

Karamadazı (Yahyalı - Kayseri) Kontak Metazomatik Manyetit Yatağının Jeolojisi ve Oluşumu

Geology and Genesis of the Contact - Metasomatic Magnetite
Deposit at Karamadazı (Yahyalı - Kayseri)

VEDAT OYGÜR

MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüd ve Arama Dairesi, Ankara

"ÖZ" : Çalışma alanında Devoniyen-Jura yaş aralığında yer alan metamorfik kayalar yüzeylenmektedir. Eosen-Oligosen sırasında sokulum yapan mağmatik kayalar Permian kireçtaşlarını etkileyerek, dokanaklarında skarnları oluşturmuşlardır. Mağmatik kaya tarafından piroksenli skarnlar, kireçtaşı tarafındaysa granatlı skarnlardan oluşan bir zonlanma görülür. Piroksenli skarnlar başlıca diyopsid ve hedenberjitten; granatlı skarnlar ise grossular ve andraditten oluşurlar.

Kontak metazomatik oluşumlu Karamadazı manyetit yatağı bu skarn zonunda yer alır. Esas cevher minerali manyetittir. Daha az miktarlarda pirit, kalkopirit, pirotin de izlenmektedir. Demirin kökeni olasılıkla sokulum yapan mağmatik gövdededir. Asit nitelikli sulu eriyikler içinde demir klorid bileşimleri biçiminde taşınmıştır. Manyetit cevherleşmesi metazomatizmanın oksitli evresinde demir klorid eriyiğiyle kireçtaşı arasında gelişen tepkimeler sonucunda oluşmuştur. Sülfid mineralleriyse metazomatizmanın son evresinde gelen sülfidli eriyiklerin skarn ve manyetit içindeki çatlakları ve boşlukları doldurmasıyla oluşmuştur. Cevher gövdesi güneydoğuya eğimli bir mercek benzeri biçimdedir. Karamadazı manyetit yatağının tenörü % 54 Fe ve % 1,7 S; görünür rezervi 6.4 milyon tondur.

"ABSTRACT" : Devonian and Jurassic aged metamorphic rocks occur in the studied area. The igneous rocks intruded during the Eocene and Oligocene have affected the Permian limestones, and the skarns been formed metasomatically at this contact. There is a zoning in the skarns comprising the pyroxene-skarns adjacent to igneous rocks and the garnet-skarns adjacent to limestones. The pyroxene-skarns are consisting mainly of diopside and hedenbergite; the garnet-skarns mainly of grossularite and andradite.

The Karamadazı contact-metasomatic magnetite deposit is found in this skarn belt. Magnetite is the main ore mineral. Pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite seen with the lower quantity. The possible origin of the iron is in the intrusive body, and carried as ferrous-chlorides in the acidic hydrous solutions. The magnetite deposit had been formed by the reactions between the ferrous-chloride bearing-solution and the limestone in the oxidizing phase of the metasomatism. The sulfide minerals, however, formed by the sulfide-bearing solutions in the last phase and filled the fissures and the open spaces in the skarn and magnetite. The ore body has a lens-like shape dipping to the southeast. The grade of the ore is 54 % Fe and 1.7 % S, and the proved reserve is 6.4 million tons.

GİRİŞ

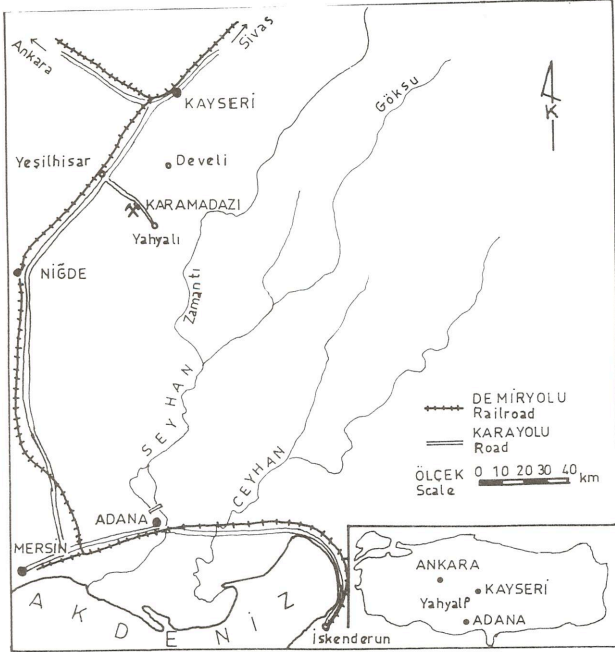
Karamadazı manyetit yatağı Kayseri ili Yahyalı ilçesinin yaklaşık 20 km. kuzeybatısındadır (Şekil 1). İşletme ocağına Yeşilhisar-Yahyalı karayolundan ayrılan 2 km'lik bir stabilize yolla ulaşılır.

Doğu Toroslar'ın kuzey kesiminde yer alan bölge daha önce birçok araştırmacı tarafından değişik amaçlarla çalışılmıştır. Blumenthal (1941, 1944), Baykal (1944), Okay (1954), Metz (1956), Abdüsselamoğlu (1959, 1962), Ulakoğlu (1983) ve Ayhan ve diğerleri (1984) yaptıkları çalışmalarda bölgede görülen kaya türlerini tanımlamışlar ve stratigrafik istife yerleştirmişlerdir. Özgül (1976), Tekeli (1980) ve Tekeli ve diğerleri (1981) ise bölgenin jeotektonik konumunu incelemişlerdir. Karamadazı manyetit yatağı ve yakın çevresindeki maden jeolojisi çalışmalarıyla Önay (1952), Brennich (1959),

Ağar ve Kıtay (1962), Aytuğ (1964), Jacobson ve diğerleri (1968) ve Şenöz (1985) tarafından yapılmıştır. Çalışmacılar, yatağın kontak metazomatik olarak oluştuğu görüşünde birleşmektedirler.

Karamadazı yöresinde geniş bir yayılım gösteren skarn kuşağının ve bu kuşakta yer alan cevherleşmelerin ayrıntılı olarak incelenmesi amacıyla çalışmalara tarafımızdan 1976 yılında başlanmış ve 1981 yılında tamamlanmıştır (Oygür ve diğ., 1978). Bu makalede, bu çalışmanın bir bölümü olan Karamadazı manyetit yatağının ve yakın dolayının jeolojisinden ve cevherleşmenin oluşumundan söz edilecektir.

