



Karamadazı Demir Yatağında Skarn Zonlanması ve Mineralojisi

Skarn Mineralogy and Zoning Patterns of Karamadan (Yahyalı-Kayseri) Iron Deposit

İlkay KUŞÇU

Niğde Üniversitesi, Aksaray Müh. Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 68100 Aksaray
e-posta: gikiiscu@ixir.com

Gonca GENÇALİOĞLU KUŞÇU
M. Cemal GÖNCÜOĞLU

Niğde Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51100 Niğde
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara
e-posta: mcgoncu@metu.edu.tr

Öz

Yahyalı ilçesinin (Kayseri) yaklaşık 10 km kuzeybatısında yer alan Karamadazı demir yatağı Karamadazı Graniti ile Yahyalı istifinde yer alan Akbaşı Formasyonu dokanağı boyunca gelişmiş tipik bir skarn yatağıdır. Skarnlaşmaya sebep olan plütonik kütle granit-monzodiyorit bileşimlerine sahiptir. Granit bölgede etkili olan neotektonik olaylar sonucu oluşan yaklaşık D-B ve KD-GB yönlü çatlak sistemlerinin etkisinde kalarak ezilmiş ve ufalanmıştır, ancak ayrışma ve alterasyon izleri gözlenmez. Skarnlaşmanın gözlendiği karbonatlı kayaçlar, Yahyalı İstifinde yer alan Permian yaşlı Akbaşı Formasyonu'ndaki kireçtaşlarıdır. Kireçtaşlarının granitle olan dokanaklan boyunca rekristalizasyon oldukça belirgindir. Rekristalizasyonun şiddeti hem çatlak sistemlerinden uzaklaştıkça hem de granit dokanağından uzaklaştıkça azalmaktadır. Kireçtaşlarında gelişen skarnlar, rekristalize olmamış kireçtaşları ile granit arasındadır. Epidotlaşmış ve kloritleşmiş rekristalize kireçtaşları, skarn zonunun en dış sınırını belirlemektedir.

Yatak skarnın ornatığı yan kayacın bileşimine göre kalsik (kalsiyumlu) skarn olarak, skarn zonlarının geliştiği ortama göre hem endoskarn hem de ekzoskarn olarak sınıflandırılmaktadır. Endoskarnlar, granitten ekzoskarna doğru (kuzeyden güneye) epidot-skarn ve granat-epidot skarn şeklinde bir zonlanma gösterir. Ekzoskarnlar, endoskarn zonundan itibaren kireçtaşına doğru (kuzeyden güneye), Piroksen-granat-epidot ve epidot-aktinolit skarn zonlarından oluşur. Genel olarak granatlar granite yakın, piroksenler ise kireçtaşına yakın bir zonlanma içindedir. Endoskarn zonu granit içinde D-B doğrultulu güneye eğimli kırık sistemleri boyunca epidotça zengin piroksen damarları olarak başlar. Bu damarların yoğunluğu ve kalınlığı granitten itibaren ekzoskarnlara doğru artar. Endoskarn ve ekzoskarn zonlarındaki granatlar arasında hem kristal boyutu hem de renk olarak farklılıklar bulunur. Endoskarn zonu ile ekzoskarn arasındaki geçişte ince taneli granatların rengi kahveden yeşile döner, ve kahve granatlar damarlar halinde gözlenir. Geçiş zonu masif bir görünümde ve çatlak sistemleri boyunca manyetit sıvımları içerir. Granat-epidot endoskarn zonu piroksenlerin baskın olduğu piroksen-granat-epidot zonuna geçer, bu zon aynı zamanda ekzoskarnların başlangıcına işaret eder ve granite yakın lokasyonlarda daha belirgindir. Piroksenler genellikle ince taneli yarı-özsekili ve özsekilsiz diyopsit ve hedenberjit kristalleri olarak ve çoğunlukla aktinolitlere dönüşmüş olarak bulunur. Ekzoskarnların distal kısımlarında ise daha çok epidot-aktinolitçe zengin epidot skarnları gözlenir.

Cevherleşme üç ana evrede oluşmuştur, birinci evre granatlı endoskarnlar ile piroksen granatlı ekzoskarnlar eş yaşlı olan manyetit cevherleşmesi şeklinde gözlenir. İkinci evre ise ekzoskarn zonu içinde yaygın aktinolitleşme ile birlikte oluşan manyetit cevherleşmesidir. Son evre sülfid evresi olup hem manyetit-hematit cevherleşmesini hem de skarn zonlarını kesen kalsit ve kuvarşca zengin D-B doğrultulu pirit, kalkopirit, kalkozin cevherleşmesidir. Esas itibarıyla cevherleşme skarn ile eş yaşlı veya hemen sonra oluşmuştur. Ana cevher zonu epidotlaşmış ve aktinolitleşmiş piroksen-granat zonu içinde KB-GD doğrultusunu takip eder şekilde bulunur. Cevherleşme epidot-aktinolit zonlarının merkez kısımlarında kalın ve 200-300 m uzunluğunda masif kütleler halinde gözlenirken, granatlı endoskarn-ekzoskarn geçişlerinde ise 3-4 uzunluğunda cep veya merccekler halinde gözlenir. Skarnlaşma ve cevherleşme evreleri ile plütonik kayacın bölgeye yerleşme, kristallenme ve soğuma süreçleri arasında sıkı ilişkiler bulunur.

Anahtar Kelimeler: Yahyalı (Kayseri), Karamadazı, demir skarn, skarn zonlanması

Abstract

The Karamadazı iron deposit located at about 25 km southeast of Yahyalı (Kayseri) is of skarn type deposit formed along the contacts of Yahyalı Plüton and Akbaşı Formation of the Yahyalı Sequence. The plutonic rocks associated with the skarns are granite to monzodiorite in composition. Although, plutonic rocks are sheared and deformed due to E-Wand NE-SW trending fracture zones formed due to neotectonic events acting on the region, no alteration is observed. The limestones on which the skarns are formed are in the Akbaşı Formation of Yahyalı Sequence, Permian in age. The limestone-granite contacts are very diagnostic due to intense recrystallization. The intensity of recrystallization decreases away from the granite contacts and from the fracture systems. The skarns lie between the granite and the non-recrystallized limestones. The epidotization and chloritization in the recrystallized limestones, represents the outer limit of the skarn zones.

The skarn is classified as calcic skarn according to the composition of the carbonate it replaced, and as both endoskarn and exoskarn according to the geological setting. Endoskarns are zoned from fresh granite to exoskarns (from north to south), as epidote-skarn and garnet-epidote skarns. From endoskarns to limestones (from north to south), the exoskarns consist of pyroxene-garnet-epidote-skarn and epidote-actinolite skarn zones. In general, the garnets are observed close to granites, and pyroxenes to limestones. Epidote-skarns of the endoskarns appear as south dipping E-W veins that consist mainly of epidote with some pyroxene. The intensity and thickness of the veins increase from granite to exoskarn zones. The garnets within the endoskarns and exoskarns differ both in terms of grain size and of color. The fine-grained brown garnets turn into coarse-grained greenish garnets within the transition zones between endoskarns and exoskarns, and brown garnets are observed as veins. The transition zone is uniform in terms of mineralogy and it consists of magnetite veinlets as well. This zone also marks the beginning of exoskarns and is more apparent close to granitic rocks.

Mineralization took place in three main phases; the first one being the magnetite mineralization is concurrent with garnet endoskarns and pyroxene-garnet exoskarns. The second phase is the magnetite mineralization in the actinolite-epidote exoskarns. Sulfide phase is defined by pyrite, chalcopyrite and chalcocite mineralization along E-W trending calcite-quartz rich fractures. The mineralization mainly took place during syn- to post skarnization. The main ore zone follows the NE-SW direction within the pyroxene-garnet zone. Mineralization is observed as thick 200-300 m long massive bodies in the central parts of the epidote-actinolite exoskarns, while it is observed as 3-4 m long pockets and lenses along the endoskarn-exoskarn transitions. There are strong relationships between the phases of skarnization and mineralization, and the emplacement, crystallization and cooling phases of pluton.

Key Words: Yahyalı (Kayseri), Karamadazı, iron skarn, skarn zoning

GİRİŞ

Türkiye'nin tektonik birlikleri farklı jeolojik ve jeokimyasal özellikleri olan pek çok maden yatağına da yataklık etmektedir. Bu birliklerden Alpin Orojenezi'nin doğaldan etkisiyle oluşmuş olan Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (OAKK) (Göncüoğlu ve diğerleri, 1991; 1992) değişik maden yataklarını barındıran polimetalik bir maden bölgesidir (Kuşçu ve Erler, 1998). Bu bölgede bulunan skarnlar kendilerine has mineralojileriyle çok değişik cevherleşmelerin ve alterasyonların gözlemlendiği önemli yataklardandır. Bu yataklar aynı yaş konağına sahip, jeokimyasal olarak birbirinin benzeri plütonlarla ya da magmatik kay açlarla birlikte bulunurlar.

