

# KUTONİT CEVHERLEŞMESİNİN (DOĞU KARADENİZ BÖLÜMÜ) MİNERALOJİK İNCELENMESİ VE ELDE EDİLEN JENETİK VERİLER

Güner ASLANER

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

**ÖZET.**— Araştırmanın konusunu, Artvin ilinin Arhavi ilçesi dahilinde bulunan Kutonit cevherleşmesinin mineralojik incelenmesi ve jenezinin açıklanmasına yarayacak verilerin çıkarılması teşkil etmektedir. Elde edilen sonuca göre, çok silisleşmiş, kataklastik piroklastikler içinde bulunan Kutonit çinkoblend-kalkopirit zuhuru plastik deformasyon geçirmiş ve sonradan katı haldeyken tektonik hareketlerin etkisi ile parçalanarak kataklastik bir yapı kazanmış olan ekshalatif sedimenter bir teşekküldür.

## GİRİŞ

Doğu Karadeniz cevher kuşağı gerek mineralizasyonların pek çok oluşu, gerekse Türkiye'nin büyük bakır yataklarından biri olan Murgul bakır yatağının burada bulunuşu dolayısıyla Cenevizliler zamanından beri madencilerin ilgisini çekmiştir. Günümüzde de bilimsel ve teknik araştırmalar ile elde edilen sonuçlara göre, memleketimizin maden bakımından en ümitli yeri olma niteliğini taşımaktadır. Kutonit mineralizasyonu bu cevher kuşağı içinde bulunmaktadır.

Artvin ilinin Arhavi ve Hopa ilçeleri arasında kalan bu cevherleşmeden zaman zaman maden çıkarıldığı eldeki raporlardan ve eski galerilerden anlaşılmaktadır. Raporlarda cevherleşmelerden kalkopirit, çinkoblend, pirit olarak bahsedilmekte fakat ayrıntılı bilgi verilmemektedir.

Yukarı Kutonit köyünde Zebelaltı deresinin sol yamacında bulunan Kutonit zuhuru Hopa ile Murgul arasındaki cevherleşme sahasının NW kısmına rastlar. Murgul bakır yatağının da bulunduğu bu bölge birçok jeologlar tarafından incelenmiş ve halen de incelenmektedir. Bunlardan en önemlileri Ketin (24), Kraeff (27, 28) ve Sawa, Teşrekli & Sawamura'nın (38) çalışmalarıdır.

Arhavi ilçe merkezinden 8 km uzunluğunda bir şoseden sonra 2 km devam eden çok dik yokuş olan bir yolla maden yerine ulaşılabilmektedir (Şek. 1). Denizden yüksekliği takriben 400 m olan zuhur, direklik çam ve kızılğaç ormanları arasındadır.

## 1. KUTONİT CEVHERLEŞMESİNİN YAKIN CİVARINDA BULUNAN TAŞLARIN PETROGRAFİK İNCELENMESİ

Galeri ağzının birkaç metre doğusunda çok altere olmuş, limonitleşmiş, kataklastik hiyalin dasit aglomera vardır (Şek. 3. örnek 61). Aglomeramın camsı hamur maddesi içinde kataklastik kuvars fenoklastları, silisleşmiş, albitleşmiş volkanik taş parçaları bulunmaktadır. Taşta yer yer akıntı istikameti ve bir deformas-

yönün mevcudiyetine işaret eden düz, bükülmüş, Y şeklini hatırlatan tarzda lehimlenmiş cam kırıntılarında meydana gelmiş ignimbrit strüktürü görülmektedir.

Cevherleşmenin 100-150 m kadar SE sundaki patikanın yamacında N 46°E doğrultulu, 45°SE ya eğimli, çok altere olmuş dasitik bir tuf mevcuttur. Taşın rekristalize olmuş hamur maddesi içinde primer kuvars parçacıkları görülmektedir. Hamur silisleşmiş, kaolinleşmiş, albitleşmiş ve az miktarda serisitleşmiştir.

Bu dasit tufünün 5 m güneyinde andezit nodülleri ihtiva eden yine çok altere olmuş, milonitik aglomera mevcuttur. Kataklastik primer kuvars parçaları oldukça çok miktarda olup, akış yapısı gösteren kısmen serisitleşmiş bir hamur içinde bulunmaktadır. Andezitik lav parçaları kloritleşmiş, limonitleşmiş parçalar ve oligoklaz-andezinden müteşekkil kataklastik fenokristaller ihtiva etmektedirler. Volkanik taş parçaları içinde az miktarda opak tanecik izlenebilmektedir.

