

## ORTAKÖY (AKSARAY) YÖRESİNDEKİ KIRINTILI KAYAÇLARIN BÖLGESEL METAMORFİZMASI

Kerim KOÇAK\*

ÖZ.- Ortaköy yöresi kırıntılı kayaçlarının bölgesel metamorfizmaya uğraması, bu kayaçlarda sillimanit+plajiyoklaz (Ann 0.43) + ortoklaz + kuvars + biyotit (Ann 0.08, Pl 0,012) ve granat (Alm 0.80-0.83 Prp 0.10-0,08 Sp 0.048-047 Grs 0.048-0.045) parajenezi gelişimine neden olmuştur. Bölgesel metamorfizma şartları granat-biyotit ve granat - alüminosilikat - kuvars - plajiyoklaz jeotermobarometreleri yardımı ile  $3.3\pm 0,36$  kb basınç ve  $\sim 600^{\circ}\text{C}$  sıcaklık olarak belirlenmiştir. Granatlar homojenleşme veya matris ile arasındaki değişim reaksiyonları nedeniyle ters bir mineralojik zonlanmaya sahiptir. Granatın kenarına doğru azalan grossüler içeriği, andaluzit, serisit ve kloritlerin oluşumu Ortaköy yöresindeki P-T şartlarının P-T-t diyagramında saat yönünde bir yol izlediğini göstermektedir, ideal ve ideal olmayan katı çözeltilisine dayanan granat-biyotit jeotermometreleri yaklaşık aynı sonuçları vermiştir. Bu durum muhtemelen granat ve biyotit minerallerinin ideal katı çözeltiliden küçük sapma göstermesi ve / veya granat-biyotitin dengelenmeye olan eğilimi veya termometrenin deneydekine benzer Fe/Mg içeren örneğe uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

### GİRİŞ

Jeolojik olarak batıda Tuzgölü fayı, doğuda Ecemiş fayı ve kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı ile tanımlanan üçgen alanda yer alan magnetik-metamorfik kayaç topluluğu Orta Anadolu Kristalin Kompleksi (OAKK) olarak adlandırılmaktadır (Göncüoğlu ve diğerleri 1991). inceleme alanı OAKK'nin batı kesiminde Ortaköy (Aksaray) yöresinde yer almaktadır (Şek. 1).

OAKK'daki metamorfikler Erkan (1975, 1976, 1977), Göncüoğlu (1977), Seymen (1981, 1984) ve Tolluoğlu (1986, 1987) tarafından çalışılmıştır, inceleme alanında Bayhan (1990) ve Türel'i'de (1991) magmatik kayaçların jeokimyasına yönelik çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

inceleme alanı ve çevresindeki en yaşlı birimler migmatitik gnays, migmatitik granit, semipelitik-psamitik gnays, az oranda kuvarsit, mermer, kuvarsit, kalsilikat gnays ve amfibolit bantları içeren Tamadağ formasyonu ile bunun üzerinde uyumlu olarak yer alan mermer az oranda kuvarsit, semipelitik-psamitik gnays, amfibolit ve tremolit gnaysdan oluşan Bozçaldağ formasyonudur. Koçak (1993) Tamadağ formasyonundaki mermerlerin asetik asit ile işlem görmesiyle elde edilen kalıntıda akritarklardan *Leiosphaeridia* ve *Lophosphaeridium* sp ve graptolidlerden muhtemelen *Retiolites* sp. parçaları bulmuştur. Tamadağ formasyonunun üst kesimlerdeki mermerlerde ise bilinen ilk makro fosil olan mercanlardan *Heliolites paeckelmannophora* sp. bulmuştur. Mercan Alt Silüriyen-Üst Devoniyen yaşını verirken akritarklar Kambriyen-Devoniyen aralığını vermektedir.

Üst amfibolit fasiyesinde (ikinci sillimanit derecesinde) bölgesel metamorfizma geçiren metasedi-

mentler, Üst Kretase-Paleosen yaşlı hornblendit, hornblend diyorit, biyotit-hornblend granitoid, mikrogranit ve kuvars alkali siyenitten oluşan Ortaköy plutonu tarafından kesilmişlerdir (Ataman, 1972; Erkan ve Ataman, 1981; Güleç, 1993; Koçak, 1993; Koçak ve Leake, 1994).

Ortaköy yöresindeki bölgesel metamorfizma şartlarının belirlenmesi amacıyla Bozçaldağ formasyonunun mermerleri ile çevrilen küçük bir alanda mostra veren Tamadağ formasyonunun kırıntılı kayaçlarından örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Yapılan ayrıntılı petrografik çalışmalarla Sırayaladağı yöresindeki semipelitik gnasyta jeotermobarometre çalışmalarında kullanılacak sil+plg (An>15) + ort+q+bt+grt parajenezi belirlenmiştir.

Glasgow Üniversitesi (UK) Jeoloji bölümünde mikroprop ile bu minerallerin kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Analizde minerallerin çekirdeğinden ziyade kenarları tercih edilmiştir.

### PETROGRAFI

Kırıntılı kayaçlarda bölgesel metamorfizma ile ortaya çıkan parajenezler şunlardır: (Parantez içerisindeki talik miktardadır).