Orta Anadolu'da değişik skarn yatakları bulunmasına rağmen en çok ilgi çeken demir skarnlarıdır. Demir skarnları, özellikle içerdikleri metalin endüstride çok kullanılan ve aranılan bir hammadde olması nedeniyle her zaman arama programlarının başlıca konusunu oluşturmuştur. Karamadazı demir yatağı da bu türden değişik çalışmalara konu olmuş bir yataktır. Bu yatak Kayseri ili, Yahyalı ilçesinin yaklaşık 10 km kuzeybatısında kalan bir bölgede (Şekil 1), Karamadazı Köyünün doğusunda yer alır. Hem doğu Toros'larda yer alması hem de c⁺ momik açıdan önemli bir potansiyele sahip olması nedeniyle bölge daha önce bir çok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Bölgedeki jeolojik çalışmalar Blumenthal (1941; 1944), Baykal (1944), Okay (1954), Metz (1956), Abdüsselamoğlu (1959; 1962), Özgül (1976), Tekeli (1980), Tekeli ve diğerleri (1981), Ulakoğlu (1983), ve Ayhan ve diğerleri (1984) tarafında yapılmıştır. Karamadazı demir yatağının işletilmesine 1950 yılında başlanmıştır. Açık işletme yöntemiyle yıllık ortalama 35-40 bin ton üretim yapılmaktadır (Oygür, 1986). Demir yatağı ile doğrudan ilgili çalışmalar ise genellikle MTA tarafından yapılan çalışmalarla sınırlıdır. Onay (1952), Brennich (1959), Açar ve Kıtay (1962) Aytuğ (1964), Vache (1964), Jacobson ve diğerleri (1968), Şenöz (1985), Oygür ve diğerleri (1978), ve Oygür (1986) cevherleşmenin gözlemlendiği alanda yapılmış önemli çalışmalarındandır. Oygür ve diğerleri (1978) ve Oygür (1986) dışındaki çalışmaların hemen hepsi bölgedeki cevherleşmenin kökenine ait somnlarla inemediği gibi, "kontakt metazomatik" terminolo-

jisinden bahsetmemektedir. Bölgedeki cevherleşmelerin skarn türü cevherleşmeler olduğuna dair ilk veriler Oygür ve diğerleri (1978)'de bahsedilmektedir. Ancak bu çalışmada cevherleşmenin bir "skarn kuşağında" olduğu söylenmekte, adı geçen kuşağın iç yapısından, kuşağı oluşturan mineraller arasındaki ilişkiden ve bu kuşakta yer alan değişik skarn zonlarından bahsedilmemektedir. Özellikle cevherleşme ile skarn zonları arasındaki ilişki ele alınmamış olup cevherleşmenin skarnlaşmanın hangi evresine karşılık geldiği vurgulanmamaktadır.

Orta Anadolu'daki skarn yatakları ile onlarla doğrudan ilişkili plütonlar arasındaki genetik ilişkiyi ortaya koymayı amaçlayan TÜBİTAK destekli bir proje kapsamında Karamadazı bölgesinde çalışılarak, bu makalede varılan sonuçlara ait ön bulgular elde edilmiştir. Karamadazı bölgesindeki skarnları veya skarnlaşmış kayaları tespit etmek için öncelikle Yahyalı-Karamadazı arası 1/25000 ölçeğinde haritalanmış ve Karamadazı skarn zonu'nun yatay ve düşey dağılımı bulunmuştur. Hem skarn mineralojisini belirlemek, bu mineraller arasındaki ilişki ve parajenezi ortaya koymak hem de bu mineralleri içinde barındıran zonların dağılımını plütonik kayaktan itibaren ortaya koyup farklı zonlar arasındaki uzay-zaman ilişkisini belirleyebilmek için 1/2000 ölçeğinde detay haritalama GPS yöntemiyle yapılmıştır. Bu haritalama sırasında skarn zonlarının uzun eksenlerine olabildiğince dik, 30 m aralıklı 4 adet travers (doğrultu) boyunca hem detay jeolojik haritalama yapılmış hem de yaklaşık 1.5-2 m aralıklarla örnekleme yapılmıştır. Bu aşamada skarn zonları doğrudan haritaya aktarılamamış ancak GPS yardımıyla koordinatları belirlenen örnek yerleri haritaya işlenmiştir. Bu yolla toplanan yaklaşık 100 örneğin petrografik analizleri sonucu her örnekteki baskın mineral bileşimi tespit edilmiş, bu bileşim daha sonra haritaya aktarılarak bazı minerallerin belli zonlarda (hatta monomineralik zonlarda) yoğunlaşmasına göre skarn zonlanması elde edilmiştir.

JEOLJİK ÇERÇEVE

Çalışmaya konu olan Karamadazı demir yatağı, Paleozoik yaşlı değişik kayaç gruplarının gözlemlendiği bir bölgede yer alır. Bu bölge Blumenthal (1941; 1944)'e göre "Siyah Aladağ

KARAMADAZI DEMİR YATAĞINDA SKARN ZONLANMASI VE MİNERALOJİSİ

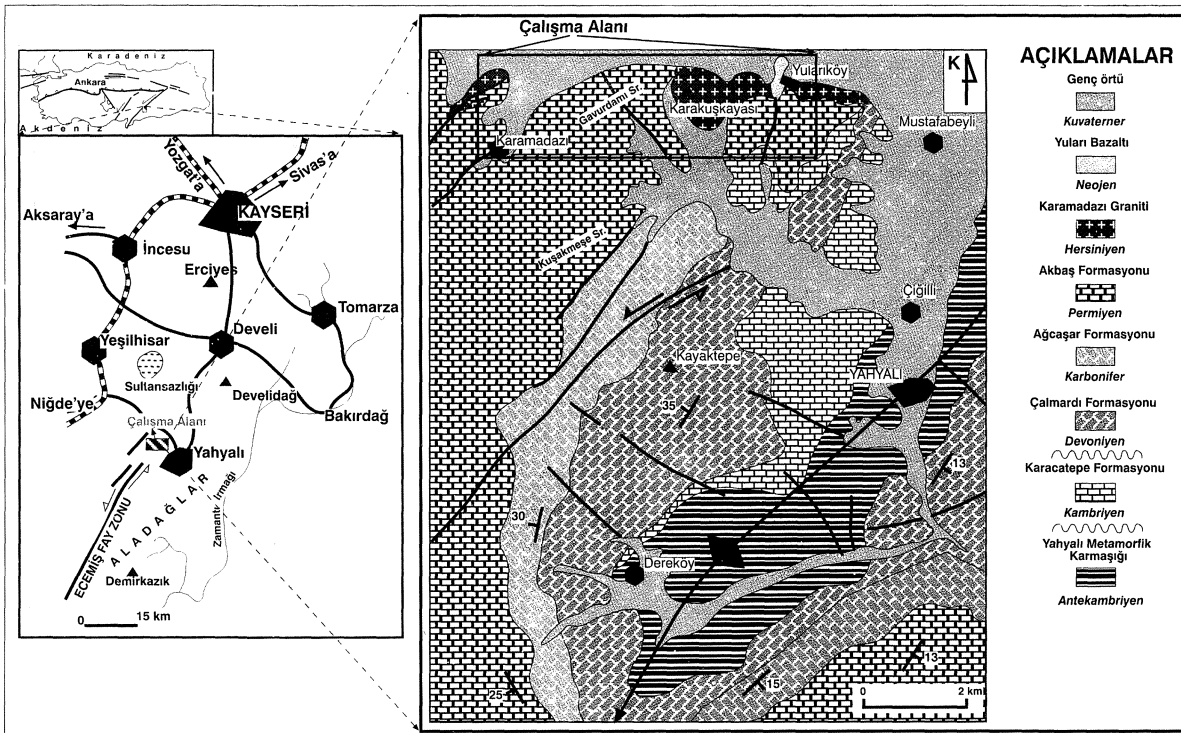
Permokarbonifer yaşlı kireçtaşı" sahası olarak adlandırılmakta, Tekeli ve diğerleri (1981)'e göre ise "Yahyalı İstifi" olarak adlandırılmaktadır. Aynı bölgeyi çalışan Ulakoğlu (1983) ise bölgeyi "Klikya Torosları kesimi" içinde yer alan "Paleozoik Devir kayaçları" olarak adlandırır. Skarn yatakları Yahyalı İstifinde yer alan Akbaş Formasyonu ile onları kesen Karamadazi Graniti dokanakları boyunca gözlenir. Bölge hem doğuda hem de batıda Ecemiş Fay Zonu'na ait normal bileşenli doğrultu-atımlı faylarla ve kuzeyde ise Kayseri ovası ile sınırlanır.

Yahyalı İstifi

Yahyalı İstifi, fosil kapsamına göre Üst Paleozoik-Alt Mesozoik yaşlı olup allohton bir peridotit napı altında kalmış para-otokton bir napıdır (Tekeli, 1980). Ancak aynı istif Ulakoğlu (1983)'e göre Prekambriyen'den başlayıp, Permiyen'e kadar devam eden arada uyumsuzlukların gözlemlendiği bir istiftir. Bu istif içinde yaşlıdan gence doğru Yahyalı Metamorfik Karmaşığı (Prekambriyen), Karacatepe Formasyonu (Kambriyen), Çalmardı Formasyonu (Devoniyen), Ağcaşar Formasyonu (Karbonifer) ve Akbaş Formasyonu (Permiyen) olmak üzere 5 ana birim

yüzeyler (Şekil 1). Bu birimler daha sonra Karamadazi Graniti tarafından sıcak dokanaklarla kesilir. Özgül (1976)'ya göre istif içinde yer alan kayaçlar yeşilist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Göncüoğlu ve diğerleri (1991; 1992)'ye göre ise bölge kayaçları, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın güney sınırını oluşturan Niğde Masifi kayaçlarının daha az metamorfizma geçirmiş eşlenikleri ve devamıdır.

Bölge kayaçlarının temelini oluşturan Yahyalı Metamorfik Karmaşığı metapelitler, metakumtaşları, şist ve metakarbonatların gözlendiği farklı metamorfik minerallerce zengin bir topluluktur (Ulakoğlu, 1983). Bu birim açısız bir uyumsuzlukla Karacatepe Formasyonu tarafından üzerlenir. Formasyon kristalize kireçtaşlarını ve şistli fylonitik dokulu kireçtaşlarını içerir (Ulakoğlu, 1983). Çalmardı Formasyonu, uyumsuz olarak Karacatepe Formasyonu üzerinde yer alır. Altta taban konglomeratıyla, üste doğru ise rekristalize kireçtaşları ile temsil edilir. Birim, değişik türlerde kireçtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan Ağcaşar Formasyonu ile uyumludur. İstif içinde yer alan son birim değişik kireçtaşları ve ortokuvarsit mercikleri ile temsil edilen Akbaş Formasyonu'dur. Bu formasyon alttaki Ağcaşar Formasyonu ile uyum-



Şekil 1. Çalışma sahasının yer buldum ve bölgesel jeoloji haritası (Ulakoğlu, 1983'ten sadeleştirilmiştir)

Figure 1. The location and regional geologic map of the study area (Simplified from Ulakoğlu, 1983)

ludur (Ulakoğlu, 1983). Skarn zonlarının geliştiği kireçtaşları bu formasyon içinde yer almakta ve Karamadazı Graniti tarafından sıcak dokanakla kesilen her kireçtaşında skarnlaşma izleriyle birlikte izokimyasal metamorfizma ürünleri olan rekristalizasyon izlerini görmek mümkündür. Plütonik kayaç dokanakları boyunca rekristalizasyon beyaz renkli iri taneli mermer-rekristalize kireçtaşlarının oluşumu ile oldukça belirgindir. Fay zonları ve metamorfik kayaç dokanakları boyunca ise ankeritik kireçtaşları yer alır. Hem pizolitli hem de pseudoschwagerinah kireçtaşlarını içerir. Ancak cevherleşmenin olduğu zonlar boyunca fosiller ve orijinal sedimanter dokular silinmiş yer yer maskelenmiştir. Akbaş Formasyonu ile Karamadazı Graniti dokanaklarında güneyden kuzeye artan belirgin bir deformasyon gözlenir. Bu deformasyon kireçtaşlarını şiddetli bir şekilde kıvrımıştır. Kıvrımlar özellikle bantlı gri, bej renkli dolomitik kireçtaşlarında daha iyi gözlenir.

