

Kırşehir Masifinde Granat Minarallerinin Kimyasal Bileşimi ile Rejyonel Metamorfizma Arasındaki İlişkiler

Relationships between regional metamorphism and garnet composition in Kırşehir Massive (Central Anatolia)

YAVUZ ERKAN Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Enstitüsü, Ankara

ÖZ: Bu çalışmada Kırşehir'in yakın çevresinde yer alan rejyonel metamorfik bölgede bulunan granatların bileşimi ile metamorfizma arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Metamorfizma mertebesi kuzey ve kuzeydoğuya doğru yükselen üç metamorfizma zonundaki metapelit ve mikali kuvarsitlerden alınan örneklerin incelenmesi ile granatların % MnO içeriğinin belirtilen yönde azaldığı saptanmıştır. I. Metamorfizma zonunda %29,23 olan çok yüksek MnO içeriği, II. Metamorfizma zonunda % 12,81 ve III. Metamorfizma zonunda %1 gibi bir değer almaktadır.

Granatların kayaçtaki modal miktarları ile minerallerin Mn içeriği arasında da görünür bir ilişki bulunmaktadır. Yüksek Mn içeriğine sahip granatların kayaçta daha az ve küçük kristaller halinde bulunmasına karşılık, düşük

Mn içeriğine sahip olanlar bunun aksi özelliği göstermektedir. Buna dayanılarak köken kayaçtaki Mn miktarının, az miktarda oluşan granatta toplanarak bunun yüksek Mn içeriğine sahip olmasını sağladığı düşünülebilir. Ancak kayaların kimyasal analizleri bunların yaklaşık aynı kimyasal bileşime sahip olduklarını göstermektedir. Dolayısı ile yaklaşık aynı Mn içeriğine sahip bir köken kayaçta granat nükleasyonuna ve büyümesine etki eden faktörlerin neler olduğu üzerinde durulması gereken bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

İncelemelerden metamorfizma fiziksel koşullarının granat bileşimine dayanarak kantitatif olarak saptanmasının veya değişik metamorfik bölgelere ait metamorfizma koşullarının kantitatif olarak kıyaslanmasının olası olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak metamorfizma mertebesi ile nisbetsel sınırlı bir bileşime sahip kayaçlardaki granatların Mn içeriği arasında, metamorfizma mertebesinin artması ile Mn içeriğinin azalması şeklinde, genel bir ilişkinin varlığı kabul edilebilir.

ABSTRACT: In this paper, relationships between metamorphism and chemical composition of garnets, taken from regional metamorphic rocks surrounding Kırşehir Region are investigated.

Investigation of metapelite and micaceous quartzite samples taken from three metamorphic zones in which metamorphic grade increases northward and northeastward, shows that MnO content of garnets decreases along the same directions. MnO content of 29,23% of first metamorphic zone, turns out to be 12,81% in the second and finally becomes 1% in the third zone.

There is an apparent positive correlation between the modal content of garnets in metamorphic rocks and the Mn-content of these minerals. It is found that garnets high in Mn-content appear to be less frequent and found in the form of minute crystals whereas in the garnets low in Mn-content, the situation is reversed. Therefore it may be argued that Mn-content of the original rock has been concentrated in occasional garnet crystals leading this mineral to be rich in Mn-content. However, chemical analyses of all garnet bearing rocks have shown that they have approximately similar composition. Therefore this question arises: what were the conditions controlling nucleation and crystal growth of garnets starting from rocks with a similar Mn-content.

As a result of this research it is found that estimation of physical conditions of metamorphism can not be done quantitatively by using composition of garnets nor through quantitative comparison of metamorphic conditions belonging to various metamorphic regions. However, existence of rather general relationship between increasing metamorphic grade and decreasing Mn-content of garnets from rocks of rather similar composition may be ruled out.

GİRİŞ

Metamorfizmada sıcaklığın artması ile metamorfizmadaki granat minerallerinin Mn içeriğinin genellikle azaldığı, buna karşı Mg+Fe+Ni içeriğinin arttığı, Yüselist Fasiyesi ve Amfibolit Fasiyesine ait koşulların etkisini taşıyan değişik bölgelerde yapılan araştırmalar ile ortaya çıkmaktadır. Metamorfizmada etkili fiziksel ve kimyasal koşullar ile granat bileşimi arasındaki ilişkileri inceleyen birçok çalışma vardır. Bunlar arasında özellikle metamorfizmada etkili sıcaklığın Miyashiro, 1953; Engel ve Engel, 1960; Sturt, 1962; Bhandari, 1967; Tan, 1968; moner fizyada etkili sıcaklığın (Miyashiro, 1953; Engel ve Engel, 1960; Sturt, 1962; Bhandari, 1967; Tan, 1968; Müller ve Schneider, 1971; Miyashiro, 1973), kayaçta bulunan granat minerallerinin modal bileşiminin (Miyashiro ve Shido, 1973), kayaçta granat ile beraber bulunan diğer minerallerin kimyasal bileşiminin (Kretz, 1969; Albee, 1965; Atherton, 1968; Saxena, 1968) ve granat bileşimi üzerindeki etkisinin (Tan, 1968; Okrusch, 1973) araştırılması ve sonuçlarının metamorfizmada net bir şekilde yansıtılabilirliği ve bu ilişkilerin genel bir ilişkinin varlığı doğrulanmaktadır. Ancak bu ilişkinin andaluzit, disten ve lokoran gibi kritik mineraller ile saptanan değişik basınç değerlerine sahip bölgelerde gözlenmesi, bu durumun oldukça geniş bir litostatik basınç aralığı altında gelişebileceğini göstermektedir. Ayrıca böyle bir ilişkinin nedeninin sanıldığı kadar

basit olmadığı ve yukarıda belirtilen tüm faktörlerin granat bileşimi üzerinde etkili oldukları da ifade edilmektedir.

