

ORTOAMFİBOLİT VE METAGABROLARIN PETROLOJİK İLİŞKİLERİ: HİMMETLİ KÖYÜ KUZEYİ (NİĞDE)

Hüseyin KURT¹, Kerim KOÇAK¹, Kürşat ASAN¹, Yusuf Kağan KADIOĞLU², Mustafa KARAKAŞ³

¹Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Bölümü, KONYA

²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, ANKARA

³MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü, KO NYA

Makalenin Geliş Tarihi: 14.10.2005

ÖZET: Bu çalışma ile Niğde'nin kuzeydoğusunda yüzeyleyen temele ait ortoamfibolitler ile bunları kesen metagabroik kayaçların mineralojik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ortoamfibolitler başlıca aktinolit, magnezyohornblend ve teşermakit, plajiyoklazlar oligoklaz ve andezin (An₁₄₋₄₈) minerallerinden oluşurken, bunları kesen metagabrolar çoğunlukla bazik plajiyoklaz (An₇₃₋₉₁), diyopsit (Wo₄₅ En₄₂ Fs₁₂) ve enstatitten (Wo₁ En₇₀ Fs₂₉) meydana gelmektedir. Jeokimyasal diyagramlar toleyitik kayaçlardan amfibolitlerin karakteristik olarak yay arkası havza bazaltlarını, metagabroların ise toleyitik ada yayı bazaltlarını temsil ettiğini göstermektedir. Elde edilen jeolojik ve jeokimyasal veriler, kayaçların petrolojik gelişiminde olivin ve/veya piroksen fraksiyonel kristalleşmelerinin önemli rol oynadığını, buna karşılık plajiyoklazın eriyikte alıkonulduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Amfibolit, metagabro, ada yayı bazalt, yay arkası bazalt, Niğde masifi.

Petrological Relations of Orthoamphibolite and Metagabro: North to Himmetli Village (Niğde)

ABSTRACT: This study aimed to find out the mineralogical, geochemical and petrological characteristics of orthoamphibolites of the basement, and intruding metagabbros exposed in northeast to Niğde. Orthoamphibolites are made up of actinolites, magnesiohornblendes and tschermakite while intruding metagabbros are composed mostly of basic plagioclase (An₇₃₋₉₁), diopside (Wo₄₅ En₄₂ Fs₁₂) and enstatite (Wo₁ En₇₀ Fs₂₉) minerals. Geochemical diagrams show that tholeiitic amphibolites typically represent back-arc basalts while the metagabbros do tholeiitic island-arc basalts. Geological and geochemical data indicate that olivine and/or pyroxene fractional crystallisation played an important role in petrological evolution of the samples, in contrast plagioclase remained in the melt.

Key Words: Amphibolite, metagabro, island-arc basalt, back-arc basalt, Niğde massive.

GİRİŞ

Niğde Masifinde bulunan inceleme alanı Niğde ilinin kuzeydoğusunda, merkeze bağlı Himmetli köyünün kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 1).

Niğde ilinin doğusunda bulunan Niğde Masifi, çeşitli adlarla anılan büyük bir masifin uzantısı şeklindedir. Niğde Masifi (Göncüoğlu, 1977); Kırşehir Masifi, Akdağmadeni-Yozgat

Masifi (Erkan ve Ataman, 1981; Seymen, 1984) gibi yerel adlarla anılan, genel olarak ise Kızılırmak Masifi, Kırşehir Masifi, Orta Anadolu Masifi (Göncüoğlu, 1977, 1981a, 1986; Erkan ve Ataman, 1981; Ketin, 1956; Erkan, 1980; Seymen, 1984; Türel ve diğ., 1993) veya Orta Anadolu Kristalin Kompleksi (Göncüoğlu ve Türel, 1993; Göncüoğlu ve diğ., 1997) olarak adlandırılan mağmatik ve metamorfik kütlenin en güney kesimini oluşturmaktadır.

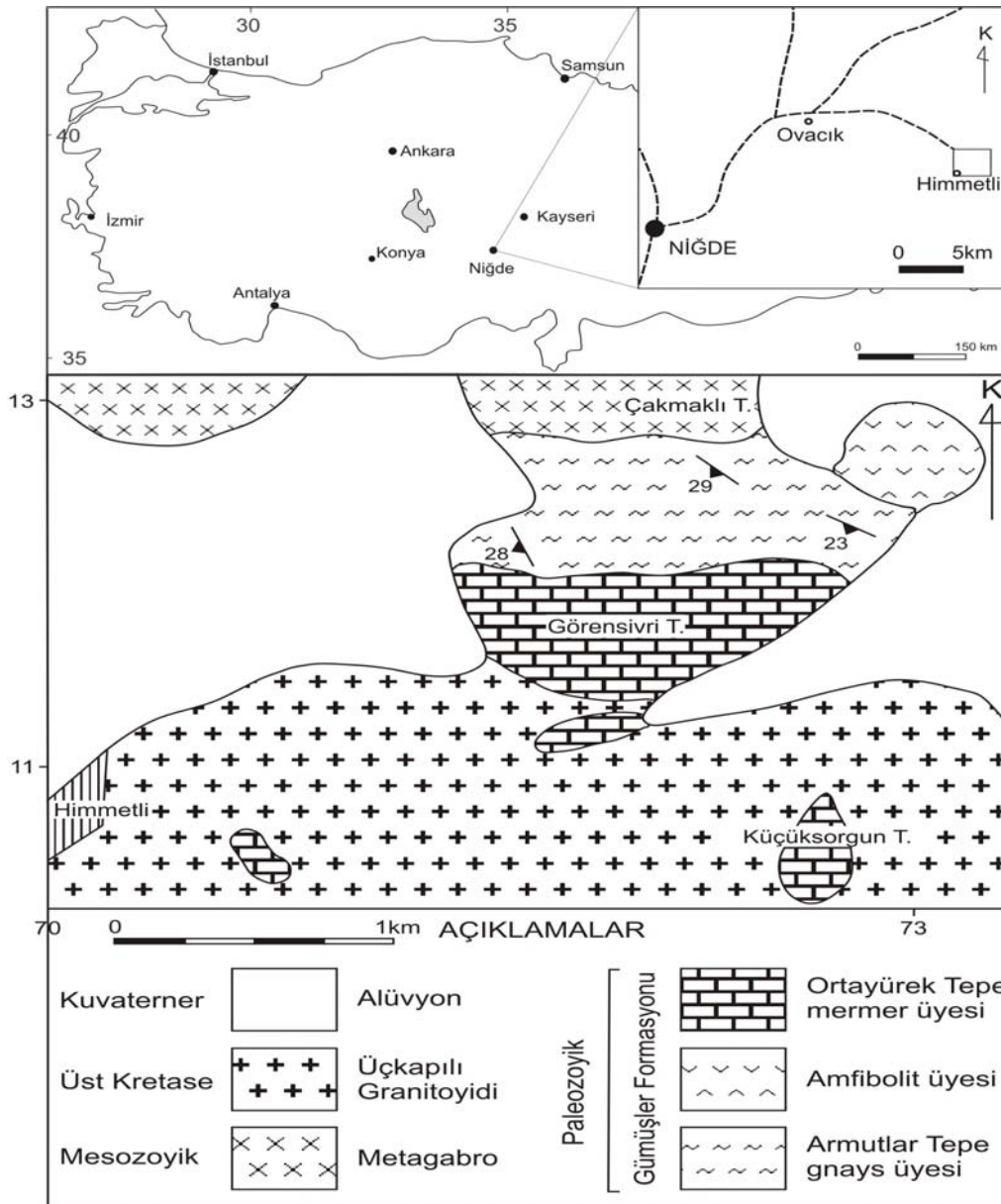
Göncüoğlu (1977, 1981a, 1981b, 1982, 1985, 1986) masifin stratigrafisine, petrografisine, tektonizmasına, metamorfizmasına ve jeokronolojik yaşlandırmasına yönelik olarak birçok çalışma yapmıştır.

Baş ve diğ. (1992), Niğde Masifinin güneyindeki Ulukışla- Çamardı çevresinde geniş bir yayılıma sahip mağmatiklerin petrografisine ve kimyasına değinerek mağmatik kayaların kuzeye dalımlı bir yitim sonunda oluşan mağmatik yay ve kısmen de mantodan gerçekleşen bölümsel ergimelerden etkilendiklerini belirtmişlerdir.

Koçak (1993), Koçak ve Leake (1994) Ortaköy yöresinde metasedimentlerin üst amfibolit fasiyesinde (ikinci sillimanit derecesinde) bir bölgesel metamorfizma geçirecek migmatitlerin geliştiğini belirtmektedir.

Bayhan (1993), Aksaray kuzeyindeki Ortaköy granitoidinin petrografisini ve kimyasal- mineralojik özelliklerini incelemiştir.

