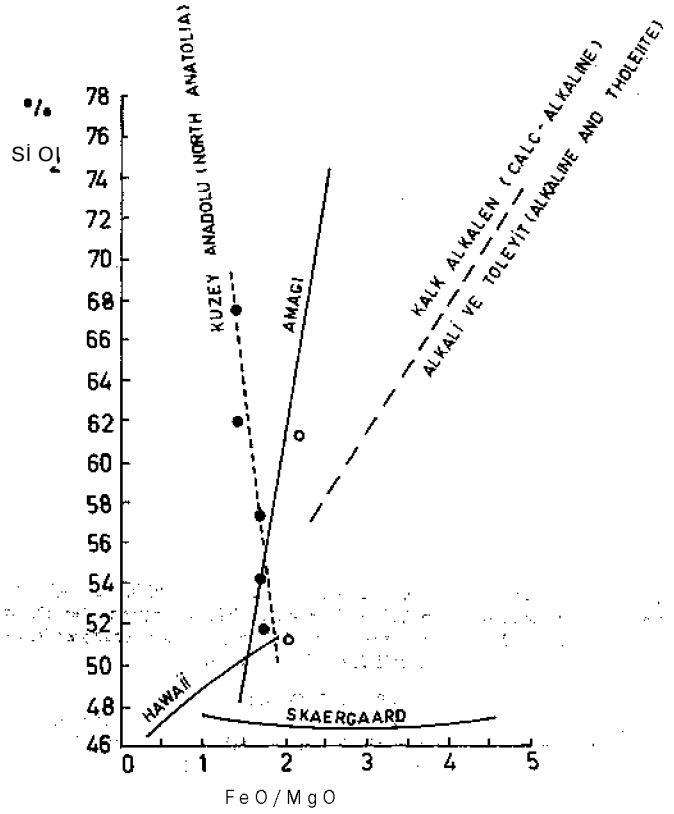
Figure 2: Alkali - Lime index of the Eocene volcanic rocks

özellikler gösterir. Daly (1933), AFM diyagramında, kalk-alkalen magmanın, kristallenme boyunca eriyiğin alkalice zenginleşirken ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), toplam demir/MgO oranının tekdüze azaldığını saptamıştır. Bu oran toleyitik dizilerin bazik bölümünde düşük, intermediyet bölümünde ise olağanüstü yüksektir ve , kristallenmenin sonuna doğru gittikçe azalır. Alkâlen dizilerde Fe/Mg oranının çizdiği eğri toleyitik serininkinden daha yumuşaktır ve intermediyet bölümünde demirce zenginleşme gözükmez (şekil3).

Miyashiro (1975) volkanik dizileri ayırmada Daly (1933) ninkine benzer olarak Fe/Mg oranının değişimini kullanmış, kristallenmenin gelişimini işe. SiO_2 artışıyla karakterize etmiştir (şekil 4). Kuno (1969) ve Gorskhov (1969) magma tiplerinin ayırımında, dizide SiO_2 artımı boyunca toplam alkali değişim diyagramını kullanmışlardır. Gorskhov (1969) alkali-kalkalkali bölgelerini ayırmasına karşılık Kuno (1969) bu diyagram üzerinde alkali ve toleyitik magmadan ayrı üçüncü bir parantez tip olan yüksek alüminyumlu magma tipini ayırtlamıştır (şekil 5).

Kuzey Anadolu ofiyolitik kuşağının kuzeyinde kalan volkanik kuşaktaki iki ayrı bölgede, Gölköy'de (Gedikoğlu, 1970) ve Gümüşhane (Tokel, 1972) de yapılan petrolojik çalışmalar sırasında Eosen yaşında volkaniklerden elde edilen kimyasal veriler yukarıda açıklanan diyagramlara uygulanmıştır.

