

BATI KARADENİZ BÖLGESİNDE ÜST KRETASE YAŞLI AKÇAKOCA VOLKANİTLERİNİN PETROKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Petrochemical Properties of the Upper Cretaceous Aged Akçakoca Volcanics in West Black Sea Region

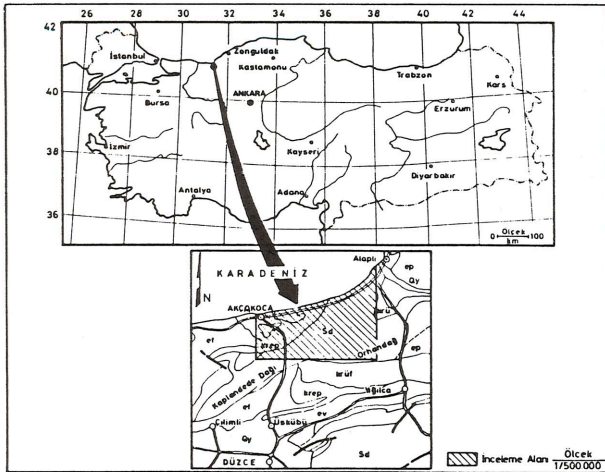
FAZLI ÇOBAN İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

ÖZ : Kuzeybatı Anadolu'da Akçakoca yöresinde izlenen Türoniyen-Kampaniyen yaşlı tortul istif içinde, onlarla ardışıklı şekilde bulunan, yer yer ise yine bu istifi kesen dayklar halinde çeşitli volkanitler gözlenir. Andezit, bazaltik andezit ve bazalt olarak tanımlanan bu volkanitler genelde kalkalkalen bileşimlidir.

ABSTRACT : Various volcanics are observed as intercalations or dykes within the Turonian-Campanian sedimentary sequence around Akçakoca (Bolu, Northern Anatolia). These volcanics are andesites, basalts and basaltic andesites and belong to the calcalkaline suite.

GİRİŞ

İnceleme alanı Batı Pontidlerde Akçakoca (Bolu) çevresi ile doğu kesimi içine almaktadır (Şekil 1). Bu çalışmada, Akçakoca yöresinin jeolojisi, volkanitlerin saha özellikleri ile mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir.



Şekil 1. Yer buldu haritası
Figure 1. Location map.

Petrografik ve jeokimyasal incelemeler için volkanitlerden bozunmamış taze örnekler alınmıştır. Petrografik incelemeler yaklaşık 50 ince kesit üzerinde yürütülmüş, 6 örneğin de ana element analizi yapılmıştır. Analizler İstanbul Üniversitesi Kimya Laboratuvarlarında yaş kimyasal yöntemlerle ve XRF ile yapılmıştır.

İnceleme alanının uzak ve yakın çevresi ile, bizzat kendi içinde çeşitli ve değişik amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Bu incelemelerden çoğunluğu yerel jeolojik çalışmalar şeklindedir (Atabek, 1939 ; Egemen, 1947 ; Tokay, 1949; Ketin, 1955). Sonraları inceleme alanımızı da içine alan daha ayrıntılı incelemeler jeomorfolojik, pale-

ontolojik, petrolojik ve genel jeolojik amaçla sırasıyla ; Yalçmer (1980), Dizer ve Meriç (1983), Ercan ve Gedik (1986), Ercan ve diğ. (1984) ve Aydın ve diğ. (1987) tarafından yapılmıştır.

