



ORTAKÖY (AKSARAY) AMFİBOLİT VE TREMOLİT GNAYSLARININ MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Kerim KOÇAK

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampüs/Konya

Geliş Tarihi : 13.06.2001

ÖZET

Ortaköy (Aksaray) yöresinde metasedimentler içerisinde uyumlu olarak yer alan amfibolit ve tremolit gnayslar başlıca magnezyo-hornblend, magnezyohastingsit plajiyoklaz, sfen, diyopsit, kuvars, biyotit ve tremolit, aktinolit, aktinolitik hornblend ve ilmenitten oluşmaktadır. İlk kez bu çalışmada amfibolitlerin subvolkanik kökenini gösteren korunmuş akma dokusu ortaya çıkarılmıştır. Amfibolitlerdeki plajiyoklazlarda SEM çalışması ile kuvvetli bir zonlu yapı (anortit içeriği % 48 ve ~94) belirlenmiştir. Ortaköy amfibollerinde çizgisel bileşimsel değişimlerin varlığı, metasomatik veya hidrotermal altrasyonun yaygın olmayışı ve migmatitleşmenin amfibolitlerde yer almamış olması andezinin anortitten daha önce oluştuğuna işaret etmektedir. Anortit muhtemelen diyopsitin hornblende dönüşmesiyle oluşmuştur. Alüminotşermakit, ferritşermakit ve edenit çiftli yer değiştirmeleri (coupled substitutions) amfibolit ve tremolit gnayslarda bulunan amfibollerin bileşimsel değişimlerine neden olmaktadır. Amfibolit ve tremolit gnayslardaki amfiboller arasındaki çizgisel ilişkiden dolayı her ikisinin de aynı kökene sahip olabileceği ileri sürülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Amfibolit, Mineraloji, Kimyasal zonlanma, Çiftli yer değiştirme

MINERALOGICAL AND PETROGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE ORTAKÖY AMPHIBOLITES AND TREMOLITE-BEARING GNEISSES