Karamadazı manyetit yatağının işletilmesine 1950 yılında başlanmıştır. Önceleri kuyularda sürdürülen üretim daha sonra yeraltı madencilğine dönüştürülmüştür. Daha sonra ocağın üstü açılarak yeniden açık işletmeye geçilmiştir. Ocaktan yılda ortalama 35 ile 40 bin ton üretim



Şekil 1- Çalışma alanı yer bulduru haritası
Figure 1- Location map of the studied area

yapılmaktadır. Çıkarılan cevher, hem demiryolu ve hem de karayolu taşımacılığıyla İskenderun'a götürülmektedir. Maden alımı politikasındaki dalgalanmalar nedeniyle zaman zaman ara verilen Karamadazı yatağındaki madencilik çalışmaları günümüzde de sürmektedir.

JEOLJİK KONUM

Çalışma sahasında Devoniyen-Jura (?) yaş aralığında yer alan yeniden kristallenmiş kireçtaşları ve şistler ile bunları kesen mağmatik kayalar görülür. Blumenthal'e (1941, 1944) göre, Karamadazı ve çevresi "Siyah Aladağ'ın Permokarbonifer yaşlı kireçtaşları arazisinde" yer alır. Tekeli (1980) ve Tekeli ve diğerleri (1981) ise çalışma sahasının yer aldığı bölgeyi "Yahyalı İstifi" olarak adlandırmışlardır; bu makalede yazar da aynı adlandırmayı kullanacaktır. Tekeli'ye (1980) göre Üst Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı istif, alloktan peridotit napı altır da yer alan bir parotokton napıdır.

Yahyalı İstifi

Devoniyen yaşlı kalkışistler ve yeniden kristallenmiş kireçtaşları istifinin çalışma sahasında görülen en yaşlı birimini oluşturur (Şekil 2,3). Bunların üzerine kuvars-serizit-klorit-kalkışistler ile kalk serizit filiatları oluşur. Karbonifer şistleri gelir. Jeolojik konumuna göre bu birimin bir tektonik dokanakla alttaki Devoniyen kireçtaşları üzerine oturduğu sanılmaktadır. Karbonifer şistleri üzerine uyumlu olarak Permiyen yaşlı yeniden kristallenmiş kireçtaşları gelir. Karamadazı demir madeni çevresinde çok geniş bir alana yayılan birimin içinde kireçtaşlarıyla ilksel ilişkili ve uyumlu, değişik boyutlarda meta-kumtaşı arakatmanları ve mercikleri, ayrıca yer yer de şist, fillat ve kalkışist düzeyleri bulunur. Kireçtaşları sokulum yapan mağmatik kayaların dokanağında kısmen

mermerleşmişlerdir. Fay zonlarında ve metamorfik kayaların dokanağında kısmen mermerleşmişlerdir. Fay zonlarında ve metamorfik kayaların dokanağında ise ankeritli kireçtaşları olarak görülürler. Permiyen kireçtaşları üzerinde uyumlu olarak Triyas kilaşı-çamurtaşı-kireçtaşı ardışması yer alır. Tabanında ince bir düzey biçiminde konglomeratik ve oolitik kireçtaşları görülür. Bu birimin üzerinde yer alan Triyas dolotaşları, altındaki ardışmayla dereceli geçiş gösterir. Çalışma sahasının batı ucunda dolotaşlarının üzerine uyumlu olarak Jura (?) dolomitli kireçtaşları gelir. Permiyen kireçtaşlarından daha açık renkli olan bu kireçtaşları farklı bir yüzeysel ayrışma gösterirler. Birime yaş verebilecek fosilli düzeyler bulunmamıştır. Ancak, litolojik özellikleri ve saha gözlemlerine dayanılarak; benzer dolomitli kireçtaşlarının Toroslar'ın diğer kesimlerinde Jura'da görülmesi (Özgül, 1976; Ayhan ve diğ., 1984) nedeniyle birime olası Jura yaşı verilmiştir.

Yahyalı İstifi'nin tabanını, çalışma sahasının güneyinde Siluriyen yaşlı şistler o'uşturur (Ayhan ve diğ., 1984) İstifin en üstünde yer alan Jura (?) dolomitli kireçtaşlarının üzerine ise batıda transgresif olarak kırmızı renkli taban çakıtaşı, yeşil kumtaşı, volkanotortul dizi ve neritik kireçtaşlarından oluşan Kretase'ye ilişkin birimler gelir. İzlenen fosilli düzeylere göre Maestrihtiyen yaşlı olan bu kireçtaşları kesintisiz olarak Paleosen kireçtaşlarına geçerler (Oygür ve diğ., 1978).

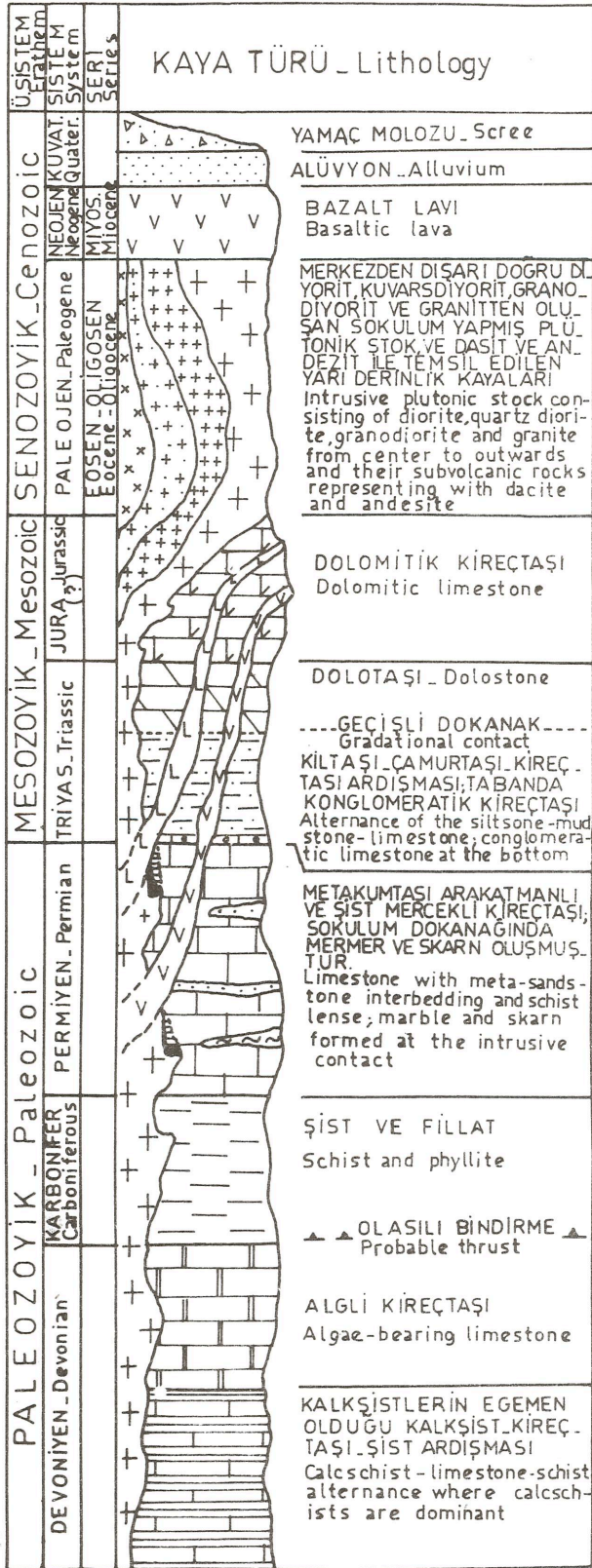
Yahyalı İstifi'nde yer alan çökel kayalar yeşil şist fa-siyesinde bölgesel metamorfizma geçirmişlerdir (Özgül, 1976).

