

Doğu Pontidler'de (Kuzeydoğu Türkiye) Jura volkanizması ve jeotektoniği

Jurassic volcanism and its geotectonics in the Eastern Pontides (Eastern Turkey)

OSMAN BEKTAŞ,
ÂLÎ VAN,
SUAT BOYNUKAUN,

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon

ÖZ : Doğu Pontidler'de liyas çekme gerilmesi tektonik rejimi ve buna eşlik eden bimodal (bazaltik-dasitik) volkanizmayla temsil edilir. Geniş bir magmatik zona sahip olan ark, güneyden kuzeye doğru yaklaşık D-B doğrultulu rift sistemleri ile parçalanmıştır, KD-GB ve KB-GD doğrultulu eşlenik doğrultu atıralı fay zonlarına bağlı olarak gelişmiş pull-apart havzaları kuzeyde ensialik (ark içi havzalar) güneyde ise ensimatik (yay gerisi havzalar) özelliktedir. Dogger ve Malm dönemleri tektonik ve magmatik aktivite yönünden son derece sakin olup ark içi ve ark gerisi bölgelerde karbonat platformu gelişimi söz konusudur. Alt Kretase de ise Gümüşhane'nin kuzeyinde ve güneyinde Doğu Pontid simetrik ark içi ve ark gerisi subsidans havzaları türbidit ve olistostromlarla karakteriz olurlar. Çekme gerilmelerinin sona erdiği bu dönemde pasif manto yükselmesinin? durduğu buna bağlı olarak da soğuyan havza tabanlarının hızlı bir şekilde çöktüğü ve ofiyolitik olistostromal melanjın oluştuğu düşünülmektedir. Liyas volkanizması, arkı enine kateden profil boyunca petrografik ve petrokimyasal yönden irdelenmiştir. Ana element kimyası ile Ti, K, Rb, Sr, Zr, Y gibi uyumsuz element içeriği kuzeyde (Sürmene) toleyitik/kalk-alkali, güneye doğru (Hamsiköy-Torul) yüksek K kalk-alkali ve Gümüşhane civarında yüksek K kalk-alkali/alkali volkanik provenislerin varlığını ortaya koymuştur. Gümüşhane-Torul yörelerindeki yüksek Al kalk-alkali ve alkali ark lavlarının evriminde magma karışımı ve buna bağlı olarak da FeO/MgO artışına paralel olarak çok az silis artışı gösteren (Fe) tipi (alkali) ile silis zenginleşmesi gösteren (Si) tipi (kalk-alkali) magma oluşumu görüşüne yer verilmiştir. Arkın kuzeyindeki düşük TiO₂ lı bazaltların güneye doğru dalan okyanus litosferi üzerindeki manto kamasının sulu ortamdaki kısmi ergimesiyle; güneydeki yüksek TiO₂ lı bazaltların ise (MORB-WPB) aynı manto kaynağının farklı ortamda (susuz ortamda) farklı kısmi ergimesiyle geliştikleri düşünülmektedir. Ark gerisi yüksek TiO₂ lı bu bazaltlar Bayburt, Kelkit, Amasya yörelerindeki Liyas riftleşme dönemine ait ofiyolitik bazaltlarına karşılık gelirler.

ABSTRACT : Lias is represented by the extensive tectonic regime and associated bimodal (basaltic/dasitic) volcanism in the Eastern Pontides. The arc, which has a broad magmatic zone, had been broken up by multirifting from the south to the north in approximately E-W direction. Pull apart basins formed by conjugate strike slip faults in NE-SW and NW-SE directions, have ensimatic basement to the north (inter-arc basins)*

During Dogger-Malm interval, tectonic and magmatic activity were very quiet and so carbonate platforms were developed in the back-arc and inter-arc regions,

In the Lower Cretaceous, symmetric subsidence basins, south and north to the Gümüşhane, were characterized by the turbiditic and olistostromal facies. This phase corresponds to ending of extensive tectonic regime and related passive mantle uprising, and as a result of this rapid subsidence due to cooling of the basement*

Lower Cretaceous ophiolitic olistostromal melange, situated southern part of Pontide, is considered to form in a such tectonic regime.

Petrographic and petrochemical studies have been carried out of Liassic volcanic rocks collected systematically across the arc in the N-S direction. In addition to major element analyses, concentrations of the incompatible element such as K, Rb, Sr, Zr, Y imply that there is variation from transitional tholeiitic calc-alkali volcanics in the north (Sürmene) through high K calc-alkali rocks of Hamsiköy and Torul area to the high K calc-alkali/alkali basalts in the south (Gümüşhane). We accepted magma

mMng hypothesis for the origin Mgh Al and alkali arc lavas in the Gümüşhane/Hamsiköy area., and defined two distinct magma types, toe trend is characterized by FeO/M⁺-enrichment with a slight increase in SiO₂ content <Fe-type trend), whereas the other shows a marked SiO₂ enrichment with relatively constant FeO/MgO ratios (Si-type trend). Low TiO₂ arc basalts to the north and high TiO₂ MORB and WPB to the south may have been derived from similar portions of mantle under hydrous conditions provided by descending lithospheric slab (arc lavas) and unhydrous condition (MORB/WPB) with different partial melting. High TiO₂ back-arc basin basalt manifested to the south Bayburt, Kelkit, Amasya area correspond to opMolitic basalt formed during Liassic rifting episode.

GİRİŞ

Doğu Pontidler'te Mesozoyik dönemdeki genel özellikleri ile bilinen en yaşlı volkanizması Liyas dönemine aittir. Doğu Karadeniz sahili boyunca yoğun Üst Kretase ve Senozoyuk volkanizması nedeniyle sınırlı alanlarda (DereM, HamsikÖy, Sürmene, Artvin) yüzeyleme veren Jura volkanizması daha güneyde İspir, Yusufeli, Bayburt, Gümüşhane, Torul, Alucra ve Amasya dolaylarında oldukça geniş yayılmıştır (Şemİ 1)*

Pontid orojenik kuşağının «n tipik özelliklerinden olan çok daha uzun süreli çekme gerilmesi (extension) dönemlerinin kısa süreli sıkışma (compressive) dönemleri ile ardalanma özelliği belirgin olarak Liyasta başlamış ve tüm Mesozoyuk/Senozoyik dönemleri boyunca devam etmiştir (Bektaş, 1986), Böyle bir tektonik rejim Gondwana kıtasının kuzeyinde yer alan aktif Paleotetis kıta kenarı üzerinde gelişen doğrultu atımlı fay zonları boyunca değişken stres dağılımları (gerilmeli veya sıkışmalı doğrultu atımlı fay zonları) ile sağlanmıştır. Güneye doğru dalan okyanusal plakanın yaşlı plakalar arası temas yüzeyinin özelliği (Şili tipi ve Mariana tipi yitim), üstleyen plakanın ilerleyici veya gerileyici rolü gibi özellikler zaman ve mekan içerisinde değişiklik gösteren stres dağılım faktörleridir (Uyeda ve Kanamori, 1979; Uyeda, 1983; Yamaoka ve Yoshio 1983; Bektaş, 1986),

