

Vitişenit Minerali içeren Keskin -Karamağara Kurşun-Çinko Zuhurunun Mineralojisi ve Kökeni

Mineralogical studies and genesis of the Wittichenite-bearing lead-zinc occurrence of Keskin - Karamağara

AHMET ÇAĞATAY . Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara
RÜKSAN TEŞREKLİ Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZ: Karamağara kuyusu (Keskin-Ankara) kurşun-çinko zuhuru, yörede bulunan granitik magma ürünü kayaların kontağında, kireçtaşı ve spilit içinde bulunmaktadır. Cevherleşmeyi oluşturan cevherli sıcak sular granitik magma-ya bağlıdır.

Zuhurdan alınan örneklerin maden mikroskopuyla incelenmesi sonucu iki tür galenit, sfalerit, hematit, kalkosin, bir Cu-Bi sülfotuzu olan "vitişenit", pirit, kalkopirit, bornit ve kovellin izlenmiştir. Bu mineraller arasındaki ilginç büyüme ve dokular, zuhurun yüksek sıcaklıklarda oluştuğuna işaret etmektedirler.

ABSTRACT: The lead and zinc occurrence of Karamağara kuyusu (Keskin-Ankara) is within the contact zone between the limestones and granitic rocks and also within the spilitic rocks. The mineralization is related to the hydrothermal solutions originating from a granitic magma.

The ore samples have been studied under the ore microscope and the following minerals have been observed: Galena (two types), sphalerite, hematite, chalcocite, wittichenite, pyrite, chalcopyrite, bornite, and covellite. The interesting textures and intergrowths observed among these minerals indicate that they are formed at high temperatures.

GİRİŞ

Karamalara kuyusu **kurşun-çinko zuhuru, Ankara ili**, Keskin ilçesinin hemen kuzey kesiminde bulunmaktadır. (Şekil: 1). Çalışmanın konusunu, bu kuyunun cevher örneklerinin mikroskopik incelemesi oluşturmaktadır. (Çağatay ve Eyyüboğlu, 1976; Çağatay ve Teşrekli, 1977*). Örnekler, M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüd Daire Başkanlığı elemanlarından Reşit Çötel tarafından alınmış, incelenmek üzere aynı kuruluşun Laboratuvarlar Dairesi Başkanlığı Mineraloji-Petrografi servisine gönderilmiştir.

Bölgenin genel jeolojisi Ketin (1954), yöresel jeolojisi Çavuşoğlu (1967) ve Çetinkaya (1976) tarafından çalışılmıştır. Karamağara zuhuru yöresinin bellibaşlı kayaları yayılım sırasına göre: granitik kayalar (aplit-granit, granit, granodiyorit ve kuvars-diyorit), yer yer iri kristalli kireçtaşı, diyabaz ve neojen çökellerinden oluşmaktadır. (Şekil 1) (Kraeff, 1966; Çağlayan, 1975 a,b) Bunlardan granitik kayalar yörenin karasal neojen çökellerinden sonra en genç kaya birimidir. Üst Kretaseden sonra meydana gelen Laramiyen orojenezine bağlı olarak oluşmuştur (Ketin, 1954). Kireçtaşı, granitik magma ürünü kayalar içinde sıkışık kalmış bir şerit halinde K-G yönünden uzanmakta olup, Karamağara kuyusu civarında genişliyerek 1 km'yi bulmaktadır. Kireçtaşının gerek dokanak ve gerekse bölgesel metamorfizmayla etkilenmiş olması sonucu, tabakalanma kaybolmuş, dolayısıyla kireçtaşlarında doğrultu ve eğim ölçme olanağı kalmamıştır. Diğer yönden fosil içermemeleeri, kireçtaşlarının kesin yaşlarının saptanmasına engel olmaktadır. Belirgin hidrotrenal bozunmaya uğrayan diyabaz, granitik kayalar ve kireçtaşı arasında çok daha dar şeritler halinde mostra vermektedir.

Kireçtaşı, K-G doğrultusunda, 10-15 km izlenebilen bir fayla kesilmiştir (Çavuşoğlu, 1967; Çetinkaya, 1976). Dike yakın bir eğim gösteren bu fay D-B doğrultulu küçük faylarla kesilmiştir. Bunun sonucu olarak kireçtaşı şeridinin kuzey kesiminde (Şekil 1 dışında) bloklaşmalar ortaya çıkmıştır.