Yahyalı Plütonu

Çalışma sahasının kuzeyinde, bir asit ve ortaç mağmatizmanın ürünleri olan derinlik ve yarı derinlik kayaları yüzeyler. Derinlik kayaları granit, granodiyorit, kuvars diyorit ve diyoritten oluşur. Dasit ve andezit bileşimli yarı derinlik kayalarıysa sahanın batısında küçük yüzeylemeler biçiminde görülür (Şekil 3).

Derinlik kayaları stok biçiminde ve dokanaklarının komşu birimler iç yapısıyla olan konumlarına göre uyumludurlar. Yarı derinlik kayalarıysa damar biçiminde yerleşmişlerdir. Bu plütonik kayaların Permiyenkireçtaşlarıyla olan dokanağında kontak metazomatizma gelişmiştir.

Plütonik kayaların birbirleriyle olan ilişkilerinde belirgin bir mağmatik zonlanma görülür (Şekil 3). Karakuş-kayası'nda geniş bir alanda granit yüzeyler; batıya doğru sırasıyla granodiyorit ve kuvarsdiyorit görülür. Karamadazı ocağında yapılan sondajlardaysa diyorit kesilmiştir (Ağar ve Kitay, 1962). Daha batıda, çalışma sahasının dışında sırasıyla granodiyorit ve granit yeniden yüzeyler (Oygür ve diğ., 1978). Diyorit plütonik stoğun çekirdeğini; kristallenme ayrılaşması sonucunda gerek doğu ve gerek batıya doğru da kuvarsdiyorit, granodiyorit ve granit çekirdekten uzaklaşma yönünde stoğun dış kuşaklarını oluşturmaktadır.



Şekil 2- Karamadazi yöresinin genelleştirilmiş dikme ke-
sidi

Figure 2-Generalized columnar section of the Karamada-
zı area

Çalışma sahasının hemen batısında bu mağmatizma-
nın yarı derinlik ürünlerinden riyodasit ve albitporfiritler
Maestrihtiyen-Paleosen kireçtaşlarını keserler; yine aynı
yörede Miyosen taban çakıltaşında mağmatik kayaların
çakılları görülmektedir (Oygür ve diğ., 1978). Bu verilere
göre çalışma sahasında mağmatik kayaların Eosen-Oli-
gosen sırasında yerleştiği söylenebilir. Ulakoğlu'nun
(1983) ileri sürdüğü Hersiniyen yaşı ise kenilikle söz ko-
nusu değildir.

Yahyalı Plütunu mineralojik bileşimi itibariyle Chap-
pell ve White (1974) ve Didier ve diğerlerinin (1982) be-
lirttiği orojenik granitlerin kökenine ilişkin ayırım ölçüt-
lerine göre I-tipi granitoidler sınıfına (I: igneous-mağma-
tik) girmektedir. Granitoidin bol biyotitli olması, hornb-
lende bulunması, titanit içermesi, apatit kapanımlarının
varlığı gibi I-tipi granitoidlere ilişkin belirgin özellikler
Yahyalı Plütunu'nda da görülmektedir. Chappell ve White'a
(1974) göre, mağmasal kökenli kaynak malzemenin
bölümsel ergimesi sonucunda bu tür granitler oluşmuş-
tur.

Yularıköy Bazalt Lavı

Erciyes volkanizmasına ilişkin bazalt lav akıntısı saha-
nın kuzeyinde Yularıköy'ün hemen batısında bir dil biç-
minde uzanmaktadır. Erciyes volkanizmasının etkinliği
Ponsiyen'de başlamış, andezit ve bazalt lavları yörede ge-
niş bir alana yayılmıştır (Lahn, 1945). Yularıköy bazaltı
mineralojik bileşimine göre oilvinli bazalt olarak adlandırılır.

