

ORTAKÖY (KIRŞEHİR MASİFİ) VE ALANYA (ALANYA MASİFİ) YÖRELERİNDEKİ GRANATLARIN KİMYASAL VE MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİ

Kerim KOÇAK, Gürsel KANSUN

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

ÖZET: Bu çalışmada geniş bir P-T aralığında gerçekleşen metamorfik tarihçeye sahip Ortaköy (Aksaray, Kırşehir Masifi) ve Alanya (Antalya, Alanya masifi) yörelerindeki farklı kayalarda gelişen granatlardaki mineralojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve bunlarda gelişen kimyasal zonlanmanın yorumlanması amaçlanmıştır. Ortaköy ve Alanya örneklerinde genellikle almandin(alm)'ce zengin granatlar gelişmektedir. Ortaköy yöresindeki (Aksaray, KM) pelitik gnays ve paragneissik granitlerde sırası ile $Prb_{0,37-0.65} Alm_{4.12-4.92} Sps_{0.26-1.33} Grs_{0.12-0.27}$; ve $Prb_{0,45-0.47} Alm_{4.75-4.78} Sps_{0.56-0.62} Grs_{0.2}$ bileşiminde granatlar oluşmaktadır. Alanya örneklerindeki granatlar ise daha fazla Ca ($Grs_{1.19-1.65}$), ve daha düşük Fe^{2+} ($Alm_{3.79-4.19}$) ve Mn ($Sps_{0.03-1.4}$) içeriğine sahiptirler. Buna karşılık magmatik granatlar (Ortaköy) pelitik granatlara göre daha düşük Mg ve yüksek Fe^{3+} içermektedirler: $Prb_{0,12} Alm_{4.83-4.92} Sps_{0.91-0.92} Grs_{0.04}$. Ortaköy pelitik restitleri ise, içerisinde yer aldığı paragneissik granitlere göre daha fazla Prb, ve daha az Alm ve Sps içerirler. Örneklerde genel olarak iki tip mineralojik ve kimyasal zonlanma açığa çıkmaktadır; a) Alanya örneklerinde granat merkezinin Mn ve kenarlarının Mg ve Fe'ce zenginleşmesi ile tanımlanan büyüme zonlanması b) Ortaköy restitlerinde merkezin Mg, kenarların Mn, Ca ve Fe^{2+} 'ce zenginleşmesi ile tanımlanan zonlanma ise yüksek T'deki kristal hacim difüzyonu, heterojen değişim, kafes transfer reaksiyonları ve/veya sıvı akışı süreçleri ile açıklanabilmektedir. Ortaköy gnayslarında ve Ortaköy granitinde yer alan granatlarda muhtemelen önceden var olan büyüme zonlanmasının difüzyon süreçleri ile silinmesi sonucu çok zayıf bir kimyasal zonlanma gelişmiş veya hiç gelişmemiştir

Anahtar Kelimeler: Granat, Zonlanma, Kırşehir masifi, Alanya masifi, Metamorfizma.

Chemical and Mineralogical Characteristics of The Garnets from Ortaköy (Kırşehir massif) and Alanya (Alanya Massif) Areas

ABSTRACT: This study aims to determination of mineralogical and chemical characteristics, and interpretation of chemical zoning of the garnets, that formed in Kırşehir and Alanya massifs (KM and AM) experienced metamorphic history with wide P-T conditions.

Almandine (alm)-rich garnet generally developed in Ortaköy and Alanya samples. The garnets grown in pelitic gneisses and paragneissic granites, have compositions of $Prb_{0,37-0.65} Alm_{4.12-4.92} Sps_{0.26-1.33} Grs_{0.12-0.27}$, and $Prb_{0,45-0.47} Alm_{4.75-4.78} Sps_{0.56-0.62} Grs_{0.2}$, respectively while garnets from Alanya samples have relatively higher Ca ($Grs_{1.19-1.65}$), and lower Fe^{2+} ($Alm_{3.79-4.19}$) and Mn ($Sps_{0.03-1.4}$) contents. In contrast, igneous garnets contain lower Mg and higher Fe^{3+} contents than those formed in pelitic rocks: $Prb_{0,12} Alm_{4.83-4.92} Sps_{0.91-0.92} Grs_{0.04}$. Pelitic restites are compositionally different than their hosts, with their higher Prb, and lower Alm and Sps contents.

In the garnets, two types of chemical zonings were mainly distinguished: a) as exemplified by Alanya sample, growth zoning defined by enrichment of core in Mn, and consequently enrichment of rim in Mg and Fe. b) Enrichment of core in Mg, and consequently enrichment of rim in Mn, Ca and Fe^{2+} : As exemplified by Ortaköy restites, this zoning is attributed to processes of high-T crystalline volume diffusion and heterogeneous exchange, net transfer reactions and/or fluid flow. A slight or no chemical zoning have developed in the garnets from Ortaköy gneisses and Ortaköy granite owing to destruction of previous growth zoning by diffusional processes.

Key Words: Garnet, Zoning, Kırşehir massif, Alanya massif, Metamorphism.

GİRİŞ

Granatlar farklı fiziksel ve kimyasal şartlarda çoğunlukla metamorfik ve bazen de magmatik olarak oluşmaktadır. İlerleyen ve gerileyen metamorfizma nedeniyle metamorfik reaksiyonların tükettiği mineraller, kimyasal ve mineralojik zonlanmadan dolayı granatlarda kapanım olarak yer alabilmektedirler. Bölgesel metamorfizma ile oluşan kayaçlardaki granatlarda gerçekleştirilen jeotermobarometre ve jeokronolojik çalışmalar ile kayacın izlemiş olduğu *P-T* yol (*P-T* path) ayrımları belirlenebilmekte ve hatta tektonik gömülme suresince ilerleyen granat büyümesi hakkında bilgi edinilebilmektedir (Christensen ve diğ., 1989; Mezger ve diğ., 1989; Getty ve diğ., 1993; Vance ve diğ., 1998).