ABSTRACT

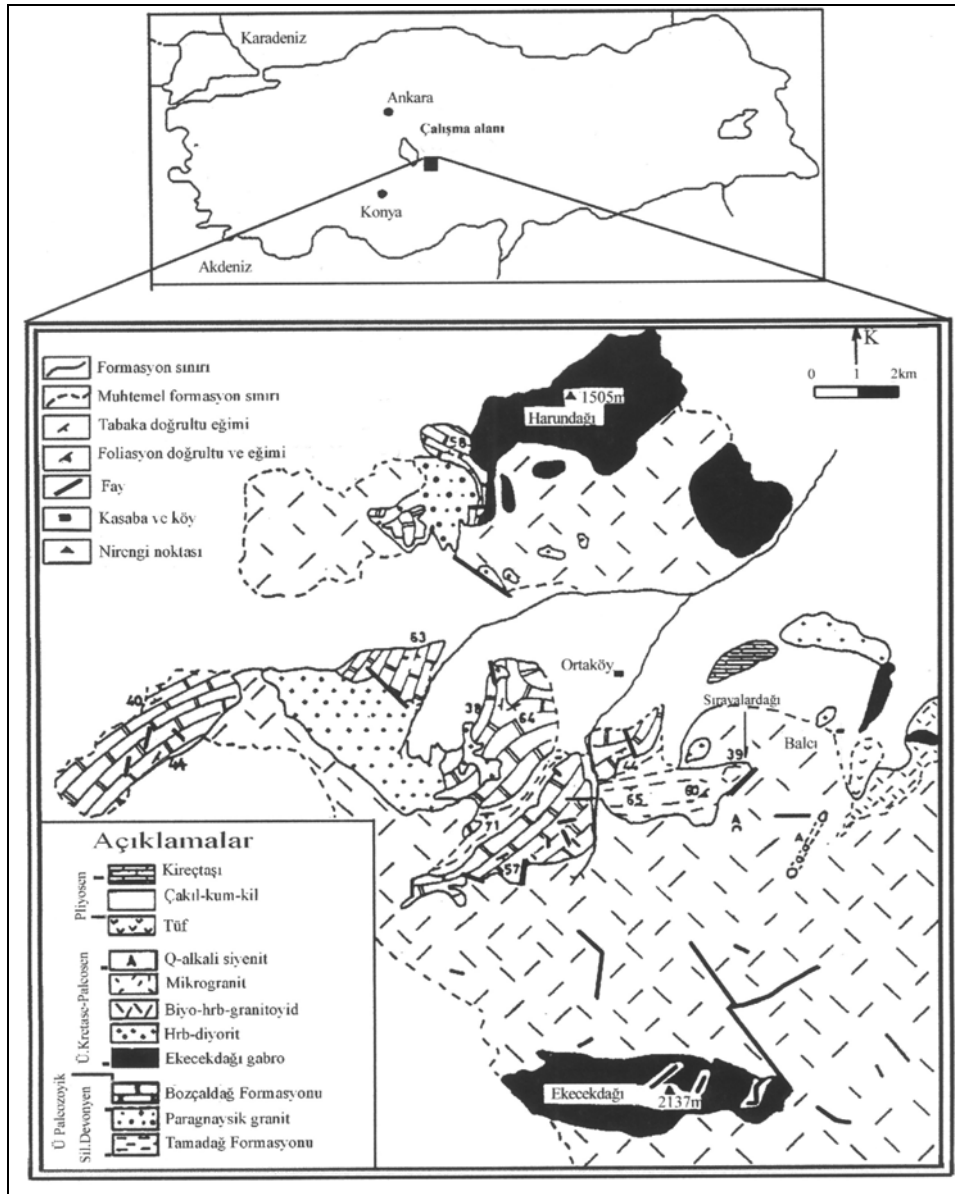
The amphibolites and tremolite-bearing gneisses, formed concordantly within metasediments around Ortaköy(Aksaray) area, are composed of mainly magnesio-hornblende, magnesio-hastingsite, plagioclase, sphene, diopside, quartz, biotite ; and tremolite, actinolite, actinolitic hornblende, ilmenite respectively. It has ever been found out a preserved flowing texture, indicating subvolcanic origin for the amphibolite by this work. A strong zoning structure is determined in plagioclase (An_{48} and An_{94}) of the amphibolites by SEM studies. The andesine is indicated to be earlier than anorthite by existence of linear compositional variations in the amphiboles, lack of widespread metasomatic, hydrothermal alterations and migmatization in the the amphibolites. The anorthite may be formed via breakdown of diopside to hornblende. Coupled substitutions such as alumino-tschermakite, ferri-tschermakite and edenite had caused compositional variations in the amphiboles of amphibolites and tremolite gneisses. It has been suggested that the amphibolites and tremolite-bearing gneisses are of co-genetic as linear relations exists between their amphiboles

Key Words : Amphibolite, Mineralogy, Chemical zoning, Coupled-substitutions

1. GİRİŞ

Amfibolit ve tremolit gnayslar Orta Anadolu Kristalin Kompleksi (OAKK) (Göncüoğlu ve ark., 1991)' nin batı kesiminde (Ortaköy, Aksaray), Üst Kretase-Paleosen yaşlı farklı bileşimdeki magmatik kayalar tarafından (Ortaköy plütunu) kesilmiş yüksek amfibolit fasiyesinde (ikinci sillimanit derecesinde) metamorfizmaya uğramış metasedimentler (Tamadağ ve Bozçaldağ formasyonları) içerisinde değişik kalınlık ve yayılımlar gösteren bant ve mercerler şeklinde yer

almaktadır (Şekil 1); (Ataman, 1972; Erkan ve Ataman, 1981; Güleç, 1993; Koçak, 1993; Koçak ve Leake, 1994). Kompleksin değişik yerlerinde de gözlenen ve çevre kayalarla uyumlu bir ilişki sergileyen (Erkan, 1980; Koçak, 1993; Koçak and Leake, 1994) bu kayaların mineralojik ve petrografik özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla örnekler polarizan mikroskopta incelenmiş ve nokta sayacı ile modal analizi yapılmıştır. Glasgow Üniversitesi'nde (UK) mikroskop ve taramalı elektron mikroskopta (SEM) da minerallerin kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru ve jeoloji haritası (Koçak, 1993)

2. PETROGRAFI

Amfibolitler koyu gri, yeşilimsi gri ve yeşilimsi renklere olup orta-iri tane boyutuna ve kötü-iyi gelişmiş foliasyona sahiptirler. Sık sık kuvars, kalsit ve epidot damarları ile kesilmiştir. Başlıca magnezyo-hornblend, magnezyohastingsit, aktinolitik hornblend, plajiyoklaz, sfen, diyopsit, kuvarstan ve biyotitten oluşmakta olan amfibolitlerde nematoblastik doku hakimdir. Modal bileşim Tablo 1’de verilmiştir.