Tektonik

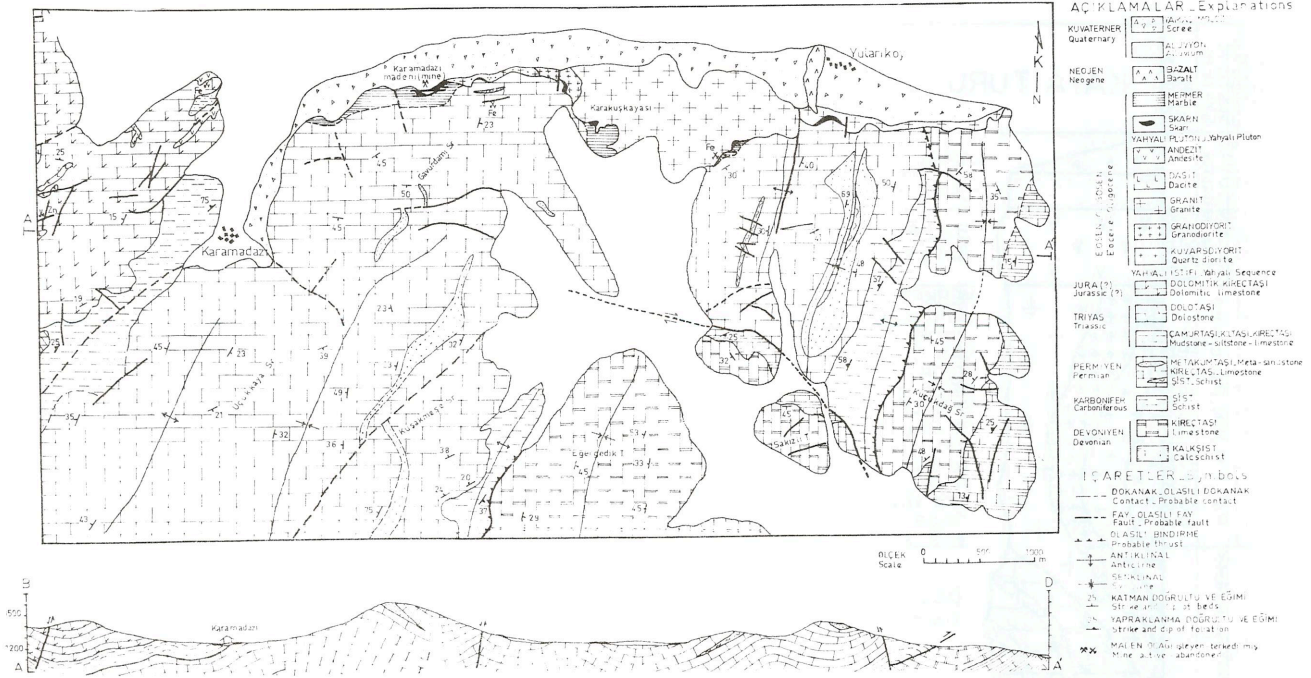
Çalışma sahasının yer aldığı bölgenin tektonik yapısı
başlıca Alpin dağılımı sırasında gelişmiştir (Ketin,
1963).

Karamadazi ve yöresinde, genelde KB-GD ve GB-KD
uzanımlı çok sayıda eğim atımlı ters fay izlenmektedir.
Karamadazi ocağında D-B yönde üç büyük kırık hattı
birbirlerine paralel olarak gelişmiş ve diğer fayları kes-
miştir. Bu faylar cevher gövdesini büyük ölçüde etkile-
miştir.

Sakızlı Tepe'nin hemen kuzeyinden geçen KB-GD
yönlü bir doğrultu atımlı fayla da Devoniyen kireçtaşları
ve kalkıştleri Permiyen kireçtaşlarının karşısına gelmiş-
tir. Aynı tektonik sonucu Küçükdağ sırtındaki Karboni-
fer şistlerinin güneye doğru devamı daha batıda Kuşak-
meşe sırtında görülür.

Çalışma sahasında görülen yapısal olaylardan birisi de
Karbonifer şistlerinin tektonik dokanakra Devoniyen ki-
reçtaşlarının üzerine gelmesidir. Olasılıkla Erken Alpin
dönemde başlayan kıvrılma daha da ileri giderek bir bin-
dirmeye dönüşmüş, sonucunda Karbonifer şistleri Devo-
niyen kireçtaşlarının üzerine itilmiştir.

Çalışma sahasında Alpin tektoniğine bağlı olarak ge-
leşmiş bir dizi antiklinal ve senklinalden oluşan kıvrımlı
bir yapı da görülür. Kıvrım eksenleri genel olarak KD-GB
yönlüdür. Senklinal eksenleri morfolojik olarak tepeler-
den ve sırtlardan, antiklinal eksenleri ise vadilerden geç-



Şekil 3- Karamadazi yöresi jeoloji haritası (Ayhan ve diğ.ne (1984) göre düzeltilmiştir)
Figure 3-Geological map of the Karamadazi area (Revised from Ayhan et al., 1984).

mektedir.

KONTAK METAZOMATİZMA ve SKARNLAR

Yahyalı Plütonu'nun sokulumu sonucu Permiyen kireçtaşlarıyla olan dokanağında metazomatizma yoluyla skarnlar oluşmuştur. Skarnların yayılımı çok değişkendir ve bu dokanağın her yerinde görülmezler. Skarnları çevreleyen kireçtaşları da kısmen mermerleşmiştir.

Karamadazi ocağının bulunduğu kesimde skarnlar, magmatik kaya ile kireçtaşı arasındaki dokanak boyunca kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan ve güneydoğuya eğimli bir kuşak biçimindedir. Bu dokanağın kireçtaşlarının katmanlanma düzlemleriyle uyumlu olması nedeniyle metazomatizma yol açan akışkanlar sadece bu dokanak boyunca yayılmışlardır. Sahanın diğer kesimlerindeyse skarnlar daha küçük boyutlu ve seyrek olarak görülen mercerler biçimindedir.

Oluşum

Karamadazi skarnı magmatik kaya ile kireçtaşı arasındaki dokanakta, magmatizma sonrası akışkanlar ile kireçtaşları arasındaki tepkimeyle oluşmuştur. Metazomatizma yol açan bu akışkanlar, magmatik sokulumun geldiği aynı derin kaynağı bağlıdır ve magmatik sürecin tümüyle kesilmesinden sonra etkin hale gelmiştir. Yerleşme mekanizması açısından, metazomatik akışkanların yayılması (difüzyon) ile oluşan skarnların (bimetazomatik skarnlar) özelliklerini gösterirler (Korzinski, 1964; Zharikov, 1970) Yayılma sürecinde, kireçtaşı ile magmatik kaya arasındaki dokanak boyunca silika ve alümina kireçtaşı içine doğru yayılırken, kalsiyum da magmatik kaya içine doğru yayılmıştır. İki yayılmanın karşılaştığı zonda metazomatizma gelişmiştir. Bu nedenle Kara-

madazi skarnında metazomatizma kayanın belirli bir hacminde görülür ve metazomatizma cephesi de düzlemseldir.

Karamadazi skarnının oluşum ısısı izlenen minerallere göre kuramsal olarak $500^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$ dir, ve skarn derin olmaayan ortamda 250 ile 1000 bar arasındaki basınçta oluşmuştur (Zharikov, 1970; Reverdatto, 1974). Karamadazi skarnında wollastonitin bulunmaması da skarn oluşumu sırasında orta nın görece orta basınç altında kaldığını ve ısının yüksek olmadığını göstermektedir (Greenwood, 1967).