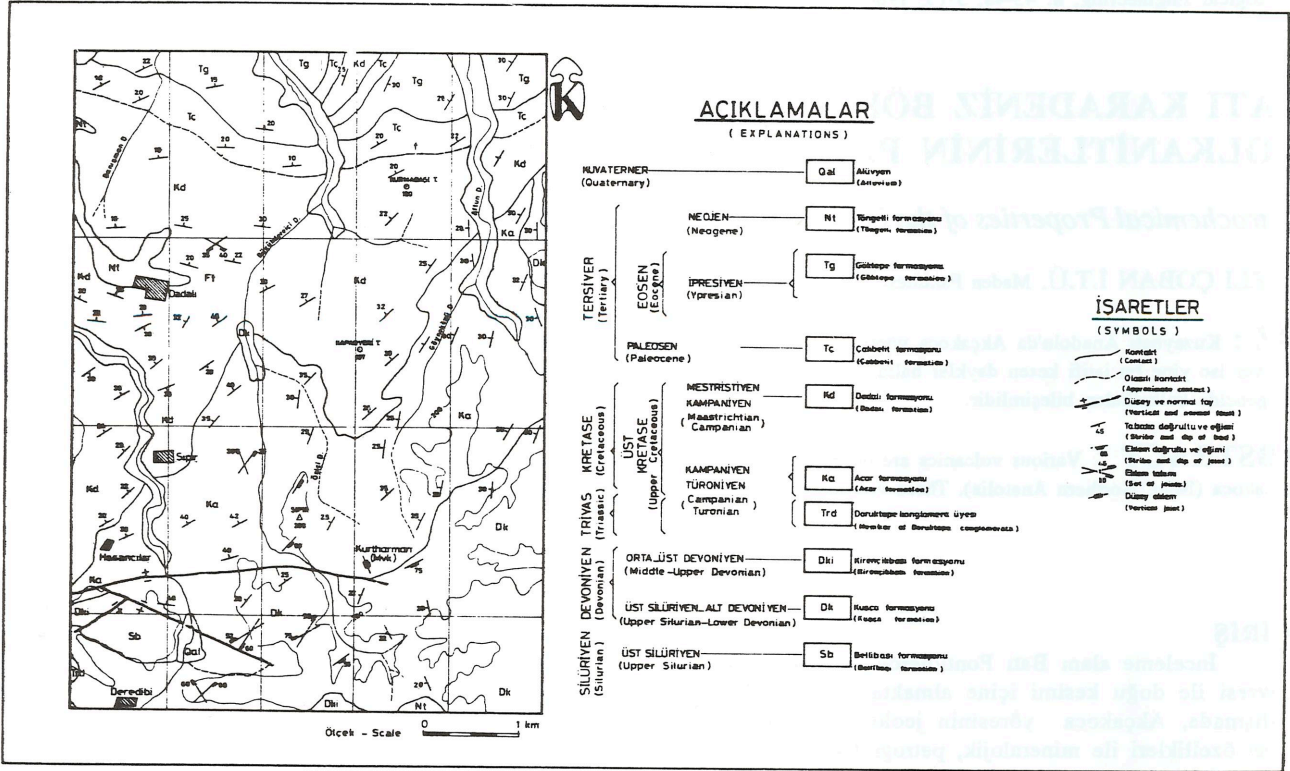
GENEL JEOLojİ

İnceleme alanında Üst Kretase öncesinde çökelmiş yaklaşık 2200metre kalınlıkta bir istif gözlenir. Kıyı ortamında çökelmiş Silüriyen yaşlı kırıntılı kayaçlar temeli oluşturur. Temel üzerinde uyumlu olarak yer alan Alt Devoniyen yaşlı Kuşça formasyonu, kumtaşı, silttaşı ve kireçtaşı arakatlı ince tabakalı şeyllerden oluşur. Formasyon alt seviyelerinde yer yer diyoritik metagabro ve diyabaz daykları ile kesilmiştir. Orta-Üst Devoniyen yaşlı mercanlı dolomitik kireçtaşları ve dolomitlerden oluşan Kirencikbaşı formasyonu üstlediği Kuşça formasyonu ile düşey geçişlidir. Karasal Triyas, Alt Paleozoyik'i uyumsuz olarak örter.

Türoniyen-Kampaniyen yaşlı Acar formasyonu, volkanik gercin yoğun olduğu kumtaşı, kireçtaşı ve marnlardan oluşur. Acar formasyonu üstte pelajik fasiyesli kireçtaşlarından oluşan Dadalı formasyonuna geçiş gösterir. Paleontolojik incelemelerle Üst Kampaniyen-Maastritiyen yaşlı olduğu belirlenen Dadalı formasyonu, uyumlu olarak Paleosen (kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kumtaşı) tarafından örtülür.

İnceleme alanının batısında geniş alanlarda yüzlek veren Alt Eosen oluşukları açısız uyumsuzluklarla başlar. Volkanik malzemenin de yer yer ortaya çıktığı Eosende türbiditik fasiyeste kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn çökelişi gerçekleşmiştir. Sarı kırmızı renkli tutturulmamış çakıl, kum, kil'den oluşan Neojen yaşlı Töngelli formasyonu kendisinden yaşlı tüm birimleri uyumsuz olarak örter. Kuvarterlerde ise alüvyon, plaj kum ve çakılları çökelmiştir (Şekil-2,3).

İlk volkanik faaliyetin Üst Kretasede başladığı inceleme alanında, etkin sıkışma yönleri Alt Paleozoyikte KD-GB, Mesozoyikte ise KB-GD'dur. Çoğunlukla KB-GD uzanımlı gelişen faylar doğuda çalışma alanının dışında



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası
Figure 2. Geological map of the investigated area.

