

# Ergani - Maden Yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının jeolojisi ve volkanik kayaları

Geology and volcanic rocks of the Southeast Anatolian Ophiolite Belt of the Ergani - Maden Region

BURHAN ERDOĞAN Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Bornova -İzmir

**ÖZ:** Kıbrıs, Güneydoğu Anadolu, Zagros ve Oman Dağları'na kadar uzanan bir kuşak boyunca Arap Kratasının kuzey ucunun Üst Kretase sırasında çökmesi sonucu oluşmuş hendek içine kuzeyden yabancı ofiyolit blokları taşınmıştır. Bu alottan blokların üzeri Üst Kretaseden Miyosene kadar sığdeniz çökelleriyle örtülmüştür. Bu hendeğin kuzeyinde ikinci bir kuşak boyunca volkanik devinim Üst Eosen'e ve olasılı olarak oligosen'e kadar devam etmiştir. Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu ofiyolit kuşağı diye adlandırılan bu ikinci kuşağın Ergani-Maden yöresindeki jeolojisi incelenmiş ve volkanik kayalarının kimyasal özellikleri yardımıyla tektonik oluşum ortamının ortaya konmasına çalışılmıştır.

Ergani - Maden yöresinde Güneydoğu Anadolu ofiyolit kuşağında altta, birbirleriyle düşey geçişli peridotit, bantlı gabro ve bazalt birimlerinden oluşmuş Guleman grubu yer alır. Guleman grubu yeşilist fasiyes koşullarında başkalaşıma uğramıştır. Guleman grubu bazalt biriminin kimyasal özellikleri okyanus ortası sırtlar boyunca oluşmuş düşük potasyumlu toleyitik bazaltlara benzemektedir.

Guleman grubunun üzerine, tabanında devamsız çakıltaşı düzeyiyle, uyumsuz olarak oturan Maden grubu, bazaltik volkanitler, volkanik kırıntılılar, çamurtaşları ve pelajik kireçtaşlarından oluşmuştur. Maastrichtiyen ile Üst Eosen arasında oluşmuş olan Maden grubu içinde birbirleriyle geçişli alt volkanik - sediment birimi ve üst volkanik birimi ayrılmıştır. Bu grup prehnit - pumelliyyit fasiyes koşulları altında başkalaşıma uğramıştır. Maden grubu volkanik kayalarının kimyasal bileşimi ada yayı toleyitlerine benzerlik göstermektedir.

**ABSTRACT:** Along a belt stretching from Cyprus, Southeast Anatolia, Zagros and to the Oman Mountain, a linear trough was formed during Upper Cretaceous as the northern edge of the Arabian Craton subsided and allochthonous ophiolite blocks were carried in from the north. From Upper Cretaceous to Miocene, shallow marine sedimentary rocks deposited over the allochthonous units. However, volcanic activity continued up to the Eocene or Oligocene time along a second belt located to the north of the trough. In this study the geology of this second belt, which is called Southeast Anatolian Ophiolite belt, is examined around the Ergani - Maden region and by using chemical characteristics of the volcanic rocks, its tectonic evolution is evaluated.

In the Ergani - Maden region along the Southeast Anatolian ophiolite belt, crops out as the oldest rocks, Guleman group which consists of gradational peridotite, banded gabbro and basalt units. The Guleman group has been metamorphosed under greenschist facies conditions. Chemical composition of the volcanic rocks of the Guleman group resembles to those of low potassium tholeiites of the midoceanic ridges.

Maden group, overlying the Guleman group unconformably with a discontinuous conglomerate at its base, is composed of basaltic volcanics, volcanoclastics, mudstones and pelagic limestones. In the Maden group, which is Maastrichtien - Upper Eocene in age, the lower volcanic - sediment unit and the upper volcanic unit have been separated. This group has been metamorphosed under prehnite - pumelliyyite facies conditions. The chemical composition of the volcanic rocks of the Maden group resembles to those of island - arc tholeiites.

## GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu'da Ergani-Maden yöresi ve çevresinde birbirlerinden oluşum, başkalaşım, deformasyon ve bulundukları kaya türleri yönünden farklı üç tektonik kuşak ayırdediler. Bunlar en kuzeyde Bitlis ve Malatya-Pötürge metamorfik masifleri, bu kuşağın güneyinde ve özellikle inceleme alanında yaygın bir şekilde yüzeyleyen ultrama-fik, volkanik ve tortul kayalardan oluşmuş ofiyolit kuşağı ve en güneyde Arap kıtasının kuzey uzantısı üzerinde, uzun jeolojik zaman aralığında platform özelliği göstermiş kenar kıvrımları kuşağıdır. Bölgesel analizler yapan değişik araştırmacılar söz konusu kuşaklara değişik adlar vermişler veya sınıflamalarında İç ve Doğu Anadolu'yu kapsar şekilde geniş bölümlere gitmişlerdir (Arni,1939; Temple ve Perry, 1962; Rigo de Righi ve Cortesini, 1964; Ketin, 1966; Altınlı, 1966; İlhan,1971).

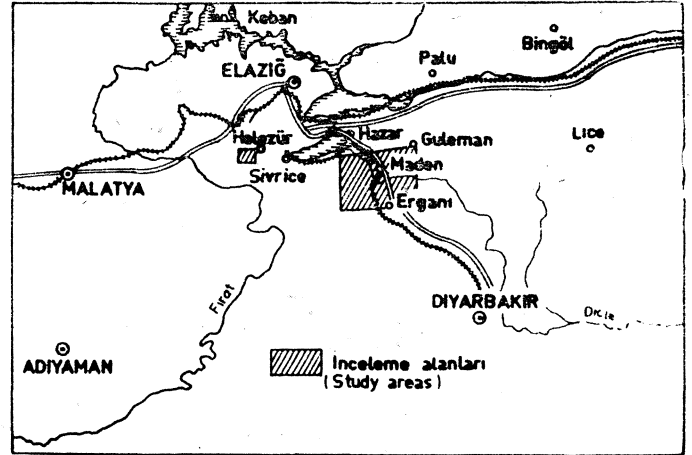
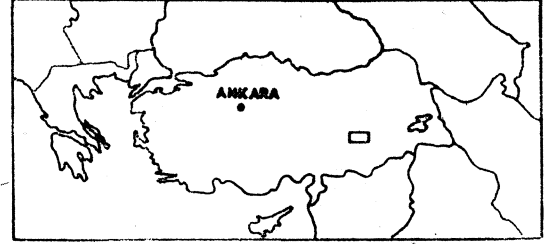
Bu araştırmada ayrıntılı jeolojisi verilecek olan Ergani Maden yöresindeki ofiyolit kuşağı, Miyosen sonrası oluşmuş GD-Anadolu bindirme fayı (İlhan, 1971) boyunca güneydeki kenar kıvrımları kuşağı üzerinde itilmiştir. Kenar kıvrımları kuşağında Pateozoyik'den Mesozoyik sonlarına kadar kıta sahanlığı ortamında sığ deniz karbonatları ve kumtaşları çökelmiştir (Temple ve Perry, 1962; Rigo de Righi ve Cortesini, 1964). Kampaniyen sırasında sahanlığın kuzey ucu çökerek derinleşmiş ve oluşan Kastel çukurluğuna (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964), ofiyolit kütleleri kuzeyden yerçikimi faylarıyla taşınmıştır. Maastrichtiyen'den Miyosen'e kadar sığ deniz karbonatları ve kırıntılı tortulları çökeline devam etmiştir. Miyosen sırasında ise kuzeydeki ofiyolit kuşağındaki tektonik devinimle ilişkili olarak filiz türü Lice Formasyonu, oluşmuştur.