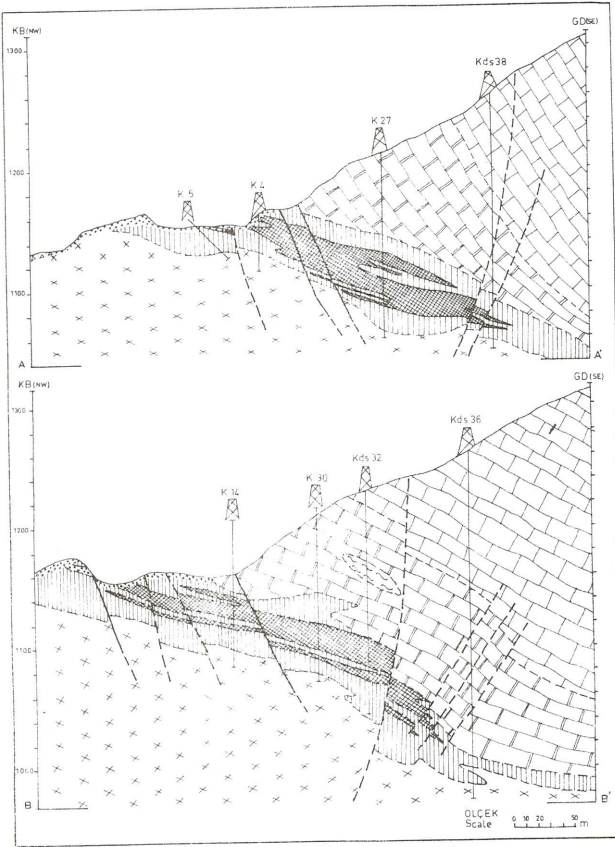
Zonlama

Karamadazi skarn kuşağında magmatik kaya tarafında piroksenli skarnların ve kireçtaşı tarafındaysa granatlı skarnların yer aldığı belirsiz bir zonlanma izlenir. Magmatik kayadan itibaren mineral dizilimi Hedenberjit → Diyopsid → Granat → Mermer biçimindedir. Skarn oluşumu sırasında oldukça yavaş gelişen çift yönlü kimyasal tepkime sonucunda zonların üstüste binerek birbirleriyle karışmaları nedeniyle Karamadazi skarnında bu zonların oluşumunun olasılıkla eş zamanlı olduğunu söyleyebiliriz.

Skarnların Mineralojisi

Karamadazi skarnı bileşimi açısından klasikdir. Skarnlar metazomatizmanın başlangıcındaki silikatlı evreyi temsil ederler.

Granatlı skarnlar yarı özbiçimli grossularit ve andradit karışımından oluşur. Granat mineralleri yer yer kalsitleşme gösterirler. Ayrıca az miktarda diyopsid, epidot, klorit ile çok az kuvars ve biyotit de görülür.



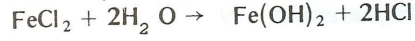
Şekil 5- Karamadazi demir yatağının jeoloji kesitleri. Açıklamalar şekil 4'tedir (Oygür ve diğ.den, 1978)

Figure 5-Cross sections of the Karamadazi iron deposit. Explanations are in Figure 4 (From Oygür et al., 1978)

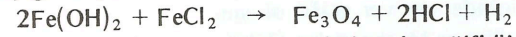
panen, 1967), Granit dokanağında manyetitin oluşumu özel tepkimeler gerektirmez; fakat, olağandan hafifçe daha fazla oksitlenmiş (10^{-15} ile 10^{-17} atmosfer arasındaki O_2 basıncı) basit koşullar gerektirir (Krauskop, 1957).

Demir, zayıf asit nitelikli ve sulu eriyikler içinde iki değerli olarak klorin bileşimleri biçiminde taşınır. Whitney ve diğerlerinin (1985) yaptığı deneysel çalışmada da düşük ısılarda iki değerli demirkloridin baskın biçim olduğu görülmüştür. Metazomatizma cephesine kireçtaşından gelen $CaCO_3$ ile gelişen tepkimeler sonucunda da oksitler biçiminde çökler. Cevher yataklanmasına yol açan tepkimelerin başlıca nedeni kalsiyum karbonatla karşılaştığında eriyikte oluşan pH artışıdır (Holser ve Schnee, 1961). Kukhara'nın (1925) yaptığı deneylere göre manyetitin oluşumu için eriyiğin demir hidroksit içermesi gerekir, aksi halde hiçbir zaman manyetit doğrudan çökmemektedir. Demir hidroksitin oluşumu ise de demir kloridin tepkimeye girdiği suyun varlığına bağlıdır (Sangster, 1969). Bu tepkime, ortamda

$CaCO_3$ in varlığına bağlı olarak pH daki artışın şiddetlendirdiği bir hidroliz olayıdır. Eriyikte açığa çıkan HCl çevre kayadan gelen $CaCO_3$ tarafından etkisizleştirilerek manyetitin çökmesi sağlanır. Bu sırada serbestleşen CO_2 ise eriyiği seyrelterek daha sonraki depolanmalara neden olur (Whitney ve diğ., 1985).



Böylece manyetit, demir klorid eriyiği ile $Fe(OH)_2$ arasında gelişen tepkimeyle kolayca doğrudan oluşabilir. Manyetitteki oksijenin kaynağı da demirkloridi taşıyan eriyiğin suyu olmalıdır (Kalinin, 1962).



Metazomatizmanın son evresinde gelen sülfüdlü eriyikler, daha önce oluşan skarn ve manyetit içindeki çatlak ve boşlukları doldurmuştur. Böylece sülfüdlü evrede oluşan pirit, kalkopirit ve pirotin manyetit içinde saçınımlar, damarcıklar ve yer yer küçük boyutlu mercerler biçiminde görülür. Sülfüdlü evreden sonra gelişen ve spekülarit ile temsil edilen oksitli evrenin bir yinelenmesi de gözlenmektedir. Sülfidleşme sonrasındaki alterasyona bağlı olarak kalsit ve kuvars, manyetitin oksitlenmesiyle de hematit oluşmuştur. Karamadazi manyetit yatağındaki genelleştirilmiş oluşum sırası Çizelge 1 de gösterilmiştir.