Liyas başlarında Paleotetisin güneye doğru olası oblik yitimi Pontid yayı ve yay gerisi bölgelerinde doğrultu atımlı fay zonlarına bağlı olarak yaya paralel birden fazla rift havzasının gelişmesine (Multirift type, Tamaki, 1985) neden olmuştur* Bu tür riftleşme olayı daha çok sedimantolojik ve tektonik verilerle (Nebert, 1961; Seymen, 1975; Pelin, 1977; Eren, 1983; Görür ve diğerleri, 1983; Taşlı, 1984, Şengör ve diğerleri, 1980) kanıtlanmaya çalışılmıştır, Riftleşmeye eşlik eden volkanizmaya ait bilgilerse yeterli olmadığı gibi, oldukça tartışmalıdır. Kelkit vadisinde Liyas volkanizmasının alkalen (Bergougnan, 1975), Gümüşhane, Bayburt, Artvin, Yusufeli çevresinde ise toleyitik (Yılmaz, 1972) veya kalk-alkalenlere geçişli toleyitik (Tokel, 1983) Özellikte olduğu belirtilmektedir* Ancak volkanizmanın yitim polaritesi yansıtabilecek veya Jura yayının yitim yönündeki magmatik provenslerini ortaya koyacak herhangi bir veri yoktur, Sunulan çalışmanın amacı bu konudaki eksikliklere katkıda bulunmak ve Jura döneminin volkano-tektonik ilişkisini ortaya çıkarmaktır,

GENEL JEOLJİ

En azından Mesozoyik başlarından itibaren Pontidlerin etkin bir kıta kenarı olduğu ve Paleotetisin

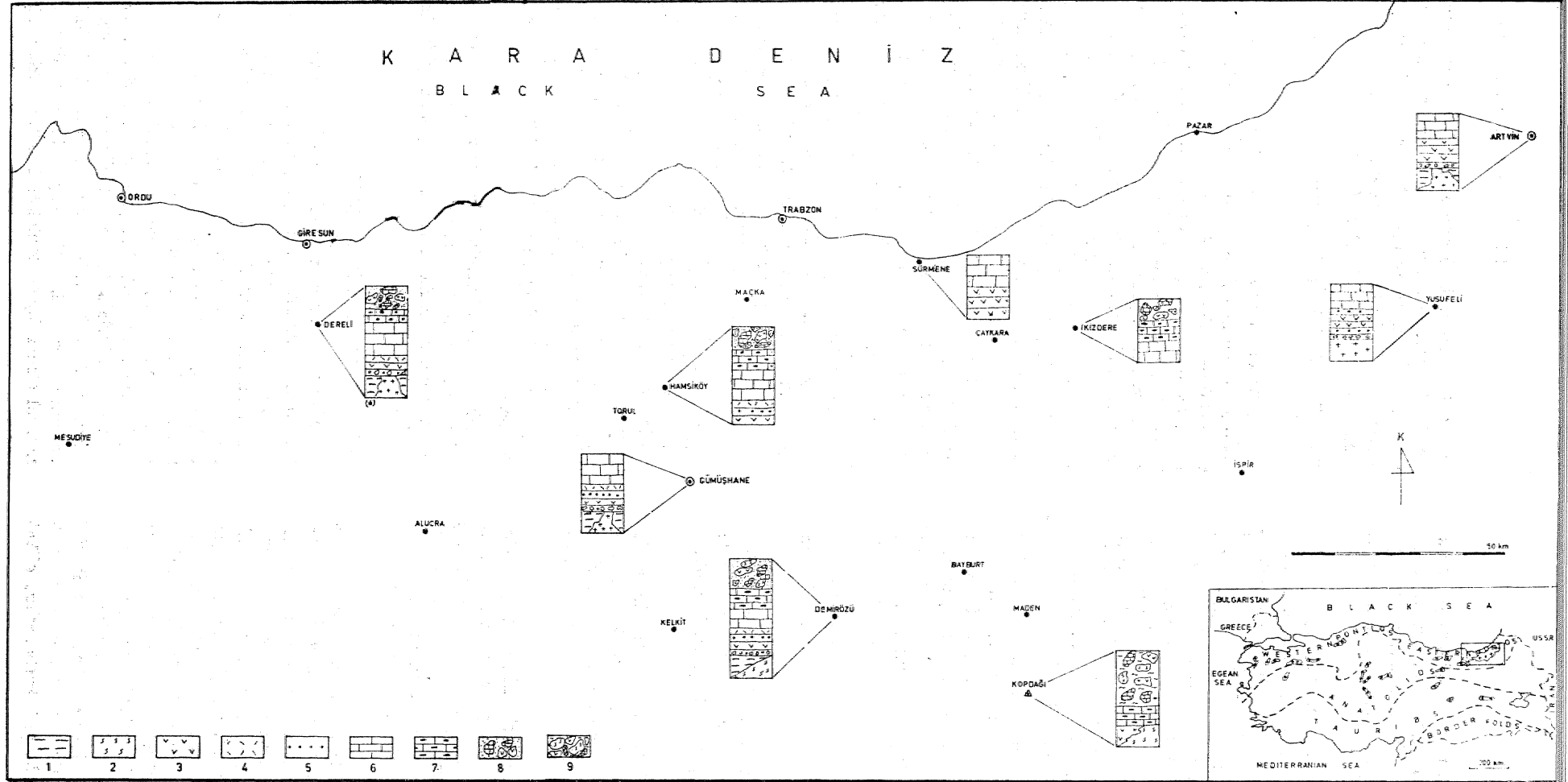
güney yönlü yitimi benimsendiğinde (Dewey ve diğerleri, 1973; Şengör ve diğerleri, 1980; Bektaş, 1983; Bektaş ve diğerleri, 1984; Bektaş, 1984, 1986) bölgenin Jura dönemi stratigrafisi ve volkanizmasını alt jeotektonik bölgelere göre incelemek yerinde olacaktır. Buna göre Doğu Pontidlerin güneyi Yusufeli, Bayburt, Gümüşhane, Alucra, Amasya yöreleri yay gerisi, kuzeyi ise Ordu-Giresun-Trabzon sahili ve Artvin yöreleri yay içi jeotektonik ortamlara karşılık gelir. Bu bakımdan yay içi ve yay gerisi jeotektonik ortamlarını ayrı ayrı ele alıp karşılaştırmalı sentezini yapmak konuya açıklık kazandırması bakımından önemlidir,

Doğu Pontid Yay Gerisi Beigesinde Jura (Güneydoğu Pontid)

Liyas başlarından itibaren varlığını gösteren çekme gerilmesi rejimi Pontidlerin güneyi zonunda yaklaşık D-B doğrultusunda paralel rift havzalarının (pull-apart basins) oluşumunu sağlamıştır. Doğrultu atımlı fay zonlarına bağlı olarak gelişen bu dar havzalar (grabenler) birbirlerinden horst yapısındaki eski temele ait yükseltilerle ayrılmakta idiler. Bunların en önemlileri Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Graniti ve Metamorfitleri, Köse Graniti ve daha güneyde Pulur Metamorfit temeli ile bunların D-B uzamlarındaki eşdeğerleridir (Tokat, Ağvanlı masifleri, Artvin kristallen temeli).

Genelde metamorfik veya granitik bir temel üzerinde kaim bir taban konglomerası ile başlayan Liyas istifli kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn ve tüfit ardalanması ile devam etmektedir (Şekil 1), Yer yer kömür veya karbonlu ara katmanlar da içeren Liyas tortulları kırmızı renkli bol ammonitli biyomikritler ile karakteristiktir, Tüm bu çökel kayalara eş yaşlı bazaltik-andezitik ve dasitik volkanizma (bimodal volkanizma) eşlik etmiştir. Pontidlerde Liyas istiflerinin sedimantolojik derlemesini veren Görür ve diğerleri (1983) horst ve graben şeklinde morfolojiye sahip Liyas havzalarında denizaltı tepeleri üzerinde ve yamaçlarında kırmızı-gri biyomikrit, blyosparit, pelmikrit, pelsparit, oolit ve resifler gibi sığ karbonat fasiyeleriyle çukurlar içerisinde lav, tüf arakatlı türbiditlerin çökeldiğini belirtmişlerdir.