Karamadazı Graniti

Çalışma sahasında batıda Karamadazı Köyü ile doğuda Yularıköy arasında kalan bölgede yüzeyleyen (Şekil 1) felsik ve ortaç bileşimli kayaçlar Karamadazı Graniti olarak adlandırılmıştır (Ulakoğlu, 1983). Aynı kayaç grubu Oygür (1986) tarafından Yahyalı Plütunu olarak adlandırılmıştır. Arazide gözlenebildikleri kadarıyla granitik kayaçlar çoğunlukla içine sokuldukları kireçtaşları ile yer yer uyumlu dokanaklar boyunca gözlenir. Bu da sokulum derinliğinin fazla olduğunu göstermesi bakımından ilginçtir. Ancak plütonik kayaçları da kesen aplitik ve pegmatitik dayklar için aynı şeyleri söylemek doğru değildir. Oygür ve diğerleri (1978) ve Oygür (1986) bu kayaçların Yularıköy'den (doğudan) Karamadazı Köyü'ne (batıya) doğru granit, granodiyorit ve kuvars diyorit şeklinde belirgin bir zonlanma gösterdiğini belirtse de çalışmalarımız daha çok cevherleşme sahasında yoğunlaştığı için bu türden bölgesel bir zonlanma gözlenmemiştir. Ancak, granit, granodiyorit veya kuvars monzonit, kuvars diyorit bileşimli kayaçlara petrografik ve jeokimyasal analizlerde rastlanmıştır. Açar ve Kıtay (1962) açık işletme içindeki sondajlarda diyorit kesildiğini belirtmektedir. Karamadazı Graniti'nin kuzey sınırı faylı olup yaklaşık D-B yönlü dik açılı normal bir fayla kuzey tarafı düşmüş ve Kayseri ovasını oluşturan genç çökeller

tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür. Cevherleşmenin gözlendiği ana zondaki plütonik kayaçlar hem kataklastik deformasyon izlerini taşımakta hem de skarnlaşma süreçleri boyunca etkili olmuş hidrotermal-magmatik akışkanlar tarafından oldukça bozunmuşlardır. Faylanma çalışma sahasının doğusunda daha fazla belirginleşmekte ve bu nedenle granit arenalaşmaktadır. Karamadazı graniti hem aplit hem de pegmatit daykları tarafından kesilmektedir. Aplitler pegmatitlere göre daha baskın olup D-B ve K-G olmak üzere iki ana doğrultu boyunca gözlenir. Bunlardan D-B doğrultulu olanlar K-G doğrultulu aplitler tarafından yer yer kesilmekte olup, endoskarnların başladığı lokasyonlarda gözlenen epidot damarları da D-B doğrultulu aplit damarlarına uyumluluk göstermektedir. Granodiyorit-kuvarsdiyoritler içinde 30-40 cm'ye varan daha mafik plütonik kayaç anklavları gözlenirken, biyotit granitlerdeki anklavların hem sayıca az oldukları hem de boyut olarak daha küçük oldukları dikkati çekmektedir.

Hem skarn zonları çevresinden hem de skarnlara uzak noktalardan alınan örneklerin petrografik analizlerinde, plütonik kayacın, K-feldispat, plajiyoklaz, hornblend, biyotit, kuvarsça zengin olduğu, tali bileşenler olarak da titanit içerdiği tespit edilmiştir. Skarn zonları boyunca skarnlaşma etkisi plütonik kayaç içinde de mineralojik pek çok değişmeye sebep olmuş, bu nedenle hem plajiyoklazlarda hem de mafik minerallerde yaygın epidotlaşma ve silis getirmesi gözlenmiştir. Bu tür kesimler daha sonra endoskarn zonları olarak yeniden ayırtlanmıştır. Mineralojik bileşimine göre kayacın granodiyorit, kuvars diyorit ya da granit arasında değişim gösterir. Granodiyorit ve kuvars diyoritin daha çok skarnlara yakın kesimlerde gözlenirken, granit skarn zonlarına daha uzak kesimlerde gözlenmektedir. Petrografik analizlerde ayrıca fay zonlarına yakın noktalardan derlenen örneklerde kataklastik-granoblastik dokular yanında blastomilonitik-porfiroklastik dokular gözlenmiş olup, granitlerin post-yerleşim kataklastik etkilere maruz kaldığı ortaya konmuştur.

SKARN ZONLARI VE SKARN MİNERALojİSİ

Klasik anlamda skarn çalışmanın ilk ve vazgeçilmez kuralı, çalışılması istenen bölgedeki skarn yatağının mineralojik bileşiminin yanında

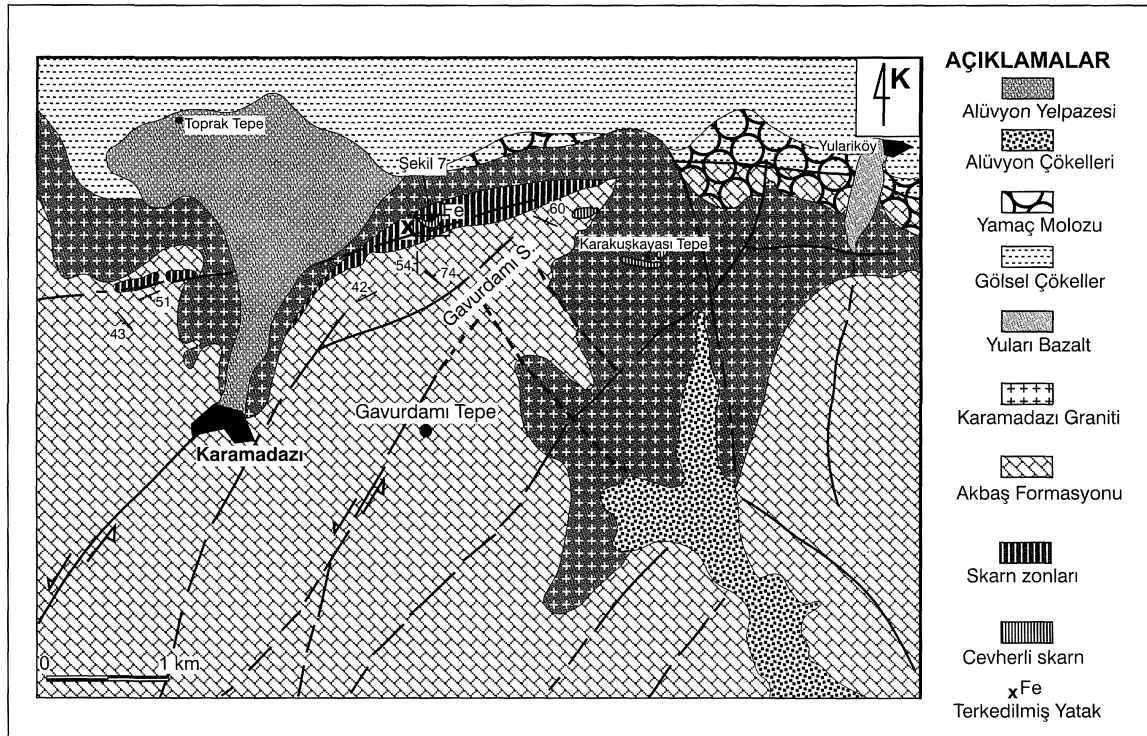
KARAMADAZI DEMİR YATAĞINDA SKARN ZONLANMASI VE MİNERALOJİSİ

mineraller arasındaki geçişleri, varsa monomineralik zonları (skarn zonları) veya cevherleşme mineral zonu arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır. Bu bağlamda, skarn zonlarının arazide tespit edilmesi skarn mineral topluluklarını belirleyebildiği gibi, skarn zonları ile skarn evreleri arasındaki ilişkinin nasıl geliştiğinin de anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır. Skarn mineralojisinin arazide haritalanabilir ölçeklerde bulunabilir ve potansiyel plütonik kayalar etrafında bir alterasyon örtüsü (alterasyon halesi) olarak gözlenebilir olması, skarn zonlarının birbirleri üzerine ve ardışık olarak gelişmeleri ile skarnlaşmaya sebep olan plütonik kayaların yerleşme (sokulum), kristallenme ve soğuma evreleri arasında ilişkiler kurulmasına yardım eder. Gerek Einaudi ve diğerleri (1981) gerekse onu takip eden diğer çalışmalar, skarn mineralojisindeki sistematik değişikliklerin ekonomik açıdan umut vadeden bölgelerin değerlendirilmesinde oldukça kullanışlı olduğunu göstermiştir.

Karamadazı yöresindeki demir yatağı, Karamadazı Graniti ile Yahyalı İstifTnde yer alan Akbaş Formasyonu'nun dokanağı boyunca gelişmiş (Şekil 2) tipik bir demir skarn yatağıdır. Kireçtaşlarının plütonla olan dokanakları boyunca rekristalizasyon oldukça belirgindir.