Bt+sil+qtz

Bt+pl+qtz(+zr)

Bt+plg+qtz+sil(+ap)

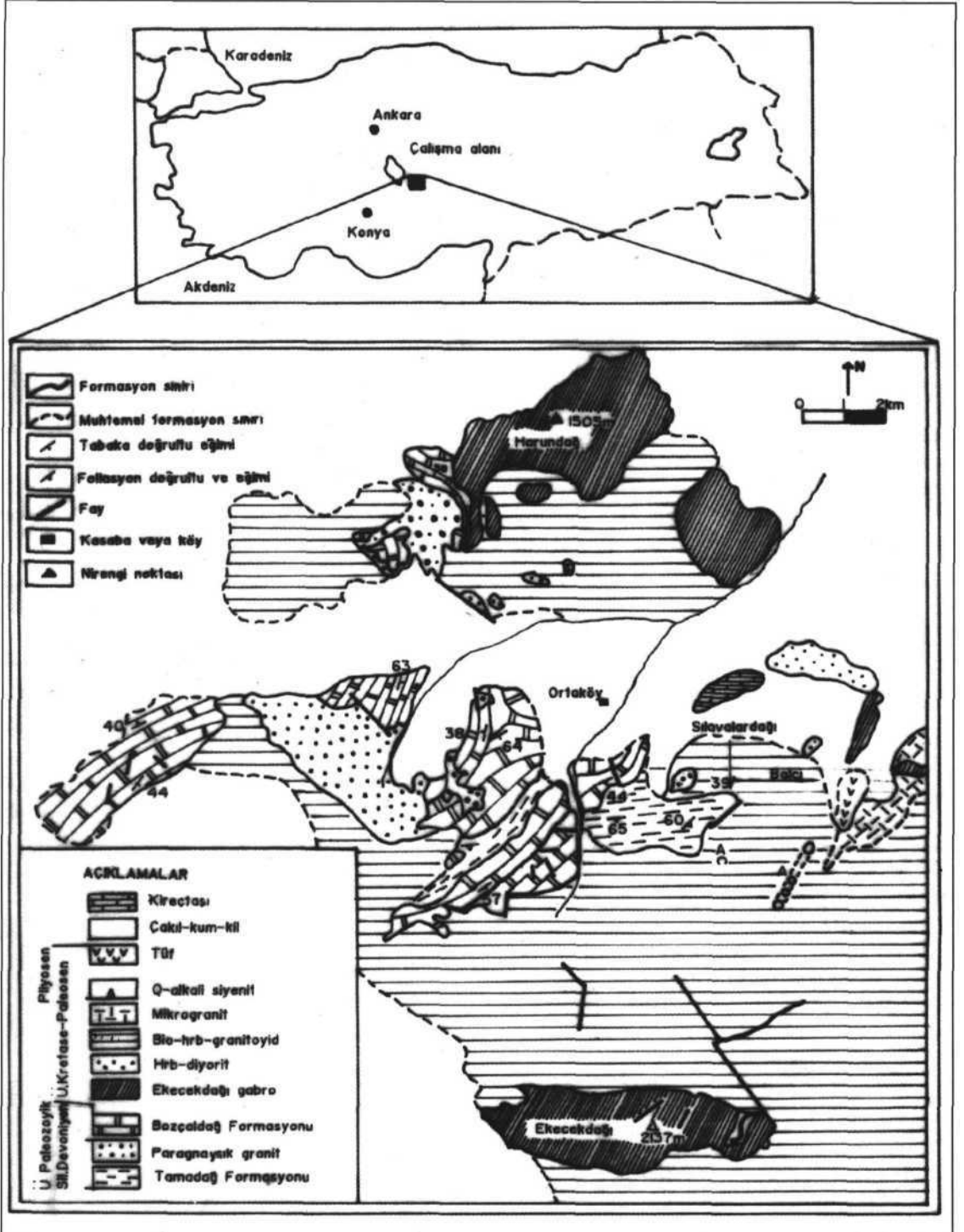
Pl+bt+or+qtz+mic(+tur)

Qtz+sil+bt+pl(+zr)

Qtz+pl+bt+or

Sil+or+qtz+pl+bt+grt (+opq)

Sil+bt+plg+qtz (zr+sph+rt+mag+kas+hem)



Şek. 1- Çalışma alanının jeoloji haritası (Koçak, 1993).

ORTAKÖY YÖRESİNDEKİ KIRINTILI KAYAÇLARIN METAMORFİZMASI

Çizelge 1- Gnays örneğinde yer alan bazı minerallerin mikroprob analizi.

	Granat (çekirdek)	Granat (kenar)	Granat <sup>b</sup>	Plg <sup>b</sup>	Bio <sup>i</sup>	Granat <sup>1</sup>	Plg
SiO <sub>2</sub>	36.77	36.38	37.49	57.45	34.73	36.89	55.80
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,00	0,07	0,00	5,07	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,08	20,90	21,32	26,69	18,98	21,10	28,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,74	0,00		2,71	0,12	
FeO <sup>^</sup>	36,48	35,88	36,49	0,14	19,88	36,95	0,06
MnO	1,94	2,11	2,132	0,03	0,08	2,07	0,00
MgO	2,39	2,67	2,60	0,00	5,87	2,02	0,16
CaO	1,56	1,51	1,71	8,76	0,01	1,58	10,55
Na <sub>2</sub> O				6,36	0,41		5,35
K <sub>2</sub> O				0,19	9,64		0,15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,00	0,07			0,02	
Toplam	100,32	100,19	101,88	99,62	97,38	100,75	100,42

Formül hesaplamalarında granat için 24, plajiyoklaz için 32 ve biyotit için 22 oksijen alınmıştır.