AFM diyagramında (şekil 3) Doğu Karadeniz Eosen volkanikleri, orojenik kuşaklarda gözükene tipik kalk-alkalen di-



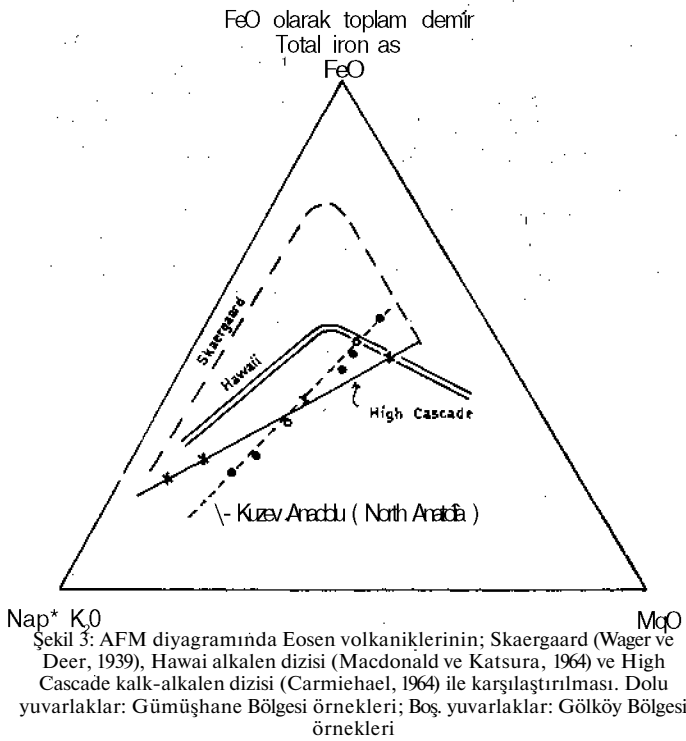
Şekil 4: FeO/MgO-SiO₂ diyagramında Eosen volkaniklerinin trendi ile toleyitik Skaergaard, alkalen Hawaii ve kalk-alkalen Amagi (Miyashiro, 1975) volkanik dizilerinin trendlerinin karşılaştırılması

Figure 4: FeO/MgO-SiO₂ diagram comparing the trend of Eocene volcanics with the trend of Amagi calc-alkaline series (Miyashiro, 1975), Skaergaard tholeiitic series and Hawaiian alkalic series.

zilerden biri olan High Cascade volkanikleri (Carmichael, 1964), Grönland'ın ayrıntılı incelenmiş Skaergaard toleyitleri (Wager ve Deer, 1939) ve Hawaii alkalen serisi (Macdonald ve Katsura, 1964) ile karşılaştırılmışlar. Diyagramda, bölge volkaniklerinin yönelimi ile High Cascade kalk-alkalen volkaniklerinin trendinin hemen hemen aynı olduğu görülür. Keza FeO/MgO-SiO₂ ve Alkali - SiO₂ diyagramlarında da Doğu Karadeniz Eosen volkanikleri diyagramın kalk-alkalen kısmına düşmektedir (şekil 4,5).

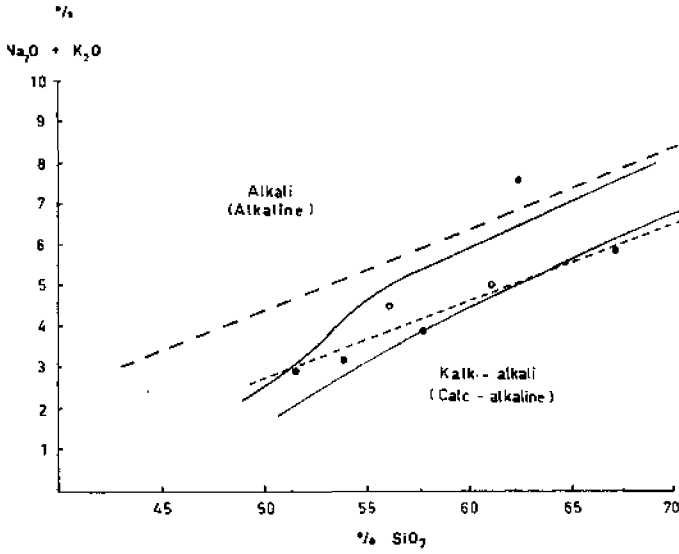
Doğu Karadeniz'deki Eosen volkanizmasının petrojenetik olarak kalk-alkalen sınıftan olduğunu saptayan diğer veriler şöyle sıralanabilir,

- 1 - Andezitler normatif plajiyoklas bakımından zengindir (ağırlık olarak taşın %50'nden fazla).
- 2 - Özgül piroksen kalsik-ojit'dir, Pijonit yoktur (şekil 6).
- 3 - Hornblend ve Biyotit bölge volkaniklerinin asit üyelerinde olağandır.
- 4 - Volkanizma genellikle patlayıcı olmuştur ve bu fazla miktar da piroklas tiklerin oluşmasını sağlamıştır.
- 5 - Hacim olarak andezitlerin miktarı diğer üyelere göre çok fazladır.
- 6 - En Önemlisi Eosen volkanikleri içinde bazalt kompozisyonunda hiçbir lava rastlanmamıştır.