Granatlar ile ilgili olarak literatürde bir çok çalışma yapılmıştır (Ganguly ve diğ., 2000; Yang ve Rivers, 2001; Korikovskiy ve Hovorka, 2001; Spear ve Daniel, 2001). Erkan (1978), Kırşehir masifinde (KM) granatların kimyasal bileşimi ile izogradlar arasındaki ilişkiyi araştırmış ve metamorfizma şartlarının artmasıyla MnO içeriğinin azaldığını ileri sürmüştür.

Bu çalışma kapsamında oldukça geniş bir basınç (*P*) ve sıcaklık (*T*) aralığında gerçekleşen bir metamorfik tarihçeye sahip Kırşehir (KM) ve Alanya (AM) masiflerindeki (Şekil 1a-c) magmatik ve metamorfik kökenli granatların kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi, karşılaştırılması ve sahip oldukları zonlanmanın ortaya konması amaçlanmaktadır. Bunun için Ortaköy (Aksaray, KM) yöresinden (pelitik gnays, S tipi granit, paragnaysik granit ve içindeki restit) ve Alanya (AM) yöresinden (eklojit) örnekler alınmış (Şekil 1) ve Glasgow Üniversitesi'nde granatların (İskoçya) mikroprob analizleri gerçekleştirilmiştir

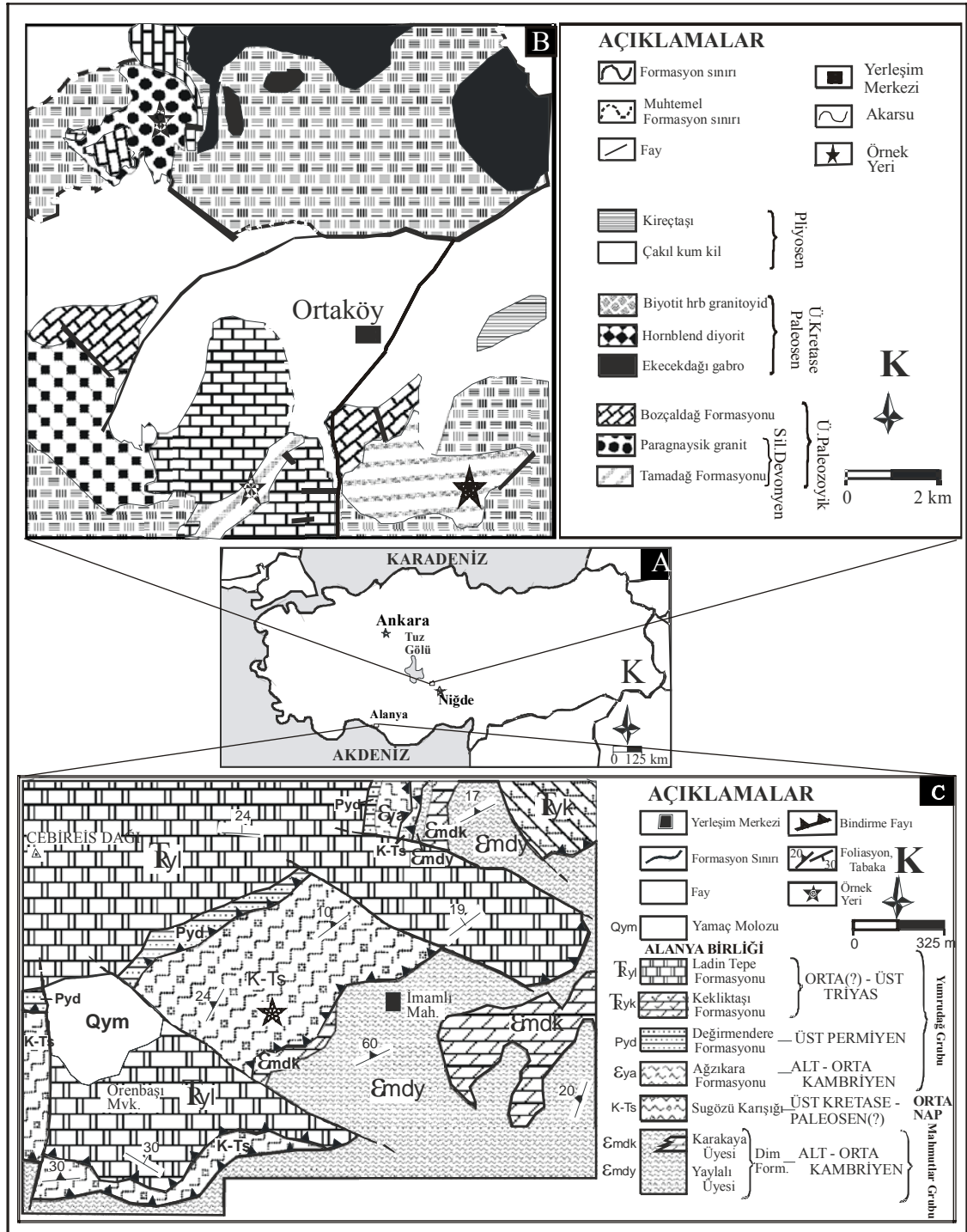
MİNERALOJİ

Ortaköy (Aksaray) yöresinde migmatitik gnays, migmatitik granit, semipelitik-psammitik gnays az oranda kuvarsit, mermer, kalsilikat gnays ve amfibolit bantları içeren Tamadağ formasyonundan alınan iki adet örneğin mikroprob analizi yaptırılmıştır. İlk örnek (a)

başlıca kuvars (% 25), plajiyoklaz (% 20), K-feldispat (% 15), biyotit (% 15), muskovit (% 10), sillimanit (% 10) az miktarda (% 5) granat, opak mineral ve apatitten oluşmaktadır (Koçak,1993; Koçak ve Leake, 1994). İkinci örnek (b) ise başlıca sillimanit (% 35), plajiyoklaz+ortoklaz (% 30), kuvars (% 20), biyotit (% 5), granat+ (% 5) ve andaluzit+klorit+serisit+opak mineralden (% 5) oluşmaktadır (Şekil 2a). Bu örnekte jeotermobarometre çalışması ile 3.3+0,36 kb ve ~600 +25 °C minimum kristalleşme basınç ve sıcaklığı belirlenmiştir (Koçak, 2000). Migmatitik gnaysları kesen S-tip özellikteki bir aplitik damardan alınan örnekte ise granatla birlikte K-feldispat (% 40), kuvars (% 35), albit (% 20), ve az miktarda (% 5) gahnit, andaluzit, şörl ve ilmenit yer almaktadır (Koçak, 1993; Koçak ve Leake, 1994). Bu örnekte granatın bileşimi, granat-biyotit jeotermometresinin kullanımı için uygun olmadığından minimum kristalleşme sıcaklığı belirlenememiştir.