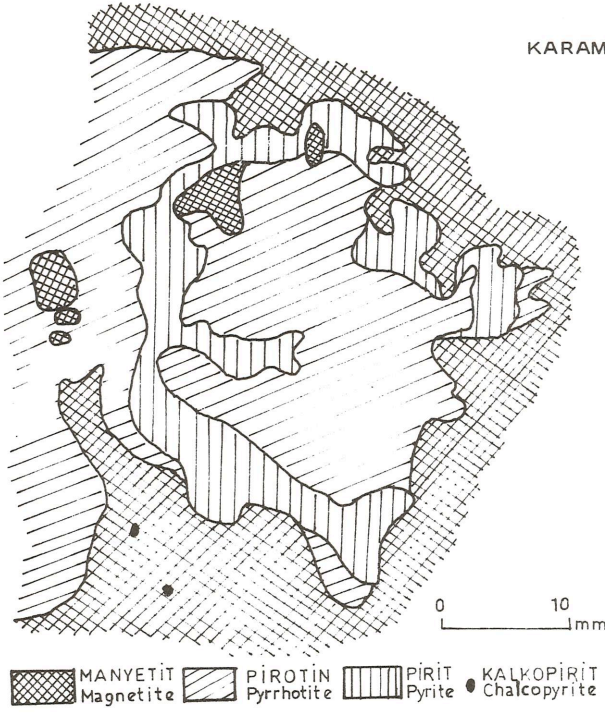
SKARN MİNERALLERİ Skarn minerals	_____
MANYETİT_Magnetite	_____
PIROTİN_Pyrrhotite	_____
PIRİT_Pyrite	_____
KALKOPİRİT.Chalcopyrite	_____
SPEKÜLARİT_Specularite	_____
HEMATİT_Hematite	_____
KUVARS_Quartz	_____

Çizelge 1- Karamadazi manyetit yatağında genelleştirilmiş oluşum sırası

Table 1- Generalized paragenetic sequence at the Karamadazi magnetite deposit

Cevherin Mineralojisi

Karamadazi cevheri bolca kataklastik doku ve basınç ikizlenmeleri gösteren, yarı özbiçimli ve özbiçimsiz mikro oluşumlar biçiminde ve birbirleriyle kenetli, en fazla 100-150 mikron büyüklükte manyetitten ibarettir. Manyetit, çatlak ve dilinimler boyunca oksidasyon sonucu kısmen martitleşerek maghemit ve hematite dönüşümler de gösterir. Pirit, masif manyetit ve skarn içinde baştanbaşa saçılmıştır. Manyetit içerisinde ve kısmen pirit içerisinde az miktarda kalkopirit görülür (Şekil 6). Ayrıca pirit içerisinde eser miktarda kapanımlar biçiminde ve çok küçük taneli pirotin, ara ürüne (pirit + markazit) dönüşmüş pirotin, çok az sfalerit ve izlenir. Gang mineralleri olarak diyopsid, granat, epidot, ku-



MANİYETİT Magnetite PİROTİN Pyrrhotite PİRİT Pyrite KALKOPİRİT Chalcopyrite

Şekil 6- Cevher minerallerinin birbirleriyle olan ilişkilerini gösterir şematik resim.

Figure 6- Schematic view showing the relationships of the ore minerals

vars, kalsit, klorit görülür.

Yatağın Rezerv ve Tenörü

Karamadazi manyetit yatağının ortalama tenörü % 54 Fe ve % 1.7 S dür. Tenör, sondajlarda kesilen cevherli düzeylerden alınan 156 adet örneğin kimyasal analizlerinden ağırlıklı ortalama yöntemiyle hesaplanmıştır. Cevherdeki safsızlıklar belirgin olarak düşüktür (Çizelge 2). Bu değerlere göre kimyasal bileşimi açısından Demir ve Çelik Fabrikaları'nın baz bileşimine çok yakın olması nedeniyle cevherde herhangi bir ayırım yapılması gerekmemektedir.

Karamadazi yatağında rezerv hesapları, hazırlanan jeoloji kesitleri üzerinde cevher yüzeylemeleri ve sondajlarda kesilen cevherli düzeylerden yararlanılarak yapılmıştır. Bu hesaplamalarda kesik koni formülü kullanılmıştır. Cevherin yoğunluğu, sondajlarda kesilen değişik tipteki cevherleri temsil eden örneklerden laboratuvarda saptanan yoğunlukların ağırlıklı ortalaması alınarak 4.21 gr/cm³ olarak bulunmuştur. Hesaplamalar sonucunda Karamadazi demir yatağında 6.4 milyon ton görünür rezerv bulunmuştur.

% Fe	% S	% SiO ₂	% Cu	% Ti	% Mn	% V	% Al	% P	% As	% CaO+MgO
54.0	1.7	10.90	0.02	0.02	0.15	0.01	0.15	1.0	0.2	6 (yaklaşık)

Çizelge 2- Karamadazi demir cevherinin ortalama kimyasal bileşimi

Table 2- Average chemical composition of the Karamadazi iron ore

Skarnların oluşumuna yol açan metazomatizmanın başlangıcındaki silikatlı evreyi Karamadazi manyetit

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Karamadazi manyetit yatağının çevresinde yapılan çalışma sonucunda Devoniyen-Jura (?) yaşlı metazomatik kayalardan oluşan Yahyalı İstifi ve bunu kesen Yahyalı Plütönu'nun jeolojisi ayrıntılı olarak çıkarılmıştır.

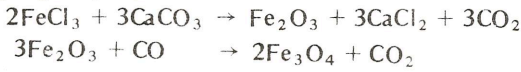
Yahyalı Plütönu, mineralojik bileşimine göre Chappell ve White (1974) tarafından önerilen orojenik granitlerin I-tipi sınıfına girer. Bu tür granitler ortaç bileşimli ve türdeş mağma kökenli kaynak grecin ultrametamorfizma ile bölümsel ergimesi sonucunda oluşurlar (White ve Chappell, 1977). Stern ve Wyllie (1981) ise I-tipi granitlerin, manto peridotiti yahut yitime uğramış okyanusal kabuğa ilişkin ilksel mağma kökenli olmadıklarını belirtirler. Yaptıkları deneysel gözlemlere göre granit bileşimli ilksel sıvılar kabuktan kaynaklanmışlardır. Yazarlara göre, kalıntı kabuksal minerallerle birlikte granit sıvısı ortaç bileşimli plütönik mağmaları oluşturabilir. Dider ve diğerleri (1982) ise I-tipi yerine M-tipi granitler (M: mantle-manto, yahut mixed crustal + mantle - karışmış kabuk + manto) terimini önerirler. Bowoen ve diğerleri (1984) bu tür granitlerin kapalı sistemde kristal-sıvı bölümlenmesiyle yahut birleşmiş bölümlenme ergime yoluyla oluşabileceğini ileri sürerler. Yahyalı Plütönu'nun bu kavram içerisindeki yerini daha iyi belirlemek için ayrıntılı izotop ve jeokimya çalışmalarının yapılması gereklidir.