Cevherleşme genellikle granitik kayaların değme zonunda kireçtaşı içindeki faylara, kısmende kireçtaşı-diyabaz dokanağına bağlı olarak bulunan düzensiz damar ve damarcıklar şeklinde bulunmaktadır. Granitik magma sokulumu sonucu, granitik kaya-kireçtaşı ve diyabaz değme zonunda granat, epidot, aktinolit, klorit, kalsit, kuvars gibi skarn mineralleriyle çok az galenit, sfalerit ve pirit gibi bazı maden mineralleri oluşmuştur. Fakat esas cevherleşme bu skarn mineralleri zonu dışında bulunmaktadır.

Karamağara kuyusu örneklerinden yaptırılan parlak kesitler üstten aydınlatmalı maden mikroskobu, ince kesitler de alttan aydınlatmalı polarizasyon mikroskobuyla incelenmiştir. Parlak kesitlerde izlenen bazı maden mineralleri arasındaki büyüme, doku ve yapıların ilginç görülmesi, öncelikle de ülkemizde ilk defa Karamağara zuhuru örneklerinde bir Cu-Bi sülfotozu olan vitişenit (wittichenite) mineralinin saptanmış olması, yazarları böyle bir çalışmaya zorlamıştır.

MMROSKOFİK İNCESİSMELESR

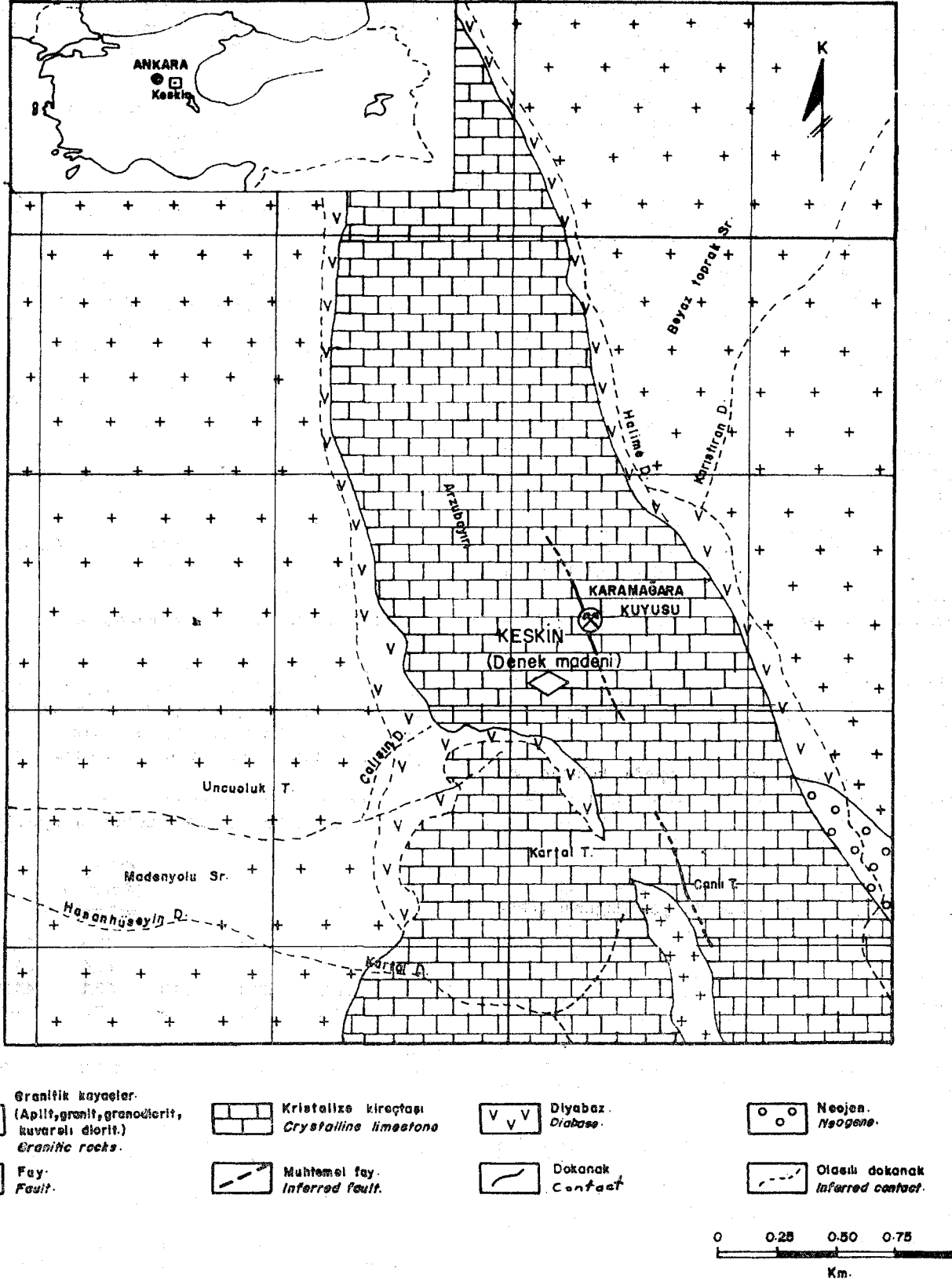
Maden Mikroskopisi incelemeleri

Karamağara kuyusu cevher örneklerinden yapılan parlak kesitlerde galenit, sfalerit, hematit, kalkosin, vitişenit, pirit, kalkopirit, bornit ve kovellin saptanmıştır.

Galenit: İki ayrı türde bulunmaktadır. Bunlardan galenit-I en çok 2-3 mm. büyüklükte, genellikle yuvarlağımsı veya çok az köşeli taneler halinde 20-150 mikron arasında değişen büyüklüklerde, çoğunlukla yarı özbiçimli ve özbiçimli, kenetli galenit kristallerinden oluşmaktadır (Levha I, Şekil 1). İçlerinde hemen her zaman en çok 2 mm büyüklükte sfalerit, kalkosin ve vitişenit tane ve tanecikleri kapsayan galenit-I bir kuşak şeklinde bu minerallerin etrafını sarmaktadır. Ayrıca galenit-I içinde en çok 20-30 mikron büyüklükte, genellikle