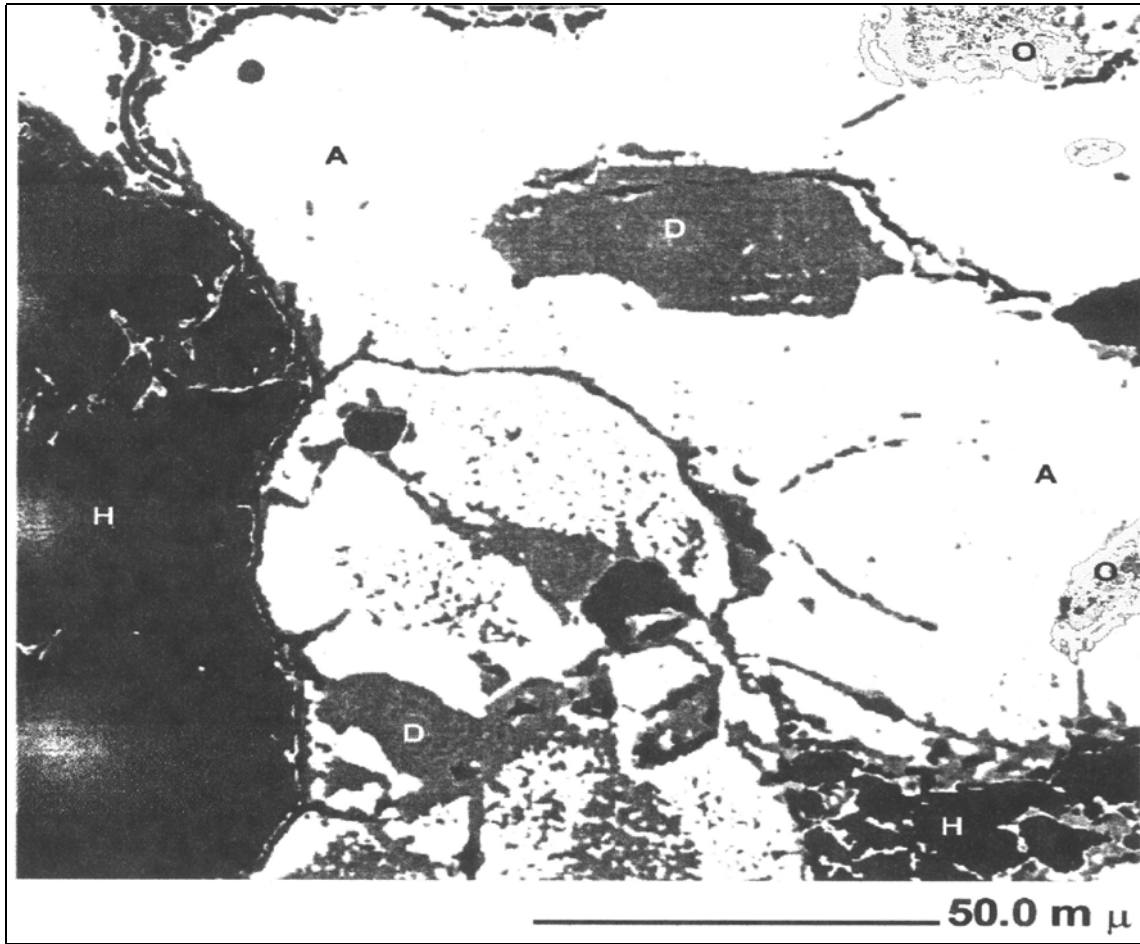
Mavimsi yeşil-açık yeşil renkli hornblendler (0.02-3.4 mm) ana kayacın yapıcı mineral olup yer yer açık-koyu kahve renkli biyotitlere dönüşüm

göstermektedir. Karakteristik olarak albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklazlar (0.05-0.7 mm) zonlu yapı sergilemekte (Anortit içeriği % 48 ve ~94, Şekil 2) ve nadiren serisite dönüşüm göstermektedirler.

