

Çambaşı (Ordu) ve Dereli (Giresun) Yörelerindeki Skarn Yataklarının Karşılaştırmalı Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri: Doğu Pontid Kuzey Zonu (KD Türkiye)

Comparative Mineralogical and Chemical of Çambaşı (Ordu) and Dereli (Giresun) Areas Skarn Deposits: Northern Zones of Eastern Blacksea (NE Turkey)

* Saliha SARAC, ** Ali VAN

* MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61011, Trabzon

** K.T.Ü. Jeoloji Müh., 61080, Trabzon

ÖZ

Bu çalışmada Çambaşı (Ordu) ve Dereli (Giresun) yörelerindeki skarn yataklarının ayrıntılı jeolojisi, mineralojisi ve alterasyonu incelenerek, birbirleriyle kıyaslamaları yapılmıştır.

Çalışılan alanlarda granat-piroksen ve epidot skarn olmak üzere iki zon tespit edilmiştir. Buna göre skarn zonlarının mineralojisi ve mineral kimyaları incelenmiştir. Çambaşı (Ordu) yöresine ait granatların grossular-andradit ($Grs_{0.92-0.43}Adr_{0.06-0.56}$) bileşimine sahip olduğu, Dereli yatağındaki granatların saf andradit ($Ad_{0.99}$) ve andradit-grossular ($Adr_{0.47-0.99}Grs_{0.00-0.51}$) bileşimine sahip oldukları tespit edilmiştir. Çambaşı (Ordu) ve Dereli (Giresun) yörelerindeki klinopiroksenler diyopsit olarak sınıflandırılmıştır. Granat ve klinopiroksenlerin bileşimiyle skarnların içerdiği metaller arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Çalışılan alanlardaki granat ve klinopiroksenlerin dağılımlarının dünyadaki Fe-Cu skarnların dağılımına benzer dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Doğu Karadeniz, skarn mineralleri, granat, klinopiroksen

ABSTRACT

In this study, detailed geology, mineralogy, alteration of skarn deposits in Çambaşı (Ordu) and Dereli (Giresun) areas were investigated and compared.

In the studied area, two types of exoskarns were identified as garnet-pyroxene and epidote skarns. Mineralogy and mineral chemistry of these skarn zones were investigated. Garnets in Çambaşı (Ordu) skarn deposits are grossular-andradite ($Grs_{0.92-0.43}Adr_{0.06-0.56}$) whereas in the Dereli (Giresun) area pure andradite and grossular-andradite ($Adr_{0.47-0.99}Grs_{0.00-0.51}$). The clinopyroxenes in Çambaşı (Ordu) and Dereli (Giresun) areas, are classified as diopside. It was found out that the correlation between the composition of garnets and clinopyroxenes related to metal that skarn contains. The compositional distribution of the garnets and clinopyroxenes in the studied areas display a distribution pattern similar to garnets and clinopyroxenes from world-class Fe-Cu skarn.

Key Words: Eastern Pontid, skarn minerals, garnet, clinopyroxene

GİRİŞ

Doğu Karadeniz Bölgesi Pontid Tektonik Zonuna bağlı, Jura-Pliyosen zaman aralığında gelişen ada yayı dizisinin bir parçasıdır. Doğu Karadeniz Metal Provansı ise bu ada yayı üzerinde yer alır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Doğu Karadeniz, bu metalojenik kuşak içerisinde pek çok maden yatağı içermektedir. Bu yataklar birçok araştırmacı tarafından incelenmiş olup, en önemlileri porfiri Cu (Au, Mo) yatakları, skarn yatakları, volkanizma eşlikli masif sülfür yatakları, polimetalik Cu-Pb-Zn (Ag, Au) yatakları ve epitermal Au-Ag yataklarıdır (Güven, 1993; Tüysüz vd., 1994; Tüysüz ve Er, 1995; Akçay ve Tüysüz, 1997; Akçay vd., 1998; Tüysüz ve Akçay, 2000). Bu çalışmada Doğu Pontid Kuzey Zonu Geç Kretase-Paleosen yaşlı granitoidik kayalara bağlı olarak gelişen skarnların petrografik, mineralojik ve kimyasal özellikleri incelenerek birbirleriyle kıyaslamaları yapılmıştır.

Çalışma alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Ordu (Çambaşı) ve Giresun (Dereli) illerinde yer almaktadır (Şekil 1).

ANALİTİK YÖNTEMLER

Analizler, K.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında yapılmıştır. Hazırlanan bu örnekler karbonla kaplanarak Cambridge Masschusetts (A.B.D.) elektron mikroprob laboratuvarında JEOL JXA-733 elektron mikroprob cihazı ile analiz edilmiştir. Mikroprob analizlerinde 15kV ve 7nA ışın şartları kullanılmıştır.

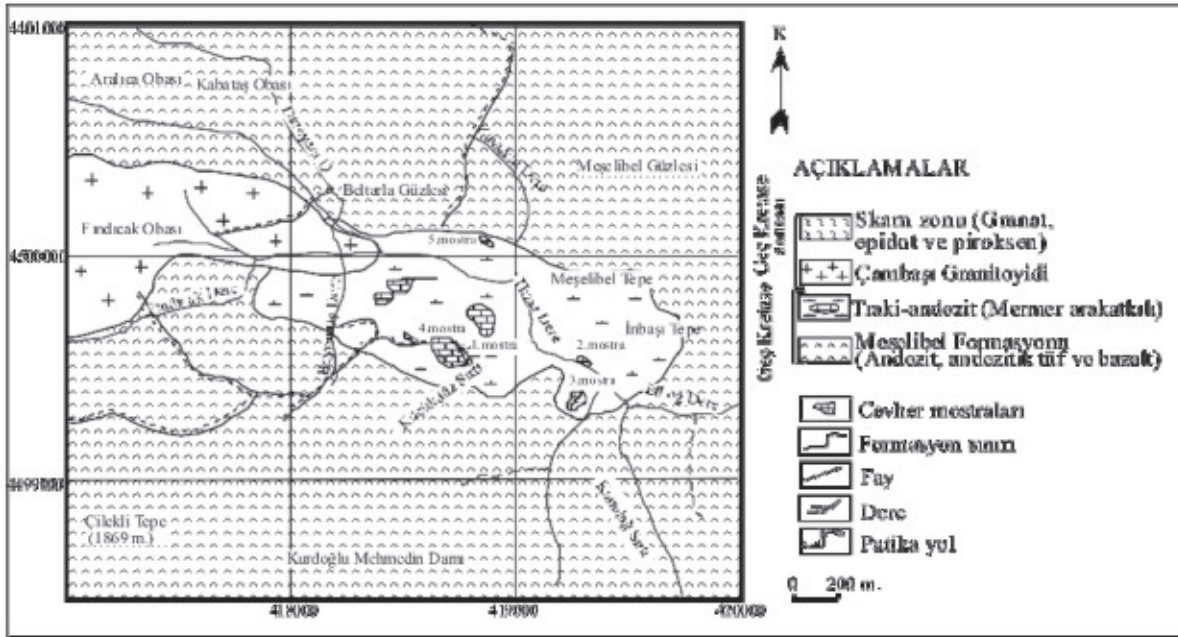
GENEL JEOLOJİ

Çambaşı (Ordu) yöresinde Geç Kretase yaşlı andezit, andezitik tüf ve bazaltlardan oluşan Meşelibel Formasyonu, trakiandezitler, mermerler ve bütün bu birimleri kesen Geç Kretase ve sonrası yaşlı Çambaşı Monzoniti yer almaktadır (Şekil 2). Dereli (Giresun) yöresinde ise yüzeyleyen kayalar, Liyas Öncesi Kotana Metamorfizmaları, Geç Kretase-Eosen Dereli Granitoidi ve bütün birimleri kesen damar kayalarından oluşmaktadır (Şekil 3).