kürecik, elipsoid ve damlacık kesitleri şeklinde yuvarlak çok sayıda sfalerit taneciği bulunmaktadır. Bu tanecikler, galenit-I çekirdeğinde bulunan iri sfalerit taneleri gibi kalkopirit, bornit, kalkosin ayrılımları kapsamaktadırlar. Galenit-I ile bunların çekirdeğini oluşturan iri sfaleritler arasındaki dokanak genellikle girintili çıkıntılı, aynı mineralin kalkosin ve vitişenitle dokanağı düzgün hatlar şeklindedir. Galenit-I, hematit veya gangla da girintili çıkıntılı sınırlar oluşturmaktadır. Diğer taraftan galenit-I çoğunlukla igneciklerden oluşan keçemsi yüzey görünümüne bir hematit kuşağıyla sarılmıştır (Levha I, Şekil i). Bu hematit ignecik toplulukları bazende galenit-I'i damarcıklar şeklinde kesmekte, bu mineral içinde içi aynı mineralle dolu yüzükler şeklinde izlenmektedir. Ayrıca hematit ignecikleri (levhacık kesiti) bazen bağımsız halde de galenit-I içinde bulunmaktadır. Galenit-I yer yer de serüsite dönüşmüş olup, ancak çok ufak artıklar (reliktler) halindedir.

Galenit-II, galenit I'e göre çok fazla miktarda bulunmakta ve çok daha iri taneli olabilmektedir. Galenit-II kısmen özbiçimli, yarı özbiçimli, kısmen Özbiçimsiz oluşumlar halindedir. Hematit ve kalkosinle çok az, sfaleritle hemen hiç bir ilişkisi yoktur. Galenit-II, çok güzel dilinim kırılma kama ve üçgenleri kapsamakta olup, bu özelliklerinden dolayı galenit-I'den çok kolay ayırt edilmektedir. Kenar, dilinim ve çatlakları boyunca bazen serüsite dönüşmüştür. Ayrıca kataklastik doku gösteren galenit-II'nin çatlaklar, hidrotermal kalsitle, damar ve damarcıklar şeklinde doldurulmuştur. Yer yer, galenit-II, özbiçimli, yarı özbiçimli kuvars kristalleriyle birlikte büyümüştür. Galenit-II çok az miktarda gang minerallerinin ara ve çatlaklarını doldurarak bir ağ oluşturmaktadır.

