

BULANCAK SÜLFİT DAMARLARININ MİNERALojİSİ VE KRİSTALLEŞME İŞLEMLERİ

THE MİNERALOGY AND CRYSTALLİZATION PROCESSES OF THE BULANCAK SULPHİDE VEINS

Ömer T. AKINCI

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZ. — Giresun Bulancak ilçesi güneyindeki alt bazik ve dasitik seri kayalar içinde yer alan damarlardan toplanan numunelerin cevher mikroskopisi, X ışınları, elektron mikroproba araştırılması ve kimyasal analizleri, betektinit ve aikinit gibi minerallerin Türkiye'de ilk defa bulunmasına, ayrıca idaite ve tennantit gibi yörede varlığı bilinmeyen minerallerin tanınmasına yol açmıştır.

Cevher ve gang minerallerinin mikroskop çalışmaları sıvı kapanım çalışmaları ile birlikte yürütülmüş ve bunun sonucu oksit-sülfat-sülfid ve karbonat şeklinde sıralanan mineral oluşumun yanıl bir ısı zonlanması gösterdiği saptanmıştır.

Isı ve fiziko-kimyasal koşullardan etkilenmiş olan cevherleşmelerin tarihçesi ve damarların genel karakteristikleri münakaşa edilerek, cevher ve gang minerallerinin optik, yapısal ve dokusal özellikler verilmiştir.

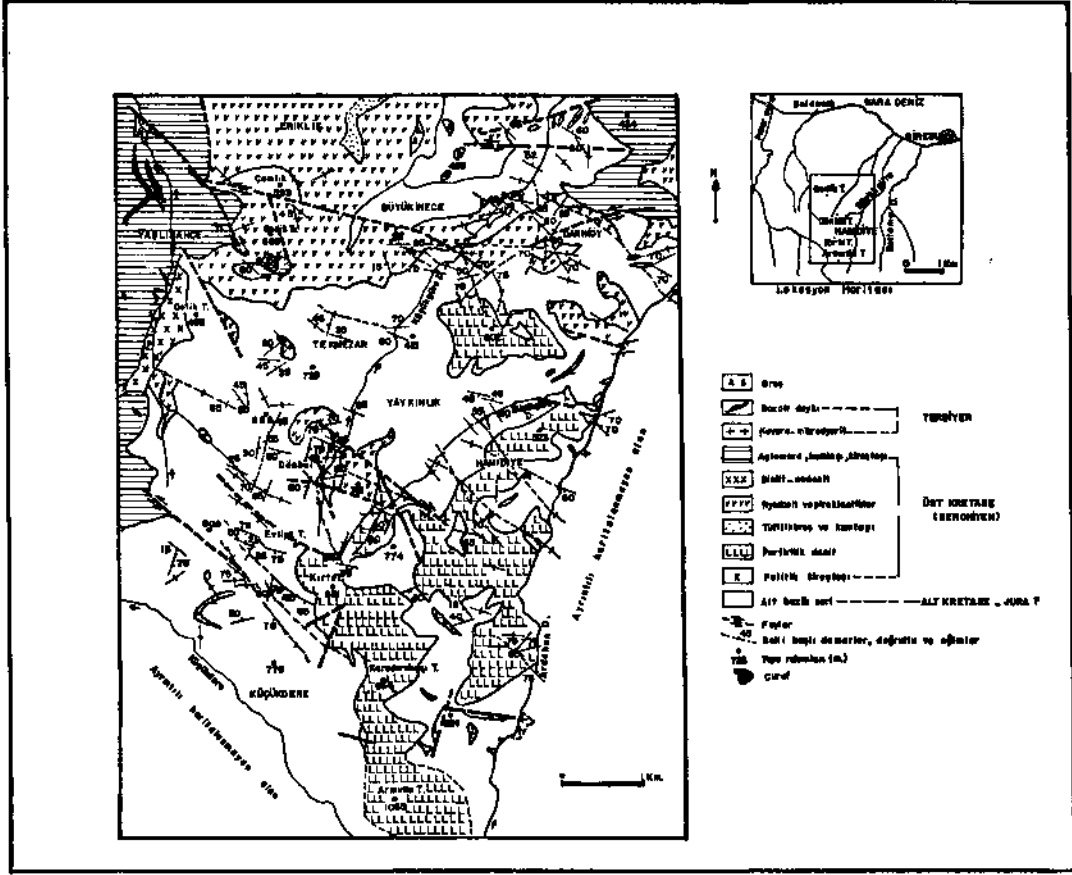
ABSTRACT. — Ore microscopy, X-ray diffraction and electron microprobe studies and Chemical analyses of the vein samples collected from the rocks of the lower basic and dacitic series of the Eastern Pontid Volcanism to the south of Bulancak, Giresun led to the discovery and identification of ore minerals such as betektinite and aikinite for the first time in Turkey and idaite and tennantite which were not previously reported from the area.

Ore microscopy studies of the gangue and ore minerals, carried out together with fluid Inclusion study, showed lateral temperature zonation and mineralization through oxide-sulphate-sulphide and Carbonate stages.

History of mineralization along with general characteristics of the veins affected by temperature and physico-chemical conditions are discussed and the Optical, structural and textural Properties of the ore and gangue minerals are given.

GENEL JEOLojİ

İncelenen alan Doğu Pontid tektonik biriminin (Ketin, 1966) içinde yer alır ve başlıca kalk-alkalin ve toleyitik kayalardan ibaret volkanik fasiyelerle temsil edilir. Bu kayalar belli başlı altı seride toplanabilir: Doğu Karadeniz'de volkanik faaliyetin başlangıcını temsil eden alt bazik seri ve ortağ bileşimli intruzifler, bunun üzerine üst bazik seri ve asit intruzifler, Tersiyer granitoidleri ile son olarak genç bazik seri ve daykları (Schultze-Westrum, 1961; Tugal 1969; Akıncı, 1980). En alttaki iki serinin kayaları ve Tersiyer intruzifleri yörede geniş ölçüde temsil edilmişlerdir ve aşağıdaki birimler haritaya alınabilmiştir (Şek. 1).