Galerinin takriben 15-20 m batısında altere olmuş andezitleri kesen kuvars-dolerit damarı (Şek. 3, örnek 57) görülmektedir. Hipidiyomorf, ofitik tekstürlü taştaki tabüer habitli idiyomorf ortoklazların ve zon yapısı gösteren çubuk şekilli andezin-labradorit fenokristallerinin arası kısmen kloritleşmiş küçük klinopiroksen kristalleri ve cam ile doludur. Plajiyoklazlar kısmen serisitleşmiş, bazı feldispatlar albitleşmiştir. Az miktarda opak tanecik ve kuvars izlenebilmektedir.

Çok fazla kloritleşmiş, daha az olarak da kaolinleşmiş, limonitleşmiş ve albitleşmiş hamur maddesi içinde yer yer akış izlenmektedir. Albitleşmiş, kloritleşmiş, kaolinleşmiş, limonitleşmiş yüzey taşı parçaları, kısmen albitleşmiş oligoklaz-andezin fenoklastları breşin tanelerini teşkil etmektedir. Breş strüktürü relikt olarak kalmıştır. Volkanik taş parçaları içinde klorit ve sekonder kuvars ile dolmuş elips şekilli boşluklar mevcuttur. Tamamen limonitleşmiş, kloritleşmiş yaprağımsı yapılı psödomorf teşekküllerde, çubuğumsu feldispatlarda bükülmeler ve kırılmalar meydana gelmiştir.

Plastik deformasyona maruz kalmış olan taşlarda, daha sonra teşekkül etmiş olan kataklastik yapının izleri mevcuttur.

Piritleşmiş, rekristalize olmuş hiyalin dasitik tuf breşi:

Galeri içindeki kuyudan alınan piritleşmiş taşların mikroskopik etüdü bunların çok miktarda piritli, breş tekstürlü hiyalin dasitik tuf olduklarını göstermiştir.

Tamamen rekristalize bir hamur içinde sekonder kuvarstan müteşekkil bir reaksiyon zonu ile çevrilmiş olan primer kuvars, fenokristalleri (Şek. 2) ve kloritleşmiş parçacıklar mevcuttur. Kuvars fenokristallerinde çatlaklıdır.

Rekristalize olmuş hamur, serisit, klorit, kalsit, albit ve kloritten müteşekkilidir. Klorit iki cinstir. Biri daha fazla demirlidir. Taşta hafif belirli bir paralel yapı görülebilmektedir.

Taşın içinde serpilmiş halde bulunan bazı idiyomorf pirit kristallerinin kenarlarında kuvarstan müteşekkil bir rekristalizasyon zonu teşekkül etmiştir. Yine bazı tanelerin etrafında cam maddesi serisitleşmiştir.

Pirit kristallerinde kataklastik yapı ve porfiroblastik büyüme tespit edilebilmektedir. Porfiroblastik olarak büyümüş kristaller diğer mineralleri çevirmiş ve bunları kısmen içlerine almışlardır.

## 2. KUTONİT CEVHERLEŞMESİNİN YANTAŞLARI

Halen terk edilmiş bir maden yatağı durumunda olan Kutonit cevherleşme sahasında, yalnız giriş kısmı açık olan çökmüş bir galerinin girişinde 80 cm genişliğinde bir çinkoblend mostrası görülmektedir (Şek. 3 a, b). Galerinin önündeki yığıntıda da kompakt kalkopirit parçalan bulunur.

Kompakt çinkoblend oluşu NE ya eğimli bir kitle teşkil etmektedir. Bu kitle silisleşmiş, breş tekstürlü, dinamometamorfizmaya maruz kalmış hiyalin dasitik tuf mikroaglomera içinde yer alır.

Yer yer çok silisleşmiş olan taş, alta doğru şistî bir yapı göstermektedir. Cevherleşmenin tavan taşı ise, tamamen ezik bir fay zonu ile ayrılan kataklastik andezitik mikroaglomeradır (Şek. 3 a, b). Galeri silisleşmiş, albitleşmiş, piritli dasitik tuf ve mikroaglomera içinde açılmıştır.

Galeri ağzı, taban ve tavan taşları arasındaki milonit zon içine rastlamaktadır (Şek. 3 a, c).

Çinkoblend mostrasının civarında dinamometamorfizmaya maruz kalmış andezitik ve dasitik mikroaglomeralar bulunmaktadır.