Sfalerit: Hemen her zaman galenit-I içinde bulunmaktadır. Çok az bir kısmı yuvarlak oluşumlar şeklinde izlenen sfaleritin büyük bir kısmı galenit-I içinde bulunan tane şekline uygun irili ufaklı çekirdekler oluşturmaktadır (Levha I, Şekil 1). Burada daha çok bu sonuncu sfalerit taneleri üzerinde durulacaktır. Bu tür sfalerit çoğunlukla sırasına göre kalkopirit ayrılımları (Levha I, Şekil 1), genellikle bunlardan biraz az, daha iri galenit-I (Levha I, Şekil 2), bornit ve kalkosin (Levha I-Şekil 3) tanecikleri kapsamaktadır. Kalkopirit ayrılımları, bazen sfaleritin iç kısımlarında daha iri, dışta ufak halde her tarafına eşit miktarda dağılmış olarak, bazen de daha fazla dış kısımlarında bulunmaktadır. Galenit-I tanecikleri sfaleritle mirmekitik bir büyümeyi andıran durumda görülmektedir. (Levha I, Şekil 2,3,4). Galenit-I tanecikleri kapsayan sfalerit taneleri bazen çok az sayı ve miktarda, bazen de hemen hiç kalkopirit aynımı içermektedir. Bunun yanında iri sfalerit taneciklerinden birinin bir kısmında kalkopirit ayrılımı, bir kısmında da galenit-I tanecikleri izlenebilmektedir. Çok seyrekte izlense, sfalerit içinde bulunan galenit



Şekil 1 : Yer bulduru ve yörenin jeoloji haritası (Çavuşoğlu, 1967)

Figure 1 : Location and geological map of area. (Çavuşoğlu, 1967)

taneciğinin yanında onunla kenetli halde kalkopirit ve borait taneciği bulunmaktadır. Son iki mineralde kendi aralarında kenetli bir tanecik oluşturabilmektedirler. Sfalerit içinde çok az da rastlansa, bazen daha iri yuvarlağınısı galenit-I tanesi ve sfaleriti kesen galenit-I damarcığı görülmüştür. Gerek galenit-I ve sfalerit arasındaki girintili çıkıntılı dokanak ve galenit-I içinde yüzen, kopmuş sfalerit parçacıkları; gerekse sfaleriti kesen galenit-I damarcıkları sfaleritin galenit-I'den daha önce oluştuğunu göstermektedir.

Sfaleritin iç reflekslerinin rengi sarımsı-beyazla, sarı aramda değişmekte olup, sfalerit ayrıca çok güzel paralel ikiz lamelleri kapsamaktadır (Levha I, Şekil 3, 4).

Hematit: Genellikle çok ufak iğnecik (levhacık şeklindeki kristallerin kesiti) topluluklarından oluşmaktadır. Bunlar yanında 300-400 mikron uzunlukta olanlar da izlenmiştir. El örneklerinin morumsu kırmızı rengide bu hematit minerali içeriğinden ileri gelmektedir. Çoğunlukla keçemsi bir yüzey görünümünde gang mineralleri ve galenit-I içinde ve arasında veya bir kuşak şeklinde galenit-I'in çevresini sarmaktadır (Levha I, şekil 1). Bu sonuncu durumda hematit iğnecikleri dışa doğru yönelmiş halde büyümüşlerdir. Aynı büyüme şekli galenit-I'i kesen hematit damarcıkları içinde geçerlidir.

Kalkosin: İri taneli ve hemen her zaman galenit-I, ender olarak galenit-II içinde allotriomorf oluşumlar halinde bulunmaktadır. Kenar, çatlak ve dilinimleri boyunca galenit-I tarafından ornatılmıştır. Çok az kataklastik doku gösteren kalkosinin vitişenit mineraliyle çok yakından ilişkisi vardır.

Vitişenit (Wittichenite): Bir Cu-Bi sülfotuzu mineralidir. Karamağara kuyusu örneklerinde vitişenit, içinde bulunduğu mineraller bakımından bir ayırma tabii tutulmuştur.