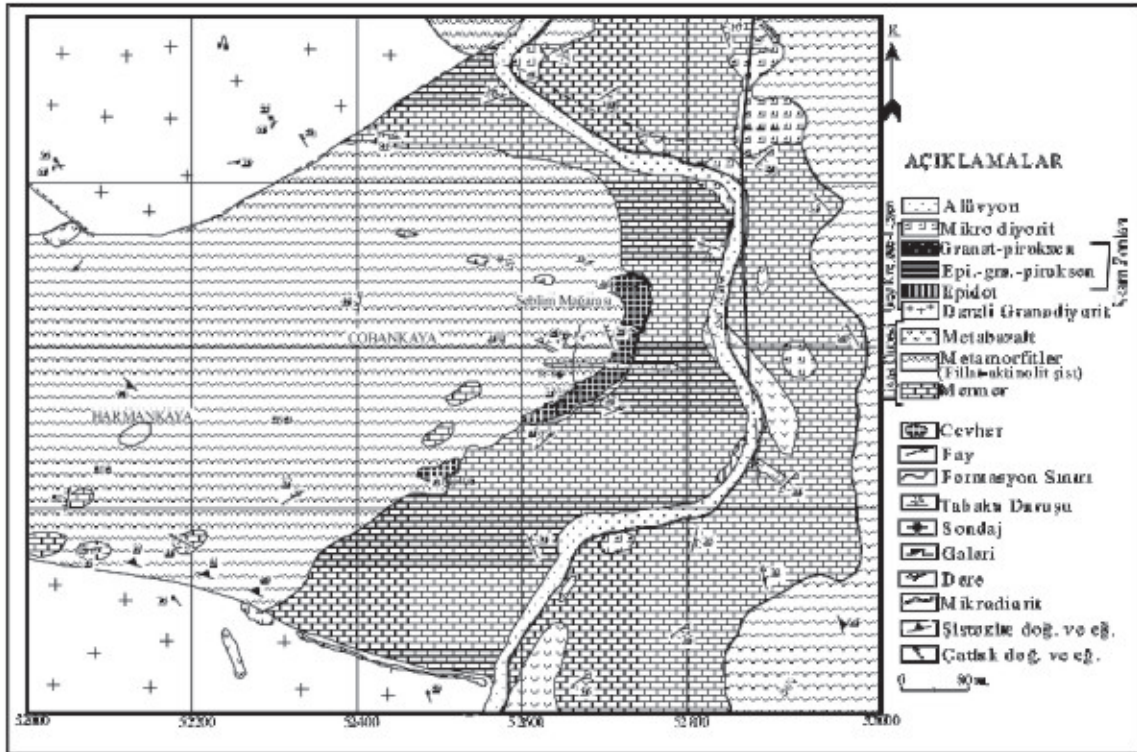


Şekil 1. Yer bulduru haritası

Figure 1. Location map of study area



Şekil 2. Çambaşı (Ordu) yöresinin jeoloji haritası (Güç, 1978'den sadeleştirilmiştir)
Figure 2. Geological map in the Çambaşı (Ordu) area (Simplified after Güç, 1978)



Şekil 3. Dereli (Giresun) yöresinin jeoloji haritası (Topaloğlu, 1977'den değiştirilmiş)
Figure 3. Geological map in the Dereli (Giresun) area (Modified after Topaloğlu, 1977)

SKARN MİNERALLERİNİN PETROGRAFİ VE MİNERALOGİSİ

Skarn mineralleri arazide cevherleşmeleri sararak geniş alterasyon ve mineralojik zonlanma oluştururlar (Einaudi vd., 1981). Skarn mineralleri ve zonlanmaları her yatağa özgü farklı özelliklere sahiptirler. Bu amaçla, çalışma alanlarındaki skarn minerallerinin makroskobik ve mikroskobik özellikleri incelenmiştir.

Çambaşı (Ordu)

Çambaşı yöresinde monzonitik kayaların mermer ve trakiandezitlere sokulum yapması sonucu, yan kayalarda bir takım mineralojik değişiklikler oluşmuştur. Yan kayalarda oluşan bu değişiklikler, iri kristalli Ca, Fe, Mg, Al silikat ve demir oksit minerallerinden oluşan skarn zonlarına yol açmıştır. Çambaşı yöresindeki skarn yatağı mermerler ve trakiandezitik kayaların içerisinde geliştikleri için ekzoskarn olarak tanımlanmıştır. Ekzoskarn oluşukları, Serpindere yöresinde mermerler içerisinde ve Küçükdüz sırtı yöresinde trakiandezitlerle mermerlerin dokanaklarında yer almaktadır (Şekil 2).

Magmatik kütlede yan kayalara doğru çok belirgin bir zonlanma görülmemiştir. Ancak, arazide granat skarn ve epidot skarnların baskın olduğu zonlar tespit edilmiştir. Granat skarnlar mermerler içerisinde Serpin Dere yöresinde yer almaktadır. Epidot skarnlar ise genellikle mermer-trakiandezit dokanaklarında ve trakiandezitler içerisinde gelişmiştir.

Ekzoskarnların içerisinde geliştiği mermerler esas olarak kalsit, kısmen de kuvars minerallerinden oluşmaktadır. Ekzoskarnların parajenezinde granat, epidot ve piroksen mineralleri hakimdir (Şekil 4). Kuvars, kalsit, plajiyoklas, serisit, aktinolit, klorit, diğer ana bileşenleri; sfen ve opak mineraller ise tali bileşenleri oluşturmaktadır.

Mineral	Mineral Fazları		
	1. Faz	2. Faz	3. Faz
Grossular-andradit		
Diyopsit		
Aktinolit-tremolit		
Pıstazit		
Klorit		
Kalsit		
Kuvars		

Şekil 4. Çambaşı (Ordu) yöresi skarn mineralleri parajenezi

Figure 4. Paragenes of skarn minerals in the Çambaşı (Ordu) area

Granat (Grossular-andradit): Çok az oranlarda, genellikle yarı öz şekilli ve öz şekilsiz küçük kristaller halinde, mermerlerin içerisinde gözlenmektedir. Granatların boyutları küçük olup, (0.2 - 0.4 mm arasında) anizotropik özellik göstermektedir. Granatlar çok küçük olduklarından zonlanmalar nadiren görülmektedir. Cinslerinin mikroprob analizleri sonucunda grossular-andradit oldukları tespit edilmiştir (Şekil 5A). Ayrıca granatların kırık ve çatlakları boyunca kalsitleştikleri, silisleştikleri ve limonitleştikleri görülmüştür.

Klinopiroksen (Diyopsit): Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller şeklinde görülmektedir (Şekil 5B). Cinslerinin diyopsit oldukları tespit edilmiştir. Klinopiroksenlerin bir bölümü tremolit-aktinolit türü amfibol minerallerine dönüşmüştür. En çok görülen ayrışma ürünleri olarak piroksenlerin kırık ve çatlakları boyunca meydana gelen epidot, kuvars ve klorit mineralleri ve çok az oranda ise kalsitleşmeler görülür.

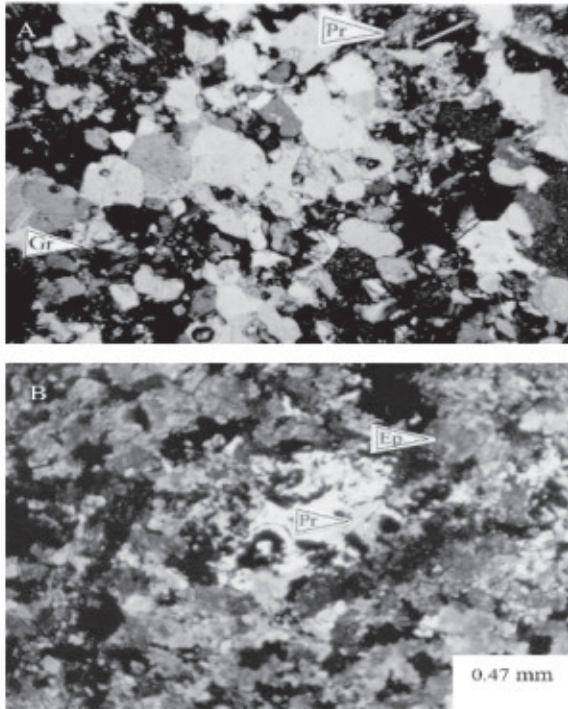
Epidot (Pıstazit): Skarnların en yaygın olan mineralini oluştururlar. Genelde yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller şeklinde görülür. Boyutları 2 mm ile 0.5 mm arasındadır. Epidotların bir kısmı klinopiroksenlerin ve granatların alterasyon ürünleri şeklinde izlenir.

Aktinolit-tremolit: Çok az oranlarda piroksenlerin uralitleşme ürünleri şeklinde görülmektedir. Lifsi ve prizmatik şekilli olup

yeşil renkli pleokrizma gösterirler. Tremolit-aktinolitler genellikle piroksenlerin ara çatlak ve dilinimleri boyunca, onları ornatarak gelişmişlerdir.

Kalsit: Hem birincil, hem de ikincil olarak görülürler. Birincil kalsit kristalleri genellikle yarı öz şekilli, iri kristalli olup, diğer minerallerle dokanıkları çok nettir. İkincil kalsitler ise daha çok küçük kristaller şeklindedir. Granat, piroksen ve epidotların ara ve çatlak ve dilinimleri boyunca gelişmiştir.

Kuvars: Hem birincil hem de ikincil olarak oluşmuşlardır. Birincil kuvarslar iri kristalli ve dalgalı sönmeli olup kalsit mineralinin arasını doldurur. İkincil kuvarslar ise daha küçük olup, granatların çevrelerinde, kalsit, epidot ve kloritlerin aralarında görülür.



Şekil 5. Mermerler içerisindeki granat ve piroksen (A), Epidot ve piroksen (B) minerallerinin mikroskopik görünümü (ÇN; Gr: Granat, Ep: Epidot, Pr: Piroksen)

Figure 5. Microscopic view of garnets and pyroxenes in marbles (A), Epidote and pyroxene (B), (Cross-polarized light. Gr: Garnet, Ep: Epidote, Pr: Pyroxene)

Feldispatlar: Genelde latalar veya küçük mikrolitler halinde olup ayrıışmışlardır. Cinslerinin albit ve sanidin oldukları tespit edilmiştir. Bunlar ayrışarak kalsit, serisit ve silise dönüşmüşlerdir.

