

Sürmene (Trabzon) yöresi bazaltlarının jeolojik yerleşimi ve jeokimyası

Geological setting and geochemistry of the Sürmene area basalts (Trabzon, NE Türkiye)

Bülent YALÇINALP

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Trabzon

Öz

Pontid Tektonik Birliği'nin Kuzeydoğu Zonu'nda yer alan inceleme alanında bazaltlar, Liyas ve Üst Kretase yaşlı olmak üzere ilk ayrı seviyede gözlenirler. Aralarında petrografik ve ayrışma bakımından belirgin farklılıklar vardır. Yöre bazaltları adayayı ortamında gelişmiş olup, Liyas'ta toleyitik; Üst Kretase'de ise kalk-alkali karakterli volkaniklerden oluşmuştur.

Abstract

The study area is located on the NE Zone of the Pontid Tectonic Unit. The basalts outcropping in the study area are observed in two different levels as Liassic, and Upper Cretaceous age-levels. There are distinct dissimilarities between them with regard to their petrographic and alteration character. The basalts of Upper Cretaceous age are calc-alkali and the Liassic ones are tholeiitic in composition.

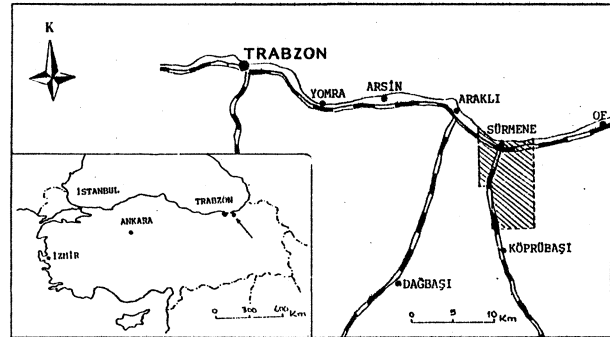
GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, yaş veren tortul birimlerin çok az bulunduğu Doğu Pontid Kuzey Zonu'ndaki Liyas yaşlı bazaltların en kuzeyde yüzeyleşmiş örneği olan yöre bazaltlarının ve Üst Kretase yaşlı bazaltların petrografik ve petrolojik özelliklerini irdelerek kökensel yorumlarını yapmak ve bölgede çalışan araştırmacıların incelemelerine katkıda bulunmaktır.

İncelenen bölge Trabzon'un 25 km doğusunda olup, 1/100.000 ölçekli Trabzon G 44 paftası içinde yer alır (Şekil 1). Birçok araştırmacı yöreyi de içine alan bölgede jeolojik ve cevherleşme yönünden inceleme yapmışlardır. Sürmene yöresindeki en eski incelemeyi Atabek (1940) pirit ve spekülait mineralleşmelerinin genel jeolojik ve mineralojik özelliklerini saptayarak yapmıştır. Alpan (1970) Sürmene-Of arasındaki sahanın jeolojik etüdünü yaparak, yöredeki dasitleri ilk defa "Cevherli dasit" ve "Mor dasit" olarak ayırtlamışlardır. İğdir (1971) ise yörenin maden mineralleri bakımından önemli olduğunu belirtmiştir.

GENEL JEOLJİ

İnceleme alanı Pontid Tektonik Birliği'nin (Ketin, 1966) Kuzey Zonu'nda yer alır. Sahadaki en yaşlı birim, tabanı gözlenemeyen Liyas yaşlı Pontid Alt Bazik Karmaşığı'dır (Şekil 2). Bazalt, andezit, diyabaz ve bazaltik bileşimli piroklastiklerden oluşan kayalar yer yer spilitleşmiş veya keratofirleşmişlerdir. Yörede bu