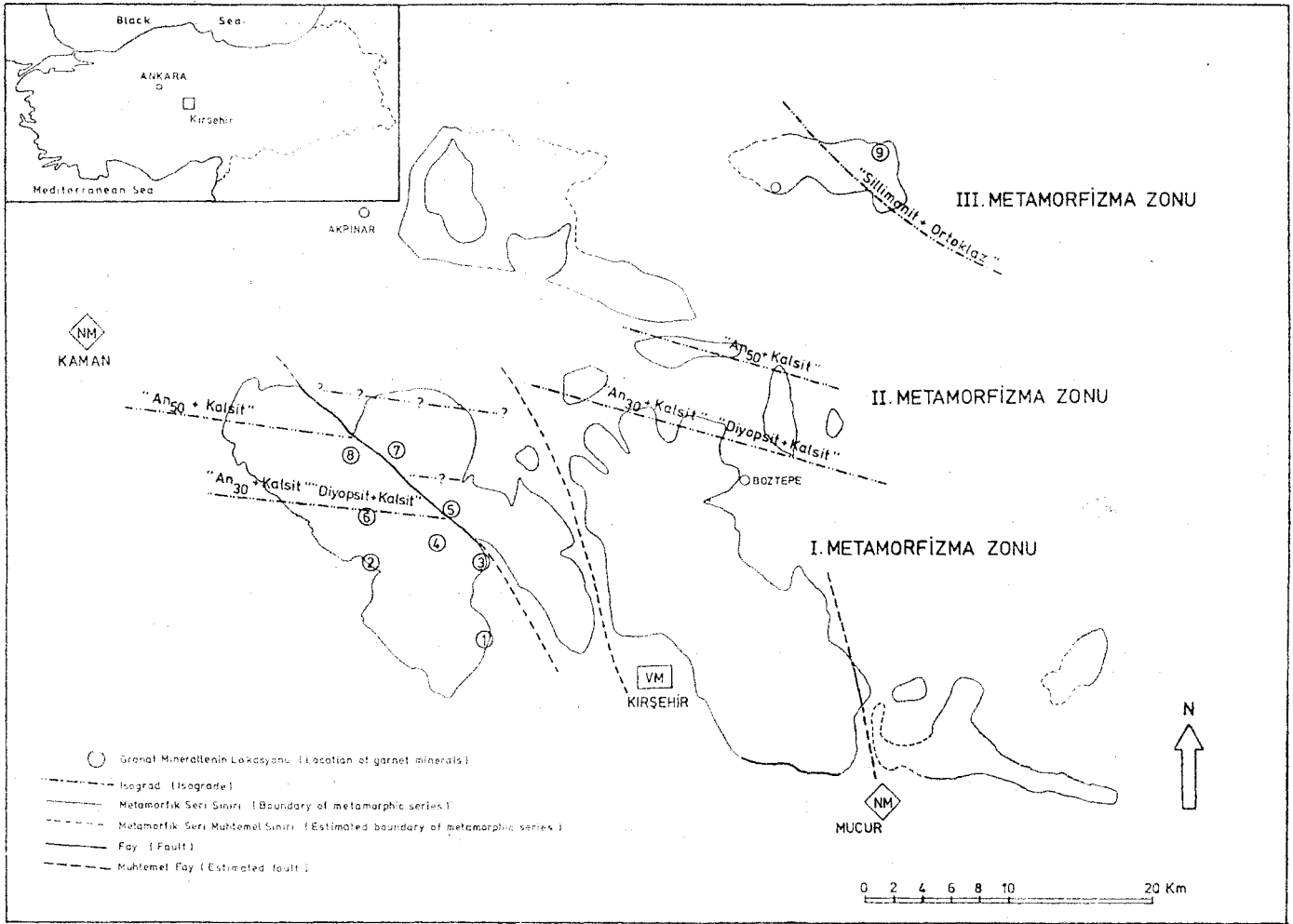
Değişik isogradlar ile metamorfizma mertebesinin kuzey ve kuzeydoğuya doğru yükseldiği saptanan Orta Anadolu Massifinin güneybatısında, Kırşehir çevresinde yer alan regional metamorfik bölgede metamorfizma mertebesi ile granat bileşimi arasındaki ilişkilerin incelenmesi bu çalışmanın ana amacı teşkil etmektedir.

" " amacım teşkil etmektedir,

ÖRNEK SEÇİMİ

ÖRNEK SEÇİMİ

Daha önceki çalışmalarla (Erkan, 1976) üç metamorfizma zonuunun varlığı saptanan ve başlangıç saf ve saf olmayan karbonatlı kayaçlardan oluşan inceleme alanında, bu kayaçların arasında yer yer granat içeren metapellit ve bu yarıtlara rastlanılmaktadır. Bunlardan (Metamorfizma Zonunda mermer ve kalsitlerle buluşmada lincebantlar halinde bulunan miktal kuvarlı ve serisitlerle dolu) bir metamorfizma Zonundaki isogradlar 2 ve 3 ve VII. Metamorfizma Zonundaki Zonundaki isogradlar 2 ve 3 ve VII. Metamorfizma Zonundaki kayaçlardan ise granat içeren bir örnek toplanabilmiştir. Bu örneklerin bölgedeki dağılımı ve bölgedeki tipik mineral isogradlarının konumu şekil 1'de görülmektedir. Bu kayaçların modal mineralolojik bileşimleri ise Çizelge 1'de verilmiştir. Örnek sayısının azlığı, granat içeren kayaçların incelenme alanında son derece az temsil edilmesinden beri gelmektedir. Ancak örnek sayısının artırılmasının, 9 örnek



Şekil 1: Kırşehir Masifindeki izogradlar, metamorfizma zonları (Erkan, 1976) ve incelenen granat örneklerinin lokasyonu.

Figure 1: Location of garnet minerals with respect to isogrades and metamorphic zones at Kırşehir Massive as given by Erkan, 1976.

üzerinde saptanmış ve aşağıda belirtilmiş olan ilişki üzerinde daha fazla etkili olamayacağı kanısındayız.