Klorit: Genellikle epidot minerali gibi çatlaklar boyunca ve mafik minerallerin (klinopiroksen ve amfibol v.b.) alterasyon ürünleri şeklinde bulunur. Yeşil renkte pleokrizma gösterirler. Cinslerinin şamozit ve klinoklar oldukları tespit edilmiştir.

Dereli (Giresun): Dereli Granitoyidi ile Kotana metamorfiteilerinin mermerleri arasındaki dokanıklarda skarn mineralleri gelişmiştir. Yörede skarn mineralleri mermerlerin içinde geliştiği için kalsik ekzoskarn olarak tanımlanmıştır. Ekzoskarnların ana mineral parajenezi granat, klinopiroksen, kalsit ve epidot minerallerinden oluşmaktadır. İkincil mineraller ise aktinolit ve kuvars ve klorittir. Çok az miktarda sfen ve opak mineral olarak manyetit ve pirit bulunmaktadır.

Skarn mineralleri, intrüzif kütlede yan kayalara doğru zonlanmalar meydana getirmiştir. Bu zonlar baskın minerallere göre değerlendirilmiştir. Dereli yöresinde skarn mineralleri üç zona ayrılmıştır. Bunlardan birincisi granat-piroksen skarn zonu, ikincisi epidot-granat-piroksen-kalsit skarn zonu ve üçüncüsü ise epidot skarn zonu olarak saptanmıştır.

Granat-piroksen skarn zonu Seblim mağarası ve güneyindeki (1 ve 2. Mostra) (Şekil 3) alanlarda görülmektedir. Bunu takip eden epidot-granat-kalsit skarn zonu ise cevherden biraz uzakta, Aksu vadisi içerisinde gözlenmektedir. Üçüncü zon ise epidot mineralinin baskın olduğu zon olup, Aksu vadisinin batısında yer alır.

Dereli yöresi skarn zonu, granat, klinopiroksen, amfibol, epidot, kalsit, kuvars, klorit ve sfen minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 6).

Mineraler	Mineral Fazları		
	1. Faz	2. Faz	3. Faz
Andradit		
Diy opsit		
Aktinolit-tremolit		
Pıstazit		
Klorit		
Kalsit		
Kuvars		

Şekil 6. Dereli (Giresun) yöresi skarn mineralleri parajenezi

Figure 6. Paragenes of skarn minerals in the Dereli (Giresun) area

Granat (Andradit): En yaygın olarak Seblim mağarası güneyi ve Aksu vadisi boyunca görülmektedir. Granatların skarn zonu içerisindeki oranı granitoyide yakın bölgelerde artış gösterir. Granatlar öz şekilli ve yarı öz şekilli kristaller halindedir (Şekil 7A). Boyutları 2 mm-2 cm arasında değişmektedir. Granatlar değişik şekillerde zonlu yapılar göstermekte olup, bu zonlar bazı kesitlerde kum saati ikizi şeklinde, bazılarında dalgalı zonlanma şeklindedir (Şekil 7B). Granatların ayrışması sonucu yerlerini klinopiroksenler, epidot, kalsit ve kuvarslar alır. Zonlanma gösteren granatlarda bu zonlar ve kırıklar, boyunca demir oksit boyamaları gözlenir.

Klinopiroksenler (Diyopsit): İri ve orta büyüklükte kristaller halinde olup, soluk yeşil renkten koyu yeşile kadar değişen renklere görülürler (Şekil 7C). Cinslerinin diyopsit olduğu tespit edilmiştir. Klinopiroksenler skarn oluşumlarının ilk aşamasında oluşmuş ve daha sonra ayrışma olaylarından etkilenmişlerdir. En çok görülen ayrışma ürünleri kırıklar ve çatlaklar boyunca görülen epidot, kalsit ve klorit mineralleridir. Bazı klinopiroksenler ise amfibol minerallerine dönüşmüştür.

Amfibol: Orta kristalliden iri kristalliye kadar değişen şekillerde görülür. Cinslerinin aktinolit, magneziyo-hornblend ve ferro-hornblend oldukları tespit edilmiştir. Aktinolitler,

prizmatik küçük çubuklar ve lifimsi görünümündedir. Magneziyo-hornblend ve ferro-hornblendler ise yeşil renkli baklava dilinimli ve uzun latalar şeklindedir. Granatların boşluklarında ışınal dizilim şeklinde gelişmiştir. Amfibollerin ayrışması ile kalsit ve epidot mineralleri oluşmuştur.

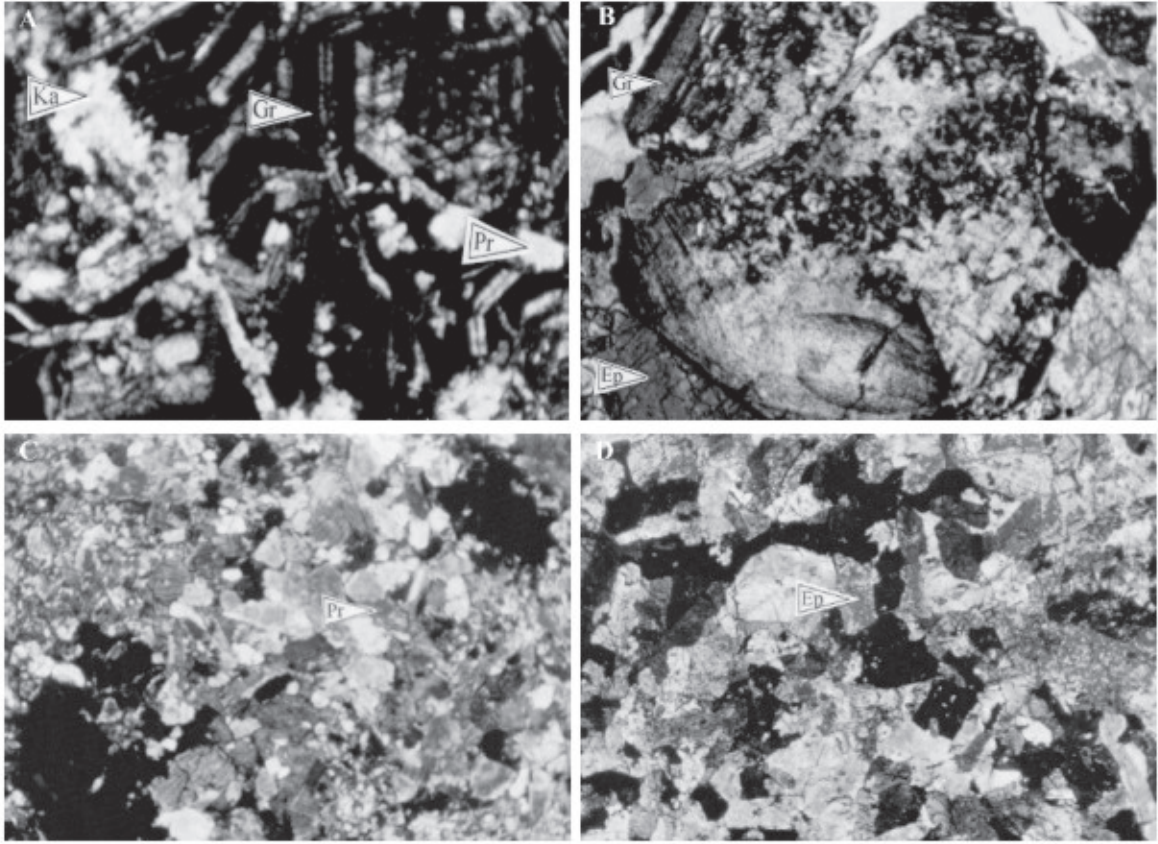
Epidot (Pıstazit): Skarnların en çok bulunan mineralini oluşturur (Şekil 7D). Çok iri, öz şekilli kristallerden küçük öz şekilsizlere kadar çeşitlilik gösterebilirler. Çok iri kristalli epidotların boyutları 4-5 mm. arasında değişir ve bunlar mermerler içerisinde bulunurlar. Epidotlar fıstık yeşili rengeyle çok kolayca tanınırlar. Bazı epidotlar klinopiroksen ve granatların alterasyon ürünü şeklinde oluşmuşlardır. Epidotların kırık ve çatlak eksenleri boyunca ise aktinolit, kuvars ve kalsit mineralleri gelişmiştir.

Kalsit: Orta ve iri kristalliye kadar değişen boyutlarda gelişmiştir. Kalsitler hem birincil hem de ikincil olarak bulunabilir. Birincil kalsitler yeniden kristallenmiş olup iri taneli ve rombusal şekilde gözlenir. İkincil kalsitler ile genellikle klinopiroksenlerle ilişkili olup onların alterasyonları sonucu oluşmuşlardır (Şekil 7A).

Kuvars: Kuvarslar skarnların önemli bir minerali olarak her zonda görülebilir. Orta ve iri kristalliye kadar değişen yarı şekilli ve öz şekilsiz kristaller halinde bulunurlar. Kuvarslar birkaç safhada oluştukları saptanmıştır. Birinci safhada oluşan kuvarslar, yarı öz şekilli ve iri tanelidir. İkinciler ise orta taneli ve özşekilsizdir.

Klorit: Genellikle epidot minerali gibi çatlaklar boyunca ve mafik minerallerin (klinopiroksen ve amfibol v.b.) alterasyon ürünleri şeklinde bulunur.