Tablo 1. Amfibolit (Örnek No: 684) Modal Bileşimi

Mineraller*	% (1000 Nokta)
Hornblend	54.1 + 3.2
Plajiyoklaz	43.0 + 3.2
Sfen	1.7 + 0.5
Kuvars	0.6 + 0.5
Biyotit	0.6 + 0.5

(*): Örnekteki mineral hacimlerinin değişim sınırları % 95 güvenilirlikle verilmiştir (Van der plas and Tobi, 1965)



D : andezin, A: anortit, Q : kuvars, H:hornblend)

Şekil 2. Amfibolitlere ait plajiyoklazlarda gözlenen kimyasal zonlanma

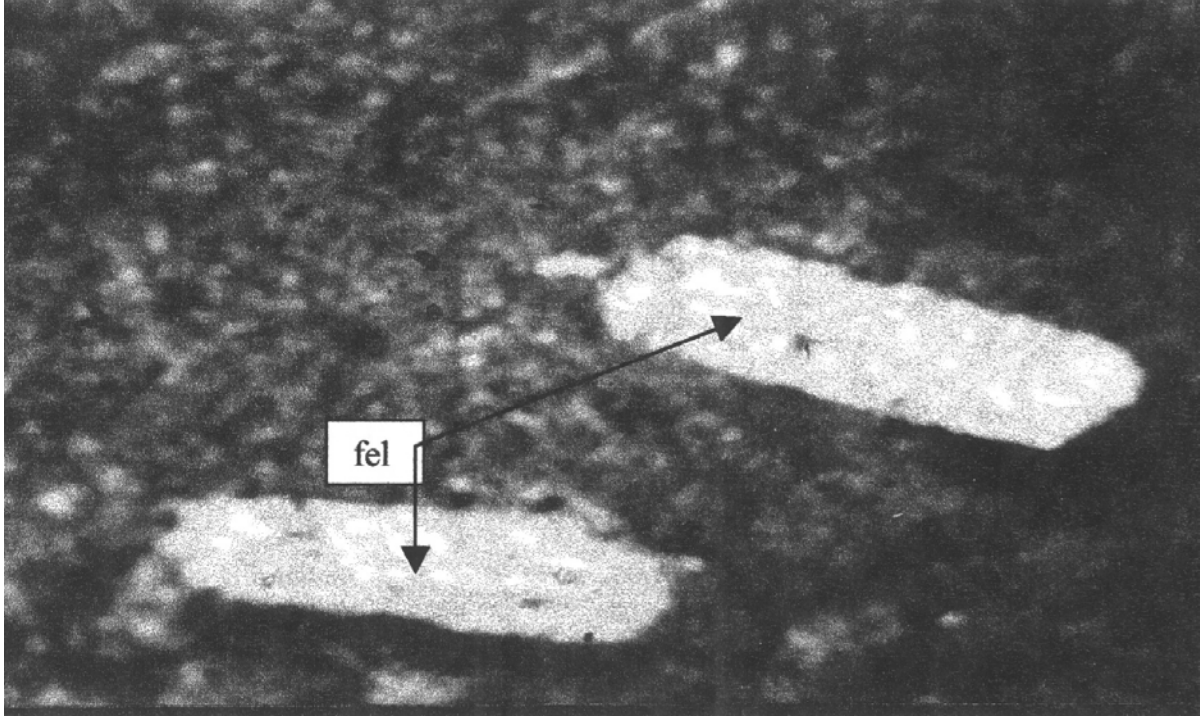
Şekil 2’de gözlenen zonlu yapıda andezin, anortitin hem merkezinde ve hem de kenarında yer almaktadır. Ne plajiyoklazın merkezinde yer alan andezin çatlak ile ve ne de plajiyoklazın kenarında yer alan andezin anortitin kenarı ile ilişkisi vardır.

Dolayısıyla andezinin önce mi yoksa sonra mı olduğuna şekle bakarak karar vermek mümkün değildir. Eğer andezin önce ise Ca zenginleşmesi muhtemelen diyopsitin hornblende dönüşmesiyle

oluşmuştur. Eğer andezin sonra ise Na'un anortit içerisine girmesiyle oluşmuştur.