ÖRNEK AYIRIMI VE ANALİZİ

Kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de verilen kayaların mineralojik bileşimine değişik oranlarda katılan granatlarından analiz örneği elde etmek için örnekler kırılıp öğütülmüştür, 125-225 mikron arasında değişen büyüklüklerde fraksiyon elde etmek için elenmiş ve manyetik seperatörden geçirilerek zenginleştirilmiştir. Bunlardan mikrosonda analizi için gerekli miktarda temiz, görüldüğü kadarıyla kapamını içermeyen, özşekilli (idiyomorf) granat kristalleri binoküler altında seçilmiştir. Bu örneklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Analizler her örnekte kontrol bakımından iki ayrı noktada yapılmıştır. Görüldüğü gibi SiO_2 , Al_2O_3 gibi bileşiklerin dağılımında, tek örnek üzerinde yapılan analiz sonuçları arasında pek büyük bir fark görülmemekte, ancak MnO , CaO ve MgO gibi bileşiklerin kantitatif miktarları her iki noktasal analizde nisbeten de-

ğişik durumlar göstermektedir. Bu durumun, üzerinde aşağıda durulacağı gibi, minerallerde varolan bir zonlanmadan ileri geldiği ifade edilebilir.

İncelenen örneklerin ışıkırma indisleri ve parametreleri ayrıca Çizelge 4'de görülmektedir.

SONUÇLAR

Yukarıda belirtilen iligkiyi açıklamak için hernekadar yalnız Mn, Fe ve Mg gibi belirli elementlerin granat birleşimindeki kantitatif miktarları bilinmek isteniyor ise de yapılan mineral analizlerinde granat bileşimine katılan ve toplamları teorik olarak %100 olan tüm elementlerin miktarlarının saptanması gerekmektedir. Bu durum hem analiz sonucunun doğruluğunu kontrol bakımından, hem de analizde FeO şeklinde saptanan toplam Fe miktarındaki $\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}$ oranının hesaplanmasına olanak vermesi nedeni ile daima tercih edilmektedir. Genel formülü $\text{X}^{+}\text{Y}_z\text{Si}_6\text{O}_{21}$ şeklinde olan granatlarda X^{+} yerine Mn, Fe^{+2} , Ca, Mg bulunmakta,

	GK1	GK2	GK3	GK4	GK5	GK6	GK7	GK8	GK9
Kuvars	76,7	33,4	77,5	52,4	66,7	30,3	18,4	10,3	20,5
Plajiyoklaz	6,2	11,4	7,1	3,3	4,8	15,7	17,9	-	19,8
Ortoklaz	-	-	-	-	-	-	-	-	21,8
Mikroklin	-	13,2	-	-	-	-	6,9	22,9	-
Biyotit	2,7	25,1	7,3	9,7	4,3	13,2	43,1	-	25,6
Muskovit	6,8	17,4	-	20,9	9,2	37,0	-	-	-
Klorit	5,2	-	-	7,1	6,3	-	-	-	-
Hornblend	-	-	-	-	-	-	2,0	2,1	-
Diyopsit	-	-	-	-	-	-	-	7,1	-
Sillimanit	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-
Kalsit	-	-	-	-	-	-	4,4	19,2	-
Granat	1,2	4,3	2,7	3,1	3,4	3,9	5,2	21,1	8,2
Apatit	-	2,1	1,1	1,1	0,7	-	0,5	-	0,5
Titanit	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Turmalin	0,5	-	-	-	1,1	-	-	-	-
Epidot	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-
Opak Min.	0,7	3,1	4,3	2,3	3,5	-	0,4	17,2	2,1

Çizelge 1: Granat içeren kayaların^(*) modal mineralojik bileşimleri.
Table 1: Modal mineralogical composition of garnet bearing rocks^(*).

Y⁺³ yerine ise Al, Ti ve Fe + 3 geçmektedir. Buradaki Fe⁺³ miktarı, hesaplama esnasında formüldeki Al miktarında ortaya çıkacak eksiklik yardımı ile saptanabilir.

İncelenen granat örneklerinin formüldeki X+a ve Y⁺⁸ yerlerinde bulunan elementlerin katyon sayıları Çizelge 5'de görülmektedir. Buradaki tüm değerler 24 oksijen atomuna göre hesaplanmıştır. Bu değerlere dayanılarak hazırlanan Şekil 2A ve B'den, doğada karışım kristali teşkil eden granatlarıdaki spessartin, almandin, pirop ve grossuların yüzde oranlarını doğruya okumak olasıdır. Her örnek üzerinde birden fazla yapılan analizler ayrı ayrı değerlendirilerek şekilde gösterilmiş ve noktaların arası bir çizgi ile birleştirilerek her örneğin kimyasal bileşimindeki değişimler gösterilmeye çalışılmıştır.

Analiz sonuçlarından Kırşehir bölgesi granatlarının % 29,23'e kadar çıkan çok yüksek bir MnO içeriğine sahip oldukları görülmektedir. Bu kadar yüksek MnO içeren granatların varlığı doğada ancak birkaç yerde saptanmıştır.

I. Metamorfizma Zona

Yeşilçist Fasiyesinin yüksek sıcaklık zonuna karşılık gelen bu zonda bulunan granatlarda spessartin bileşiminin dominant olduğu ve % 41-64 arasında değiştiği görülmektedir. Bazı örneklerde, özellikle G2, G3, G4 ve G6 numaralı örneklerde MnO içeriğinin yapılan iki ölçümde %7,5 -11,0 arasında değişen farklara sahip olması bu örneklerde bir zonlanma varlığına işaret sayılabilir. Granat kenarından merkezine

doğru bir hat boyunca yapılan çok sayıda noktasal analiz sonuçları ile bir zonlanma gösteren granatlarda MnO içeriğinin kenardan merkeze doğru arttığı değişik çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır (Atherton, 1968; Brown, 1969; Okrusch, 1971). Bu nedenle yapılmış olan iki noktasal analizin ortalamasını almak yanlış olacaktır. Mikrosonda ile kesin analiz sonuçları elde etmek için zonlu yapıya sahip tek bir örnekte çok sayıda noktasal analiz yapmak ve bunların ortalamasını almak gerekir.

Aynı örneklerde almandin bileşiminin de fazla olduğu ve % 18-44 arasında değişen oranlarda mineral bileşimine katıldığı saptanmaktadır. Kristal yapısında Mn, Fe+2 yerini aldığından tek bir örnekte yapılan iki ölçümde, Mn içeriğinin azalması ile Fe+2 içeriğinde yaklaşık aynı miktarda artma olduğu gözlenmektedir. Bundan da yukarıda spessartin için ifade edilen zonlanmanın almandin için de geçerli olabileceği sonucuna varılmaktadır.