Sfen: Kayaç içerisinde öz şekilli ve yarı öz şekilli kristaller şeklinde olup, yüksek röliyeyle hemen dikkati çekmektedir.



Şekil 7. Dereli yöresi skarn minerallerinin ince kesit görünümü. (A) Özşekli granat (Andradit) mineralinde görülen zonlu yapı, (B) Granatlarda görülen kum saati şeklinde zonlanma, (C) Piroksen, (D) Epidot (Gr: Granat, Pr: Piroksen, Ep: Epidot; Ka: Kalsit, Ç.N.)

Figure 7. Microscopic view of skarn minerals in the Dereli area (A) Oscillatory zoning in anhedral garnet (Andradite), (B) Dodecahedral twinning in garnet (Gr: Garnet, Pr Pyroxene, Ca: Calcite, Ep: Epidote, Cross-polarized light.)

MİNERAL KİMYASI

Granat

Çambaşı (Ordu) yöresine ait granatları temsil edici analiz sonuçları (Çizelge 1) ve 12 oksijene göre katyon değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Çambaşı (Ordu) yöresine ait granat ve epidotların mikroprob analizleri
Table 1. Microprobe analyses of the garnet and epidote from Çambaşı (Ordu)

Örn No	KB3 Grt-1	KB3 Grt-1	KB3 Grt-1	KB3 Grt-2	KB3 Grt-2	KB5 Grt-3	KB5 Grt-3	B4 Ep-1	B4 Ep-2	M4 Ep-3	M4 Ep-3	M4 Ep-4	M4 Ep-4	KB5 Ep-5	KB5 Ep-5
Konum	merkez	kenar	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	Merkez	merkez	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar
Ağr. %															
SiO ₂	37.53	38.82	37.16	38.96	38.91	38.26	37.87	37.07	37.15	34.36	37.21	36.92	37.12	36.94	37.65
TiO ₂	0.07	0.00	0.97	0.01	0.05	0.04	0.12	0.04	0.03	0.16	0.24	0.28	0.02	0.51	0.01
Al ₂ O ₃	10.43	22.01	8.95	19.31	20.97	16.32	16.95	21.31	31.64	22.23	20.67	22.64	21.64	20.36	24.96
FeO*	15.88	2.13	16.36	5.36	2.88	8.69	7.20	14.59	14.18	13.88	15.05	12.17	14.21	6.02	9.80
MnO	0.25	0.25	0.18	0.10	0.21	0.18	0.23	0.81	0.76	0.12	0.10	0.98	0.12	0.27	0.11
MgO	0.08	0.17	0.23	0.02	0.06	0.05	0.09	0.03	0.04	0.12	0.05	0.06	0.03	0.95	0.04
CaO	34.59	36.56	34.52	36.10	36.23	35.54	35.95	22.47	22.67	23.04	23.17	22.92	23.17	31.39	23.46
Na ₂ O	0.00	0.00	0.05	0.02	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.06
Toplam	98.83	99.94	98.42	99.87	99.32	99.11	98.45	96.32	96.52	96.74	96.49	95.97	96.31	96.51	96.10
8 katyon ve 12 oksijene göre normlaştırılmıştır															
Si	2.986	2.932	2.982	2.967	2.961	2.969	2.469	2.990	2.988	2.985	2.997	2.977	2.987	3.007	2.995
Ti	0.004	0.000	0.058	0.000	0.003	0.002	0.006	0.002	0.002	0.009	0.015	0.017	0.001	0.030	0.001
Al	0.978	1.960	0.846	1.733	1.881	1.492	1.302	2.026	2.051	2.094	1.962	2.151	2.052	1.953	2.340
Fe ⁺²	0.015	0.000	0.016	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ⁺³	1.042	0.134	1.081	0.335	0.183	0.564	1.707	0.984	0.954	0.914	1.014	0.821	0.956	0.410	0.652
Mn	0.016	0.015	0.012	0.006	0.013	0.011	0.013	0.055	0.051	0.008	0.007	0.067	0.008	0.019	0.007
Mg	0.009	0.019	0.027	0.002	0.006	0.005	0.010	0.003	0.005	0.014	0.006	0.007	0.003	0.115	0.005
Ca	2.948	2.958	2.967	2.945	2.954	2.954	2.511	1.942	1.953	1.973	1.999	1.980	1.998	2.738	2.000
Na	0.000	0.000	0.007	0.003	0.002	0.004	0.004	0.000	0.0005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.005	0.004
Toplam	8.000	8.021	8.000	8.000	8.005	8.003	8.022	8.003	8.009	8.000	8.020	8.007	8.278	8.005	8.005

Granatlar baskın olarak grossular-andradit bileşiminden ($Adr_{0.06-0.56}Grs_{0.43-0.92}$) oluşmakta (Şekil 8) ve düşük oranlarda almandin-spesartın-pirop bileşenleri ($X_{Alm}+X_{Sps}+X_{Pyp}\leq 0.02$) içermektedir. (Şekil 8). Granatlar konsantirik (eşmerkezli) zonlanma ile karakterize edilmektedir. Bu zonlanma sistematik olarak andradit ve grossular bileşimlerinin nöbetleşe değişimi ile nitelendirilmektedir. Granatlarda Mg# numarası 0.26 ile 1.00 arasında değişmektedir.

Epidot

Epidotlara ait analiz sonuçları ve 12.5 oksijen tabanına göre katyon değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 1). Epidotların MnO içerikleri % 1'den küçük olup klinozoyisit [$Ca_2Al_2Si_3O_{12}(OH)$] ve pistazit [$Ca_2Al_2Fe_3Si_3O_{12}(OH)$] arasında katı çözültü oluşturmaktadır. Bileşimsel değişebilirlikleri $X_{Fe^{+3}}=Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Al)$ tarafından ifade edilmekte ve $X_{Fe^{+3}}$ değerleri 0.17 ile 0.33 aralığında değişmektedir. Mn

içerikleri katyon formül birim başına ≤ 0.08 dir. Epidotlar bileşim zonlanması göstermektedir. $X_{Fe^{+3}}$ içerikleri merkezden kenara doğru 0.04-0.05 oranında artmaktadır.

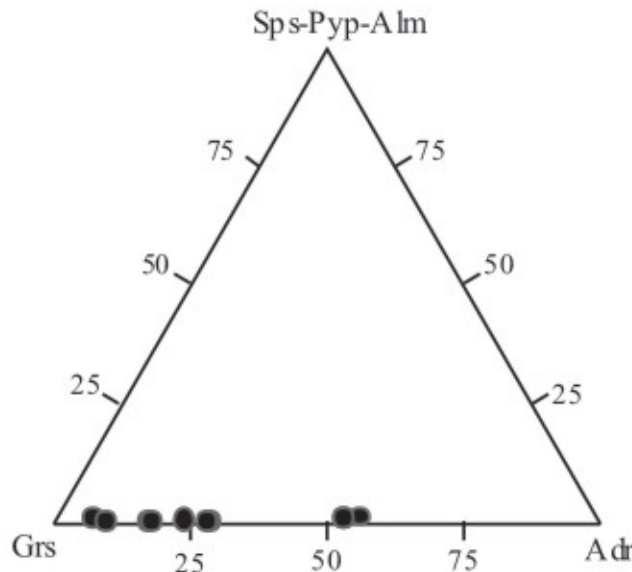
Klorit

Kloritlerin analizleri ve 14 oksijen tabanına göre katyon değerleri hesaplanmıştır. Toplam Fe^* , Fe^{+2} olarak kabul edilmiştir. Kloritlerin XMg değerleri 0.60 dır. MnO içerikleri 1.6-2.63 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre kloritler şamozit [$Fe_{10}Al_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$] ile klinoklor [$Mg_{10}Al_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$] arasında katı çözültü oluştururlar. Analizlerin Na_2O+K_2O içerikleri çok düşüktür (≤ 0.01). Bu da bize kloritlerin simektit ara seviyesi içermediğini işaret etmektedir.