Şek. 1 - Danköy-Tekmez civarındaki sülfüt damarlarının jeolojisi.

Bazalt daykları

Kuvars-mikrodiyorit

Dasitik seri

Aglomera, kumtaşı, kireçtaşı
Biyotit-andezit
Riyodasitik lav, dayk ve piroklastikler
Tüfitik breş ve kumtaşı
Porfiritik dasit lav ve daykları
Pelitik kireçtaşı ve tüf

Alt bazik seri

Andezit tüf, ignimbrit ve breş
Bazalt, andezit ve split

Sülfüt zuhurları, Bulancak-Giresun arasında Karadeniz sahilinden itibaren dasitik serinin güneye doğru uzandığı Boztekke ile Küçükdere köyleri arasında kalan yaklaşık 60 km²lik bir alan içinde yer alır.

incelenen damarların karakteristik özellikleri aşağıdaki gibidir:

1. Damarlar uzun eksenini Sarıdiken dere-Küçük derenin çizdiği yaklaşık 3 km genişliğinde, 7-8 km uzunluğunda bir cevherleşme zonu—geniş anlamda—içinde bulunur. Bu KD-GB gidişli zon içinde paralel damar sistemlerinin egemen doğrultusu KB-GD dur (Şek. 1).

2. Damarların tüm uzunluğu boyunca, duruş, kalınlık ve mineral birliği dikkate alındığında cevherleşme düzensizdir. Şişen, daralan mercek şekilli cevher cepleri birbirlerine ince damarcıklarla veya steril kırıklarla bağlanmışlardır. Damar zonu boyunca breşleşme olağan özelliktir.

3. Alt bazik serinin porfiritik dasit formasyonlarıyla yaygın bir şekilde örtüldüğü yerlerde mostra veren damarlar kalkopirit yönünden zengindir. Bu zonun dışındakiler polimetalliktir.

4. Sıvı kapanım çalışmaları düşey olduğu kadar yatay yönde de bir zonlanmayı ortaya koymuştur. En yüksek homojenleşme ısıları (350°C) ve tuzluluklar (% 13.4 NaCl eşdeğerli) cevherleşme zonunun güneybatı ucunda elde edilmiştir (Akıncı, 1976).

ÖNCEL ÇALIŞMALAR VE İNCELEME YÖNTEMLERİ

Yörede bazı münferit zuhurlar uzun zamandır bilinmektedir. Ayışkan (1959), Körüktepe damarının 1870-1880 Rus Harbi sırasında dokuz galeri sürülerek işletildiğini ve 50 kadar damar zuhuru liste halinde vermekte olup, Tekmezar civarından hazırlanmış parlak kesitlerde hematit, pirit, markasit, sfalerit, kalkopirit, galenit, bornit, tetraedrit, kovelin, kalkosin, malakit, azurit, serüsit, anglesit, ankerit, dolomit, kalsit, barit ve kuvarsın saptandığını belirtmektedir. Bu minerallere ek olarak betektinit, bizmutinit-aikinit katı karışım minerallerinin varlığı saptanmıştır (Akıncı, 1976b, 1979). İdait, tennantit ve dijenit X ışınları ve elektron mikroprob çalışmalarıyla listeye dahil edilmiştir. Tanınan mineraller Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1 - Bulancak sülfid damarlarında saptanan mineraller

<i>Oksit</i>	<i>Sülfat</i>	<i>Karbonat</i>	<i>Sülfid</i>	<i>Sülfosalt</i>
Hematit	Barit	Serüsit	Pirit	Tetraedrit
İlmenit	Anglesit	Kalsit	Markasit	Tennantit
Kuvars		Dolomit	Sfalerit	Aikinit
Götit		Ankerit	Galenit	
Lepidokrosit		Siderit	Kalkopirit	
		Malakit	İdait	
		Azurit	Kovelin	
			Dijenit	
			Betektinit	

Örnekler Danköy-Tekmezar yöresi ve civarı köylerdeki yaklaşık 145 ayn damardan toplanmıştır. Mineral konsantreleri, ya elle ayıklanarak yahut da parlak kesitlerden karot halinde çıkarılarak, mikroprob analizlerine ve gang karbonatları ile baritlerin tanınmasına olduğu kadar, betektinit, aikinit ve özellikle sfaleritlerin birim hücre parametrelerinin bulunmasında kullanılan difraktometre çalışmalarına hazırlanmıştır. Birçok farklı mineraller de, sfalerit içindeki kalkopirit kapammlarının yönelimini görmek, dilinim-ikizlenme, sülfidlerdeki ve sülfosaltlardaki zonlanmaları ortaya çıkarmak için asitle dağlanmışlardır.

DAMAR MİNERALLERİNİN MİNERALJİSİ

Kuvars

Ana gang mineralidir ve hemen hemen incelenen her numunede görülmüştür. Sfalerit ve galenit ornatımı nedeniyle iskelet şekilli veya iyi korunmuş özşekilli kristalleri bol miktarda bulunmaktadır. Genel olarak, daha sonra gelen sülfidler ve özellikle fahlerz mineralleri tarafından ornatılmışlardır.

Hematit

Birkaç numunede kuvars hamuru içinde önemsiz miktarlarda görülmüştür. Çalışılan alanın güney ucundaki Camideresi mevkiinde alt bazik ve dasitik seri kontaktındaki bir kireçtaşı merceği, hemen hemen tamamıyla hematit tarafından ornatılmasına karşın, zuhur ekonomik olarak işletilebilecek rezerve sahip değildir.

Kesitlerde farklı yöntemlerde birbirine girik çubuk şekilli kristal demetleri halinde, kuvvetli bir anizotropiye sahip olarak görülür. Gözlenen kristaller ayrışmaya uğramış ve götit damarlarınca katedilmişlerdir. Hematit kalıbına sahip götit psödomorfları olağandır.

ilmenit

Bu mineral yalnız hematit ve bazaltik kayalarındaki tali manyetitlerin içinde ayrıntı lameli olarak görülmüştür. Mineral, yansıma çok renkliliği ve kuvvetli anizotropisi ile göze çarpmaktadır.