Ayrıca grossular minerallerin %8-25'ini teşkil etmekte, pirop ise bileşime % 0,4-8,5 arasında ve en az oranlarda katılmaktadır.

I. Metamorfizma Zonunda bulunan ve bölgedeki dağılımları Şekil -1'de görülen bu örneklerde, kuzeye doğru artan metamorfizma mertebesine uygun olarak spessartin miktarında bir artma olduğu gözlenmektedir.

BL Metamorfizma Zona

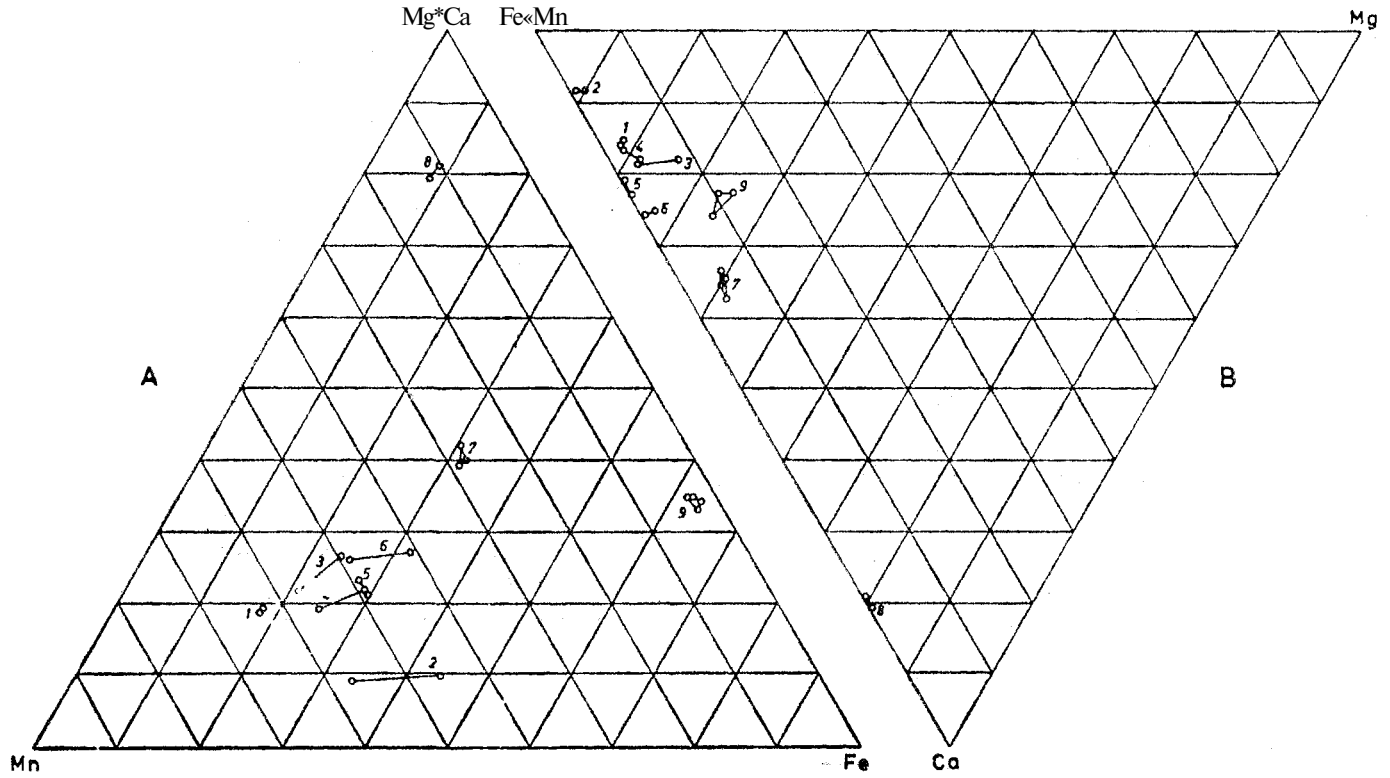
Bu zondan alınan G7 numaralı örnekte spessartinin % 27-29, almandinin ise % 31-32 arasında bulunduğu, grossuların % 33-37, piropun %5-6 arasında mineralde temsil edildiği Şekil 2-A ve B'den görülmektedir.

	GK1	GK2	GK3	GK4	GK5	GK6	GK7	GK8	GK9
SiO ₂	89,73	65,25	84,98	85,12	90,80	64,81	44,08	39,23	52,97
Al ₂ O ₃	3,44	16,80	6,19	5,80	2,66	16,55	13,49	12,03	21,09
Fe ₂ O ₃	0,68	1,23	1,27	1,06	1,08	3,95	1,14	12,92	0,94
FeO	1,23	1,06	1,17	1,88	0,90	1,54	2,62	4,98	5,87
MnO	0,13	0,39	0,12	0,12	0,18	0,43	0,41	3,41	0,14
MgO	0,93	0,04	1,35	1,38	0,89	1,43	1,97	1,86	2,94
CaO	0,56	0,23	0,27	0,41	0,71	0,28	13,36	15,76	3,29
Na ₂ O	0,85	0,33	0,38	0,65	0,90	0,12	0,48	2,18	2,34
K ₂ O	0,60	13,42	1,32	1,29	0,07	7,47	9,43	1,38	5,91
TiO ₂	0,16	0,14	0,26	0,22	0,12	0,22	0,29	0,48	1,22
P ₂ O ₅	0,10	0,08	0,06	0,08	0,08	0,08	0,64	0,31	0,16
SO ₃	0,01	-	-	-	-	-	0,01	-	-
H ₂ O ⁺	0,93	0,66	1,82	1,26	0,79	2,69	0,91	0,75	2,45
H ₂ O ⁻	0,07	0,12	0,23	0,13	0,16	0,27	0,33	0,29	0,24
CO ₂	0,01	0,05	0,04	0,12	0,24	-	10,37	4,44	0,05
Toplam	99,43	99,80	99,66	99,55	99,58	99,84	99,53	100,02	99,61

Çizelge 2: Granat içeren kayaların kimyasal analiz sonuçları^(*).
Table 2: Results of chemical analyses of garnet bearing rocks^(*).