Dereli (Giresun)

Granat

Dereli (Giresun) yöresine ait granatları temsil edici analiz sonuçları (Çizelge 2) ve 12 oksijene göre katyon değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 8. Ordu (Çambaşı) yöresindeki granatların Grs-(Sps+Alm)-Adr üçgen diyagramında bileşimsel dağılımları

Figure 8. The compositional distributions Grs-(Sps+Alm)-Adr ternary variation diagram for the garnets in the Çambaşı area

Çizelge 2. Dereli (Giresun) yöresine ait granatların mikroprob analizleri**Table 2.** Microprobe analyses of the garnet from Dereli (Giresun)

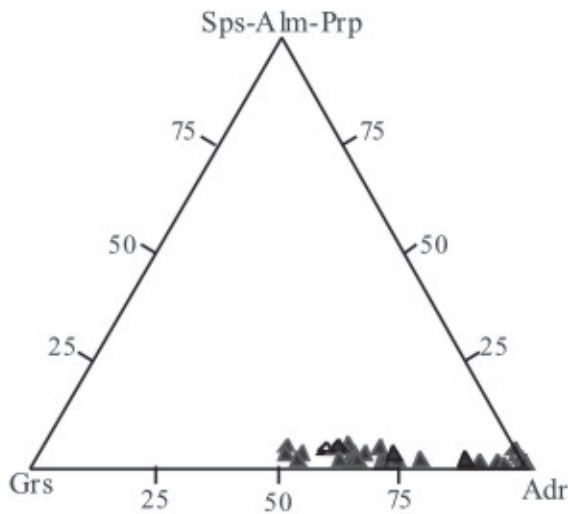
Örn No	Dc4	Dc4	Dc4	Dc4	Dc4	Dc4	Dc4	Dc4	Dc5	Dc5	Dc5	Dc5	Dc5	De	De	De				
	Grt-1	Grt-2	Grt-3	Grt-4	Grt-5	Grt-6	Grt-7	Grt-8	Grt-1	Grt-2	Grt-3	Grt-4	Grt-5	Grt-1	Grt-2	Grt-3				
Konum	Merkez								Kenar				Merkez				Kenar			
Ağr. %																				
SiO ₂	36.03	35.12	36.44	34.99	35.76	36.96	36.69	37.03	35.17	36.59	36.45	34.9	36.46	35.04	35.33	34.82				
TiO ₂	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.24	0.15	0.02	0.23	0.08	0.01	0.06	0.09	0.03	0.06				
Al ₂ O ₃	7.23	0.04	7.62	0.05	1.17	9.11	8.29	11.53	0.32	6.25	6.73	0.71	6.1	0.47	0.54	20.62				
FeO	18.82	28.42	19.70	28.46	26.89	18.06	19.00	15.00	28.26	20.52	20.62	28.46	20.85	28.71	28.51	24.5				
MnO	0.66	0.26	0.68	0.24	0.27	0.89	1.01	1.10	0.21	0.39	0.53	0.23	0.35	0.46	0.49	0.55				
MgO	0.05	0.05	0.04	0.05	0.03	0.13	0.15	0.18	0.07	0.06	0.07	0.08	0.06	0.03	0.01	0.02				
CaO	33.41	32.59	32.94	32.68	32.94	33.13	32.53	32.98	32.87	33.83	33.72	33.04	33.91	31.67	31.61	32.42				
Na ₂ O	0.04	0.03	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.4				
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.05	0.04				
Toplam	97.64	96.55	97.43	96.49	97.10	98.58	97.90	97.99	96.92	97.88	98.20	97.44	97.83	97.64	96.57	95.06				
8 katyon ve 12 oksijene göre normlaştırılmıştır																				
Si	2.946	2.984	2.980	2.976	3.004	2.972	2.981	2.967	2.975	2.988	2.966	2.939	2.982	2.978	3.002	2.976				
Ti	0.086	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.015	0.009	0.001	0.014	0.004	0.001	0.004	0.006	0.002	0.004				
Al	0.696	0.004	0.734	0.005	0.116	0.863	0.794	1.089	0.031	0.601	0.645	0.070	0.588	0.047	0.054	0.263				
Fe ⁺²	0.041	0.000	0.040	0.000	0.011	0.053	0.077	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.051	0.090	0.000				
Fe ⁺³	1.245	2.019	1.306	2.024	1.878	1.161	1.214	0.962	1.999	1.396	1.403	2.004	1.426	1.989	1.936	1.751				
Mn	0.046	0.019	0.047	0.017	0.019	0.061	0.069	0.075	0.015	0.0272	0.037	0.016	0.024	0.033	0.035	0.040				
Mg	0.006	0.006	0.005	0.007	0.003	0.015	0.018	0.021	0.008	0.007	0.008	0.010	0.007	0.004	0.001	0.002				
Ca	2.927	2.967	2.886	2.978	2.964	2.854	2.832	2.831	2.979	2.960	2.940	2.981	2.972	2.883	2.887	2.963				
Na	0.006	0.004	0.001	0.003	0.003	0.003	0.000	0.003	0.001	0.001	0.000	0.003	0.002	0.006	0.000	0.007				
Cr	0.000	0.003	0.000	0.000	0.0015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0018	0.000	0.003	0.004	0.002				
Toplam	8.000	8.005	8.000	8.011	8.000	8.000	8.000	8.000	8.009	8.000	8.004	8.024	8.007	8.000	8.000	8.015				

Çizelge 2. Dereli (Giresun) yöresine ait granatların mikroprob analizleri
Table 2. Microprobe analyses of the garnet from Dereli (Giresun)

Örnek No	Dc6	Dc6	Dc6	Dc6	Dc6	Dc6	Dc6	Dc6	Dc6	Dc6	Dc7	Dc7	Dc7	Dc7	Dc7	Dc7	Dc7	Dc7
	Grt-1	Grt-2	Grt-3	Grt-4	Grt-5	Grt-6	Grt-7	Grt-8	Grt-9	Grt-1	Grt-2	Grt-3	Grt-4	Grt-5	Grt-6	Grt-7	Grt-8	
SiO ₂	36.80	34.74	36.41	35.22	36.33	35.32	36.62	35.13	36.81	35.30	37.05	36.81	36.56	35.36	36.66	35.46	35.60	
TiO ₂	1.05	0.03	0.68	0.15	0.09	0.00	0.35	0.00	0.33	0.02	0.91	0.27	1.71	0.00	0.53	0.02	0.08	
Al ₂ O ₃	8.49	8.93	2.89	5.72	0.29	7.81	0.86	6.88	0.25	0.25	11.34	7.79	7.33	0.21	9.01	0.05	4.98	
FeO	17.87	27.44	18.66	24.95	21.12	28.40	18.91	27.23	21.02	28.47	14.66	19.05	18.71	28.31	15.96	28.71	22.54	
MnO	0.68	0.53	0.80	0.36	0.53	0.32	0.55	0.22	0.71	0.36	1.02	0.55	0.77	0.43	0.64	0.30	0.52	
MgO	0.05	0.05	0.09	0.06	0.07	0.04	0.03	0.05	0.14	0.09	0.07	0.07	0.05	0.06	0.06	0.03	0.07	
CaO	33.52	32.23	32.98	33.12	33.38	32.71	33.82	33.15	33.01	32.76	34.14	33.99	33.52	32.28	33.46	32.74	33.37	
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Toplam	98.46	96.34	98.55	98.76	97.24	97.09	98.09	96.64	98.89	97.28	99.20	98.56	98.66	96.65	96.35	97.34	97.16	
8 katyon ve 12 oksijene göre normlaştırılmıştır																		
Si	2.971	2.960	2.936	2.956	2.993	2.981	2.970	2.975	2.977	2.976	2.937	2.970	2.961	2.999	3.006	2.987	2.952	
Ti	0.063	0.002	0.042	0.010	0.005	0.000	0.022	0.000	0.020	0.001	0.054	0.016	0.104	0.000	0.032	0.001	0.005	
Al	0.808	0.032	0.849	0.286	0.555	0.028	0.746	0.086	0.656	0.025	1.060	0.741	0.700	0.021	0.870	0.005	0.487	
Fe ⁺²	0.082	0.000	0.063	0.000	0.006	0.000	0.011	0.000	0.072	0.000	0.014	0.000	0.095	0.024	0.038	0.001	0.000	
Fe ⁺³	1.124	2.027	1.195	1.751	1.449	2.004	1.271	1.928	1.350	2.007	0.957	1.286	1.172	1.983	1.056	2.022	1.563	
Mn	0.046	0.038	0.055	0.026	0.037	0.037	0.038	0.016	0.048	0.026	0.069	0.037	0.053	0.031	0.045	0.021	0.037	
Mg	0.006	0.007	0.011	0.008	0.011	0.005	0.004	0.006	0.016	0.011	0.008	0.008	0.006	0.005	0.007	0.004	0.008	
Ca	2.899	2.943	2.850	2.979	2.946	2.958	2.938	3.008	2.859	2.959	2.900	2.939	2.908	2.933	2.940	2.955	2.965	
Na	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0006	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.004	0.001	0.001	0.004	0.004	0.000	
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0001	0.000	0.000	
Toplam	8.000	8.000	8.000	8.015	8.000	8.002	8.000	8.018	8.000	8.006	8.00	8.002	8.000	8.000	8.000	8.000	8.016	

Dereli yöresi granatları başlıca andradit-grossular bileşenlerinden oluşmakta ve düşük oranlarda almandin-spesartin-pirop içermektedir (Şekil 9). Granatlar andradit-grossular (Ad_{0,47-0,99}Gr_{0,0-0,51}) bileşim aralığında değişim göstermektedir (Şekil 9). Granatlar konsantrik

(eşmerkezli) zonlanma göstermektedir. Granatların Mg# numarası 0.13 ile 1.00 arasında değişmektedir. Saf andraditce zengin bileşime sahip granatların Mg# numarası 1.00 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9. Dereli yöresi granatlarının (Sp+Alm)-Grs-Adr üçgen diyagramında dağılımları

Figure 9. The compositional distributions (Sp+Alm)-Grs-Adr ternary variation diagram for the garnets in Dereli (Giresun) areas

Klinopiroksen

Klinopiroksenlerin analiz sonuçları ve bunlara göre 6 oksijen 4 katyon değerlerine göre hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Klinopiroksenlerin Al_2O_3 değerleri 0.20-1.19 arasında; TiO_2 ve Cr_2O_3 değerleri ise çok düşüktür (≤ 0.03). Yöredeki klinopiroksenlerin toplam alkali bileşimleri (Na_2O ve K_2O) % 0.0-0.26 arasında olup literatürdeki klinopiroksenlerin ortalama Na_2O ve K_2O bileşimlerinden düşük oldukları tespit edilmiştir (Bijraj vd., 1988 ve Nakano vd., 1994). Klinopiroksenler zayıf bileşimsel zonlanma sunmakta ve buna göre merkezden kenara doğru Fe artarken, Mg değerleri azalmaktadır. Mg# numarası 0.81-0.90 değerleri arasında değişmektedir. Klinopiroksenlerin bileşimlerinin $Wo_{0.51-52}En_{0.39-0.43}Fs_{0.5-0.9}$ arasında değiştiği saptanmış ve diyopsit oldukları tespit edilmiştir (Şekil 10).