Si	5,93	5,89	5,96	10,32	5,60	5,95	9,98
Ti	0,01	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00
Al	4,01	3,99	3,99	5,65	2,71	4,01	5,98
Fe <sup>3+</sup>	0,00	0,09			0,37	0,01	
Fe <sup>2+</sup>	4,92	4,86	4,85	0,02	2,68	4,98	0,01
Mn	0,26	0,29	0,29	0,00	0,01	0,28	0,00
Mg	0,58	0,65	0,61	0,00	1,41	0,48	0,04
Ca	0,27	0,26	0,29	1,69	0,00	0,27	2,02
Na				2,22	0,13		1,86
K				0,04	1,98		0,03
Cr	0,002	0,00	0,00			0,00	
An%				42,7			51,67
Ab%				56,2			47,4
Or%				1,1			0,89

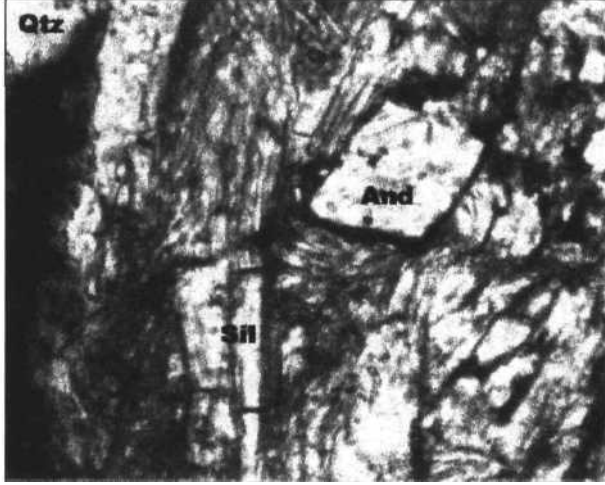
b) jeobarometre hesaplamalarında kullanılmıştır,

j) jeotermometre hesaplamalarında kullanılmıştır.

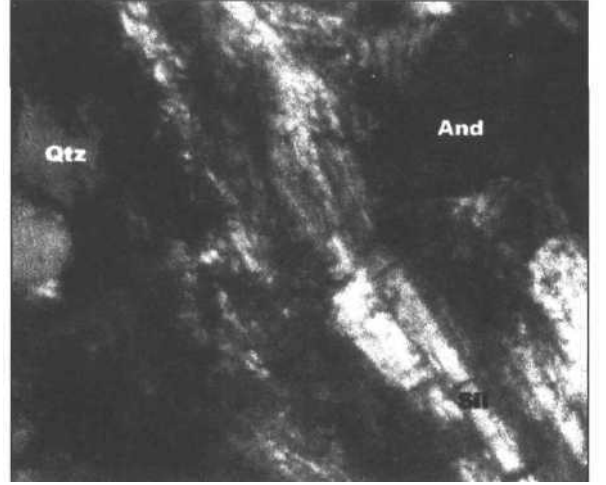
<sup>^</sup>) biyotit için Fe/Fe<sup>2+</sup>Fe<sup>3+</sup>=0.12 varsayılmıştır. (Guidotti ve Dyar, 1991; Holdaway ve Mukhopadhyay, 1993), granatta Drop'a göre (1987) hesaplanmıştır.

Analiz edilen örnekte lepidonematoblastik doku egemen olup sillimanit (% 35<0.4 mm), plajiyoklaz+ortoklaz (% 30, <0.4 mm), kuvars (% 20, <0.4 mm), biyotit (% 5, ~ 1 mm), granat+ (% 5, <0.8 mm) ve andaluzit + klorit +serisit + opak mineral (% 5) yer almaktadır (Şek. 2). Sillimanitler genellikle iğnecikler bazen de lifler şeklinde bulunmakta ve etrafında ise serisitler izlenmektedir. Plajiyoklaz kristalleri yer yer

albit çoğul ve albit-karlsbad ikizlenmesi göstermektedir. Açık-kırmızımsı kahverengi ve pleokroizma gösteren biyotitler alterasyon neticesinde klorit ve opak minerale dönüşmektedir. Granat; plajiyoklaz, biyotit ve kuvars kapanımları içermekte olup kenarlarından itibaren biyotite geri dönüşüm reaksiyonu göstermektedir. Andaluzitler çok küçük kristaller halinde sillimanitlerin içerisinde gelişmişlerdir.



a)

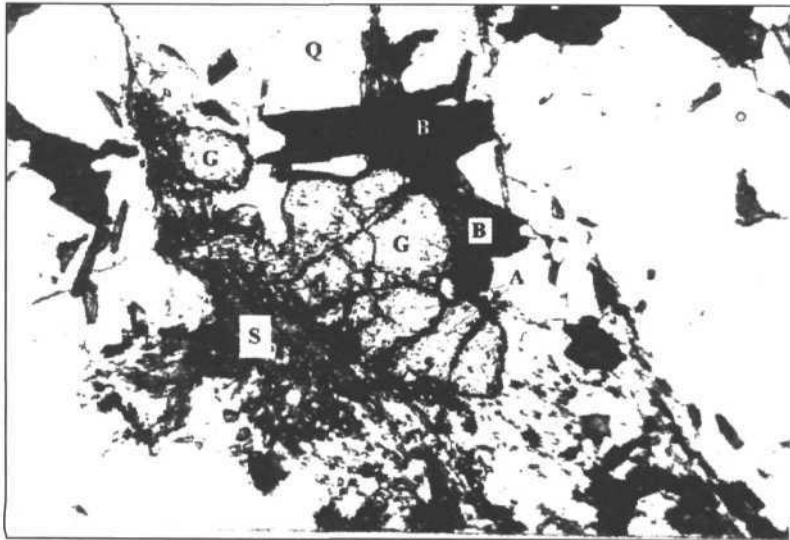


b)

Şek. 2- Sillimanit içerisinde yer alan andaluzit a) Tek niköl \*40 b) Çift niköl \*40 (Sil: sillimanit, Qtz: kuvars, And: andaluzit).