Yahyalı Plütönu'nun Eosen-Oligosen sırasında so-kulumu sonucunda Permiyen kireçtaşlarıyla olan dokanakta skarnlar oluşmuştur. Skarnlar, metazomatik akışkanların yayılması yoluyla, her iki kaya türü arasındaki karşılıklı etkileşim sonucunda gelişmişlerdir. Mağmatik kaya tarafından piroksenli ve kireçtaşı tarafındaysa granatlı skarnlardan oluşan belirsiz bir zonlanma izlenmektedir. Bu dizilim, genel zonlanma kavramına (Einaudi ve Burt, 1982) ters gibi görünmekteyse de Perry (1969) Christmas Mine'da ve Nokleberg (1981) ters gibi görünmekteyse de Perry (1969) Christmas Mine'da ve Nokleberg (1981) Strawberry Mine'da aynı zonlanmayı saptamışlardır. Thompson'un (1975) kalksilikat yayılma zonlarına ilişkin çalışmasında ve Vidal'e'nin (1969) yayılma değişik tokuş deneylerinde de granatın kalsiyumca zengin kaya türü (mermer) yakınında deriştiği belirtilmektedir.

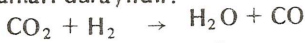
yatağını oluşturan oksitli evre izlemiştir. Daha sonra sırasıyla pirit, kalkopirit ve pirotinle temsil edilen sülfidli

evre ve spekülaitin oluştuğu bir ikinci oksitli evre de gelişmiştir.

Yatağın oluşumu için gerekli kaynak gereci sağlayabilecek olağan dışı demir niceliği içeren herhangi bir kaya türü çalışma sahasında görülmemektedir. Bu nedenle demirin olasılıkla sokulum yapan gövdeyle aynı mağmatik kökene bağlı olduğu düşünülmektedir. Plütonu oluşturan granitik sıvı, bölümsel ergime sırasında demiri çevreden kazanmıştır. Ancak metazomatik akışkanların yükselimleri sırasında daha, derinlerdeki ferromagnezyen minerallerce zengin yan kayalardan demiri bünyelerine alabilecekleri de düşünülebilir. Demir, hafifçe asit nitelikli ve sulu eriyikler içinde iki değerli klorin bileşimleri biçiminde taşınmıştır. Kalsiyum karbonatın neden olduğu pH artışıyla demir kloridlerin şiddetli hidrolizi sonucunda manyetit biçiminde çökelmiştir. Manyetit için gerekli olan oksijenin kaynağı demir kloridli eriyiğin suyudur (Kalinin, 1962). Manyetitin kontak metazomatik yataklardaki oluşumuyla ilgili bir diğer görüşe göreyse, Vinogradov ve Dontsova (1952; Kalinin, 1962 den) demirin susuz üç değerli klorin bileşimleri biçiminde ($FeCl_3$ yahut Fe_2Cl_6) taşındığını belirtirler. Bu görüşe göre manyetitin oluşumu için gerekli olan oksijenin kaynağı Co_3^{+2} iyonlarıdır.



Bu tepkimelere göre manyetitin oluşabilmesi için CO_2 in CO e dönüşmesi gerekir. Oysa Hawley ve Robertson'a (1948) göre 400° ile $800^\circ C$ ler arasında $CO : CO_2$ oranları duraylıdır.



tepkimesi ancak $1500^\circ C$ nin üzerindeki sıcaklıklarda gelişebilir (Kalinin, 1962). Metazomatizma sürecindeyse bu sıcaklığa ulaşmak olanığı yoktur.

KATKI BELİRTME

Makalenin yazımı sırasında yardımlarını esirgemeyen Yunus Lengeranlı'ya, taslağı okuyarak yapıcı eleştirileriyle katkıda bulunan Dr. M. Cemal Göncüoğlu ve Dr. Atilla Sözen'e teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdüsselamoğlu, Ş., 1959, Yukarı Seyhan bölgesinde Doğu Torosların jeolojik etüdü: MTA Gen. Md., Rapor No 2668 (yayınlanmamış).
- Abdüsselamoğlu, Ş., 1962, Kayseri-Adana arasındaki Doğu Toroslar bölgesinin jeolojisi hakkında rapor: MTA Gen. Md., Rapor No 3264 (yayınlanmamış).
- Ağar, Ü. ve Kıtay, R., 1962, Kayseri ile Yahyalı ilçesi Karamadazı köyü Özkoyuncu manyetit zuhuru civarının jeolojisi ve rezervi: MTA Gen. Md., Rapor No 2886 (yayınlanmamış).
- Ayhan, A., Lengeranlı, Y., Çeltel, N. ve Aksoy, E., 1984 Aladağlar (Batı Zamanlı) yöresi (Yahyalı-Çamardı) jeolojisi ve kurşun-çinko etüdü: MTA Gen. Md., Rapor No 7501 (yayınlanmamış).
- Aytuğ, G., 1964, Kayseri-Yahyalı demir etüdü: MTA Gen. Md., Rapor No 3734 (yayınlanmamış).