GD - Anadolu kenar kıvrımları kuşağının doğuya uzantısı boyunca, İran'ın Neyriz bölgesinde (Hallam, 1976) ve Oman Dağlarında (Glennie ve diğerleri, 1973; Glennie, 1975; Haynes ve Mc Quillan, 1974), Paleozoyik'den beri sığ karbonat ve kumtaşlarının çökeldiği Arap kıta sahanlığının kuzey ucunun Kampaniyen sırasında çökerek çizgisel bir hendek oluşturduğu değişik araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Anadolu'daki Kastel çukurluğuna karşı gelen bu hendekte İran'da Neyriz ofiyolitleri ve Oman'da Şemal ofiyolitleri yerçikimi kaymalarıyla yerleşmiştir (Glennie ve diğerleri, 1973; Hallam, 1976). GD - Anadolu'daki Kastel formasyonunun karşıtı Neyriz bölgesinde Dalnashin birimi, Oman'da ise Muti formasyonudur (Hallam, 1976).

Batıda ise, Troodos Masifi (Kıbrıs) üst Kretase'de yerleşmiş ve Maastrichtiyen yaşlı örtü birimleriyle üstlenen büyük bir ofiyolit kütlelerini oluşturur (Moore ve Vine, 1971). Antakya yöresindeki Kızıldağ ofiyolit masifi, büyük olasılıkla, Troodos Masifi gibi Kampaniyen sırasında Arap kıta sahanlığı tortul kayaları içerisinde kuzeyden taşınarak yerleşmiş bir kütlelerdir.

Bu çalışmanın ağırlığı oluşturan GD - Anadolu ofiyolit kuşağında volkanik devinim, Maden yöresindeki verilere göre Üst Eosen'e kadar (Erdoğan, 1977), daha doğuda Sason - Baykan yöresindeki verilere göre ise Oligosene kadar (Özkaya 1971) devam etmiştir.

Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında, kaya türü olarak değil tektonik birlik olarak yeniden tanımlamak gerekirse, GD - Anadolu ofiyolit kuşağı, Miyosen sonu kenar kıvrımları kuşağı üzerine taşınmış, deniz altı volkanizması-



Şekil 1 : Çalışma alanının bulduru haritası.  
Figure 1 : Location map of the study area.

nın Üst Eosen'den Oligosen'e kadar devam ettiği ve ilkel olarak bugünkü kenar kıvrımları ve Kastel çukurluğunun kuzeyinde yer alan bir kuşakta gelişmiş tektonik birliktir. Bu kuşak içinde yer alan Ergani - Maden yöresinde, altta Guleman grubu, üstte ise Maden grubu yüzeyler.

GD - Anadolu ofiyolit kuşağının stratigrafisi ve volkanik kayalarının özellikleri iyi bilinmediği için, GD - Anadolu ve Zagros - Oman bölgelerinin tektonik evrimini açıklamaya yönelik çalışmalar (Hallam, 1976; Hail, 1976; Glennie, 1975) eksik veriler üzerine kurulmuştur.

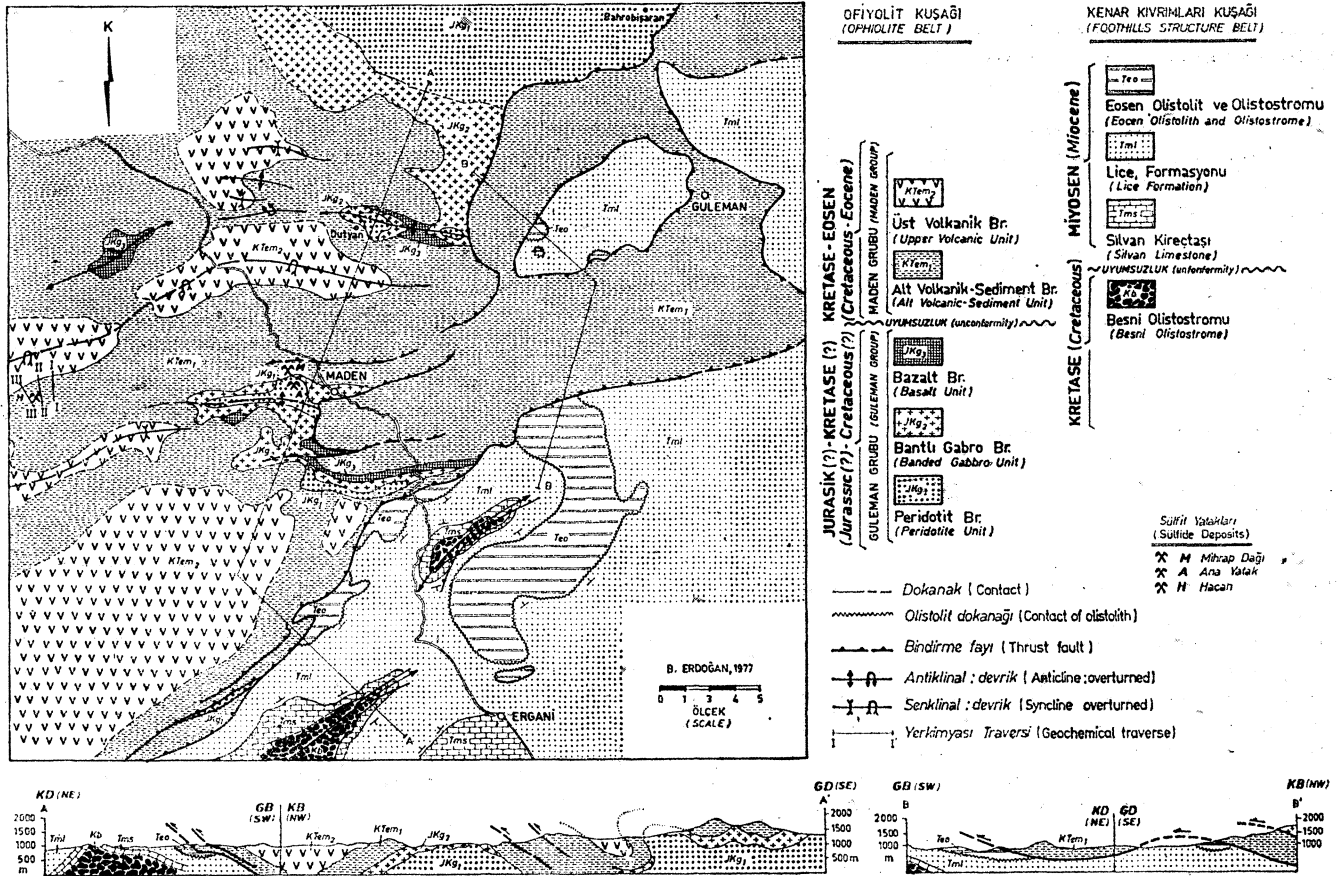
Yakın zamanlarda Hakkari yöresinde Özkaya'nın (1978) ve Malatya yöresinde Yazgan'ın (1981) yaptığı çalışmalar bu eksikleri giderici yönden araştırmalardır.

Bu çalışmada, yukarıdaki iki araştırmacının incelediği bölgeler ortasında kalan Ergani - Maden yöresindeki GD - Anadolu ofiyolit kuşağının stratigrafisi verilecek (Şekil 1), volkanik kayalarının petrografisi ve başkalaşım koşulları tartışılacak ve bunların oluşum ortamlarına açıklık getirebilecek petrokimyasal özellikleri incelenecektir.

## Yöntemler

Ergani - Maden yöresindeki kenar kıvrımları kuşağının küçük bir bölümünü de içine alan ofiyolit kuşağında, 1/25 000 ölçekli yaklaşık 3.5 paftanın jeolojisi yapılmış (Şekil 1, 2) ve kuşağın stratigrafik ve yapısal özellikleri ortaya konmuştur.