Amfibolitler ait bir ince kesitte amfibolitlerin köken kayacına işaret eden subvolkanik bir doku izlenebilmektedir (Şekil 3). Akma dokusunun belirlenebildiği kesitte kayacın uğramış olduğu alterasyon/metamorfizma etkisiyle feldispatlar (?)

serisitleşirken mafik mineraller kloritleşmişlerdir. Kayaç ayrıca şiddetli bir kalsitleşmeye uğramıştır. Tremolit gnayslarda ana foliasyona ek olarak aktinolitik hornblendlerin kristalleşmesiyle belirginleşen tanelenme klivajı gelişmiştir. Tremolit ana kayaç yapıcı mineral olup buna az miktarda magnezyo-hornblend ve ilmenit eşlik etmektedir.



Şekil 3. Amfibolitlerde gözlenen subvolkanik doku. Feld: feldispat

- a) Mg Si \Rightarrow Al^{VI} Al^{IV}, (alüminotşermakit yer değiştirmesi)
- b) Mg Si \Rightarrow Fe³⁺ Al^{IV}, (ferriteşermakit yer değiştirmesi)
- c) Si \Rightarrow Na_A Al^{IV}, (edenit yer değiştirmesi)

3. MİNERAL KİMYASI

Amfibolit ve tremolit gnayslarda yer alan plajiyoklaz, piroksen ve amfibollerin bileşimi Tablo 2'de verilmiştir. Plajiyoklazların anortit içeriği % 48.59'dan 94.36'ya kadar değişmekte ve K₂O miktarı 0.06'ya FeO ise 0.17'ye ulaşabilmektedir.

Klinopiroksen ise diyopsit bileşiminde olup 0.45 mol Fe²⁺ içermektedir.

Amfibollerdeki adlama Uluslararası Mineraloji Kurumu'nun (IMA) sınıflandırma parametreleri

dikkate alınarak ve IMA'nın uygun gördüğü (Leake, 1978) isimlere göre yapılmıştır. Hesaplamalarda her bir formül için 23 O esas alınmış Fe³⁺ ise Drop (1987)'ye göre belirlenmiştir. Amfibollerdeki bileşimsel değişimler Tablo 3'de gösterilmiştir. Amfibollerin bileşimleri tremolitten magnezyo-hornblende ve magnezyo-hastingsite, aktinolitten hornblende doğru değişmektedir. Leake (1978)'in standart formülü açısından bileşim aralığı Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Amfibolit ve Tremolit Gnayslarda Yer Alan Plajiyoklaz, Piroksen ve Amfibollerin Kimyasal Bileşimi

Örnek no:	685	685	689	689		685	689	548	548	548	548
	Pl	Kpx	Pl	Kpx		Hrb1	Hrb2	Hrb3	Akt	Tr1	Tr2
S ₁ O ₂	44.21	51.15	56.72	53.22		46.08	40.01	53.36	56.52	57.52	56.61
T ₁ O ₂	0.004	0.12	0.02	0.07		0.99	0.45	0.36	0.03	0.05	0.00
Al ₂ O ₃	35.68	0.42	27.97	0.83		7.94	14.26	4.25	1.23	0.40	0.45
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.70		20.30	14.13	4.82	0.00	0.00	0.00
FeO	0.12	15.22	0.17	7.27		0.00	0.00	0.00	4.56	3.34	3.43
MnO	0.00	0.37	0.00	0.24		0.20	0.26	1.19	0.18	0.09	0.16
MgO	0.11	9.24	0.00	13.11		9.34	10.72	21.36	23.00	22.93	22.84
CaO	19.11	23.35	9.98	24.32		12.01	12.24	11.76	10.35	11.76	11.42
Na ₂ O	0.62	0.13	5.79	0.56		1.13	2.89	0.96	0.32	0.19	0.17
K ₂ O	0.01	0.01	0.04	0.00		0.88	0.46	0.00	0.03	0.04	0.09
Cr ₂ O ₃								0.10	0.21	0.08	0.22
Toplam	99.90	100.01	100.69	100.32		98.86	95.42	98.16	96.43	96.40	95.38
Formül hesaplamalarında plajiyoklaz için 32, piroksenler için 6 ve amfiboller için 23 O dikkate alınmıştır											
Si	8.18	1.97	10.10	1.98		6.91	6.12	7.45	7.86	7.96	7.94
Al	7.78	0.02	5.87	0.04	Aliv	1.09	1.88	0.55	0.14	0.04	0.06
					Alvi	0.31	0.69	0.15	0.06	0.03	0.01
					Cr			0.01	0.02	0.01	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.00	0.04	0.00	0.02		2.55	1.81	0.56	0.00	0.00	0.00
Mg	0.03	0.53	0.00	0.73		2.09	2.44	4.24	4.77	4.73	4.78
Fe ²⁺	0.02	0.45	0.02	0.23		0.00	0.00	0.00	0.15	0.23	0.19
Mn	0.00	0.01	0.00	0.01		0.03	0.01			0.00	0.00
					Fe ²⁺				0.38	0.39	0.21
					Mg(B)			0.21			
					Mn(B)			0.02	0.02	0.01	0.02
Ca	3.79	0.96	1.90	0.97		1.93	2.01	1.76	1.54	1.74	1.72
Na	0.22	0.01	2.00	0.04		0.07		0.01	0.06		0.05
					Na(A)	0.26	0.85	0.25	0.03	0.05	
K	0.00	0.00	0.01	0.00		0.17	0.09		0.01	0.01	0.02
An	94.36		48.59								