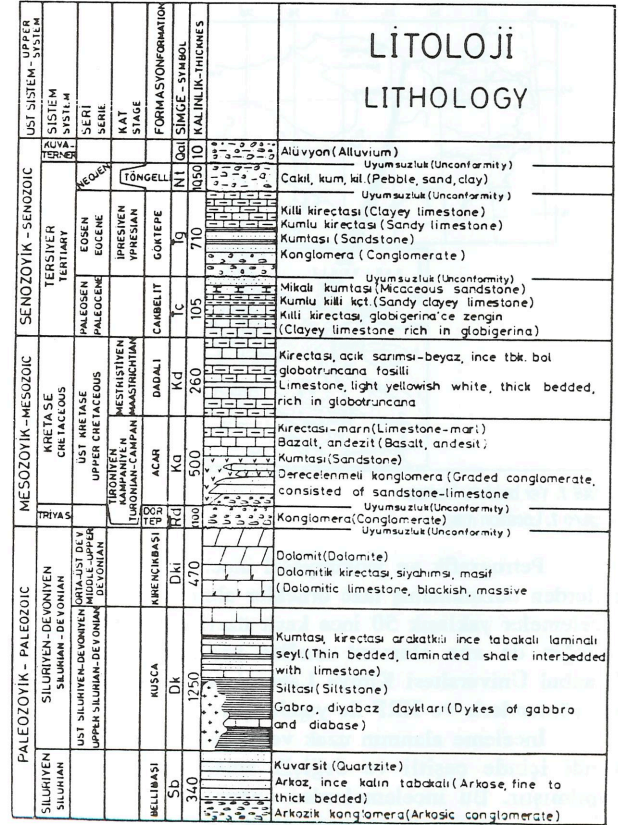
kalmaktadır. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi istifi Şekil 2'de verilmiştir. Bu çalışmanın asıl konusunu oluşturan volkanitlerin Acar formasyonu içinde yerleşiminden dolayı bu formasyon daha detay olarak tanıtılmıştır.

Acar Formasyonu

Başlıca konglomera, kumtaşı, marn, kireçtaşı, arakatmanlı kiltası ve arakatlı volkanitlerden oluşur. KB-GD gidişli geniş bir yayılıma sahiptir. Formasyonun litolojisi inceleme bölgesinde değişiklikler gösterir. Bölgenin batısında marn ve kireçtaşları yaygın olarak izlenirken, doğuda kumtaşları ve volkanitler etkindir.

Konglomeralar açık kırmızı kahverengili, sert ve az belirli katmanlar şeklinde bulunur. Polijenik olan konglomeralarda bağlayıcı gereç küçük kırıntuların yanısıra çoğunlukla karbonattır. Kötü boylanmış çakıllar 3-15 cm. büyüklük sınırları içinde olup, bolluk sırasına göre kireçtaşı, kumtaşı, kiltası ve magmatik kayaç kırıntısından oluşur. Konglomeralar üst sınırında kumtaşlarına düşey dereceli geçişlidir.

Kumtaşları açık kahverengi, sarı renkli az serttir ve formasyonun alt kesimlerinde egemen litolojiyi oluştururlar. İnce, orta kalınlıkta katmanlanmalı olup, yanal süreklilik gösterir. 1-5 cm'lik yeşil, kırılmalı kiltası ile düzenli ardalanmalı kumtaşları orta-kötü boylanmış litik vakedir. Katmanlanmaya paralel kömürleşmiş bitki parçaları kapsayan kumtaşlarının tabanında oyuğu dolgu, yük kalıbı ve akıntı izi gibi sedimanter yapılar izlenir. Ayrıca küresel ayrışma ve kayma gibi ikincil yapılar kapsar. Kumtaşları sedimanter yapılarına göre türbidittir.



Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafi istifi. Ölçeksiz (Non scale)
Figure 3. Generalized columnar section showing stratigraphy of the studied area.

Volkanitler formasyonun 250 'nci metrelerinden itibaren gözlenmeye başlanır. Arakatlı ve yer yer ritmik seviyeler halinde sınırlı bir alanda yüzlek verir. Makro örneklerinde sarı, kahverengi, gri renkli olan volkanitler parçalı ve küresel ayrışma türünde yapılar gösterir. Akma yapıları ise görülmemektedir. Dayklar şeklindeki yüzlekler çoğunlukla KB yönlüdür. Tipik yüzlekleri Aftunderede ve Şıprı tepe doğusunda görülen volkanitlerin ilk seviyeleri 5-10 cm. kalınlıktadır. Formasyonun 300'üncü metrelerinden itibaren ise 3-4 metrelik kalınlıklar görülür. Bu seviyelerde ince kil arakatlıları olağandır.

Marnlar açık yeşil, sarı renkli olup, ince-çok ince katmanlanmalı ve kırılığandır. Özellikle formasyonun orta ve üst seviyelerinde yaygındır. Kireçtaşları gri, beyaz, krem renkli ve ince-orta katmanlıdır. Alt kesimlerinde fazla killi ve çok ince kilaşları ile arakatmanlı olan kireçtaşları mikritik özellikli olup, bol fosil içerir. Kireçtaşlarından derlenen sistematik paleontolojik örneklerde başlıca aşağıdaki fosiller saptanmıştır.

- Globotruncana cf. tricarinata (Q'uereau)
- Globotruncana cf. calcarata Cushman
- Globotruncana cf. aspera Hoffman
- Globotruncana stuartiformis Dalbiez
- Globotruncana cf. elevata Brotzen
- Globotruncana grup lapparenti
- Globotruncana grup arca
- Globotruncana sp.
- Praeglobotruncana sp.
- Heterohelix sp.
- Bolivina sp.
- Güblerina sp.