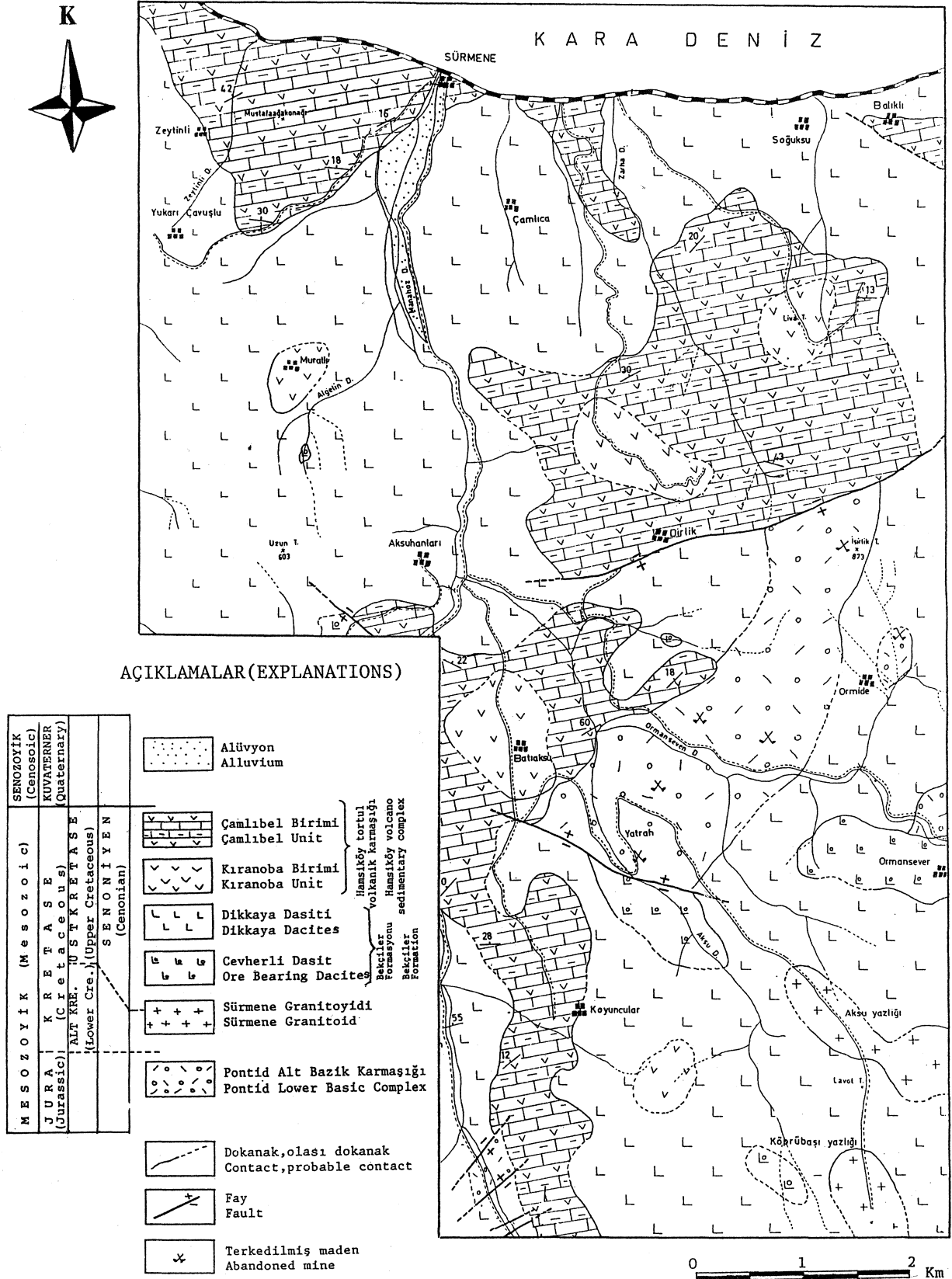
Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the investigation area.

karmaşığın üzerine ince bir kristalize kireçtaşı seviyesi gelmektedir. Bunlar fosilli olup, *Calpinonella cf. undelbides* (Colom) ve *Trocholina alpina* (Leupold) fosilleri içeriğiyle Malm-Alt Kretase yaşını vermektedir.

Alt-Üst Kretase sınırında sokulum yaptığı tahmin edilen granitoid, tonalit ve kuarşlı diyorit bileşiminde olup, yörede en az mostra veren birimdir. Granitoid, kendinden daha yaşlı olan Pontid alt bazik karmaşığı içinde pirometasomatik spekülait, manyetit ve pirit mineralleşmelerinin oluşmasını sağlamıştır.

Üst Kretase'den daha yaşlı olan birimleri uyumsuz olarak üstlediği kabul edilen (Gedikoğlu, 1978; Van 1990) Bekçiler formasyonu, Cevherli dasit ile Dikkaya



Şekil 2. Sürmene (Trabzon) yöresinin jeoloji haritası

Figure 2. Geological map of Sürmene (Trabzon) area.

SÜRMENE BAZALTLARI

dasiti'nden oluşur. İnceleme alanının önemli bir kesimini oluşturan Cevherli dasitler, çoğunlukla tüf karakterli olup daima her kesiminde pirit ve kalkopirit gibi cevher minerali içerir ve yoğun hidrotermal ayrışma nedeniyle kalsit, serisit, silis gibi minerallerce zengindir. İnceleme alanının doğusunda Baştımar ve Kutlular bakır yatakları bu dasitlere bağlı olarak gelişen masif sülfür yataklarıdır. Dikkaya dasiti ise ayrışma göstermez; çoğunlukla lav karakterindedir ve Cevherli dasitlerle kesin sınırları vardır. İnceleme alanında Aksu Deresi vadisinde Dikkaya dasiti'nin Cevherli dasitleri keserek yerleştikleri görülmektedir.