Gerek çökeltme ortamlarının jeomorfolojisi ve çökeltme koşulları, gerekse bimodal volkanizma Pontidlerin güneyi zonunda Liyas dönemindeki riftleşme olayını belirler, liyasla başlayan Jurasik volkanizma olasılıkla Dogger'e kadar devam eder. Gümüşhane ve çevresinde Paleozoyik granitlerini kesen doleritik ve dasitik dayklar daha üst zonlarda lav veya sil şeklin-



Şekil 1 : Doğu Pontidlerde Jura-Alt Kretase yüzeylenmelerine ait kolon kesitler (1 : Paleozoyik metamorfik ve granitleri. 2 : Serpantin, gabro kompleksi. 3 : Ofiyolitik birlige ait yüksek TiO_2 lı bazaltlar. 4 : Düşük TiO_2 lı ark-ark gerisi bazaltları. 5 : Liyas taban konglomerası, 6 : Dogger-Malm kireçtaşları. 7 : Alt Kretase çörtlü kireçtaşları. 8 : Alt-Üst Kretase volkanik gereçli olistostrom. 9 : Alt-Üst Kretase ofiyolitik olistostromal melanj). * kolon kesit Suat Boynukalm'dan alınmıştır. (Doktora çalışması, devam ediyor).

Figure 1 : Jurassic-Lower Cretaceous column sections of the Eastern Pontid (1 : Metamorphic and granitic rocks of the Paleozoic basement, 2 : Serpentine and gabbroic complex. 3 : High TiO_2 basalts of the ophiolitic suite. 4 : Low TiO_2 arc and back-arc basalts. 5 : Liassic basement conglomerate. 6 : Dogger-Malm Limestones. 7 : Lower Cretaceous cherty limestone, 8 : Lower-Upper Cretaceous olistostromal ophiolitic melange). *This column section from Suat Boynukalm. (PhD Thesis is going on).

de yata Manmışlardır^ Demirazü (Bayburt) yöresinde Kimmerisiyen - Bemasiyen yaşındaki Hozbirik Yayla Kireçtaşları ile örtülen andezit-dasit karmaşığının yaşını Açar (1975) Üst Sinemuriyen-Ante Kimmen siyen olarak vermektedir.

Aynı yörede Karayaşmak mevkiinde Liyas-Dogfir çökelleri taban konglomerasıyla ofiyolitler ve birlikte ki Pulur Metamorfiteri üzerine gelir* Buna benzer olarak Blumen thai (1948) Amasya serpantini t masifleri üzerinde fosilli liyas tabakalarının varlığından söz etmektedir. Pulur Metamorfiteri içerisinde dağ* nık yüzeytemeler veren ve peridotit-gabro-diyorit-kvarzlı diyoritten oluşan ofiyolitik kayaçlar metamorfiterle tektonik dokanak oluştururlar» liyas taban ça* kılları dasitik-riyolitik-bazaltik piroklastlar ve meta« morfitlerden oluşmakta, ancak serpanti-nit çakılı içermektedirler (Bektaş ve diğerleri, 1984).

Bu volkano-tortul birimin tabanında yine doleri* tik dayklar, ofiyolit ve metamorfiteri keser varyette görülürler. Gerek Karayaşmak ve gerekse Gümüşha* ne yörelerinde yaygın görülen ve Malm Mreçtaşlarını kesmeyen bu dayklar Liyas başlangıcındaki gerilme (extension) rejimi ile gelişmiş gerilme çatlaklarını simgelerken daha üst seviyedeki siller yoğun sedimantasyon nedeniyle Kaliforniya körfezinde olduğu gibi (Saunders ve diğerleri, 1982) magmanın lav şeklindeki akmasından çok sil şeklinde yatakladığım düşündürürler,

Tanyolu (1986) Pulur civarındaki bimodal Liyas yaşlı volkanizmaya ek olarak analsimit denilecek kadar birincil iri analsim kristalleri içeren bazaltların bulunduğunu belirtir,

Daha doğuda Olur (Erarum) yöresinde ise Liyas; bimodal volkanizma ürünleri ve konglomera, kumtaşı, kumlu kireçtaşından oluşan çökelleri ile Olurdere Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Yılmaz, 1986),

Liyas volkanizmasının etkinliğinin en az görüldüğü yerlerden birisi batıda Amasya ve civarıdır, Ordch visiyen-Siluriyen yaşlı metamorfiter (Tokat Masifi) üzerinde taban konglomerası ile başlayan Kayabaşı Formasyonu çakıltası, kumtaşı, andezitik tüf, şeyller ile üste doğru ammonitli kireçtaşlarına geçiş gösterir.

Genel özellikleri dikkate alındığında Doğu Pontid yay gerisi liyas lift havzaları kuzeyde sialik temelden güneye doğru simatik temele geçiş gösterirler, Emsimatik bu temel ise liyas öncesi ofiyolitleriyle temsil edilmektedir, Bektaş ve diğerleri (1984) Alt liyas çökelleri ile örtülen bu ofiyolit yüzleklerini Liyas öncesi dönemde manto yükselmesine bağlı olarak kıta kabuğu ineilmesi v© buna eşlik eden blok faylanma ite kabuk altından yükselerek yerleşmiş manto diyapirteri olarak yorumlamışlardır, Liyas volkanizmasının etkinliği yay gerisinde Bogger'e kadar sürmüş ve nihayet Malm'de güneye bakan atlantik tipi bir kıta kenarında gerek tektonik aktivite gerekse volkanizmanın duraksamasıyla şelf karbonatları çökel-

mişir. Bu durum Alt Kretase'ye kadar devam etmiştir. Alt Kretase'de başlayan hızlı subsidans ise çörtlü pelajik kireçtaşları ve radyolaritler ile birlikte olistostromal ofiyolitik 'karışımın oluşumuna neden olmuştur (Bektaş ve diğerleri, 1984).

Doğu Pontid, Ark içi Bölgelerinde Jura (Kuzeydoğu Pontid)

Doğu Pontid jeolojik haritasına bakıldığında daha fazla yükselen güney kesimlerde taban kayaçların çok daha fazla yüzeyleme verdikleri görülür. Nitekim güneye oranla daha yoğun olan Üst Kretase volkanizması kuzey zonda Liyas volkanitlerini çoğu yerde Örtmektedir. Ancak yine de sınırlı alanlarda Liyas volkano-tortul birimi Jura döneminin jeolojisine ışık tutacak nitelikte yüzeylenir. Kuzeyde Paleozoyik temel ve Örtüsünün en iyi görüldüğü yerlerden biri Aksu Vadisi-DereM (Giresun) civarlarıdır (Şekil 1). Tabandaki Paleozoyik yaşlı şist ve mermerler Liyas konglomeraları ile örtülür. Daha üstte Jura, volkano-tortul büm ve ammonitli kırmızı biyomikritik kireçtaşları ile Dogger yaşlı sarı renkli kumtaşları ve nihayet Malm yaşlı resifal kireçtaşları ile temsil edilir, Güney zonda olduğu gibi Malm'den sonra başlayan eş zamanlı hızlı subsidans Alt Kretase yaşlı çörtlü kireçtaşları ve Alt-Üst Kretase geçişli türbiditik olistostromal fasiyes ile belirginleşir» Gürgeñağaç (Maçka) ve Hamsiköy dolaylarında Paleozoyik temelin görülmesine rağmen Liyas volkano-tortul istif ve bunian üstleyen Malm-Alt Kretase kireçtaşları yine türbiditik olistostromal fasiyese geçer. Ortak özellikler dikkate alındığında Dereli, Maçka, İkizdere (Taner, 1977) yöreleri benzer jeotektonik evrim sunarlar* Kuzey zonun bu Mtostrati,p*afik ve jeotektonik gelişimi ana çizgileri ite Bayburt güneyi, Kelkit ve Amasya yörelerinde de izlenmektedir (Bektaş ve diğerleri, 1984). Ancak kuzeydeki olistostromlar Malm-Alt Kretase kireçtaşları oMstolitleri yanı sıra andezitik ve bazaltik bloklar içermeşine karşın güneydeki olistostromal fasiyes daha çok aynı yaşlı kireçtaşı olistostromal ile birlikte ofiyolit gerecidir,