Hrb1 : Magnezyohornblend
Hrb2 : Magnezyohastingsit
Hrb3 : Aktinolitik hornblend

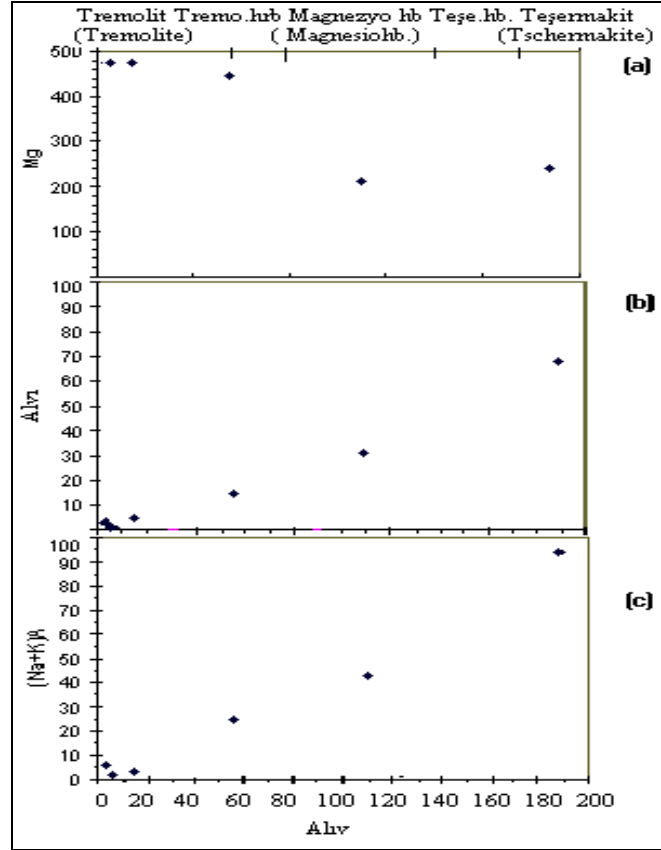
Tablo 3. Amfibolit ve Tremolit Gnayslarda Yer Alan Amfibol Minerallerinin Bileşimsel Aralığı

	A	B	C vi	Tiv
<i>Trem</i>	Na _{0.01}	Na _{0.14} , Ca _{1.78} , Fe _{0.07} , Mn _{0.01}	Mg _{4.38} , Fe _{0.23} , Fe _{0.31} , Ti _{0.01} , Cr _{0.05} , Al _{0.02}	(Si _{7.73} , Al _{0.27})O ₂₂ (OH) ₂
<i>Mg-hrn</i>	K _{0.17} , Na _{0.26}	Na _{0.07} , Ca _{1.93}	Mg _{2.09} , Fe _{2.55} , Al _{0.31} , Mn _{0.03}	(Si _{6.91} , Al _{1.09})O ₂₂ (OH) ₂
<i>Mg-hst</i>	K _{0.09} , Na _{0.85}	Ca _{2.01} , Mn _{0.02}	Mg _{2.44} , Fe _{1.81} , Al _{0.69} , Mn _{0.01} , Ti _{0.05}	(Si _{6.12} , Al _{1.88})O ₂₂ (OH) ₂
<i>Aktin</i>	K _{0.01} , Na _{0.03}	Na _{0.06} , Ca _{1.59} , Fe _{0.38} , Mn _{0.02}	Mg _{4.77} , Fe _{0.15} , Al _{0.06} , Cr _{0.02}	(Si _{7.68} , Al _{0.14})O ₂₂ (OH) ₂
<i>Akt.hrb</i>	Na _{0.22}	Na _{0.04} , Ca _{1.76} , Mg _{0.2}	Mg _{4.25} , Fe _{0.56} , Al _{0.15} , Ti _{0.04}	(Si _{7.45} , Al _{0.55})O ₂₂ (OH) ₂