Senoniyen yaşlı Hamsiköy tortul-volkanik karmaşığı. Bekçiler formasyonu'nu uyumlu olarak üstler. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çalışan araştırmacılar (Gediköglü, 1978; Pelin ve diğ., 1982; Van, 1990) bu karmaşığı oluşturan volkanik (Kıranoba birimi) ve tortul (Çamlıbel birimi) birimlerin birbiriyle olan konumlarının ve yayılımlarının yersel olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Sürmene yöresinde karmaşığın önemli miktarını Çamlıbel Bilimi oluşturmaktadır. Birim ince katmanlı kumtaşıyla başlar ve kumlu kireçtaşı, killi kireçtaşı, biyomikrit, kiltası, marn, tüf, tüfit aralanması şeklinde devam eder. Bu seviyelerin stratigrafik diziliminde belli bir sıralanma yoktur. Örneğin, seri Çiftesu Köyü yöresinde kumtaşlarıyla; Balıklı yöresinde ise kırmızı renkli biyomikritlerle başlar. Çamlıbel Birimi'nin yaşı, biyomikrit seviyelerinde tespit edilen paleontolojik verilere göre Kampaniyen-Maastrichtiyen olarak saptanmıştır. Kıranoba bilimi ojit bazalt ve bazaltik piroklastikler karakterinde olup yersel olarak izlenirler. Yöredeki en genç oluşuklar Manahoz Çayı vadisindeki alüvyonlardır.

BAZALTLARIN PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI

Pontid alt bazik karmaşığı içindeki bazaltlar koyu kahverengi ve bordo renkte, oldukça ayrışmış ve kırıklı yapıdadırlar. Bol olan gözenekleri kalsit, klorit ve epidot mineralleriyle doludur. Mikroskobik incelemelerde mikrolitik porfirik ve mikrolitik entersertal dokular gözlenir. Plajiyoklazlar % 60-80 içeren labrador ve bitovnit cinsi olup iri kristaller ve mikrolitler şeklinde bulunur. Kısmen ayrışarak kalsit ve serisite dönüşmüştür. Oldukça bol olan ojitler kısmen klorit ve kalsite; daha nadir olarak ta uralitleşme sonucu aktinota dönüşmüşlerdir. Genellikle olivin bulunmamasına karşın bir kaç kesitle iri olivin kristallerine rastlanmıştır. Özşekilli olup çoğunlukla kenar kısımları iddingsite diğer kısımları ise serpentine dönüşmüşlerdir.

Pontid alt bazik karmaşığına ait bazaltlarda hemen her zaman görülen opak minerallerin çoğunluğunu pirit oluşturur. İkincil mineral olarak gerek gözenek dolgusu, gerekse birincil minerallerin yanında pistaşit, klinozoisit, penin, kalsit ve seyrek olarak ta zeolit mineralleri görülür.

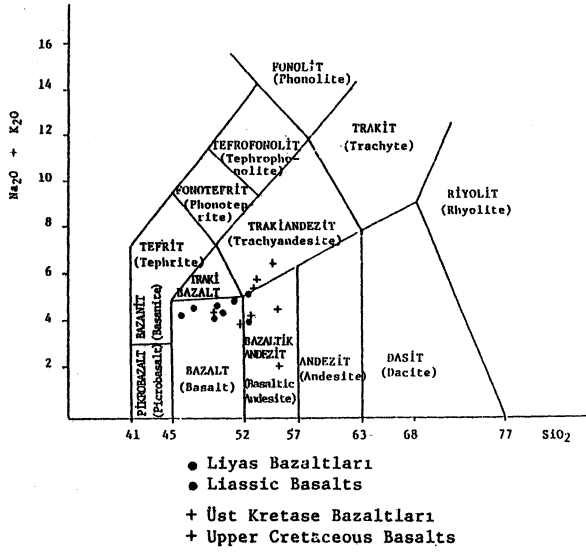
Üst Kretase yaşlı Kıranoba birimine ait bazaltlar, Liyas yaşlı bazaltlara oranla daha az ayrışmışlardır. Bu nedenle sert ve yalçın topografyalar vermesiyle kolayca tanınırlar. Yeşilimsi siyah renk gösteren kayaçta ojit kristallerinin yer yer 0.5 cm büyüklüğünde oldukları görülmektedir. Mikroskobik incelemelerde mikrolitik porfirik doku izlenir. Plajiyoklas cinsi %54-68 An. içeren labradordur. Ojit mineralleri nisbeten oldukça az ayrışma gösterirler. Olivin küçük tanecikler şeklinde izlenir. Ayrıca Üst Kretase yaşlı bazalt örneklerinin çoğunda hipersten saptanmıştır. Dik sönmesi, düşük çift kırılması

Çizelge 1. Sürmene (Trabzon) yöresi bazaltlarının ana ve bazı iz element analiz değerleri.