Granatların içermiş olduğu biyotit, plajiyoklaz ve kuvars kapanımları kendisinin bu minerallerden itibaren oluştuğuna işaret etmektedir. Granatın biyotit,

plajiyoklaz ve kuvarsla temasta bulunması da (Şek. 3) bu reaksiyonunun geriye döndüğünde işaret etmektedir:



Şek. 3- Mikroprob yapılan örnekte mineral ilişkileri (G: granat, S: sillimanit, B: biyotit Q: kuvars, A: plajiyoklaz (anortit) Tek niköl\* 20.

## ORTAKÖY YÖRESİNDEKİ KIRINTILI KAYAÇLARIN METAMORFİZMASI

An >- gros + 2/3sil + 1/3qtz  
(Kretz, 1959; 1964) (1)

Fe-granat + Mg-biyotit >- Mg-granat + Fe-biyotit  
(Kretz, 1959; 1964). (2)

Ortoklaz ile sillimanitin bir arada bulunması ise muskovitin parçalanma reaksiyonunun gerçekleştiğini gösterir:

Mus + qtz >- sil + or + H<sub>2</sub>O (Evans ve Guidotti, 1966; Thompson, 1976, 1982; Vielzeuf ve Boivin, 1984). (3)

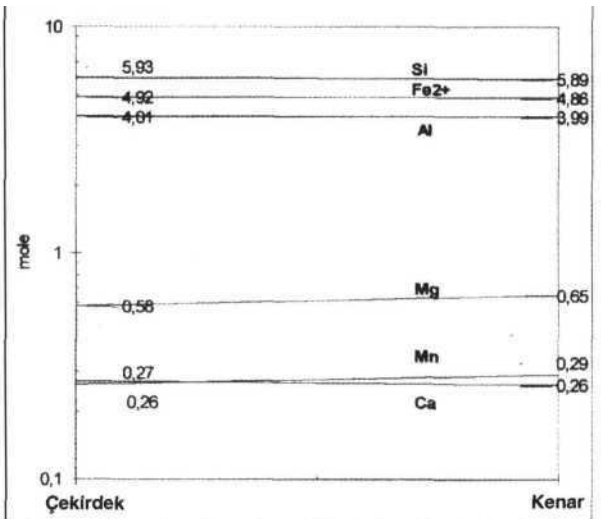
Biyotitlerin klorite, sillimanitlerin serisit ve andalusite dönüşümü gerileyen metamorfizma nedeniyle olabilir:

3sil + 3qtz + 2K<sup>+</sup> + 3H<sub>2</sub>O >- 2mus + 2H<sup>+</sup>  
(Chinner, 1961; Carmichael, 1969) (4)

sil >- and (Holdavvay, 1971; Richardson ve diğerleri, 1969; Kerrick, 1987). (5)

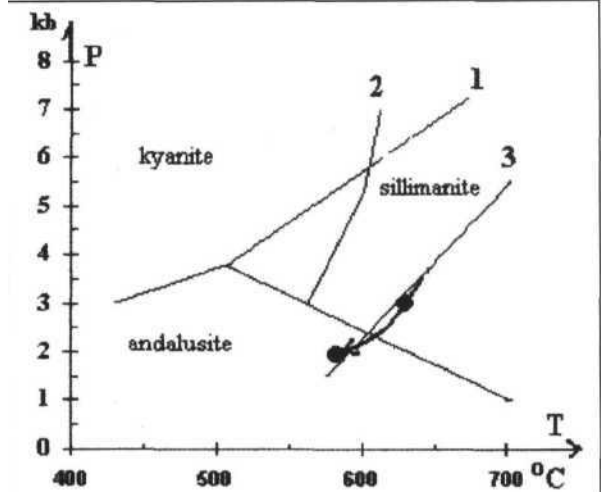
### MİNERAL KİMYASI

Granat ters bir mineralojik zonlanma gösterir; çekirdekten kenara almandin 0,06 mol ve grossülarit 0,01 mol azalırken spessartin 0,03 mol ve pirob ise 0,07 mol artmaktadır (Şek. 4). Yüksek dereceli metamorfik kayaçlarda yaygın olan ters mineralojik zonlanma granat ve matriks arasındaki değişim reaksiyonları ile (Loomis, 1975), granatın kemirilmesi (Grant ve Weiblen, 1971) ve zonlanmış granatın homojenleşmesi (Blackburn, 1969) ile açıklanmaktadır. Granat-biyotitin minimum kristalleşme sıcaklığı olan 600°C zonlanmış granatların homojenleşmesi için yeterince yüksektir. Granat örneğinde kemirilme görülmediği için ya granat-biyotit değişim reaksiyonu veya zonlu granatların homojenleşmesi granattaki zonlanmaya neden olabilir.



