

KARACAALI (KIRIKKALE) DEMİR CEVHERLERİNİN MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİ

Şükrü KOÇ, Caner KAYA ÖZER, Nursel ÖKSÜZ

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, ANKARA
Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 66100, YOZGAT

ÖZET: İncelenen demir cevherleri mikrogabro, diyabaz ve bazaltlar içinde yer alan çatlak ve kırıklar boyunca yerleşmiş masif, saçınımlı ve breşik tipte damarlar ve düzensiz sınırlı kütlelerden oluşur. Yan kayaçlarda, hidrotermal süreçlere işaret eden, uralitleşme, albitleşme, kloritleşme, aktinolitleşme, tremolitleşme, epidotlaşma, sossuritleşme, karbonatlaşma, killeşme ve silileşme gibi alterasyon tipleri gelişmiştir. Cevher başlıca, manyetit ve pirit minerallerini kapsar. Daha az miktarlarda ise hematit, muşketofit, kalkopirit, bornit, pirotin, fahlerz, markazit, götit ve turingit içerir. Cevher kütlelerinin tipi, parajenez, yapı ve doku özellikleri Karacaali piritli demir cevherlerinin hidrotermal süreçlerle oluşabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Kırıkkale, hidrotermal, demir cevherleşmesi, manyetit, pirit, Türkiye.*

ABSTRACT: The studied iron ores are located along cracks and fractures in the microgabbro, diabase and basic type rocks and are characterized by massive, disseminated and brecciated veins and irregular masses. Various alteration types such as uralitization, albitization, chloritization, actinolitization, tremolitization, epidotization, sossuritization, carbonatization, argillitization and silicification have been developed by effecting of hydrothermal processes during fluid-rock interaction. Main mineralization is composed of mainly magnetite and pyrite and lesser amounts of hematite, muscovite, chalcopyrite, bornite, tetrahedrite, pyrrhotite, marcasite, goethite and tringite. The geological, petrographical and mineralogical data indicate that the Karacaali iron deposit was formed by means of hydrothermal processes.

Key Words: *Kırıkkale, hydrothermal processes, iron mineralization, magnetite, pyrite, Turkey.*

GİRİŞ

Çalışma alanı, Kırşehir İ31-a1 paftasında Kırıkkale iline 5 km mesafede bulunan Karacaali köyü çevresinde yaklaşık 20 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Karacaali yöresinde bugüne kadar yapılmış birkaç araştırma bulunmaktadır. Norman (1972), bölgede yer alan Üst Kretase ve Alt Tersiyer istifinin litostratigrafisi konulu çalışmasında bazik volkanik kayaçlar, yeşil tuf, aglomera ve tüfitler ile üste doğru çok az miktarda beyaz renkli biyomikritik kireçtaşı seviyelerini kapsayan, Yahşihan formasyonunun Paleosen yaşlı Karacaali plütünü tarafından kesildiğini açıklamıştır. Karacaali granitoidleri Kayakıran (1999) tarafından çalışılarak, söz

konusu kayaçların çarpışma sonrasına ait magmatitler olduğu ve hibrid bir magmadan türediği ortaya konulmuştur. Kaya (2002), Karacaali demir yatağının maden jeolojisini ve jeokimyasını incelemiştir. Koç ve Kaya (2002) ise, aynı bölgenin bazaltik bileşimli kayaçlarını inceleyerek, bu kayaçların Ankara Melanjına ait toleyitik karakterli, MORB kökenli, aynı bir magma haznesinden farklılaşma ile türediklerini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada Karacaali köyü çevresinde yer alan demir cevherlerinin mikrogabro, diyabaz ve bazalt türü kayaçlarla ilişkili olabileceği açıklanmıştır. Delibaş (2002) ile Delibaş ve Genç (2004)'ün çalışmalarında demir zenginleşmelerini içeren bazik kayaçların Ankara melanjına ait olmadıkları, granitik bir

magma içine sokulum yapan Kretase'den daha genç bir magmatizmayı temsil ettikleri savunulmuştur. Ayrıca bölgede yer alan Fe, Cu-Mo ve Pb-Zn zenginleşmelerinin ise, asidik ve bazik kökenli magmaların etkileşim, karışım ve farklılaşma süreçleri sırasında ortaya çıktığı öne sürülmüştür. Buna karşın jeokimyasal verilere göre bazaltların MORB (Mid Ocean Ridge Basalt) kökenli olduğu (Koç ve Kaya 2002), granitlerin ise, çarpışma sonrası hibrid bir magmadan türediği anlaşılmaktadır (Kayakıran 1999). Yastık lavların pelajik tortularla birlikte bulunması da dikkate alındığında granitik kayaçların içine doğru sokulum yapan genç bazaltik bir volkanizmanın varlığı tartışılır hale gelmektedir. Magmatik ve volkanik süreçlere ilişkin söz konusu farklı görüşlerin de işaret ettiği gibi, kökensel olarak Karacaali çevresinde yüzeyleyen granitoidler ve bazaltik kayaçlarla ilişkili olduğu düşünülen demir cevherlerinin, oluşumu konusunda henüz belirli bir görüş birliği sağlanamamıştır. Bu konuda daha ayrıntılı jeotektonik, mineralojik ve jeokimyasal araştırmaların yapılması oldukça yararlı olacaktır. Bu nedenle yazarlar bu makalede, Karacaali demir cevherlerinin bazı jeolojik, mineralojik ve petrografik özelliklerini inceleyerek kökene ilişkin mevcut sorunlara ışık tutmasını amaçlamışlardır.