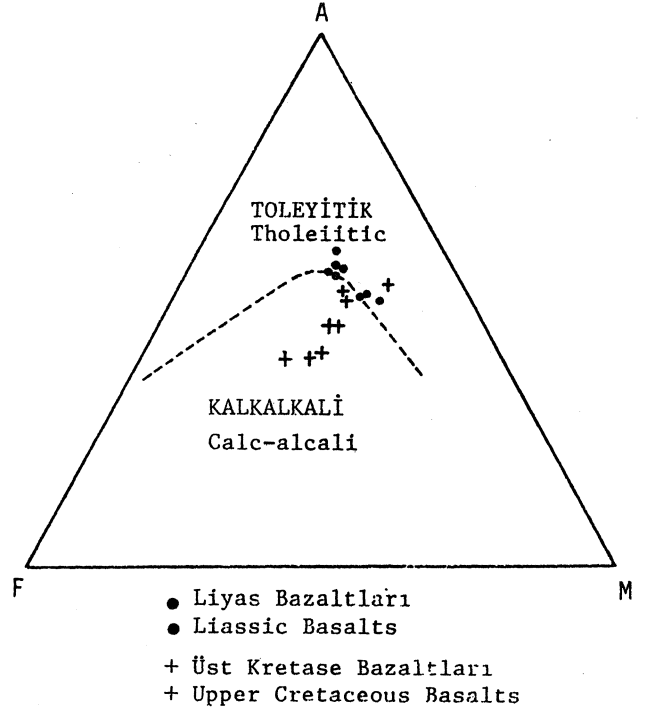
Table 1. Major and some trace element analysis values of the Sürmene (Trabzon) area basalts.

	LİYAS YAŞLI BAZALTLAR LIASSIC AGED BASALTS							
	58	65	97	98	99	152	163	166
SiO ₂ %	48.24	50.08	49.85	48.03	46.78	52.3	51.05	49.36
TiO ₂	1.11	1.17	1.07	0.88	1.16	0.92	1.03	1.3
Al ₂ O ₃	15.2	16.05	15.84	16.02	15.5	15.87	16.12	15.94
Fe ₂ O ₃	3.79	3.25	3.24	3.29	3.89	2.62	3.24	3.66
FeO	10.83	9.28	9.26	9.41	10.11	7.48	9.26	9.44
MnO	0.41	0.43	0.35	0.3	0.31	0.36	0.53	0.47
MgO	5.78	5.64	5.66	7.76	9.58	6.17	5.56	5.56
CaO	7.05	7	6.9	6.39	3.45	6.27	5.49	3.42
Na ₂ O	4.02	3.98	3.64	4.12	3.85	3.42	4.45	3.05
K ₂ O	0.37	0.33	0.51	0.52	0.35	0.42	0.32	0.3
P ₂ O ₅	0.1	0.12	0.1	0.08	0.11	0.13	0.14	0.12
H ₂ O	2.21	1.45	2.77	3.72	2.85	3.52	2.11	2.93
toplam	99.11	99.78	99.19	100.52	99.59	99.48	99.3	99.25
Sr ppm	271	256	284	243	261	195	298	348
Rb	18	14	17	22	10	12	14	20
Zr	110	115	108	87	100	119	115	113
Y	25	19	28	25	27	34	29	20

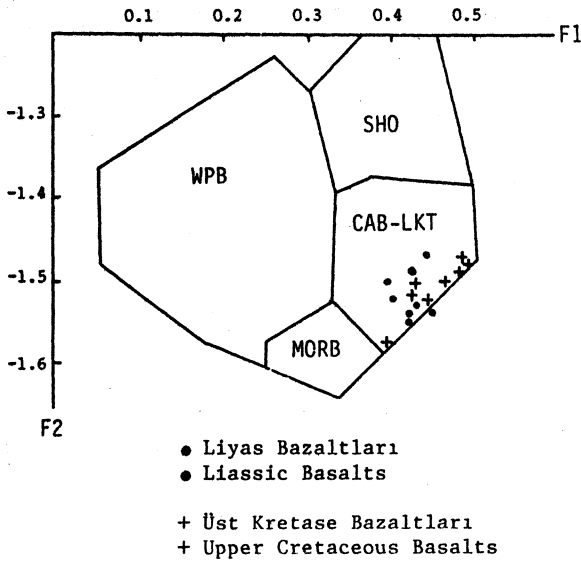
	ÜST KRETASE YAŞLI BAZALTLAR UPPER CRETACEOUS AGED BASALTS							
	12	22	25	36	38	67	169	179
SiO ₂ %	49.82	51.88	52.31	55.18	54.47	54.43	53.22	53.8
TiO ₂	0.58	0.64	0.78	0.91	0.74	0.81	0.77	0.46
Al ₂ O ₃	15.65	15.42	15.83	15.93	16.69	16.77	15.84	14.26
Fe ₂ O ₃	2.48	2.39	1.92	2.04	1.63	2.04	2.22	2
FeO	7.94	7.68	5.48	6.67	5.42	5.83	6.34	5.71
MnO	0.19	0.29	0.15	0.31	0.24	0.22	0.27	0.18
MgO	6.17	5.4	5.36	5.6	4.36	5.03	5.17	5.44
CaO	7.84	6.59	7.68	8.01	8	7.32	7.4	8.43
Na ₂ O	3.2	3.23	4.4	1.81	4.76	3.48	4.02	5.32
K ₂ O	0.87	0.68	0.93	3.28	1.75	0.85	0.9	0.88
P ₂ O ₅	0.19	0.19	0.11	0.09	0.4	0.23	0.17	0.09
H ₂ O	2.1	1.9	2.01	2.28	2.12	3.56	3.46	3.12
toplam	99.03	100.19	99.96	99.11	100.58	100.57	98.78	99.69
Sr ppm	127	162	172	188	186	175	170	261
Rb	26	23	29	17	28	27	28	35
Zr	106	109	112	106	113	92	85	98
Y	40	38	43	32	53	42	37	48