- (1) Goldschmidt (1921, Müller ve Schneider, 1971'den) Stavanger Bölgesinde (Norveç) %12,28, Miyashiro (1953) Abukama Platosunda (Japonya) en çok %19,74, Clifford (1960) New Hampshire (A.B.D.) Bölgesinde %23,84 MnO içeren granatların varlığını tanımlamaktadırlar.
- (2) Granatların alındığı lokasyonlar (örnek No/Koordinat/Mevkii)
GK1/72100f/Kırşehir İ32, 913-367/Çarlık Çiftliği GS'sı
GK2/72116 /Kırşehir J31, 830-418/Yagmurlubüyükoba kuzeyi
GK3/7249b/Kırşehir J32, 910-421/Karncalı Köyü
GK4/72173e/Kırşehir J32, 877-433/Karncalı Köyü batısı
- (3) Analizler Almanya, Hamburg Üniversitesi, Mineraloji ve Petrografi Enstitüsünde, Alman Araştırma Kurumunun (DFG) tahsis ettiği Röntgen Foresenz (XRF) cihazı ile Dr. Arıkas ve Dr. Matthies tarafından yapılmıştır.

GK5/7250a/Kırşehir J32, 887-457/Kurtbeliyeniyapan GD'sı
GK6 /Kırşehir J31, 828-455/Güllütarla Köyü kuzeyi
GK7/72154 /Kırşehir J31, 848-499/Terzicali Köyü kuzeydoğusu
GK8/72159c/Kırşehir J31, 816-495/Demirli köyü güneyi
GK9/73d49b/Kırşehir J32, 188-715/Camili Köyü kuzeydoğusu



Sekil 2: Kirgehr Masifi metamorfik kayasforrada bntaoaB gnUMt minerallerinin spessartin, ahnandln, grossolar TO pirop oranlarını gösteren diyagram.

Figure 2: Diagram showing spessartine, almandia, grossular and pyrop contents of garnet minerals found in metamorphic rocks of Kirgehr Massive.

Aynı zondan alınan ve öncekine kıyasla daha batıda bulunan G8 numaralı örnekte spessartinin çok azaldığı ve % 11.12 dolaylarında olduğu, almandinin %8, piropun %0,4 oranlarında temsil edildiği ve grossuların %79.81 olarak mineralde en çok bulunan bir bileşen durumuna yükseldiği görülmektedir. Bu mineralde, hesaplama esasında Y+a pozisyonunda görülen eksiklik nedeni ile toplam olarak FeO şeklinde ifade edilen demirin bir kısmının Fe+s şeklinde bileşimde bulunduğu sonucuna varılmıştır. Bu örneğin mineralojik büyümünde, diğer bileşenlerin yanında bol miktarda kalsite de rastlanılması ve ayrıca kayacın kimyasal analiz sonuçlarının incelenmesinden, bu kayacın türediği köken kayacın diğerlerinden değişik bir niteliğe sahip olan bir demirli silisli karbonat kayacı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Varolan granatın yukarıda belirtilen bileşimde bir grossular olmam da bu yorumu kuvvetlendirmektedir. Köken kayacın bileşimindeki bu farklılık nedeni ile bu mineraldeki Mn içeriği, yaklaşık aynı koşullar altında oluşan G7 numaralı örnekten farklı bir durum göstermektedir. Dolayısı ile bu minerale alt noktanın konumunun diğerine kıyasla daha kenarda bulunması normal karşılanabilir.

m. Metamorfizma Zona

Sillimanitin ortaya çıkması ile karakterize edilen bu zondan alınan G0 numaralı örnekte spessartin miktarının çok

azalarak %2-3, almandinin ise artarak %62-64 dolaylarında bulunması, çok karakteristik bir durumdur. Bu örnekte pirop %1-13 ve grossular %22.25 arasında değişen miktarlarda temsil edilmektedir.

Genel Durum

Metamorfizma mertebesinin artması ile ilişkili olduğu tahmin edilen ve yukarıda belirtilen kimyasal bileşimdeki değişiklikler daha belirgin olarak Şekil - 3'de görülmektedir. Burada özellikle I. Metamorfizma Zonundan kuzeye doğru olan bir hat boyunca toplanan granat minerallerinin bileşimindeki durum ilgi çekicidir. Güneyden itibaren sıra ile toplanan G1, G3, G4 ve G5 numaralı örneklerde, başlangıçta %29,23 olan MnO içeriği kuzeye doğru gittikçe azalmakta ve II. Metamorfizma Zonunda ve aynı doğru üzerinde bulunan G7 numaralı örnekte %12,81'e düşmektedir. Yeşilist Fasiyesi koşulları altında bile böyle bir bileşimsel değişimin varlığı çok karakteristiktir. III. Metamorfizma Zonunda ise MnO içeriği %1 gibi çok düşük bir değer almaktadır.

Ayrıca incelenen granatların modal miktarlarının bu minerallerin Mn içeriği üzerinde kısmen etkili olabileceği Şekil - 4'de görülmektedir. I. Metamorfizma Zonuna ait granatların kayalarda %1-4 arasında değişen miktarlarda bulunmalarına karşılık, II ve III. Metamorfizma Zonlarındaki kayalar %5 ve %8 gibi daha fazla miktarlarda granat