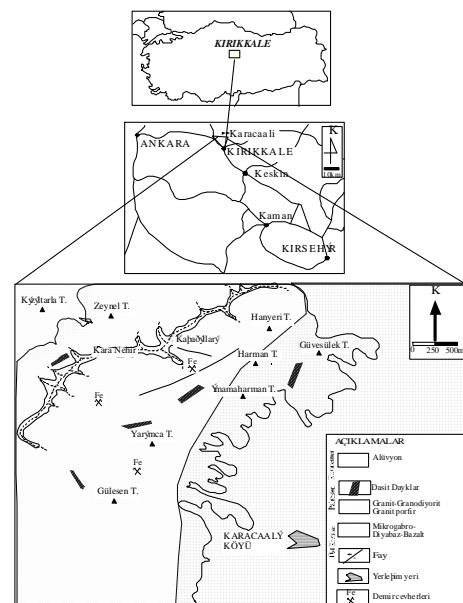
MATERYAL VE YÖNTEM

Karacaali demir cevherlerinden amaca uygun olarak damar, breş ve saçınımlı cevher tiplerini temsil edecek şekilde 50 adet örnek derlenmiştir. Bu örneklerden Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ile Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) laboratuvarlarında ince kesit ve parlatma kesitleri yapılmıştır. Örneklerde gang minerallerinin özellikleri, polarizan mikroskop, cevher minerallerinin özellikleri ise cevher mikroskobu ile belirlenmiştir. Cevher mikroskobunda parajenezde yer alan cevher minerallerinin kökene ışık tutabilecek yapı-doku özellikleri araştırılmıştır. Mineralojik tayinlerde, mikroskop

çalışmalarının yanı sıra X-ışını difraktometre (XRD) analiz yöntemi de kullanılmıştır. Toz örneklerin mineralojik bileşimleri, Ankara Üniversitesi Bilimsel Teknik Araştırma ve Uygulama Merkezinde (BİTAUM) bulunan, Rigaku D-max-220 marka, Cu hedefli $\lambda=1.54\text{Å}$ olan X-ışını tüplü bir difraktometre cihazı ile belirlenmiştir.

JEOLJİK KONUM

İnceleme alanında yer alan en yaşlı birim, Üst Kretase yaşlı ofiyolitik seriye aittir. En altta mikrogabro, üzerinde diyabaz ve en üstte bazalt türü kayaçlardan oluşan bu birim önceki çalışmalarda Ankara Melanjı (Bailey ve McCallien, 1950) ve Karakaya Ultramafiti olarak adlandırılmışlardır (Seymen, 1981). Bayhan ve Tolluoğlu (1987) ile Önen ve Unan (1988) ise, bu kayaçların tamamını Karakaya Ultramafitine dahil etmişlerdir. Bazik bileşimli bu birimleri kesen granitoid bileşimli magmatik kayaçların yaşı radyometrik yöntemlerle 54 My (Ayan, 1963) ve 71 My (Ataman, 1972) olarak belirlenmiş olup, Paleosen'e karşılık gelmektedir. Ayrıca daha birçok araştırmacı tarafından plütonun yaşı Paleosen olarak tespit edilmiştir (Norman, 1972; Buchardt, 1958; Ketin, 1955). Bölgede ayrıca ofiyolitik kayaçları kesen dasit daykaları da bulunmaktadır. Yörede yer alan en genç birim ise, vadiler boyunca izlenen Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının jeoloji ve yer bulduru haritası.

Figure 1. Geology and location map of the study area.

Bölgenin daha ayrıntılı stratigrafisi ve yan kayaç konumundaki bazik kayaçların petrografisi ve petrolojisi Koç ve Kaya (2002) tarafından sunulmuştur.

Karacaali demir cevherleri, yörede yüzeyleyen mikrogabro, diyabaz ve bazalt türü kayaçlarla ilişkilidir. Cevher, daha çok bu kayaçların kırık ve çatlakları boyunca damarlar şeklinde (Şekil 2); kayacın bünyesinde ise saçınımlar halindedir (Şekil 3). Ayrıca çalışma alanında bazaltlar içerisinde breşik (çözülme breşi) yapıları bir cevher oluşumu da Kara dere civarında yüzeylenmektedir (Şekil 4).



Şekil 2. Diyabazın kırık ve çatlakları boyunca gelişen manyetit cevherleşmesi.

Figure 2. Vein type mineralizations along the fractures and joints in the wall rocks.



Şekil 3. Diyabaz içinde impregnasyon halde izlenen manyetit cevherleşmesi.

Figure 3. Impregnation type magnetite in the wall rock.

Bölgedeki cevherleşmelerle ilgili olarak MTA tarafından bir ön etüd ve sondaj yapılmış, ancak ekonomik olmadığından daha fazla araştırmaya gerek görülmemiştir.



Şekil 4. Bazalt içinde magmatik breşleşme (çözülme breşi) ile oluşmuş cevherleşme (siyah kısımlar cevher, beyaz kısımlar karbonatlaşma).

Figure 4. Mineralization produced as a result of magmatic brecciation (solution breccia) Brecciated ores produced by magmatic brecciation (solution breccia) in the host rock basalts.

HİDROTERMAL ALTERASYONLAR

Karacaali bölgesinde yan kayaçları oluşturan mikrogabro, diyabaz ve bazaltlarda yaygın olarak, hidrotermal alterasyon kuşakları izlenmektedir. Bunlar sıvı-kayaç etkileşimi sırasında ortaya çıkan, uralitleşme, albitleşme, kloritleşme, aktinolitleşme, tremolitleşme, epidotlaşma, sossuritleşme, karbonatlaşma, killeşme ve silisleşmelerdir (Koç ve Kaya, 2002).

CEVHER MİNERALOGİSİ

Parlak Kesit Çalışmaları

MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan bir sondajdan derlenen cevher örneklerinden 34 adet parlatma kesiti yapılmış ve cevher mikroskobunda incelenmiştir. Bu incelemeler, cevher parajenezinin esas olarak manyetit ve pirit minerallerinden, daha az olarak da hematit, muşketofit, kalkopirit, bornit, pirotin, farhlerz, markazit ve kromit gibi minerallerden

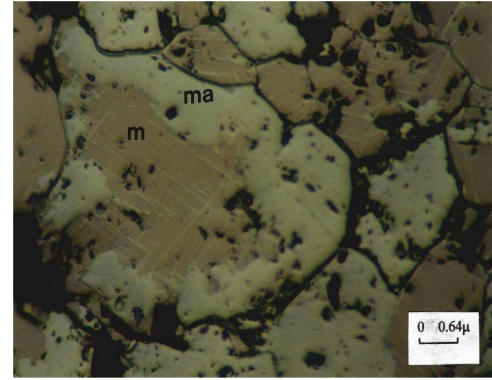
oluşturduğunu göstermiştir. Manyetit, pirit, kromit kalkopirit, fahlerz, pirotin ve bornit parajenezin birincil; hematit, muşketofit, götit ve markazit ise ikincil mineral topluluklarını oluşturur.