Şekil 3. Volkanitlerin Zanettin (1984) e göre adlandırılmaları.
 Figure 3. Nomenclature of the volcanics according to Zanettin (1984).

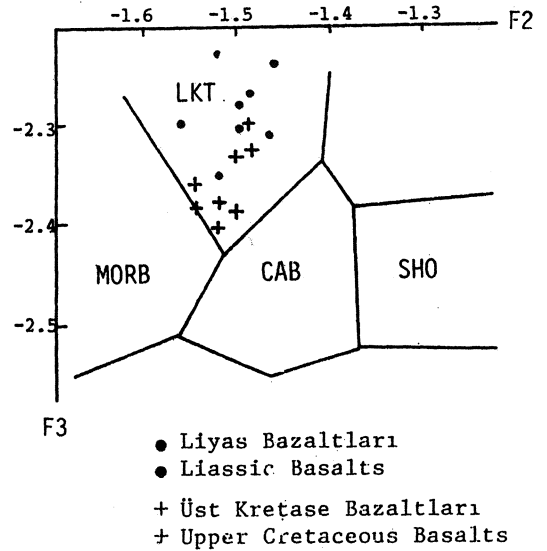


Şekil 4. Bazaltik volkanitlerin AFM diyagramındaki dağılımları (kesikli çizgi ayırımı Irvine ve Baragar, 1971'den alınmıştır).
 Figure 4. AFM diagram of the basaltic volcanics (Dashed line after Irvine and Baragar, 1971).



Şekil 5. Bazaltik volkaniklerin F1-F2 diyagramındaki dağılımı (Pearce, 1976). MORB: Okyanus ortası bazaltları, LKT: Düşük potasyumlu toleyitler, CAB: Kalkalkali bazaltlar, SHO: Şoşonitler, WPB: Plaka içi bazaltlar.

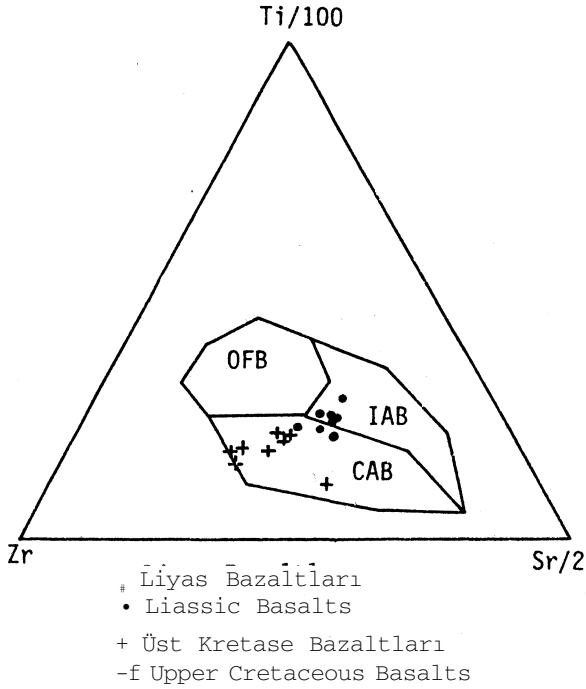
Figure 5. Basaltic volcanics of the area plotted on the F1-F2 diagram (Pearce, 1976). MORB: Mid-ocean ridge basalts, LKT: Low potassium tholeiites, CAB: Calc-alkaline basalts, SHO: Shoshonites, WPB: Wühlin plate basalts.



Şekil 6. Bazaltik volkaniklerin F2-F3 diyagramındaki dağılımı (Pearce, 1976). (Simgeler Şekil 5'te açıklanmıştır).

Figure 6. Basaltic volcanics of the area plotted on the F2-F3 diagram (Pearce, 1976). (Symbols are explained in figure 5).