### YANTAŞLARIN MİKROSKOPİK İNCELENMESİ

Dinamometamorfizmaya maruz kalmış breş tekstürlü hiyalin dasitik tuf-mikroaglomera (örnek: a2, 59a, 59c):

Laminasyon gösteren, kısmen devitrifiye bir matris içinde tamamen serisitleşmiş, kaolinleşmiş, kalsitleşmiş fenoklastlar, primer kuvars parçaları ve kloritleşmiş kısımlar mevcuttur. Kuvars parçalarında dalgalı sönme görülür. Bilhassa çinkoblend kontaktı yakınlarında ışınal barit agregatları (barit gülleri), küremsi boşlukları ve jeodları dolduran klorit, kalseduan ve kuvars oluşumları izlenmektedir. Belirli bir kristaloblastik dokunun görülebildiği bu taşlarda kataklastik parçalanma da vardır.

Cevherleşmenin yantaşını teşkil eden bu kitle alt kısımlarda tamamen şistli bir görünüş kazanmaktadır. Uzun eksenleri istikametinde sıralanmış olan kuvars tanelerinin arasında serisit ve klorit mevcuttur. Kloritler çok ince taneli olduğundan anizotropi görülememektedir. Makroskopik görünüşü metamorfik bir kuvarsite benzemektedir.

Dinamometamorfizmaya maruz kalmış çok miktarda kloritleşmiş andezitik mikroaglomera (örnek: 55, bi):

Cevherleşmenin tavan taşını teşkil eden kitle, çatlaklı breş tekstürlü andezitik mikroaglomeradır. Bu taş milonitik bir zon (örnek 60) ile kompakt çinkoblendin üzerinde gelmektedir.

## 3. KUTONİT CEVHERLEŞMESİNİN YANTAŞLARINDA BULUNAN OPAK MİNERALLER

Kompakt çinkoblend teşekkülünün yantaşını teşkil eden silisleşmiş, hiyalin dasitik tuf-mikroaglomera içinde az miktarda pirit, çinkoblend ve galenit görülmektedir.

Pirit küçük, idiomorf, yan idiomorf tanecikler ve kataklastik parçalar teşkil etmektedir (Şek. 3, örnek 59a). Bazı numunelerde piritin atol ve jelimsi şekilleri hâkimdir (Şek. 3, örnek 59a). Pirit nadiren limonitleşmiştir.

Çinkoblend yer yer çok miktarda kalkopirit ekssolüsyon tanecikleri ihtiva eden ksenomorf oluşumlar halindedir. Tane yüzeylerinin ( $KMnO_4$ ) ile aşındırılmasından sonra bütün taneyi katetmeksizin sona eren ikiz lamelleri görülmüştür. Rekrizalizasyondan dolayı devamlılıkları bozulan lameller birbiri ile  $60^\circ$  lik bir açı yapan iki yönde oluşmuşlardır (Şek. 4). Çinkoblendin tane arası boşluklarında galenit mevcuttur. Kataklastik pirit ve çinkoblendin çatlaklarını barit doldurmuştur.

#### 4. CEVHERLEŞMEDEKİ MADEN MİNERALLERİNİN İNCELENMESİ

Cevherleşmede bulunan primer zon mineralleri çinkoblend, kalkopirit, bornit, galenit, tennantit, tetradrit, pirit, hematit ve manyetittir. Sekonder zon minerali olarak idait, rombusal kalkosin, neodigenit, normal kovellin, «mavi kalan kovellin» ve demir hidroksitleri tespit edilmiştir. Miktarca hâkim olan mineraller çinkoblend, kalkopirit ve bornittir.

Numunelerde makroskopik olarak paralel yapı ve deformasyona delâlet eden monoklinal hareket şekilleri görülmektedir. Mineraller arasındaki paralel yapı yer yer «artık» olarak kalmıştır.

Kalkopirit aramada içinde daha sert gang minerallerinden müteşekkil (kuvars, jaspis, barit) hertlinglerin<sup>1</sup> mevcudiyeti, agregata gözlü gnays benzeri bir görünüş vermektedirler. Paralel yapı, hertlingler etrafında bükülmektedir.

Kompakt kalkopirit agregatları paralel yapı ile  $30^\circ$ - $45^\circ$  lik bir açı yapan şistoziteye sahiptirler. Maden şistoziteye paralel olarak da kolaylıkla kopmaktadır.