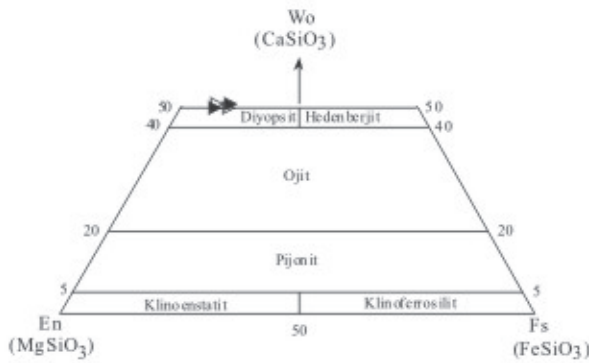
Klinopiroksenler skarn sistemlerinde

diyopsit, johansenit ve hedenberjit oranlarına göre diyopsid olarak adlandırılmıştır (Şekil 11). Klinopiroksenlerin johansenit ($MnO \leq 1.79$) içerikleri oldukça düşüktür.

Çizelge 3. Dereli (Giresun) yöresine ait piroksen ve epidotların mikroprob analizleri

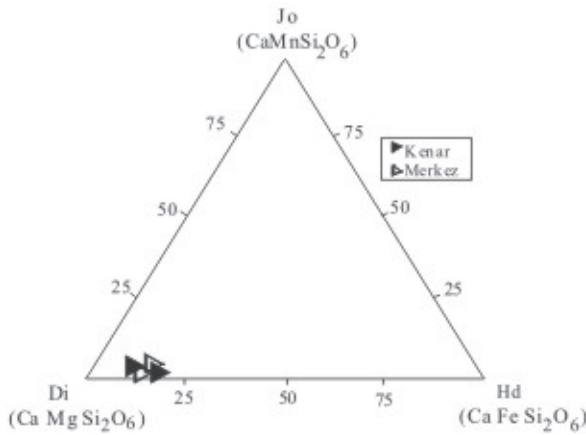
Table 3. Microprobe analyses of the pyroxene and epidote from Dereli (Giresun)

Örnek No	Dc4		S4		Ep	
	Pirok-1 Merkez	Pirok-1 Kenar	Pirok-2 Merkez	Pirok-2 Kenar	Epidot Merkez	Epidot Kenar
Konum						
Ağr. %						
SiO ₂	54.11	53.57	53.58	53.86	37.25	37.21
TiO ₂	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03
Al ₂ O ₃	0.61	1.19	0.20	0.48	22.53	21.45
FeO _T	4.83	6.31	5.22	3.54	13.67	13.16
MnO	0.38	0.39	1.57	1.19	0.49	0.11
MgO	15.13	14.04	14.27	15.42	0.01	0.02
CaO	25.83	25.47	25.12	25.56	22.85	23.42
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.99	100.98	99.96	100.05	96.84	95.40
Si	1.977	1.969	1.990	1.981	2.976	3.018
Cr	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002
Al	0.026	0.052	0.008	0.021	2.122	2.051
Fe ⁺²	0.130	0.184	0.151	0.091	0.000	0.000
Fe ⁺³	0.018	0.010	0.011	0.018	0.913	0.893
Mn	0.012	0.012	0.049	0.037	0.033	0.007
Mg	0.824	0.769	0.790	0.845	0.002	0.002
Ca	1.011	1.003	1.000	1.007	1.956	2.035
Na	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	8.004	8.008



Şekil 10. Dereli (Giresun) yöresine ait klinopyroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramdaki (Morimoto vd., 1988) dağılımları

Figure 10. En-Fs-Wo ternary diagram for the classification of clinopyroxenes in the Dereli area



Şekil 11. Dereli yöresine ait klinopyroksenlerin Mg-Fe-Mn üçgen diyagramındaki dağılımları

Figure 11. Mg-Fe-Mn ternary diagram for the classification of clinopyroxenes in the Dereli area

Epidot

Epidotlara ait analiz sonuçları ve 12.5 oksijen tabanına göre katyon değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3). Epidot bileşimleri klinozoyisit $[Ca_2Al_2Si_3O_{12}(OH)]$ ve pıstazit $[Ca_2Al_2Fe_3Si_3O_{12}(OH)]$ arasında katı çözeltili oluşturmaktadır ve MnO içerikleri % 1'den küçük olduğundan bileşimsel değişebilirlikleri $X_{Fe^{+3}}$ tarafından ifade edilebilir. Epidotların $X_{Fe^{+3}} = Fe^{+3} / (Fe^{+3} + Al)$ değerleri ~ 0.30 olup, bileşimsel zonlanma göstermezler.

Amfibol

Amfibollerin analiz sonuçlarına göre katyon değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4).

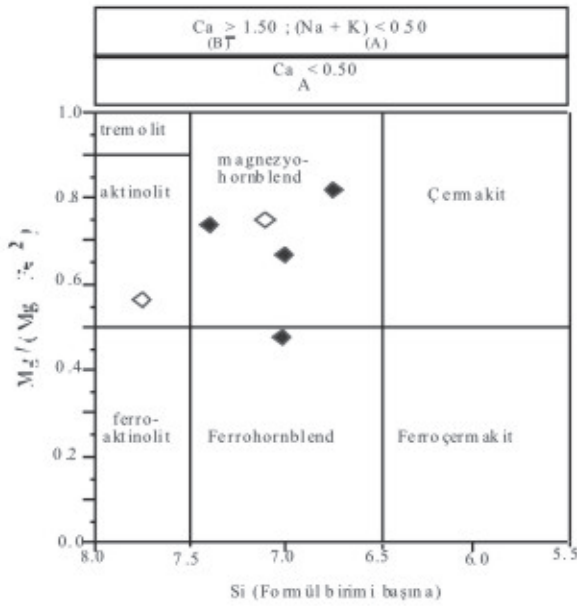
Çizelge 4. Dereli (Giresun) yöresine ait amfibollerin mikroprob analizleri

Table 4. Microprobe analyses of the amphibole from Dereli (Giresun)

Örnek No	Dc Amf-1	Dc Amf-2	K20 Amf-3	K20 Amf-3	K20 Amf-4	K20 Amf-4
Konum	Merkez	Merkez	Merkez	Kenar	Merkez	Kenar
Ağr. %						
SiO ₂	46.19	51.91	52	47.24	49.71	48.17
TiO ₂	0.15	0.00	0.13	0.27	0.25	0.17
Al ₂ O ₃	7.00	1.65	4.74	9.32	6.93	7.16
Cr ₂ O ₃	0.02	0.00	0.40	0.28	0.00	0.12
FeO	21.88	17.89	10.49	9.06	11.04	15.01
MnO	0.41	0.44	0.22	0.14	0.20	0.22
MgO	8.88	11.96	16.28	16.41	15.60	13.37
CaO	12.26	12.19	12.79	12.65	12.65	12.56
Na ₂ O	0.71	0.15	0.66	1.65	0.99	1.09
K ₂ O	0.29	0.04	0.09	0.24	0.13	0.25
Toplam	97.79	96.25	97.79	97.25	97.49	98.12
23 oksijen tabanına göre normlaştırılmıştır.						
Si	6.951	7.769	7.422	6.776	7.137	7.007
Al ^(IV)	1.049	0.231	0.578	1.224	0.863	0.993
Al ^(VI)	1.912	0.060	0.219	0.352	0.309	0.235
Ti	0.017	0.000	0.014	0.029	0.027	0.019
Fe ⁺³	0.581	0.163	0.135	0.338	0.258	0.399
Cr	0.003	0.000	0.045	0.032	0.000	0.014
Mg	1.992	2.668	3.464	3.509	3.339	2.899
Fe ⁺³	2.172	2.076	1.117	0.739	1.067	1.427
Mn	0.041	0.032	0.006	0.002	0.00	0.007
Toplam C odası	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ⁺²	0.000	0.000	0.000	0.009	0.001	0.000
Mn	0.011	0.024	0.021	0.017	0.024	0.020
Ca	1.997	1.953	1.956	1.944	1.946	1.958
Na	0.012	0.012	0.022	0.024	0.029	0.023
Toplam B odası	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Na	0.195	0.022	0.159	0.429	0.247	0.285
K	0.056	0.008	0.016	0.044	0.024	0.046
Boşluk	0.750	0.971	0.825	0.527	0.730	0.669
Toplam A odası	0.250	0.029	0.175	0.473	0.270	0.331

Al_2O_3 değeri % 1.65-9.32 arasında, TiO_2 değerleri 0.00-0.27 arasında ve Na_2O değeri % 0.15-1.65 arasındadır. Mg# değerleri 0.47-0.82 arasında değişmektedir.