Ofiyolit kuşağı içerisindeki volkanik kayalardan 300 ince kesitin petrografik incelemesi gerçekleştirilmiş ve plajoklas ile piroksen minerallerinin optik özellikleri, üni-



**Şekil 2 : İnceleme alanının sadeleştirilmiş jeoloji haritası.**  
**Figure 2 : Simplified geological map of the study area.**

versal tablada ölçülmüştür. Ayrışmanın en az gözlemlendiği ve alttan üste doğru istifi simgeleyen volkanik kaya örneklerinin asal ve iz element analizleri yapılmıştır. Mg ve Na dışındaki elementler x - ray floresansla, Na ve Mg ise hidroklorik - perklorik asitte çözündürülen (Erdoğan, 1977) örnekler üzerinde atomik absorpsiyonla tayin edilmiştir.

### STRATİGRAFİK JEOLJİ

GD - Anadolu ofiyolit kuşağının Ergani - Maden yöresinde iki kaya grubu ayrılanmıştır. Yaşlı olan grup Guleman ilçesinin kuzeybatısında (Şekil 2) en yaygın görünümlerini veren ve alttan üste doğru peridotit, bantlı gabro ve bazalt birimlerinden oluşmuş Guleman grubudur (Şekil 3). Üstteki Maden grubu tabanında, yanal yönde devamsız bir çakıltı düzeyi gözlenir. İki grup arasındaki uyumsuz dokanak, aynı zamanda metamorfizmadaki süreksizliğe karşıt gelir.

#### Guleman Grubu

Ergani - Maden yöresinde ana antiklinal eksenleri boyunca yüzeyleyen (Şekil 2) Guleman grubu, inceleme alanının kuzeydoğu köşesinden başlayarak 5 -10 km. genişlikte yüzleklersunur. Guleman grubu, alttan üste doğru birbirleriyle geçişli dokanak ilişkisi gösteren üç birimden oluşmuştur.

**Peridotit Birimi :** Bu birim, inceleme alanının doğusunda yer alan Bahrobişaran köyü çevresinde (Şekil 2), 3 km nin üzerinde bir kalınlığa erişir. Alt düzeylerinde som görünümü serpantinleşmiş dünit, harzburgit ve lherzolitlerden oluşmuştur. Birimin üst dokanağının 500 m. altında, kalın bir düzey halinde dünitler yer alır ve Guleman bölgesinin en büyük krom oluşukları olan Sori dağı yataklarını içerir. Dünit düzeyinin üzerinde harzburgitler yaygındır ve içerisinde 20-25 m. kalınlıkta yanal yönde 200-300 m. devamlılık gösteren piroksenit yığışmaları (kümülatları) bulunur. Piroksenit yığışmalarına üstteki bantlı gabro biriminin dokanağına doğru daha sık rastlanır ve kalınlıkları da incelererek 2-3 m. lik bantlara dönüşür. Bu üst düzeylerde beyaz renkleriyle topoğrafyada kolayca ayırtedilen ve 1-2 m. kalınlıkta gabro bantları, harzburgit ve piroksenitlerle ardalı olarak bulunur. Üstteki birime geçiş, son 50 m. içinde gabroların yavaş yavaş artması ile gerçekleşir. Troodos Masifinde (Kıbrıs) Moores ve Vine (1971), Vourinos kompleksinde (Yunanistan) Moores (1970) ve iç stratigrafik dizilimin tektonik karışıklıklarla bozulmadığı ofiyolit komplekslerinde değişik araştırmacılar (Challis, 1965; Davis ve Smith, 1971; Raznitsin, 1975; Rodgers, 1975), peridotitlerle gabrolar arasında dereceli geçiş zonlarının varlığını belirtmişlerdir.



katgıların bulunmayışı, yastık lav yapılarının yaygın olarak bulunması ve afanitik - ofitik dokunun baskın olması, birimin, akıcılığı yüksek magmadan pasif ve patlamasız akmayla, hidrostatik basıncın yüksek olduğu nispeten derin deniz ortamında oluştuğunu gösterir.

Bazalt biriminin üst düzeylerinde ender olarak bulunan tüf arakatgılarında fosil bulunmamıştır. Perinçek (1830), yastık yapıları arasında bulunduğu kırmızı mikritik kireçtaşı ceplerinde, Kampaniyen - Maastrichtiyen yaşını veren mikrofosillere rastlamıştır. Güneyde kenar kıvrımları kuşağındaki allokton ofiyolit kütleleri içerisindeki pelajik tortullarda yapılan yaş tayinlerine dayanarak Rigo de Righi ve Cortesini (1964), ofiyolit kütlelerin yaşını Jurasik - Kretâse olarak belirtmiştir. İnceleme alanında Guleman grubunu uyumsuzlukla örten Maden grubunun tabanında, Maastrichtiyen yaşını belirten fosiller bulunmuştur (Erdoğan, 1977) ve bu nedenle Guleman grubunun Maastrichtiyenden yaşlı olduğu kesindir.

Guleman grubu eski okyanus kabuğu parçası ise, bulunan en genç yaşlar grubun üst yaş sınırlarını belirtir ve değişik yerlerde saptanan yağlarda ilk açılma zamanına doğru yayılan geniş bir yaş konağı beklenir.

Bazalt biriminin alt dokanağı Putyan köyü kuzeyindeki D-B uzanımlı antiklinalin çekirdeğinde görülür (Şekil 2) ve mikrogabro ve diyabaz dayklarından oluşmuş geçişli bir zon şeklindedir. Birimin üzerine, aşınma yüzeyi boyunca, tabanda yanal yönde devamsız bir çakıltaşıyla başlayan Maden grubu oturur. Çakıltaşı elemanları tümüyle Guleman grubu kayalarından (sıklık sırasına göre bazalt, gabro ve peridotit parçalarından) oluşmuştur.

Diyabaz daykları ince kesitlerde, ince taneli, holokristafen, intergranular ve subofitik dokudadır. Taze birkaç örnekte saptandığı gibi, ilksel olarak diyabazlar % 60 - 80 oranında plajioklas ve %20-40 oranında klinopiroksenden oluşmuştur. Şiddetli yeniden kristalleşme sonucu klinopiroksenler tümüyle aktinolit, sfen ve klorite dönüşmüştür; plajioklaslar ise albit, beyaz mika ve klinozoisite dönüşmüştür. Taze klinopiroksenler tek nikol altında renksiz veya çok açık yeşildir; 2V açısı ortalama 57 derece ve sönme açıları (CİAZ) yaklaşık 52 derecedir. Bu özellikleri, klinopiroksenlerin diyopsit olduklarını belirtir. Dönüşüm minerallerinden aktinolit lifli kristaller sunar, açık yeşil ve çok az pleokroizma gösterir ve bazı örneklerde diyabazların yaklaşık % 40'unu oluşturur. Epidot ile klinozoisit damar dolgusu, gözenek dolgusu ve plajioklas kristallerini ornatır durumda bulunur.

Kuars, damar ve gözenek dolguları şeklinde, tüm kayayı ornatır mozayik şekilli mikrolitler ve küçük tek kristaller halinde bulunur. Dokusal özellikleri, kuvarsın her üç tur şeklinin de ikincil olduğunu ve ilksel dokunun veya minerallerin üzerinde büyüdüğünü gösterir. Silisyumca ikincil zenginleşme, kimyasal analizlerde de belirgin olarak ortaya çıkar.

Bazalt akıntıları ve yastık lavları, diyabazlarla tamamen benzer mineralojik özelliktedir. Lavlar yalnızca dokusal yönden farklıdır ve içi aktinolit, kuvars, albit, klorit, kalsit ve klinozoisitle dolu 1 mm çapında gözenekler bulunduran, afanitik dokulu bazaltlardan oluşmuştur. Afanitik dokuları Guleman grubu Bazaltik lavlarını, Maden

grubu bazaltlarından, ayıran en belirgin özelliktir. Maden grubu volkanitleri tümüyle porfiritik dokulu bazalt ve bazaltik andezitlerden oluşmuştur.