Kadioğlu ve Güleç (1993, 1999) Orta Anadolu'da yer alan granitoidlerin içerisindeki anklavların kökenlerini petrografi, kayaç ve mineral kimyası açısından 3 grupta sınıflandırmışlardır.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru ve jeolojik haritası (Karataş, 1999'dan değiştirilerek alınmıştır).

Figure 1. Location and geological map of the investigation area (modified from Karataş, 1999).

Kadioğlu ve Güleç (1997), Aksaray' ın kuzeyindeki Ağaören İntrüzif Takımının petrolojisini incelemiştir. Çokumkaya gabrosunun ilksel olarak manto, Ağaören granitoidinin esas olarak üst kabuk kökenli olduğunu fakat bileşimine alt kabuk ve manto kökenli ürünlerinin girdiğini vurgulamışlardır.

Karataş ve Kurt (1998), inceleme alanında içine alan tüm kayaçların ilgili jeolojik ve petrografik özelliklerini çalışmışlardır.

Kurt ve diğ. (1999) Niğde-Gümüşler yöresindeki amfibolit ve gnaysların petrografik ve jeokimyasal incelemesini yaparak, amfibolitlerin toleyitik volkanik yay özellikte bazik tüflerin metamorfizmasıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Koçak (2002) Ortaköy amfibolitlerinin subvolkanik kökenini gösteren korunmuş akma dokusunu ortaya çıkarmıştır. Aksaray ve Kayseri yöresindeki ofiyolitik hornblend gabroların yay arkası havzada oluştuğunu ileri sürmüşlerdir (Koçak ve diğ., 2005).

Bu çalışma kapsamında, daha önceki çalışmalarda sözü edilen Niğde Masifinin kuzeydoğusunda Himmetli köyünün kuzeyinde kalan bölgedeki gabro ve amfibolitlerden elde edilen yeni mineral ve kayaç kimyası verilerinin ışığında yöredeki magmatik gelişim ve bu süreçte etkili olan olaylar incelenecektir.

GENEL JEOLJİ

İnceleme alanındaki Niğde Grubu kayaçlarının genel jeolojik özellikleri kısaca şu şekildedir: Çalışma alanında en yaşlı birim olarak gnays, amfibolit, mermer ve ara bantlar halindeki kuvarsitlerden oluşan Gümüşler Formasyonu yer almaktadır. Tüm bu birimler sırası ile metagabro ve Üçkapılı granitoidleri tarafından kesilmektedir (Şekil 1). Gümüşler formasyonuna ait amfibolitler ile metagabroların mineralojik ve petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya konması ve yorumlanması çalışma konusunu oluşturmaktadır. Bu amaçla inceleme alanında yaklaşık 70 örnek derlenerek bunların 50 tanesinden incekesit yaptırılmıştır. Birimleri oluşturan minerallerin mikroprob analizi Kanada'da McGill Üniversitesi Mikroprop Laboratuvarında JEOL 8900 Electron Probe Microanalyzer aletiyle

gerçekleştirilmiş ve bu analiz sonuçlarından seçilen bazı analiz değerleri temsili olarak Çizelge 1 ve 2 de verilmiştir.

Amfibolitler genellikle masif ve kısmen de çok zayıf lineasyon göstermekte, mavimsi siyah renkli olan bu kayaçlar ince taneli ve çok iyi yapraklanmalıdır. İçlerinde çok ince kuvarsit damar ve mercikleri gözlenebilmektedir.

Metagabrolar, koyu yeşil, mavimsi ve kızıl renkli olarak Çakmaklı tepe civarlarında yüzeylenmektedirler (Şekil 1). Yer yer bantlı yapının izlendiği bu birim yersel olarak megakristalli anakaya ile tedrici dokanıklı pegmatitik gabro kütleleri içermektedir. Pegmatitik gabrolardaki piroksenlerin boyutları 1,5-2 cm'ye kadar varabilmekte ve oldukça taze görünüm sergilemektedirler. Birimin Gümüşler Formasyonu gnaysları ile dokanağı vardır. Fakat bu dokanak ilişkisi kayaçlarda ayrışma ve bitki örtüsünden dolayı arazide net olarak izlenememektedir. Metagabroik kayaçların çalışma alanı dışında, güneyinde, Üçkapılı Köyünün kuzeybatısında granodiyorit tarafından kesildiği ve büyük bloklar halinde granodiyoritler içinde yüzdüğü belirtilmektedir (Göncüoğlu, 1977, 1981a, 1981b). Aslında bu büyük kütleleri granitoidler içindeki megaanklav şeklinde adlandırmak mümkündür. Bu değerlendirmelerle, birimin Gümüşler Formasyonunu kestiği ve yerleşim yaşının da Üçkapılı Granodiyoritinin yerleşiminden önce, Alt Senomaniyen'den önce olduğu kabul edilmiştir (Göncüoğlu, 1986).

MİNERAL KİMYASI ve PETROGRAFI

Amfibolitlerde ana bileşenleri amfibol (%52-58) ve plajiyoklaz (%42-45) mineralleri oluştururken, epidot, sfen, granat, serisit, kuvars ve opak mineraller tali faz olarak yer almaktadır. Amfibolitlerde prizmatik amfibollerin, oval, yuvarlağımsı felsik mineraller ile birlikte yer alması kayaca granonematoblastik bir doku kazandırmıştır. Amfibol ve plajiyoklaz minerallerinin birbirine paralel olarak dizilim göstermesi ise kayaçlarda yönlenme dokusunu oluşturmaktadır. Normal ve ters zonlanma gösteren plajiyoklazlar albit ikizlenmeli olup ikiz düzlemlerinin sönme açalarına ve mineral kimyasına göre oligoklaz ve andezin bileşimli

(An₁₄₋₄₈) (Şekil 2, Çizelge 1) olup çok az oranda serisitleşmişlerdir. Amfibolitlerdeki plajiyoklazların anortit içeriği genel olarak yüksektir, bu da metamorfizmanın düşük dereceden yüksek derecelere doğru değiştiğini göstermektedir (Winkler, 1979). Serisitleşmenin izlenmediği plajiyoklazlarda kapanım olarak hornblend, granat ve opak mineraller yer almaktadır. Plajiyoklazlar genellikle amfibolle beraber bir yönelme gösterirler.

Amfibol mineralleri aktinolit, magnezyohornblend ve teşermakit bileşimindedirler (Şekil 3, Çizelge 2). Plajiyoklaz-

hornblend sınırları düzgün hatlardan ziyade girift sınırlıdır. Hornblendlerde yaygın olarak poikilitik doku gelişmiştir. Kapanım minerali olarak kenarlarından itibaren yuvarlatılmış şekle sahip plajiyoklaz, epidot ve sfen yer almaktadır. Dilinim izlerine paralel olarak çok az sayıda küçük epidot mineralleri gelişmiştir. Özşekilsiz sfenler plajiyoklaz ve hornblendlerin olduğu kesimlerde daha bol olarak bulunmaktadır. Sfenler küçük taneli kümeler halinde olup, oranları yer yer %5-8'e kadar varabilmektedir. İri taneli olanlar daha çok bağımsız yarıözşekilli kristaller halindedir.

Çizelge 1. Metagabro ve amfibolitlerden seçilmiş plajiyoklazların mikroprob analizleri (c:merkez, m:orta, r:kenar).

Table 1. Microprobe analyses of selected plagioclase from metagabbro and amphibolites (c:core, m:middle, r:rim).

	Metagabro								Amfibolit					
	Hk35 -4-3c	35-4 -3m	35-4 -3r	Hk36- 4-1c	36-4 -1m	36-4 -1r	36-3 -1c	36-3 -1r	Hk39B -1-2c	39B -1-2m	39B -1-2r	39B -2-1c	39B -2-1m	39B -2-1r
SiO₂	50.18	49.75	49.87	46.50	46.30	45.93	45.50	45.65	63.35	67.69	67.50	56.67	56.89	56.09
TiO₂	0.00	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.06	0.05	0.00	0.01	0.00
Al₂O₃	32.06	32.14	32.31	34.46	34.04	34.19	34.80	34.27	22.81	20.12	20.58	27.51	27.50	27.80
FeO	0.25	0.76	0.18	0.22	0.32	0.27	0.34	0.34	0.08	0.08	0.21	0.11	0.10	0.22
MnO	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
MgO	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
CaO	14.79	15.23	15.14	17.73	18.01	18.17	18.54	18.30	4.34	0.90	1.40	9.56	9.66	10.00
Na₂O	2.96	2.74	2.90	1.33	1.32	1.10	0.95	1.13	9.14	10.90	10.81	6.05	5.96	5.84
K₂O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.08	0.09	0.05	0.04	0.10	0.06
Cr₂O₃	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.28	100.65	100.46	100.29	100.07	99.70	100.16	99.70	99.81	99.85	100.61	99.96	100.23	100.03
Formül 32 oksijene göre hesaplanmıştır														
Si	9.12	9.05	9.06	8.53	8.53	8.49	8.39	8.45	11.22	11.86	11.76	10.18	10.19	10.09
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	6.87	6.89	6.92	7.45	7.39	7.45	7.56	7.48	4.76	4.15	4.23	5.82	5.80	5.89
Fe	0.04	0.11	0.03	0.03	0.05	0.04	0.05	0.05	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	2.88	2.97	2.95	3.49	3.56	3.60	3.66	3.63	0.82	0.17	0.26	1.84	1.85	1.93
Na	1.04	0.97	1.02	0.47	0.47	0.39	0.34	0.41	3.14	3.70	3.65	2.11	2.07	2.04
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.96	19.99	19.99	19.98	20.01	19.98	20.01	20.02	19.98	19.92	19.95	19.97	19.96	19.99
Ab	26.57	24.59	25.71	11.96	11.72	9.87	8.48	10.08	78.86	95.12	93.08	53.26	52.43	51.19
An	73.43	75.41	74.25	88.04	88.19	90.05	91.42	89.92	20.71	4.35	6.64	46.52	46.97	48.46
Or	0.00	0.00	0.04	0.00	0.09	0.08	0.10	0.00	0.43	0.53	0.28	0.22	0.60	0.35