Dereli yöresi amfibollerini Leake vd., (1997)'in sınıflamasına göre kalsik grubundan magnezio-hornblend oldukları, sadece birer adet örneğin aktinolit ve ferrohornblend alanına düştükleri tespit edilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Dereli yöresi hornblendlerinin Leake vd., 1997 sınıflaması ve diyagramına göre konumu
Figure 12. Classification of the hornblend in the Dereli area

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Ca, Fe, Mg, Al ve Si'ca zengin esas skarn mineralleri, tali bileşenler ve demir cevherleşmelerine ait cevher minerallerinin skarnlaşma evresinde, yüksek sıcaklığa sahip granitoidik sokulumlar ile yan kayaçların arasındaki metazomatik olaylarla meydana geldikleri düşünülmüştür. Cevher mineralinin (manyetit, pirit ve kalkopirit v.b.) ana ve tali skarn mineralleri arasında, boşluk dolgusu şeklinde bulunması ve yer yer skarn minerallerini

ornatması ana ve tali minerallerin cevher minerallerinden önce geliştiğini gösterir. Skarn minerallerinin farklı yataklarda farklı dağılımlar sunması bu yatakların farklı magmatik-hidrotermal sistemlerde oluştuklarını veya aynı sistemde olsalar bile farklı evrelerde oluştuklarını açıklamaktadır.

Çambaşı (Ordu) yöresindeki skarn yatakları mermer ve trakiandezitik kayaçların içerisinde gelişmiş ve ekzoskarn olarak tanımlanmıştır. Ekzoskarnlar ise granat ve epidot skarnlar olmak üzere iki zona ayrılmıştır. Yörede ekzoskarnların ana mineral parajenezi; granat, epidot ve piroksen şeklindedir. Aktinolit, plajiyoklas, serisit, klorit, kuvars, kalsit ikincil bileşenler; sfen ve opak mineraller ise tali bileşenler olarak bulunmaktadır.

Dereli (Giresun) yöresinde, skarn mineralleri Kotana metamorfiteilerinin mermerleri ile Dereli Granitoidinin dokanakları arasında gelişmiştir. Yöredeki skarn mineralleri genellikle mermerlerin içlerinde geliştiği için kalsik ekzoskarn olarak tanımlanmıştır. Ekzoskarnların içerisinde geliştiği ana mineral parajenezi; granat, klinopiroksen ve epidot mineralleridir. Ayrıca aktinolit, kalsit, kuvars, klorit, sfen ve opak mineraller tali bileşenleri oluşturmaktadır.

Yöredeki granitoidik kayaçların petrografik incelemeleri sonucu, Çambaşı (Ordu) yöresinin monzonit ve kuvarşlı monzodiyorit; Dereli (Giresun) yöresinin granit, granodiyorit ve kuvarşlı diyorit bileşimine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Çambaşı (Ordu) yöresine ait granatlar grossular bileşiminde olup düşük oranlarda almandin-spesartin-pirop içerirler. Genelde granatlar grossular-andradit ($Gr_{0.43-0.92}Ad_{0.06-0.56}$) bileşim aralığındadır. Dereli yöresi granatları saf andradit ($Ad_{0.99}$) ve andradit-grossular ($Ad_{0.47-0.99}Gr_{0-0.51}$) bileşim

aralığındadır. Buna göre Çambaşı yöresine ait granatların grossularce zengin olması Al'ca zengin bir granitoid tarafından kontrol edilen ilksel metamorfizmaya bağlanmıştır.

Granatların konsantirik zonlanma göstermesi, skarn hidrotermal sistemi içerisinde hidrotermal çözeltilerde değişimleri meydana gelmesiyle açıklanmaktadır (Yardley vd., 1991). Granatları oluşturan bileşenlerin kimyasal içerikleri ve oksijen fugasitesindeki periyodik değişimleri zonlanmayı meydana getirir. Çalışma alanlarındaki granatların zonlu yapı gösterdikleri petrografik çalışmalarla ve mikroprob analizleri ile ortaya çıkarılmıştır. Granatların saf andradit, andradit-grossular ve grossular-andradit bileşiminde oldukları tespit edilmiştir. Granatların Al_2O_3 ve $FeO_{(T)}$ değerleri andradit ve grossular değerlerinde olduğu gibi merkezden kenara doğru dalgalanma gösterir. Konsantirik zonlanmanın nedeni kristal kafesindeki Al/Fe oranlarındaki ve oksijen fugasitesindeki değişimlerden kaynaklanır. Bu da bize oksijen potansiyelindeki değişimleri gösterir.

Çambaşı ve Dereli yörelerine ait granatların kenar zonları andraditce zenginlik gösterir. Bu da kenar zonlarındaki granatların merkezlere göre sıcaklığı daha düşük, oksijen fugasitesi daha yüksek ve tuzluluğu daha yüksek bir sistem tarafından kontrol edildiğini gösterir (Kwak vd., 1981).

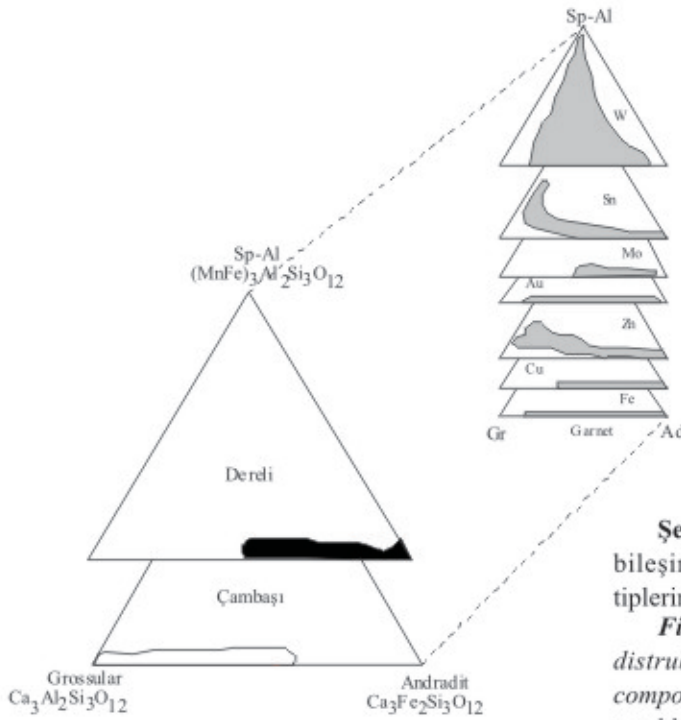
Granatların zonlu yapı sunmaları oluşumları sırasındaki denge ve denge-dışı koşulların anlaşılmasında kanıt olarak kullanılmaktadır. Granat zonlanması, basınç, sıcaklık, oksijen fugasitesi gibi sistem dışından kaynaklanan termodinamik şartların değişmesinden ve oluşan kristal ile sistemdeki akışkan arasındaki dengesizliklerin bir yansıması olarak değerlendirilmektedir. Granat morfolojisindeki anomaliler, granatı oluşturan sistemde granatların çok hızlı oranlarda büyüdüğünü, dolayısıyla

hidrotermal sistemde tıkanıklığa ve geçirgenliğin azalmasına neden olduğu ortaya koymaktadır (Yardley vd., 1991; Jamtveit ve Andersen, 1992; Jamtveit vd., 1995; Meinert, 1997).

Granat ve piroksenlerin bileşimleriyle skarnın içerdiği baskın metal arasındaki ilişki bir çok yazar tarafından ortaya konulmuştur (Burt, 1972; Meinert, 1980; Einaudi vd., 1981; Einaudi ve Burt, 1982; Nakano vd., 1994). Çambaşı ve Dereli yörelerindeki granatlar bileşimsel olarak sınıflandırılmış ve bunların dünyada bilinen skarn yataklarına göre dağılımları incelenmiştir. Buna göre yöredeki granatlar Fe-Cu'nun yanı sıra Au ve Zn skarnlarına da benzer bir dağılım göstermişlerdir (Şekil 13).

Literatürde de johansenitik (Mn) piroksenlerin daha çok Pb-Zn skarnlarında, Diyopsitik (Mg) olan piroksenlerin ise Cu-Fe yataklarında bulunduğu tespit edilmiştir (Einaudi vd., 1981; Einaudi, 1982; Nakano vd., 1994).