#### Maden Grubu

İnceleme alanında Guleman grubu üzerinde yer alan Maden grubu, yanal ve düşey yönde girik bazaltik ve andezitik volkanitler, volkanik kırıntılı kayalar, tüfler, çamurtaşları ve kireçtaşlarından oluşmuştur. Bu grup içinde birbiriyle düşey geçişli alt volkanik sediment birimi ve üst volkanik birimi ayrırtlanmıştır. Petrografik olarak her iki birimin volkanik kayaları arasında bir farklılık yoktur ve baskın olarak bazaltlar ile çok ender bazaltik andezitlerden meydana gelmiştir.

**Alt Volkanik - Sediment Birimi** : Bu birim açısız uyumsuzlukla Guleman grubunu üstler ve tabanında yer yer 15 m. kalınlığa erişen, yanal yönde devamsız çakıltaşı düzeyiyle başlar (Şekil 3), Çakıltaşı düzeyi Putyan köyü kuzeyinde D - B yönlü antiklinalin çekirdeğinde ve Bahrobişaran köyünün 7-8 km. GB'sında en yaygın mostralalarını sunar ve ortalama 3-4 cm. boyuta yaran, iyi yuvarlaklaşmış bazalt, gabro ve peridotit çakılları ve killi - milli bir aramaddeden oluşmuştur. Taban çakıltaşının üzerine, en alt düzeylerinde 2-5 cm. boyutunda lamellibrans kavkaları bulunan gri ve kırmızı renkli çamurtaşları gelir. Volkanizmanın yaygın olduğu yerlerde çamurtaşları kırmızının çeşitli tonlarındadır; volkanik arakatgıları olmadığı yerlerde ise gri çamurtaşları yaygın olarak bulunur. Hazar Gölü çevresinde yüzeylenen gri çamurtaşları ve kumtaşları aralanması Rigo ve Righi ve Cortesini (1964) tarafından ayrı birim olarak ayrırtlanmış ve Hazar birimi adı altında tanımlanmıştır. Oysa Ergani - Maden yöresinden Hazar Gölü'ne doğru incelemeler geliştirildiğinde, bu birimin bu incelemedeki Maden grubunun alt volkanik - sediment birimi diye adlandırılan birimin yanal karşısı olduğu açıkça gözlenir.

Alt volkanit - sediment birimi içinde değişik kaya türleri yanal ve düşey yönde giriklikler gösterir. Çamurtaşlarından bazaltik volkanitlere, bazaltik tüfler ve tüf mercekli çamurtaşlarıyla geçilir. Kırmızı ve gri çamurtaşları yanal ve düşey yönde kalkerli şeyl geçişleriyle mercekli konumlu ve ince katmanlı pelajik kireçtaşlarına geçer.

Penbe ve gri renkli pelajik kireçtaşları içinde arakatki olarak, 5-20 cm. kalınlıklarda ve yanal yönde 20-30 m izlenebilen taşınmış Nummulites sp. fosilleri içeren çakıltaşı düzeyleri bulunur. Bu düzeylerde çakıllar mikritik bir çimentoda yüzmektedir. Maxwell (1959), Apeninlerde (İtalya), pelajik kireçtaşları içinde, dereceli tabakalanma gösteren ve Nummulites sp. kırıntılı içeren arakatkılarını bulantı akıntılarıyla oluştuğunu belirtir. Meischner (1971), pelajik kireçtaşları içindeki benzer türde çakıllı düzeyleri allopik kireçtaşı olarak adlandırmış ve bunların yoğunluk akıntılarıyla oluştuğunu belirtmiştir.

Alt volkanik-sediment biriminde, ayrıca gri renkli, kalın katmanlı ve yer yer kumlu kireçtaşlar bulunur. Bunlar çamurtaşları içinde yüzen, değişik boyutlu bloklar şeklindedir. Bu kireçtaşları bol olarak Nummulites sp. fosilleri içerir ve kendilerini çevreleyen çamurtaşlarıyla eş yaşlıdır (Erdoğan, 1977). İlksel olarak bu sığ deniz kireçtaşlarının Maden grubunun çökeldiği havzanın sığ yerleriyle volkanik



**GULEMAN GRUBU VOLKANİTLERİ**  
(Volcanics of Guleman group)

Örnek No. (Sample no.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO <sub>2</sub> %	56.07	52.4	50.95	50.78	49.78	53.26	54.88	52.47	57.36	58.82	55.12	49.19	48.84	49.97	51.16	49.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	14.65	15.81	15.15	15.44	15.19	15.18	12.19	14.97	13.86	14.29	16.27	16.17	15.69	15.66	15.80	17.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	11.62	10.31	11.47	8.88	13.92	14.53	9.95	11.28	10.78	11.05	10.18	9.33	8.85	9.21	9.58	9.34
MgO %	3.91	7.63	2.60	7.24	9.25	4.64	10.08	5.55	4.82	4.13	3.15	8.85	8.04	8.37	6.96	7.18
CaO %	9.85	6.96	3.09	5.94	4.09	3.21	5.75	5.15	4.35	2.60	2.71	8.35	12.52	8.61	7.09	8.92
Na <sub>2</sub> O %	1.91	2.43	4.90	2.99	5.12	3.46	2.90	2.83	5.93	3.86	5.82	2.75	5.18	2.57	5.51	2.87
K <sub>2</sub> O %	—	0.89	0.06	1.12	0.07	0.07	0.63	0.23	—	0.30	0.01	0.03	—	0.06	—	—
TiO <sub>2</sub> %	0.62	0.65	0.85	0.39	1.17	0.98	0.43	0.62	1.02	1.16	1.25	0.80	0.86	0.95	1.07	0.96
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	0.045	0.05	0.06	0.03	0.07	0.06	0.02	0.05	0.07	0.11	0.13	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
H <sub>2</sub> O ve Uçucu elementler %	1.57	1.41	5.74	4.71	2.11	3.42	3.45	4.56	2.25	3.35	3.83	4.88	1.46	3.38	3.16	4.96
Toplam %	100.28	98.59	94.87	97.53	100.77	98.91	100.28	97.7	100.44	99.67	98.46	100.43	101.52	98.87	100.42	100.99
Sr ppm	197.8	175.3	61.2	190.1	76.8	80.7	139.7	189.7	68.0	49.0	68.6	106.8	64.1	168.5	110.5	117.6
Rb ppm	10.5	18.5	9.7	17.2	9.6	10.7	14.2	13.7	10.9	12.3	9.9	12.3	10.6	13.3	9.9	11.0

**MADEN GRUBU VOLKANİTLERİ**  
(Volcanics of Maden group)

Örnek No. (Sample no.)	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
SiO <sub>2</sub> %	50.67	57.73	53.64	52.67	49.56	59.40	54.31	63.29	50.42	52.71	52.24	48.61	55.89	51.20	46.79	50.48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	16.44	19.13	17.40	17.90	15.16	18.28	15.47	16.43	15.73	17.85	19.50	16.36	17.10	15.46	18.60	18.75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	8.03	6.01	9.05	10.78	13.11	5.52	11.05	6.74	8.38	9.14	8.17	8.74	8.32	8.44	11.13	9.18
MgO %	3.52	1.71	4.61	5.41	5.31	2.35	4.68	0.88	5.44	3.73	7.43	8.46	3.12	9.75	5.11	3.85
CaO %	9.28	3.82	3.43	2.43	8.20	3.48	5.07	2.24	8.76	5.22	5.76	6.01	5.47	6.84	6.38	7.80
Na <sub>2</sub> O %	3.05	4.53	3.87	5.58	3.09	3.67	4.30	4.87	3.67	3.50	4.02	1.95	2.59	2.44	3.61	2.47
K <sub>2</sub> O %	0.88	0.81	0.11	0.17	0.57	0.90	—	0.22	0.94	0.96	0.43	1.06	0.07	0.32	0.76	1.91
TiO <sub>2</sub> %	0.89	0.83	0.87	1.08	1.62	0.68	1.31	1.04	0.89	1.04	1.08	0.80	0.88	0.70	1.00	0.92
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	0.22	0.17	0.17	0.20	0.20	0.20	0.18	0.32	0.13	0.20	0.20	0.11	0.21	0.11	0.14	0.26
H <sub>2</sub> O ve Uçucu elementler %	4.58	3.73	4.68	3.26	2.98	4.22	2.58	3.16	5.44	4.58	1.97	7.49	4.01	3.97	4.49	3.79
Toplam %	97.96	98.47	97.83	99.48	97.80	98.70	98.95	98.18	99.80	98.93	100.80	99.59	97.66	99.23	98.02	99.44
Sr ppm	383.6	441.6	209.0	667.6	206.8	523.8	250.3	190.1	252.1	703.6	650.8	220.2	194.6	350.4	497.40	406.1
Rb ppm	19.1	17.3	11.9	12.7	19.8	25.01	10.7	13.2	19.8	14.6	12.5	23.2	10.8	13.3	19.0	30.1

Çizelge 1 : Guleman ve Maden grubu volkanik kayaların kimyasal analizleri.