Özellikle kireçtaşı seviyelerinde belirlenen mikrofaunaya göre formasyonun Türoniyen-Kampaniyen yaşında olduğu kabul edilmiştir.

İnceleme bölgesinin değişik kesimlerinde farklı litolojik birlikler halinde ve farklı kalınlıklarda izlenen Acar formasyonu toplam 500 metre kalınlıktadır. Üstleyen Dadalı formasyonu ile yanal ve düşey dereceli geçişli olan birim alttaki Paleozoyik çökellerini uyumsuz olarak örter.

VOLKANİTLERİN PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Yapılan mikroskop incelemeleri sonucunda volkanitlerin bazalt, bazaltik andezit ve andezit karakterinde oldukları belirlenmiştir. Tabanda bazalt özelliğindeki volkanitler, üstü doğru andezit özelliği kazanmaktadır.

Bazalt

Bazaltlara ait ince kesitlerin incelenmesi sonucunda porfirik dokunun egemen olduğu saptanmıştır. Nadiren kaltsitve kuvars dolgululu boşluklu dokular da görülebilmektedir. Plajiyoklas, piroksen ve opak minerallerden oluşan fenokristaller plajiyoklas, piroksen mikrolitleri ile volkanik camdan oluşan hamur maddesi içinde düzensiz dağılmıştır.

Plajiyoklas : Kayaçtaki fenokristallerin büyük çoğunluğunu oluşturur. Genellikle yarı öz şekilli kristaller halindedir. Polisentetik albit, albit-karlsbad ikizlenmeleri gösterir. Fenokristaller Albit-Karlsbad ikizlerindeki sönme

açılarına göre labrador (An: % 54-65) bileşimindedir.

Piroksen : Ojit en yaygın piroksen çeşidi olarak gözlenir. Çoğunlukla öz şekilli olan kristalleri ikizlidir. Ojitler küçük fenokristaller olarak ve hamurda mikrolitler halinde gözlenirler. Piroksenlerdeki yaygın bozuma, kloritleşme, daha nadir olarak ta karbonatlaşmadır. Bunların dışında tali olarak çok az epidot'a rastlanmıştır.

Bazaltik Andezit

Genel istiflenmede veya volkanik faaliyette andezitlere geçişte ara seviyeyi oluştururlar. Bu seviyelerde doku çoğunlukla porfirik, bazen de pilotaksitiktir. Kayaç oluşturan esas mineraller plajiyoklas, piroksen ve amfibol'dur. Hamur, plajiyoklas, piroksen mikrolitleri ile az volkanik camdan oluşmuştur.

Plajiyoklas : Yarı öz şekilli kristaller albit, albit-karlsbad ikizlidir. Albit-karlsbad ikizlerindeki sönme açılarına göre plajiyoklaslar Andezin (An: % 35-45) ile Labrador (An: % 50-55) bileşimindedir.

Piroksen : Fenokristal halinde yarı öz şekilli ve ojit bileşimlidir. Yaygın ikizlenme gösteren ojitlerin bazen tümüyle karbonatlaştıkları, bazı kesitlerde de kloritleştikleri saptanmıştır.

Hornblend : Küçük fenokristaller halinde ve bazaltik hornblend (Ng c=8-10°) bileşimlidir.

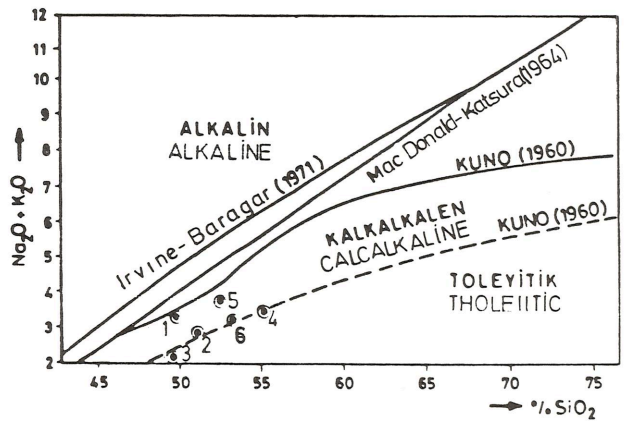
Andezit

Andezitlerden alınan örneklerde doku porfiriktir. Plajiyoklas, ojit, biyotit ve hornblend fenokristalleri, kısmen volkanik cam ve plajiyoklas mikrolitlerinden oluşan, yer yer kloritleşmiş mikrokristalin bir hamur maddesi içindedir.

Plajiyoklas : Çoğunlukla yarı öz şekilli olan plajiyoklaslar polisentetik ikizlenme ve zonlu yapı gösterir. Bazı kesitlerde killeşmiş olan plajiyoklaslar Andezin (An: % 30-40) bileşimlidir.

Ojit : Az oranda izlenen ojitler kısmen öz şekillidir. Ojitler bazı kesitlerde epidotlaşmış olarak izlenir.