Barit

Ei numunelerinden ayıklanmış örnekler üzerinde emin olmak için ayrıca X ışını çalışması yapılmıştır. Alt bazik ve dasitik serinin doğu kontaktı boyunca yer alan birkaç damar (Şek. 1) barit yönünden zengindir.

Anglezit

Çalışılan alanda galenitin yaygın ayrışmasına rağmen, anglezit serüsitten daha az olağandır; serüsit ve kovelinle birlikte galenitin tane hudutları ve dilinim düzlemleri boyunca gelişir. Sfalerit ve sfalerit içindeki fahlerz tanelerini ornattığı, katettiği ve kuvars kristallerinin hudutları boyunca sızdığı izlenmektedir.

Götit-lepidokrosit

Bu ürünler başlıca pirit ve kalkopirit ile daha az oranda markasit, hematit ve sfalerit ayrışması ile ilişkilidir. Özşekilli veya parçalanmış pirit kristalleri etrafında ritmik kabuklanmalar, ağ veya koloidal bantlı oluşumları en olağan dokulardır (Foto 3). Kalkopirit ayrışmasından sonra benekli görünüşlü kovelin-götit içbüyümeleri gelişir; buna mukabil pirit daima koloidal götit bantları, daha az olağan olarak da taneli lepidokrosit yığınları vermektedir.

Serüsit

Galenitin bozuşma ürünü olarak yaygın bir şekilde bulunur. Galenit dilinimleri ayrışmanın başlarında korunmakta, fakat daha sonraki safhalarda galenit kalıntıları görülebilmektedir (Foto

6). Kuvvetli çift yansıma büyük tanelerde kolaylıkla gözlenir, fakat saydamlığı yüzünden anizotropisi maskelenmektedir.

Malakit ve azurit

Kalkopirit ayrışmasına bağlı olarak lifi ışınsal yapıli kristaller halinde bulunurlar, çok olağan değildirler.

Kalsit, dolomit, ankerit, siderit

Her ne kadar dolomit olağan gang minerali olarak bol miktarda bulunursa da, kalsit ve siderit tek tek pek az numunede görülmüş ve X ışınları çalışmasıyla de teyit edilmiştir. Bazı numunelerde kaba taneli kalsitin bornit tarafından ornatıldığı veya ikiz lamellerini katettiği izlenmiştir.

Siderit çok iyi korunmuş, zonlu ve özşekilli kristaller halinde görülür (Foto 5) ve emin olmak için X ışını uygulanmıştır. Bu kristaller boyunca götit gelişmesi görülmüş ve yer yer bunları sfaleritin ve genç safha kuvarsının sanki ornatmış gibi kristal hudutlarını katettiği saptanmıştır.

Ankerit parlak kesitlerde tamnamamış, fakat kırmızımsı kahverengi bir karbonat tanesi el numunelerinden ayıklanarak X ışını çalışmasıyla demirli dolomit olarak saptanmıştır.

Pirit

Aşağı yukarı en olağan ve ilk oluşmuş sülfid mineralidir. Üç değişik pirit gözlenebilmektedir:

1. Çevre kayaçlarının piritleşmesiyle oluşanlar; Bunlar küp şekilli, 50 mikron kadar ufak ve bazı hallerde feldispat kristal hudutlarından içeriye doğru gömülmüş kristaller halinde bulunurlar.
2. Geç safhaya ait şeritler veya 100 mikrondan küçük kristalcikler halinde sfalerit içindeki çatlaklar boyunca gelişirler.
3. Tek tek küp, oktaeder, pentagon yüzeylere sahip kristaller olduğu kadar, 600-700 mikron büyüklüğünde kristal yığınları ve kenetlenmiş taneler halinde erken oluşmuş piritler.

Zonlanma çok olağandır ve ekseriya gang mineralleri veya çok ufak kalkopirit kapanımları ve limonit ayrışmalarıyla belirgin hale gelir. Uyumlu cidarlara sahip güzel parçalanma şekilleri görülür. Bu kırıklar ve yığınların tane hudutları çoğu kez seçici şekilde galenit, dijenit ve fahlerz tarafından ornatılmış olan kalkopirit (Foto 4) tarafından ornatılır veya doldurulur. Tanelerdeki veya porfirblastlardan elek görünüşü kuvars ve kalkopirit ornatması sonucu ortaya çıkmaktadır. Koloidal piritte hiç rastlanılmamıştır. Altı pirit örneğinin birim hücre kenarları 5.4172 \AA ile 5.4182 \AA arasında değişmektedir.

Markasit

Kalkopirit içine alınmış çubuk, yalancı küp şeklinde, 50 X 250 mikron büyüklüğünde kuvvetli anizotropi gösteren birkaç kristal piritten dönüşmenin izlerini taşımaktadırlar. Aikinitli numunelerin çoğunda markasit bu minerallerle ilişkili ve bunların yakınında görülmektedir.

Sfalerit

Polimetalik damarlardaki egemen cevher mineralidir. Yarı özşekilliden şekilsiz kadar değişen taneler veya kaba taneli dokuya sahip, yenmiş, ornatılmış tanelere sahiptir. Tane büyüklüğü 300-

500 mikron arasındadır. Dilinim ve lamelli ikizlenmesi olağan olarak görülür. İkiz lamellerinin enine yer değiştirdikleri de gözlenmiştir. Breşlenme olağandır ve breşleşmiş tanelerin arası geç safhada oluşmuş kuvarsla doldurulmuştur. Parlak kesitlerde incelenmiş sfaleritlerin hemen hemen tamamının ayrıntı damarcıkları, emülsiyon tipli kapanımlar, ayrıntı lamelleri halinde kalkopirit içerdiği görülmüştür. Şeritler ve ayrılma damarları halinde kalkopirit de olağandır ve bazı numuneler kaba taneli karışmazlık örneğine sahiptirler (Foto 7). Sfalerit içindeki bu iri kalkopirit taneleri ya galenit yahut da fahlerz mineralleri tarafından seçilerek ornatılmışlardır. Yaygın bir şekilde galenit tarafından ornatıldıkları gözlenebilir, atol ve yüzük yapılarının oluşmasına neden olan bol miktarda özşekilli veya iskeletsel kuvars kristalleri içerirler. Sık sık kalkopirit, galenit, fahlerz, limonit, serüsit veya dolomit, kovelin ve kuvars damarcıklarıyla katedildikleri, bazı örneklerde galenit ile aşamalı oluşum'saptanmıştır.