SÜRMENE BAZALTLARI



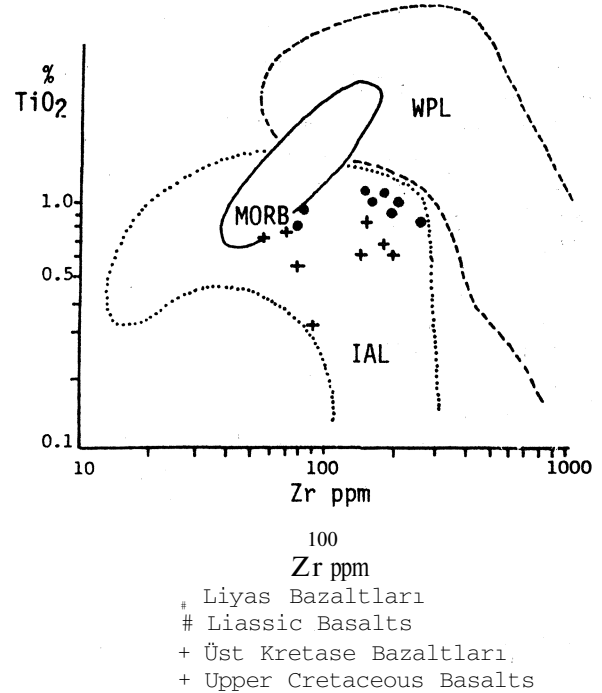
Şekil 7. Bazaltların Ti/100, Zr ve Sr/2 diyagramındaki dağılımı (Pearce ve Cann, 1973). A: Düşük potasyumlu toleyit, B: Kalkalkali bazalt, C: Okyanus tabanı bazaltı.

Figure 7. Basalts of the studied area plotted on the Ti/100, Zr and Sr/2 diagram (Pearce and Cann, 1973). A: Low potassium tholeiites, B: Calc-alkaline basalts, C: Within plate basalts.

ve negatif optik işaretiyle kolayca tanınan hiperstenin varlığı iki bazalt birimi arasında ayırtman bir özelliktir.

Liyas ve Üst Kretase bazaltlarından toplam 16 adet örneğin tüm ana element ve bazı iz element kimyasal analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Bu kayaçları kimyasal yönden daha da ayrıntılı adlandırmak için, Zanettin (1984) diyagramına uyarlandığında (Şekil 3), çoğunluğunun bazalt ve bazaltik andezit alanına düştükleri görülmektedir. Irvine ve Baragar (1971)'in AFM diyagramında çeşitli magma tiplerinin belirli elementlere göre farklılaşma gidişleri verilmiştir (Şekil 4). Liyas yaşlı bazaltları bu diyagrama koyduğumuzda tümünün toleyitik alanda toplandığı görülmektedir. Buna karşın Üst Kretase bazaltlarının ise biri hariç tümü kalk-alkali alana düşmektedir. Pearce (1976) CaO+MgO yüzdesi 13-20 arasında olan kayaçları bazalt olarak nitelemiş ve bu tür örneklerdeki ana element konsantrasyonları yardımıyla F1, F2 ve F3 fonksiyonları elde ederek bazaltların tektonik yerleşimlerini irdeleyen diyagramlar oluşturmuştur. Yöre örneklerini F1-F2 diyagramına uyarladığımızda bunların yitim zonunu



Şekil 8. Bazaltların TiO₂ -Zr diyagramında dağılımı (Pearce, 1979). IAL: Ada yayı lavları, WPB: Plaka içi bazaltları, MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltları.

Figure 8. Basalts of the studied area plotted on the TiO₂ - Zr diagram (Pearce, 1979). IAL: Island-arc basalts, WPL: Within plate basalts, MORB: Mid-ocean ridge basalts.

karakterize eden toleyitik ve kalk-alkali alanda toplandıkları görülmektedir (Şekil 5). Bu bazaltların yitim sürecindeki konum ve karakterlerinin anlaşılması için F2-F3 ayırtman diyagramı kullanılmıştır. Diyagramda Pontid alt bazik karmaşığı içindeki bazaltların yitim başlangıcı işaret eden düşük potasyumlu toleyit (LKT) alanında yer aldıkları, buna karşılık Kıranoba birimi bazaltlarının nisbeten kalk-alkali alana doğru yerleştikleri görülmektedir (Şekil 6). Pearce ve Cann, (1973) ayrışmadan çok az etkilenen yanı kalıcılığı yüksek (HFS) Ti, Zr, Y, Nb ve Sr gibi elementleri bazaltların tektonik ortamını belirlemede kullanmışlardır. Ti/100, Zr ve Sr/2 değerleri üzerinden hazırladıkları diyagramda Liyas bazaltlarının düşük potasyumlu toleyitten kalk-alkaliye doğru bir geçişi gösterdiği; Üst Kretase bazaltlarının ise tamamen kalk-alkali bazalt alanına düştükleri izlenmektedir (Şekil 7). Pearce (1979)'nin TiO₂-Zr diyagramında ise tüm örneklerin ada yayı lavları alanında yer aldıkları görülür (Şekil 8).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Doğu Pontid kuzey Zonunda yer alan Sürmene yöresindeki Liyas ve Üst Kretase yaşlı bazaltlar arasında belirgin petrografik farklılıklar vardır. Liyas bazaltları oldukça aynışmış olup iri olivin kristalleri ve çok bol

opak mineral içerirler. Bu bazaltlar epidot, klorit ve kalsit gibi ikincil mineraller bakımından da zengindirler. Üst Kretase yaşlı bazaltlarda ise ojitin yanısıra ferromagnezyen mineral olarak hipersten görülür. Bu farklılıklar tektonik zonun çeşitli kesimlerinde çalışan araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (Gedikoğlu 1978; Taşlı 1984; Van 1990; Boynukalın 1990; Yalçınalp 1992).