Met. Zonu	Lab. No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	TiO ₂	Toplam	
I	G1	(1)	35,75	20,63	8,41	29,23	0,68	5,53	0,44	100,67
		(2)	35,34	20,14	8,20	28,14	0,73	5,44	0,38	98,36
	G2	(1)	36,40	20,77	15,29	25,28	0,27	2,74	0,21	100,96
		(2)	36,45	21,03	19,66	19,89	0,44	2,74	0,18	100,38
	G3	(1)	36,11	20,79	9,10	24,55	0,82	6,17	0,13	97,67
		(2)	35,79	21,04	10,56	21,14	2,02	5,87	0,22	96,63
	G4	(1)	36,49	21,17	13,08	21,94	1,07	6,09	0,14	99,99
		(2)	35,86	20,81	10,93	24,31	0,70	5,58	0,16	98,35
	G5	(1)	36,92	21,01	12,46	21,27	0,12	7,85	0,31	99,94
		(2)	36,74	21,11	13,25	21,68	0,12	7,23	0,33	100,45
	G6	(1)	37,20	20,56	11,76	23,16	0,23	9,40	0,25	102,57
		(2)	37,23	21,37	14,87	18,68	0,66	8,95	0,08	101,85
II	G7	(1)	37,55	21,35	15,28	13,42	1,49	13,14	0,21	102,44
		(2)	37,75	21,43	15,62	13,89	1,53	12,47	0,22	102,90
		(3)	37,38	22,32	15,14	13,31	1,44	12,72	0,01	102,32
		(4)	37,59	22,15	14,74	12,81	1,37	13,80	0,01	102,47
G8	(1)	35,81	5,10	23,75	4,95	0,12	30,03	0,57	100,32	
	(2)	35,84	5,22	23,59	5,82	0,13	28,92	0,52	100,04	
III	G9	(1)	36,76	21,75	26,82	1,45	3,17	7,60	0,08	97,61
		(2)	36,80	21,69	28,17	0,67	2,11	8,77	0,07	98,28
		(3)	37,40	23,21	28,81	1,37	2,74	7,85	-	101,39
		(4)	36,71	23,16	26,67	1,09	3,02	7,40	-	98,04

Çizelge 3: Granat minerallerinin kimyasal analiz sonuçları (Fo⁺ ve ve +* toplam FeO şeklinde verilmiştir.)

Table 3: Results of chemical analyse of garnet minerals <Fe⁺ and Fe⁺ given as total FeO).

çermektedir. Ayrıca I. Metamorfizma Zonundaki granatlar çok küçük (0,1-0,3 mm), II ve İÜ. Metamorfizma Zonlarındaki granatlar daha büyük (0,5-1,0 mm) kristaller halinde bulunmaktadır. Kayaç kimyasal bileşiminde az (Çizelge-2) ve, G8 numaralı örnek dışında diğerlerinde %Ağır. 0,12 - 0,43 arasında değişen miktarlarda bulunan MnO'in, genellikle bağlayıcı minerali olan granatların bileşiminde farklı oranlarda bulunması modal bileşim ve kristal büyüklüğü ile ilgili olabilir. Yani Miyashiro (1973) ve Dobretsov et al. (1973) tarafından ifade edildiği gibi, kayaçta granat miktarının az olması halinde, manganın bu mineralde toplanarak mineralin yüksek MnO içeriğine sahip olmasını sağlaması, kayaçta granat miktarının çok olması halinde ise tüm granat minerallerine dağılma nedeni ile mineraldeki Mn içeriğinin azalması söz konusu olabilir.

Ancak Şekil - 5'in incelenmesi ile ortaya çıktığı gibi, yaklaşık aynı Mn içeriğine sahip köken kayaçlarda, örneğin GK1, GK3, GK4, GK5 ve GK6 numaralı kayaçlarda farklı miktarlarda granatın oluşumuna, yani metamorfik bir ortamda granat kristallerinin nükleasyonuna ve büyümesine etkili olabilecek faktörlerin neler olduğu üzerinde durulması gereken bir sorundur. Diğer yandan Mn + Ca gibi iyon çapı büyük olan elementlerin düşük metamorfizma koşullarında kristal bünyesine girmesine karşılık, yüksek metamorfizma koşullarında bunların yerini iyon çapı küçük olan Mg + Fe⁺ gibi elementler almaktadır. Metamorfizmanın fiziksel faktörlerinin

Lab. No	Işıkkırma İndisi (n ± 0,005)	Parametre a ₀ (Å)
G1	1,810	11,61 ₅
G2	1,820	11,58 ₄
G3	1,810	11,64
G4	1,810	11,61 ₆
G5	1,810	11,62
G6	1,805	11,65
G7	1,795	11,67
G8	1,750	11,62
G9	1,800	11,59

Çizelge 4: İncelenen granat minerallerinin ışıkırma indisleri ve parametreleri.

Table 4: Refractive indices and parameter of garnet minerals studied.

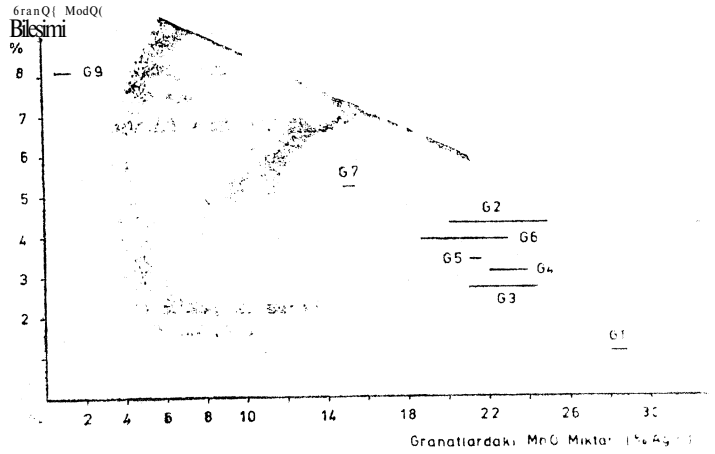
Lab. No	Fe	Mn	Kg	Ca	EX ⁺⁺	Al	Ti	EY ⁺⁺	Si	
G1	(1)	1,146	4,033	0,163	0,965	6,307	3,960	0,055	4,015	5,824
	(2)	1,138	3,960	0,179	0,966	6,243	3,941	0,096	4,032	5,874
G2	(1)	2,082	3,485	0,063	0,477	6,107	3,934	0,030	4,014	5,926
	(2)	2,678	2,748	0,106	0,478	6,010	4,038	0,026	4,064	5,941
G5	(D)	1,259	3,431	0,202	1,094	5,986	4,042	0,016	4,058	5,959
	(2)	1,462	2,959	0,500	1,037	5,958	4,099	0,032	4,031	5,916
G4	(1)	1,767	3,007	0,257	1,058	6,089	4,029	0,018	4,042	5,910
	(2)	1,508	3,393	0,168	0,986	6,055	4,042	0,022	4,064	5,920
G5	(D)	1,686	2,912	0,025	1,360	5,983	4,003	0,040	4,043	5,967
	(2)	1,789	2,965	0,025	1,247	6,026	4,017	0,042	4,059	5,933
"06	(1)	1,562	3,118	0,054	1,604	6,338	3,850	0,033	3,883	5,911
	(2)	1,972	2,515	0,155	1,522	6,164	4,001	0,008	4,009	5,911
G7	(D)	1,997	1,775	0,345	2,199	6,316	3,931	0,029	3,960	5,864
	(2)	2,032	1,831	0,354	2,079	6,296	3,931	0,050	3,961	5,874
	(3)	1,974	1,753	0,335	2,120	6,182	4,105	0,001	4,106	5,830
	(4)	1,918	1,689	0,318	2,297	6,216	4,062	0,001	4,063	5,844
G8	(D)	0,579	0,727	0,027	5,600	6,933	1,046	0,077	4,000	6,234
	(2)	0,580	0,862	0,030	5,395	6,867	1,074	0,067	4,000	6,259
09	(D)	3,620	0,199	0,760	1,319	5,898	4,141	0,008	4,145	5,937
	(2)	3,803	0,091	0,507	1,516	5,917	4,126	0,007	4,133	5,940
	(3)	3,762	0,182	0,636	1,313	5,893	4,279	-	4,279	5,844
	(4)	3,567	0,152	0,716	1,268	5,705	4,372	-	4,372	5,870