Paragnaysik granitler ise içerisinde yer alan pelitik restitlerle yaklaşık aynı mineralojik bileşime sahiptirler. Ancak koyu renkli minerallerin miktarı restitlerdekinden daha az ve tane boyutu daha küçüktür.

Paragnaysik granitler başlıca kuvars (% 35), kordiyerit (% 25), biyotit (% 15), plajiyoklaz (% 10), ortoklaz (% 10) sillimanit (% 5) ile tali olarak zirkon ve apatitten oluşmaktadır (Koçak, 1993). Pelitik restitler (Şekil 2b) ise başlıca sillimanit (% 35), biyotit (% 25), plajiyoklaz (% 22), ortoklaz (% 5), klorit (% 3), kordiyerit (% 5), kuvars (% 2), granat (% 2), magnetit (% 1), tali olarak zirkon, apatit ve kassiteritten (Koçak, 1993) oluşmaktadır. Paragnaysik granit ve restit için jeotermobarometre çalışmaları ile 533-506 °C ve 682 °C minimum kristalleşme sıcaklığı elde edilirken, restitlerde 4.17+0,29 kb minimum kristalleşme basıncı belirlenmiştir (Koçak, 1993). Alanya masifinde metabazit bant ve mercekli yaygın granatlı mikaşistleri içeren orta naptaki Sugözü karışığından örnek alınmıştır. Granatların içerisinde yer aldığı metabazitler (eklojit) başlıca granat, omfasit, edenit, barroizit, glokofan, epidot, zoisit, fenjit, plajiyoklaz (oligoklas-andezin), kuvars, biyotit ile tali olarak sfen ve apatitten oluşmaktadır (Kansun, 2000).



Şekil 1. a) Yer buldurur haritası,
b-c) Ortaköy (KM, Kocak, 1993) Alanya yöresinin (AM, Kansun, 2000) jeoloji haritaları.

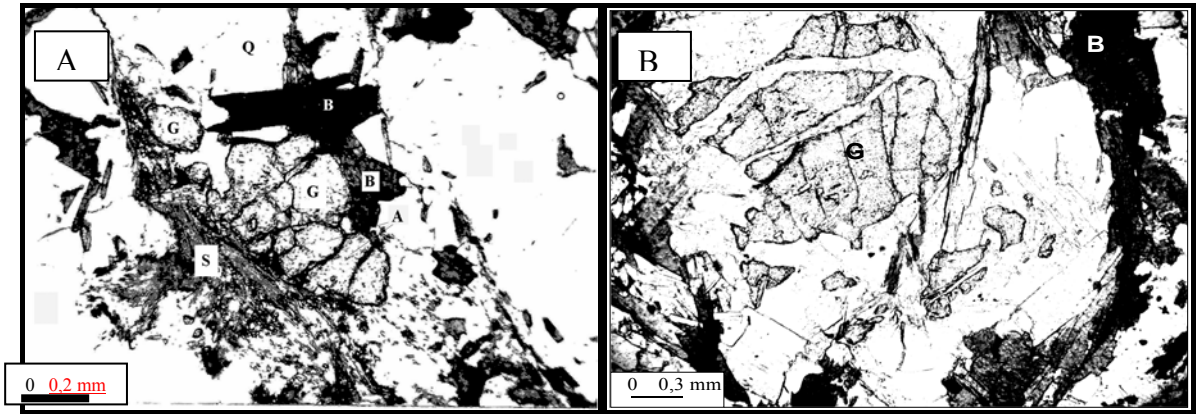
Figure 1. a) location map
b-c) Geological maps of Ortaköy (KM, Kocak, 1993) and Alanya (AM, Kansun, 2000) areas.

Tablo 1. Ortaköy yöresi (Aksaray, KM) granatlarının mikroprob analizi.**Table 1.** Microprobe analyses of the garnets from Ortaköy (Aksaray, KM) area .