Rekristalizasyonun şiddeti hem çatlak-kırık sistemlerinden uzaklaştıkça hem de plüton dokanağından uzaklaştıkça azalmaktadır. Skarnlar, rekristalize olmamış kireçtaşları ile granit arasında ve rekristalize kireçtaşlarını ornatır bir şekilde yer alır.

Yatak skarnını ornatığı yan kayacın bileşimine göre hem endoskarn hem de ekzoskarn olarak sınıflandırılmaktadır. Ekzoskarnlar çoğunlukla (baskın olarak) kalsik (kalsiyumlu) skarn olmalarının yanında magnezyumlu (magnezyan) olarak sınıflandırılmakta, Burt (1977) sınıflamasına göre "skarn around intrusive" (intrüzif çevresinde gelişen skarnlar) sınıfına girmektedir. Karamadazı skarn zonunun tek bir zondan oluşmadığı, granitten kireçtaşı dokanağına doğru, granit-endoskarn-ekzoskarn-kireçtaşı şeklinde bir zonlanma gözlemlendiği (Şekil 3), bu zonlanmada granitlerin çok fazla skarnlaştığı, granit içinde yaklaşık 50-100m'ye varan skarn zonlarının bulunduğu gözlenmektedir. Skarn zonları yaklaşık D-B doğrultulu olup dike yakın kuzeye eğimlidir. Endoskarnlar skarnlaşmamış granitten, ekzoskarn doğru (kuzeyden güneye) epidot-skarn ve epidot-granat skarn şeklinde bir zonlanma gösterir. Ekzoskarnlar, endoskarn zonundan itibaren kireç-



Şekil 2. Karamadazı bölgesinin jeolojik haritası

Figure 2. Geological map of the Karamadazı region

taşma doğru piroksen-granat-epidot, epidot-aktinolit skarn ve epidot-pirit-kuvars-kalsit zonlarından oluşmuştur. Genel olarak granatlar granite yakın, piroksenler ise kireçtaşıma yakın bir zonlanma içindedir.

Endoskarnlar

Endoskarn zonu granit içinde önce D-B doğrultulu güneye eğimli 15-30 cm kalınlığında epidotça zengin piroksen damar ve cepleri olarak başlar. En belirgin özelliği tüm orijinal magmatik minerallerin epidotlaşması, kayacın yer yer epidot hornfelse dönüşmesidir. Endoskarn ile skarnlaşmamış plüton arasındaki geçiş çok keskin olmayıp, endoskarn zonu ezik ve sarımsı kahve altere plütonik kayaların varlığıyla belirgin hale gelir. Endoskarnlar, plütonik kayaç içindeki mafik mineraller ve plajiyoklazlar üzerinde epidotlaşma ile başlar ve dokanaktan güneye doğru (ekzoskarna doğru) piroksen ve granatça zenginleşerek devam eder. Granat miktarı piroksen miktarına göre fazladır. Endoskarnlar kendi içlerinde granitten ekzoskarn zonuna doğru epidot skarn ve granat-epidot skarn olarak alt zonlara bölünür (Şekil 3).

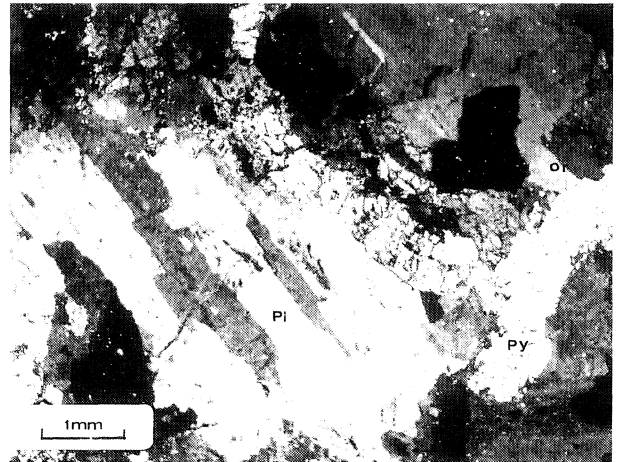
Epidot endoskarnları

Epidotlar özellikle zonlu ve polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklazlarda, plajiyoklaz kristallerinin merkezinden itibaren noktacılar halinde veya sadece zonlu plajiyoklazların zonları boyunca belirginleştiği gibi, hornblendler üzerinde ve çeperlerinde gelişmiştir. Epidot skarnı sadece epidot içermez, epidota eşlik eden piroksen (Şekil 4), granat ve kloritlere de rastlanır. Epidot skarnlarında nadir olarak granat cepleri, mercikleri veya damarları da görülür. Granatlar çoğunlukla mat kahve renkli özşekilsiz, ince taneli ve parçalı-ufalanmış bir haldedir. Çok az zonlanma gösterir. Mikroskop altında çoğunlukla çok ince taneli plajiyoklaz ve kuvarsin birlikte bulunduğu damarlar ya da cepler halinde bulunur. Bu merciklerin kenarları kalsit dolgusu ile sıvanmış durumdadır. Geç evrelerde sistemde etkin hale gelen kalsitleşme süreçleri sonucu yer yer kalsite dönüşmüş olup bazı durumlarda kalsitler içinde izole küçük adacıklar halinde bulunur. Epidot endoskarn zonları içinde yer alan plajiyoklazlar orta-iri taneli, hem polisentetik ikizlenmeli hem de zonludurlar. Sönme açılarına göre andezin ve labrodor bileşimindedirler. Fakat, yer yer albit

bileşimleri de gözlenir. Deformasyon etkileri nedeniyle ezik ve çatlaklı, çatlaklar arası ise ikincil kalsit dolguludur. Çoğunlukla piroksenler tarafından ornatılırlar. Hatta yer yer piroksenler içinde ornatılmamış plajiyoklaz adacıkları gözlenir. Bu gözlem piroksenlerin Ca-plajiyoklazlardan metasomatik süreçler sonucunda oluştuğunun işareti olarak değerlendirilmektedir. Zonlu plajiyoklazlar, zonlanma göstermeyenler tarafından ornatılmaktadır. Epidot-endoskarnları içinde yer alan piroksenler ince-orta taneli, yarı-özşekilli ve prizmatiktir. Çoğunlukla hedenberjit bileşimlidirler. Plajiyoklazları hem ornatır hem de onlar üzerinde büyüme gösterir. Yer yer pleokroizma gösterirler ve silisleşmenin yaygınlaştığı noktalarda pleokroizma daha belirginleşir. Kloritler yer yer altere piroksenler üzerinde baskın bir şekilde bulunur, kloritleşme ve manyetit gelişimi eş zamanlıdır. Manyetitler epidot skarnları içinde saçımmlar halinde ve sadece kloritleşmenin yaygın olduğu noktalarda gözlenir.

Granat-epidot endoskarnları

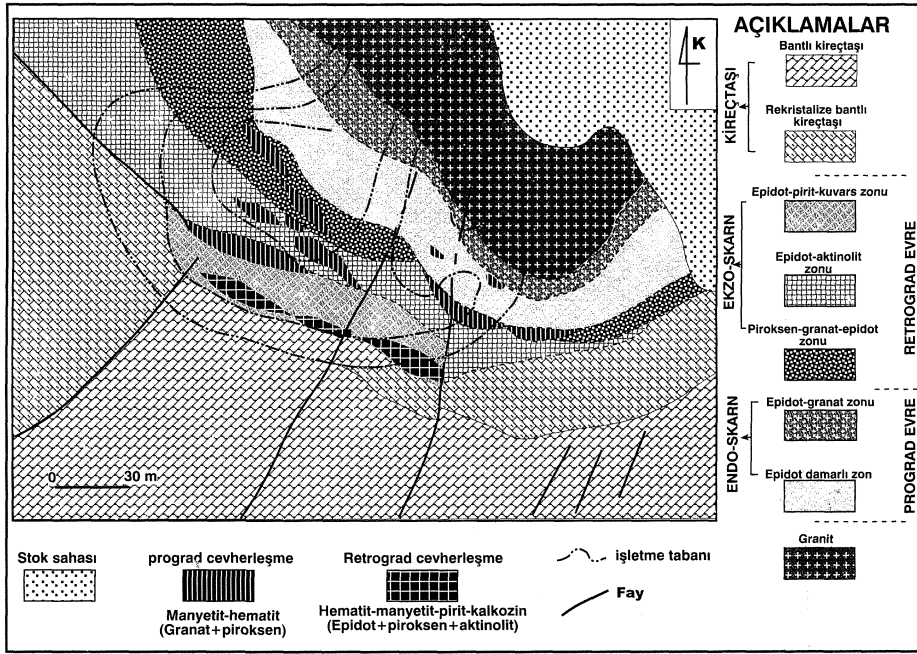
Epidot endoskarnı ile ekzoskarn zonu arasında gözlenen granat-epidot endoskarnları orijinal magmatik dokuların yer yer kaybolduğu, plajiyoklaz ve ortoklazın tamamen silinmeye yüz tuttuğu, yer yer piroksen tarafından ornatılan metasomatik bir kayaca dönüşen plütonik kayaçlar içinde yer alır. Plütonik kayaçlar makro gözlemlere göre, daha yeşil bir renk almış, ve onları kesen epidot-granat damar ve ceplerinin hem sıklığı, hem de kalınlığı



Şekil 4. Endoskarn zonundan alınmış bir fotomikrograf (çift nikol, Py:Piroksen, Pkplajiyoklaz, or: Ortoklaz)

Figure 4. A photomicrograph taken from the endoskarn zone (crossed nicols, Py: pyroxene, PI: Plagioclase, or: Orthoclase)