Şekil 3: AFM diyagramında Eosen volkaniklerinin; Skaergaard (Wager ve Deer, 1939), Hawaii alkalen dizisi (Macdonald ve Katsura, 1964) ve High Cascade kalk-alkalen dizisi (Carmichael, 1964) ile karşılaştırılması. Dolu yuvarlaklar: Gümüşhane Bölgesi örnekleri; Boş yuvarlaklar: Gölköy Bölgesi örnekleri

Figure 3: AFM diagram comparing the trend of Eocene volcanics with the trend of Skaergaard (Wager and Deer, 1939) Hawaiian alkalic series (Macdonald and Katsura, 1964) and High Cascade calc-alkaline series (Carmichael, 1964). Solid circles: Rocks from Gümüşhane; Open circles: Rocks from Gölköy



Şekil 5: Eosen volkaniklerinde toplam alkali ile SiO_2 'nin değişimi. Kesikli çizgi kalk-alkalen bölge ile alkali bölgeyi ayırır (Gorshkov, 1969). Kesiksiz çizgiler arasında kalan bölge yüksek alüminyumla seriyi belirler (Kuno, 1969).

Figure 5: Variation of $\text{Na}_2\text{O} \mp \text{K}_2\text{O}$ with SiO_2 in the Eocene volcanics. Dashed line separates the fields of calc-alkaline and alkaline rocks (Gorshkov, 1969); the field between the continuous lines represent high-alumina series (Kuno, 1969).

PETROJENETİK YORUMLAMALAR

Dünyadaki volkanik diziler, toleyitik, alkali ve kalk-alkali olarak sınıflandırılır. Bunlardan ilk ikisi bazalt-trakit, kalk-alkali dizi ise Andezit-Dasit dizileriyle belirlenir.

Bugünkü volkanik aktivitelerin levha sınırları boyunca olduğu kesinleşmiş ve çeşitli yazarlar tarafından levha dinamiği ile volkanizma tipleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Ada yayları, kıta kenarları gibi litosferin yitdiği sıkışma (compression) alanlarındaki volkanizma tipleri ve okyanus ortası sırtları, rift zonları gibi litosferin yeniden oluştuğu ge-

rilim (tension) bölgelerindeki volkanizma tipleri tartışılmıştır. Kalk-alkali karakterdeki andezitik volkanizmanın sadece litosferin yitme zonlarında bulunması araştırmacıları kalk-alkali magmanın kökenini araştırmaya zorlamıştır. Yapılan deneysel çalışmalarla yitme litosferin 30-40 km derinde okyanustan aldığı sularla zenginleşmiş olarak ($\text{PH}_2\text{O} < \text{toplam basınç}$) kısmi ergimesiyle kalkalkali magmayı meydana getirdiği (Green ve Ringwood, 1969; Osborn, 1969; Raleigh ve Lee, 1969) dolayısıyla andezitlerin bazaltik magmadan türemediği (Yoder, 1969) ortaya atılmıştır.

Günümüzde yapılan gözlemlerle elde edilen sonuçların geçmiş jeolojik devirlerde oluşmuş volkanik serilerin kökenini açıklamak için geçerli olacağı kuşkusuzdur. Bugün orta ve güney Amerika'nın batı kıyılarındaki yitme zonu üzerinde oluşan kalk-alkali andezitlerle Doğu Karadeniz bölgesi Eosen andezitleri arasındaki petrografik, jeolojik ve petrokimyasal benzerlikler bu volkanizmayı oluşturan nedenleri açıklayan bir jeotektonik modelin çizilmesine yardımcı olmaktadır.