1) örneklerde tümüyle kalkosin içinde bulunan vitişenite çok sık rastlanmaktadır. Ramdohr (1975) vitişenitin kalkosin içinde bulunduğunu yazmaktadır. Allotriomorf vitişenit taneleri en çok 0.5 mm. büyüklüktedir (Levha I, Şekil 5). Çoğunlukla galenit-I içinde bulunan bir kalkosin tanesi, bazen birden fazla sayıda vitişenit taneciği kapsamaktadır. Genellikle köşesiz yuvarlağınm şeklinli olan vitişenit oluşumları, bazen de kalkosin içinde çeşitli doğrultularda uzanan kollara sahip dallı, budaklı bir biçim göstermektedir. Ayrıca kalkosin içinde iki yönde uzanan vitişenit oluşumları da bulunmaktadır, tri vitişenit tanecikleri içinde de bazen yuvarlağımsı kalkosin tanecikleri izlenmektedir (Levha I, Şekil 5). Vitişenit minerali içinde bulunduğu kalkosin gibi galenit-I tarafından ornatılmıştır. Kataklastik doku hem vitişenitte, hemde etrafını saran kalkosinde belirgin olarak görülmektedir.

Ayrıca vitişenit bazı kalkosin taneleri içinde belirli kristalografik doğrultularda uzanan ve sıralanan çok ufak ayrılım tanecikleri oluşturmaktadır (Levha I, Şekil 6). Bu tanecikler bazen biraz büyüyerek kalkosinle mirmeitik büyüme görünümü almaktadırlar.

2) Kısmen kalkosin, kısmen de galenit-I tarafından etrafı sarılan vitişenit galenitçe ornatılmıştır. Bu durumda vitişenit içinde büyük bir olasılıkla sokulum oldukları sanılan galenit tanecikleri de görülmüştür.

3) Galenit-I içinde bulunan vitişenit ufak tanecikleri sayı ve miktarca çok azdır. Bunlar bazen bir kenar veya köşesi boyunca garg mineralleriyle sınırlanabileceği gibi, yine sokulum olduğu varsayılan galenit-I tanecikleri de kapsamaktadırlar. Galenit-I içinde bulunan vitişenit oluşumları kısmende çubukçuk ve iğnecikler şeklindedirler.

4) Gang içinde izlenen çok az sayıda vitişenit bazen belirgin bir lamel şeklinde özbiçimli olabilmektedir. Böyle bir lamelde uzanımına paralel yönde belirgin ikizlenme görülmüştür.

Vitişenit Mineralinin Mikroprob Analizi: Vitişenit mineralinin mikroskopik tayinini doğrulamak için, parlak kesitlerden biri içindöki vitişenit mineralinin JxA-50A elektron mikroprob cihazıyla kantitatif analizi yapılmıştır. Elektron mikroprob cihazında Cu, Bi, Ag ve S analizlerinin yapılması için Cu K_a, Bi L_α, Ag L_α ve S K_α spektral çizgileri ve 20 KV çalışma gerilimi kullanılmıştır (Çizelge 1).

Element (Element)	Kristal (Crystal)	Standart (Standard)	Spektral çizgisi (Spectral line)
S	PET	FeS ₂	SK _α
Cu	LİT	Cu Metalik	CuK _α
Bi	LİT	Bi Metalik	BiL _α
Ag	LİT	Ag Doğal	AgL _α

Çizelge 1: Kantitatif analiz koşulları.

Table I: The conditions of quantitative analysis.

Vitişenit mineralinin kantitatif mikroprob analizi üç ayrı noktada gerçekleştirilmiş (Çizelge 2), galenit-I içinde bulunan kalkosinin içerdiği vitişenit mineralinin ana elementlerinden Cu (Levha I, Şekil 7) ve Bi (Levha I, Şekil 8) için ayrı x-ışını tarama görüntüleri elde edilmiştir.

Element (Element)	Noktalar (Points)			Ortalama Uytenbogaardt ve değerler Burke (1971) (Average values)	
S	19,2	19,9	19,5	19,5	19,40
Cu	39,3	39,6	38,9	39,4	38,45
Bi	39,1	38,2	40,2	39,1	42,15
Ag	2,3	2,6	1,9	2,3	—
Toplam (Total)	99,9	100,3	100,5	100,2	100,00

Çizelge 2: Vitişenit mineralinin mikroprob analiz sonucu.

Table 2: Microprobe analysis of wittichenite.

Vitişenit içeren Bir Örneğin Optik Spektrografi Analizi: Vitişenit yanında galenit, kalkosin, hematit ve sfalerit içeren Karamağara kuyusu örneklerinden birinin yarıkantitatif spektrografi analizi yapılmış, elde edilen değerler aşağıda verilmiştir (Çizelge 3). Analiz için Jarrel-Ash, 1,5-Meter Wadsworth Stigmatic optik emission Model: 78-0.90 Spektrografi cihazı kullanılmıştır.