KARAMADAZI DEMİR YATAĞINDA SKARN ZONLANMASI VE MİNERALOJİSİ



Şekil 3. Karamadazi demir yatağında gözlenen skarn zonları

Figure 3. The skarn zones within the Karamadazi iron deposit

artmıştır. Bu skarnlar içerdikleri granat miktarının artmasıyla belirginleşir. Açık sütlü kahve tonlarında ve yarı-öz şekilli granatlar bu skarnların en baskın bileşenidir. Endoskarnların ekzoskarnlara yaklaştığı zonlarda skarn zonu içindeki epidot miktarı azalmakta buna karşın granat miktarı artmaktadır. Ancak granatlardaki bu artışla birlikte piroksenler de gözlenmekte ve granatlarda daha iri taneli ve özşekilli koyu kahverengi kristallere dönüşmektedir. Bu zondan alınan örneklerde granatlar diğer minerallerin üzerinde büyüdükleri hamur (groundmass) görünümündedir. Epidot skarnlarındaki eşleniklerinden farklı olarak kristal çeperlerinde zonlanma gösterirler. Ancak zonlanma her kristalde gözlenen ortak bir özellik değildir. Bazı granatlar izotrop ve zonsuz özelliklerini korurlar. Zonlanma osilasyonludur (salımlı) ve genellikle düzenli düzlemsel yapılar sunarken ender olarak morfolojik bazı düzensizlikler de gözlenir. Zonlanma çoğunlukla kalsitlemiş ve silisleşmiş izotrop bir çekirdek üzerinde başlar, ve kenarda ince salımlı halinde koyu-açık renkli zonlar olarak devam eder. Çekirdekteki granat daha koyu renkli, zonlar ise daha açıktır. Ekzoskarn zonuna yaklaştıkça, zonlu ve zonlanma göstermeyen izotrop granatların birlikte gözlemlendiği bölgelerde, zonlu granatlar zonlanma göstermeyenleri ornatır. Bu da granatları oluşturan hidrotermal sistemdeki kimyasal parametrelerin

değiştiğini ve zonlu granatların daha sonraki bir evrenin ürünü olduklarını göstermektedir. Tüm granatlar önce piroksenler, daha sonra da kuvars ve kalsit tarafından ornatılır. Özellikle zonlu granatları kesen piroksenler bu ilişkiyi çok belirginleştirmektedir (Şekil 5). Kalsit ve kuvars granat çekirdeklerinde veya çatlak dolgusu halinde, genellikle retrograd ürünler olarak gözlenir. Bu zonda bulunan piroksenler ince orta taneli, yarı-özşekilli, özşekilsiz prizmatik kristaller olarak bulunur. Sönme açılarına göre genellikle hedenberjit bileşimindedirler. Göreceli olarak granit dokanağmdan itibaren ekzoskarn doğru miktarlarında artış gözlenir. İkincil kuvars ve klorit tarafından ornatılırlar, nadiren amfibole dönüşme gösterirler. Hem ortoklazları hem de plajiyoklazları ornatır. Ortoklaz ve plajiyoklaz ile ayrı ayrı birlik-telik sunarlar. Ortoklazlarla birlikte bulunanlara granat eşlik etmezken, plajiyoklazlarla birlikte bulunanlarda granat gözlenir ve bunlar granatları ornatır. Bu tür piroksenlerde epidotlaşma nadiren gözlenirken, diğer türde epidotlaşma yaygındır.

Endoskarn ve ekzoskarn zonlarındaki granatlar arasında hem kristal boyutu hem de renk olarak farklılıklar bulunur. Endoskarn zonu ile ekzoskarn arasındaki geçişte ince taneli granatların rengi kahveden yeşile döner ve kahve granatlar damarlar halinde gözlenir. Geçiş zonu masif bir

görünümündedir ve çatlak sistemleri boyunca manyetit sıvımaları içerir

Ekzoskarnlar

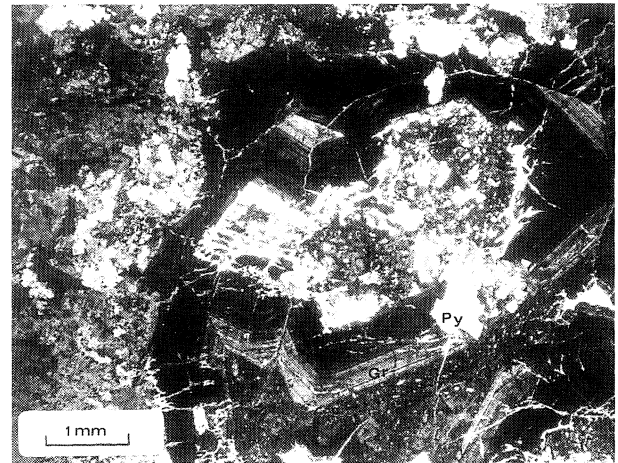
Piroksen, aktinolit, ve epidotun zenginleştiği kireçtaşı yakın bölgelerde gelişen skarn zonları ekzoskarn zonu olarak tanımlanmıştır. Bu skarnların ilksel kayacında magmatik minerallerin ve magmatik dokuların bulunmaması, piroksenlerin yer yer diyopsit bileşimli olması, minerallerin çoğunlukla rekristalize kalsit matriksi içinde gözlenmiş olması, bu skarnların karbonatlı bir kayacın metasomatizmasıyla oluştuğunun bir göstergesidir. Ekzoskarnlar granit sokulumu ve kristalleşme sürecinde izokimyasal olarak rekristalize olan kireçtaşların omatılmasıyla oluşmuş hakim rengi yeşil bir skarn zonedir ve yaklaşık 350 m civarında bir kalınlığa sahiptir. Endoskarnlarla olan dokanıkları renk değişiminden kaynaklanan kontrast nedeniyle kısmen keskin olmasının yanında bir mineralojik değişimlerin başladığı, endoskarn minerallerinin yerlerini yer yer ornatmalar şeklinde gözlenen ekzoskarn minerallerine bıraktığı geçiş zonlarıyla da karakterize edilir. Geçiş zonları yaklaşık 2-3 m kalınlıklarda olup bu zondan itibaren tamamen ekzoskarnlara geçilir. Ekzoskarnlar hem mineralojik olarak daha değişik mineral topluluklarını bünyelerinde barındırırlar, hem de daha kaim ve masif görünümündedirler. Çok kaba bir şekilde geçiş zonu ile rekristalize kireçtaşı arasında bulunurlar. Petrografik ve GPS bazlı arazi çalışmalarında bu skarnların geçiş zonundan güneye doğru (rekristalize kireçtaşı dokanağma doğru) piroksen-granat-epidot zonu, epidot-aktinolit zonu ve epidot-pirit-kuvars-kalsit zonu gibi birbirlerinden renk ve mineralojik olarak ayrılabilen farklı zonlardan (Şekil 3) oluştuğu gözlenmiştir. Ekzoskarnların proksimal (endoskarn yakın) kesimlerinde piroksen baskın iken distal kesimlerinde ise daha çok epidot-aktinolitçe zengin bir parajenez gözlenir.

Piroksen-granat-epidot ekzoskarn

Bu skarnlar endoskarn-ekzoskarn geçişinden hemen sonra başlayan koyu yeşil renkli skarnları temsil ederler. Endoskarn zonundan ekzoskarn doğru miktarları giderek artan piroksenler bu zonda hem hakim mineral olarak hem de daha iri taneli ve özşekilli olarak karşımıza çıkar. Ancak bu zonda daha önce granatların oluştuğu daha sonra

piroksenler tarafından ornatıldığı veya superpoze edildiği hem izotrop hem de zonlu granatları kesen piroksenlerin varlığı ile ortaya çıkmaktadır. Piroksenlerin miktar olarak baskınlaşmalarının yanında granatlarda da mineralojik olarak değişikliklerin başladığı zon bu zonedir. Daha önce koyu kahve ve izotrop olan veya çok az zonlanma gösteren granatlar yeşil renk almaya ve kahve renkli olanların üzerinde zonlar halinde yeşil renkli olanların büyümeye başladığı gözlenmiştir.

Piroksenler orta-iri taneli, yarı-özşekilli ve özşekillidir. Genellikle hedenberjit, kısmen de diyopsit bileşimlidirler. Granatları ornatırlar fakat aktinolit ve epidot tarafından da ornatılırlar. Orta-iri taneli (Şekil 6) ve yarı-özşekilli kısa prizmatik kristaller halinde ve ince taneli özşekilsiz olarak iki türlü piroksen gözlenir. Her ikisi de sarımsı kahve ve gri tonlarında olup pleokroizma göstermezler. İnce taneli olanlar kataklastik bir deformasyonla ufalanmış iri taneli olan kristallerden türemiş gibidirler. Ancak yer yer kalsit ile birlikte bulunmaları retrograd bir takım etkiler sonucunda oluştuklarına işaret etmektedir. İri taneli olanlar belli hatlar boyunca gözlenir ancak her ikisi arasında belirgin olmayan bir geçiş vardır. Orta-iri taneli olanlar endoskarn zonundan distal zonlara doğru giderek artmakta yer yer monomineralik zonlar oluşturmaktadır (Şekil 6). Bu tür piroksenler hedenberjit bileşimlidir. Epidot-aktinolit zonuna yakın kesimlerde kısmi olarak manyetit saçınımları tarafında ornatılır. Manyetit saçınımlarının başladığı zonlarda piroksenlerde herhangi bir



Şekil 5. Zonlu granatları kesen piroksenler (çift nikol, Gr: Granat, Py: Piroksen)

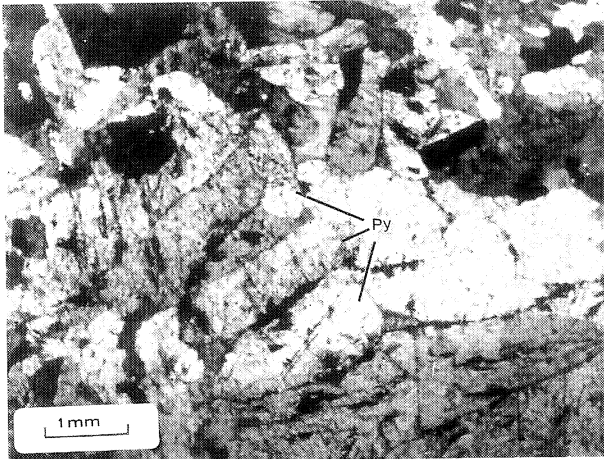
Figure 5. Pyroxenes replacing zoned garnets (crossed nicols, Gr: Garnet, Py: Pyroxene)

KARAMADAZI DEMİR YATAĞINDA SKARN ZONLANMASI VE MİNERALOJİSİ

alterasyona rastlanmaz, bu da saçmımlarm oluşumunun piroksenlerden hemen sonra ve piroksenden kökensel olarak bağımsız olduğunu göstermektedir. Granatlar iki türdür; zonlu anizotrop granatlar ve masif (zonlanma olmayan) izotrop granatlar. İzotrop olanlar iri taneli olup ince ve orta taneli piroksenler tarafından ornatılır. Zonlu granatlar özellikle izotrop granatlarda çatlak kırık düzlemlerinin baskın olduğu kristallerin çepelerinde (Şekil 5) daha belirgindir. Zonlanma önceleri sadece çatlaklı izotrop granatlarda gözlenmekte, ve zonlar bir çatlak düzlemine göre simetrik davranışlar göstermektedir. Ancak bu skarn zonunun iç kesimlerinde granatlar tamamen zonlu ve iri taneli bir görünüm kazanmakta ve yeşil renklere gözlenmektedir.