Şek. 4- Granattaki mineralojik zorlanma.

Granatın kenarına doğru azalan grossüler içeriği, andaluzit, klorit ve serisit kristalleşmesi basınç-sıcaklık-zaman yolunun (P-T-t path) saat yönünde geliştiğini gösterir (Şek. 5).



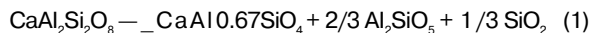
Şek. 5 - Ortaköy yöresindeki metamorfizma şartları ve P-T yolu (P-T değerlerinin çizilmesinde hata payı dikkate alınmıştır). 1- Holdavvay ve Mukhopadhvay'in (1993a) Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> diyagramı, 2- Bird ve Fawcett'in Chl+Mus <=> And+Bio+Qtz+H<sub>2</sub>O reaksiyon sınırını 3- Mus+Qtz=Kfs+Als+H<sub>2</sub>O reaksiyonuna H<sub>2</sub>O = 0,8 için hesaplanmıştır. (Reinhardt, 1992).

örnekte bulunan serbest granat, plajiyoklaz ile kontakta bulunan granata göre Ca' ca 0,03 mol daha fakir iken biyotit ile kontakta bulunan granattan Mg<sup>2+</sup> ca 0,17 mol daha zengin fakat Fe<sup>2+</sup> ce 0,12 mol daha fakirdir. Benzer şekilde granatla dokunakta bulunan granat serbest plajiyoklazdan An'ce 8,97 mol daha fakirdir.

### GRANAT\*-ALUMİNOSİLİKAT-KUVARS PLAJİYOKLAZ JEOPAROMETRESİ

Pelitik şist ve gnayslar geniş P-T şartlarında güvenli kalitatif bir göstergedir. Granat-aluminosilikat-kuars-plajiyoklaz jeobarometresi (GASP) yeşil şistten granülit fasiyesine kadar değişen şartlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Ghent, 1976; Aranovich ve Podlesskii, 1980; Newton ve Haselton, 1981; Hodges ve Crowley, 1985; Koziol ve Newton, 1988).

Reaksiyon şu şekildedir:



Plajiyoklazdaki granattaki sillimanit kuvars  
an bileşeni grossüler bileşeni

Reaksiyondaki hacim değişikliği oldukça yüksektir. Dolayısıyla artan basınç eşitliği sağa taşıyarak aktivite oranını ( $a_{grs} / a_{an}$ ) ve plajiyoklaza göre granattaki Ca içeriğini artırır. GASP jeobarometresi Ortaköy örneğine uygulanmış ve minimum kristalleşme basıncı olarak 3,35 kb basınç elde edilmiştir (Çizelge 2). Povell ve Holland'ın (1988) GASP jeobarometresi ayrıca örneğe uygulanmış ve 600°C için 3,27 kb bulunmuştur.

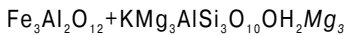
Çizelge 2- GASP Jeobarometresi.

Granat	Almandin	Spessartin	Pirob	Grossülarit
	0,803	0,048	0,101	0,048
Plajiyoklaz	An	Ab	Or	
	0,428	0,562	0,01	
Barometre kalibrasyonu				
Kullanılan sıcaklık °C		600		
	in K	log	K	P(kbar)
Grs + 2Sil + Qtz = 3 An	7,873		3,419	3,35

Her iki GASP jeobarometresinin örneğe uygulanması ile elde edilen sonuçlar hemen hemen aynıdır. Hesaplamalarda hata payı (0,36 kbar, Powell ve Holland, 1988) göz önüne alındığında minimum kristalleşme basıncı 3,3±0,36 kbar olmalıdır.

#### GRANAT-BİYOTİT JEOTERMOMETRESİ

Pelitik sistemlerde bir dizi jeolojik termometreler geliştirilmiştir. Ancak bunlardan en iyi kalibre edilmiş olanı granat-biyotit değişim termometresidir (Hodges ve Crowley, 1985; Holdaway ve Mukhopadhyay, 1993b).



Fe-granat + Mg-biyotit > Mg-granat + Fe-biyotit

Reaksiyonda hacim değişikliği oldukça küçük olduğu için sıcaklığı artırmak biyotiti Fe'ce, granatı ise Mg'ca daha zengin yapar, örneği çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen değişik granat-biyotit jeotermometreleri uygulanmıştır.

Thompson (1976) termometresi, tabii granat-biyotit topluluğuna ait KD değerlerini deneysel faz dengeğine dayanan tahmini sıcaklıklara karşı korele edilerek kalibre edilmiştir. Ferry ve Spear (1978) ile Perchuk ve

Lavrent'eva (1983) ise termometreyi Fe/Fe+Mg «0,9 ve Fe/Fe+Mg =0,6 olduğu sistemde deneysel olarak kalibre etmişlerdir. Bhattacharya ve diğerleri (1992) ve Hodges ve Spear (1982) jeotermometre kalibresinde ideal olmayan şartları göz önünde bulundurmamıştır. Dasgupta ve diğerleri, (1991), Ferry ve Spear'ın (1978) deneysel verilerine istatistiksel regresyon yöntemini uygulayarak ampirik bir termometre üretmiştir. •

Üstteki jeotermometreler kullanılarak granat ve biyotitin minimum kristalleşme sıcaklığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Granat-biyotit arasında ideal olmayan katı çözümleri varsayımına dayanan jeotermometrelerden (Dasgupta ve diğerleri, 1991 hariç) elde edilen sonuçlar (581, 572, 600°C) granat-biyotit arasında ideal katı çözümlerine dayanan jeotermometrelerden elde edilen sonuçlarla yaklaşık olarak aynıdır. Yani denge sabiti

Çizelge 3- Jeotermometre hesaplamaları.