Alt Kretase döneminde kuzey ve güney zonda görülen eş zamanlı subsidans olayları her iki bölge arasında kalan bölgenin (Gümüşhane yöresi) yükselmesi ile dengelenmiştir.

VOLKANİZMANIN İLİŞKİLERİ

Magmatizmanın tektonik ile olan ilişkisi öteden beri bilinmektedir. Güncel çalışmalarda da volkanizmanın türsel ve hacimsel değişiminin litosfer içi stres dağılımları ile kontrol edildiği jeolojik ve jeofizik verilerle desteklenmektedir (Uyeda, 1983» Burkart ve Self, 1985). Bektaş (1986) Doğu Pontid ark ve ark geçişli bölgelerinde Paleostres dağılımlarını irdeleyerek gerihneli yay sistemi dönemlerinde (Liyas, Üst Kretase, Eosen) Pontidlerin kuzeyinde Jd en büyük yatay basınç gerilmelerinin (ÇH max) güneye doğru dereceli olarak azaldığı buna bağlı olarak da ark bölgelerinde do^ultu atım, ark gerisi bölgelerinde ise doğrultu - normal atımlı fay tektonizmasının hüküm sürdüğünü be-

lirtmiştir. Sıkışmak yay sistemi dönemlerinde ise (Alt-Üst Kretase arası. Üst Kretase sonu ve Eosen sonu) tüm Pontidlerde doğrultu atımh fay ve ters faylar gelişmiştir.

Bu savdan hareket ederek aktif Kuzey Anadolu Fayı ite Doğu Anadolu faylarının Doğu Pontid kırık sistemine (KD*GB ve KB-GD) paralellik göstermesi, aktif fayların, Liyas'tan beri zaman zaman etkinliklerini gösterdiği ve Pontid yayım parçalayarak yay içi* yay gerisi pull-apart havzalarının oluşumuna sebebiyet verdiği düşünülmektedir. Böyle bir jeotektonik ortam Orta Amerika'da (Burkart ve Self, 1985) ve Andaman (Mukhopadhyay, 1984) bölgelerinde olduğu gibi Pateotetisin güneye doğru oblik yitimi ile gerçekleşebilir. Doğu Pontid yayının kuzey ve güneyinde Liyas'ta başlayan çekme gerilmesi rejimi güney zonda daha etkin ve sürekli olduğundan yay gerisi okyanus tabanı yayılmasına (Alt Kretase yay gerisi ofiyolitleri, Bektaşve diğerleri, 1984) neden olmuştur» Bir başka deyişle pull-apart havzaların oluşumuna eşlik eden manto yükselimi (Aydın ve Nur, 1982) güney zonda daha etkin ve sürekli gerilmelerin sebebiyet verdiği daha ince bir litosferle (McKenzie, 1978) okyanus tabanı yayılmasını (Gochran, 1983) sağlamış olmalıdır. Oysa daha kuzeydeki rift havzaları evrimlerini nisbeten incelenmiş sialik bir kabuk üzerinde gerçekleştirmişlerdir.

Jura magmatizması genel çizgileri ile ark ve ark gerisi magmatizma olarak iki alt gruba ayrılabilir. Ark magmatizması kuzeyden güneye doğru ada yayı özellikli toleyitik/kalk-alkali (TOKA Karadeniz sahili) ve kalk-aikali/alkali (KA-EA, Gümüşhane dolayları) volkanizmasıyla temsil edilirken ark gerisi magmatizma okyanus ortası sırtı bazaltlarına (MORB) geçiş gösteren plaka ortası bazaltlarıyla (WPB) belirgindir (Kop, Maden ve Karayaşmak dolayları).

Eş zamanlı Liyasik ark ve ark gerisi volkanizma yitim il© ark/ark gerisi bölgelerindeki manto yükselminin doğrudan ilişkisini ortaya koyar. Malm'de yitimin duraklaması olasılıkla ark ve ark gerisi bölgelerindeki çekme gerilmesi rejimini zayıflatmış dolayısıyla manto yükselmesini engelleyerek her iki jeotektonik bölgede Alt Kretase subsidans olaylarına sebebiyet vermiştir. Bu dönem aynı zamanda yitimin dalan litosfer üzerindeki manto yükselmesine bağlı olarak, dikleşmesi (Ida, 1983) buna bağlı olarak trençin kuzeye doğru, Anatolid levhasının da güneye doğru göç etmesi olaylarını kapsar.

Yukarıda sunulan verileri ve bunlardan çıkan sonuçları şu şekilde özetleyebiliriz,

1 — üyas'daM arka paralel ark içi rift havzaları ve bmarın etkin ark magmatizması kuzeyden güneye doğru TO-KA ve KA-A volkanizmasıyla güney yönlü yitimin varlığını belgeler. Aynı dönemde özellikle ark gerisi bölgelerde (Bayburt, Kelkit, Amasya) doğrultu atımlı fay zonlarına bağlı olarak gelişmiş pull-apart havzalarının evrimine eşlik eden hızlı bir manto yükselimi izlenir.

2 — Bu dönemde kuzeydeki düşük TiO_2 h ark magmatizmasma karşılık güneyde yüksek TiO_2 lı MORB'larına geçiş gösteren WPB lar gelişmiştir. Bu volkanikler rift tabanlarındaki serpantin/gabroyik temel üzerinde yayılımıdırılar (Kop ofiyolitleri, Bet* kaş ve diğerleri, 1984),

3 — Malm Doğu Pontidlerde magmatik ve tektonik aktivitenin en sakin geçtiği dolayısıyla şelf karbonatlarınm çökeldiği döneme karşılık gelir»

4 — Alt Kretase döneminde kuzeydeki ensialık ve güneydeki ensimatik rift havzaları hızlı bir sübidansa uğrayarak kuzeyde türbiditik olistostromal güneyde ise benzer fasiyeste olistostromal ofiyolitik melanji oluşturmuştur. Eş zamanlı subsidans havzalar Gümüşhane yükselimine göre simetri oluştururlar,