Çizelge 2. Metagabro ve amfibolitlerden seçilmiş piroksen ve amfibollerin mikroprob analizleri (c:merkez, r:kenar).

Table 2. Microprobe analyses of selected pyroxenes and amphiboles from metagabbro and amphibolites (c:core, r:rim).

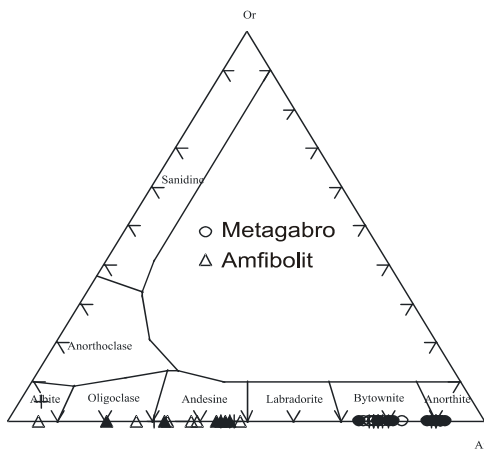
	Metagabro										Amfibolit				
	Ortopiroksen					Klinopiroksen					Act	Tsch	Mg-Hb	Mg-Hb	Mg-Hb
	Hk36	36-1	36-1	36-1	36-2	36-2	36-2	36-3	36-3	36-3	Hk	Hk	Hk	Hk	Hk
	-1-1c	-1r	-2c	-2r	-1c	-1r	-2c	-2r	-1c		40r	41c	42r	50r	51c
SiO₂	53.66	53.73	53.79	53.96	52.37	52.57	51.99	52.16	52.45	SiO₂	52.44	44.02	45.98	44.57	45.26
TiO₂	0.12	0.06	0.10	0.05	0.23	0.22	0.31	0.30	0.22	TiO₂	0.11	1.34	1.14	1.13	1.06
Al₂O₃	1.14	1.02	1.02	0.86	1.78	1.61	1.75	1.72	1.58	Al₂O₃	2.63	11.75	9.41	11.13	10.51
Cr₂O₃	0.08	0.06	0.10	0.02	0.13	0.11	0.06	0.06	0.06	Cr₂O₃	0.02	0.06	0.01	0.08	0.18
FeO	18.68	18.7	18.51	18.58	7.59	7.18	7.57	7.54	7.25	FeO	17.33	18.51	18.03	17.95	17.83
MnO	0.36	0.37	0.42	0.40	0.18	0.18	0.18	0.21	0.17	MnO	0.29	0.29	0.31	0.29	0.34
MgO	25.96	26.12	25.80	26.04	15.23	15.26	15.18	15.19	15.21	MgO	12.79	9.23	10.23	9.8	10.27
CaO	0.59	0.59	0.57	0.41	22.52	22.78	22.72	22.78	22.82	CaO	12.47	11.54	11.93	11.36	11.28
Na₂O	0	0	0.02	0	0.25	0.24	0.30	0.27	0.25	Na₂O	0.23	1.25	0.98	1.46	1.39
K₂O	0.01	0.00	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0	K₂O	0.08	0.63	0.55	0.51	0.47
Toplam	100.61	100.65	100.35	100.32	100.29	100.14	100.07	100.23	100.01	Toplam	100.42	100.66	100.61	100.32	100.64

Formül 6 oksijene göre heplanmıştır.

Si	1.94	1.94	1.95	1.96	1.93	1.94	1.92	1.92	1.94
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.05	0.04	0.04	0.04	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.57	0.57	0.56	0.56	0.23	0.22	0.23	0.23	0.22
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.40	1.41	1.40	1.41	0.84	0.84	0.84	0.83	0.84
Ca	0.02	0.02	0.02	0.02	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

Formül 23 oksijene göre hesaplanmıştır.

Si	7.65	6.47	6.75	6.55	6.6
Ti	0.01	0.15	0.13	0.13	0.12
Al	0.45	2.04	1.63	1.93	1.81
Al⁴⁺	0.35	1.53	1.25	1.45	1.4
Al⁶⁺	0.1	0.51	0.38	0.48	0.41
Cr	0	0.01	0	0.01	0.02
Fe³⁺	0.14	0.6	0.48	0.62	0.72
Fe²⁺	1.98	1.67	1.74	1.58	1.45
Mn	0.04.0	0.04	0.04	0.04	0.04
Mg	2.78	2.02	2.24	2.15	2.23
Ca	1.95	1.82	1.88	1.79	1.76
Na	0.06	0.36	0.28	0.42	0.39
K	0.02	0.12	0.1	0.1	0.09
Toplam	15.08	15.29	15.26	15.3	15.24
Mg[#]	57.98	54.74	56.28	57.64	60.59



Şekil 2. Metagabro ve amfibolitlerdeki plajiyoklazların Ab-An-Or diyagramında sınıflaması. İçi dolu semboller kristallerin merkezini, içi boş semboller kenarını göstermektedir.

Figure 2. Plots of feldspars on An-Ab-Or diagram from metagabbro and amphibolites. Filled and open symbols represent core and rim of the crystals, respectively.

Metagabrolar, başlıca plajiyoklaz ve piroksen minerallerinden oluşmuş olup yaygın olarak granoblastik-ofitik, metafitik dokuludur, fakat çalışma alanının farklı yerlerinde farklı dokusal özellikler sunarlar. Plajiyoklazlar genel olarak bitovnit (An₇₃₋₉₁) bileşiminde olup (Şekil 2, Çizelge 1), normal ve ters zonlanma özelliği göstermektedirler. Plajiyoklazlar yarıözşekilli, albit-periklin ikizlidir.

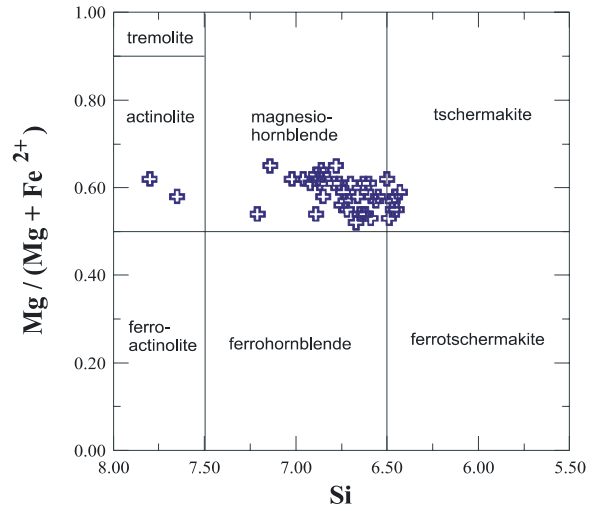
Piroksenler daha çok diyopsit (Wo₄₅ En₄₂ Fs₁₂) bileşiminde (Şekil 4, Çizelge 2), olup yaygın olarak uralitleşmişlerdir. Uralitleşme bazı piroksenlerin kenarlarında, kırık ve çatlaklarında, dilinim izlerinde gözlenirken, bazılarında ise mineralin tümünde gerçekleşmiştir. Bazı klinopiroksenlerde kristal merkezinden kenara doğru MgO ve SiO₂ artışı, Al₂O₃ azalması görülmektedir (Çizelge 2), Bu gelişim, basınç düşmesi ile Fe-Ti oksit ve

klinopiroksen kristalleşmesinin sona erdiğine işaret edebilir (Winkler, 1979). Bazı tanelerde kalıntı piroksenler gözlenebilmektedir. Kalıntı haldeki piroksenler sarı-turuncu girişim renklidir. Heterojen tane boyutlu olan piroksenlerin küçük taneli olanları yaklaşık eş boyutlu, kenarlarından itibaren yuvarlağımsı özşekilli taneler halindedirler. Daha büyük olan taneler orta-uzun prizmatik taneler halindedir. Piroksenler stresin etkisiyle dalgalı sönmelidir ve tanelerde eğilmeler-bükülmeler gözlenir. Piroksenler oldukça ince kristalin plajiyoklaz ve ilmenit kapanımları içerirler. Piroksenlerin az bir kısmı ortopiroksen bileşimindedir. Optik özelliklerine ve kimyasal bileşimlerine göre enstatit ($Wo_{01} En_{70} Fs_{29}$) türü piroksen (Şekil 4; Çizelge 2) olan bu mineraller açık sarı girişim renkli olup kenarlarından itibaren bozuşmuş ve amfibollere dönüşmüşlerdir. Gabrolardaki piroksenlerin Cr içeriği % 0.1'in altındadır (Çizelge 2) bu da gabroların intruzif kökenli olabileceklerini göstermektedir (Kadioğlu ve diğ., 1998).