Hornblend : Kahverengi pleokroizm gösteren küçük yarı öz şekilli kristaller halinde olup, çevrelerinde demiroksitli bir zon bulunur.

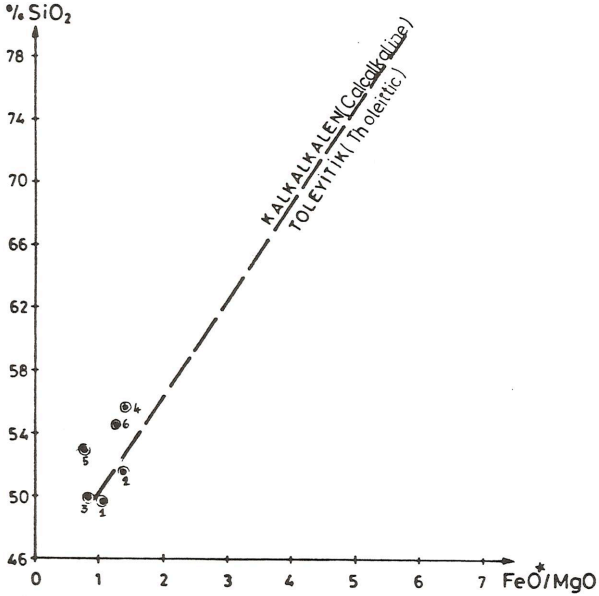


Şekil 4. Volkanitlerin SiO₂-Alkali içeriğine göre sınıflaması.

Figure 4. Classification of volcanics according to SiO₂-Alkaline contents.

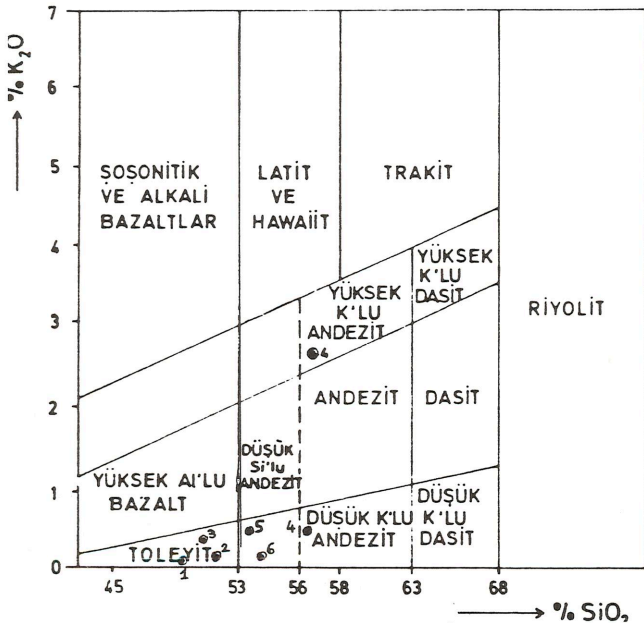
Volkanitlerin Petrokimyasal Özellikleri

Volkanitlerin petrokimyasal özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla 6 adet örneğin ana element kimyasal analizleri yapılmıştır. Volkanitlere ait kimyasal analiz sonuçları ve çeşitli parametreler çizelge 1'de verilmiştir. Volkanitler % 49, 50-56, 20 arasında değişen oranlarda SiO_2 içerir. Al_2O_3 miktarı ise % 14,50-17,60 arasında değişir. Örneklerin MgO içerikleri % 3,18-5,86 değerleri arasında, alkaliilerden K_2O % 0,15-0,49, Na_2O ise % 1,75-3,28 arasındadır.



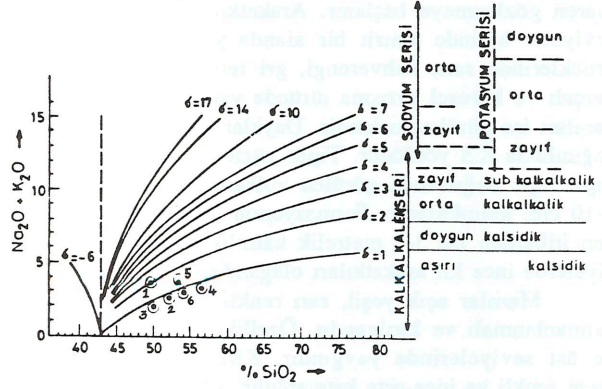
Şekil 5. Volkanitlerin SiO_2 - FeO/MgO içeriklerine göre düzenlenmiş Miyashiro (1975) diyagramı

Figure 5. Miyashiro (1975) diagram according to SiO_2 - FeO/MgO contents of volcanics.



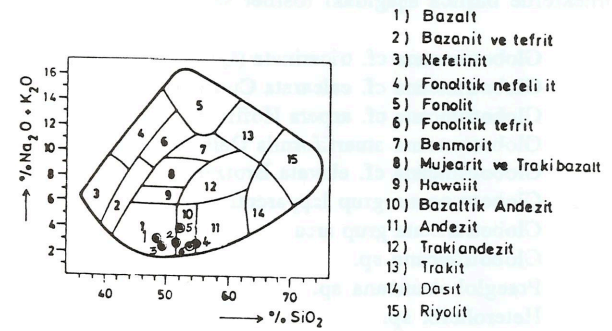
Şekil 6. Volkanitlerin Barberi ve diğerleri (1974)'ne göre adlandırılması.