Element (Element)	Element % (Element %)	Deteksiyon LİMİTİ (ppm) (Detection limit)
Pb	7	20
Cu	1,5	4
Zn	0,7	400
Bi	0,1	20
Ag	0,01	2
W	0,06	10000
	Undetected	
Sn	Görülmedi	30
Mo	"	40
Sb	"	200
As	"	1000

Çizelge 5: Yarı kantitatif optik spektrografi analizi.

Tablo 3: Semi-quantitative optic spectrographic analysis.

Pirit: incelenen numunelerde çok az miktarda özbiçimli, yarı özbiçimli kristaller olarak izlenmiştir. Araları galenitle doldurulmuş olan pirit kristalleri en önce oluşan minerallerden biridir.

Kovellin: Eser miktarda, galenit çatlak ve kenarlarında yığılımlar şeklinde izlenmiştir. İkincil bir mineraldir.

Gang Mineralleri: Aynı örneklerin ince kesitlerinde kuvars, karbonat (kalsit, dolomit, siderit, serüzit,) klorit, biyotit, serisit, granat ve kil mineralleri izlenmiştir.

Kuvars: Tane iriliği 0.04-4 mm.yi aşan ve bazı kesitlerde kriptokristalen (tane iriliği 0.01 mm.den küçük) olan kuvars kristalleri kısmen yarı özbiçimli, kısmen özbiçimsiz olarak izlenmektedir. Kuvars kristalleri kenetli bir yapı ve bazı ince kesitlerde dalgalı sönme göstermektedirler. Ayrıca kuvars kristalleri, çok ince taneler şeklinde opak ve karbonat mineralleri içermektedirler.

Karbonat (Kalsit, dolomit, siderit, serüzit): Karbonat mineralleri kuvarsa göre daha az miktarda olup, bazı ince kesitlerde fazlalık göstermektedirler. Bu mineraller kısmen yarı özbiçimli, kısmen özbiçimsiz, yer yer de sferolitik olup, kısmen kenetli bir yapı ve bazı ince kesitlerde de basınç ikizlenmeleri göstermektedirler. Dolomit, siderit ve serüzit'in varlığı x ışını kırınımı sonucu saptanmıştır.

Klorit, Biyotit, Serisit: Uç ayrı tip oluşum halinde görülmektedir.

1 — Klorit: Bazı ince kesitlerde çok az miktarlarda görülüp, kısmen lifli ve sferolitikdir.

2 — Klorit-fBiyotit: Biyotitler lifli topluluklar halinde olup, genellikle kloritle birlikte izlenmektedir (irilikleri 0, 4-1.00 mm. dolayındadır).

3 — Klorit-fBiyotit+Serisit: Serisit yer yer pulcuklar halinde, yer yer de klorit ve biyotit ile birlikte kümelenme göstermektedir (irilikleri 0.6-1.08 mm. dolayındadır).

Granat: Bu mineral az miktarlarda görülüp, yarı özbiçimli, kısmen kataklastik parçalanma göstermektedir. Granat kristallerinde genellikle çift kırılma özelliği izlenmektedir.

Kil: Bu mineraller çok az miktarlarda görülüp >x ışını kırınımı sonucunda saptanmıştır.

SONUÇLAR

Daha önce bu yörede yapılan çeşitli çalışmalarda, (Pilz, 1936; Schumacher, 1937; Kovenko, 1939a, 1939b, 1940, 1944; Çavuşoğlu, 1987; Çetinkaya, 1976) Keskin Pb-Zn zuhurlarının maden mikroskopisi incelemelerine hemen hiç değinilmemiştir. Bu eksikliği gören yazarlar bu çalışmada her şeyden önce Keskin Pb-Zn yatağı kuyularından biri olan Karamağara kuyusunun ayrıntılı bir mikroskopik incelemesini gerçekleştirmişlerdir. Bu kuyunun yaklaşık 10 km. kuzeyinde bulunan Akdağ, Araplı ve Gümüşsoy kuyularından elimizde yeterli sayıda örnek bulunmadığı için, yukarıda adı geçen zuhurlar şimdilik bu çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

Mikroskopik çalışmalar sonunda Karamağara kuyusunun ana maden minerali olan galenitin iki ayrı türde bulunduğu ve bunlardan galenit-I in daha önce olduğu, fakat kendisinden daha önce oluşan sfalerit, kalkosin, vitişenit ve aynı zamanda oluşan hematitle çok yakından ilişkisi olduğu görülmüştür.