JEOKİMYA

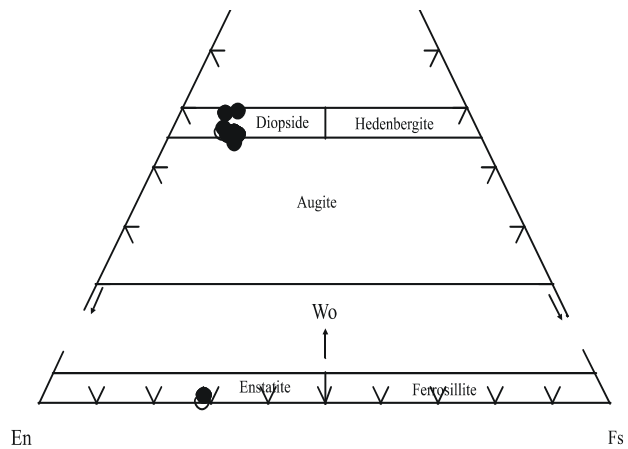
Metagabro ve amfibolitlerin jeokimyasal karakterinin belirlenmesi amacıyla arazide derlenen numunelerden seçilen 5 adet metagabro ve 6 adet amfibolit örneğinin tüm kaya ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri ICP-MS aletiyle Kanada da Acme laboratuvarında, yine 2 adet gabro ve 3 adet amfibolit örneğinin tüm kaya analizleri M.T.A. MAT dairesi laboratuvarlarındaki X-Ray Floresans cihazıyla gerçekleştirilmiştir. İncelenen örneklerin tüm kaya ana, iz ve nadir toprak element içerikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Jeokimyasal veriler değerlendirilirken bazı elementlerin alterasyon ve metamorfizma süreçleri nedeniyle hareketli hale geçebileceği dikkate alınmalıdır. Bu süreçler boyunca element hareketliliği problemi, alterasyon ve metamorfizma süreçleri boyunca oldukça hareketli olduğu düşünülen kalıcılığı yüksek elementlerin (KYE) (Pearce ve Cann, 1973; Pearce, 1982; Pearce, 1996; Jenner, 1996) dikkate alınması ile en aza indirgenmeye çalışılmıştır. Amfibolitlerin düşük Zr/TiO_2 oranına sahip olması bunların mağmatik bir kökene

(muhtemelen tüf) sahip olduğuna işaret etmektedir (Şekil 5). Winchester ve Floyd (1977) hareketsiz iz elementleri ve birbirine oranlarını mağmatik kayaların sınıflamasında kullanmıştır. Zr/TiO_2-SiO_2 diyagramında örneklerin çoğunlukla yarı alkali bazalt bileşiminde olduğu görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 3. Amfibolitlerde yer alan amfibollerin adlama diyagramı (Leake ve diğ., 1997).

Figure 3. Classification diagrams of amphiboles (after Leake et al. 1997) from the amphibolites.



Şekil 4. Metagabrolardaki piroksenlerin adlama diyagramı (Morimoto ve diğ., 1988).

Figure 4. Classification diagram of pyroxene (after Morimoto et al., 1998) from metagabbros.

Çizelge 3. Metagabro ve amfibolitlerin ana, iz element ve nadir toprtak element analiz sonuçları.

Table 3. Results of major, trace and rare earth element analyses of the metagabbro and amphibolites.

	Metagabro								Amfibolit							
	Hk33	Hk33	Hk33	Hk35	Hk36	Mk45	Mk44	Mk53	Hk37	Hk38	Hk38	Hk39	Hk39	Hk40	Mk40	Mk51
	A	B	C							A	B	A	B	B		
SiO ₂	47.7	48.1	46.0	48.5	47.7	49.0	50.0	51.0	51.4	50.5	46.5	46.8	47.8	48.2	46.0	50.5
Al ₂ O ₃	14.8	20.3	12.8	17.0	17.0	14.5	15.0	15.1	15.1	10.6	14.0	13.6	13.4	16.0	16.7	13.0
Fe ₂ O ₃ *	7.5	5.1	8.4	6.1	8.8	7.7	7.1	7.0	10.7	10.2	15.7	15.7	14.9	9.7	17.5	14.5
MgO	11.9	8.1	16.1	10.1	10.5	10.0	9.2	8.5	7.8	12.4	7.2	7.5	7.1	9.9	4.5	5.8
CaO	12.1	14.5	12.3	14.8	14.4	15.4	15.3	14.5	9.1	10.6	10.4	9.8	10.3	10.6	11.8	9.5
Na ₂ O	1.5	1.5	0.9	1.6	0.7	1.1	1.2	1.4	2.6	1.7	2.4	2.5	2.6	2.2	0.7	3.3
K ₂ O	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5	0.3	0.1	0.4
TiO ₂	0.4	0.4	0.2	0.6	0.2	0.3	0.3	0.3	1.3	0.3	1.9	1.8	1.7	0.7	1.4	1.7
P ₂ O ₅	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1
MnO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2
Cr ₂ O ₃	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1				0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1		
A.K.	3.7	1.8	3.0	1.1	0.4				1.4	3.1	1.1	1.2	1.3	1.9	0.35	0.4
Toplam	100	100	100	100	100				99.9	100	100	100	100	100	99.6	99.4
Ba	9.8	11.0	7.8	7.2	5.3				39.3	82.5	87.5	96.2	75.1	54.3		
Co	40.2	28.8	58.8	32.1	48.4				42.2	48.9	53.1	47.3	47.8	40.0		
Cs	0.1	<1	<1	<1	0.1				0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3		
Sc	35	32	37	46	44				50	43	50	46	47	39		
Ga	11.3	12.3	8.5	13.9	12.2				17.0	9.8	20.3	19.1	19.3	14.2		
Hf	<5	<5	<5	0.7	<5				1.7	<5	3.3	3.3	3.2	1.2		
Nb	<5	<5	<5	<5	<5				1.4	0.6	2.2	2.9	2.0	1.5		
Rb	1.3	1.2	0.5	<5	1.2				8.6	10.2	8.6	15.2	14.0	9.7		
Sr	141	192.4	96.8	177.3	97.3				203.6	112.1	170.9	137.5	171.4	164.5		
Ta	<1	<1	<1	<1	<1				0.1	<1	0.1	0.2	0.1	0.1		
Th	<1	<1	0.1	<1	0.1				<1	0.4	<1	0.7	0.2	0.3		
U	<1	<1	<1	<1	<1				<1	0.3	0.1	0.1	0.1	<1		
V	139	142.0	117.0	189.0	225.0				309.0	223.0	449.0	405.0	429.0	239.0		
W	0.1	1.2	<1	1.1	0.1				0.9	0.2	1.1	0.9	1.3	1.7		
Zr	19.1	11.8	10.3	12.5	8.1				53.7	16.2	107.6	111.5	98.7	39.0		
Y	11.8	10.8	7.6	19.5	7.1				28.1	8.0	47.4	44.2	44.5	17.8		
Mo	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3				0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3		
Cu	12.8	77.6	91.5	106.0	82.0				44.3	85.8	36.8	27.5	43.9	56.5		
Pb	0.3	0.4	0.6	0.7	0.3				0.7	2.3	0.7	1.5	1.3	1.1		
Zn	8.0	6.0	16.0	8.0	3.0				17.0	15.0	27.0	34.0	27.0	16.0		
Ni	52.2	35.5	205.3	50.0	32.3				9.3	26.5	16.6	19.5	16.3	42.8		
La	1.2	1.0	0.5	0.9	0.5				2.0	1.8	3.7	4.5	3.5	1.9		
Ce	3.7	2.9	1.6	3.7	1.5				6.7	4.3	12.1	14.2	11.6	5.5		
Pr	0.6	0.6	0.3	0.7	0.3				1.2	0.6	2.2	2.3	2.1	0.9		
Nd	4.1	2.8	1.8	4.3	1.4				7.0	2.8	12.4	12.8	11.8	4.6		
Sm	1.3	1.0	0.7	1.7	0.7				2.7	0.9	4.4	4.3	4.3	1.8		
Eu	0.6	0.4	0.4	0.8	0.3				1.0	0.3	1.5	1.5	1.4	0.7		
Gd	1.7	1.5	1.2	2.9	1.1				4.0	1.1	6.4	6.3	5.9	2.5		
Tb	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2				0.7	0.2	1.1	1.1	1.0	0.4		
Dy	2.0	1.8	1.3	3.2	1.2				4.5	1.3	7.8	7.6	7.4	3.0		
Ho	0.4	0.3	0.3	0.6	0.2				0.9	0.3	1.5	1.4	1.4	0.6		
Er	1.2	1.0	0.8	1.8	0.8				2.8	0.8	4.4	4.4	4.5	1.9		
Tm	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1				0.4	0.2	0.7	0.6	0.6	0.3		
Yb	1.0	0.9	0.7	1.9	0.8				2.9	0.9	4.7	4.3	4.5	1.8		
Lu	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1				0.4	0.1	0.7	0.6	0.6	0.2		