Çizelge 5: Granat minerallerinin 2 4oksijen atomuna göre hesaplanmış katyon sayıları.

Table 5: Cation numbers of garnet minerals calculated on the base of 84 oxygen atoms.

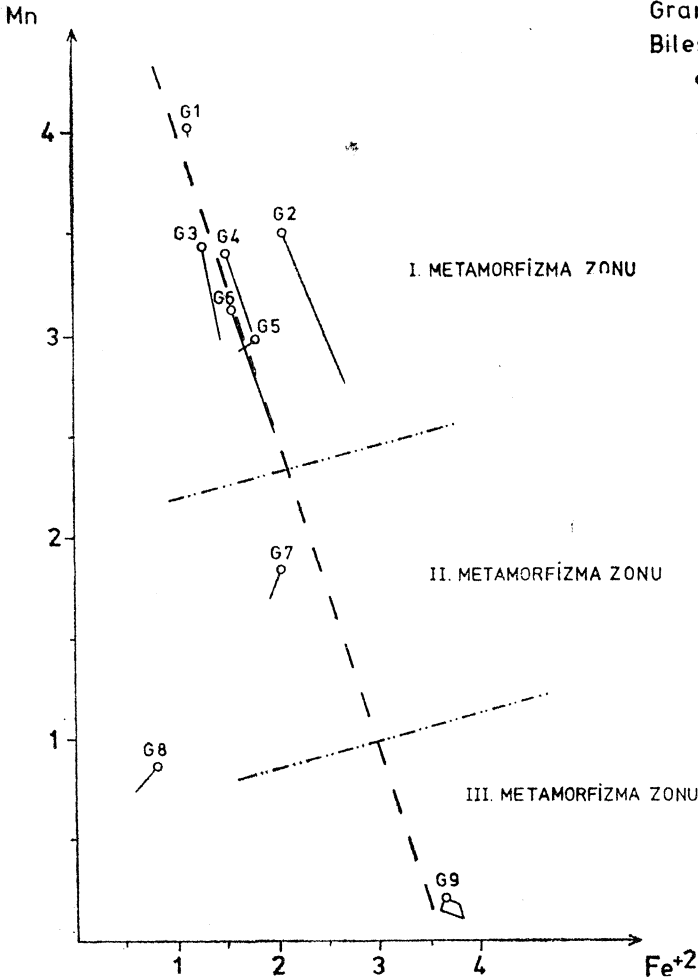
böylece kristallerin atom yapıları üzerinde etkili bir rol oynamaları olasıdır.

Burada genel olarak granatların Mn içeriği üzerine diğer incelenmiş bazı faktörlerin yansıması başlıca metamorfizma sıcaklığının ve kısmen köken kayacın kimyasal bileşiminin etkili olabileceği, metamorfizma koşullarının açıklanmasında bu ilişkinin ancak kalitatif olarak ve aynı bölgedeki farklı metamorfizma zonlarının kıyaslanması şeklinde kullanılabileceği sonucuna varılabilir. Çünkü daha önce de belirtildiği gibi, granatlara, kritik minerallerle saptanan değişik basınç değerlerine sahip metamorfik bölgelerde rastlanılmıştır. Ayrıca her metamorfik bölgedeki köken kayacın bileşiminin az da olsa değişik karakterler göstermesi her bölgedeki granatların kantitatif Mn içeriğinin değişik olmasına yol açacaktır. Dolayısıyla ile değişik metamorfik bölgelere ait metamorfizma koşullarının granat minerallerinin Mn içeriğine dayanılarak kantitatif olarak kıyaslanması olası değildir. Ancak meta-



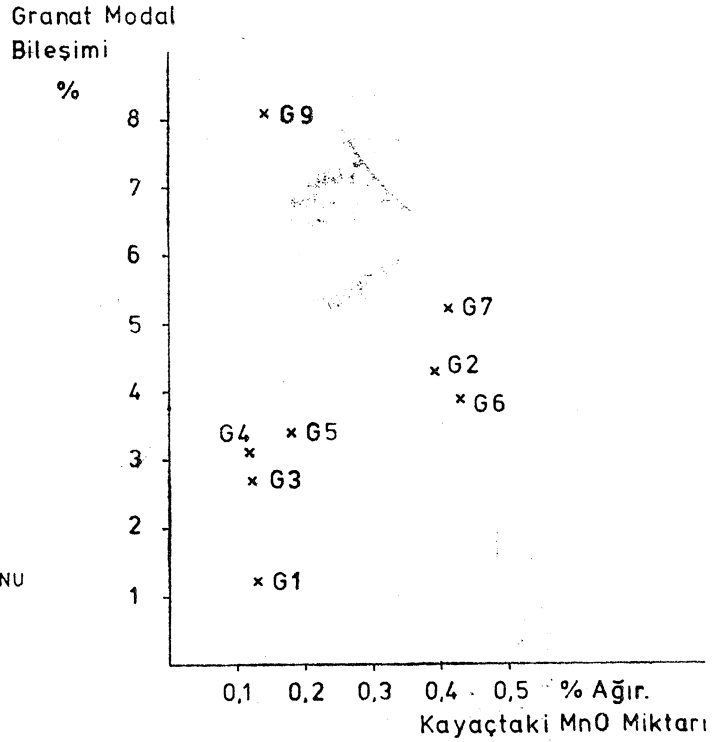
Şekil 4: Granatların MnO içeriği ile modal bileşim arasındaki ilişki.