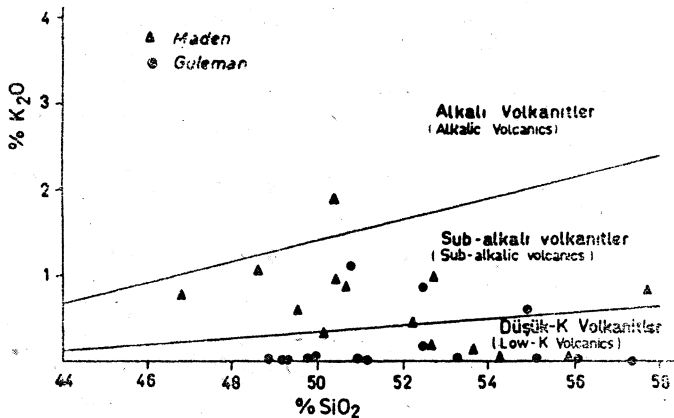
Table 1 : Chemical analyses of the volcanic rocks of the Guleman and Maden groups.

Guleman grubu volkanitlerinde dönüşüm tüme yakın gerçekleşmiştir ve ilksel olarak plajiolit ve piroksenden oluşmuş mikrokristalen dokulu kayalar albit ve aktinolit-ten oluşmuş kayalara dönüşmüştür. Ayrıca gerek dönüşüm mineralleri gerekse damar ve gözenek dolgusu şeklinde klinozoisit, zoisit, hornblend, kuvars ve kalsit mineralleri bulunur. Prehnit ve pumpellyite raslanmaz ve ender olarak bulunan klorit, aktinolit retrograt dönüşüm sonucu oluşmuştur. İkincil mineraller Guleman grubunun yeşilist fasiyes koşulları altında başkalaşıma uğradığını gösterir ve başkalaşım sıcaklığının 350-450 °C ve basıncının 2-4 kb arasında değiştiği tahmin edilir (Şekil 4).

Maden grubu volkanitlerinde yeniden kristalleşme Guleman grubuna oranla daha zayıftır; klinopiroksen kristalleri taze veya çok az oranda klorite dönüşmüştür. Plajiolit kristalleri albite dönüşmüştür ve yoğun olarak inklüzyonlar içerir. İkincil mineraller olarak, sıklık sırasına göre, albit, kalsit, pumpellyit, kuvars, epidot, klorit ve olası prehnit bulunur. Klinozoisit, zoisit ve aktinolit raslanmaz. Mineral parajenezleri Maden grubunun prehnit - pumpellyit fasiyes koşulları altında başkalaşıma uğradığını gösterir ve sıcaklığın 250-300°C, basıncın ise 2-3 kb arasında değiştiği tahmin edilir (Şekil 4).

Başkalaşım derecesi istifte "üstten alta doğru düzenli bir artım göstermez ve iki grubun sınırı boyunca keskin bir değişim gözlenir. Maden grubunun taban çakıltaşını oluşturan Guleman grubu kayalarından oluşmuş çakıllarda, yeşilist fasiyes parajenezleri görülmektedir. Çakılların tutturulduğu ara maddede ise prehnit - pumpellyit fasiyes parajenezleri gözlenir. Bu durum Guleman grubunun metamorfizmasının Maden grubunun çökelişi öncesi tamamlandığını gösterir.

İleri derecede mineral dönüşümüne karşın kayalarda yapraklanma gelişmemiş olması, metamorfizmanın ısı gradyanındaki yükselim sonucu veya gömülmeye geliştiğini gösterir. Guleman grubu volkanitlerinin çok kalın is-



Şekil 5 : Guleman ve Maden grubu volkanik kayalarının  $K_2O - SiO_2$  diyagramı. Değişik sınıfları ayıran çizgiler Middlemost'dan (1975).

Figure 5 :  $K_2O - SiO_2$  diagram of the volcanic rocks of the Guleman and Maden groups. Lines separating different classes are from Middlemost (1975)

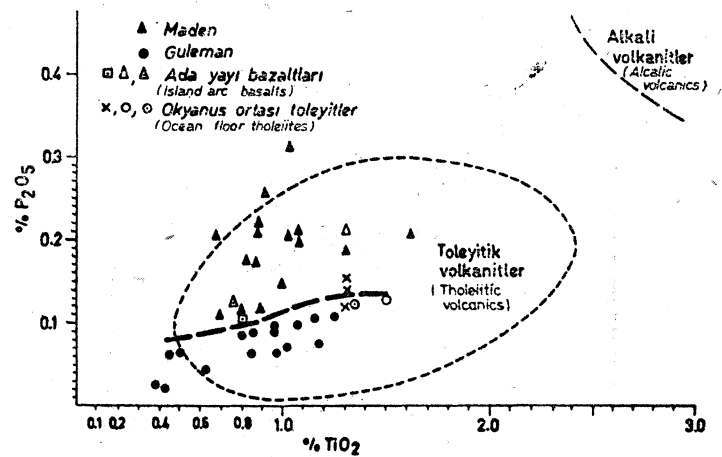
tif oluşturmamaları bunların metamorfizması sırasında ısı gradyanı artışının ve ısıtılmış deniz suyunun etkin rol oynadığına işaret eder. Benzer türde metamorfizma Miyashiro (1973) tarafından okyanus tabanı metamorfizması adı altında irdelenmiştir.

#### GULEMAN VE MADEN GRUBU VOLKANİK KAYALARININ JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Volkanik kayalar, tektonik oluşum ortamlarına bağlı olarak asal ve iz elementler yönünden belirli özellik gösterirler. Metamorfizma geçirmemiş veya düşük dereceli metamorfizma geçirmiş olan mafik volkanitlerin kimyasal özellikleriyle oluşum ortamları arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Macdonald ve Katsura, 1964; Kuno, 1960, 1966; Engel ve diğerleri, 1965; Jakes ve White, 1972; Pearce ve Cann, 1973; Smewing ve diğerleri, 1975; ve benzer birçok araştırma).

Mafik volkanitlerin metamorfizmaları sırasında, bazı asal elementlerin mobil davrandıkları bilinmektedir. Yeşilist ve daha düşük başkalaşım koşullarında, remobilizasyon sonucu, bazı elementlerde ( $Fe_3$ ,  $H_2O$ ,  $K$ ) az oranda artış ve bazılarında ( $Si$ ,  $Ca$ ,  $Al$ ,  $Mn$ ) azalış dışında önemli ölçüde element taşınımı meydana gelmemektedir (Condie, 1976). Özellikle  $Ti$ ,  $Zr$ ,  $Y$ ,  $Nb$ , ve  $Sr$  iz elementlerinin belirgin bir değişime uğramadığı düşünülmektedir (Winchester ve Floyd, 1975).