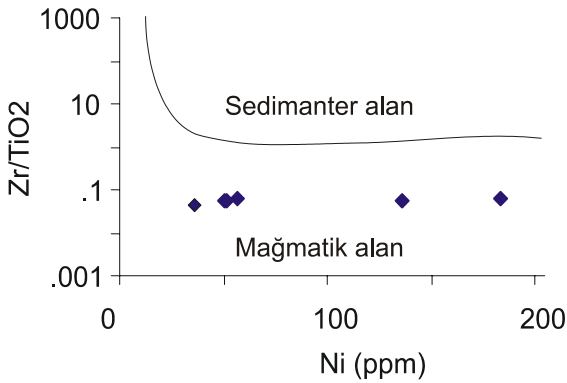
Fe₂O₃*, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir olarak verilmiştir. A.K. ateşte kayıp değeridir.

Fe₂O₃* is the total iron as Fe₂O₃. A.K is the Loss on ignition.

Koordinat Numaraları
(MG: meta gabro, Amf: amfibolit)
Hk35 72440-13300MG
Hk36 72440-13300MG
Hk33A 72440-13289MG

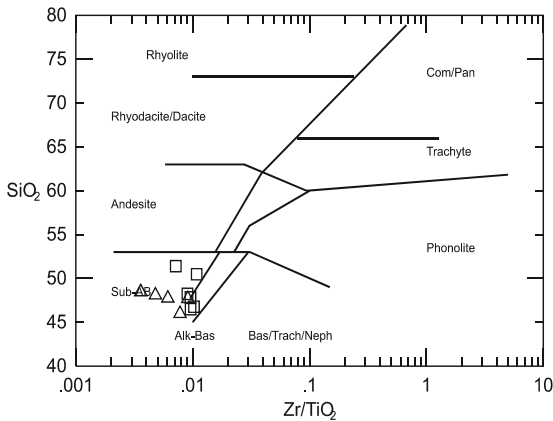
Hk33B 72440-13289MG
Hk33C 72440-13289MG
Hk39B 73168-12658Amf
Hk39 73168-12658MG
Hk37 73140-12672Amf

Hk38B	73168-12658Amf
HK40B	73168-12658Amf
HK40	73168-12658Amf
MK44	71800-12950MG
MK45	70600-12900MG
MK53	72500-12800MG
Hk38A	73168-12658Amf
MK40	73100-12800Amf
MK51	73000-12750Amf
Hk41	71168-12658Amf
Hk42	73099-07010Amf
Hk51	73099-07010Amf
Hk50	73099-07010Amf



Şekil 5. Mağmatik ve sedimanter alanları ayıran Zr/TiO_2 -Ni diyagramı (Winchester ve diğ., 1980)

Figure 5. Zr/TiO_2 vs Ni diagram discriminating igneous and sedimentary fields (after Winchester et al., 1980).



Şekil 6. Kayaçların adlama diyagramı (Winchester ve Floyd (1977).

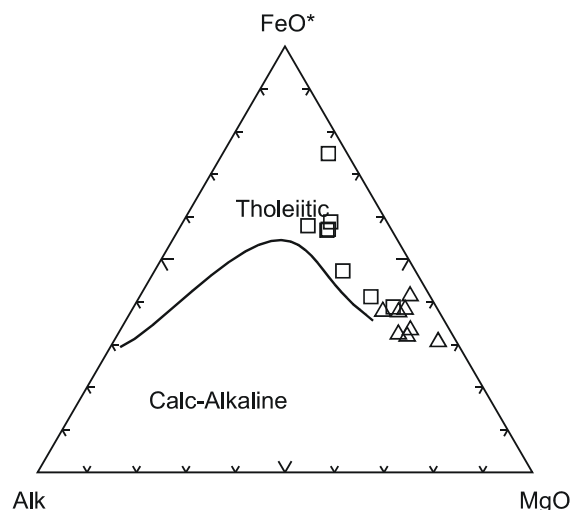
□: Amfibolit, Δ: Metagabro

Figure 6. Nomenclature of the samples (after Winchester and Floyd, 1977).

□: Amphibolite, Δ: Metagabbro

AFM diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) örnekler toleyitik özellik gösterirler (Şekil

7). Metagabrolarda Zr, amfibolitlere göre sınırlı bir değişim gösterir (amfibolitlerde Zr 16-111 ppm). $Zr-P_2O_5$ ve $Zr-Na_2O$ pozitif bir korelasyon sergilemektedir (Şekil 8). Metagabrolarda MgO ise CaO, Al_2O_3 , Na_2O , ve sadece plajiyoklazın yapına girebilen Sr ile negatif bir ilişki (gösterilmemiştir) sunar. Bu ilişki ise metagabroların gelişimi süresince plajiyoklazın eriyikte kaldığına işaret etmektedir. MgO, TiO_2 ile negatif Fe_2O_3 ve Co ile (gösterilmemiştir) de pozitif bir ilişki gösterir. Bu durum ise gabrolarda TiO_2 'ce zengin fazların (ilmenit vb.) fraksiyonel kristalleşmeye uğramadığını buna karşılık ferromagnezyen minerallerin (piroksen ± olivin) farklılaştığını göstermektedir. Amfibolitlerde Zr, ana ve iz elementlerin büyük çoğunluğu ile çizgisel değişim göstermektedir (Şekil 8): Zr'un artmasıyla birlikte P_2O_5 , TiO_2 , Na_2O , Fe_2O_3 , Y, Ga, Yb, Eu, V içerikleri de artarak pozitif korelasyon göstermektedir. MgO'nin Zr ile negatif korelasyon göstermesi kayaların magmatik kökenli olduğuna işaret etmektedir (Thorton ve Tuttle, 1960), çünkü erken kristalizasyon mineralleri olan olivin ve piroksenin mağmatik eriyikten ayrılmalarından dolayı mağmada Mg azalmaktadır. Kayaçlarda gözlenen kuvvetli $Zr-TiO_2$ ve $Zr-P_2O_5$ pozitif korelasyonları ise apatit, ilmenit ve Ti'ce zengin amfibollerin magmadan ayrılmayarak eriyikte alıkonulduğuna işaret etmektedir.