Marden minerallerini oluşturan metaller sahadaki granitik magmanın yükselmesiyle sıcak su eriyikleri şeklinde gelmiş ve tepkimeye çok elverişli olan örtü tabakası kayalarından kireçtaşı ve ayrıca diyabaz içindeki fay, kırık ve çatlaklarda kontak-metazomatik hidrotermal bir yatak oluşturmuştur. Granitik magma tarafından oluşturulan sıcak sular Pb, Zn, Fe, Cu, Bi, Ag, ve "W gibi metaller yakında S ve SiO₂ iyonlarını da mobilize etmişlerdir.

Diğer yönden galenit-I'in yapılan kalitatif mikroprob analizinde bir miktar Ag ve Bi gibi elementler görülmüştür. Ayrıca bir numunenin yapılan yarı kantitatif optik spektrografi analizinde büyük bir kısmı galenit-I strüktürüne izomorf olarak giren yaklaşık %7 Pb'ye karşılık %0.01 Ag bulunmuştur. Galenit-I'in izomorf olarak içerdiği Bi ve Ag gibi elementler, bu minerallerin yüksek sıcaklıkta oluşmasına işaret etmektedir (Malakhov, 1969). Yazarlar galenit-I-sfalerit ve kalkosin-vitişenit arasındaki büyüme ve dokuların da, bu minerallerin yüksek sıcaklıkta oluşmalarının bir sonucu olarak görmekteyiz.

KATKI BELİRTME

Vitişenit mineralinin mikroprob analizini E. Aydın, x ışını kırınımı çalışmalarını N. Göngör, vitişenit minerali kapsayan bir örneğin yarı kantitatif optik spektrografi element analizini Ş. Taş yapmıştır. Çalışmanın İngilizce çevirilerinde Dr. O. Arda yardımcı olmuştur. Bu arkadaşlarımıza teşekkür borçluyuz.

Yayma verildiği tarih : 31.3.1978

DEĞİNİLEN BELGELER

- Çağatay, A., ve Eyyüboğlu, T., 1976, Ankara - Keskin Devrek, Akdağlı işaret ile gelen numunelerin mineralojik tetkik raporu: M.T.A. Enst. Min-Pet. arşivi, No: 76190, Ank. yayınlanmamış.
- Çağatay, A., ve Teşrekli, E., 1977, Ankara-Keskin mevkiine ait P. No. 131-ai işaretliyle gelen numunelerin mineralojik tetkik raporu: M.T.A. Enst. Min-pet, arşivi, No. 77/287, Ank. yayınlanmamış.
- Çağlayan, H., 1975-a, Ankara-Kırıkkale-Durdahan işaretliyle gelen numunelerin mineralojik tetkik raporu: M.T.A. Enst. Min-Pet. arşivi, No: 110/8681, Ank. yayınlanmamış.