KUZEY ANADOLU'NUN JEOTEKTONİK EVRİMİ

"Kuzey Anadolu Kıtası" Kavramı

Kafkaslardan Karadeniz kıyıları boyunca Trakya'ya kadar uzanan "Kuzey Anadolu Kıtası", Mezozoyik ve Tersiyer-de tektonik olarak devinimli bulunan yükselmiş masifler olarak tanımlanabilir. Bu masifleri meydana getiren şistler ve şistlerle karmaşık granitlerin yaşının 285-300 M. Y. olarak saptanması (Çoğulu, 1970) bu karmaşığın Hersiniyene ait olduğunu göstermektedir.

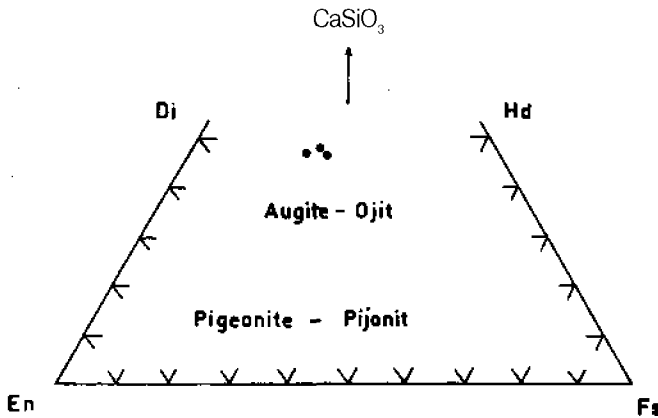
Kıtanın güneyindeki "Kuzey Anadolu Tetis"inin varlığı bugünkü Kuzey Anadolu Ofiyolit kuşağından anlaşılmaktadır. Ofiyolitlerin okyanus kabuğu kökenli oluşunu ise hemen bütün yazarlar kabul etmektedirler (Dietz, 1963; Dewey ve Bird, 1971; Oxbrough, 1974; White ve diğerleri, 1971; Miyashiro, 1975).

Kuzey Anadolu kıtasının güneyindeki çukurda (Trench) oluşmuş derin deniz çökellerini, ofiyolit karmaşığını ve bunu izleyen molas çökellerini kapsayan Çankırı-Çorum havzasının ayrıntılı incelenişi (Şenalp, 1974) kuzeydeki kıtanın varlığını kanıtlamış ve bölgenin jeotektonik evriminin anlaşılmasında tamamlayıcı olmuştur.