	Magmatik		Semipelitik gnays				Pelitik kapanım		Paragnaysik granit	
	merkez	kenar	a		b		merkez	kenar	merkez	kenar
SiO ₂	36,16	36,13	36,26	36,59	36,77	36,38	37,36	36,64	36,5	37,69
TiO ₂	dla	dla	0,14	0,04	0,08	dla	0,01	0,01	0,04	0,04
Al ₂ O ₃	20,79	20,67	20,55	21,14	21,08	20,90	21,48	20,68	20,65	21,34
Fe ₂ O ₃	2,13	2,16	1,82	0,58	dla	0,74	0,59	0,99	1,4	dla
FeO	35,57	36,2	30,64	31,31	36,48	35,88	33,43	33,42	35,16	36,45
MnO	0,51	0,49	1,66	1,53	1,94	2,11	5,39	2,64	1,86	2,01
MgO	6,68	6,1	9,74	9,55	2,39	2,67	0,78	1,34	4,1	4,72
CaO	0,22	0,21	0,72	1,2	1,56	1,51	1,66	3,94	1,14	1,43
Cr ₂ O ₃	0,02	0,01	dla	dla	0,02	dla	0,05	0,03	dla	dla
Toplam	102,08	102,5	101,53	101,94	100,32	100,19	100,75	99,69	100,85	103,68
Formül 24 oksijene göre hesaplanmıştır										
Si	5,87	5,87	5,86	5,87	5,93	5,89	5,88	5,92	5,92	5,91
Al ^{iv}	0,13	0,13	0,14	0,13	0,07	0,11	0,12	0,08	0,08	0,09
Al ^{vi}	3,85	3,83	3,78	3,87	3,94	3,88	3,87	3,86	3,86	3,85
Cr	dla	0,001	dla	dla	0,002	dla	0,01	dla	dla	dla
Fe ³	0,26	0,26	0,22	0,07	dla	0,09	0,07	0,12	0,17	dla
Ti	dla	dla	0,02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
Mg	0,12	0,12	0,4	0,37	0,58	0,65	1,27	0,64	0,45	0,47
Fe ²⁺	4,83	4,92	4,12	4,2	4,92	4,86	4,39	4,51	4,75	4,78
Mn	0,92	0,91	1,33	1,3	0,26	0,29	0,1	0,18	0,56	0,62
Ca	0,04	0,04	0,12	0,21	0,27	0,26	0,28	0,68	0,2	0,24
prop+alm	2,03	1,98	6,70	6,09	91,21	90,92	21,03	10,65	7,55	7,69
spes	97,29	97,4	91,29	90,46	4,31	4,79	74,34	78,04	89,09	88,38
grs	0,68	0,61	2,01	3,45	4,48	4,29	4,64	11,31	3,36	3,93

Tablo 2. Alanya Masifi'ndeki granatların kimyasal bileşimi.**Table 2.** Chemical compositions of the garnets from Alanya Massif.

	Alanya							
	A-1		A-2		A-3		A-4	
	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar
SiO ₂	37,97	37,68	37,52	37,6	38,27	38,25	37,68	36,97
TiO ₂	0,1	0,1	0,09	0,08	0,2	0,14	0,06	0,09
Al ₂ O ₃	21,73	21,57	21,65	21,76	21,02	21,35	21,7	21,4
FeO	28,79	30,06	30	28,7	29,7	34,19	29,31	29,24
MgO	2,01	2,15	2,0	2,08	1,36	0,52	2,39	2,02
MnO	0,68	0,78	0,73	0,83	1,03	0,03	0,81	0,80
CaO	9,55	7,87	8,62	9,21	9,81	7,05	8,54	9,41
Toplam	100,83	100,23	100,61	100,27	101,49	101,53	100,49	100,65
Formül 24 oksijene göre hesaplanmıştır								
Si	5,98	5,99	5,95	5,96	6,04	6,03	5,96	5,91
Al ^{iv}	0,02	0,01	0,05	0,04	dla	dla	0,04	0,09
Al ^{vi}	4,01	4,03	3,99	4,02	3,9	3,97	4,0	3,94
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,2	0,02	0,01	0,01
Mg	0,48	0,51	0,48	0,5	0,32	0,52	0,57	0,49
Fe ²⁺	3,79	3,99	3,98	3,8	3,91	4,19	3,88	3,91
Mn	0,09	0,11	0,1	0,11	0,14	0,03	0,11	0,1
Ca	1,61	1,34	1,46	1,56	1,65	1,19	1,45	1,61
Prop+al	8,04	8,57	7,97	8,38	5,32	8,77	9,48	8,02
spes	64,99	68,91	67,77	65,49	67,28	71,16	66,39	65,63
grs	26,97	22,52	24,25	26,13	27,41	20,07	24,13	26,35



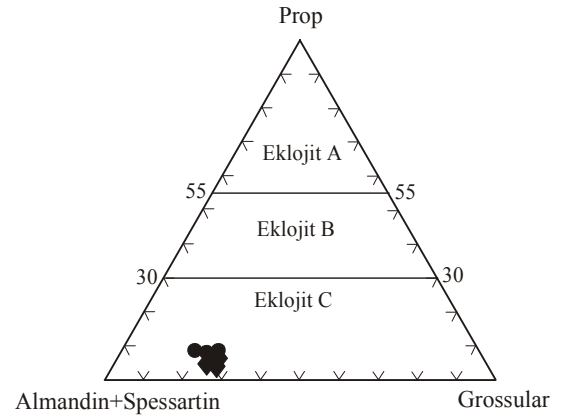
Şekil 2. Ortaköy semipelitik gnays (a) ve restitinin (b) mikrofotografı. G: granat, S: sillimanit, B: biyotit, Q: kuvars, A: plajiyoklaz (anortit) Tek niköl. X20.

Figure 2. Photomicrographs of semipelitic gneiss (a) and restite (b) of Ortaköy. G: garnet, S: sillimanite, B: biotite, Q: quartz, A: plagioclase (anorthite), single polar X20.

Sugözü karışığı, başlangıçta etkileri metabazik kayalarda izlenen eklojit fasiyesinde (max. 15,7±0,5 kb basınç, max. 476 °C sıcaklık, 40-50 km derinlik) metamorfizmaya uğramıştır. Basınç azalmasıyla birlikte eklojit fasiyesi metamorfizmasını epidot-mavişist metamorfizması (7 kb basınç ve 425-450 °C sıcaklık, 25-30 km derinlik) izlemiştir. Sugözü karışığı bu metamorfizmaları takiben, etkileri karışığın tümünde izlenebilen ilerleyen tarzda amfibolit fasiyesinde başkalaşıma uğramıştır. Bu metamorfizma esnasında, basınç azalması ile birlikte, granat kordiyerite dönüşmüş, yeni granat ve sillimanitler oluşmuştur. Bu evrede geçerli olan en üst metamorfizma şartları 3,5-6,5 kb basınç ve 550-650 °C sıcaklık olarak belirtilebilir. Alanya birliğindeki naplaşmalarla birlikte, Sugözü karışığı son olarak yeşilist fasiyesinde başkalaşıma uğramış ve granatlar klorit ve biyotite, hornblendler tremolit-aktinolite, klinoproksenler ise yeşil hornblend ve aktinolite dönüşmüşlerdir (Kansun, 2000). Granatların kimyasal bileşimi, içerisinde yer aldığı kayaların C tip eklojit özellikte olduğunu göstermektedir (Şekil 3, Kansun, 2000).