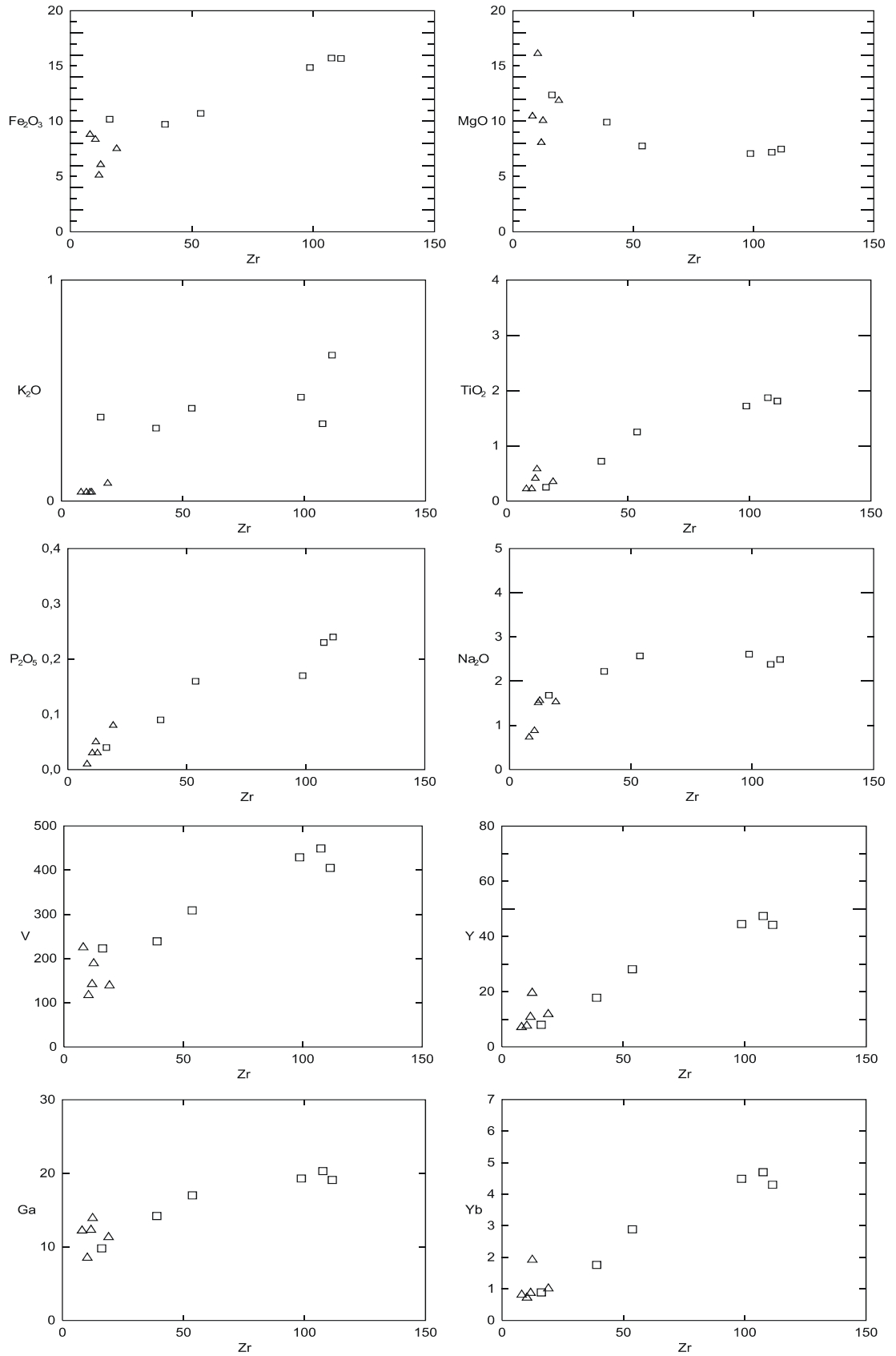


Şekil 7. Kayaçların toleyitik bileşimini gösteren AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).

□: Amfibolit, Δ: Metagabro

Figure 7. AFM diagram showing Tholeiitic composition from rocks (Irvine and Baragar, 1971).

□: Amphibolite, Δ: Metagabbro



Şekil 8. Metagabro ve amfibolitlerin Zr'a karşı ana oksit ve iz element değişim diyagramları.

□: Amfibolit, Δ: Metagabro

Figure 8. Zr versus some major and trace elements variation plots of the metagabbro and amphibolites.

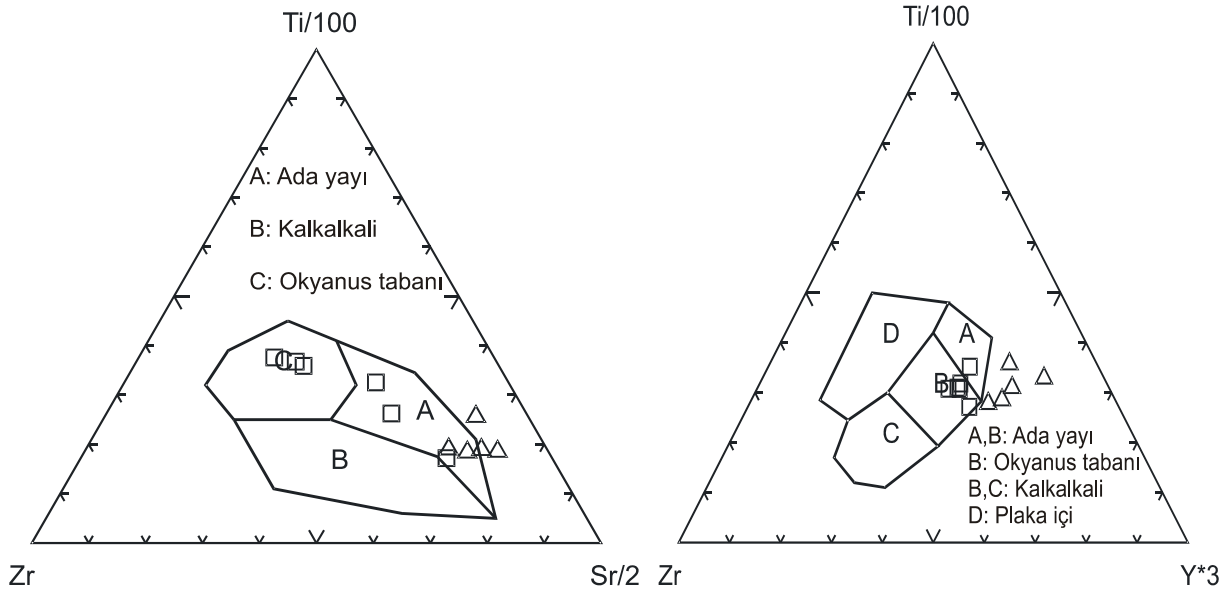
□: Amphibolite, Δ: Metagabbro

Kayaçların oluştuğu jeotektonik konumun belirlenmesi amacıyla, örnekler Pearce ve Cann (1973) tarafından önerilen diyagramlara (Şekil 9) düşürülmüş ve amfibolit örneklerinin ada yayı ve okyanus tabanı bazalt bölgelerinde yer aldığı belirlenmiştir. Metagabrolar ise ada yayı bölgesi ve yakınına düşmüştür.

Kayaçların okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre normalize edilmiş iz element dağılımlarında amfibolitlerin birbirine olan uyumluluğu göze çarpmaktadır (Şekil 10). Amfibolitlerin iz element dağılımlarında iri katyonlu element (IKE) zenginleşmesi özellikle K, Rb, Ba'da izlenirken kalıcılığı yüksek elementlerde (KYE) negatif anomali, özellikle Nb, Zr ve Ti'de ortaya çıkmaktadır. IKE zenginleşmesi, dalan kabuktan türeyen malzemenin eklenmesi, ve/veya yitimle ilişkili sıvıların transferi ile açıklanabilir. Bu sıvılar, aşağı inen okyanusal kabuğun su vermesinden türemekte ve üzerliyen tüketilmiş manto kamasının içlerine doğru yükselmektedirler (Pearce, 1983). Buna karşılık karakteristik negatif Nb ve Ti anomalileri kayaçların ana magmasının gelişiminde yitim bileşeninin

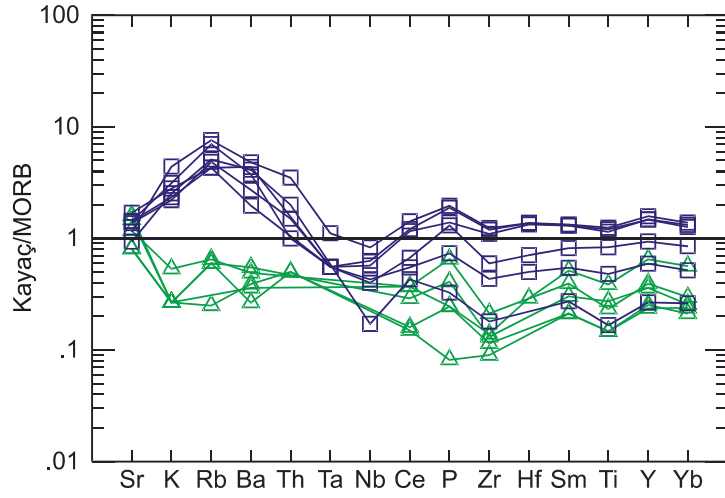
varlığına işaret etmektedir (Pearce, 1983). Negatif Ti anomalileri kayaçların gelişiminde Fe-Ti oksitlerin petrojenetik olarak önemli rol oynadığını göstermektedir (Villemant ve diğ., 1981). Metagabrolar ise MORB' a göre tüketilmiş IKE ve KYE içermektedir. Amfibolitlerle kıyaslandığında özellikle yitim bileşenine işaret eden negatif Nb ve pozitif İKE anomalisinin olmaması dikkat çekicidir.

Kayaçların nadir toprak element (NTE) dağılımları oldukça uyumlu olup, özellikle ağır nadir toprak elementleri (ANTE) hemen hemen yataya yakın bir dağılım göstermektedirler (Şekil 11). Bu desen okyanus tabanı bazaltlarının profilini yansıtmaktadır (Schilling, 1971). Metagabrolarda HNTE'ce zayıf bir tüketilme sözkonusudur. Ayrıca metagabrolarda gözlenen pozitif Eu anomalisi plajiyoklaz kümülatlarının varlığına işaret etmektedir. Amfibolitlerde belirgin bir negatif Eu anomalisinin gözlenmemesi kayaçların gelişiminde plajiyoklaz fraksiyonlaşmasının etkili olmadığını göstermektedir. Nitekim Zr-Eu arasındaki pozitif korelasyon da bunu doğrular niteliktedir.