Turoniyen - Santoniyen Gelişimi

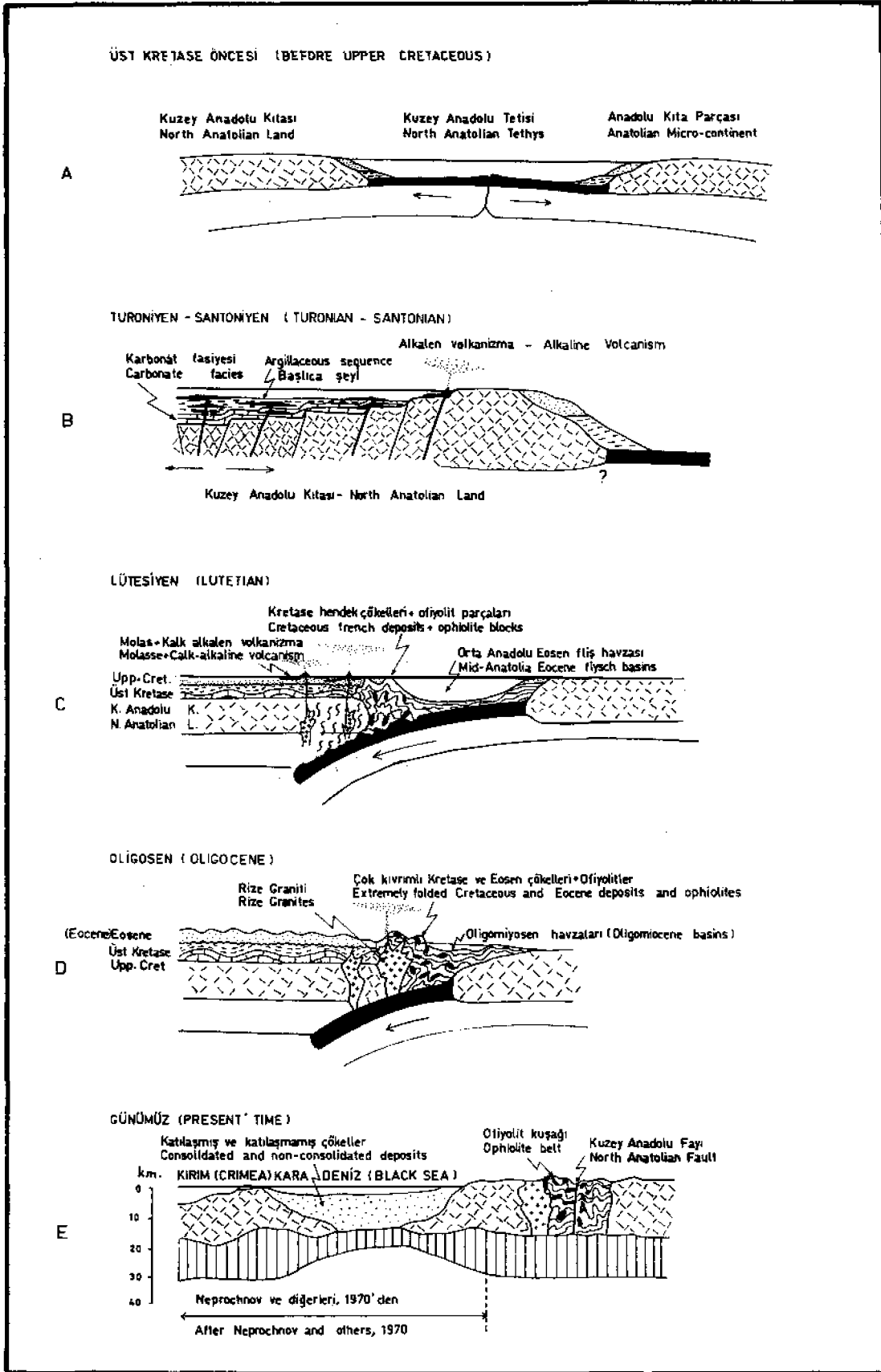
Kuzey Anadolu Okyanusunun ne zaman başladığını kesinlikle açıklayan çalışmalar yoktur. Kıta üzerinde ilk jeotektonizmayı Turoniyen - Santoniyen sürecinde izleyebiliyoruz. Bu devirde "Kuzey Anadolu Kıtası"nın güney kenarı kara olmak üzere Doğu-Batı uzantılı bir tekne oluşmuştur. Teknedeki tortul formasyonlar Hersiniyen metamorfik ve granitik temel üzerine karbonat fasiyesi ile başlar ve pelajik istiflerle ardışıklı türbiditik fasiyeslerle devam eder. Üst Kretaseye ait bu tortullar bol miktarda alkali bazalt ve su-da çökelmiş tüflerle karışık, aynı zamanda bu tortullar yine alkali seriye ait olivin dolerit'den trakite kadar değişen sil ve lakolit gibi yatay girmelerle kesilmişlerdir (Tokel, 1972).

Turoniyen-Santoniyen volkaniklerinin petrokimyasal özelliği litosferin bugünkü gerilim bölgelerinde oluşan alkali serilere benzemektedir. Kuzey Anadolu Kıtasında Üst Kretaseye bugünkü Kızıl Deniz çöküntüsüne benzer bir gerilimin ol-



Şekil 6: Gümüşhane piroksen -andezitlerindeki ojite'nin bileşimi (Analiz elektron prob'da yapılmıştır).

Figure 6: Augite composition in piroxeno-andesites from Gümüşhane region (Determined by electron probe).



Sekil 7: Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinin Üst Kretase ve Tersiyerdeki Jeotektonik gelişimini açıklamak için sunulan model.
Figure 7: Schematic sections illustrating proposed model for the Upper-Cretaceous-Tertiary geotectonic evolution of the Middle and Eastern Black Sea Region.

Eastern Black Sea Region.

ması mümkündür. Ayrıca teknenin kısa zamanda çok miktarda tortulla dolması bu olasılığı kuvvetlendirmektedir. Tortulların kıvrım stilleri, temeldeki kabuk kısılmasının (crustal shortening) izlenmesi, Turoniyen'de oluşup Üst Kretase'nin sonunda kara biçimine dönüşen bu teknenin kıta üzerinde oluştuğunu kanıtlamaktadır (şekil 7 B).