PETROLOJİ ve PETROKİMYA

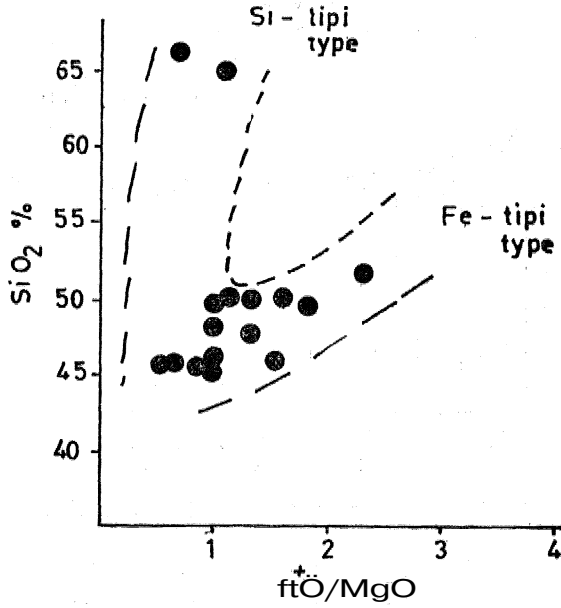
Tüm Pontidler'de Liyas volkanitleri kısmen altere veya spilitleşmiş olarak görülür. Ancak kimyasal analizler mikroskop altında incelenmiş ve nisbeten az bozmuş kayaçlardan yapılmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar petrolojik olarak denetlenmiştir. Öte yandan Sabine ve diğerleri (1985) toplam alkali silika diyagramı ile çoğu metabazaltların dahi tatminkar bir şekilde sınıflandırılabilirliğini göstermiştir.

SiO_2-K_2O , $SiO_2^{FeO/MgO}$ ve TiO_2/Zr diyagramları ile Rb, Sr gibi iz element içerikleri Liyas volkanitlerinin iki grup altında toplandığını gösterir (Tablo 1» Şekül2, 3,4).~

1 — Yitimle ilgili düşük TiO_2 h bazaltlar (Doğu Pontid kuzey zonu)

2 — Yitimle ilgili olmayan yüksek TiO_2 bazaltlar (Doğu Pontid güney zonu).

Doğu Pontidler'in kuzeyinden Gümüşhane güneyine kadar olan alanda izlenen ark ve ark gerisi rift tleşmeye eşlik eden volkanizma mineralojik ve petroktmyasal özellikleri ile yitim volkanitleri oldukları kanıtlanmaktadır. Ancak Gümüşhane bazaltlarının bir kısmının yüksek TiO_2 (1,40) içerikleri ile WPB veya MORB bazaltlarına doğru geçiş gösterdikleri söylenebilir. Bir başka deyişle ark lavları için verilen en yüksek TiO_2 içeriğine sahiptirler» Kuzeydeki ark içi rift bazaltları düşük K_2O lı ark toleyitleri ile temsil edilirler (Sürmene civarı). Daha güneyde Hamsiköy yöresinde aynı bazaltlarda K, Rb gibi uyumsuz element içeriği artışına paralel olarak KA özellik belirginleşir. Hatta yüksek K'lı kalk-alkali bazaltlar oldukça yaygındır. Torul-Gümüşhane civarında ise söz konusu bazaltlar ana ve iz element içerikleri ile KA-A volkanitlere geçiş özelliği gösterirler, Olivinli alkalin bu bazaltlar genel olarak ofitik ve mikrolitik porfmk doku sunarlar, Güneydeki K_2O , Al_2O_3 ve Rb artışı kayaçların mineralojik bileşimine d© yansımaktadır. Ku* zeydeki toleyMk bazaltlarda oHvln görülmemesine karşın Hamsiköy'den itibaren güneye doğru olivin içeriğinde önemli artış izlenir. Aynca kalk-alkali serinin karakteristik minerallerinden olan Ca fakir piroksen-



ŞeMİ 3 : SiO_2-K_2O diyagramında (PeceriUo ve Taylor» 1975) düşük TiO_2 lı bazaltların dağılımı TO s Toleyitik bazalt. KÅ : Kalk«alkali bazalt, YKKA r Yüksek K kalkalkali bazalt, SO-Å : Şoşonitik-alkalî bazalt» diğer semboller ŞeMİ 2'deki gibi,

Figür© 3 : Low TiO_2 basalts plotted on the SiO_2-K_2O diagram "(Peeedllo and Taylor, 1975), TO : Tholeiitic basalt, KA : Calc-alkali basalt, YEMA t High K eale-alkali basalt. SO:A : ShosonitioAlkalî basalt. Other symbols as on the figure 1*

olur, Gümüşhane ve yakı» yöresindeki bazalt, bazaltik andezit ve dasitlerde SiO_2-FeO/MgO diyagramında (Fe) ve (Si) tipi farklı iki yönseme göstermektedir (Şekil 4), İlk bakışta bu iki farklı yönsemede FeO ar* tısı toleyitik özellikten kaynaklandığı düşünülür (Miyashiro, 1974).

NiteMm Liyas yaşlı volkanitlerin ve kuvarslı dolerit dayklarının toleyitik özellikte olduğu Tokel (1972) tarafından belirtilmektedir. Ancak SiO_2 artışına paralel olarak hızlı bir FeO artışı gösteren bu bazaltlar Abu volkanitleri gibi normatif nefeimli, yüksek Al_2O_3 , K_2O ve Rb lu alkalin olivin bazaltları simgeler, Ayrıca adı geçen volkanitlerin toleyitik özellik göstermesine rağmen yüksek Al_2O_3 lı ve alkalilerce zengin oldukları yine Tokel (1972) tarafından belirtilmektedir.

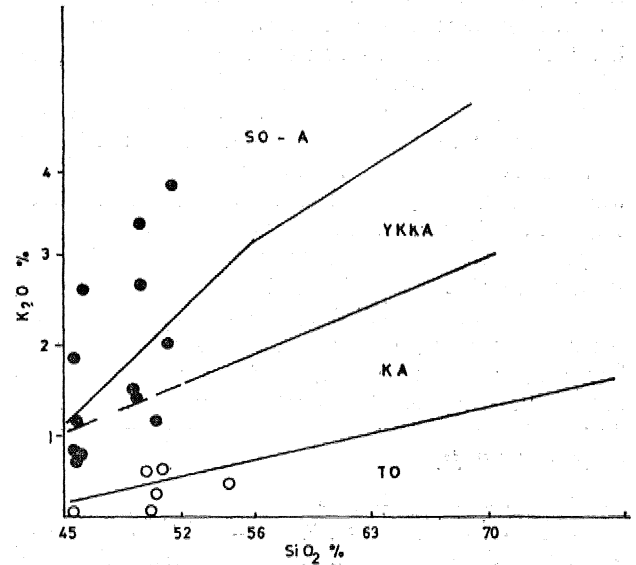
Bütün bu veriler dikkate alındığında Gümüşhane Liyas volkanitlerinin alkalin olivin bazaltik birincil magma ile (Fe tipi) bunun dasitik magma ile olan karışımından türemiş kalk-alkali (Si tipi) magmatizmasını temsil ettikleri sonucuna varılır. Özetleyecek olursak Gümüşhane Liyas volkanitleri silise doygun olmayan alkali olivin bazaltik ana magma ile bunun dasitik magma ile olan karışımından türemiş nisbeten silise doygun. KA magmatizmasını temsil ederler.

Kalk-Alkali Volkanizma ile Plaka Ortası Volkantona Arasındaki İlişkiler

Bayburt, Kelkit, Demirözü civarında yüzöyleyen ve Liyas'daki "rifteşmeye bağlı olarak geçmiş ofiyolitlerin (Kop ofiyolitleri, Bektaş ve diğerleri, 1984) volkanitlerini oluşturan yüksek TiO_2 lı A-TO bazaltlar plaka ortası özellikli olup okyanus ortası sırtı bazaltlara geçiş gösterirler (ŞeMİ 2). Bir başka deyişle TiO_2 içeriği Doğu Pontid arkının kuzeyinden güneyine doğru sistemli bir şekilde artmaktadır. Kop ofiyolit kuşağının biraz daha kuzeyinde kalan Demirözü mevkiinde üyas tabanındaki ofiyolit-metamorfizma birliğini kesen dayklar da MORB ve WPB Özelliindedir. Güney zonda yüksek TiO_2 lı yitimle ilgili olmayan bu volkanitlerin kuzey zondaki düşük TiO_2 lı yitim volkanitleri ile ilişkisi nedir?