Manyetit

Karacaali cevherlerinin hakim minerali manyetittir. Mikroskop incelemelerinde manyetitlerin dokusal olarak üç farklı tipte geliştiği belirlenmiştir. Birinci tip manyetitler, en çok rastlanılanıdır. Bunlar iri taneli, özşekilli veya yarı özşekilli, masif dokulu manyetitler olup, tane aralarında çok az miktarda gang minerali bulunur. İkinci tipi karakterize eden, daha küçük taneli, özşekilli ya da yarı özşekilli manyetitler gang veya kayaç içinde saçılmış taneler halinde görülürler. İnce damarcıklar halinde izlenen üçüncü tip manyetitler, kayacın kırık ve çatlakları boyunca yerleşmiş olup, belirgin bir kenar ve köşeye sahip olmayan tanelerden oluşurlar. Dokusal olarak farklılık gösteren bu manyetitlerde çoğu zaman çeşitli derecelerde martitleşmeler görülmektedir. Martitleşmeler daha çok tane kenarları ve ince çatlaklar boyunca gelişmiştir (Şekil 5). İleri derecede martitleşmiş bazı tanelerde ise, çok az miktarda manyetit relikti korunabilmiştir. Bazı manyetit tanelerinde yer yer levha, iğne ve çubuk şeklinde martitleşmeler görülmektedir (Şekil 6). Martitleşmenin erken evrelerinde manyetitin özellikle (111) yüzeyine paralel gelişmiş olan hematitler izlenir; ancak ileri martitleşme sürecinde, manyetit hemen hemen bütünüyle hematite dönüşmüştür., dolayısıyla sadece küçük manyetit kalıntıları gözlenebilir (Genç, 1998). Levhalar ya da çubuklar şeklinde izlenen hematitleşmelerde de hala manyetit olarak kalan kesimler izlenebilmektedir. Bu kesimler pembemsi gri renkli izotrop kalıntılar halinde; hematitleşmiş kesimler ise grimsi beyaz ve anizotrop olarak görülmektedir. İğne ve çubuklar şeklinde martitleşmeler (111) yüzeyine paralel olarak gelişmiş olup, bazı kesimlerde bu iğne ve çubuklar arasında kalan manyetitler tamamen çözünerek yerlerini gang minerallerine bırakmışlardır (Şekil 6). Ayrıca, levha şeklinde hematit psödomorfları da seyrek değildir. Ramdohr (1977)'a göre

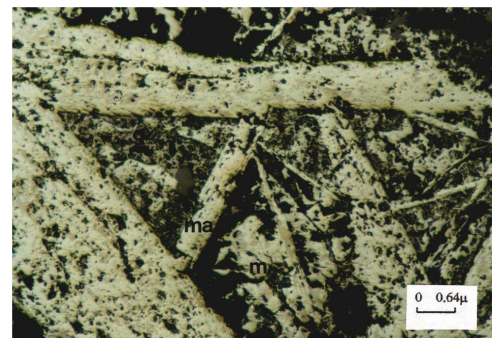
martitleşme genellikle manyetit oktaederlerinin yüzeylerine paralel olarak gelişir ve hematit oluşumu bütün doğrultularda ilerler. Eğer bu oluşum yüksek sıcaklıklarda başlamış ise, bir yönde daha çok hematitleşme görülebilir. Öyle ki, psödomorflaşma sürecinde büyük oranda hematitleşmeler meydana gelmektedir (Şekil 7).

İri taneli manyetitlerin oluşturduğu masif dokulu bazı örneklerde manyetit tanelerinin hiç martitleşmediği görülmüştür. Bu tip manyetitlerin çatlaklarına ince damarcıklar şeklinde yerleşmiş olan piritler, bazı manyetit tanelerinin etrafını kuşatmışlardır (Şekil 8).



Şekil 5. Manyetitin (kahvemsi gri) kenarlarından ve çatlaklarından itibaren martitleşmesi (açık gri). Ayrıca orta kısımda (111) yüzeyine paralel gelişmiş martitleşmeler. Siyah kısımlar gang. (m: manyetit, ma: martit, g: gang, T.N.)

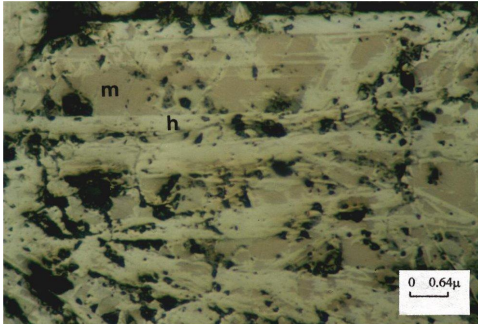
Figure 5. Martitization developed along magnetite crystal borders and fractures in the magnetite crystals (light grey). Notably martitizations show a parallel trend to (111) surface in centerparts of the crystals. Black sections are gang. (m: magnetite, ma: martite, g: gangue, parallel (//) nichols).



Şekil 6. Manyetitlerin (kahvemsi gri) iğne ve çubuklar şeklinde (111) yüzeyine paralel olarak martitleşmesi (açık gri-beyaz). Siyah kısımlar gang. (m: manyetit, ma: martit, g: gang, T.N.).

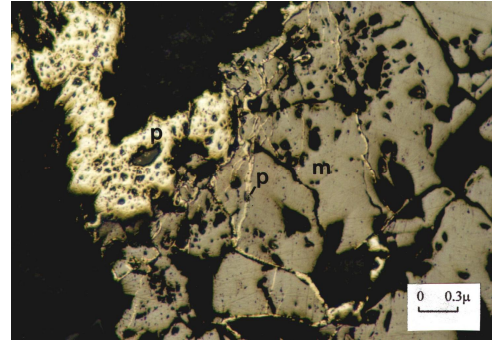
Figure 6. Martitization of magnetites (light grey-white) as paralel to (111) surface . Black sections are gangue, parallel (/) nichols).