KİMYASAL ZONLANMA

Ortaköy ve Alanya yöresinden derlenen granatların mikroprob analiz sonuçları Tablo 1,2' de verilmiştir. İncelenen granatların kimyasal bileşimleri, kendi içlerinde karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla üç uç bileşenine göre çizilen üçgen diyagrama düşürülmüştür (Şekil 4Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.). Ortaköy magmatik granatı alm-sps, Alanya metabazik kayalarında yer alan granatlar ise alm-sps, ve kısmen de gros'ce zengin bir bileşime sahip olmaktadır.



Şekil 3. Alanya örneklerinde (eklojitlerde) yeralan granatların üç uç bileşenine (Mg, prob – Fe+Mn, almandin+spessartin – Ca, grossular) göre çizilmiş üçgen diyagramı (Kansun, 2000). (sınırlar Carswell'den, 1990) alınmıştır.

Figure 3. A ternary diagram (Mg, prob – Fe+Mn, almandin+spessartin – Ca, grossular) of Alanya (eclogites) samples (Kansun, 2000). (Boundaries of the fields are after Carswell, 1990).

Başka bir deyişle granatların kimyasal bileşiminin genel olarak içerisinde gelişmiş olduğu kayacın kimyasal bileşimine bağlı olduğu söylenebilir. Ancak restit ve paragnaysik granatların kimyasal bileşimlerindeki farklılıklar ise, granat gelişiminin muhtemelen ana kayacın bileşiminden ziyade kayaların uğramış olduğu P ve T değişikliğinden dolayı gelişen reaksiyonlara da bağlı olduğunu göstermektedir.

Granatlardaki zonlanma çoğunlukla yapı içerisindeki sekiz koordinasyonlu yerleri işgal

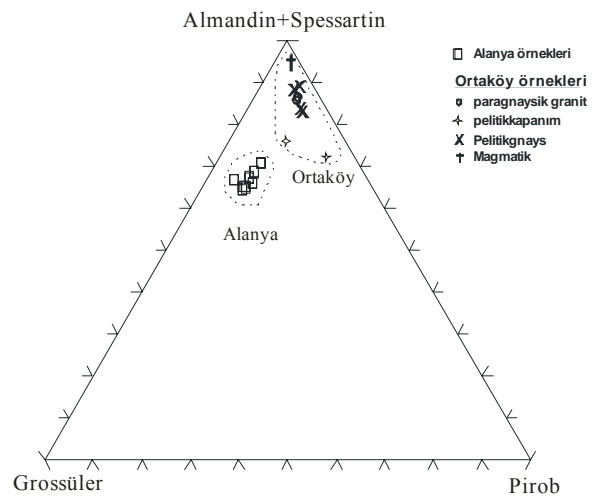
eden Ca, Mn, Fe²⁺ ve Mg gibi ana X katyonları tarafından belirlenmektedir. Örneklerde gelişen zonlanmanın belirlenmesi için merkezden kenara doğru Mn, Fe²⁺, Ca ve Mg (mol) değişimlerini gösteren diyagramlar çizilmiştir (Şekil 5-7). Granat kristallerinde merkezden kenara doğru gözlenen değişiklikler şu şekilde özetlenebilir: Mn ve Fe²⁺, genel olarak örneklerde bir artış göstermektedir (Şekil 6a-d). Mn sadece Alanya metamorfiklerinden A3 'de belirgin bir azalma göstermektedir. Mg'un değişimi farklılık sergilemektedir: Alanya örneklerinde A4' te kenara doğru hafifçe azalırken A3' de belirgin bir şekilde artmaktadır (Şekil 7 **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Ortaköy restitinde Mg miktarı merkezden kenara doğru sert bir düşüş göstermektedir. Ca ise Alanya örneklerinden A3 ve A1' de azalırken A2 ve A4' de artmaktadır (Şekil 7 **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.c.**). Diğer örneklerden ise yalnız metamorfik granitler içerisinde yer alan restitlerde ve Ortaköy gnayslarında ciddi bir artış göstermekte kalanlarında ise yataya yakın bir davranış sergilemektedir.

Tüm bu veriler başlıca iki tip kimyasal zonlanmaya işaret etmektedir:

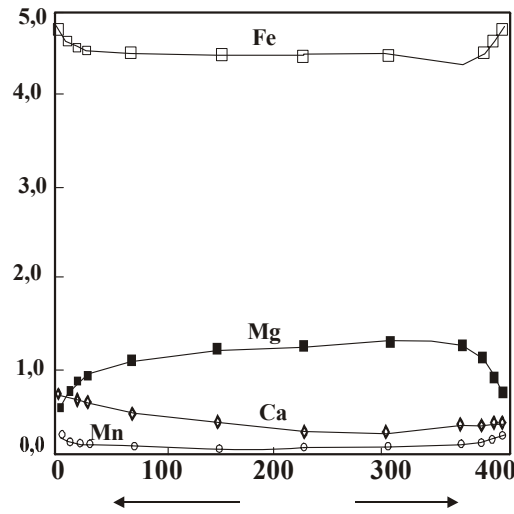
1) Büyüme zonlanması (Spear, 1993): Tipik olarak merkezden kenara doğru Mn ve Ca azalmakta, Fe²⁺ ve Mg artmaktadır (A3). Tipik ve tipik olmayan bileşimsel zonlanmanın kökeni bir veya daha fazla süreç içeren modellerle açıklanmaktadır: a) Belirli elementlerin daha önce oluşan granata parçalanması ve sonuçta matrixte bu elementlerin tüketilmesi (Cygan ve Lasaga, 1982). b) *P-T* şartlarındaki değişiklik sonucunda granat-matrix mineral parçalanma katsayısının değişmesi (Spear, 1993). c) Büyüme ile eş zamanlı reaksiyon değişiklikleri (Chernoff ve Carlson, 1997). d) Kristal içi difüzyonla katyonların yeniden dengelenmesi (İkeda, 1993) e) Granat ve matriks arasındaki tane arası difüzyon (Loomis, 1975). f) Metasomatik sıvı ile etkileşim (Young and Rumble, 1993). Bunlardan elementlerin parçalanması seçeneği büyüme zonlanmasının açıklamasında yaygın olarak başvurulan bir süreçtir. Ancak diğer süreçlerden hangisinin bunlara eşlik ettiği veya yer almadığı, daha fazla kimyasal analizi sonuçları ile ayrıntılı olarak araştırılması gereken bir konudur.