Mn, Cd ve Fe içeren sfaleritlerdeki yapısal kontrol ve demir içeriğinin sfaleritin birim hücrelerine ve rengine etkileri, yazarın daha önceki bir makalesine konu olmuştur (Akıncı, 1975).

Galenit

Kuvars aramaddesinin (matriksin) boşluklarında dolgu ve elek görünüşlü şekiller halinde, sfalerit taneleri arasında ornatma şeklinde görülür. Genellikle kataklastik piritler kalkopirit ve kuvarsa ornatır, kalkopirit içinde yuvarlak kapanımlar halinde de rastlanır. Galenit içine alınmış kuvars kristalleri merkezden itibaren ornatılmaya başlandığı zaman yüzük veya atol dokular oluşur. Özellikle ornatmalarda kalkopirit içine hapis olmuş pirit kristallerini tercih eder. Yer yer bornit ve betektinitin şekilsiz galenleri, dilinim düzlemleri ve tane hudutları boyunca ornattığı gözlenmiştir. Dijenit ve bornit ile mirmekitik içbüyümeler yapar.

Kalkopirit

Pirit yönünden zengin damarlarda piritten sonra gelen ana mineraldir,ince, masif kalkopirit damarları da arazide saptanmıştır. Yaygın bir şekilde ilk oluşan piritleri ornatmaktadır (Foto 4). Kalkopiritin lamelli yapısı ve taneli karakteri asitle dağlanarak ortaya çıkarılmıştır. Özellikle galenit ve fahlerz tarafından yapılan ornatmada seçilmektedir.

Oluşum sırası yönünden birçok kalkopirit tanelerinin sfaleritten daha sonra oluştuğu gözlenmektedir, fakat bazı körfez şekilleri ve iri kalkopirit tanelerinin sfalerit ile birlikte büyüdüğünü gösteren dokular da saptanmıştır.

Bornit

Her ne kadar birkaç numunede sfalerit ve pirit içindeki kalkopirit kapanımlarını ornatır görünmekteyse de, çok az numunede de ana mineral olarak saptanmıştır. Çok güzel mozaik dokusuna sahip olduğu asitle dağlama sonucu ortaya çıkmıştır. Galenit tanelerini merkezi kısımlarından itibaren ornatır. Bornit tanelerinin kenarları boyunca yer yer alev şekilli ayrıntılar ile çevresel şerit ornatması gösteren kalkopirit tarafından yaygın şekilde ornatıldığı gözlenmektedir. Ayrıca bomitin kristallografik düzlemleri boyunca lameller şeklinde kalkopiritin ayrıntıları yer alır.

Bornit aynı zamanda betektinit içinde hapis olmuş kuvars kristali hudutları boyunca şerit şeklinde yüzük oluşturur, betektinit taneleri etrafında yüzükler yapar, damar şeklinde de onu kateder ve ornatarak aynı zamanda kalkopirit taneleri içinde alev şekilli ayrıntılar veya yüzük dokuları meydana getirir.

İdait

Her ne kadar Doğu Karadeniz Cevher Provansı boyunca birkaç zuhurda başka çalışmacılar tarafından da tanınmışsa da, incelenen bu sülfid damarları içinde idaitin varlığı ilk defa yazar tarafından ortaya konmuştur (Akıncı, 1974). Kuvvetli yansıma, çok renkliliği ve canlı yeşilimsi polarizlenme renkleri ile bornitten ayırt edilerek tanınmıştır (Foto 4). Kristallografik düzlemleri boyunca yer alan kalkopiritin ayrıntı lamellerinin oluştuğu kafes dokusu ve kovelin ornatması yüzünden X ışını çalışmasına gerek duyulmuş, fakat yapılan mikroprob analizleri idait bileşimini vermiştir. Bu analizlerden $Cu_{4,96} Fe_{1,0} S_{5,8}$ formülü ortaya çıkmıştır, bu da Frenzel (1959) tarafından verilen ilk formüle çok yakındır. Diğer taraftan Levy (1967) ise $Cu_3 Fe S_4$ formülünü prob analizlerine dayanarak vermektedir.

Kovelin

Galenitten ayrışma yoluyla serüsit ve anglezitten herhangi birisiyle beraber görüldüğü (Foto 4) veya kalkopirit ve piritin ayrışması sonucu içbüyümeye benzeyen ve götit ile benekli doku oluşturan iki olağan bulunuş şekli vardır. Birkaç numunede sfaleriti damar şeklinde katettiği ve ornattığı, bazı hallerde içindeki kalkopirit kapanımlarının ornatmadan bıraktığı gözlenmiştir. Kalkopiritleri tane hudutları boyunca koloidal bantlar oluşturarak ornatır, yaygın bir şekilde karakteristik kafes yapısı gösterir veya kalkopirit içinde kateden dijenit ile birlikte hücresel görünüşlü zenginleşme dokusu ortaya koyar, bazen de sfalerit içinde hapis olmuş bir fahlerz tanesinin etrafında dışa doğru kovelin bandının çepeçevre uzandığı gözlenebilir.

Dijenit

Birkaç numunede kalkopiriti düzensiz bir şekilde katederek zenginleşme dokusu oluşturduğu görülmüştür. Borniti şekilsiz lekeler halinde ornatır. Çok az numunede betektinitin bozuşma ürünü olan galenit ile kabaca içbüyüme halinde, atol dokuları, eşzamanlı büyüme hudutları ve lamelli gelişme gösterir şekilde bol miktarda rastlanmıştır.