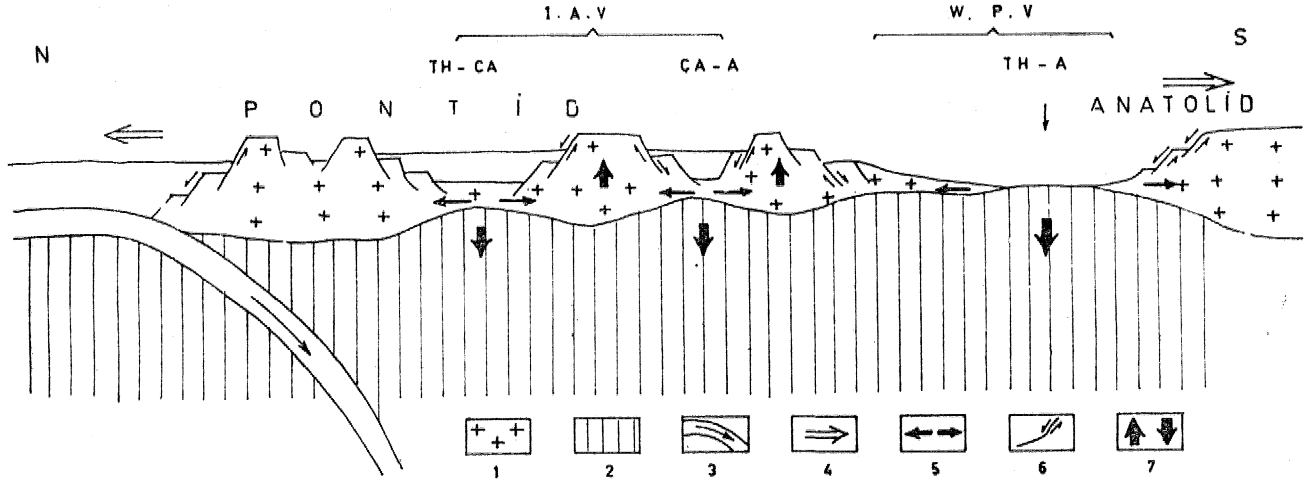
Smedley (1986) İsifcaçya Paleozoyik ark gerisi jeotektonik ortamında birlikte görülen ark lavları ile plaka ortası volkanitleri (WPB) arasındaki ilişkiyi iz element ve izotop çalışmaları ile açıklamaya çalışmıştır,

Nb, Ti dışında benzer Mmyasal özellik gösteren farklı bu iki grup volkanitlerin aynı mantonun farklı ortamda farklı kısmı ergime ve diferansiyasyon ile geliştiklerini savunmuştur. Bu görüş ark kalk-alkali lavlarının dahan litosferden türemiş olması görüşüne (Green ve Rinewood, 1968) ters düşer. Güncel



ŞeMİ 4 : SiO_2-FeO/MgO diyagramında düşük TiO_2 Liyas volkanitlerinin dağılımı : (Si) tipi kalk-alkali (Fe) tipi alkali magma serisine karşılık gelmektedir (Koyaguehi, 1986),

Figure 4 : Low TiO_2 Liassic volcanics plotted on the SiO_2-FeO/MgO diagram : (Si) type corresponds to calc-alkali; (Fe) type corresponds to alkali magma series (Koyaguehi, 1986).



Şekil 5 : Doğu Pontidlerde Liyas döneminde ait jeotektonik model, 1 : Kıtasal kabuk, 2 : Manto, 3 : Dalan okyanus kabuğu (Paleotette), 4 : Trench'ta gerilemesi veya Anatolitlerin gerilemesi 5 : Çekme gerilmedi rejimi* 6 : Normal veya Üstrik fay* 7 : Yükselme ve çökme, I.A.V. : Ada yap volkanitleri TH : Toleyit. CA : Calc-alkali* A : Alkali, WPV : Plaka ortası volkanitleri.

Figure 5 : Liassic geotectonic model of the Eastern Pontid. 1 : Continental crust, 2 : Mantle, 3 : Subducting oceanic crust (Paleotethys), 4 : Regression of the trench or Anatolid. 5 : Extensional regime, 6 : Normal or strike-slip fault, 7 : Subsidence and uplift. I.A.V. : Island arc volcanics, TU : Tholeiitic. CA : Calc-alkali* A : Alkali, WPV : Within plate volcanics.

çalışmalar Hoffman (1979) ve Mysen (1982) yitim zonu üzerindeki manto kamasının dalan litosferden sağlanan sulu akışkanlarla metasomatizmaya uğramasıyla uyumsuz elementlerce zenginleşmiş olduğunu ve KA kayalarla böyle bir kaynaktan türediğini belirtir. Sulu ortamdaki kısmi ergime sırasında Nb, Ta, Ti gibi elementlerin manto kaynağı içerisinde tutulmasından (retention) dolayı (Thompson ve diğerleri» 1983; Weaver ve Tarney, 1983) ark kalk-alkali bazaltları susuz ortamda aynı manto kaynağının kısmi ergimesiyle gelişmiş plaka ortası bazaltlarından daha düşük TiO_2 içerir. Bu savdan hareket edecek olursak Doğu Pontid orojenik -kuşağının kuzeyinde kalan yay lavlarının dalan litosferden (yitimden) etkilenmiş olmasına karşın güneydeki aynı yaştaki lavların aynı mantodan türemiş olmasına rağmen yitimden etkilenmediği sonucuna varılır. Bu da Doğu Pontid Liyas magmatik arkını oluşturan yitimin kuzeyden güneye doğru olduğunu kanıtlayan bir diğer petrokimyasal veridir (Şekil 5),

Aktif veya Pasif Mftleşme

Doğu Pontid yay ve yay gerisi bölgelerinde riftleşmeye eşlik etmiş olan manto yükselminin aktif veya pasif manto yükselimi şeklinde olduğu sorusuna şu şekilde yaklaşmak mümkündür* Turcotte ve Emerman (1983) aktif riftleşme olayında derin manto (mantle plume) yükselmesiyle rift zonuun merkezinde litosfer yükselmesinin (updoming) gerçekleşmiş olduğunu*, pasif manto yükselmesinde ise tersine litosfer içi gerilmelerinden dolayı aynı bölgede çökmenin (subsidence) geliştiğini belirtir. Doğu Pontidler'de Liyas volkanizması böyle bir çökmenin

belirtileri sayılabilecek kömürlü sığ gösel veya denize detritiklerle birlik oluşturduğundan Pontid yay ve yay gerisi litosfer gerilmelerinin sığ mantonun pasif olarak yükselmesine sebebiyet vererek farklı ortamlarda (sulu veya susuz) farklı kısmi ergime ve diferansiyasyonla farklı özellikteki Liyas volkanitleri* ni oluşturduğu düşünülmektedir,