Bu incelemede 16 tanesi Guleman grubu bazalt biriminden ve 16 tanesi Maden grubu volkanitlerinden olmak üzere 32 örneğin kimyasal analizleri yapılmıştır. Her iki gruba ait volkanitlerden yaklaşık 200 örneğin ince kesitleri incelenmiş ve en az ayrışma gösterenler analiz için seçilmiştir. Afanitik dokuda olan, gözenek bulundurmayan



Şekil 6 : Guleman ve Maden grubu volkanik kayalarının  $P_2O_5 - TiO_2$  diyagramı. Ada yayı bazaltları Jakes ve White (1972) ve Kuno'dan (1960). Okyanus ortası toleyitler Engel ve Engel (1970), Vallier (1973) ve Coleman ve diğerlerinden (1973).

Figure 6 :  $P_2O_5 - TiO_2$  diagram of the volcanic rocks of the Guleman and Maden groups. Island arc basalts are from Jakes and White (1972) and Kuno (1970). Ocean floor tholeiites are from Engel and Engel (1970), Vallier (1973) and Coleman et al (1973).



Oluşum Ortamı (Tectonic Setting)	Ortalama Sr ppm (Average Sr ppm)
I— Okyanus ortası sırt bazaltları (Ocean ridge basalts)	131
II— Ada yayları (Island arcs) a - Düşük potasyumlu tholeyitler (Low potassium tholeiites) b - Kalk - alkali bazaltlar (Calc - alkali basalts)	207 375
III— Okyanus adaları (Oceanic islands)	438
IV— Kıtasal bazaltlar (Continental basalts)	460
V— Guleman grubu volkanitleri (Volcanics of the Guleman group)	131
VI— Maden grubu volkanitleri (Volcanics of the Maden group)	383

**Çizelge 2 : Bazaltik kayaların ortalama Sr değerleri ve oluşum ortamları arasındaki ilişki. Pearce ve Cann'dan (1973).**

**Table 2 : Relations of Sr content of basaltic volcanic rocks and their tectonic settings. From Pearce and Cann (1973).**

ve ikincil damarlarla kesilmemiş olan volkanitler yeğlenmiştir.

Örneklerin kimyasal analizleriyle (Çizelge 1) petrografik özellikleri karşılaştırıldığında, bazı örneklerde  $\text{Na}_2\text{O}$  ca zenginleşme ve çok az oranda  $\text{Ca}_2\text{O}$  ca fakirleşme görülmüştür. Bu değişim ilksel kalsiyumca zengin plajyoklasın (labradorit) albite dönüşmesinden ileri gelmektedir. Bu remobilizasyon sırasında  $\text{Ca}_2\text{O}$  tümüyle taşınıp götürülememiş ve epidot, klinozoisit ve kalsit minerallerini oluşturarak kaya içinde tutulmuştur. Bu nedenle  $\text{Ca}_2\text{O}$  ile  $\text{Na}_2\text{O}$  arasında belirgin bir negatif orantı bulunmamaktadır. Bazı örneklerde  $\text{SiO}_2$  oranında yükselme söz konusudur ve özellikle Guleman grubu bazaltlarında matriksi ornatan mozayik şekilli kuvars mikrokristalleri, belirli oranda silisyum katılımını işaret etmektedir. Bu nedenle Ergani - Maden yöresi volkanik kayalarının sınıflamasında, alkalisilika, AMF (Macdonald ve Katsura, 1964) ve silika - (demir oksit/magnezyum oksit) diyagramları (Miyashiro, 1974) kullanılmamıştır.

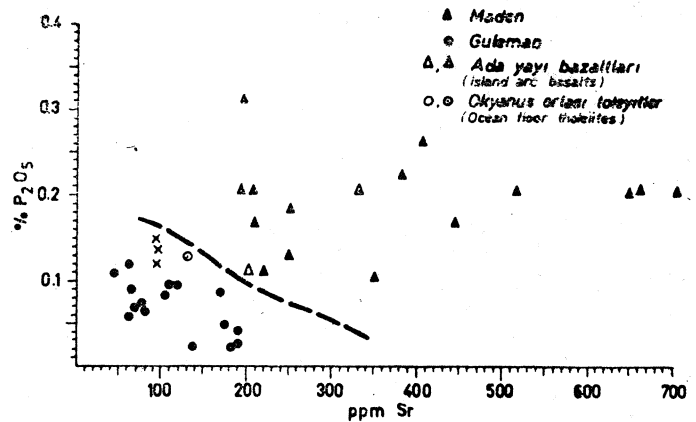
Her iki grup volkanik kayalar Şekil 5'deki  $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$  diyagramında Middlemost (1975) tarafından tanımlanan sub - alkali volkanitler alanında yer almaktadır ve yalnızca Maden grubundan bir örnek alkali volkanitler alanına düşmektedir. Bu diyagramda belirgin olarak görüldüğü

gibi, Guleman grubu volkanitleri özellikle düşük potasyumlu sub - alkali volkanitler sınıfına düşmektedir. Düşük potasyumlu sub - alkali volkanitler belirgin olarak günümüzde okyanus ortası sırtlar boyunca oluşmaktadır.

Şekil 6'da, düşük metamorfizma koşullarına en dayanıklı iki element olan  $\text{P}_2\text{O}_5$  ve  $\text{TiO}_2$  diyagramı görülmektedir. Her iki grup volkanit farklı alanlarda yoğunlaşmıştır ve Guleman grubu  $\text{P}_2\text{O}_5$  ce Maden grubuna oranla daha fakirdir. İki grup volkanik kaya Rhodes (1973) tarafından tanımlanan tholeyitik volkanitler alanı içinde yer alır. Aynı diyagram üzerinde ada yayları boyunca oluşan bazalt ve düşük potasyumlu bazaltların ortalama değerleri işlenilmiştir (Jakes ve White, 1972; Kuno, 1960) ve bunların Maden volkanitlerinin yoğunlaştığı alanda yer aldığı saptanmıştır. Benzer şekilde, okyanus tabanı tholeyitlerinin ortalama değerleri (Engel ve Engel, 1970; Valuer, 1973) içi boş yuvarlak işaretler ve Kızıl Deniz yırtılma vadisi boyunca oluşan bazaltlar (Coleman ve diğerleri, 1973) çarpı işaretleriyle diyagram üzerinde işaretlenmiş ve bunların Guleman grubuna benzerliği saptanmıştır.

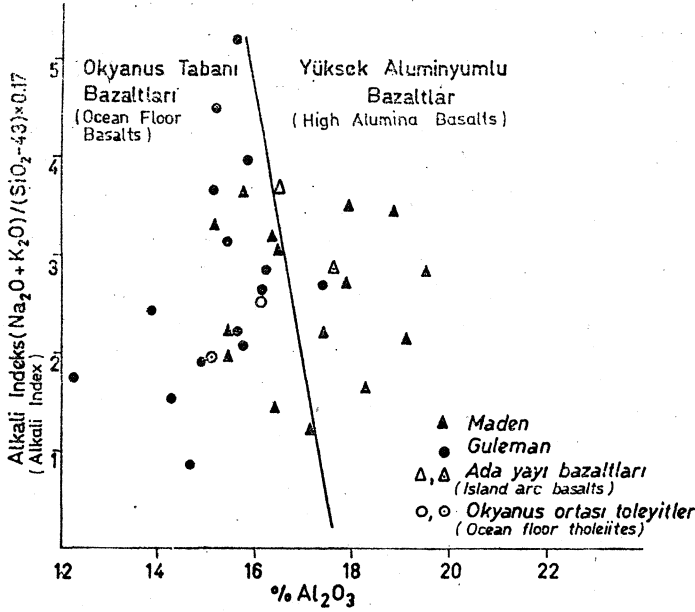
Guleman ve Maden grubu volkanitlerini birbirinden ayıran en belirgin kimyasal özellik Sr değerleridir. Maden grubu volkanitlerinin Sr değerleri ortalama 384 ppm dir ve 190 ile 700 ppm arasında değişir. (Çizelge 2). Guleman grubu volkanitlerinin Sr değerleri ise ortalama 118 ppm dir ve 49 ile 198 ppm arasında değişir. Pearce ve Cann'ın (1973) değişik tektonik ortamlarda oluşmuş bazaltların ortalama değerleriyle karşılaştırıldığında (Çizelge 2), Guleman grubu bazaltlarının okyanus ortası sırtı bazaltlarına ve Maden grubu bazaltlarının ise kalk - alkali veya ada yayı ortamında oluşmuş düşük potasyumlu tholeyitlere benzerliği ortaya çıkar.