Betektinit

Daha önce yazarın bir başka makalesine konu olmuştur (Akıncı, 1976b). Galenit, bornit, dijenit, fahlerz, pirit, kuvars, dolomit ve serüsit ile yakından ilişkilidir. Bornitle ilişkisi daha önce anlatılmıştır. Nadir galenit-dijenit içbüyümleri kadar mirmekitik galenit-bornit içbüyümlerinin betektinit içinde hapis olduğu gözlenir. Parlak kesitlerde pembemsi tonda gri-krem renkli görülür ve donuk kırmızı veya mavi polarizasyon renkleri gösterir. Dilinim genellikle görülmez.

Fahlerz

Rengin tetraedriti tennantitten ayırmada güvenilir bir özellik olmadığı ortaya konduğundan (Htein/1973) ve ortaya çıkan bileşim zonlanması (Foto 8) ile bileşimlerindeki olağan değişkenlikler nedeniyle örneklerin çoğunun mikroprob analizleri yapılmıştır.

Çoğunlukla kalkopirit kapanımlarını ornattığı görülmüştür. Kuvars kristali kesitlerinin tamamıyla ornatılmalarından ortaya çıkan psödomorflar olağandır. HNO_3 ile dağlama son derece güzel zonlanma ortaya çıkarmıştır (Foto 8).

Tennantitler tetraedritlerden daha olağan olarak bulunmuştur. Daha önce yörede yalnız tetraedrit tanınmıştır (Ayışkan, 1959).

Aikinit

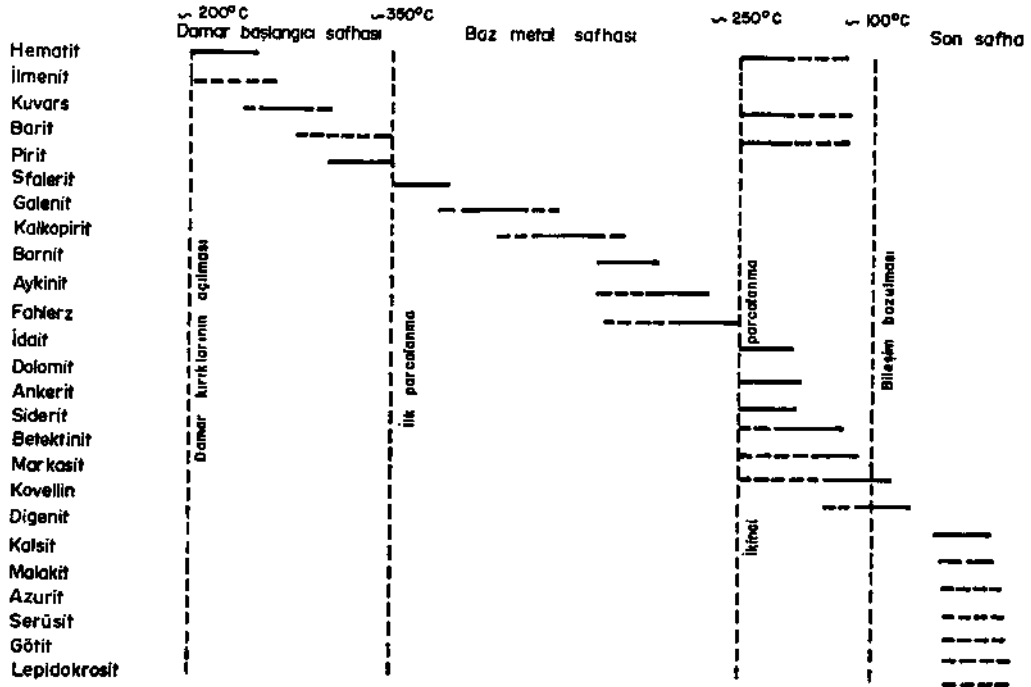
Beteknitin gibi aikinit de yazarın daha önceki bir makalesinin konusu olmuş ve aikinit-bizmutinit arasındaki katı karışım olanakları tartışılmıştır (Akıncı, 1974, 1919b).

Aikinit taneleri olağan olarak kalkopirit içinde yuvarlak, elipsoidal şekiller veya kalkopiritle hapis olmuş dijenit içinde ada halinde görülmüştür. Dijenit daima aikiniti dilinim düzlemleri boyunca ornatmakta veya aikinit taneleri yüzeyinde lekeler halinde görülmektedir. Sfleritin aikinit tarafından ornatılması sırasında tennantitin de aikiniti ornattığı, damar şeklinde katettiği veya çevrelediği saptanmıştır. Genellikle pirit ve markasit ile yakın ilişki içindedir.

OLUŞUM SIRALANMASI

Cevher ve gang minerallerinin oluşum sıralanması Çizelge 2 de verilmektedir. Her ne kadar bu sıralanma dokusal ilişkilere, mineral duraylılıklara ve sıvı kapanım çalışması sonuçlarına dayandırılmışsa da, birkaç cevher ve gang mineraline ait dokusal ilişkiler tam olarak ortaya konulamadığından biraz spekülasyona yer verilmiştir.

OLUŞUM SIRALANMASI



Çizelge 2

İlmenitin ayrıntı lameli şeklinde oluştuğu hematitin lamelli şekli ve kuvars ile dokusal ilişkileri oluşumunun başlangıcında meydana geldiğini akla getirmektedir. Bu safhada kuvarsin oluşumu ile birlikte oluşum ısı 100°C yükselir ve bunu piritin ortaya çıkışı takip eder (Akıncı, 1976#).

Bu damar başlangıcı safhasının sonunda, pirit kristallendikten sonra bir kırılma meydana gelir. Bu husus ilk oluşan sülfid minerallerinde çatlaklı yapı ve sfaleritteki damarcıklarla ortaya konmaktadır.