Rekrizalleşmiş çinkoblend agregatları çok ince taneli olup, kompakt bir görünüşe sahiptirler.

#### A. PRİMER ZON MİNERALLERİ

##### Çinkoblend

*Refleksiyon özellikleri.* — Çinkoblendin refleksiyon rengi koyu gridir,  $\hat{i}$ ç refleksiyon az olduğundan izotropi kolaylıkla görülmektedir. Fakat bazı tanelerde çift nikolde tam karanlık elde edilememektedir. «Oel 100: 1, AI, 30» objektifi ile inceleme «psödo-anizotropi»nin çinkoblend içindeki çok küçük anizotrop kapanımlardan ileri geldiğini göstermiştir. Bu kapanımlar çinkoblendin kristallografik doğrululanna paralel olarak dağılmış bulunan kalkopirit ayrılma (ekssolüsyon) tanelerinden müteşekkildirler (Şek. 5).  $\hat{i}$ ç refleksiyonun rengi genellikle açık sarı olup, nadiren kırmızıdır.

*Sırüktür ve tekstür.* — Çinkoblendin tane içi özelliklerinin tespiti kimyasal aşındırma denemeleri ile mümkün olmuştur. Taze hazırlanmış ( $KMnO_4 + H_2SO_4$ ) karışımı, mikroskop altında parlatılmış çinkoblend yüzeyleri üzerine damlatılmıştır.

<sup>1</sup> «Hertling» kelimesi Almanca «Härtling» teriminden Türkçe okunuşa göre yazılarak alınmıştır. Laminasyon gösteren bir matriks içinde bulunan sert ve farklı plastisitedeki büyücek yuvarlağımsı veya elipsoid oluşumlara «hertling» denmektedir.

20"-30" sonra yüzeyler üzerinde kahverengimsi bir çökelek teşekkül etmiştir. Bu çökelek 2 n HCl ve su ile temizlendikten sonra bütün taneyi katetmeksizin sona eren ikiz lamelleri (Şek. 6), (100) doğrultusuna paralel olan dilinim yapısı ve çinkoblend ile kalkopirit arasındaki ayrılma strüktürü görülebilmektedir. Kimyasal reaksiyon hızının (111) ve (111) yüzeylerinde farklı oluşundan dolayı aşındırmadan sonra çinkoblend agregatını teşkil eden tanelerde renk farkı meydana gelmiştir (Şek. 6). Bu durum tane büyüklüklerinin ölçülmesine imkân vermiştir. Taneler yuvarlağımsı poligonal bir şekle sahiptirler. Agregatın taneleri genellikle çok küçüktür (1-5 $\mu$ ). Nadiren irice kristaller (10-15 $\mu$ ) görülebilmektedir. Pek çok olmamakla beraber kataklastik yapılı parçalar da mevcuttur. Hafifçe uzamış, birbiri ile birleşmiş oluşlar (toplu kristalleşme) içinde gang minerallerinden müteşekkil kapanımlar vardır. Çinkoblend tanelerinin arasında çoğunlukla kalkopiritten meydana gelmiş intergranüler film görülmektedir.

Derişik HNO<sub>3</sub> de çinkoblende aynı KMnO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> karışımı gibi etki etmiştir. Yalnız etki etmesi için geçen süre daha uzundur (1 dakika).

Yukarıda bahsedilen strüktür özelliklerinden anlaşılacağı gibi, çinkoblend agregatı rekristalleşmiştir. Kompakt kalkopirit yığılması içinde yer yer kopmuş çinkoblend bantları mevcuttur. Kopmuş parçalar bazı kısımlarda hafifçe birbiri üzerinde kaymıştır. Plastisitesi daha fazla olan kalkopirit çinkoblendi çevirmiştir. Çoğunlukla çinkoblend ile kalkopirit arasında bir reaksiyon zonu mevcuttur. Her iki mineralin içinde birbirinin parçaları (reaksiyon artıkları) görülmektedir.

Çinkoblend pirit tanelerinin arasını doldurmakta ve yer yer piritin yerini almaktadır. Kataklastik yapılı çinkoblendin çatlaklarında, poligonal tanelerin aralarında boşluklarında galenit ve tennantit mevcuttur.

*Röntgenografik veriler.* — Yoğun çinkoblend agregatının difraktometre diyaframında, çinkoblend için Tablo 1 de verilen d (A°) değerleri bulunmuştur.