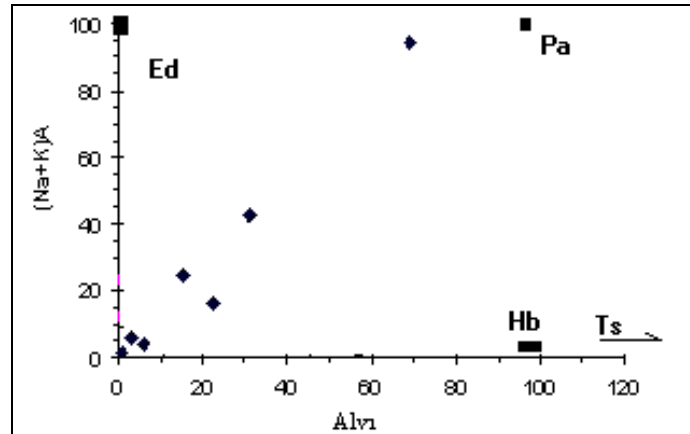
Nitekim Şekil 4' de bu çiftli yer değiştirmeler gözlenmektedir. Yer değiştirmeler Al^{IV} içermekte ve seri boyunca ilerleyen bir değişim göstermektedir. Dolayısıyla Al^{IV} seri içerisindeki gelişime işaret eden bir indikatör olarak düşünülmektedir. Mg ve Al^{IV} arasındaki belirgin negatif bir ilişkinin varlığı alüminoteşermakit ve ferriteşermakit yer değiştirmesine işaret etmektedir (Şekil 4a). Al^{IV} ile

Al^{VI} ise alüminoteşermakit yer değiştirmesine işaret eden pozitif bir ilişki sergilerler (Şekil 4b). Şekil 4c'de amfibollerdeki önemli edenit yer değiştirmesi izlenmektedir.

Alüminoteşermakit (Al^{VI}) ve edenit $(Na+K)_A$ yer değiştirmesinin önemi Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Ortaköy amfibollerinde tetrahedral Al^{IV} 'a göre olan başlıca katyon değişimleri



Şekil 5. Ortaköy amfibollerinde Al^{VI} 'a karşı $(Na+K)_A$.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Ortaköy amfibolitlerinin ve tremolit gnayslarının mineralojik bileşimi mikroprob ve SEM analizleri ile ortaya konmuştur :

Amfibolitlerin köken kayacı ile ilgili olarak subvolkanik bir doku gösteren akma yapısının da izlenebildiği bir örnek OAKK'de ilk kez bulunmuştur. Amfibolit fasiyesindeki kayaçlarda korunabilmiş bu tip primer dokulara literatürde sıkça rastlanmaktadır. Örn. yastık yapısı (Escher ve Myers, 1975; Knoper ve Condie, 1988) ve magmatik tabakalanma (Chadwick, 1981).

SEM yardımı ile amfibolitlerdeki plajiyoklazlarda zonlu bir yapı belirlenmiştir. Bu yapının metasomatik (Na'un anortit içerisine girmesi ile andezin oluşumu) olup olmadığı şekilde açık değildir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarında geniş ölçekte metasomatik veya hidrotermal alterasyona işaret eden delillere rastlanılmamıştır. Bölgede gözlenen migmatitleşme sadece metapelitik kayaçlarda gerçekleşmiş buna karşın amfibolitlerde gelişmemiştir. Ayrıca Ortaköy amfibolitlerinin amfibol bileşimlerinde gözlenen çizgisel ve uyumlu değişimler amfiboller için muhtemel bir metasomatik köken ile çelişmektedir. Dolayısıyla plajiyoklazlardaki bu zonlanmada, andezin muhtemelen anortitten önce olup Ca zenginleşmesi diyopsitin (CaO = 24.32 %) hornblende (CaO = 12.24 %) dönüşmesi ile oluşmuştur.