Cevher minerallerinin çoğu Çizelge 2 de verilen sıra ile baz metal safhasında oluşur. Bu safhanın sonunda ikinci bir kırılma meydana gelir. Bu da, karbonatların geniş ölçüde damar dolgusu şeklinde oluşlarından anlaşılır.

Erken oluşmuş cevher minerallerinin bozuşmaları mineralleşmenin son safhasında meydana gelir. Bu bozuşmalara örnek olarak betektinitin dijenit ve galenite ayrışması, kovelin ve serüsit oluşumu ve limonitleşme verilebilir.

KRİSTALLEŞME İŞLEMLERİ

Damar mineralleşmesinin ısıya dayanan gelişimi yazarın önceki makalesinde ele alınmıştır (Akıncı, 1976a). Pirotin, arsenopirit, yüksek ısıya işaret eden fazlar ve ayrıntı mineralleri gibi jeotermometre olarak kullanılabilir mineraller olmadığından, zaman-sıcaklık ilişkilerini ortaya koymada sıvı kapanımlardan faydalanma yolu seçilmiştir. Craig ve Kullerud'a (1973) göre, derin kökenli idait, markasit ve dijenit topluluğu 430°C nin üzerinde duraylı değildir. Bu sıcaklık derecesi muhtemelen Buluncak sülfid minerallerinin cevherli eriyiklerden büyümeye başladığı en yüksek sıcaklıktır. Parlak kesitlerin incelenmesi idait-markasit-dijenit beraberliğini ortaya koymuştur, fakat bunların derin kökenli olup olmadıkları saptanamamıştır.

Zaman-sıcaklık eğrisi (Akıncı, 19760, Şek. 1), sıcaklık çıkış noktaları, Tekmezar yöresindeki bizmutlu sülfosaltların ve işletilmiş bazı madenlerin üst seviyelerinde saptanan yüksek sıcaklıklarla ortaya çıkan yatay bir zonlanma ile aynı zamanda damar başlangıcı safhasında ilk kuvarsın kristalleşmeye başladığı sırada bir sıcaklık yükselmesi olduğunu ortaya koymaktadır. Cevherli eriyiklerle cidar kayaç arasında çabuk bir ısı alışverişi olduğu anlaşılmaktadır.

Birkaç cidar kayaç ayrışması işlemlerinin ısı verici olduğundan şüphe edilmektedir. Damar başlangıcı safhasındaki ısı yükselmesi ve bunu takip eden damar eriyiklerinin tedricî soğuması, Tolmin ve Clark'ın (1967) «Thermal Aspects of Ore Formation» başlıklı çalışması ışığında açıklanabilir.

Kuvarsın damar başlangıcı safhasında olduğu görülmektedir. İlk oluşan kuvars her ne kadar çözünürlüğü eriyiğin pH'ından ve çözülmüş tuzların miktarından etkilenmezse de, sıcaklık yükselmesini takip eden kaynama sonucu daha çözünür hale gelmektedir. Bu durum Foto 1 de görülen yemik, yuvarlanmış ve iskeletsel kristallerle kuvars kalıbına yerleşen genç safha psödomorflarında aydınlığa kavuşmaktadır. Kuvarsın oluşum sıralanmasında piritten, diğer sülfidler ve pirotinden önce görülmesi, yüksek sıcaklıklarda SO₂ nin H₂S e egemen olmasına bağlanabilir (Meyer ve Hemley, 1967; JCelly ve Turneure, 1970).

Hidrotermal eriyiklerin soğuması sırasında SO₂ nin parçalanması H₂SO₄ oluşuma yol açabilir ve dolayısıyla sülfat mineralleri meydana gelebilir. Barit hidrotermal sistemlerde en olağan ve en az çözülen alkali sülfat mineralidir (Holland, 1967). Diğer gang minerallerinde olduğu kadar baritlerin çökmesinde basit soğuma işleminin önemli bir mekanizma olması gerekir. Eğer hidrotermal bileşenlerle eriyikler oksitlenmişlerse bisülfid konsantrasyonu hesabına sülfat konsantrasyonu artmaktadır. Fakat Buluncak damarlarında olduğu gibi, birçok epitermal yataklarda baritler oldukça oksitlenmiş ortamlarda duraylı olmayan sülfid mineralleriyle ilişkilidirler.

Holland (1967), ayırışmamış silikat kayalarında Ca/Mg+Fe oranının normal olarak kalsiten ziyade hidrotermal damarlar civarındaki ayırışma zonlarında dolomit veya ankeritik karbonat oluşturacak derecede düşük olduğuna işaret etmektedir. Kalsitin egemen karbonat minerali olduğu dünyanın bilinen diğer kurşun-çinko yataklarının aksine, dolomit Bulancak'ta egemen hidrotermal karbonat mineralidir. Yükselen sıcaklıkla birlikte kalsit ve dolomitin çözülebile ürünleri azaldıkça, bunlar hidrotermal eriyiklerden sadece soğuma ile çökelemezler. Bununla beraber kaynama sırasında basınç düşmelerine bağlı olarak hidrotermal eriyiklerin CO₂ içeriği azalır, karbonatlar da bunun sonucu çökebilir.

Helgeson (1968) tarafından sıcaklık 300°C nin altına düştüğünde piritin pirotinden daha az çözülür olduğuna işaret edilmiştir. Azalan sıcaklık ile bir sülfidin diğer sülfid mineraline dönüşmesi ve ornatma meydana gelebilir. Bulancak'taki damarlarda piritle beraber markasitin bulunması ve pirotinin izine dahi rastlanılmaması göze çarpmaktadır.