Kayaç içinde saçılmış durumda olan özşekilli veya özşekilsiz tanelerde de martitleşmeler izlenmektedir (Şekil 9). görülmektedir. İri ve küçük taneli manyetitlerden oluşan bazı örneklerde özellikle martitleşmeye uğramış iri tanelerin dıştan içe doğru gang tarafından ornatıldığı görülür. Gang içinde izlenen manyetit ve martit reliktleri bunu açık bir şekilde işaret etmektedir. Bu iri taneli manyetitlerin içinde yer yer iç içe yerleşmiş, pirit, kalkopirit ve bornit kapanımları yer almaktadır (Şekil 10).



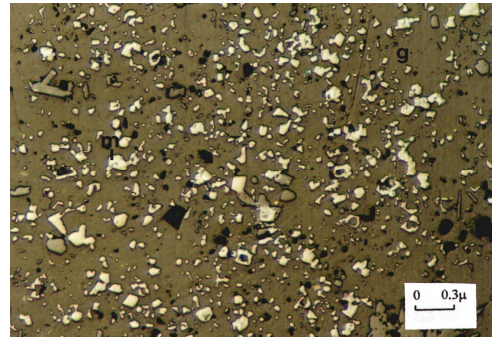
Şekil 7. Manyetitlerin (kahvemsi gri) (111) yüzeyine göre martitleşerek hematit levhacıklarının (açık gri) oluşması. Siyah kısımlar gang. (m: manyetit, h: hematit, g: gang, T.N.).

Figure 7. Martitization of magnetites as paralel to (111) surface and formation of the platty shaped hematites (light grey) Black sections are gang (m: magnetite, h: hematite, g: gangue, parallel (/) nichols).



Şekil 8. Manyetitin (gri) çatlaklarına ince damarcıklar şeklinde yerleşmiş ve tanelerin etrafını kuşatmış pirit (açık sarı). Koyu gri ve siyahlar gang. (m: manyetit, p: pirit, g: gang, T.N.)

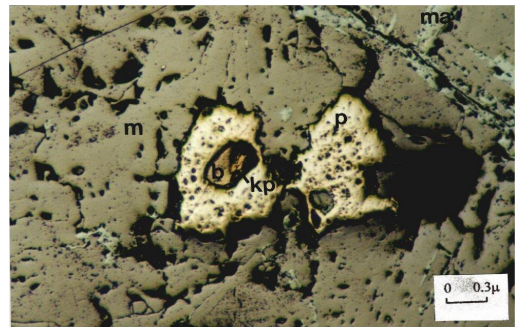
Figure 8. Pyrite in the thin veins type magnetite fraction. Dark grey to black sections are gang. (m: magnetite, p: pyrite, g: gangue, parallel (/) nichols).



Şekil 9. Kayaç içinde saçılmış, kimisi özşekilli olan manyetit (açık gri) oluşumları. Koyu gri ve siyah kısımlar gang. (m: manyetit, g: gang, T.N.).

Figure 9. Disseminated magnetite crystals, some of which euhedral type in the basaltic wall rocks.

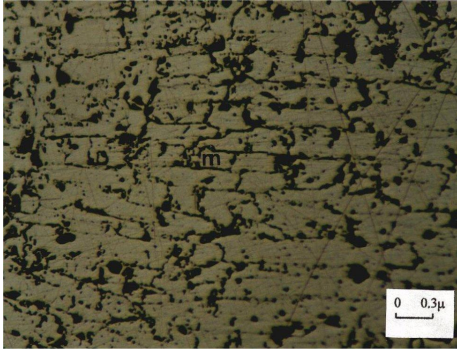
Dark grey to black sections are gang. (m: magnetite, g: gangue, parallel (/) nichols).



Şekil 10. Martitleşmiş (açık gri) manyetitler (gri) içerisinde kalkopirit (sarı) ve bornit (kahverengi) kapanımı bulunduran pirit (açık sarı). Siyah kısımlar gang. (m: manyetit, ma: martit, p: pirit, kp: kalkopirit, b: bornit, g: gang, T.N.)

Figure 10. Pyrite including calcopyrite and bornite inclusion in martitized manyetite crystals. Black sections are gang. (m: magnetite, ma: martite, p: pyrite, kp: calcopyrite, b: bornite, g: gangue, parallel (/) nichols).

Karacaali cevherlerinde martitleşmeyle oluşmuş levhamsı hematitlerin daha sonra muşketofitleşmesi, ortamın fizikokimyasal şartlarındaki değişikliklere işaret etmektedir (Şekil 7, Şekil 11). Manyetitin hematitleşmesi kısmi oksijen basıncının artmasına ve daha sonraki muşketofitleşme ise ortamın tekrar indirgen bir karakter kazandığına işaret eder (Ramdohr 1977). koşullarını ifade etmektedir. Bu oluşumlar şekil olarak hematite benzemekle birlikte grileşen renkleri ve izotrop görünüşleri ile hematitten ayrtedilebilmektedirler. Oksijen basıncının değişimi veya indirgeyici çözeltilerin etkisiyle sıcaklık yükselmesi olmaksızın hematitten tekrar manyetit psödomorfları oluşabilmektedir (Ramdohr, 1977).

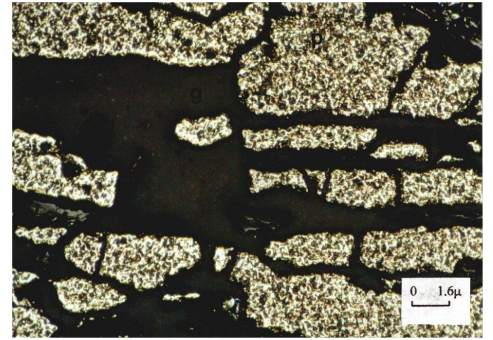


Şekil 11. Manyetit tanaleirinin levhamsı hematite dönüşmesi ve hematitin muşketofitleşmesi (gri). (m: manyetit, T.N.).

Figure 11. Transformation of medium grained magnetites into platy and muscovite hematites (m: magnetite, parallel (/) nichols).