Figure 6. Nomenclature of volcanics according to Barberi and others (1974).



Şekil 7. Volkanitlerin alkali-silis içeriklerine göre Rittmann diyagramı.

Figure 7. Rittmann diagram according to SiO_2 -alkaline contents of volcanics.



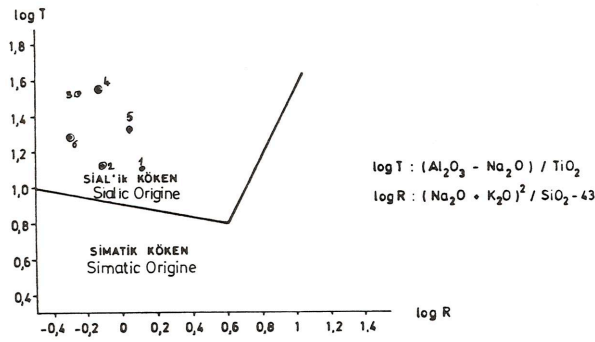
Şekil 8. Volkanitlerin SiO_2 - $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 'e göre adlandırılması.

Figure 8. Nomenclature of volcanics according to their SiO_2 - $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ contents.

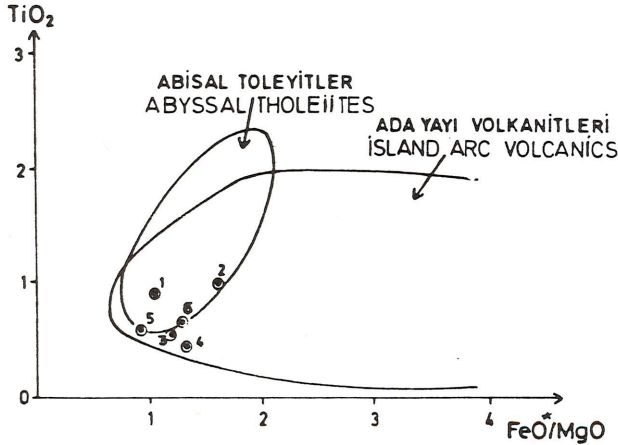
Volkanitler ilk olarak $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ ve SiO_2 içeriklerine göre sınıflandırılmıştır. Buna göre volkanitler, Irvine ve Baragar (1971), Mac Donald ve Katsura (1964) ve Kuna (1960) tarafından önerilen ayırım hatlarına göre değerlendirilmiş ve çok az toleyitik eğilimli kalkal-kalen nitelikte oldukları görülmüştür (Şekil 4). Bu özellik SiO_2 ve $\text{FeO}+\text{MgO}$ içerikleri kullanılarak elde edilen Miyashiro (1975) diyagramında da belirlenmektedir (Şekil 5). Bunlardan başka örneklerin Rittmann (1962)'a göre indisleri hesaplanmış, alkali toplamının SiO_2 ile değişimi incelenerek hazırlanan diyagramda volkanitlerin aşırı doğun kalkalkalen özellikte oldukları saptanmıştır (Şekil 7).

Volkanitlerin çeşitli diyagramlarda kimyasal adlanması yapılmış ve adlamaların petrografik adlamalarla çakıştıkları görülmüştür. İlk olarak Barberi ve diğerleri (1974)'nin önerdikleri SiO_2 'in K_2O 'e göre değişimine göre hazırlanan diyagramda (Şekil 6) volkanitlerin; alkali bazalt, yüksek potasyumlu andezit ve yüksek alüminyumlu bazalt alanlarında yer aldıkları, Cox ve diğerleri (1979)'nin $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ ve SiO_2 'e göre önerdikleri diyagramda ise bazalt, bazaltik andezit ve andezit alanında yer aldıkları gözlenmiştir (Şekil 8).

Volkanitlerin kökeni konusunda Gottini (1968) ve Miyashiro (1975) diyagramları hazırlanmıştır. Gottini di-



Şekil 9. Örneklerin Gottini (1968) diyagramındaki dağılımı.
Figure 9. Distribution of the samples in Gottini (1968) diagram.



Şekil 10. Volkanitlerde TiO₂'nin FeO⁺/MgO'ya göre değişimi.
Figure 10. The variation of TiO₂ according to FeO⁺/MgO in volcanics.

yagramında volkanitlerin Sial'ik bölgede buldukları saptanmıştır (Şekil 9). Hazırlanan Miyashiro (1975) diyagramında ise 1 ve 2 no'lu örnekler dışında diğerlerinin ada yayı bölgesinde oldukları saptanmıştır (Şekil 10).