Lâboratuvar çalışmalarına dayanılarak Holland (1972) tarafından Mn, Zn ve Pb un magmanın kristalleşmesi sırasında sıvı fazla zenginleştiği ve sıvı faza çinko aktarılmasının alkali granit eriyiklerinin ilksel klor içeriğiyle yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir. Eğer magma içindeki klor içeriği ağırlık yüzdesi olarak % 0.7 den 1.05 e çıkarsa, magmadan kazanılan çinko oranı % 78 den % 97 ye ulaşmaktadır. Granitik kayalarda olağan tali mineral olarak piritin varlığı, sülfid cevheri kütlesine bitişik kayalarda demir ve nikelin sülfitleştirilmesi (Naldrett, 1966) ve birçok sıcak kaynak sularından kükürtün doğrudan çökmesi, baz metal sülfitlerini oluşturacak kadar hatta daha fazla indirgenmiş kükürtün ortamda bulunabileceğini göstermektedir.

Bu işlemler H₂S in veya daha muhtemel olarak HS⁻ in egemen olduğu eriyiklerden sülfidler ve karbonatları çöktürme yönünde etkili olmaktadır. Buna ek olarak ornatmanın önemli bir rol oynamış olması gerekir; örneğin dolomitin siderit tarafından, önce oluşan sülfidlerin daha sonraki sülfidler tarafından ornatılması gibi. Homojenleşme ısıları parajenetik özelliklere karşı bir diyagrama izdüşürüldüğünde, bir eriyik sütunundan sülfid çökmesinin gecikmeli şekilde tek bir mineralleşme periyodu boyunca meydana geldiğini destekler bir görünüm ortaya çıkmaktadır (Akıncı, 1976a).

SONUÇLAR

Bulancak'taki sülfid damarları, Doğu Pontidler'in toleyitik ve kalk alkalın volkanik kayaları ile ilişkilidir. Damarların çoğu yörede volkanik istif tabanındaki alt bazik seriyi katederler. Daha üste gelen intruzif ve lav karakterli dasitik ve riyodasitik kayalar içinde de görülürler.

7-8 km uzunluğunda ve 3 km genişliğindeki cevherleşme zonu, Tekmezar'dan Darköy'e doğru KD-GB yönünde uzanan yanal sıcaklık zonlanması gösterir ve dik eğimli damarların doğrultuları cevherleşme zonu gidişine dik yöndedir.

Polimetallik damar cevherleşmesinin mineralleri oluşumlarına göre oksit-sülfat-sülfid-it-karbonat şeklinde sıralanırlar.

Cevher mikroskopu çalışmalarıyla desteklenen sıvı kapanım çalışmaları, cevherli eriyik sütununun uzatılmış zaman aralığında tek bir cevherleşme periyodu boyunca sülfid minerallerini oluşturduğunu göstermektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akıncı, Ö. T., 1974, The Geology and Mineralogy of Copper, Lead, Zinc Sulphide Veins from Bulancak, Turkey: Doktora tezi (yayınlanmamış) Durham Üniversitesi, İngiltere.
- , 1975, Bulancak şfaleritlerinde eser element dağılımına ve renge etkiyen etmenler: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 18, 1, 63-68.
- , 1976, Bulancak güneyindeki sülfür damarlarında sıvı kapanım çalışması: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 19, 45-52.
- , 1976b, Bulancak'taki sülfür damarlarında keşfedilen betektinit minerali hakkında: Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg., 86, 50-55.
- , 1979, Aikinit ile bizmutinit arasında tam bir katı karışım olabilir mi? Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg., 91, 26-34.
- , 1980, Majör Copper Metallogenetic units and Genetic igneous Complexes of Turkey: European Copper Deposits, S. Jankovic-R. H. Sillitoe Editors, Belgrad, 1980.
- Ayışkan, Ö., 1959, Giresun ile dahilinde, Bulancak güneyi Tekmezar köyü civarı sülfürlü cevher yataklarının tetkik ve tespiti hakkında rapor: MTA Maden Etüt Dairesi Rap., 587, Ankara.
- Craig, J. R. ve Kullerud, G., 1967, Cu-Zn-S system: Mineral Deposita (Berl.), 8, 81-91.
- Frenzel, G., 1959, Ein neues mineral: Idait: Neues Jahrb. Mineral, Monatsh., 142.
- Helgeson, H. C., 1968, Geologie and thermodynamic characters of the Salton Sea Geothermal system: Am. Jour. Sci., 266, 129-166.
- Holland, H. D., 1967, Ganque minerals in hydrothermal deposits, 383-436; da., Barnes, H. L., ed., Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits: Holt, Reinhart and Winston, Inc., 670.
- , 1972, Granites, solutions and base metal deposits: Econ. Geol., 67, 281-301.
- Htein, W., 1973, The quantitative measurement of colour in minerals: Doktora tezi (yayınlanmamış), Durham Üniversitesi İngiltere.
- Kelly, W. M. ve Turneaure, F. S., 1970, Mineralogy, paragenesis and geothermometry of the tin and tungsten deposits of the eastern Andes, Bolivia: Econ. Geol., 65, 609-680.
- Levy, C., 1967, Contribution à la mineralogie des sulfures de cuivre du type $Cu_3 X Fe_4$: Mem. Bur. Rech. Geol. Minieres, 54, 178.
- Meyer, C. ve Hemley, J., 1967, Wall-rock alteration, 167-235; da., Barnes, H. L., ed., Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits: Holt, Reinhart and Winston, Inc., 670.
- Naldrett, A. J., 1966, The role of sulphurization in the genesis of iron-nickel sulphide deposits of the Porcupine District, Ontario: CIMM Trans., 69-147-155.
- Schultze-Westrum, H. H., 1961, Giresun civarındaki Aksu deresinin jeolojik profili—Kuzeydoğu Anadolu'da Doğu Pontus cevher ve mineral bölgesinin jeolojisi ve maden yatakları ile ilgili mütalâalar: Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg., 57, 63-72.
- Smirnov, V. I. ve diğerleri, 1972, The study of internal Chemical heterogeneity of monocrystals with JXA-5: Jeol. News. lie, 1, 1973.
- Springer, G., 1969, Electron probe analyses of tetrahedrite: Neues Jahrb. Mineral. Monatsch., HFI, 24-33.
- Toulmin, P. III. ve Clark, S. P., Jr., 1967, Thermal aspect of ore formation, 437-464; da., Barnes H. L., Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits: Holt, Rinehart and Winston Inc., 670.
- Tugal, H. T., 1969, The pyritic sulphide deposits of the Lahanos Mine area, Eastern Black Sea region Turkey: Doktora tezi (yayınlanmamış), Durham Üniversitesi, İngiltere.
- Yui, S., 1971, Heterogeneity within a single grain of minerals of the tennantite-tetrahedrite series: Soc. Mining Geol. Japon. Spec. Issue. 2, 22-29.