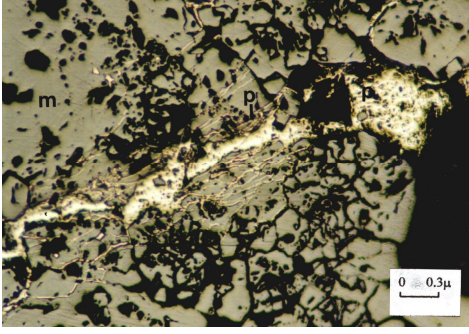
Cevher içerisinde manyetitten sonra bolluk bakımından ikinci sırada piritler yer alır. Hemen hemen bütün örneklerde manyetitelere piritlerin eşlik ettiği görülür. Bunların manyetit taneleri arasında ve onların çatlakları boyunca yer alması, manyetitelere daha sonra oluştuklarına işaret etmektedir (Şekil 8). Piritler genellikle özşekilsiz, bazen de özşekilli veya yarı özşekilli olup, manyetitelere göre daha iri tanelidirler. Manyetitelere piritler tarafından kuşatılması sonucunda ornatma ile manyetit kapanımları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca piritler, bazı ince cevher damarcıklarında manyetitelere birlikte görülürler. Şekil 12'de böyle bir damarda akma yapılarına benzer şekilde, uzun eksenleri damar yüzeylerine paralel yönelmiş piritler izlenmektedir. Hakim mineral olarak piritin yer aldığı damarcıklarda çeperlere yakın kısımlarda manyetitler yer almaktadır. Bu damarda az bir miktarda kalkopirit de bulunmaktadır.

Bazı örneklerde piritler manyetitelere çatlaklarında doldurarak çok ince damarcıklar şeklinde görülür. Bunlar, muhtemelen daha genç bir jenerasyona ait sülfürce zengin çözeltilerden çökelmiş olmalıdırlar (Şekil 8, Şekil 13). Manyetitler içinde görülen piritlerin bir kısmı da saçınımlı bir şekilde gözlenir. Piritler manyetit taneleri arasındaki boşluklarda kristallenerek yer yer onları ornatmışlardır.



Şekil 12. Gang (koyu gri) içinde yönelmiş pirit (açık sarı) parçaları. (p: pirit, g: gang, T.N.).

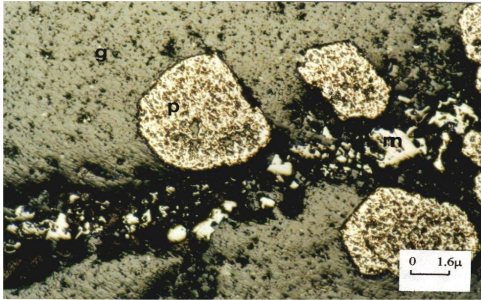
Figure 12. Thin pyrite levels (light yellow) in the gang parts (black) (p: pyrite, g: gangue, parallel (/) nichols).



Şekil 13. Manyetitle (gri) içinde ince pirit damarcıkları (açık sarı). (m: manyetit, p: pirit, T.N.).

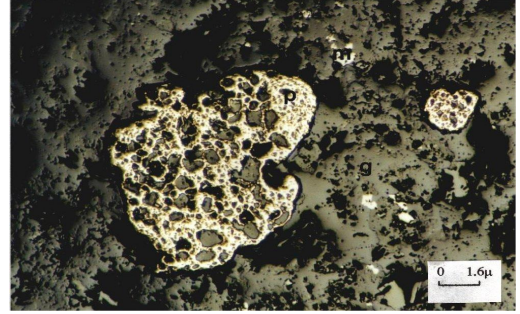
Figure 13. Thin vein type pyrite occurrences (light yellow) in fractured magnetite crystals, (m: magnetite, p: pyrite, parallel (/) nichols).

Şekil 14'te gözlenen manyetitle pirit arasında herhangi bir ornatma ilişkisi belirlenmemiştir. Bu iki mineralin birlikte buldukları kesimlerde tanelerin birbirleriyle ilişkisi düz ve keskin Kayaç içinde dağılmış iri taneli piritler özşekilli ve yarı özşekillidirler. Ayrıca gang içinde dağılmış olarak yer alan piritler gang tarafından ornatıldığı için ilksel şekillerini koruyamamışlardır. Bunlardan bazılarında piritin boşlukları gang minerallerince doldurulmuş olup tipik bir elek dokusu izlenmektedir (Şekil 15).



Şekil 14. Gang içinde iri taneli, özşekilli piritler (açık sarı) ve yan kayaç çatlakları boyunca yerleşmiş manyetit (açık gri). Çevredeki gri ton gang. (p: pirit, m: manyetit, g: gang, T.N.).

Figure 14. Coarse grained and euhedral pyrite in gangue and magnetite along fissures in host rock. Grey partions are gang. (p: pyrite, m: magnetite, g: gangue, parallel (/) nichols).



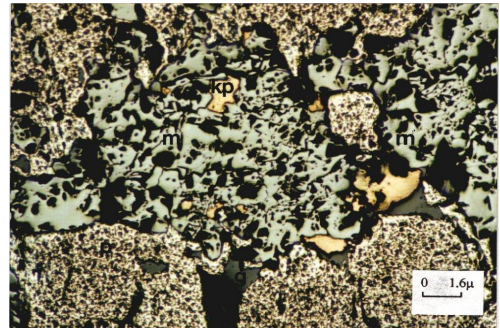
Şekil 15. Gang içinde (koyu gri, siyah) boşlukları gang tarafından doldurulmuş poiklitik (elek) doku gösteren pirit (açık sarı) taneleri. Açık gri kısımlar manyetit. (p: pirit, m: manyetit, g: gang, T.N.).

Figure 15. Pyrite grains with poiklitic structure in spaces of which were filled by gang. Light grey crystals are magnetite. (p: pyrite, m: magnetite, g: gangue, parallel (/) nichols).

Kalkopirit

Manyetit ve piritten sonra parajenezde sıklıkla rastlanılan kalkopiritler, özşekilsiz olarak genelde birlikte bulunurlar. Manyetitleerin yoğun olduğu kesimlerde ise, kalkopirit bolluğu azalır. Bununla birlikte bazı manyetitleer içinde kapanımlar halinde görülürler (Şekil 16).