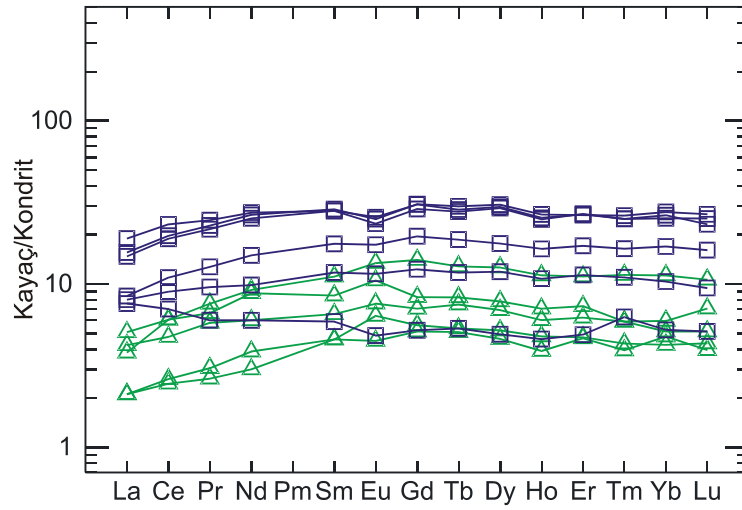
Şekil 9. Metagabro ve amfibolitlerin tektonik ortam ayırtman diyagramlarındaki konumları (Pearce ve Cann, 1973). □: Amfibolit, Δ: Metagabro

Figure 9. Tectonic discrimination diagrams of the metagabbro and amphibolites (from Pearce and Cann, 1973). □: Amphibolite, Δ: Metagabbro



Şekil 10. Metagabro ve amfibolitlerin MORB'a oranlanmış iz element dağılımları. (Pearce, 1983). □: Amfibolit, Δ: Metagabro

Figure 10. MORB-Normalised trace element patterns of the metagabbro and amphibolites. (from Pearce, 1983). □: Amphibolite, Δ: Metagabbro



Şekil 11. Metagabro ve amfibolitlerin kondrite oranlanmış nadir toprak element dağılımları. (Sun ve McDonough, 1989). □: Amfibolit, Δ: Metagabro

Figure 11. Chondrite-normalised rare element patterns of the metagabbro ve amphibolites. (from Sun ve McDonough, 1989). □: Amphibolite, Δ: Metagabbro

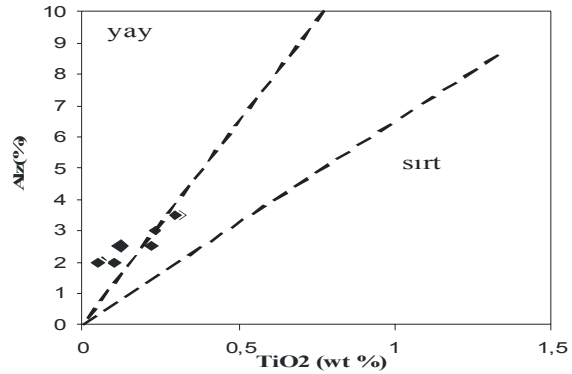
TARTIŞMALAR VE SONUÇLAR

Metagabroların Ni (~75 ppm) ve Cr (~410 ppm) içeriği birincil manto eriyiğinden (>250 ppm Ni, >1000 ppm Cr, Perfit ve diğ., 1980; Wilson, 1989) çok daha düşüktür. Dolayısıyla metagabrolar yerleşmeden önce farklılaşmış olmalıdırlar. Zr ve MgO'in ana ve iz

elementlerle göstermiş olduğu değişime dayanarak gabroların olivin ve/veya piroksen farklılaşmasına uğradığı buna karşılık Fe-Ti oksit ve plajiyoklazın magmadan ayrılmayarak eriyikte alıkonulduğuna işaret etmektedir. NTE diyagramında gözlenen pozitif Eu anomalisi ise benzer şekilde plajiyoklaz kümülatlarının varlığına işaret etmektedir.

Metagabrolardaki plajiyoklazların Ca'ca zengin bileşimi magmadaki yüksek P_{H_2O} şartlarını öne sürmektedir. Nitekim Johannes (1978), albit-anortit-su sisteminde yüksek su basıncının plajiyoklaz bileşiminin An'ce zengin olmasına neden olduğunu deneysel olarak göstermiştir. Olivin yerine Ca'ca zengin piroksenin kristalleşmiş olması (Johannes, 1978) da bu görüşü destekler özelliktedir. Metagabrolardaki düşük SiO_2 , FeO_t , Na_2O , K_2O , KYE, ve yüksek CaO, ve orta-çyüksek Al_2O_3 içerikleri bunların yüksek derecede bir kısmi ergime ile oluştuğunu ileri sürmektedir. Metagabrolar jeotektonik diyagramlarda ada yayı bölgesine veya yakınına düşmektedir. Yay benzeri ortamlarda oluşan gabroik kayalar, okyanusal gabrolardan yüksek plajiyoklaz içerikleri ile farklılık gösterdiklerinden (Burns, 1985) gabrolardaki An'ce zengin bileşim ada yayı görüşünü desteklemektedir. Loucks (1990) klinopiroksenlerdeki Alz (tetraeder bulunan Al yüzdesi) ve TiO_2 (% wt) korelasyonunun yay ve açılma ile ilişkili gabroların ayırımında kullanılabileceğini göstermiştir. Metagabroların klinopiroksenlerin bileşimsel yönsemesi açık bir şekilde açılma ile ilişkili olanlardan farklılık göstermektedir (Şekil 12).

Amfibolitlerdeki Zr'un ana ve iz elementlere göre olan değişimleri olivin ve piroksen fraksiyonunu ve apatit, ilmenit ve Ti' ca zengin amfibollerin eriyikte alıkonulduğuna işaret etmektedir. Amfibolit örnekleri jeotektonik diyagramlarda ada yayı ve okyanus tabanı bazalt alanlarında yer almaktadır. Amfibolitlerin örümcek diyagramındaki negatif Ti ve Nb anomalisi yitim zonu üstü (suprasubduction) magmatik serilere benzerlik gösterir. Amfibolitler yay arkası havzada oluşmuş olabilirler. Üst Kretase yaşlı metagabrolar ise ada yayı bazaltı özelliği taşımaktadırlar. Niğde masifi metamorfik kayaları Geç Mesozoik-Erken Senozoyik'teki Neotetis'in kapanması ile ilişkili olarak oluşmuş ve güney yitim zonunda İç Toros kenedinde çekirdek kompleksleri olarak gelişmiştir (Whitney ve Dilek, 1997; 1998). Dolayısıyla metagabrolar Neotetis'in kapanması ile ilişkili olarak oluşmuş ada yayı ortamını temsil edebilirler.



Şekil 12. Klinopiroksenlerde Alz (tetraeder yerde bulunan Al yüzdesi)

TiO_2 (% wt) refereans çizgi Loucks (1990)' dan alınmıştır.

Figure 12. Percentage of tetrahedral sites occupied by Alz (percentage of tetrahedral sites occupied by Al) vs. TiO_2 (wt%) in clinopyroxene. reference lines are from Loucks (1990).

SONUÇLAR

- 1- Kayalar intruzif, subalkalen, toleyitik bir karakter sergilemektedir.
- 2- Amfibolitler ortoamfibolit kökenli olup, bazik magmatik kayaların, muhtemelen tüflerin, yeniden kristallenmesi ile oluşmuşlardır.
- 3- Amfibolitlerdeki plajiyoklazların oligoklas-andezin bileşiminde olması metamorfizma derecesinin muhtemelen orta-yüksek dereceye ulaştığını göstermektedir.
- 4- Yüksek P_{H_2O} şartlarında gelişen metagabrolar ada yayını, amfibolitler ise yay arkası ortamı temsil edebilir.

Ana iz element değişimleri metagabroların ve amfibolitlerin petrolojisinde olivin ve/veya piroksen kristal farklılaşmasının önemli bir yer tuttuğuna işaret etmektedir. Fe-Ti oksit ve plajiyoklaz metagabroların oluştuğu magmatik eriyikte; apatit, ilmenit, Ti' ca zengin amfibol ve plajiyoklazlar amfibolitlerin oluştuğu magmatik eriyikte alıkonulmuştur.