2) Merkezden kenara doğru Mn, Ca, Fe²⁺ artması ve Mg'un azalması (restit, Şekil 4). Bu tip bir zonlanma, önceki büyüme zonlanmasının gittikçe homojenleşmesi ve gerileyen zonlanma nedenleriyle olmaktadır. Homojenleşme, *T*>600°C metamorfik granatlarda gözlenmekte olup yüksek sıcaklıktaki kristal hacim difüzyonu, heterojen değişim ve kafes transfer reaksiyonları ile açıklanmaktadır (Loomis ve diğ., 1985). Ayrıca sıvı akışı da bu süreçlere eşlik edebilmektedir (Hames ve Menard, 1993; Whitney ve diğ., 1996; Estrada, 2000). Buradaki Fe²⁺ 'nin artış göstermesi muhtemelen kalıntı haldeki büyüme zonlanmasına işaret etmektedir.

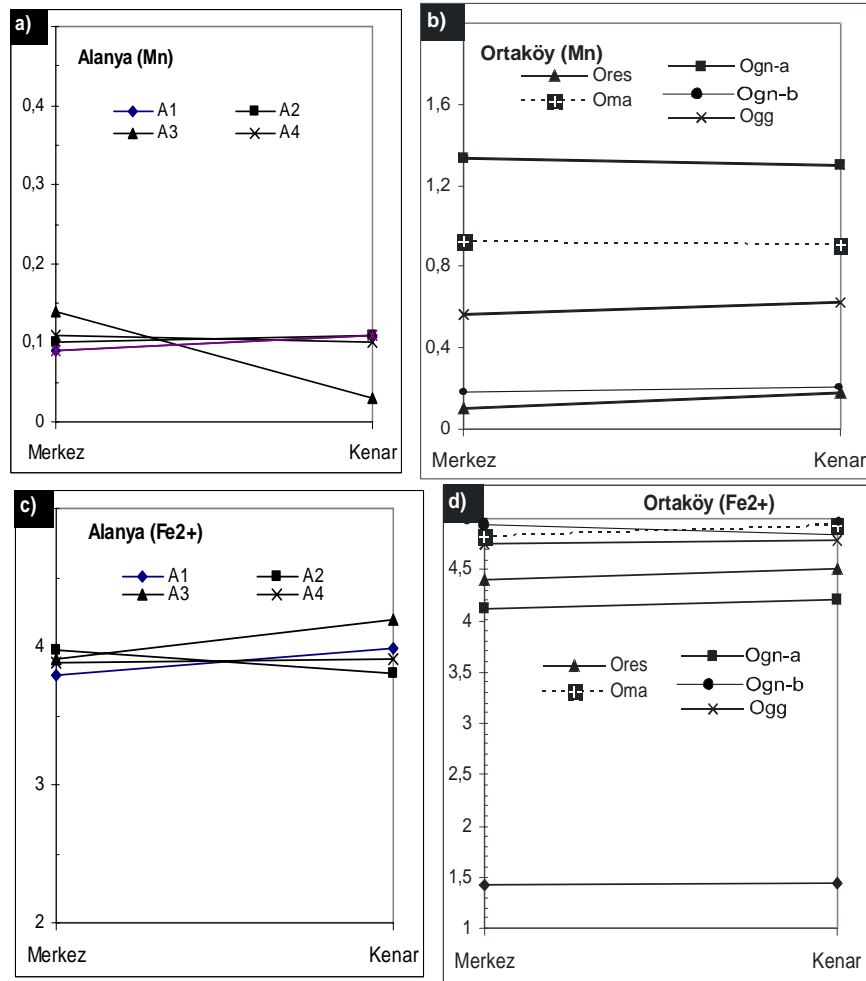
Ortaköy gnayslarında çok az zonlanma gelişmiş veya hiç gelişmemiştir. Benzer şekilde yüksek Mn ve Fe²⁺ içeriği ile karakterize olan magmatik granattaki element değişimi yataya yakındır (Şekil 6-b,d). Bu durum ise muhtemelen örneklerde yaygın olan difüzyon süreçlerinin etkisi ile örneklerde önceden var olan büyüme zonlanmasının silinmesine işaret etmektedir. Ikeda (1993) pelitik kayaçlarda 560 ± 30° sıcaklıktaki kordiyerit zonunda 0.2 mm'den büyük granatlarda büyüme zonlanması korunurken benzer tane boyutlarındaki silisli kayaçlardaki granatların homojen olduğunu belirlemiş ve kayaç tipinin granatın büyüme zonlanmasının homojenleşmesinde önemli bir faktör olduğunu ileri sürmüştür.