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Doğu Pontid Jura volkanizması ve tektoniği ile ilgili birbirinden oldukça farklı görüşler vardır, Adamia ve diğerleri (1977); Tofel (1981), Pontidler'in güneyindeki ofiyolitik sütün zommu Paleotetisin kalıntısı olarak değerlendirip Jura magmatik arkının kuzey yönlü yitim ile geliştiğini belirtirler» Buna karşın Dewey ve diğerleri (1973); Şengör ve diğerleri (1980); Bektaş (1933, 1986); Bektaş ve diğerleri (1984) güney yönlü yitimin Pontid arkı ve ark gerisi havza* larının oluşumuna eşlik ettiğini iddia ederler. Ancak Şengör ve diğerleri (1980) Pontid arkı ile Avrasya platformunun Dogger'de çarpışmasıyla Paleotetisin kapanmış olduğunu, buna bağlı olarak da Malm-Alt Kretase volkanizmasının Tibet türünde (kıta kabuğunun kısmi ergimesiyle oluşmuş yüksek K_2O asidi k magma (Dewey, 1977) geliştiğini vurgularlar. Yusufeli, Bayburt, Kelkit hattında yüzeyleme veren ofiyolitik sütün zonunu da Paleotetisin kalıntısı olarak değerlendirirler, Oysa Bektaş ve diğerleri (1984) aynı sütün zonunu Pontid arkı gerisinde Liyas'da açılan kenar denizinin taban kayaları olarak benimsemişlerdir. Serpantinit, gabro, bazalt gibi ofiyolitik kayalar riftleşmenin ilk ürünleri olup Triyas-Liyas yaş aralığına sahiptirler. Alt Kretase yaşlı ofiyolitik me*

lanj ise aynı havzanın oMstostromal rasiyesine karşılık gelir.

Öte yandan Dogger'de kuzeydeki Paleotetisin kapandığına ve Malm-Alt Kretase dönemlerind« Tibet türü volkanizmanın etkin olduğuna dair veriler son derece tartışmalıdır (Bektaş ve diğerleri, 1984), Yukarıda da belirtildiği gibi Doğu Pontidierki kuzeyinde Dogger, güneyde olduğu gibi sığ denizel özellikte olup kireçtaşı veya detritiklerle temsil ediiii (Taşlı, 1985).

Malm-Alt Kretase ise Doğu Pontidler'de volkanik ma açısından son derece sakin olup, karbonat kayalarıyla temsil edilir. Volkanizma ancak kuzey zonda Alt Kretase sonlarında görülmeye başlar (Zankl, 1961), Ancak adı geçen volkanizma Japon arkında olduğu gibi bimodal (bazalt ve dasit) olup düşük K'lı toleyitik özelliktedir (Taner, 1977), Bütün bu veriler Dogger-Malm'd© Doğu Fontidler/in kuzeyinde güneyde olduğu gibi gerilme (exten-sion) rejiminin hüküm sürdüğünü buna bağlı olarakta arka paralel rift hav^ zalanmn geliştiğini işaret eder, KD-GB ve KB-GD doğrultum eşlenik doğrultu atıralı faylara bağlı olarak gelişmiş arka paralel rift havzalarının (pull-apart basins) JJyas volkanizması kuzeyde TOKA (sahil kesimi), güneye doğru yüksek K'ü KA (Gümüşhane» Torul) ve Gümüşhane civarında ise yüksek K'lı KA-A ark volkanik provenslerm varlığını belirtir» Elde edi* len sonuçlar Japon (Kuno, 1968), İndonezya (Mukho* padhyay, 1984), Orta Amerika (Burkart ve Self, 1985) ve Kuzey Antartika (Ferran, 1985) etkin kıta kenarlarından derlenen verilerle karşılaştırıldığında Liyas döneminde güney yönlü yitimin varlığı kanıtlanır. Kuzeydeki düşük TiO₃ h ark volkanitleri güneye doğru (Gümüşhane'nin güneyi) yüksek TiO₃ ü MORB veya WPB İarma geçiş gösterirler, Liyas yaşlı bu volkanitler Bayburt, DemirÖzü, Kelkit yörelerinde riftleşmenm ilk dönemlerinde kabul altından yükselmiş manto malzemelerinin (Serpantinit) üzerinde A-TH özellikteki lavlarını veya dayklarmı temsil ederler. Bir başka deyişle bu volkanitler Liyas-Triyas? yaşlı ofiyolit dizisinin tamamlayıcısı durumundadırlar. Düşük TiO[^] ark volkanitleriyle daha güneydeki (yay gerisi) yüksek TiO₂ li MOİTB ve WPB lan güneye doğru dalan litosfer üzerindeki manto kamasının sulu ortamda (düşük TiO₂ lı bazaltlar) veya susuz ortamda (yüksek TiO₃ bazaltlar) farklı kısmi ergimesi ve dife* ransiyasyonu geliştikleri görüşü benimsenmiştir. Alt Kretase'de eş yaşlı ark içi ve ark gerisi sübsidans olayları oMstostromal fasiyeslerle belirginleşir. Güneydeki bu olaylar Alt Kretase olistostromal ofiyolitik melanjı şekillendirir.

DEĞİTİMİLEM BELGELEE

- Adamia, SH.À., Lordkipanidze, M.B., Zakariadze, G.S.> 1977, Evolution of active continental margin as exemplified by the Alpin history of the Caucasus : Tectonophysics, 40, 183499,
- Ağar, U., 1977, DemirÖzü (Bayburt) ve Kose (Kelkit) bölgesinin jeolojisi : t.Ü, 36 s. Ofayınlanmamış),
- Aydm, A., Nur, A., 1982, Evolution of puU-apart basins and their scale : Teetonies, 1/9M0?.

- Bektaş, (X, 1983, Kuzeydoğu Pontid magmatik yaym daki (I) tipi granitik kayaçlar ve jeotektonik konumlan : Türkiye Jeol Kur., 37, Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurultayı, Bildiri özetleri, 49-50,
- Bektaş, O., 1984, Doğu Pontidierde Üst Kretase yaşlı şoşoniA volkanizma ve jeotektonik önemi : K-Ü. Derg., 3, 53-62.
- Bektaş, O., Pelin, S. Korkmaz, S., 1984, Doğu Pontid yay gerisi havzasında manto yükselimi ve poUjenetik ofiyolit olgusu : TürMye Jeol. Kur, Ketin Simpozyumu, 175-189,
- Bektaş, Q*, 1986, Doğu Pontid arfcark gerisi bölgelerinde paleostres dağılımı ve çok saf halı riftleşme : MTA yayını, 103/104, 16^39.
- Bergougnan, H., 1975, Relations entre les edifices pontique et taurique dans les Nord-East de l'ÂnadoHe : Bull Soc, Geol. Fr., 717, 10454057.
- Blumenthal, M., 1948, Un aperçu de la géologie des chaînes nord Anadolienne entre lova de Bo* lu et le Kızılırmak Inférieur : MTA Ensk, 13.
- Brophy, J.G*, The Cold Bay Volcanic Center, Aleutiaa volcanic are* I implioations for the origin of Hialumina arc basalt : Contr, Min. Petrol. 93, 368480.
- Burkart, B., Self, S., 1985, Extension and rotation of crustal blocks in northern Central America and effect on the volcanic arc : Geology, 13, 2246.
- Cochran, J.R., 1983, A model for development of Red Sea : Am, Ass» of Petroleum Geologists Bull» 67, 41-69.
- Dewey, J.F., Pitman, W.C, Ryan, W.B.F., Bonnin, J., 1973, Plate tectonics and evolution of Alpine System: Geol Soc. Am, Bull 84, 31374180.
- Dew©y, J,F*, 1977, Sutur zone complemties : a review to, M,W. Me EMnoy (Editor), the past distribution of continent : Tectonophysics, 40, 53-67.
- Eren, M., 1983, Gümüşhane-Kale arasmın jeolojisi ve mlkrofasiyes incelemesi : Master tezi, Karadeniz Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, 197 s.
- Ferran, O.G., 1985, Volcanic and tectonic evolution of the northern Antartic Peninsula-late ceno* zoic to recent : Tectonophysis, 389-409*
- Green, T.H., Ringwood, A.E., 1968, Crystalization of basalt and andésite under high pressure hydrous conditions, Eart Planet. Sei. Lett., 3, 480-489.
- Görür, N., Şengör, A.M.C, Akkök, R., Yılmaz, Y., 1983, Pontidierde Neo-Tetis'in kuzey kolunun açılmasına ilişkin sedimentolojik veriler : Türkiye Jeol. Kur. Bült., 26, 11-21.
- Hofmann, A.W., 1979, Isotope and trace element geochemistry of the earths mantle, In : Lectures in Isotope Geology. E. Jager and J.C Hunziker, eds., 203-206, Springer-Verlag.
- İda, Y., 1983, Convection in the mantle wedge above the slab and tectonic processes in subdue-