[Mg/(Mg+Fe) Gamet uç üyeleri					Biyotit			
Sü	Bt	Kc	Alm	Sps	EmGrsx(Ti)x(Alvi)0,0880,3445,4582,9%4,7%8,0%4			
SONUÇLAR					SICAKLIKLAR (deg °C)			
Pkbar	HS82	T76	HL77	FS78	PL83	Dasg91	B92-HW	B92-GS
3	600	590	580	582	584	476	581	572

## ORTAKÖY YÖRESİNDEKİ KIRINTILI KAYAÇLARIN METAMORFİZMASI

(equilibrium constant, K) hemen hemen denge dağılım katsayısına (equilibrium distribution constant, KD) eşittir. Bu durum şu nedenlerden kaynaklanabilir:

1- Granat-biyotit'in ideal katı çözeltilisinden küçük sapma göstergesi,

2- Dengelenmeye olan eğilim,

3- Jeotermometrenin deneydeki Fe/Mg oranına sahip örneğe uygulanması.

Hata payı dikkate alındığında (örneğin,  $\pm 25^\circ\text{C}$ , Ferry ve Spear, 1978) granat-biyotitin kristalleşme sıcaklığı yaklaşık  $600^\circ\text{C}$  olacaktır.

### TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Üst amfibolit fasiyesinde bölgesel metamorfizmaya uğrayan pelitik kayaçlarda plajiyoklaz (An 0,43), biyotit (Ann0.08 Pl 0,012), granat (Alm 0.80-0,83 Prp 0,10-0,08 Sp 0,048-0,047 Grs 0,048-0,045) ve sillimanit parajenezi belirlenmiştir.

Granat ters mineralojik zonlanma gösterir; çekirdekten kenara almandin ve grossülarit azalırken spessartin ve pirob içeriği artar (Şek. 4). Zonlanmanın nedeni olarak granat biyotit arasındaki değişim reaksiyonu ve / veya zonlu granatların homojenleşmesi ileri sürülmüştür.

Çeşitli granat-biyotit ve granat-aluminosilikat-kuvars-plajiyoklaz jeotermobarometreleri kullanılarak Ortaköy yöresindeki minimum kristalleşme basınç ve sıcaklığı  $3.3\pm 0.36$  kb ve  $\sim 600\pm 25^\circ\text{C}$  olarak başarılı bir şekilde elde edilmiştir (Çizelge 2,3). Kırşehir'in kuzeydoğusunda Erkan (1976)  $> 500^\circ\text{C}$ ,  $-600^\circ\text{C}$  ve  $-700^\circ\text{C}$  ( $< 5$  kb) değerlerine karşılık gelen 3 farklı izograd belirlemiştir. Seymen (1984) ise Kırşehir'in kuzeybatısında indeks minerallere dayanarak metamorfizma şartlarını  $-1.5-2$  kb basınç ve  $400-700^\circ\text{C}$  olarak tahmin etmiştir. Dolayısıyla Ortaköy yöresindeki metamorfizma şartlarına ait değerler Erkan (1976) ve Seymen'in (1984) değerleri ile uyumaktadır. Ancak Ortaköy yöresinin P-T değerleri, mikroprob analizleri ile belirlenen mineral kimyasına dayalı stökiyometrik hesaplarla elde edilmiş olduğundan diğer yazarların polarizan mikroskoba dayalı sonuçlarına göre çok daha hassas ve kesin olmaktadır.

VWhitney ve Dilek (1997-1998) Niğde yöresinde masifteki kayaçların Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik'te Neotetis'in kapanışı ile ilişkili olarak  $> 700^\circ\text{C}$

sıcaklıkta  $16-20$  km ( $5-6$  kb) derinliğe gömüldüğünü ve daha sonra olan soğuma ve açılmayı ( $< 10$  km ve  $< 600^\circ\text{C}$ ) takiben Miyosen magmatizması süresince düşük basınçta ikinci bir ısınma olayına maruz kaldığını belirtmişlerdir, lik metamorfizma süresince Sillimanitler dar kıvrımlanma geçirmişlerdir ve daha sonra granitlerin kırıntılı kayaçlara intrüzyonu ile andaluzit ve kordiyerit mineralleri içeren kontakt zonu gelişmiştir. Magmatizmanın en yaygın olduğu masifin orta kesiminde düşük P-yüksek sıcaklık metamorfizması süresince andaluzit oluşumunu ikinci sillimanit gelişimi izlemiştir. Ortaköy yöresinde ise granatların kenarına doğru azalan grossüler içeriği  $> 3,3\pm 0,36$  kb değerinden daha yüksek basınçlarda oluştuğuna işaret etmektedir. Andaluzit (sillimanitlerin içerisinde), klorit ve serisitlerin kristalleşmesi de azalan basınca işaret eder. Dolayısıyla Ortaköy metasedimanter kayaçları Neotetis'in kapanışı ile ilgili kabuk kalınlaşması süresince (Göncüoğlu ve diğerleri, 1991)  $> 10-13$  km derinliğe gömülmüş ve daha sonra masif yükselerek andaluzit, klorit ve serisit mineralleri kristalleşmiştir. Başka bir deyişle Ortaköy yöresinde etkin P-T şartları, P-T-t diyagramında saat yönünde bir yol izlemiştir (Şek. 5). Yörede ikincil sillimanit oluşumu gözlenmediğinden Whitney ve Dilek (1997, 1998) tarafından ileri sürülen Miyosen magmatizmasının bölgede yer almadığını söylemek olası değildir.