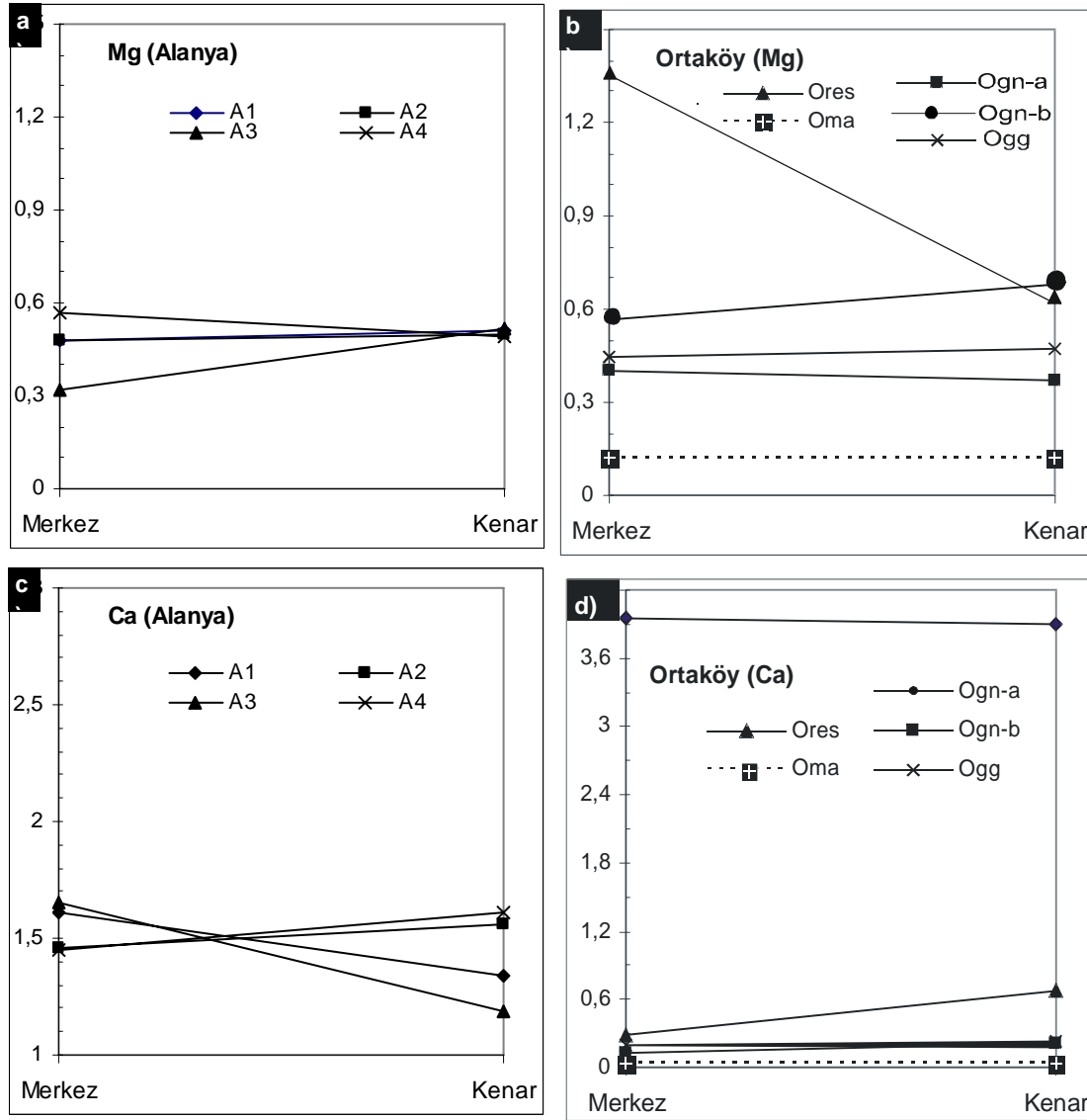
Şekil 4. Granatların üç uç bileşenine (Alm+sps-Gros-Prp) göre çizilmiş üçgen diyagramı.
Figure 4. A ternary (Alm+sps-Gros-Prp) diagram of the garnets according to tree end member.



Şekil 5. Ortaköy restitinde yer alan granattaki kimyasal zonlanma.
Figure 5. Chemical zoning of the garnet from Ortaköy restite.



Şekil 6. Granatlarda merkezden kenara doğru Mn (a-b) ve Fe²⁺ (c-d) değişimi. A1-A4: Alanya eklojiti, Ogn: Ortaköy gnaysı, Ores: Ortaköy restiti, Ogg: Ortaköy granitik gnaysı, Oma: Ortaköy magmatığı.
Figure 6. Variation of Mn (a-b) and Fe²⁺ (c-d) for garnets from core to rim. A1 –A4: Alanya eclogites, Ogn: Ortaköy gneiss(a), Ores: Ortaköy restite, Ogg: Ortaköy granitic gneiss, Oma: Ortaköy igneous.



Şekil 7. Granatlarda merkezden kenara doğru (mol) Mg (a-b), ve Ca (c-d) değişimi.

A1-A4 Alanya eklojiti, Ogn: Ortaköy gnaysı(a), Ores: Ortaköy restiti,

Ogg: Ortaköy granitik gnaysı, Oma: Ortaköy magmatitiği.

Figure 7. Variation of Ca(a,b) and Mg (c,d) for garnets from core to rim. A1 –A4: Alanya eclogites, Ogn: Ortaköy gneiss(a), Ores: Ortaköy restite, Ogg: Ortaköy granitic gneiss, Oma: Ortaköy igneous.

SONUÇLAR

Bu çalışma ile elde edilen sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

1. Ortaköy (KM) ve Alanya (AM) yöresindeki metamorfik ve magmatik granatların kimyasal bileşimi belirlenmiştir. İncelenen örneklerden, pelitik, semipelitik ve magmatik kayalarda (Ortaköy ve Alanya örnekleri) Alm'ce zengin bileşimde granatlar

gelişmiştir. Granatların kimyasal bileşimi büyük oranda içerisinde gelişmiş olduğu ana kayacın kimyasal bileşimine bağlıdır. Ayrıca kayaçların uğramış olduğu P ve T değişikliğinden dolayı gelişen reaksiyonlar da granatların kimyasal bileşimini değiştirmektedir.

2. Granatlarda iki tip kimyasal zonlanma belirlenmiştir. Alanya örneklerinde gözlemlendiği gibi granat çekirdeğinin Mn ve kenarlarının Mg ve Fe 'e zenginleşmesi ilerleyen büyüme

nedeniyle gelişmektedir. Buna karşılık Ortaköy restitlerinde gözlemlendiği gibi merkezin Mg, kenarların Mn, Ca ve Fe²⁺ 'ce zenginleşmesi ise homojenleşme ve gerileyen zonlanma ile ifade edilmektedir. Bu durum ise kristal hacim difüzyonu heterojen değişim, kafes transfer

reaksiyonları ve /veya sıvı akışı ile açıklanabilmektedir.