- tion zones ; J. Geophys Res. *S8*, 7449-7456.
- Koyaguchi, T., 1986, Textural and compositional evidence for magma mixing and its mechanism, Abu volcano group, Southwestern Japan : *Contr. Min. Petrol.*, 93, 33-45.
- Kuno, H., 1968, Differentiation of basalt magmas : In : Hess, H.H. (ed) Basalts, vol. 11, New York : Interscience, 623-88.
- McKenzie, D.P., 1978, Some remarks on the development of sedimentary basins : *Earth Planetary Sei, Letters*, 40, 25-32,
- Miyashiro, A., 1974, Volcanic rock series in Island arcs and active continental margins : *Am. J. Sei*, 273, 321-335.
- Mukhopadhyay, M., 1984, Seismotectonics of subduction and backarc rifting under the Andaman Sea : *Tectonophysics* 108, 229-239,
- Mysen, B.O., 1982, The role of mantle anatexis, in : *Andésites* R.S. Thorpe, ed. 489-522, Wiley,
- Nebert, IC, 1961, KelMt çayı ve Kızılırmak (Kuzey Anadolu) nehirleri mecrâ bölgelerinin jeolojik yapısı : *M.T.A. Derg.* 57, 149.
- Pearce, J.J.L, Cami, J.J.L, 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses : *Earth Planet Sei Lett.* 19, 290-300,
- Peccerillo, A., Taylor, SİL, 1975, Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontic chain, northern Turkey : *Bull Vol. Tome*, 39/4, 143,
- Pelin, S., 1977, Alucra (Giresun) güneydoğu yöresinin petrol bakımından jeolojik incelemesi : *K.Ü. Yerbilimleri Fak. No*, 13.
- Perfit, M.J.L, Gust, D.Ä., Bence, A.E., Arculus, R.J., Taylor, S.R., 1980, Chemical characteristics of island arc basalts : Implications for «nante sources : *Chem. Geol.*, 30, 227-256.
- Sabine» P.A., Harrison, R.K., Lawson, R.L., »85, Classification of volcanic rocks of the British Isles on the total alkali oxide-silica diagram and the significance of alteration. *British Geological survey Report*, 17, No 4.
- Saunders, A.D., Fornarl, D.J., Morrison, MA., 1982, The composition and emplacement of basaltic magmas produced during development of continental margin basins : *The Gulf of California, Mexico* : *J. Geol Soc. London* 139, 335446.
- Seymen, t., 1975, Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun tektonik özelliği : *İ.T.Ü, Maden Fakültesi*, 192 s.
- Smedtey, P.L., 1986, The relationship between calesitkaMn© volcanism and "within-plate continental rift volcanism : evidence from Scottish Paleozoic lavas : *Earth Planet. Sei. Lett.*, 76, 113428,
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Ketin, I, 1980, Remnants of a pre Late Jurassic ocean in northern Turkey : Fragments of a Permian Triassic Paleotethys : *Geol. Soc, Am. Bull.*, 91, 599-609.
- Taner, R, 1977, Etude géologique et pétrologique de la region Güneyce-iMzdere, située and sud de Riz© (Pontids orientales, Turquie) : *Doktora tezi*» Cenevre Üniv. 258 s,
- Tanyolu, E., 1986, Mur nmsiE (Bayburt) doğu keşiminin jeolojisi ; 40, *Türkiye Jeoloji Kur 2h* 22,
- Tash, K., 1984, Hamsiköy (Trabzon) yöresinin jeolojisi : *K*U. Dergisi*, 3, 63-69*
- Tamaki, İC, 1985, Two models of back-arc spreading : *Geology*, 13, 475478.
- Thompson, R.N., Morrison, MA., Dickm, A.P., Hendry, G.L., 1983, Continental flood basalts-arachnids rule O.K.? In: *Continental basalt and mantle xenoliths** C.J. Hawkesworth and MJ. Norry, eds, 158485.
- Takel, S., 1972, Stratigraphical and volcanic history of Gümüşhane region, NE Turkey : *Doktora tezi*, College Univ. Londra,
- Tokel, S., 1981, Plaka tektoniğinde magmatik yerleşimler ve jeokimya : *Türkiye'den örnekler ; Yeryuvarı ve insan*, 6/34, 53-65.
- Tokel, S., 1983, Liyas volkanitlerinin Kuzey Anadolu'daki dağılımı jeokimyası ve kuzey tetis adayı sistemi evriminin açıklanmasındaki önemi : *37 Türkiye Jeol. Kur.*, 4243.
- Trucotte, DJL, Emerman, S,HL, 1983, Mechanism of active and passive rifting : *Tectonophysics*, 94,39-50.
- Uyeda, S*, Kanamori, M., 1979, Back-arc opening and the mode of subduction : *Journal of Geophysical Research*, 84, 10494061.
- Uyeda, S., 1983, Comparative subductology : *Episodes*, 19-24,
- Weaver, B.L., Tarney, J., 183, Chemistry of the subcontinental mantle : inferences from Archaean and Proterozoic dykes and continental flood basalts, In : *Continental basalts and mantle xenoliths*, C.J., Hawkesworth and MJ. Norry, eds, 209-229.
- Wilkinson, J.RG., 1986, Classification and avaraga chemical compositions of common basalts and andésites : *J, Petrology*, 27, 31-62,
- Yalçmalp, B., 1983, Sürmene-Aksu (Trabzon) yöresinin jeolojisi ve metalojenezi : *Master tezi* K.Ü. Yer Bilim, Fak.
- Yamaoka, K., Yoshio, F., 1983, Stress estimate for the Highest Mountain system in Japon : *Tectonics* 2, 453473,
- Yılmaz, Y., 1972, Petrology and structure of the Gümüşhane granite and surrounding rocks; north-eastern Anatolia : *Doktora tezi*, 260 s, (Yapılanmamış)
- Yılmaz, H., 1986, Olur (Erzurum) yöresinin jeolojisi : *K.Ü. Dergisi*, 4, 23-43,
- Zankl, H., 1961, Magmatismus und Bauplen des östtopontischen Gebiges im Querprofil des Harşit-Tales Nordust Anatolien, *Geologische Rudsehau*, 51, 218-240.
- Yazanın geliş tarihi: **15.12.1986**
Düzeltilmiş yazının geliş tarihi: 22.6.1987
Yajroa geliş tarihi! **20J.1987**