TARTIŞMA ve SONUÇ

İnceleme alanı Pontidler tektonik birliği içinde yer almaktadır (Ketin, 1966, Şengör ve diğ., 1980). Son yıllarda yapılan çalışmalarda Pontid kuşağında Üst Kretase'den itibaren gelişen bir ada yayı volkanizmasının varlığı ortaya konmuş ve Anadolu'da Tetis okyanus kabuğunun Pontid kıtası altına dalması ile oluşan volkanitlerin toleyitik, kalkalkalen ve şoşonitik özellikler oldukları belirlenmiştir (Dewey ve diğ., 1973, Peccerillo ve Taylor, 1975, Şengör 1982, Manetti ve diğ., 1981, Şengör ve Yılmaz 1981, Ercan ve Gedik, 1983, Gedik ve diğ., 1984, Ercan ve diğ., 1984). Pontidlerin batı kesiminde Ercan ve Gedik (1986) ile Ercan ve diğ. (1984) tarafından yapılan petrolojik çalışmalarda Akçakoca-Ereğli - Zonguldak çevresinde de Üst Kretase yaşlı volkanitlerin yay volkanizması özellikleri taşıdıkları saptanmıştır.

İnceleme bölgesinde ; Üst Kretase yaşlı çökellerle ardalanmalı ve yer yer bu çökelleri kesen volkanitler, saha gözlemleri, petrografik incelemeler ve kimyasal analiz

sonuçlarına göre, bazalt, bazaltik andezit ve andezit olarak adlandırılmıştır. Bu adlama özellikle Cox ve diğerleri (1979) tarafından önerilen diyagramda belirgindir (Şekil 8). Volkanitlerin kökenine bir yaklaşım getirebilmek amacıyla hazırlanan diyagramlarda ise, incelenen volkanitlerin toleyitik, kalkalkalen nitelikler taşıdığı saptanmıştır (Şekil 4, 5, 7). Volkanitleri oluşturan magma kökenini araştırabilmek amacıyla da Gottini (1968) tarafından geliştirilen $x = (Al_2O_3 - Na_2O)/(TiO_2)$ Gottini indisleri kullanılmıştır. Gottini'ye göre bu indisler sial'ik kökenli lavlarda 10'dan büyük değerlere sahiptir. İnceleme alanındaki volkanitlere ait Gottini indisleri çizelge 1'de de görüldüğü gibi büyük olup, 15,5 ile 39,3 arasında değişmektedir. Bu ise, incelenen volkanitlerin sial'ik (kabuk) kökenli olduğuna işaret etmektedir. Aynı özellik Gottini ve Ritmann indislerinin logaritmik değerleri kullanılarak elde edilen Gottini diyagramında da görülmektedir (Şekil 9). Bunlardan başka, TiO₂ ve Toplam Fe/MgO içeriklerine göre hazırlanan Miyashiro (1975) diyagramında da inceleme alanındaki volkanitlerin ada yayı bölgesine düştükleri görülmektedir (Şekil 10). Bölgedeki volkanitler iz element ve nadir toprak element içerikleri yönünden incelenmemesine rağmen, belirlenen özellikleri, Pontid kuşağındaki aynı yaşta volkanitlerle benzer özellikler göstermeleri ve bu kuşakta yapılan önceki çalışmalar dikkate alınarak ada yayı volkanitleri olarak yorumlanmıştır.

Örnek No Sample No	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	49,50	52,05	49,85	56,20	53,10	54,30
Al ₂ O ₃	15,50	14,85	14,50	17,60	16,84	15,66
Fe ₂ O ₃	0,15	1,24	0,08	2,50	1,86	0,42
FeO	5,18	5,25	4,85	5,02	4,94	4,96
MnO	0,20	0,15	0,13	2,06	1,02	0,84
MgO	4,60	3,18	4,05	3,54	5,86	3,84
CaO	0,34	2,24	2,47	5,04	4,70	3,28
K ₂ O	0,15	0,12	0,32	0,49	0,33	0,12
Na ₂ O	3,15	2,50	1,75	2,65	3,28	2,95
TiO ₂	0,89	0,95	0,36	0,44	0,60	0,75
CO ₂	2,05	2,10	0,15	2,35	1,85	2,28
Na ₂ O+K ₂ O	3,30	2,62	0,07	3,14	3,61	2,97
Log T	1,13	1,09	1,54	1,53	1,35	1,22
Log R	0,17	-0,11	-0,20	-0,12	0,11	-0,27
FeO/MgO	1,06	1,60	1,19	1,41	0,85	1,33
O	0,49	0,53	0,46	0,37	0,47	0,45
	1,49	0,75	0,02	0,74	1,29	0,83
Gottini İndisi	17,2	15,5	39,3	38,8	16,2	20,7