Tersiyer Gelişimi

Kuzey Anadolu Kıtasındaki teknenin Santoniyen sonrası karaya dönüşümü, dolayısıyla Lütésiyen'e kadar oluşmuş bir sedimantasyonun ve volkanik aktivitenin kesinlikle saptanmamış olması Santoniyen - Lütésiyen zaman aralığındaki jeotektonizmanın ayrıntılarını bilmemize engel olmaktadır.

- Kıtanın güneyinde Litosferin ne zaman yitmeye başladığı kesin değildir. Lütésiyen'de, ayrıntılarını verdiğimiz, kalkalkalen volkanizmanın çok büyük hacımlara ulaşması yitme hızının arttığını litosferle birlikte mantoya giren su miktarının fazlaştığını ima etmektedir (şekil 7 C). ölçülen silika indeksi ve K₂O miktarı ile litosferin yitme hızı arasındaki ilişiden (Sugusaki, 1976) hızın bu devirde belki de 5 cm/yıl m üstüne çıkmış olabileceğini görüyoruz. Dickinson (1970) ve diğer yazarlar sıkışma kuşaklarında da andezitik volkanizmayı granitik yerleşmelerin izlediğini kanıtlamışlardır. Doğu Karadeniz bölgesinde görünür yüzleği 6000 km² yi bulan Oligosen yaşlı (Çoğulu, 1970) dev bir granitik masifin ve diğer küçük masiflerin (Kösedag graniti; Kalkancı, 1974) varlığı, sıkışmanın dolayısıyla litosferin yitme hızının en yüksek düzeye Oligosen'de ulaştığını göstermektedir. Bunun sonucu olarak da bölge yükselmiş ve sedimanter molas *havzaları* regresyona uğramıştır (şekil 7D).

KARADENİZ SORUNU

Karadeniz çökel havzasının varlığı Kuzey Anadolu Kıtasının kuzey bölümünün incelenmesini engellemektedir. Bugünkü bilgilerimiz Karadenizin kıta kabuğu üzerinde gelişmiş bir tekne olduğu ancak daha sonra kıta kabuğunun yavaş yavaş incelenerek Karadenizin orta kısmında küçük bir alanda okyanus kabuğuna dönüştüğü hakkındadır (Ross, 1974). Ancak bu teknenin ne zaman oluştuğu, nasıl bir gelişim gösterdiği, tabandaki okyanuslaşmanın ne zaman başladığı kesinleşmemiştir. Açık denizde yapılan sondajlardan, Karadeniz'de Pleyistosen süresince evaporitik koşulların egemen olduğu anlaşılmıştır (Şenalp, 1976). Bugün için Karadeniz'de bir okyanuslaşma (kabukta gerilim) ya da litosfer yitmesi (kabukta sıkışma) düşünülse her iki halde de Karadeniz'de sismik aktivitenin olması gerekliydi. Halbuki bu *gün* Karadeniz sismikçe sakinidir.

SONUÇLAR

Doğu Karadeniz Bölgesinde, D-B yönünde bir kuşak şeklinde oluşan Lütésiyen yaşlı volkaniklerin kalk-alkalen karakterde bir andezit-dasit dizisi olduğu saptanmıştır. Bu seri aynı bölgede oluşan alkalin Turoniyen-Santoniyen volkanizmasıyla karşılaştırıldığında kimyasal açıdan kesin farklılıklar gösterir.

Kristalen temel üzerinde büyük hacımlara ulaşan Eosen volkanikleri ve bunu izleyen granit-granodiyorit yerleşmeleri, Lütésiyen'de Kuzey Anadolu (Pontid) kıtasının güney kenarında bir litosfer yitimi olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Andezitik volkanizmayı güneyden sınırlayan Kuzey Anadolu ofiyolit karmaşığı yiten okyanus kabuğunu simgelemektedir.

KATKI BELİRTME

Yazar, Gököy andezitlerinden elde edilen kimyasal verileri sağlayan Dr. Atasever Gedikoğlu'na ve kendisine Karadeniz'de yapılan derin sondajlar hakkında bilgi veren Dr. Muhtittin Şenalp'a teşekkürlerini sunar.