Granattaki ideal ve ideal olmayan katı çözeltilisine dayanan jeotermometrelerden elde edilen sonuçlar arasında önemli bir farklılık yoktur. Bu durum granat-biyotitin ideal katı çözeltiliden küçük sapma göstermesi, ve/veya granat-biyotitin dengelenmeye olan eğilimi veya jeotermometrenin deneydekine benzer Fe/Mg oranı içeren örneğe uygulanması ile açıklanabilmektedir.

Yayına verildiği tarih, 29 Eylül 1999

### DEĞİNİLEN BELGELER

Aranovich, L.Y.A. ve Podlesskii, K.K., 1980, The garnet-plagioclase barometer: Doklady, Earth Science Sections, 251, 101-103.

Ataman, G., 1972, A Study on the radiometric age of Cefalikdağ, one of the granite-granodiorite bodies outcropping on the south-east Ankara, Hacettepe Science and Engineering Journal, 2, 44-49 (in Turkish).

- Bayhan, H., 1990, Mineralogical, petrographic and geochemical Study of the Ortaköy granitoid (east of Salt Lake) located within the 1<sup>st</sup> Turkish National Geotraverse, TÜBİTAK Project No, TBAG-841, 68pp (yayımlanmamış).
- Bhattacharya, A.; Mohanty, L.; Maji, A.; Sen, S.K., ve Raith, M., 1992, Non-ideal mixing in the phlogopite-annite binary; constraints from experimental data on Mg-Fe partitioning and a reformulation of the biotite-garnet geothermometer: *Contr. Min. Pet.*, 111,87-93.
- Bird, G.W. ve Fawcett, J.J., 1973, Stability relations of Mg-chlorite-muscovite and quartz between 5 and 10 kb water pressure: *J.Pet.*, 14, 415-425.
- Blackburn, W.H., 1969, Zoned and unzoned garnets from the Grenville gneiss around Gananogue, Ontario: *Can. Min.*, 9, 691-698.
- Carmichael, D.M., 1969, On the mechanism of prograde metamorphic reactions in quartz-bearing pelitic rocks; *Con.Min.Pet.*, 20, 244-267.
- Chinner, G.A., 1961, The origin of sillimanite in Glen Clova: *Angus. J. Pet.*, 2, 213-23.
- Dasgupta, S.; Sengupta, P.; Guha, D. ve Fukuoka, M., 1991, A refined garnet-biotite Fe-Mg exchange geothermometer and its application in amphibolites and granulites: *Contr. Min. Pet.*, 109, 130-137.
- Drop, G.T.R., 1987, A general equation for estimating Fe<sup>3+</sup> concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses, using stoichiometric criteria: *Min.Mag.*, 51, 431-450.
- Erkan, Y., 1975, Orta Anadolu masifinin güneybatısında (Kırşehir bölgesinde) etkili rejyonel metamorfizmanın petrolojik incelenmesi: HÜ. Yer Bilimleri Enst., Doçentlik Tezi. 147 s., (yayımlanmamış), Ankara.
- 1976, Kırşehir çevresindeki rejyonel metamorfik bölgede saptanan izogradlar ve bunların petrolojik yorumlanmaları: *Yer bilimleri*, 2, 23-54,
- 1977, Orta Anadolu masifinin güneybatısında (Kırşehir bölgesinde) etkili rejyonel metamorfizma ile amfibol minerallerinin bileşimi arasındaki ilişkiler, *Yerbilimleri*, 3/1, 41-46.
- ve Ataman, G., 1981, Orta Anadolu masifinin (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K/Ar yöntemi ile bir inceleme: *TJK 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı bildiri özetleri*, 33.
- Evans, B.W. ve Guidotti, 1966, The sillimanite-potash feldspar isograd in Western Maine: USA, *Cont. Min.Pet.*, 12, 25-62.
- Ferry, J.M. ve Spear, F.S., 1978, Experimental calibration of the partition of Fe and Mg between biotite and garnet: *Contr. Min. Pet.*, 66: 113-117.
- Ghent, E.D., 1976, Plagioclase - garnet - Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> - quartz: a potential geothermometer - geobarometer: *Am.Min.*, 61,710-714.
- Göncüoğlu, N.C., 1977, Geologie des weslichen Niğde-Massivs, PhD thesis, Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Uni., Bon, 180.
- Toprak, G.M.V.; Kuşçu, I.; Eler, 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 pp, (yayımlanmamış).
- Grant, J. ve Weiblen, P.W., 1971, Retrograde zoning in garnet near the second sillimanite isograd: *Am.J.Sci.*, 270, 281-296.
- Guidotti, C.V. ve Dyar, M.D., 1991, Ferric iron in metamorphic biotite and its petrologic and crystallochemical Implications: *Am.Min.*, 76, 161-175.
- Güleç, N., 1993, Ağaören granitoidinden jeokronolojik bulgular: Hacettepe Üniversitesinde yer bilimlerinin 25. Yıl sempozyumu, s. 49-50.
- Hodges K.V. ve Spear, F.S., 1982, Geothermometry, geobarometry and the Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> triple point at Mt. Moosilauke, New Hampshire: *Am.Min.*, 67, 1118-34.
- Crowley, P.D., 1985, Error estimation and empirical geothermobarometry for pelitic systems: *Am. Min.*, 70, 702-709.
- Holdaway, M.J., 1971, Stability of andalusite and the aluminum silicate phase diagram, *Am. J. Sci.*, 271, 97-131.
- ve Mukhopadhyay, B., 1993 a, A reevaluation of the Stability relations of andalusite: thermochemical data and phase diagram for the aluminium silicates. *Am.Min.*, 78, 298-315.
- ve\_\_\_\_\_, 1993 b, Geothermobarometry in pelitic schists: A rapidly evolving field: *Am.Min.*, 78, 681-693.
- Kerrick, D.M., 1987, Fibrolite in contact aureoles of Donegal, Ireland, *Am.Min.*, 72, 240-254.
- Koçak, K., 1993, The Petrology and geochemistry of the Ortaköy area, Central Turkey, PhD thesis, Glasgow Uni., Scotland, 280 (unpublished).
- ve Leake, B.E., 1994, The Petrology of the Ortaköy district and its ophiolite at the Western edge of the Middle Anatolian Massif, Turkey, *Jour. A. Earth Sciences*, 18/2, 163-174,