KATKI BELİRTME

Makale Selçuk Üniversitesi BAP koordinatörlüğünün 2004/37 projesince desteklenmiştir. Yazarlar, maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesine teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Baş, H., Poyraz, N., Jung, D., 1992, Ulukışla – Çamardı (Niğde) magmatitlerinin petrografisi ve jeokimyası, Türkiye Jeoloji Bülteni, **35**, 2, 71-89.
- Bayhan, H., 1993, Ortaköy granitoidinin (Tuzgözü doğusu) petrografik ve kimyasal- mineralojik özellikleri, Doğa- Türk Yerbilimleri Dergisi, **2**, 147- 160.
- Burns, L.E., 1985. The Border Ranges ultramafic and mafic complex, south-central Alaska: cumulate fractionates of island-arc volcanics, Can. J. Earth Sci., **22**, 1020-1038.
- Erkan, Y., 1980, Amfibolit sorunu ve Orta Anadolu amfibolitlerinin oluşum ve kökenlerinin incelenmesi, H.Ü. Yerbilimleri Dergisi, **5-6**, 61-76.
- Erkan, Y. ve Ataman, G., 1981, Orta Anadolu masifi (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K / Ar yöntemi ile bir inceleme, H.Ü. Yerbilimleri Dergisi, **8**, 27-30.
- Göncüoğlu, M.C., 1977, Geologie des Westlichen Niğde Massiv, Ph.D. Thesis, Bonn Univ.
- Göncüoğlu, M.C., 1981a, Niğde Masifinin Jeolojisi, İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu; TJK Yayını, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C., 1981b, Niğde Masifinde viridinli gnaysın kökeni, T.J.K. Bül., **24**, 1, 45-50.
- Göncüoğlu, M.C., 1982, Niğde Masifi paragnayslarında zirkon U/Pb yaşları, T.J.K. Bül., **25**, 1, 61-66.
- Göncüoğlu, M.C., 1985, Niğde Masifi batı yarısının jeolojisi, MTA Bölge Müd. Rapor No: 745, Konya.
- Göncüoğlu, M.C., 1986, Orta Anadolu Masifinin güney ucundan jeokronolojik yaş bulguları, MTA Dergisi, **105-106**, 111-124.
- Göncüoğlu, M.C. ve Türeli, T.K., 1993, Orta Anadolu plajiyogranitlerinin petrolojisi ve jeodinamik yorumu (Aksaray- Türkiye), Doğa- Türk Yerbilimleri Dergisi, **2**, 195- 203.
- Göncüoğlu, M.C., Köksal, S., Floyd, P.A., 1997, Post- collisional A-Type magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex: Petrology of the İdiş Dağı Intrusives (Avanos, Turkey), Turk J. Earth Sci., **6**, 65-76.
- Irvine, T.N., Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, Can. J. Earth Sci., **8**, 523- 548.
- Jenner, G.J., 1996, Trace element geochemistry of igneous rocks: geochemical and nomenclature and analytical geochemistry. In: Wyman, D.A. (Ed.), Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration. Geological Association of Canada Short Course Notes No. 12, 51-78.
- Johannes, W., 1978, Melting of plagioclase in the system Ab-An-H₂O- and Qz-Ab-An-H₂O at P_{H₂O} =5 kbars an equilibrium problem, Contrib. Mineral Petr., **66**, 295-303.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N., 1993, Granitoidler içindeki anklavların kökeni ve Türkiye den örnekler, T.J.K.Bül., **8**, 113- 118.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N., 1997, Ağaçören İntüzif Takımının Petrolojisi (Aksaray), Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20.Yılı Sempozyumu Bidiri Özleri: 30 Nisan- 3 Mayıs, Adana.
- Kadioğlu, Y.K., Kurt, H. ve Arslan, M., 1998, Determination of ophiolitic and nonophiolitic gabbroic rocks in Central Anatolia using the Cr/Si ratio in clinopyroxene, Mineral. Mag., **62 A**, 735-736.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N., 1999, Type and genesis of the enclaves in Central Anatolian granitoids, Geol. J., **34**, 243-256.
- Karataş, M. ve Kurt, H., 1998, Himmetli-Elmalı-Kızılören (Niğde) dolayının jeolojisi, mineralojisi ve jeokimyası, Fırat Üniversitesi 20. yıl sempozyumu bildirileri, 369-379.
- Karataş, M., 1999, Himmetli-Elmalı-Kızılören (Niğde) Civarı Kayaçlarının Mineralojisi ve Jeokimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 94 s.
- Ketin, İ., 1956, Yozgat Bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin tektonik durumu; TJK Bül., **6**, 1-40.
- Koçak, K., 1993, The petrology and geochemistry of the Ortaköy area, Central Turkey, PhD thesis, Glasgow Uni., Scotland, 280.

- Koçak, K. ve Leake, B.E., 1994, The petrology of the Ortaköy district and its ophiolite at the western edge of the Middle Anatolian Massif, Turkey, *J. Asian Earth Sci.*, **18**, 2, 163-174.
- Koçak K., 2002 , Ortaköy (Aksaray) amfibolit ve tremolit gnayslarının mineralojik ve petroğrafik özellikleri, Pamukkale Üni., Müh. Fak., Mühendislik Bilimleri Dergisi, **8**, 2, 239-245.
- Koçak, K., Isık, F., Arslan, M. and Zedef, V., 2005 Petrological and source region characteristics of ophiolitic hornblende gabbros from the Aksaray and Kayseri regions, Central Anatolian Crystalline complex, Turkey, *J. Asian Earth Sci.*, (baskıda).
- Kurt, H., Baş, H ve Arslan, M., 1999, Petrography and geochemistry of the Gümüşler (Niğde) area gneisses and amphibolites, Central Turkey; *Geochemistry of the Earth's surface*. A.A.Balkema/ Rotterdam/ Brookfield. 389-391.
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarling, J.A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W., Youzhi, G., 1997, Nomenclature of amphiboles: report of subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names, *Can. Mineral.*, **35**, 1, 219-246.
- Loucks, R.R., 1990, Discrimination of ophiolitic from nonophiolitic ultramafic-mafic allochthons in orogenic belts by the Al/Ti ratio in clinopyroxene, *Geology*, **18**, 346-349.
- Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., 1988, Nomenclature of pyroxenes, *Am. Mineral.*, **73**, 1123-1133.
- Pearce, J.A. ve Cann, J.R., 1973. Tectonic setting of mafic volcanic rocks determined using trace element analysis, *Earth Planet Sci. Lett.*, **19**, 290-300.
- Pearce, J.A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe, R.S. (Ed.), *Andesites, Orogenic Andesites and Related Rocks*. Wiley, Chichester, pp. 525-548.
- Pearce, J.A., 1983, Role of the Sub-Continental Lithosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins; In: Hawkesworth, C.J., Norry, M.J (Eds.), *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*. Shiva, Nantwich, pp. 230-249.
- Pearce, J.A., 1996. A user's guide to basalt discrimination diagrams. In: Wyman, D.A. (Ed.), *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*. Geological Association of Canada Short Course Notes No. 12, 79-113
- Perfit, M.R., Gust, D.A., Bence, E., Arculus, R.J., Taylor, S.R., 1980. Chemical characteristics of island arc basalts: implication for mantle source, *Chem. Geol.*, **30**, 256-277.
- Schilling, J.G., 1971, Sea-floor evolution; rare-earth evidence, *Philos; Trans. R.Soc. London, Ser. A*, **268**, 663.
- Seymen, İ., 1984, Kırşehir Masifi metamorfitletinin jeolojik evrimi; T.J.K. Ketin Sempozyumu, İstanbul
- Sun, S. ve McDonough, W.F., 1989, Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle compositions and processes; In: Saunders, A.D., Norry, M.J (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society of London Special Publication 42, pp. 313-345.
- Thorton, C.P. ve Tuttle, O.F., 1960, Chemistry of igneous rocks. I. Differentiation index, *Am. J. Sci.*, **258**, 664-684.
- Türel, T.K., Göncüoğlu, M.C., Akıman, O., 1993, Ekecikdağ granitodinin petrolojisi ve kökeni (Orta Anadolu Kristalen Kütlesinin batısı), *M.T.A. Dergisi*, **115**, 15-28.
- Villemant, B., Jaffrezie, H., Joron, J.L., Treuil, M., 1981, Distribution coefficient of major and trace elements; fractional crystallisation in the alkali basalt series of Chaîne des Puys (Masif Central France), *Geochim. Cosmochim. Ac.*, **45**, 1997-2016.
- Whitney, D.L. ve Dilek, Y. 1997, Core complex development in central Anatolia, *Geology*, **25**, 1023-1026.
- Whitney, D.L. ve Dilek, Y. 1998, Metamorphism during crustal thickening and extension in central Anatolia: the Niğde metamorphic core complex, *J. Petrol.*, **39**, 1385-1403.

- Winchester, J.A. ve Floyd, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geol.*, **20**, 325–343.
- Winchester, J.A., Park, R.G. and Holland, J.G., 1980, The geochemistry of Lewisian semipelitic schists from the gairloch district, Wester Ross, Scot. *J. Geol.*, **16**, 165-179.
- Winkler, H.G.F., 1979, *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*, 2.nd ed., Springer- Verlag, Berlin.
- Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis*. Unwin Hyman, London, 457pp.