$\text{P}_2\text{O}_5$  yüzde değerlerini ve Sr ppm değerlerini gösteren diyagramda (Şekil 7), Guleman ve Maden grubu volkanit-



**Şekil 7 : Guleman ve Maden grubu volkanik kayalarının  $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{Sr}$  diyagramı. Ada yayı bazaltları Jakes ve White'dan (1972). Okyanus ortası tholeyitleri Engel ve diğerleri (1965) ve Coleman ve diğerlerinden (1973).**

**Figure 7 :  $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{Sr}$  diagram of the volcanics rocks of the Guleman and Maden groups. Island arc basalts are from Jakes and White (1972). Ocean floor tholeiites are from Engel et al (1973).**



Şekil 8 : Guleman ve Maden grubu volkanik kayalarının alkali indeksi -  $Al_2O_3$  diyagramı. Ada yayı bazaltları Jakes ve White (1972) ve Kuno'dan (1960).

Okyanus ortası tholeitler Engel ve Engel (1970) ve Tamer'den (1973).

Figure 8 : Alkali index- $Al_2O_3$  diagram of the volcanic rocks of the Guleman and Madem groups. Island arc basalts are from Jakes and White (1972) and Kuno (1960). Ocean floor tholeiites are from Engel and Engel (1970) and Vallier (1973).

leri belirgin olarak birbirinden ayrılmaktadır. Jakes ve White'in (1972) ada yaylarında oluşan yüksek alüminyumlu bazaltları (içi noktalı üçgen) ve ada yayı tholeitleri (içi boş üçgen) Maden grubu volkanitleri içinde yer alır. Engel ve Engelin (1970) okyanus tabanı tholeitleri (içi noktalı daire) ve Coleman ve diğerlerinin (1973) Kızıl Deniz yırtılma vadisi boyunca derlenmiş bazaltları ise çarpı işaretli Guleman grubu volkanitleriyle benzerlik göstermektedir.

Kuno (1960), ada yaylarında, okyanus hendeğinden uzaklaştıkça sırasıyla yay tholeitleri, yüksek alüminyumlu bazaltlar ve alkali bazaltların yer aldığını belirtmiştir. Maden grubu volkanitleri, Guleman grubu volkanitlerine oranla  $Al_2O_3$  ce zengindir. Yüzdeleri olarak  $Al_2O_3$  ve alkali indeks ( $Al = (Na_2O + K_2O) / (SiO_2 - 43) \times 0.17$ ) diyagramında (Middlemost, 1975), Guleman grubu volkanitleri tholeitik bazalt alanında toplanmıştır (Şekil 8). Buna karşın Maden grubu volkanitleri yüksek alüminyumlu bazalt alanına taşmaktadır. Aynı diyagram üzerinde ada yaylarında oluşan Kuno'nun (1960) yüksek alüminyumlu bazaltları (içi boş üçgen) ve Jakes ve White'in (1972) ada yayı tholeitleri (içi noktalı üçgen) Maden grubu volkanitleriyle benzerlik göstermektedir. Vallier'in (1973) okyanus tabanı tholeitleri (içi noktalı daire) ve Engel ve Engelin (1970) okyanus tabanı tholeitik bazaltları (içi boş daire) Guleman grubu volkanitleri içinde yer almaktadır.

## TARTIŞMALAR VE SONUÇLAR

Guleman grubu, ofiyolitik komplekslerin benzeri düzenli bir iç stratigrafik yapı sunmaktadır. Troodos Masifi (Kıbrıs) ile bir farklılığı, levha dayklarının (sheeted dike) bulunmamasıdır. Bazı ofiyolit komplekslerinde levha dayklarının bulunmaması, okyanus kabuğu parçaları sayılan bu komplekslerin, açılma hızının yüksek olduğu sırtlar boyunca oluştuklarına bağlanmıştır.

Guleman grubu bazalt birimi ağdalığı düşük bir magmadan nisbeten derin bir ortamda pasif akmayla oluşmuştur. Bazaltların kimyasal özellikleri, okyanus tabanı düşük potasyumlu tholeitlerine benzemektedir. Yeşilist fasiyes koşullarındaki başkalaşım sırasında bazalt ve diyabazlar, yer yer  $SiO_2$  ve  $Na_2O$  da zenginleşmiş ve  $Ca_2O$  ca fakirleşmiştir. Benzer  $SiO_2$  zenginleşmesi Troodos Masifinde silisyum metazomatizmasına bağlanmıştır.

Bazı araştırmacılar ofiyolitik komplekslerin ada yaylarında da oluşabileceğini ileri sürmüşlerdir (Miyashiro, 1974). Ada yaylarında meydana gelebilecek ofiyolit oluşuklarının birbirinden bağımsız, yersel ve küçük magma ceplerinde gelişmeleri beklenir ve iç yapılarının düzensiz olması umulur. Kıbrıs'dan GD - Anadolu, Zagros ve Oman'a kadar, uzun bir kuşak boyunca, az çok düzenli bir iç yapı sunan yaygın ofiyolit oluşuklarının ada yayı ortamında oluşması beklenemez.

Maden grubu, tabanında devamsız bir çakıtaşı düzeyiyle aşınmış olan Guleman grubu üzerine oturur ve birbirleriyle girik yastık lavlar, volkanik kırıntılılar, çamurtaşları ve pelajik kireçtaşlardan oluşmuştur. Bu grubun yer yer denizaltı volkan konilerinin bulunduğu engebeli bir ortamda çökeldiği düşünülür. Volkanik adaların çevresinde tortullaşmış; sığ deniz kireçtaşları, zaman zaman yoğunluk akıntuları ve kütle kaymalarıyla havzanın derin kesimlerine taşınarak havza içi olistolitleri oluşturmuştur.

Maden grubu volkanitleri, patlama indeksleri yüksek, porfirik dokulu bazalt ve bazaltik andezitlerden meydana gelmiştir. Kimyasal analizleri bu volkanitlerin, tabanında okyanus kabuğunun bulunduğu ada yaylarında oluşmuş tholeitlerin bileşimine benzediğini ortaya koymuştur.

Kıbrıs'dan Oman Dağlarına kadar uzanan Kampaniyen sırasında oluşmuş ve GD - Anadoluda Kastel çukurluğu diye adlandırılan çizgisel hendeğin oluşumu, kuzeyde Maden grubunun oluşmaya başladığı olası bir ada yayı ortamına dönüşle yaklaşık eş yaşıdır. Ada yaylarının oluşumlarının ilk aşamalarında yayın eksenini boyunca önemli ölçüde düşey yükselimin meydana geldiği ileri sürülmüş-tür (Karig, 1970). GD - Anadolu'da Kastel çukurluğunun oluşumu kuzeyde ada yayı ortamına dönüş sırasındaki ilk yükselimin doğrudan bir sonucu olabileceği ve bu hendeğin yay gerisi havzaya (back arc basin) karşıt gelebileceği görüşü ileride yapılacak tektonik analizlerde irdelenmelidir.