3. Ortaköy gnayslarında yer alan granatlarda ve magmatik granatta muhtemelen önceden var olan büyüme zonlanmasının difüzyon süreçleri ile silinmesi sonucu çok az zonlanma gelişmiş veya hiç gelişmemiştir.

KAYNAKLAR

- Carswell, D.A.** (1990). Eclogites and the eclogite facies: Definitions and classifications, In eclogite facies rocks (ed. Carswell, D.A.), Blackie and Son Ltd., 396 pp.
- Christensen, J.N., Rosenfeld, J. ve DePaolo, D.J.** (1989). Rates of tectonometamorphic processes from rubidium and strontium isotopes in garnet. *Science*, **244**, 1465-1469.
- Chernoff, C.B. ve Carlson W.D.** (1997). Disequilibrium for Ca during growth of pelitic garnet, *Journal of Metamorphic Geology*, **15**, 4, 421-438.
- Cygan, R.T. ve Lasaga, A.C.** (1982). Crystal growth and the formation of chemical zoning in garnets, *Cont. Min. Pet.*, **79**, 187-200.
- Erkan, Y.** (1978). Kırşehir masifinde granat minerallerinin kimyasal bileşimi ile metamorfizma arasındaki ilişkiler, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, **21**, 43-50.
- Estrada, J.R.** (2000). Homogenization of high-T garnets during deformation, fluid flow and metasomatism Catalonian Coastal Ranges, NE Iberian Peninsula, *Journal of Geochemical Exploration*, **69-70**, 557-60.
- Ganguly, J., Dasgupta, S., Cheng, W ve Neogi, S.** (2000). Exhumation history of a section of the Sikkim Himalayas, India: records in the metamorphic mineral equilibria and compositional zoning of garnet, *Earth and Planetary Science Letters*, **183**, 3-4, 471-486.
- Getty, S.R. Selverstone J., Wernicke, B.P. Jacobsen, S.B. Aliberti E. ve Lux, D.R.** (1993). Sm-Nd dating of multiple garnet growth events in an arc-continent collision zone, northwestern U.S. Cordillera, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **115**, 1, 45-57.
- Hames, W.E. ve Menard, T.** (1993). Fluid-assisted modification of garnet composition along rims, cracks, and mineral inclusion boundaries in samples of amphibolite facies schists, *American Mineralogist*, **78**, 3-4, 338-344.
- Ikeda, T.** (1993). Compositional zoning patterns of garnet during prograde metamorphism from the Yanai district, Ryoke metamorphic belt, southwest Japan, *Lithos*, **30**, 2, 109-121.
- Kansun, G.** (2000). Alanya-Demirtaş-Bucak-Kızılcasşehir (ANTALYA) civarının stratigrafi, petrografi ve jeokimyasal incelenmesi. Doktora Tezi, S.Ü. Fen Bil. Enst., Konya, 334 s.
- Koçak, K.** (1993). The petrology and geochemistry of the Ortaköy area, Central Turkey: PhD thesis, Glasgow Uni., Scotland, 280.
- Koçak, K.** (2000). Regional metamorphism of the detritic rocks in Ortaköy (Aksaray) area, *Bul. Min. Res. Exp.*, **122**, 31-39.
- Kocak, 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, *Jour.A.Earth Sciences*, **18**, 2, 163-174.
- Korikovskiy, S.P. ve Hovorka, D.** (2001). Two types of garnet-clinopyroxene-plagioclase metabasites in the Mala Fatra Mountains crystalline complex, Western Carpathians: Metamorphic evolution, P-T conditions, symplectitic and kelyphitic textures, *Petrology*, **9**, 2, 119-141.
- Loomis, T.P.** (1975). Reaction zoning of garnet, *Con. Min. Pet.*, **52**, 285-305.
- Loomis, T.P., Ganguly, J. ve Elphick, S.C.** (1985). Experimental determination of cation diffusivities in aluminosilicate garnets: II. Multicomponent simulation and tracer diffusion coefficients, *Con. Min. Pet.*, **90**, 45-51.

- Mezger , K., Hanson, G.N. ve Bohlen, S.R.** (1989). U-Pb systematics of garnet: dating the growth of garnet in the Late Archaean Pikwitonei granulite domain at Cauchon and Natawahuna Lakes, Manitoba, Canada, *Contrib. Mineral. Petrol.*, **101**, 136-148.
- Spear, F.S.** (1993). Metamorphic phase equilibria and pressure –temperature-time paths, *Mineralogical Society of America Monograph*, 799p.
- Spear F.S ve Daniel C.G.** (2001). Diffusion control of garnet growth, Harpswell Neck, Maine, USA, *Journal of Metamorphic Geology*, **19**, 2, 179-195.
- Vance, D., Strachan R.A. ve Jones, K.A.** (1998). Extensional versus compressional settings for metamorphism: garnet chronometry and pressure-temperature-time histories in the Moine Supergroup, northwest Scotland. *Geology*, **26**, 10, 927-930.
- Whitney, D.L., Mechum, T.A., Dilek, Y. ve Kuehner, S.M.** (1996). Modification of garnet by fluid infiltration during regional metamorphism in garnet through sillimanite-zone rocks, Dutchess County, New York, *American Mineralogist*, **81**, 696-705.
- Yang, P ve Rivers, T.** (2001). Chromium and manganese zoning in pelitic garnet and kyanite: Spiral, overprint, and oscillatory (?) zoning patterns and the role of growth rate, *Journal of Metamorphic Geology*, **19**, 4, 455-474.
- Young, E.D. ve Rumble, D.** (1993). The origin of correlated variations in insitu $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ and elemental concentrations in metamorphic garnet from southeastern Vermont, USA, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **57**, 11, 2585-2597.