Epidot-aktinolit ekzoskarn

Ekzo skarn zonu içindeki alt zonlardan en kalını ve en yaygın olanı bu zondur. Piroksen-granat-epidot skarnı ile epidot-pirit-kuvars-kalsit skarnı arasında sandviç görünümlü bir zon oluşturur. Esas cevherleşme bu zon içine yerleşmiş olarak bulunur. Yaklaşık D-B doğrultulu ve 70° G eğimlidir. Normal ve ters faylarla yer yer düşey ekseninde ötelenir. Hakim mineralini aktinolit, epidot ve amfibolleşmiş piroksenler oluştururken zonlu iri ve yeşil renkli granatlara da rastlanmaktadır. Bu tür skarnların özellikle rekristalize kireçtaşıma doğru olan kesimlerinde hem aktinolitler hem de manyetit cevherleşmesinin orijinal sedimanter yapılara uyumluluk gösterdiği ve rekristalize kireç-

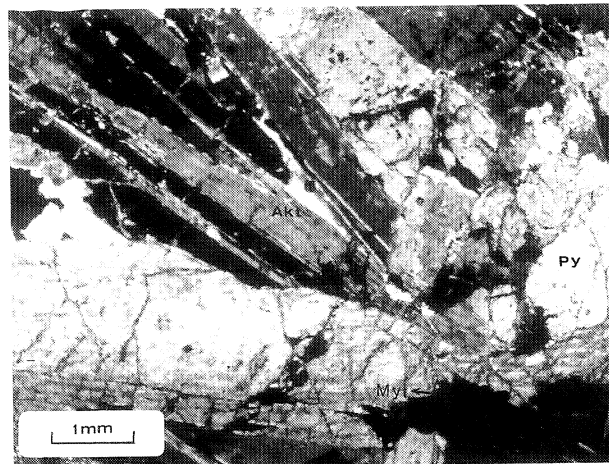


Şekil 6. Orta-iri taneli piroksenleri gösteren fotomikrograf (çift nikol, Py: piroksen)

Figure 6. The photomicrograph illustrating the medium-coarse grained pyroxenes (crossed nicols, Py: Pyroxene)

taşların laminasyonlarına paralel bir şekilde piroksen-aktinolit ve cevherleşme ardalanmasının bulunduğu gözlenmiştir. Çok genel olarak epidot-aktinolit zonunun kendi içinde belirsiz geçişlerle zonlu granat, iri yarı-özşekilli piroksen, ince özşekilsiz piroksen ve aktinolit şeklinde zonlandığı gözlenmektedir. Zon amfibolleşmiş piroksenlerle başlar ve aktinolit, epidotların ayrı ayrı baskın mineral olarak gözlendiği kesimlerden oluşur.

Aktinolit yeşil-mavi, mor renklere ve ışınal yarı özşekilli, özşekilli kristaller olarak bulunur. Piroksenlerin amfibolleşmesiyle oluşmuştur. Çoğunlukla piroksenler üzerinde veya onları ornatır bir şekilde bulunur (Şekil 7). Bazen ince taneli ancak çoğunlukla iri tanelidir. İri taneli olanlar yer yer 5-7 cm boyutuna ulaşmaktadır. Piroksenlerden rekristalize kireçtaşlarına doğru hem miktarlarında hem de tane boylarında artma olur. Cevherleşmeye yan kayaçlık eden zon aktinolitçe zengin piroksen zonlarına karşılık gelmektedir. Piroksen genellikle iri ve ince taneli olmak üzere iki türdür. İri taneliler genellikle sarımsı-gri olup zonlu granatları ornatırlar. Zonlu granatlardan distal kesimlere doğru hem piroksenlerin tane boyu küçülmekte hem de amfibolleşme ile birlikte aktinolit miktarı artmaktadır. İnce taneli piroksenler arasında saçmımlar halinde manyetit cevherleşmeleri bulunur. Granat yeşil renkli ve zonludur ve sadece kendisini damarlar boyunca ornatılan piroksenlerin yoğunlaştığı yerlerde korunabilen ornatılmamış adacıklar halinde gözlenir.



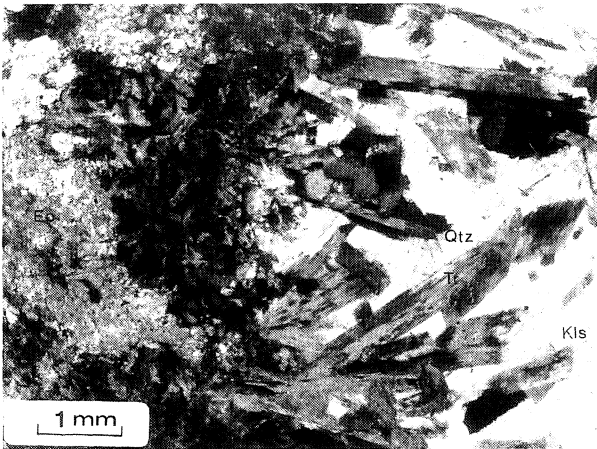
Şekil 7. Piroksenleri ornatın aktinolit kristalleri (çift nikol, Py: Piroksen, Akt: Aktinolit, Myt: manyetit)

Figure 7. Actinolite crystals replacing the pyroxenes (crossed nicols, Py: Pyroxene, Akt: Actinolite, Myt: Magnetite)

Epidotlar hem granatlar üzerinde küçük saçmımlar olarak hem de piroksenleri ornatın özşekilsiz taneler olarak bulunur. Ana cevherleşme bu zon içinde yer alır, ancak tamamen işletme sırasında çıkarılmıştır. Sadece zonun doğu kenarında cepler veya tabanda çıkarılmamış masif kütleler halinde bulunur.

Epidot-pirit-kuvars-kalsit ekzoskarn

Ekzoskarnların en dış sınırını belirleyen sülfür mineralleri, epidot ve kalsit-kuvars damarları olarak gözlenir. Tüm ekzoskarn zonlarının ikincil (retrograd) evrede rekristalize kireçtaşlarına yakın çözeltilerin sığ dolaşımı nedeniyle bozunmasıyla oluşan bir zondur. Bu zon içinde ekzoskarnlar yaklaşık D-B doğrultulu piritçe zengin kalsit ve kuvars damarları tarafından ornatılır. Varolan manyetit cepleri ve masif cevherleşme alanları piritli damarlarıyla yer yer kesilirken manyetit cevheri içinde pirit saçmımları ornatmalar şeklinde baskın hale gelir. Piritler genellikle kuvars ve kalsit damarlarının ekzoskarnları kesme dokanıkları boyunca zenginleşme gösterir (Şekil 8). Bu zon rekristalize kireçtaşı ile ekzoskarn arasında bir geçişi temsil eder. Bu skarn zonu içindeki tüm mineraller oldukça altere olmuş, kalsitleşmiş ve yer yer silisleşmiştir. Aktinolitlerin yerini tremolit almıştır. Özellikle kuvarsla birlikte gözlenen ışınal ve çubuğumsu tremolit kristalleri bu zonun en belirgin özelliklerinden birisidir. Bu zon içinde süperjen olaylar sonucunda kılcal damarlar boyunca malahit



Şekil 8. Retrograd evrede gelişen kalsit, tremolit ve epidot ilişkisi (çift nikol, Tr: Tremolit, Kls: kalsit, Qtz: Kuvars, Ep: Epidot)

Figure 8. The relationships between calcite, tremolite, and epidote (crossed nicols, Tr: Tremolite, Kls: Calcite, Qtz: Quartz, Ep: Epidote)

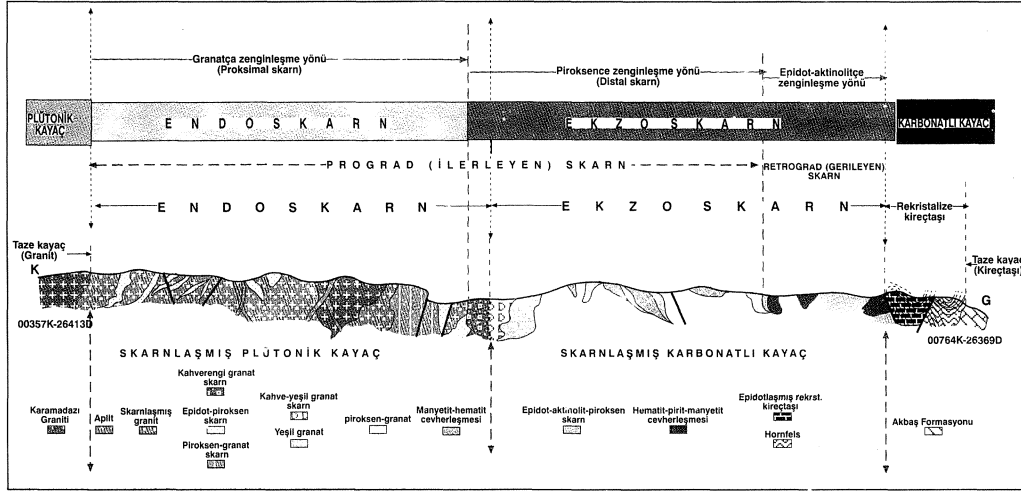
ve azurit zenginleşmeleri de gözlenir. Böbreğimsi yapı ve kolloform bantlaşması mikro ölçeklerde gözlenmektedir.