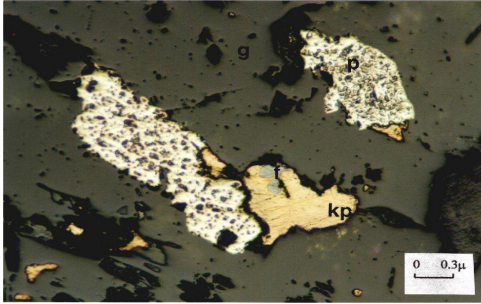
Bazı piritlerin çatlakları boyunca yerleşmiş olan tamamen özşekilsiz kalkopirit ince damarcıklar oluşturmuşlardır. Bazen de kalkopirit damarları pirit ve manyetit kristallerinin sınırları boyunca izlenirler.



Şekil 16. Manyetit (gri) içinde özşekilsiz kalkopirit (sarı) ve özşekilli pirit (açık sarı). Siyah kısımlar gang (m: manyetit, p: pirit, kp: kalkopirit, g: gang, T.N.).

Figure 16. Anhedra shaped calcopyrite (yellow) and euhedral pyrite grain in magnetite.

(m: magnetite, p: pyrite, kp: calcopyrite, g: gangue, parallel (//) nichols).



Şekil 17. Gang (koyu gri) içinde pirit (açık sarı) ve kalkopirit (sarı) taneleri. Ayrıca kalkopirit içinde fahlerz (zeytin grisi) kristali. (g: gang, p: pirit, kp: kalkopirit, f: fahlerz, T.N.).

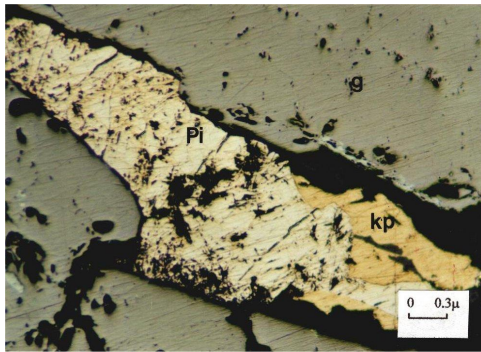
Figure 17. Pyrite and calcopyrite in gang. Furthermore fahlore (olive grey) in calcopyrite. (g: gangue, p: pyrite, kp: calcopyrite, f: fahlore, parallel (//) nichols).

Fahlerz

Örneklerde çok seyrek olarak ve yalnızca kalkopiritlerin içinde zeytin grisi renkleriyle tanımlanabilen fahlerz mineralleri izlenmiştir (Şekil 17).

Pirotin

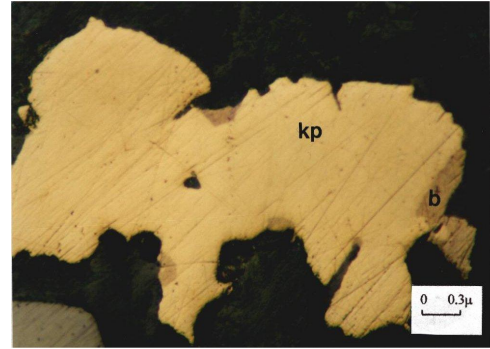
Parajenezde çok az bulunan minerallerden biri de pirotindir. Kalkopiritle birlikte, bazen kalkopiritin içinde pembemsi sütlü kahve rengi ve kuvvetli anizotropisi ile belirlenen pirotinler bulunmaktadır. Pirotinler Şekil 18'de görüldüğü üzere kalkopiriti ornatmaktadır.



Şekil 18. Manyetitlerin (gri) kırık, çatlak ve tane aralarında kalkopirit (sarı) ve pirotin (grimsi kahverengi). Siyah alanlar gang. (m:

manyetit, kp: kalkopirit, Pi: pirotin, g: gang, T.N.).

Figure 18. Calcopyrite (yellow) and pyrhotite (greyish brown) cracks fracture and between grain in magnetite (grey). Black sections are gang. (m: magnetite, kp: calcopyrite, Pi: pyrhotite, g: gangue, parallel (//) nichols).



Şekil 19. Gang (siyah) içinde yer alan kalkopiritin (sarı) kenar bölgelerinde bornit oluşumları (kahverengi). (kp: kalkopirit, b: bornit, g: gang, T.N.).

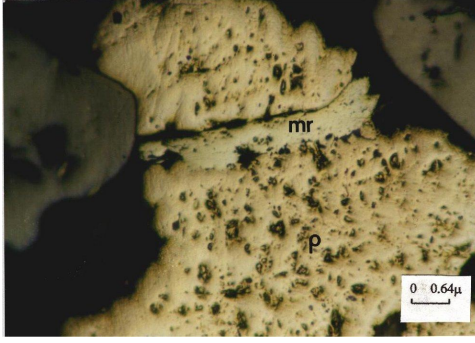
Figure 19. Bornite (brown) observed margins of calcopyrite in gangue (black). (kp: calcopyrite, b: bornite, g: gangue, parallel (//) nichols).

Bornit

Gang içinde yer alan bazı kalkopirit kristallerinin kenarlarında bornit oluşumları izlenmektedir (Şekil 19). Ayrıca gang içinde kalkopiritten bağımsız çok küçük özşekilsiz bornit taneciklerine de rastlanmıştır.

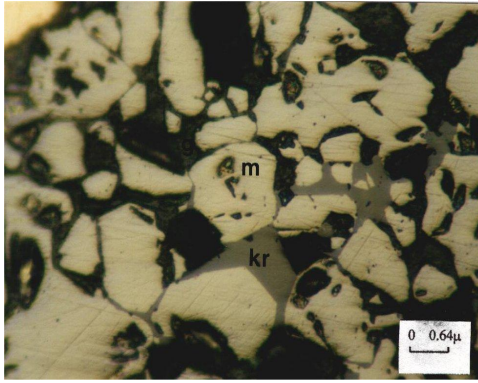
Markazit

Çok az miktarda piritin dönüşümü şeklinde markazitler bulunmaktadır (Şekil 20). Bu oluşumlar piritten daha açık renkli ve yeşil-mavi tonlarda kuvvetli anizotropisi ile hemen göze çarpılmaktadırlar. Markazitleşme çözeltilerin asitlik derecelerinde ve sıcaklıklarındaki çok düşük bir değişikliğe bağlı olarak gelişebilmektedir (Ramdohr, 1977).