## KATKI BELİRTME

Kimyasal analizlerin yapımında University of New Brunswick (Kanada) laboratuvarlarından yararlanılmıştır. Yazar, Na ve Mg analizlerini Sydney Üniversitesinde yapan Prof. Dr. G.J.S. Govett'e ve çizimleri yapan Ege Üniversitesinden Mualla Gürle'ye teşekkürlerini sunar.

Yazının ilk geliş tarihi: Ocak 1982  
Yayıma verildiği tarih: Ekim 1982

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Altınlı, İ. E., 1966, Geology of eastern and southeastern Anatolia, part II: Maden Tetkik Arama Enst. Derg., 67,1-22.
- Arni, P., 1939, Relations entre la structure regionale et les gisements minéraux et petroliferes de L'Anatolie: Maden Tetkik Arama Enst. Derg., 2, 29 - 36.
- Challis, G. A., 1965, The origin of New Zealand ultra - mafic intrusions: Journal of Petrology, 6, 322-364.
- Coleman, R. G., 1971, Plate tectonic emplacement of upper mantle peridotites along continental edges: Journ. Geophys. Res, 76, 1212 -1222.
- Coleman, R. G., Tatsumate, M., Cooles, D. G., Hedge, C. E. ve Mays, R. E., 1973, Red Sea basalts: EOS American Geoph. Trans., 54, 1001 -1002.
- Condie, K. C., 1976, Trace element geochemistry of Archean greenstone belts : Earth Sci. Rev., 12, 393 - 417.
- Davies, H. L. ve Smith, I. E., 1971, Geology of eastern Papua. Geol. Soc. America Bull., 82, 3299 - 3312.
- Engel, A. E. J. ve Engel, G. S., 1970, Mafic and ultramafic rocks; Maxwell, A. E., ed, The Sea de: 4, 465 - 519.
- Engel, C. G., Engel, A. E. ve Havens, R. G., 1965, Chemical Characteristics of oceanic basalts and the upper mantle : Geol. Soc. America Bull., 76, 719 - 725.
- Erdoğan, B., 1977, Geology, geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani - Maden region, SE - Turkey : Ph. D. tezi, University of New Brunswick, Kanada, 288 s., yayınlanmamış.
- Glennie, K. W., 1975, Late Cretaceous nappes in Oman Mountains and their geological evolution: Repply, Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 59,1688.
- Glennie, K. W., Bouef, M. G. A., Hughes Clark, M. W Mody - Stuart, M., Pilaar, W. F. H. ve Reinhardt, B. M., 1973, Late Cretaceous nappes in the Oman Mountains and their geologic evolution: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 57, 5 - 27.
- Hall, R., 1976, Ophiolite emplacement and the evolution of the Taurus suture zone, Southeastern Turkey: Geol. Soc. America Bull., 87,1078 -1088.
- Hallam, A., 1976, Geology and plate tectonics interpretation of the sediments of the Mesozoic radiolarite - ophiolite complex in the Neyris region, southern Iran: Geol. Soc. America Bull., 87,47 - 52.
- Haynes, S. J. ve McQuillan, H., 1974, Evolution of the Zagros suture zone, southern Iran: Geol. Soc. America Bull., 87,47-52.
- Heinrich, E. Wm., 1965, Microscopic identification of minerals : Me Graw - Hill, New York, 414 s.
- İlhan, E., 1971, The structural features of Turkey; Campbell, A. S., ed., Geology and History of Turkey de, Petroleum Explor. Soc., Libya, 13th. field conf., 159 -170.
- Jakson, E. D., Green II, H. W. ve Moores, E. W., 1975, The Vourinos ophiolite Greece. Cyclic units of lineated cumulates overlying harzburgite tectonite: Geol. Soc. America Bull., 86, 390 - 398.
- Jakes, P. ve White, A. J. R., 1972, Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas: Geol. Soc. America Bull., 83, 29 - 40.
- Karig, D. E., 1970, Ridges and basins of the Tonga - Kermadec Island Arc System: J. Geophys. Res., 75, 239 - 259.
- Ketin, İ., 1966, Tectonic units of Turkey : Maden Tetkik Arama Enst. Derg., 66, 23-34.
- Kuno, H., 1960, High - alumina basalts: Journal of Petrology, 1, 121-145.
- Kuno, H., 1966, Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs Bull. Volcanol., 29, 195 - 222.
- Macdonald, G. A. ve Katsura, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas: Journal of Petrology, 5, 82 -123.
- Maxwell, J. C., 1959, Turbidite, tectonic and gravity transport, northern Apenine Mountains, Italy: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 43, 2701 - 2719.
- Meichner, D., 1971, Clastic sedimentation in the Variscan geosyncline east of River Rhine: VIII Intr. Sediment Cong. Sedimentology of parts of Central Europe guidebook, 9-43.
- Middlemost, E. A. K., 1975, The basalt clan: Earth Science Rev., 11, 337 - 364.
- Miyashiro, A., 1973, Metamorphism and metamorphic belts: John Willey and Sons, New York, 492 s.
- Miyashiro, A., 1974, Volcanic rocks series in island arcs and active continental margins: Am. Jour. Sci., 274, 321 - 355.
- Moores, E. M., 1970, Petrology and Structure of the Vourinos ophiolitic complex of northern Greece: Geol. Soc. America Spec. Papper 118,74 s.
- Moores, E. M. ve Vine, F. J., 1971, The Troodos Massif Cyprus and other ophiolites as oceanic crust: Evolution and implications : Phil. Trans. Roy. Soc. London, A268, 443-466.
- Özkaya, İ., 1974, Sason-Baykan arasının stratigrafisi -GD Türkiye: Türkiye Jeol. Kurumu Bült., 17, 51 - 72.
- Özkaya, İ., 1978, Yüksekova Şemdinli yöresi stratigrafisi, tektonik evrimi ve petrol olanakları - Hakkari s Doçentlik tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türkiye, 330 s., yayınlanmamış.
- Pearce, J. A. ve Cann, J. R., 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses : Earth Planet. Sci. Lett. 19,290 - 300.
- Perinçek, 1980, Bitlis metamorfiklerinde volkanitli Triyas : Türkiye Jeol. Kur. Bült., 23, 201 - 211.
- Raznitsin, Y. N., 1975, Comparative tectonics of ultrabasic belts in the Schmidt Peninsula (Sakhalin), Papua (New Guinea) and Sabah (Kalimantan) : Geotectonic Acad. Sci. USSU, 9,108 -115.

- Rhodes, J. M., 1973, Major and trace element chemistry of basalts from Leg 9 of Deep Sea Drilling Project: EOS American Geophys. Union Transac, 54, 1014-1015.
- Rigo de Righi, M. ve Cortesini, A., 1964, Gravity tectonics in Foothills Structure Belt of South-east Turkey: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 48, 1911-1937.
- Rodgers, K. A., 1975, A comparison of the geology of the Papuan and New Caledonian ultramafic belts: Jour. Geology, 83,47-60.
- Smewing, J. D., Simonian, K. O. ve Gass, I. G., 1975, Metabasalts from the Troodos Massif, Gyprus: Genetic implication deduced from petrography and trace element geochemistry: Contrib. Mineral. Petrol., 51, 49-64.
- Temple, P., ve Perry, D. J., 1962, Geology and oil occurrence, south-east Turkey: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 46, 1596-1612.
- Vallier, T. L., 1973, Synthesis of chemical analyses: Igneous and metamorphic rocks recovered by the Deep Sea Drilling project. D.S.D.P.; Scripps Inst. Oceanogr., LaJolla, Calif., 1-41.
- Winchester, J. A. ve Floyd, P. A., 1976, Geochemical magma type discrimination: application to altered and metamorphosed basic igneous rocks: Earth planet. Sci. Latt., 28, 459-469.
- Yazgan, E., 1981, Doğu Toroslarda etkin bir paleokita kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen) Malatya - Elazığ - Doğu Anadolu : Yerbilimleri, Hacettepe Univ., Türkiye, 7,83-104.