- Bartholome, P., 1970, Minerais et skarn dans les aureoles de metamorphisme: Miner. Deposita, 5, 345-353.
- Baykal, F., 1944, Malatya-Kayseri arasındaki Torosların jeolojik yapısı: MTA Gen. Md., Rapor No 1703 (yayınlanmamış).
- Blumenthal, M., 1941, Niğde ve Adana vilayetleri dahilindeki Torosların jeolojisine umumi bir bakış: MTA Gen. Md. Yayınl. Seri B, No 6, 48 s.
- Blumenthal, M., 1944, Kayseri-Malatya arasındaki Toros bölümünün Permokarbonifer arazisi: MTA Gen. Md., 1/31 105-118.
- Bowden, P., Batchelor, R.A., Chappell, B.W., Didier, J. ve Lameyre, J., 1984, Petrological, geochemical and source criteria for the classification of granitic rocks: A discussion: Phys. Earth Planet. Inter., 35, 1-11.
- Brennich, G., 1959, Kayseri vilayetinde Karamadazı ile Yahyalı arasında kalan mıntıkının jeolojisi: MTA Gen. Md., Rapor No 2758 (Yayınlanmamış).
- Chappell, B.W. ve White, A.J.R., 1974, Two contrasting types of granites: Pacific Geol., 8, 173-174.
- Didier, J., Duthou, J.L. ve Lameyre, J., 1982, Mantle and crustal granites: Genetic classification of orogenic granites and the nature of their enclaves: J. Volc. Geoth. Res., 14, 125-132.
- Dimanche, F., 1971, Les minerais de magnetite et les skarns du Ginevro (Ile d'Elbe, Italie): Miner. Deposita, 6, 356-379.
- Einaudi, M.T. ve Burt, D.M., 1982, Introduction-Terminology, classification and composition of skarn deposits: Econ. Geol., 77, 745-754.
- Fonteilles, M. ve Machairas, G., 1968, Elements d'une description petrographique et metallogenique du gisement de scheelite du Salau (Ariege): Bull. BRGM, II. serie, No 3, 63-85.
- Greenwood, H.J., 1967, Wollastonite, Stability in $H_2O - CO_2$ mixtures and occurrence in a contact-metamorphic aureole near salmo, British Columbia: Am. Mineral., 52, 1668-1680.
- Hawley, J.E. ve Robertson, C., 1948, Supposed oxidation of Fe_3O_4 by CO_2 : Econ. Geol., 43, 603-609.
- Holser, W.T. ve Schneer, C.J., 1961, Hydrothermal magnetite: Geol. Soc. Am. Bull. 72, 369-386.
- Jacobson, H.S., Yazgan, D., Arda, T. ve Filibeli, H., 1968, Karamadazı demir madeninin jeolojisi, Kayseri-Türkiye: MTA Gen. Md., Rapor No 4542 (yayınlanmamış).
- Kalinin, D.V., 1962, Formation of magnetite in contact metasomatic iron deposits: Geochemistry, 7, 722-727.
- Ketin, İ., 1963, 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Kayseri paftası :zahnamesi: MTA Gen. Md.
- Korzhinski, D.S., 1964, An outline of metasomatic process: Intern. Geol. Rev., 6, 1713-1734, 1920-1952, 2169-1298.
- Krauskopf, K.B., 1957, The heavy metal content of magnetic vapor at $600^\circ C$: Econ. Geol., 52, 786-807.
- Kukhara, M., 1925, Experiments on hydrothermal precipitation of magnetite and hematite: Japan.J.Geol.

- Geography, 4, 1-32.
- Lahn, E., 1945, Anadolu'da Neojen ve Dördüncü Zaman volkanizması: Türk. Coğ. Derg., III, No 7/8.
- Metz, K., 1956, Aladağ ve Karanfil dağının yapısı ve bunların Kilikya Torosu tesviye edilen batı kenarı hakkında malumat husulu için yapıları jeolojik etüd: MTA Derg., 48, 63-73.
- Nokleberg, W.J., 1981, Geologic setting, petrology and geochemistry of zoned tungsten-bearing skarns at Strawberry Mine, Central Sierra Nevada, California: Econ. Geol., 76, 111-133.
- Okay, A.C., 1954, Kayseri, Niğde ve Tuzgözü arasındaki bölgenin jeolojisi: MTA Gen. Md., Rapor No 2252 (yayınlanmamış).
- Oygür, V., Yurt, M.Z., Yurt, F. ve Sarı, İ., 1978, Kayseri-Yahyalı-Karamadazi ve Kovalı yöresi demir madenleri jeoloji raporu: MTA Gen. Md., Rapor No 6609 (yayınlanmamış).
- Önay, T.Ş., 1952, Kayseri ili Develi ilçesi Yahyalı bucağında Mustafa Koyuncu'ya ait manyetit madeni hakkında maden jeolojisi raporu: MTA Gen. Md., Rapor No 1984 (yayınlanmamış).
- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel jeoloji özellikleri: Türk. Jeol. Kur. Bült., 19/1, 65-78.
- Perry, D.V., 1969, Skarn genesis at the Christmas Mine, Gila County, Arizona; Econ. Geol., 64, 255-270.
- Piirainen, T. ve Piispanen, R., 1967, On the origin of primary skarn iron ores: Compt. Rend. Soc. Geol. Finlande, XX IX, 101-104.
- Reverdatte, V.V., 1974, The facies of contact metamorphism: Dept. Geol. Publ., Canberra (Australian National Univ.), 233 s.
- Sangster, D.F., 1969, Contact-metasomatic magnetite deposits of SW British Columbia: Geol. Surv. Canada Bull., No 172, 85 s.
- Stern, C.R. ve Wyllie, P.J., 1981, Phase relationships of I-type granite with H₂O to 35 kbars: The Dinkey Lakes biotite-granite from the Sierra Nevada Batholith: J. Geophys. Res., 86, 10412-10422.
- Şenöz, E., 1985, Yahyalı (Kayseri) yöresi demir yataklarının jeolojisi, oluşumu ve kökeni: Cumhuriyet Üniv. Müh. Fak. Derg., Seri-A Yerbilimleri, c. 2, s. 1, 85-104.
- Tekeli, O., 1980, Toroslarda Aladağların yapısal evrimi: Türk. Jeol. Kur. Bült., 23/1, 11-14.
- Tekeli, O., Aksay, A., Evren-Ertan, İ., Işık, A. ve Ürgün, B.M., 1981, Toros ofiyolit projeleri Aladağ projesi raporu: MTA Gen. Md., Rapor No 6976 (yayınlanmamış).
- Thompson, A.B., 1975, Calc-silicate diffusion zones between marble and pelitic schist: J. Petrology, 16, 314-346.
- Ulakoğlu, S., 1983, Karamadazi granit ve çermesinin jeolojisi: Jeol. Müh., 17, 69-78.
- Vidale, R.J., 1969, Metasomatism in a chemical gradient and the formation of calc-silicate bands: Am. J. Sci., 207, 857-874.
- White, A.J.R. ve Chappell, B.W., 1977, Ultrametamorphism and granitoid genesis: Tectonophysics, 43, 7-22.
- Whitney, J.A., Hemley, J.J. ve Simon, F.O., 1985, The concentration of iron in chloride solutions equilibrated with synthetic granitic compositions: The sulfur-free system: Econ. Geol., 80, 444-460.
- Zharikov, V.A., 1970, Skarns: Intern. Geol. Rev., 12, 541-559, 619-647, 760-775.