Yöre bazaltları ada yayı ortamında gelişmiş olup Liyas'ta toleyitik; Üst Kretase'de ise kalk-alkali karakterdeki kayalardan oluşmuştur. Pontid ada yayı volkanik serilerinin tektonik konumunu açıklamak için birbirinden oldukça farklı iki görüş vardır. Birinci görüşü savunan araştırmacılar Pontid'lerde yitimin güneyden kuzeye doğru olduğunu savunmaktadırlar. Tokel (1972, 1973, 1977, 1981, 1983) Paleozoyik'ten beri yitim aktivitesinin güneyden kuzeye doğru olduğunu. Üst Kretase'de Kuzey Anadolu Tetisi'nin kapandığını belirtmiştir.

Gedikoğlu (1979, 1983) kuzeye doğru olan yitimin Malm-Alt Kretase'den itibaren oluşmaya başladığını ve Üst Kretase'de olgunlaşan yayın Üst Eosen'deki son fazdan itibaren kapanmaya başladığını ileri sürmüştür. Şengör ve diğerleri (1980, 1981), yitimin önce Paleozoyik'te güneye doğru olduğunu; Alt Kretase'de Paleo-tetis'in kapandığını ve Üst Kretase'den Eosen sonuna kadar güneyden kuzeye doğru bir yitimin olduğunu savunmaktadır. Khain (1984) yitimin Alt ve Orta Jura'dan itibaren güneyden kuzeye doğru başladığını, kapanmanın ise Eosen'den Oligosen'e kadar sürdüğünü belirtmiştir.

Bu görüşe karşın Dewey ve diğerleri (1973) Üst Jura'dan itibaren Tetis levhasının kuzeyde Büyük Kafkaslar'm, güneyde Pontid'lerin altına dalarak buralarda ada yaylarını oluşturduğunu ve yitimin Eosen sonuna kadar etkili olduğunu görüşünü benimsemişlerdir. Aslaner (1977) de Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki masif sülfid yataklarının, güneye doğru olan dalma zonundaki ada yaylarında oluştuğunu ve sonradan kıtaya lehimlendiğini; ayrıca bölgedeki porfiri Cu-Mo mineralleşmelerinin Karadeniz okyanus kabuğunun Anadolu plakacığı altına dalmasıyla oluşan kalk-alkalen magmatizmadan itibaren oluştuğunu belirtmiştir. Bektaş (1983, 1987) yitimin kuzeyden güneye doğru olduğunu ve Doğu Pontid'lerin ark gerisi havzalara karşılık geldiğini ileri sürmüştür.

Doğu Pontid'lerin en kuzey kesiminden biri olan Sürmene yöresinde Liyas yaşlı toleyitik karakterli kayaların bulunması bu bölge ile hendek (trench) arasında uzak bir mesafenin olmadığını gerektirmektedir. Bilindiği gibi bir yay sisteminde hendeğe en yakın kayalar toleyitik karakterlidir. Bu nedenle Liyas'ta toleyitik volkanizmayı ören yitim kuşağının güneyden

yerleşmiş olması zor bir olasılıktır. Aynı yöredeki Üst Kretase yaşlı bazaltların kalk-alkali karakterli olması ise, hendeğin Üst Kretase'de nispeten uzakta olduğunu kuzeyden yerleşmiş olması olasılığını zayıf kılmaktadır. Keza Şengör ve diğerleri (1981), bölgede güneye doğru Gondwana altına dalan okyanus kabuğunun Liyas ve Liyas öncesi etkili olduğunu, Üst Kretase'den Alt Eosen'e kadarda kuzeye doğru bir yitimin olduğunu belirtirler.