Çizelge 1. Volkanitlerin kimyasal analizleri ve bazı parametreleri
Table 1. Chemical analyses of volcanics and some parameters.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma sırasında, ince kesit determinasyonlarında yardımlarını gördüğüm Sayın Doç.Dr. A.İ. Okay (İ.T.Ü.), kimyasal analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof.Dr.M.Akartuna (İ.Ü.) , yorum ve eleştirileriyle katkıda bulunan Sayın Dr.Ş.Üşümezsoy (İ.Ü.)'a teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

- ATABEK, S., 1939, Zonguldak vilayeti Devrek ve Ereğli kazalarında demir ve manganez ihbarlarına ait raporlar: M.T.A. Rapor No 902 (Yayınlanmamış).
- AYDIN, M., Serdar , H., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O. ve Özçelik, Y., 1987. Çamdağ (Sakarya)-Sünnicedağ (Bolu) yöresinin jeolojisi . Türkiye Jeoloji Kur.Bült. 30/1, 1-14.
- BARBERİ, F., Ferrara, G., Keller, J., Innocenti, F. ve Villari, L., 1974, Evolution of Aeolian arc volcanism : Earth. Planet. Scien. Lett., 21, 269-276.
- COX, T.G., Bell, J.D. ve Pankhurst, R.J., 1979, The interpration of igneous rocks : George Allen and Unwin Ltd., London, 450 s.
- DEWEY, J.F., Pitman, W., Ryan, W. ve Bonnin, İ., 1973, Plate tectonics and the evolution of the Alpine system : Geol. Soc.Amer.Bull., 84, 3137-3180.
- DİZER, A. ve Meriç, E., 1983, NW Anadolu'da Üst Kretase-Paleosen biyostratigrafisi : M.T.A. Dergisi, Sayı : 95/96 (Ayrı baskı).
- Egemen, R.M., 1947, Karadeniz Ereğlisi'nde bulunan fosilli Üst Silüriyen tabakalarına daimot : Türkiye Jeoloji Kur.Bült., 1/1.
- ERCAN, T. ve Gedik, A., 1983, Pontidlerdeki volkanizma : Jeoloji Mühendisliği Derg., 18, 3-29.
- ERCAN, T., Yergök, A.F., İplikçi, E., Deveciler, E., Keskin, İ. ve Can, B., 1984, Zonguldak çevresindeki ÜstKretase yaşlı yay volkanizmasının özellikleri : Jeomorfoloji Dergisi, 12, 81-106.
- ERCAN, T. ve Gedik, A., 1986, Karadeniz ve Trakya'da yapılan derin sondajlardan alınan karotlardaki volkanik kayaların petrolojisi ve volkanizmanın bölgesel yayılımı, Jeomorfoloji Dergisi, 14, 39-48.
- GEDİK, A., Ercan,T. ve Korkmaz, S., 1984, Orta Karadeniz (Samsun-Sinop) havzasının jeolojisi ve volkanik kayaların petrolojisi, M.T.A. Derg., 99/100, 34-50.
- GOTTİNİ, V., 1968, The TiO₂ frequency in volcanic rocks : Geol. Rdsch., 57, 920-935.
- IRVINE, T.N. ve Baragar, W.R.A., 1971, A guide to chemical classification of common volcanic rocks : Jour. Earth Scien., 8, 523-548.
- KETİN, İ., 1955, Akçakoca-Düzce bölgesinin jeolojik lövesi hakkında memuar : M.T.A. Rapor No 2277 (Yayınlanmamış).
- KETİN, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri : M.T.A. Derg., 66, 20-34.
- Mac DONALD, G.A. ve Katsura, J., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas : J.Petrology, 5, 82-133.
- MANETTİ, P., Peccerillo, A., Corsini, F. ve Poli, G., 1981, Geodynamics significance of Cretaceous-Eocene volcanism of Eastern Pontides : Rend. Soc. Geol. Ital., 4, 249-260.
- MİYASHIRO, A., 1975, Petrology and plate tectonics : Rev. Geophys. Space Phys., 13, 94-97.
- PECCERİLLO, A. ve Taylor, S.R., 1975, Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the pontic chain, Northern Turkey : Bull. Volcan., 39, 1-13.
- RİTTMANN, A., 1962, Volcanoes and their activity : John Wiley and Sons, Newyork, London, 350 pp.
- ŞENGÖR, A.M.C., Yılmaz, Y. ve Ketin, İ., 1980, Remants of a Pre-Late Jurassic Ocean in Northern Turkey, Fragments of Permian Triassic Paleo-Tethys : Geol. Soc. Amer. Bull., 91/1, 599-609.
- ŞENGÖR, A.M.C. ve Yılmaz , Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey, A plate tectonic apaproach, Tectonophysick, 181-241.
- ŞENGÖR, A.M.C., 1982, Kimmerid orojenik sisteminin evrimi, Orta Mesozoyikte Paleo-Testis'in kapanması olayı ve ürünleri : Türkiye Jeoloji Kurultayı 1982 Bildiri Özetleri Kitabı, 45-46.
- YALÇINER, N., 1980, Düzce-Akçakoca bölgesi jeomorfolojisi, Jeomorfoloji Dergisi, 9, 101-108.