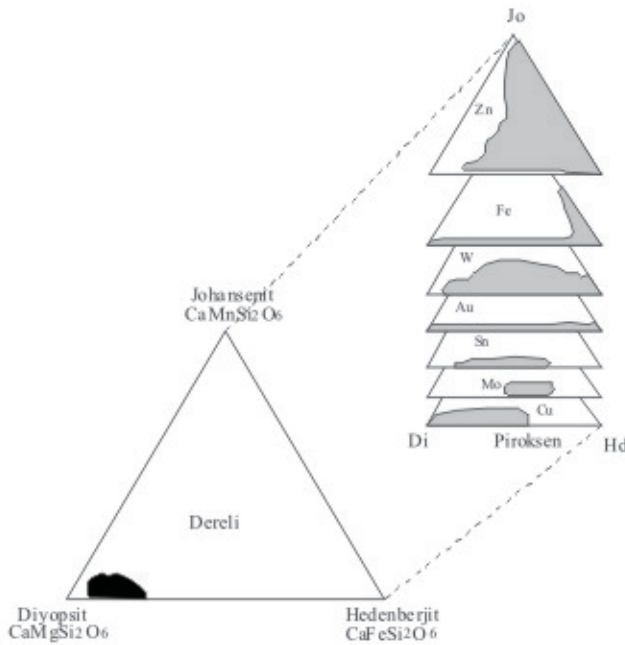
Dereli yöresi piroksenleri johansenitik, diyopsitik ve hedenberjit üçgen diyagramına göre diyopsitik olarak sınıflandırılmıştır. Piroksenlerin bileşimleri Dünyadaki skarn yatakları ile karşılaştırıldığında piroksenlerin bileşimiyle skarnların içerdiği baskın metal arasında bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Burt, 1972; Meinert, 1980; Einaudi vd., 1981; Einaudi ve Burt, 1982; Nakano vd., 1994). Buna göre Dereli yöresine ait skarn piroksenlerin dağılımlarının dünyadaki Fe-Cu (Au) skarnların dağılımlarına benzer dağılım göstermişlerdir (Şekil 14). Fe ve Cu cevherleşmeleri içerdiği bilinen Çambaşı ve Dereli yörelerindeki skarnların, granat ve piroksen bileşimleriyle de uyum içinde oldukları görülmüştür.



Şekil 13. Çalışma alanında yer alan granat bileşimlerinin dünyadaki değişik skarn yatak tiplerindeki granat bileşimleriyle karşılaştırılması

Figure 13. Comparative the compositional distributions of garnets in studied areas and composition of garnets in various skarn types in the world

Dereli yöresi skarn zonundaki amfibol örneklerinin Leake vd., (1997)'in sınıflamasına göre kalsik amfiboller olup magnezio-hornblend, ferrohornblend ve aktinolit olarak sınıflandırılmışlardır. Buna göre yöredeki amfibollerin kalsik grubu oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 14. Dereli yöresinde yer alan piroksenlerin bileşimlerinin dünyadaki değişik skarn yatak tiplerindeki piroksenlerin bileşimleriyle karşılaştırılması

Figure 14. Comparative the compositional distributions of pyroxenes in studied areas and composition of pyroxenes in various skarn types in the world

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar kısaca aşağıda özetlenmiştir:

Çalışılan alanlarda genel olarak, granat-piroksen ve epidot skarn olmak üzere iki tip ekzoskarn tanımlanmıştır. Çambaşı (Ordu) yöresindeki granatların konsantrik zonlanma gösterdikleri, Dereli (Giresun) yöresindeki granatların ise hem konsantrik hem de kumsaati şeklinde zonlanma gösterdikleri tespit edilmiştir. Çambaşı (Ordu) yöresine ait granatlar grossular bileşiminde ve düşük oranlarda almandin-spesartin-pirop içerirler. Dereli yöresine ait granatların saf andradit ve andradit-grossular bileşim aralığına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Dereli (Giresun) yöresine ait piroksenler johansanit, diyopsit ve hedenberjit üçgen diyagramına göre diyopsit olarak sınıflandırılmıştır. Dereli yöresi skarn zonundaki amfibol örnekleri Leake vd., (1997)'in sınıflamasına göre kalsik grubu amfiboller olup magnezio-hornblend, ferrohornblend ve aktinolit olarak sınıflandırılmışlardır. Çambaşı ve Dereli yöresi granat ve piroksenlerin kimyasal bileşimlerinin genel olarak Fe-Cu skarnlardaki granat ve piroksenlerin bileşimlerine benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir.

KATKIBELİRTME

Yazarlar bu çalışmaya maddi destek sağlayan KTÜ Araştırma Fonu Yönetim Kurulu Başkanlığı'na teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akçay, M. ve Tüysüz, N., 1997, Murgul Cu madeni çevresinde ağır elementlerin yanal dağılımı ve çevresel kirlilik üzerine etkileri, Geosound, 30, 725-741.
- Akçay, M., Lermi, A. ve Van, A., 1998, Biogeochemical exploration for massive sulphide deposits in areas of dense vegetation: an orientation survey around

the Kanköy Deposit (Trabzon-NE Turkey), Journal of Geochemical Exploration, 63, 173-187.

- Burt, D.M., 1972, Minerology and geochemistry of Ca-Fe-Si Skarn deposits: Unpublished Ph.D. Thesis, Harvard University, 256.
- Brijraj, K.D., Okrusch, M. ve Olesch, M., 1988, Minerology and genesis of zoned skarns from Chaur Hill, Himachal Himalaya, İndia, Neues Jahrbuch Miner. Abh., 158 (3) 211-224.
- Einaudi M.T., Meinert, L.D. ve Newberry, R.J., 1981, Skarn deposits: Econ. Geol., 75th Anniv. vol., 317-391,
- Einaudi M.T., 1982, Garnet and pyroxene compositions in skarn deposits. Carnegie Institution of Washington Yearbook, 81, 320-324.
- Einaudi, M.T. ve Burt, D. M., 1982. Introduction-terminology, classification, and composition of skarn deposits. Econ. Geol., 77, 45-795.
- Güç, A., 1978, Ordu-Çambaşı-Yundalan demir sahasının jeoloji raporu, M.T.A., Derleme No: 1563, Ankara.
- Güven, İ. H., 1993, Doğu Pontidlerin 1/250.00 Ölçekli Komplasyonu, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Jamtveit, B. ve Andersen, T. B., 1992, Morpological instabilities during rapid growth of metamorphic garnets, Phys and Chem. Of Minerals, 19 (3), 176-184.
- Jamtveit, B., Ragnarsdattir, K. V. ve Wood, B. J., 1995, On the origin of zoned grossular-andradite garnets in hydrothermal systems, Eur. J. Mineral, 7, 1399-1410.
- Kwak, T.A.P. ve Tan, T.H., 1981, The geochemistry of zoning in skarn minerals at the King Island (Dolphin Mine) Econ. Geol., 76 468-497.
- Leake, B.E., Woolley, A. R., Arps, C. E. S., Birch, W. D., Gilbert, M. C., Grice, J. D., Hawthorne, F. C., Kato, A., Kisch, H. J.,

- Krivovichev, V. G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J. A., Maresch, W. V., Nickel, E., H., Rock, N. M. S., Schumacher, J. C., Smith, D.C., Stephenson, N. C. N., Ungaretti, L., Whittaker, E. J. W. ve Youzhi, G., 1997, Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association commission on new minerals and minerals names, *Eur. J. Mineral.*, 9, 623-651.
- Meinert, L.D., 1980, Evolution of metasomatic fluids by transport over large distances: An example from the Paymaster Zinc Skarn, Esmeralde Co., Nevada, Vol., *Geol. Soc. America, Abstracts with Programs*, 12, 373-408.
 - Meinert, L.D., 1997, Application of skarn deposit zonation models to mineral exploration, *Exploration and Mining Geology*, 6, 185-208.
 - Morimoto, N., Frabies, J., Ferguson, A. K., Ginzburg, I. V., Ross, M., Siefert, F. A., Zussman, J., Aoki, K. ve Gottardi, G., 1988, Nomenclature of pyroxenes, *American Mineralogist*, 73, 1123-1133.
 - Nakano, T., Shimazaki, H. ve Shimizu, M., 1994, Pyroxene composition in the classification of skarn deposits, *Econ. Geol.*, 89, 1567-1580.
 - Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach *Tectonophysics*, 75, 181,-241.
 - Topaloğlu, H., 1977, Giresun-Dereli Kurtulmuş köyü demir zuhurunun jeoloji raporu, *Jd:246*, Ankara.
 - Tüysüz, N., Özdoğan, K., Er, M., Yılmaz, Z., ve Ağanoğlu, A., 1994, Pontid Adayayı'nda Carlin tipi Kaletaş (Gümüşhane) altın zuhuru, *Türkiye Jeol. Bült.*, 37, 41-46.
 - Tüysüz, N., ve Er, M., 1995, Lahanos (Espiye) ve İsraildere (Tirebolu) masif sülfid cevherleşmeleri çevresinde görülen hidrotermal alterasyon zonlarındaki kimyasal ve mineralojik değişimler, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 10, 104-113.
 - Tüysüz, N. ve Akçay, M., 2000, Doğu Karadeniz bölgesindeki altın yataklarının karşılaştırmalı incelemesi, *Cumhuriyetin 75. Yılı Yer Bilimleri ve Madencilik Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 625-645.
 - Yardley, B.W.D., Rochele, C.A., Barnicoot, A.C. ve Lloyd, G.E., 1991, Oscillatory zoning in metamorphic minerals: As an indicator of infiltration *Metasomatism.*, *Mineral Magazine*, 55, 357-365.