Yayına verildiği tarih: Temmuz, 1976

DEĞİNİLEN BELGELER

- Carmichael, I. S. E., 1964, The petrology of Thingmuli: J. Petrology, 5, 435-451.
- Çoğulu, E., 1970, Gümüşhane ve Rize plutonların mukayeseli petrolojik ve jeokronometrik etüdü: Doçentlik tezi, İ.T.Ü. Maden Fak. İstanbul.
- Daly, R. A., 1933, Igneous rocks and the depth of the earth: London McGraw Hill.
- Dewey, J. F., ve Bird, J. M., 1971, Origin and emplacement of the ophiolite suite. J. Geophys. Res., 76, 3179-3206.
- Dickinson, W. R., 1970, Relations of andesites, granites and derivative sandstones to arch - trench tectonics: Rev. Geoph. Space Sci., 8, 813-846.
- Dietz, R. S., 1963, Alpine serpentines as oceanic rind fragments: Geol. Soc. America Bull., 74, 947-952.
- Gedikoğlu, A., 1970, Étude géologique de la région de Gököy: These de 3^e cycle, Fac. Sc. Université de Grenoble, yayımlanmamış.
- Gorshkov, G. S., 1969, Geophysic and petrochemistry of andesite volcanism of the circum - Pacific belt: Int. Upper Mantle Proj., Proc. of the andesite conf., Sci. Rep. 16, 91-98.
- Green, T. H., ve Ringwood, A. E., 1969, High pressure experimental studies on the origin of andesites: Int. Upper Mantle Proj. of the andesite conf., 21-32.
- Kalkancı, Ş., 1974, Géochronologie du massif syénitique de Kösedag: Thèse de 3^e cycle., Fac. Sc. Université Grenoble, yayımlanmamış.
- Kuno, H., 1969, Andesite in time and space: Int. Upper Mantle Proj. Proc. of the andesite conf., 13-20.
- Miyashiro, A., 1975 Classification, characteristics and origin of ophiolites: J. Geology, 83, 249-281.
- Macdonald, G. A., ve Katsura, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas: J. Petrology, 5, 82-127.
- Neprochnov, Y. P., Kosminskaya, I. P., Malovitsky, Y. P., 1970, Structure of the crust and upper mantle of the Black and Caspian Seas: Tectonophysics, 10, 517-547.
- Osborn, E. F., 1969, Experimental aspects of calc - alkaline differentiation: Int. Upper Mantle Proj., Proc. of the andesite conf., 33-49.
- Oxburgh, E. R., 1974, The plain man's guide to plate tectonics: Proceedings of the geologists' association, 85, 299-380.
- Peacock, M. A., 1931, Classification of the igneous series: J. Geology, 39, 54-79.
- Raleigh, C. B., ve Lee, W. H. K., 1969, Sea floor spreading and island - arc tectonics: Int. Upper Mantle Proj., Proc. of the andesite conf., 99-117.
- Ross, D. A., 1974, The Black Sea: The geology of continental margins' de. Burk, C. A., ve Drake, C. L., ed. Springer Verlag.
- Sugusaki, R., 1976, Chemical characteristics of volcanic rocks: Relation to plate tectonic. Lithos, 9, 16-37.
- Şenalp, M., 1974, Tertiary sedimentation in some part of the Çankırı - Çorum basin C. Anatolia: Ph. D. thesis, University of London, Imp. Coll., yayımlanmamış.
- Şenalp, M., 1976, Derin deniz sondaj projesi, Karadeniz seferi: Yeryuvarı ve insan, 1, 31-39.
- Tokel, S., 1972, Stratigraphical and volcanic history of the Gümüşhane region, N. E. Turkey: Ph. D. thesis, University of London, U.C., yayımlanmamış.
- Tokel, S., 1973, Doğu Pontidlerin Mesozoik ve Tersiyerdeki gelişimleri, bu gelişimlerin Kuzey Anadolu sismik zonu ile muhtemel ilişkileri: Cumhuriyetin 50. yılı yerbilimleri kongresi tebliğleri, 1-5.
- Wager, L. R., ve Deer, W. A., 1939, The petrology of Skeargaard intrusion, East Greenland: Meed. Grönland, 105, No. 104.
- White, A. J. R., Jakes, P., ve Christie, D. M., 1971, Compositions of greenstones and the hypothesis of sea - floor spreading in the Archaean: Geol. Soc. Australia, special pub. 3, 47-56.
- Yoder, H. S., 1969, Calc - alkalic andesites. Experimental data bearing on the origin of their characteristics: Int. Upper Mantle Proj., Proc. of the andesite conf. 77-98.