SKARNLAŞMA EVRELERİ

Karamadazı skarn yatağında gözlenen skarnlar iki ana evrenin ürünüdür (Şekil 9). Bu evreler ardışık olarak gelişen prograd (ilerleyen) ve retrograd (gerileyen) evrelerdir. Her evrenin ürünleri ve mineral parajenezi ayrıdır, ancak prograd evre ürünleri retrograd evre ürünleri tarafından ornatılırlar, maskelenirler ya da tamamen silinirler. Bu evrelerle oluşan skarn zonları arasında yakın ilişkiler bulunur. Endoskarnlar ve ekzoskarn zonu içinde yer alan piroksen ve granatça zengin zonlar, prograd evrenin ürünleridir. Öte yandan epidot, aktinolit ve özellikle kalsit kuvars ve pirit retrograd evre ürünleridir (Şekil 9). Retrograd evre sonucunda tüm mineraller daha düşük basınç ve sıcaklık koşullarında duraylı olan minerallere dönüşmüş ve onlar tarafından omatılmıştır. Granatların epidot ve kalsite dönüşmesi, piroksenlerin önce aktinolite daha sonra tremolit, klorit ve kalsite dönüşmesi retrograd evrede olan önemli olaylardır.

Bu evrelerle skarnlaşmaya sebep olan plütonun Akbaş Formasyonu içine yerleşme, kristallenme ve soğuma evreleri arasında çok yakın ilişkiler vardır. Karamadazı Graniti'nin bölgeye sokulum yapmasıyla artan jeotermal gradyan, küçük ölçekli termal metasomatik döngüler ve sıcak akışkan etkisi, Akbaş Formasyonu içinde yer alan değişik kireçtaşların izokimyasal metamorfizmasına neden olmuş ve bu evrede kireçtaşları rekristalize olarak daha sonraki metasomatik süreçlere katkıda bulunacak şekilde geçiren bir yapı kazanmışlardır. Termal etkiler sonucu rekristalizasyonla birlikte gözenekliliği ve geçirgenliği artan rekristalize kireçtaşları plütonun yerleşmesini takiben başlayan kristalizasyon evresinde salgılanan magmatik sıvıların metasomatik etkileriyle karşı karşıya kalmıştır. Ancak endoskarnların varlığı plütonun derinlerde bir yerde sokulum yaptığını ve bu nedenle kireçtaşların sünümlü deformasyonlar nedeniyle sokulum düzlemlerine ve plütonik kayacın çepelerine paralel bir uyumluluk içinde olduğunu göstermektedir. Bu nedenle magmatik kristalizasyonu takiben artan magmatik-hidrotermal akışkanlar, sünümlü deformasyon etkisinde

KARAMADAZI DEMİR YATAĞINDA SKARN ZONLANMASI VE MİNERALOJİSİ



Şekil 9. Karamadazı demir skarn yatağında skarn oluşum evreleri ve skarn zonları (ölçeksiz)

Figure 9. The skarn zones and sham formation phases in Karamadazı iron skarn deposit (Not to scale)

kıvrılarak tabaka düzlemleri granitik kayaca paralellik gösteren kireçtaşların iç kesimlerine doğru ilerleyememişler; onun yerine rekristalize kireçtaşı-plüton dokanıkları boyunca dikey yönde bir döngü içinde hareket etmişlerdir. Benzer olaylar endoskarnların gözlemlendiği ünlü skarnlarda da vurgulanmaktadır (Einaudi ve diğerleri, 1981; Meinert, 1993). Bu dikey döngü nedeniyle kireçtaşı ve granit gibi birbirinden çok farklı kimyasal bileşim ve farklı jeokimyasal parametreler altında oluşan iki farklı kayacık arasında ufak çaplı metasomatik transferler başlamıştır. Bu olay sonucunda önce plüton çeperlerinde, daha sonra da plütonun soğuma çatlakları boyunca daha iç kesimlerde bir kalsiyum metasomatizması başlamıştır. Bu olay sonucunda plüton önce epidotlaşmış (hornfels) daha sonra kalsilikatlar (piroksen ve granat) oluşmuştur. Giderek hacmi artan ve uçucularla zenginleşen magmanın termal genişmesi ve giderek yükselmesi plütonun hem sığ derinliklere doğru ilerlemesini hem de sokulum yaptığı kayacı kırmasını sağlamış ve dolayısıyla rekristalize kireçtaşları içinde serbestçe dolaşmaya başlayan magmatik akışkanlar, rekristalize kireçtaşların metasomatizmasıyla önce granatça zengin, daha sonra da piroksence zengin mineral topluluklarını oluşturmuştur. Bir başka deyişle, kireçtaşları magmadan salgılanan asidik, silika, demir ve klorca zengin akışkanlar tarafından başkalaşım geçirmişlerdir. Bu evre prograd evre olup tamamen plütonun yerleşme ve kristallenme süreçlerini kapsamaktadır. Bu evrede skarn topluluklarına eşlik eden manyetit

saçınımları özellikle piroksenlerle birlikte gelişmişlerdir. Plütonun tamamen yerleşmesi ve kristallenmesini takiben soğumaya başlamasıyla birlikte göreceli olarak daha soğuk ve yer yer meteorik akışkanların etkisinde kalan magmatik-hidrotermal çözeltiler daha önce oluşan granat ve piroksen gibi yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında oluşan minerallerle temsil edilen prograd toplulukların alterasyona uğramasını ve bir yandan piroksenlerin epidot ve aktinolite dönüşmesini sağlarken, bu reaksiyonlarla kimyasal parametrelerinde (T, P, pH gibi) değişiklik olan çözeltilerin bünyelerinde taşıdığı demiri de manyetit ve yer yer hematit olarak ekzoskarnlar içinde (Şekil 9) bırakmıştır. Skarnlara yan kayacık eden kireçtaşların bünyelerinde anormal demir zenginleşmeleri veya saçınımları bulunmadığı için demirin magmatik kökenli olabileceği ve çözeltilerden geç evrede değişik reaksiyonların bir sonucu olarak skarn zonları içine bırakıldığı öngörülmektedir. Aktinolit ve epidotların oluşumunu takip eden bir diğer evre de göreceli olarak daha düşük sıcaklıklardaki çözeltilerin oluşan skarn topluluklarını ve cevherleşmeyi altere etmesiyle oluşmuştur. Bu evrede özellikle artan alterasyon nedeniyle granat ve piroksen gibi kalsilikatlarda yaygın bir karbonatlaşma (kalsitleşme) ve bu alterasyonun açığa çıkardığı kuvarsla birlikte silisleşme başlamış ve bunlar hem ekzoskanları hem de cevherleşmeleri kesen piritli kalsit ve kuvar damarları olarak bölgeye yerleşmiştir. Bu evrede, daha önceden oluşan manyetit cevherleşmeleri bir

yandan martitleşerek hematite dönüşürken aynı zamanda pirit saçımmları ve cepleri tarafından da ornatılmaya başlanmıştır.

SONUÇLAR

Karamadazı demir yatağı Karamadazı Graniti ve Akbaş Formasyonu dokanağında gelişen tipik bir ekzoskarnıdır. Detay arazi gözlemleri, GPS haritalaması ve petrografik çalışmalarda, bölgedeki skarn zonlarının hem granitoidler içinde endoskarn olarak, hem de rekristalize kireçtaşları içinde ekzoskarn olarak oluştuğu saptanmıştır. Endoskarnlar kendi içinde epidot skarn ve granat-epidot skarn olmak üzere iki ayrı zonda incelenmiştir. Ekzoskarnlar ise piroksen-granat-epidot skarn, aktinolit-epidot skarn ve epidot-pirit-kuars skarn olmak üzere üç ayrı zonda incelenmiştir. Bu zonlar hem mineralojik olarak hem de arazi ölçeğinde farklılıklar sunan belirgin skarn zonları olarak değerlendirilmiştir. Skarnların birbirini takip eden prograd ve retrograd olmak üzere 2 ayrı evrede oluştuğu, granat ve piroksenlerin prograd evre ürünleri olarak plütunun yerleşmesi ile ilgili olduğu, öte yandan aktinolit ve epidot parajenezlerinin ise plütunun kristallenmesi ve buna bağlı olaylarla ilgili olduğu belirtilirken pirit, kuvars, kalsit ve epidotun plütunun soğumaya başlamasıyla ilişkili olabileceği vurgulanmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen 198Y098 Kodlu "Orta Anadolu Kristalen Karmaşığında yer alan granitoidler ve skarn yataklarının kökensel birlikliklerinin magmatik petrojenez ile ilişkilendirilmesi" konulu proje kapsamında ele alınan bir çalışma olup, yazarlar TÜBİTAK tarafından sağlanan desteğe sonsuz teşekkürlerini sunarlar.

EXTENDED SUMMARY

The Karamadazı iron deposit located at about 25 km southeast of Yahyalı (Kayseri) is of skarn type deposit formed along the contacts of Yahyalı Plüton and Akbaş Formation of the Yahyalı Sequence. The mining activities begun in 1950.

About 35-40 thousand tones of ore was mined by open pit mining methods. In order to underline the skarn mineralogy and skarn zones, and time-space relationships between granitoids and skarn zones, a detailed mapping technique by using GPS was applied. The mapping was done along the traverse lines normal to the observed skarn zones. A total of 4 traverses with 30 m intervals was used during mapping. A total of 100 samples were collected and were analyzed petrographically. The skarn zones were then defined on the basis of the major mineral in these samples.