Şekil 20. Piritin (açık sarı) çatlak boyunca markazite (yeşilimsi sarı) dönüşmesi. Koyu gri ve siyah kısımlar gang (p: pirit, mr: markazit, g: gang, T.N.).

Figure 20. Pyrite (light yellow) transformed into marcasite (greenish yellow) along its fractures (p: pyrite, mr: marcasite, g: gangue, parallel (//) nichols).



Şekil 21. Manyetit (gri) kenarlarından itibaren kromitleşmesi (koyu gri). Siyah kısımlar gang. (m: manyetit, kr: kromit, g: gang, T.N.).

Figure 21. Martitization developed along magnetite crystal borders and fractures in the magnetite crystals (light grey). Chromitization (dark grey) developed along magnetite (light grey) margins. Black sections are gang. (m: magnetite, kr: chromite, g: gangue, parallel (//) nichols).

Kromit

Çok seyrek olarak manyetit tanelerinin kenarlarından itibaren kromite dönüştüğü görülmektedir (Şekil 21). Kromite dönüşüm kısmı daha koyu gri renklerde, oldukça iyi parlamış, parlatma çizikleri hemen hemen bulunmayan ve iç yansıma göstermeyen bir zonlu yapı oluşturmaktadır. Ramdohr (1977)

tarafından, kromitin ekseriya homojen olduğu ve diğer minerallerle birlikte çok az büyüme gösterdiği, ancak buna karşılık günlenme ile veya hidrotermal alterasyon etkisi ile tane kenarlarında belirlenen bir değişim izlendiği, bunun da net bir şekilde demirce zengin bir kromspinel olduğu ve bazen bu oluşumun dışarıya doğru manyetite geçiş gösterdiği açıklanmıştır. Ayrıca Ergani bakır yatağının maden mikroskopik incelemelerini yapan Göymen (1977)'de kromit-manyetit dönüşümlerini belirlemiştir.

Götit

Manyetitlerin yüzeysel ayrışma sonucunda yer yer götitlere dönüştüğü görülür. Götitlerin bir kısmında çatlak dolguları şeklinde yan kayaç (mikrogabro, diyabaz, bazalt) içerisinde izlenmektedir. Ramdohr (1977) manyettitten yüzeysel alterasyon ile doğrudan doğruya seyrek de olsa götit oluşabileceğini ve hidrotermal çözeltilerin etkisiyle eksolüsyon yapısı gösteren titanomanyetitler içinde bazen manyetit kısmının çözülüp ayrılarak, geride yalnızca ilmenitten oluşan bir iskeletin kalabileceğini açıklamıştır. Buna göre incelenen örneklerdeki götitlerin çözeltiye geçen bir kısım demirin oluşan boşlukta, ya da kayacın çatlaklarında demirhidroksitler şeklinde çökelmiş olacağı düşünülebilir.

Gang Mineralleri

Örneklerde genel hatlarıyla seçilebilen iki farklı gang bulunmaktadır. Bunlardan birincisi manyetit ve piriti de içinde bulunduran koyu gri renkli kuvars mineralleridir. Diğeri ise siyah ya da siyaha yakın renklerde kuvarsa da içine alan gang mineralleridir. Yapılan ince kesit çalışmalarında opak minerallere eşlik eden bu minerallerin kuvars, klorit, aktinolit, tremolit ve çok az miktarda epidot olduğu tespit edilmiştir. Çoğu zaman bu gang mineralleri tarafından ornatılan opak mineraller, ileri derecede ornatılan manyetitle bir arada ya da gang içinde dağılmış durumdadırlar. Tanelerin bir kısmında ornatmadan önce özşekilli olduklarını gösteren kenar ve köşeler izlenmektedir.

Cevher Örneklerinde XRD İncelemeleri

Karacaali cevher örneklerinin parlak kesit mikroskop çalışmalarına ek olarak yapılan XRD incelemeleri ile cevher parajenezinde manyetit, pirit, kalkopirit, bornit ve hematit belirlenmiştir. Ayrıca mikroskobik incelemelerle belirlenemeyen kovellin ve turingit minerali XRD analizlerinde tespit edilmiştir (Şekil 22). Turingit, şamozit ile birlikte leptoklorit grubuna ait bir mineraldir. Leptokloritlerin doğada en yaygın olan türüdür. Turingit hidrotermal oluşumlu damarlarda Fe ve Mn yataklarında bulunmaktadır (Erkan, 1994).

Şekil 22. Cevher örneklerinin XRD difraktogramı.

Figure 22. XRD diffractogram of ore samples.

Şekil 23. Cevher örneklerinin XRD difraktogramı.

Figure 23. XRD diffractogram of ore samples.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Karacaali demir cevherleri piritli manyetit oluşumları ile karakterize edilen yan kayacın kırık ve çatlaklarında hipojen-epijenetik niteliğe sahip damar ve yan kayaç içinde çok az miktarda saçınımlı cevher kütleleri ile temsil edilirler. Yer yer breşik tipte cevherlere de rastlanılmaktadır.

Cevherleşme sürecinde sıvı-ya kayaç ilişkileri sonucunda yaygın olarak uralitleşme, kloritleşme, aktinolitleşme, tremolitleşme, epidotlaşma, albitleşme ve silisleşme gibi hidrotermal alterasyon süreçleri ortaya çıkmıştır. Alterasyonlar, bu makale kapsamına alınmamıştır.

Cevher mineralleri en çok manyetit ve pirit olup, az miktarda kalkopirit, pirotin, fahlerz, bornit, markazit, götit ve çok az miktarda kromit, turingit ve kovellindir. Mikroskobik incelemelerde izlenen dönüşüm dokuları cevherleşmeyi oluşturan hidrotermal çözeltilerin fizikokimyasal özelliklerinin değişken karakterini, zaman zaman yükseltgen ve indirgen şartların egemen olduğunu göstermektedir. Parajenezde yer alan turingit minerali sıcak hidrotermal damarlarda Fe ve Mn cevher yataklarında bulunmaktadır (Erkan,

1994). Manyetitlerin bir kısmının çözülmesi ile meydana gelen boşluklarda çok az miktarda götit oluşumlarına rastlanılmıştır. Ramdohr (1977) manyetitten doğrudan doğruya götitin çok az oranda oluşabileceğini ve hidrotermal çözeltilerin etkisi ile eksölüsyon yapısı gösteren titanomanyetitler içinde bazen manyetit kısmının çözülüp ayrılarak geriye yalnızca ilmenitten ibaret bir iskeletin kalabileceğini açıklamıştır.