Foto 1 - İJüyültme X 125. Piritle birlikte özşekilli kuvarısı ornatan sfalerit.

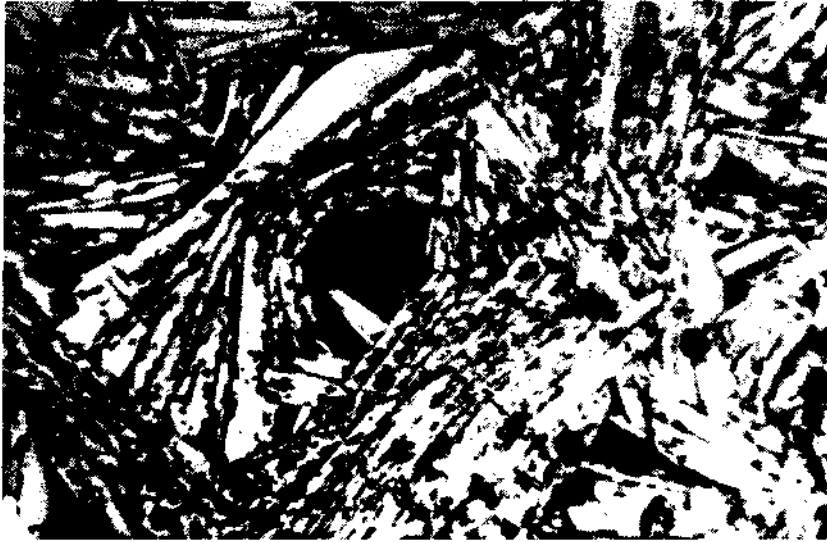


Foto 2 - Büyültme X 125. Hematit kristali demetleri.



Foto 3 - Büyütlme X 300. Kuvars (koyu gri) içinde hematit çubukçukları (beyaz), koloidal şekilli götit bantları (açık gri).



Foto 4 - Büyütlme X 300. idait (I), kovelin (Cv), kalkopirit (Cp) ve pirit (P) ilişkisi.



Foto 5 - Büyültme X 45. Dolomit kristallerini ornatán siderit, resmin solunda da beyaz pentagon şekilli pirit görülmektedir.



Foto 6 -Büyültme X 45. Serisit - kovelin içbüyümesi içinde galenit kalıntıları.

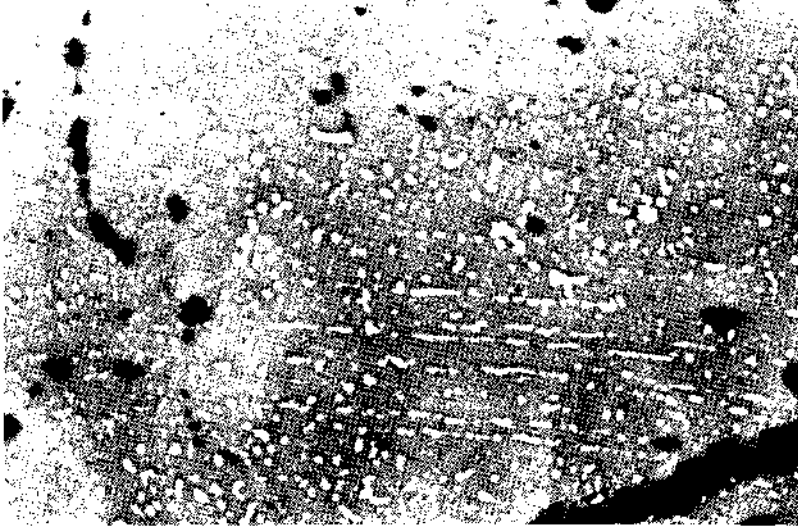


Foto 7 - Büyütlme \times 125. Sfalerit içinde kalkopirit (beyaz) kapanımları.

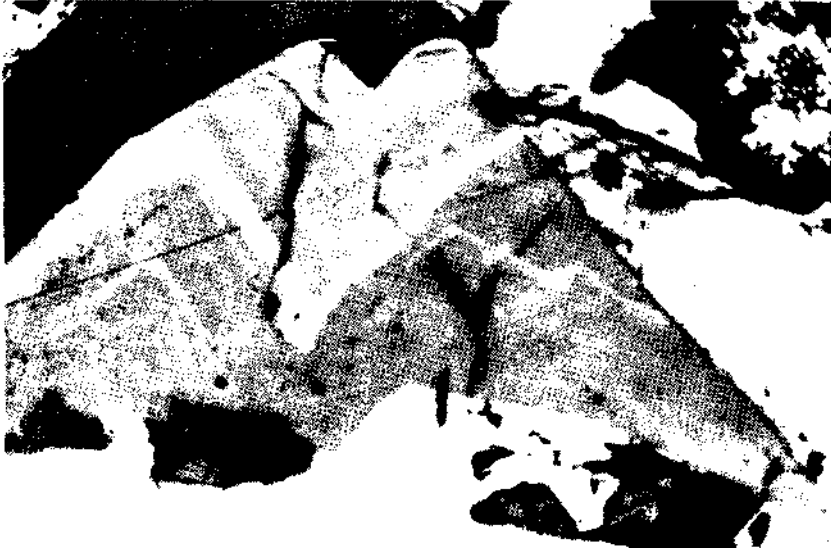


Foto 8 - Büyütlme X 125. Asitle dağlama sonucu fahlerzde ortaya çıkan zonlanma.

Not: Fotoğrafların hepsi de paralel nikol altında ve hava ortamında çekilmiştir.