Amfibolit ve tremolit gnayslardaki amfibollerin (mol) Mg, Al^{IV}, Al^{VI}, (Na + K)_A birbirleri ile olan çizgisel ilişkileri amfibol bileşiminin başlıca alüminotşermakit, ferritşermakit, ve edenit yer değiştirmeleri tarafından kontrol edildiğini göstermektedir. Ayrıca amfibolitlerdeki amfibol ile tremolit gnaystaki amfibolitler arasındaki bu çizgisel ilişki amfibolit ile tremolit gnays arasındaki kökensel ilişkiyi (magmatik) belirtebilir. Amfibolitler mafik bir kayacı tremolit gnayslar ise ultramafik bir kayacı temsil edebilirler. Bu tür bir oluşum yörede bölgesel ve kontakt metamorfizma öncesine ait ve sedimentlerle birlikte oluşmuş bazik bir magmatizmanın varlığını göstermektedir.

5. KAYNAKLAR

Ataman, G. 1972. A Study on the Radiometric Age of Cefalıkdag, one of the Granite-Granadiorite Bodies Outcropping on the South-East Ankara, Hacettepe Science and Engineering Journal, 2, 44-49 (in Turkish).

Chadwick, B. 1981. Field Relations, Petrography and Geochemistry of Archean Amphibolite Dykes and Melane Supracrustal Amphibolites, Northwest Buksefjorden, South West Greenland, Precambrian Research, 14, 221-259

Drop, G. T. R. 1987. A General Equation For Estimating Fe³⁺ Concentrations in Ferromagnesian Silicates and Oxides From Microprobe Analyses, Using Stoichiometric Criteria, Min. Mag., (51), 431-450.

Erkan, Y. ve Ataman, G. 1981. "Orta Anadolu Masifi'nin (Kırşehir Yöresi) Metamorfizma Yaşı Üzerine K/Ar Yöntemi ile Bir İnceleme" T. J. K. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, 33.

Erkan, Y. 1980. Amfibolit Sorunu ve Orta Anadolu Amfibolitlerinin Oluşum ve Kökenlerinin İncelenmesi, Yer Bilimleri, (5-6), 61-76.

Escher, J. C and Myers, J. S. 1975. New Evidence Concerning the Original Relationships of Early Precambrian Volcanics and Anorthosites in the Fiskenaesset Region, Southwest Greenland, Rapp. Greenlands Geol. Unders. (75), 72-76.

Göncüoğlu, M. C., Toprak, G. M. V., Kuşçu, I., Erler, A. ve Olgun, E. 1991. Geology of the Western Part of the Central Anatolian Massif, Part 1 : Southern Part, Middle Eastern Technical University (METU) Turkish Petroleum Corporation (TPAO) Project Report, 140 s, (Basılmamış).

Güleç, N. 1993. Ağaçören Granitoyidinden Jeokronolojik Bulgular, Hacettepe Üniversitesinde Yerbilimlerinin 25. Yıl sempozyumu, 49-50.

Koçak, K. 1993. The Petrology and Geochemistry of the Ortaköy Area, Central Turkey, Doktora Tezi, Glasgow Uni., (İskoçya), 280 p. (Yayımlanmamış).

Koçak, K and Leake, B. E. 1994. The Petrology of the Ortaköy District and its Ophiolite at the Western Edge of the Middle Anatolian Massif, Turkey, Jour. Afri. Earth Sciences, 18/2, 163-174.

Knoper, M. W and Condie, K. C. 1988. Geochemistry and Petrogenesis of Early Proterozoic Amphibolites, West-Central Colorado, U. S. A., Chemical Geology, 67, 209-225.

Leake, B. E. 1978. Nomenclature of Amphiboles, Min. Mag., (42), 533-563.

Van der Plas, L. and Tobi, A. C. 1965. A Chart For Judging the Reliability of Point Counting Results, Am. J. Scie., 263; 87-90.