- Çağlayan, H., 1975-b, Ankâra-Kmkkale.Dürdahan işaretiyle gelen numunelerin mineralojik tetkik raporu: M.T.A. Enst. Min-Fet. arghi, No: 151^8708, Ank. yayınlanmamış.
- Çavugoğlu, H., 1967, Keskin-Denek Pb-Zn madenleri ve civarının Jeolojik yapısı: M.T.A. Enst. Derleme Servisi, Rapor No: 3871, Ank. yayınlanmamış.
- Çetinkaya, N., 1976, Ankara-Kırıkkale-Durdahan yöresi jeoloji raporu: M.T.A. Enst. Maden Etüd Dairesi, No: 394, yayınlanmamış.
- Ketin, t., 1954, Yozgat bölgesinin jeolojik lövesi: M.T.A. Enst. Derleme servisi, Rapor No: 2141, Ank. yayınlanmamış.
- Kovenko, V., 1939-a, Denek madenlerinin ziyareti hakkında muhtıra: M.T.A. Enstitüsü Derleme servisi, Rapor No: 844, Ank. yayınlanmamış.
- Kovenko, y., 1939-b, Denek kurşun madenine yapılan ziyaret hakkında muhtıra: M.T.A. Enst, Derleme Servisi, Rapor No: 967, Ank. yayınlanmamış.
- Kovenko, V., 1940, Denek madenine yapılan ziyaret hakkında muhtıra: M.T.A. Enstitüsü Derleme Servisi, Rapor No: 1042, Ank. yayınlanmamış.
- Kovenko, V., 1944, Denek, Akdağ, Zara ve Turhal kurgun, çinko ve antimuan madenleri: M.T.A. Enst. Derleme Servisi, Rapor No: 1783, Ank. yayınlanmamış.
- Kraeff, A., 1966* Ankara-Keskin işaretiyle gelen numunelerin mineralojik tetkik neticesi: M.T.A. Enst. Min-Pet. arşivi, Rapor No: 317/4999, Ank. yayınlanmamış.
- Malakhov, A.A., 1969, Bismuth and antimony in gelenas as indicators of conditions of ore formation: Geokhimiya, 11, 1283-12%.
Pilz, R., 1936, Denek madeni hakkında arpor: M.T.A. Enst. Derleme servisi, No: 394, Ank. yayınlanmamış.
- Ramdohr, P., 1975, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen: Akademie-Verlag, Berlin, 774.775.
- Schumacher, F., 1937, Keban, Bolkardağ, Gümüşhacıköy, Denek madenlerindeki (Ag-Pb-Zn) zuhurajtlarına ait rapor: M.T.A. Enstitüsü Derleme servisi, No: 402, Ank. yayınlanmamış.
- Uytenbogaardt, W., and Burke, E.A.I., 1971, Tables for microscopic identification of ore minerals, Elsevier, 292.

PLATE I.

- Şekil 1: Büyültme 200X, Galenit-I, kalkopirit ayrılımı kapsayan sfaleritin (gri) etrafını sarmaktadır. Galenit-I etrafında hematit (açık gri) iğnecik topluluğu şeklinde bir kuşak içinde sfalerit ve hematit oluşumları. aGng (siyah).
- Şekil 2: Büyültme 200X Galenit-I (beyaz) sfaleritle (gri) mirmekitik büyümeyi andıran dok-u oluşturmaktadır.
- Şekil 3: Büyültme 200X, İkizlenme gösteren sfalerit içinde galenit-I (beyaz), bornit ve kalkosin (açık gri) tanecikleri.
- Şekil 4: Büyültme 200X, ikizlenme gösteren sfalerit içinde ve etrafında galenit-I (beyaz, sağda ve ufak), bornit, kalkosin (açık gri, sol üst köşe ve ortada) tanecikleri. Delikler (siyah).
- Şekil 5: Büyültme 200X, Kalkosin (gri), vitişenit (açık gri), galenit-I büyümesi.
- Şekil 6: Büyültme 200X, Kalkosin (gri) - vitişenit (açık gri) büyümesi. Parlatma çizgileri.
- Şekil 7: Büyültme 100X, Cu K_{α} görüntüsü, iki vitişenit tanesi kalkosin, kalkosin de galenit-I içinde.
- Şekil 8: Büyültme 100X, aynı bölgenin Bi L_{α} görüntüsü.

LEVHA I.

- Figure 1: Magnification 200X, Galena-I surrounds sphalerite (gray) which includes exsolutions of chalcocopyrite. The zone around galena-I is composed of hematite needles (light-gray) and sphalerite. The gangue minerals are dark.
- Figure 2: Magnification 200X, Galena-I (White) exhibits myrmekitic texture with sphalerite (gray).
- Figure 3: Magnification 200X, The grains of chalcocite and bornite (light gray) and galena-I (white) are within sphalerite (gray) which shows twinning.
- Figure 4: Magnification 200X, Sphalerite which shows twinning, contains the following mineral grains with and around its crystal boundary: Galena-I (white, at the lefthand side, up), chalcocopyrite (white, at the right-hand side and in small grains), bornite, chalcocite (light gray, in the middle of the left-hand side corner). The holes are black.
- Figure 5: Magnification 200X, Chalcocite (gray), wittichenite (light gray) and galena-I growth.
- Figure 6: Magnification 200X, Chalcocite (gray) - wittichenite (light-gray) growth. Lines are due to polishing.
- Figure 7: Magnification 100X, The Cu K_{α} picture of two wittichenite grains and chalcocite within galena-I.
- Figure 8: Magnification 100X, It is the same as Figure 7 but the picture is taken under Bi L_{α} condition.

LEVHA I
PLATE I