## ORTAKÖY YÖRESİNDEKİ KIRINTILI KAYAÇLARIN METAMORFİZMASI

- Koziol, A.M. ve Newton, R.C., 1988, Redetermination of the garnet breakdown reaction and improvement of the plagioclase-garnet- $Al_2SiO_5$ -quartz geobarometer: *Am.Min.*, 73, 216-23.
- Kertz, R., 1959, Chemical Study of garnet, biotite and hornblende from gneisses of Soutwestern Ouebec, with emphasis on the distribution of elements in coexisting minerals, *Jounnal of Geo.*, 67, 371-402.
- 1964, Analysis of equilibrium in garnet-biotite-sillimanite gneisses from Ouebec, *Journal of Pet.*, 5, 1-20.
- Loomis, T.P., 1975, Reaction zoning of garnet: *Contr. Min. Pet.*, 52, 285-305.
- Newton, R.C. ve Haselton, H.T., 1981, Thermodynamic calibration of the garnet-plagioclase- $Al_2SiO_5$ -quartz geobarometer: Newton, R.C., Navrotsky, A. ve Wood, B.J. (Ed), *Thermodynamics of Minerals and melts*, Springer-Varlag de, New York, 131-147.
- Perchuk, L.L. ve Lavrent'eva, I.V., 1983, Experimental investigation of exchange equilibria in the system cordierite-garnet-biotite: Saxena, S.K. (Ed), *Kinetics and equilibrium in mineral reactions: Advances in Physical Geochemistry*, New York, Springer-Verlag de, 3, 199-239.
- Powell, R. ve Holland, T.J.B., 1988, An internally consistent dataset with uncertainties and correlations: 3. Applications to geobarometry, worked examples and a computer program: *J.Met.Geo.*, 6, 173-204.
- Reinhardt, J., 1992, Low pressure, high temperature metamorphism in a compressional tectonic setting: Mary Kathleen Fold Belt, northeastern Australia, *Geo.Mag.*, 129,41-57.
- Richardson, S.W.; Gillbert, M.C. ve Bell, P.M., 1969, Experimental determination of kyanite-andalusite and andalusite-sillimanite equilibria: The aluminium silicate triple point, *Am.J.Sci.*, 267, 259-272.
- Seymen, i., 1981, Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifinin stratigrafisi ve metamorfizması: *TJK Bült.*,24/2,7-14.
- 1984, Kırşehir masifi metamorfitlelerinin jeolojik evrimi: *TJK Ketin Sempozyumu*, 133-148.
- Thompson, A.B., 1976, Mineral reactions in pelitic rocks: I Prediction of P-T-X (Fe, Mg) phase relations, II Calculation of some P-T-X (Fe Mg) phase relations, II Calculation of some P-T-X (Fe, Mg) phase relations, *Am.J.Sci.*, 276: 401-454.
- Tolluoğlu, A.Ü., 1986, Orta Anadolu masifinin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) petrografik ve petrotektonik incelemeler: HÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 237 s., 8 Ek. (yayımlanmamış), Ankara.
- 1987, Orta Anadolu masifi metamorfitlelerinin (Kırşehir kuzeybatısı) petrografik özellikleri: *Doğa Bilim, Derg., Müh. ve Çevre*, 11/3, 344-361.
- Türel, T.K., 1991, Geology, petrography and geochemistry of Ekecikdağ plutonic rocks (Aksaray region-Central Anatolia), PhD., Thesis, Middle Eastern Technical University, Ankara, 194p.
- Vielzeuf, D. ve Bovine. P., 1984; An algorithm for the construction of petrogenetic grids-Application to some equilibria in granulitic paragneisses, *Am.J.Sci.*, 284,760-791.
- VWhitney, D.L. ve Dilek, Y., 1997, Core complew development in Central Anatolia: *Geology* 25, 1023-1026.
- ve\_\_\_\_\_, 1998, Metamorphism during crustal thickening and extension in Central Anatolia: the Niğde metamorphic core complex. *Journal of Petrology* 39, 1385-1403.