Sonuç olarak, Sürmene yöresindeki Liyas bazaltlarının Paleo-tetise ait okyanus kabuğunun güneye doğru yitimi; Üst Kretase bazaltlarının ise Anadolu Tetisi'ne (Neotetis) ait okyanus kabuğunun kuzeye doğru yitimi ile bağlantılı olabileceği görüşü benimsenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alpan, T., 1970. Of - Trabzon arasının jeolojik etüdü: MTA Rap. 1177(yayınlanmamış) Ankara.
- Aslaner, M., 1977, Türkiye bakır-kurşun-çinko yataklarının jeolojik ve bölgesel sınıflandırılmasıyla plaka tektoniği yönünden incelenmesi: KTÜ yayını 85, Trabzon.
- Atabek, S., 1940, Şarmilyon spekülurit-pirit-manganez jizmanı. MTA, Rap. 987 (yayınlanmamış) Ankara.
- Bektaş, O., 1983, Kuzeydoğu Pontid Yayını'ndaki I-tipi granitler ve Jeotektonik konumlan. 37. T.J.K. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özetleri 49-50, Ankara.
- Bektaş, O., Van, A., ve Boynukalın, S., 1987, Doğu Pontid'lerde (kuzeydoğu Türkiye) Jura volkanizması ve Jeotektoniği: T.J.K. Bülteni. 30/2, 9/19.
- Boynukalın, S., 1990, Dereli (Giresun) baraj yeri ve göl alanının mühendislik jeolojisi ve çevre kayalarının jeomekanik özellikleri: Doktora Tezi KTÜ Fen Bil. Ens. (Yayınlanmamış). Trabzon.
- Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F., Bonnin, J. 1973, Plate tectonics evolution of alpine system: Geol. Soc. Am. Bull. 84, 3137-3180.
- Gedikoğlu, A., 1978, Harşit granit karmaşığı ve çevre kayaları: Doktora Tezi. KTÜ. 161 s. (Yayınlanmamış) Trabzon.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S., Özsayar, T., 1979, Tectonic evolution of the Eastern Pontid in Mesozoic: Geocom 1 Abstract, 68-87.
- Gedikoğlu, A., 1983, Doğu Pontid'lerdeki metalik maden yataklarının plaka tektoniği ile olan ilişkileri: 37. T.J.K. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özetleri, 86-87. Ankara.
- İğdır, İ., 1971, Sürmene-Araklı-Arsin ve Yomra bölgesinin jeolojisi: MTA Bölge Rap. 109, (yayınlanmamış) Trabzon.

SÜRMENE BAZALTLARI

- Irvine, T.N., and Baragar, W.R.A. 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Can. Jour. Earth Sci. 8, 543-548.
- Ketin, İ., 1966, Türkiye'nin Tektonik Birlikleri: MTA yay. 66, 20-34 Ankara.
- Khain, E. V., 1984, The Alpin-Mediterraine fold belt of USSR: Episodes, 3/7, 20-29.
- Pearce, J.A., and Cann, J.R., 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis: Earth and Planet Sci. 19, 15-43.
- Pearce, J.A., 1976, Statistical analysis of major element pattern in basalts: Tethyan Ophiolites Symposium. 19 Cyprus.
- Pearce, J. A., 1979, Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks: Contrib, Mineral. Petrol. 63,33-37.
- Pelin, S., Özsayar, T., Gedikoğlu, A., ve Tülümen, E., 1982, Doğu Pontid'lerde Üst Kretase yaşlı biyomikritlerin oluşumu: KTÜ Jeoloji Dergi. 2, 1-2, 69-81.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. and Ketin, İ., 1980, Remnants of a Pre-Late Jurassic Ocean in Northern Turkey: Fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys? Geol. Soc.Amr.Bull. 91/1, 599-608.
- Şengör, A. M. C and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: A play tectonic approach:Tectonophysics. 75,181-241.
- Taşlı, K., 1984, tkişu (Gümüşhane) ile Hamsiköy (Trabzon) yörelerinin jeolojisi ve Berdiga Formasyonunun biyostratigrafik denetirilmesi.Yük.Lis. Tezi. KTÜ, (Yayınlanmamış) Trabzon.
- Tokel, S., 1972, Stratigrafical and volcanic history of the Gümüşhane Area, NE Turkey: Dok.Tezi, University of London.
- Tokel, S., 1973, Doğu Pontid'lerin Mesozoyik ve Tersiyerde ki gelişmesi ve bu gelişmenin Kuzey Anadolu Sismik Zonu ile muhtemel ilişkileri: Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbil.Kongresi. Tebliğler 1-5. Ankara.
- Tokel, S., 1977, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Eosen yaşlı kalk-alkalen andezitler ve jeotektonizma: TJ.K.Bül.20,49-54.
- Tokel, S., 1981, Plaka tektoniğinde magmatik yerleşimler ve Jeokimya, Türkiye'den örnekler: Yeryuvarı ve İnsan, 6/3-4,55-65.
- Tokel, S., 1983, Liyas volkanitlerinin Kuzey Anadolu'daki dağılımı, jeokimyası ve Kuzey Tetis Ada yayının açıklanmasındaki önemi: 37. TJ.K. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri özetleri 42-43. Ankara.
- Van, A., 1990, Pontid kuşağında Artvin Bölgesinin jeokimyası, petrojenezi ve masif sülfid mineralizasyonları. Doktora Tezi. KTÜ, Fen.Bil.Ens. (Yayınlanmamış) Trabzon.
- Yalçınalp, B., 1992, Güzelyayla (Maçka-Trabzon) porfiri Cu-Mo cevherleşmesinin jeolojik yerleşimi ve jeokimyası. Doktora Tezi. KTÜ.Fen Bil.Ens.(yayınlanmamış) Trabzon.
- Zanettin, B., 1984, Prosposed new chemical classification of volcanic rocks. Episodes, 7/4, 19-20.