Manyetit ile pirit arasında herhangi bir ornatma ilişkisi belirlenememiştir. Bu mineraller arasındaki kontaklar keskin ve düz bir şekilde devam etmektedir. Eğer manyetitten sonra piritin çökmesini sağlayan ortamda kükürt kısmi basıncı yüksek olsaydı, yaşlı manyetitler genç piritler tarafından belki ornatılabilirlerdi. Piritin oluşumundan sonra bir kısmının yeniden çözünerek manyetitlerin çatlaklarını doldurmuş olması fizikokimyasal şartlardaki kısmi bir değişmeyi gösterebilir.

Manyetitlerde yaygın bir şekilde erken ve ileri derecede dönüşüm ürünleri olarak martitleşmeler, (111) yüzeyine paralel iğne ve çubuklar ya da levhalar şeklinde olabilmektedir. Levhalar halindeki martitleşmeler oluşumun yüksek sıcaklıklarda başladığını ve bir yönde daha çok hematitleşme geliştiğini göstermektedir (Ramdohr, 1977). Levhalar halinde hematitleşen kesimlerin tekrar manyetitleşmesi ise, martitleşme sırasında artan oksijen kısmi basıncının daha sonra azaldığını ve muşketofitleşmeyi sağlayacak şekilde ortamın indirgen olduğunu işaret etmektedir.

(111) yüzeyine paralel martitleşmelerin geliştiği manyetitlerin çözünerek uzaklaşmasıyla sonradan gang, kalkopirit ve pirit gibi minerallerce doldurulan boşluklar oluşması manyetitlerin de stabil kalamadıklarını göstermektedir. Günlenme ve özellikle hidrotermal çözeltilerin etkisiyle benzer çözümler gelişebildiğine Ramdohr (1977) işaret etmektedir.

Sonuç olarak, maden mikroskobik incelemelerden elde edilen verilere göre, cevherleşmenin tipi (damar, impregnasyon, çözülme breşi), parajenezi ve yapı-doku

özellikleri itibariyle Karacaali piritli demir yatağı hidrotermal evreyi işaret etmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu makale Şükrü Koç'un yönetiminde bitirilen Caner Kaya'nın "Karacaali (Kırıkkale)

Demir Yatağının Maden Jeolojisi" adlı yüksek lisans tezinin bir bölümünden yararlanılarak hazırlanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında ve örnek hazırlama işlemlerinde MTA Genel Müdürlüğü'nün büyük katkılarından dolayı yazarlar kurumun yöneticilerine ve hizmet veren diğer elemanlarına teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Ataman, G., 1972. Ankara'nın güneydoğusundaki granit-granodiyoritik kütlelerden Cefalıkdağın radyometrik yaşı hakkında ön çalışma. Hacettepe Fen ve Müh. Bil. Der. 2/1,44-49.
- Ayan, M., 1963. Contribution el'etude petrographique et geologique de la region situee an nord-Est de Kaman. MTA yayını, no.115, s.332, Ankara.
- Bailey, E. B., and McCallien, W. C., 1950, Ankara Melanjı ve Anadolu şaryajı: MTA Dergisi, 83, 178-184, Ankara.
- Bayhan, H. ve Tolluoğlu, A.Ü., 1987. Çayağazı siyenitoidinin (Kırşehir Kuzeybatısı) mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri. Yerbilimleri, 14, 109-120.
- Buchardt, W.S., 1958. Orta Anadolu'da 1:100000 ölçekli jeolojik harita çalışmaları hakkında rapor (Çeviren: Z.Bengi). MTA Derleme Raporu, no:2675.
- Delibaş, O., 2002. Karacaali (Kırıkkale) granitoidi demir, bakır-molibden ve kurşun cevherleşmelerinin oluşumu ve kökeni. Hacettepe Üniversitesi yüksek lisans tezi, s. 115
- Delibaş, O. ve Genç, Y., 2004. Karacaali (Kırıkkale) magmatik kompleksi demir, bakır-molibden ve kurşun cevherleşmelerinin oluşumu ve kökeni. Türkiye Jeoloji Bül. Cilt 47, sayı:1, s. 47-60
- Erkan, Y., 1994. Kayaç oluşturan önemli minerallerin mikroskopta incelenmeleri. Jeoloji Müh. Odası yayınları. No: 42, 497 s, Ankara.
- Genç, Y., 1998. Cevher mikroskopisi. Nurol matbacılık, Ankara 170 s.
- Göymen, G., 1977. Maden minerallerinin yapı ve dokuları: Eskişehir Devlet Müh. Ve Mim. Akad. Yayl., no.5, 96s.
- Kaya, C., 2002. Karacaali (Kırıkkale) demir yatağının maden jeolojisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi, 127 s.
- Kayakıran, Ö., 1999. Karacaali-Kızıldere (Kırıkkale) civarındaki Pb-Zn-Cu+Mo cevherleşmeleri ve yan kayacı olan granitoidlerin incelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi, 173 s.
- Ketin, İ., 1955. Yozyat bölgesinin jeoloji ve Orta Anadolu masifinin tektonik durumu. TJK Bülteni, s.6, 1-28.
- Koç, Ş. ve Kaya, C., 2002. Karacaali (Kırıkkale) demir cevherleşmelerinin yan kayacı olan bazaltik kayaların kökeni ve jeotektonik ortamları S.Ü.Müh.-Mim. Fak.Derg., C.17,s.2,65-84
- Norman, T., 1972. Ankara Yahşihan bölgesinde Üst Kretase ve Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi. Türkiye Jeo. Kur. Bül. 15 (2), s.180
- Önen, A.P. ve Unan, C., 1988. Kaman (Kırşehir) kuzeydoğusunda bulunan gabroların mineralojisi, petrografisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 31, 23-28.
- Ramdohr, P., 1977, Die Erzminerale und Ihre Verwachsungen: Akademi Verlag, Berlin, 1277 s.
- Seymen, İ., 1981. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifinin stratigrafisi ve metamorfizması. TJK Bül., 24-7-14.