Figure 4: Relationship between mineralogical composition and MnO-content of garnets.



Şekil 3: Kırşehir Massifi granatlarının 24 oksijen atomuna göre hesaplanmış Fe^{+2} ve Mn kasyon sayıları arasında ametamorfizma mertebesine bağlı olarak ortaya çıkan genel ilişki.

Figure 3: Relationships between metamorphic grades and cation number of Fe^{+2} and Mn (calculated on the basis of 24 oxygen atoms) within garnets from Kırşehir Massive.



Şekil 5: Granat içeren kayalardaki MnO içeriği ile granat modal bileşimi arasındaki ilişki.

Figure 5: Relationship between MnO-content and modal mineralogical composition of garnet bearing rocks.

metamorfizma mertebesi ile nisbeten sınırlı bir bileşime sahip kayalardaki granatların Mn içeriği arasında bu şekilde bir genel ilişkinin varlığı kabul edilebilir.

KATKI BELİRTME

Örneklerin kimyasal analizlerinin Hamburg Üniversitesi Mineraloji ve Petrografi Enstitüsü laboratuvarlarında yapılmasını sağlayan Prof. Dr. D. Jung'a, analizleri yapan

Dr. Arıkas ve Dr. MattMes'e, Enstitü laboratuvar olanaklarının kullanılması hususunda gösterdikleri **yakın ilgiden ötürü** Heidelberg Üniversitesi Mineraloji ve **Petrografi** Enstitüsü Direktörü Prof. Dr. G. C Amstutz'a ve çalışmayı kısmen finanse eden Alexander **von Humboldt Vakfına (Almanya)** teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Atherton, M. P., 1964, The gamet isograd in -pelitic rocks and its and biotite in natural assemblages.- J. Geol., 73, 155-164.
- Atherton, M. P., 1968, The variation in gamet, biotite and chlorite composition in medium grade pelitic rocks from the Dalradian, Scotland, with particular reference to the zonation in garnet. - Contr. Miner. and Petrol., 18, 347-371.
- Brown, E. H., 1969, Some zoned garnets from the greenschist fades.- Amer. Miner., 54, 1662-1677.
- Clifford, T. N., 1960, Spessartine and magnesium biotite in cuticle-bearing rocks from Mill Hollow, Alstead Township, New Hampshire, U.S.A. - N. Jb. Miner. Geol. Abh., 94, 1369-1400.
- Dobretsov, N. L., V. V. Khlestov, V. S. Sobolev, 1973, The fecies of regional metamorphism at moderate pressures - Australien Nat Uni. Press, Camberra, A.C.T., 299 s.
- Engel, A. E. J. ve C. G. Engel^ 1960, Progressive metamorphism and granitisation of the major paragneiss, northwest Adirondack Mountains, New York. - Geol. Soc. Amer. Bull., 71, 1-57.
- Erkan, Y., 1976, Kırşehir çevresindeki rejonai metamorfik bölgede saptanan izogradlar ve bunların petrolojik yorumlanmaları. - Yerbilimleri, 2/1, 23-54.
- Kretz, R., 1959, Chemical study of garnet, biçtite and hornblende from gneisses of south-western Quebec, with emphasis and distribution of elements in coexisting minerals. - İ. Geol., 67, 371-402.
- Lyons, J. B. ve S. A. Morse, 1970, Mg/Fe partitioning in garnet and biotite from some granitic, pelitic and calcic rocks. - Amer. Min., 55, 231-245.
- Matejovska, O., 1970, Composition of coexisting garnet and biotite from some gramilites of Moldanubicum, Czechoslovakia. -N. Jb. Miner. Mh., 6, 249-263.
- Miyashiro, A., 1953, Calcium poor garnet in relation to metamorphism. - Geochim. Cosmochim. Acta, 4, 179-208.
- Miyashiro, A., 1958, Regional metamorphism of the Gosaisyo - Takanuki district in the central Abukama Plateau. - Tokyo Univ. J. Fac. Sci., 11, 219-272.
- Miyashiro, A., 1973, Metamorphism and metamorphic belts. - Halsted Press, New York, 400 s.
- Miyashiro, A. ve F. Shido, 1973, Progressive compositional change of garnet in metapelite. - Lithos, 6, 13-20.
- Müller, G. ve A. Schneider, 1971, Chemistry and genesis of garnets in metamorphic rocks. - Contr. Miner. and Petrol., 31, 178-200.
- Nandi, K> 1967, Garnets as indices of progressive regional metamorphism. - Miner. Mag., 36, 89-93.
- Okrusch, M., 1971, Garnet-Cordierite-Biotite equilibria in the Steinnach Aureole, Bavaria. - Contr. Miner. and Petrol., 32, 1-23.
- Saxena, S. K., Distribution of elements between coexisting minerals and nature of solid solution in garnet. - Amer. Miner., 53, 994-1014.
- Sturt, B. A., 1962, The composition of garnets from pelitic schist in relation to the grade of regional metamorphism. - J. Petrol., 3, 181-191.
- Tan, L. P., 1969, Possibility of a garnet-geothermometer. - Proc. Geol. Soc. China, 12, 129-133.

Yazının Geliş Tarihi:
21.4.1977
Yayıma Verildiği Tarih:
1.13.1977