Karamadazı deposit lies in region in which the Paleozoic rock unit are exposed. This region was named as "Siyah Aladağ", "Yahyalı Sequence" and "Rock units of Paleozoic" by different authors. The skarn zones occur along the contacts between Akbaş formation in the Yahyalı sequence, and cutting across them the Karamadazı Granite. The Karamadazı Granite associated with the skarns are granite to monzodiorite in composition. Although, plutonic rocks are sheared and deformed due to E-W and NE-SW trending fracture zones formed due to neotectonic events acting on the region, no alteration is observed. The limestones on which the skarns are formed is in the Akbaş Formation of Yahyalı Sequence, Permian in age. The limestone-granite contacts are very diagnostic due to intense recrystallization. The intensity of recrystallization decreases away from the granite contacts and from the fracture systems. The skarns lie between the granite and the non-recrystallized limestones. The epidotization and chloritization in the recrystallized limestones, represents the outer limit of the skarn zones.

The iron deposit in the Karamadazı region is of typical skarn deposit developed along the contacts of Akbaş Formation. The recrystallization effects due to intrusion of granitoids are very apparent along the contacts. The skarns are observed within the recrystallized sections of the Akbaş Formation. The skarn is classified as calcic skarn according to the composition of the carbonate it replaced, and as both endoskarn and exoskarn according the geological setting. According to Buifs classification scheme it may also be classified as "skarn around intrusive type" skarn. The field and petrographical studies confirmed that the skarns are not confined to a single zone, instead they occur in mineralogi-

cally and geologically distinct zones from granitoids to limestones. The granites are also skarnized forming 50-100 m wide endoskarn zones. The endoskarns generally trend in E-W directions and dips towards north at almost vertical angles. Endoskarns are zoned from fresh granite to exoskarns (from north to south), as epidote-skarn and garnet-epidote skarns. From endoskarns to limestones (from north to south), the exoskarns consists of pyroxene-garnet-epidote-skarn and epidote-actinolite skarn zones. The lacking of magmatic minerals and textures within these skarns, the presence of diopsidic pyroxenes, and formation of skarn minerals in a recrystallized calcite matrix, confirm that these were formed by metasomatism of a carbonate rock. The exoskarns are typical in the field by their dark to pale green colors with about 350 m thicknesses. They have a transitional contact relationships to endoskarns with a 2-3 m thick brownish green colored zone. In general, the garnets are observed close to granites, and pyroxenes to limestones. Epidote-skarns of the endoskarns appear as south dipping E-W veins that consist mainly of epidote with some pyroxene. The intensity and thickness of the veins increase from granite to exoskarn zones. The garnets within the endoskarns and exoskarns differ both in terms of grain size and of color. The fine-grained brown garnets turn into coarse-grained greenish garnets within the transition zones between endoskarns and exoskarns, and brown garnets are observed as veins. The transition zone is uniform in terms of mineralogy and it consists of magnetite veinlets as well. This zone also marks the beginning of exoskarns and is more apparent close to granitic rocks.

Mineralization took place in three main phases; the first one being the magnetite mineralization is concurrent with garnet endoskarns and pyroxene-garnet exoskarns. This type of mineralization is not common and the ore minerals are observed as disseminations or as minute veins within the epidotized endoskarn zones. The second phase is the magnetite mineralization in the actinolite-epidote exoskarns. This is the main mineralization phase forming the entire magnetite and hematite mineralization in the Karamadazi deposit. The mineralization is in the form of discontinuous pocket and lenses within highly altered exoskarn zones. Sulfide phase is defined by pyrite, chalcopyrite and

chalcocite mineralization along E-W trending calcite-quartz rich fractures. The mineralization mainly took place during syn-to post skarnization. The main ore zone follows the NE-SW direction within the pyroxene-garnet zone. Mineralization is observed as thick 200-300 m long massive bodies in the central parts of the epidote-actinolite exoskarns, while it is observed as 3-4 m long pockets and lenses along the endoskarn-exoskarn transitions. There are strong relationships between the phases of skarnization and mineralization, and the emplacement, crystallization and cooling phases of pluton.

The skarns in the Karamadazi region are the products of two successive phases (Figure 9). These are namely, prograde and retrograde phases. The mineralogical assemblages of each phase are different from each other, but the retrograde assemblage replace and/or superimposed on the prograde assemblages. Pyroxene and garnets within the exoskarn zones were formed during prograde phases; however, epidote, actinolite, and particularly calcite, quartz and pyrite were formed during retrograde phases. During the retrograde phases, the minerals in prograde phases were converted into lower pressure and temperature minerals, and were replaced by them. There is a close association with the skarn phases and the cooling and crystallization histories of the Karamadazi Granite. The intrusion and emplacement of Karamadazi Granite into Yahyalı sequence initiated the extensive isochemical metamorphism and resultant recrystallization within the limestones of the Akbaşı formation. The magmatic fluids released from the granitoid caused metasomatic changes within the recrystallized equivalents of the limestones which then turn into prograde assemblages. Thus, the prograde assemblages are said to be formed during the emplacement of the granitoid. The late stage magmatic fluids evolved from the cooling granitoid, and interaction with meteoric waters caused the alteration of prograde assemblages, and formation of retrograde assemblages. The association of main magnetite mineralization with the retrograde actinolite, epidote, tremolite, and calcite indicate that the main mineralization was formed during the retrograde, and hence during the cooling of the granitoid.

DEĞİNİLEN BELGELER

Abdüselamoğlu, Ş., 1959. Yukarı Seyhan bölgesinde Doğu Toroslarm jeolojik etüdü. MTA Rapor No. 2668.

Abdüselamoğlu, Ş., 1962. Kayseri-Adana arasındaki Doğu Toroslar bölgesinin jeolojisi hakkında rapor. MTA Rapor No. 3264.

Ağar, Ü. ve Kıtay, R., 1962. Kayseri İli Yahyalı İlçesi Karamadazı Köyü Özkoyuncu manyetit zuhuru civarının jeolojisi ve rezervi. MTA Rapor No. 2886.

Ayhan, A., Lengeranlı, Y., Çeltek, N. ve Aksoy, E., 1984. Aladağlar (Batı-Zamantı) yöresi (Yahyalı-Çamardı) jeolojisi ve kurşun-çinko etüdüleri. MTA Rapor No. 7501.

Aytuğ, G., 1964. Kayseri-Yahyalı demir etüdü. MTA Rapor No. 3734.

Baykal, R., 1944. Malatya-Kayseri arasındaki Toroslarm jeolojik yapısı. MTA Rapor No., 1703.

Blumenthal, M., 1941. Niğde ve Adana vilayetleri dahilindeki Toroslarm jeolojisine umumi bir bakış. MTA Yayınları Seri B. No.6, 48 s.

Blumenthal, M., 1944. Kayseri-Malatya arasındaki Toros bölümünün Permokarbonifer arazisi. MTA Dergisi, 1/31, 105-118.

Brennich, G., 1959. Kayseri vilayetindeki Karamadazı ile Yahyalı arasında kalan mıntıkanın jeolojisi. MTA Rapor No. 2758.

Burt, D.M., 1977, Mineralogy and petrology of skarn deposits. Soc. Italiana Mineralogia Petrolgia Rendiconti, 33, 859-873.

Einaudi, M.T., Meinert, L.D., ve Newberry, R.J., 1981, Skarn deposits: Econ. Geol., 75th Anniv. Vol., 317-391.

Jacobson, H.S., Yazgan, D., Arda, T. ve Filibeli, H., 1968. Karamadazı demir madeninin jeolojisi, Kayseri-Türkiye.MTA Rapor No. 4542.

Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A., ve Olgun, E., 1991. Orta Anadolu Masifi'nin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm 1: Güney Kesim. TPAO Rapor, No. 2909, 140s.

Göncüoğlu, M.C., Erler, A., Toprak, V., Yalınız, K., Olgun, E., ve Rojay, B., 1992, Orta Anadolu Masifi'nin batı bölümünün jeolojisi,

Bölüm 2: Orta Kesim. TPAO Rapor.No. 3155, 76 s

Kuşçu, İ., ve Erler, A., 1998. Mineralizations in collision related setting: Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. International Geology Reviews, 40, 552-565

Meinert, L.D., 1993, Igneous petrogenesis and skarn deposits. R.V. Kirkham, W.D. Sinclair, R.I. Thorpe, and J.M.Duke, (eds.), Geol. Assoc. Can. Special Paper, 40, 569-583.

Metz, K., 1956. Aladağ ve Karanfil dağının yapısı ve bunların Kilikya Torosu tesviye edilen batı kenarı hakkında malumat hususu için yapılan jeolojik etüd. MTA Dergisi, 48, 63-73.

Okay, A.C., 1954. Kayseri, Niğde ve Tuzgölü arasındaki bölgenin jeolojisi. MTA Rapor No. 2252.

Onay, T.Ş., 1952. Kayseri ili Develi ilçesi Yahyalı bucağında Mustafa Koyuncu'ya ait manyetit madeni hakkında maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No. 1984.

Oygür, V., Yurt, M.Z., Yurt, F. ve Sarı, İ., 1978. Kayseri-Yahyalı-Karamadazı ve Kovalı yöresi demir madenleri jeoloji raporu. MTA Rapor No. 6609.

Oygür, V., 1986. Karamadazı (Yahyalı-Kayseri) kontak metazomatik manyetit yatağının jeolojisi ve oluşumu. Jeoloji Müh., 27, 1-9.

Özgül, N., 1976. Toroslarm bazı temel özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19/1, 65-78.

Şenöz, E., 1985. Yahyalı (Kayseri) yöresi demir yataklarının jeolojisi, oluşumu ve kökeni. Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak. Dergisi, seri A Yerbilimleri, 2/1, s.85-104.

Tekeli, O. 1980. Toroslarda Aladağlarm yapısal evrimi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 23/1, 11-14.

Tekeli, O., Aksaya, A., Evren, İ., Işık, A., ve Ürgün, B.M., 1981. Toros ofiyolit projeleri Aladağ Projesi raporu. MTA Rapor No. 6976.

Ulakoğlu, S., 1983. Karamadazı graniti ve çevresinin jeolojisi. Jeoloji Mühendisliği, 17,69-78.

Vache, R., 1964. Antitoroslardaki Bakırdağ kurşun çinko yatakları (Kayseri ili) MTA Dergisi,62, 87-98.