Açık sarı iç refleksiyona sahip olan çinkoblendin şebeke sabitesi (a<sub>0</sub>) Debye-Scherrer metoduna göre elde edilen röntgen filminden hesaplanarak bulunmuştur. Parlatma üzerinden kazınarak alınan toz numune iki saat süre ile CU<sub>k</sub> ışınları ile ışıklandırılmıştır. Tablo 2 de röntgen filminden ölçülerek bulunan 2 0 açıları ve d (A°) değerleri gösterilmektedir. Çinkoblendin şebeke sabitesi bu değerlerden

$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4 a_0^2} (\Sigma h^2 + k^2 + l^2)$$
 formülüne göre hesaplanmış ve a<sub>0</sub> = 5.41233 olarak bulunmuştur.

*Çinkoblendin içinde bulunan iz elementler.* — Açık sarı iç refleksiyon gösteren çinkoblend içinde iz element olarak Cd ve Mn bulunduğu, röntgen-flüoresans metodu ile tespit edilmiştir. Siemens Firmasının röntgen-flüoresans spektrometresi ile elde edilen spektrogramların değerlendirilmesi Mauris ve Powers tarafından hazırlanmış olan tablolara göre yapılmıştır (34). Analiz kristali olarak LiF kullanılmıştır. Röntgen tüpünün anodu W dir. Yarı kantitatif olan bu analizlere göre, gerek Cd ve gerekse Mn miktarı % 1 civarındadır.

### **Kalkopirit**

Mineralin tanınması için optik özellikleri yeterlidir. Koyu sarı refleksiyon rengine sahip olan kalkopiritte daima zayıf bir anizotropi tespit edilebilmektedir.

Tablo - 1

Çinkoblend için difraktometre diyagramında bulunan  $d$  ( $\text{Å}$ ) değerleri

Çinkoblend

Yeri : Kutonit cevherleşmesi

$2 \theta_{Cu K\alpha}$	$I$	$d$ ( $\text{Å}$ )	$hkl$
28.58	100	3.1260	111*
33.09	10	2.7070	200
47.54	50	1.9126	220
56.39	30	1.6310	311
59.08	2	1.5630	222
69.49	5	1.3520	400
76.76	10	1.2416	331
79.05	2	1.2103	420
88.49	9	1.1048	422
95.60	5	1.0406	511
107.78	3	0.9557	440
114.55	5	0.9135	531**
128.75	3	0.8549	620

\* (111), (200) ve (311) yüzeylerine ait piklerin uç noktaları diyagramda (1) görülmediğinden, intansiteler impuls sayarak ölçülmüştür.

\*\* (531) ve (620) yüzeylerinin  $2 \theta_{a_2}$  ve  $2 \theta_{a_1}$  pikleri diyagramda (1) ayrı ayrı teşekkül ettiğinden, bu yüzeylere ait  $d$  değerleri  $2 \theta_{a_1}$  ve  $2 \theta_{a_2}$  açılarının ortalaması alınarak bulunmuştur.

Tablo - 2

Açık sarı iç refleksiyona sahip olan çinkoblend için Debye-Scherrer diyagramından bulunan  $d$  ( $\text{Å}$ ) değerleri (Şek. 7)

Çinkoblend

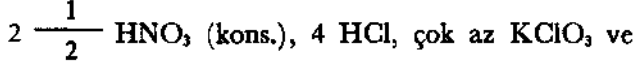
Yeri : Kutonit cevherleşmesi

$I^*$	$2 \theta_{Cu K\alpha}$	$d$ ( $\text{Å}$ )	$hkl$
100	28.60	3.1210	111
10	33.21	2.6976	200
70	47.68	1.9073	220
40	56.60	1.6260	311
5	59.03	1.5648	222
5	70.32	1.3387	400
15	76.91	1.2396	331
6	96.93	1.0387	511
5	108.49	0.9499	440
4	115.08	0.9136	531
3	128.99	0.8541	620
5	139.38	0.8212	533

\* Intansiteler vizüel olarak bulunmuştur.

*Strüktür ve tekstür.* — Bazı strüktür özelliklerinin tayini için aşağıdaki kimyasal aşındırma denemeleri yapılmıştır :

1. Fackert (9) deneyi :



10 H<sub>2</sub>O dan müteşekkil karışım aşındırmada reagenz olarak kullanılmış ve parlatmadaki kalkopirit üzerine damlatılmıştır. 30" sonra teşekkül eden kahverengimsi çökelek 2n HCl ve su ile yıkanmıştır. Böylelikle yüzeysel olarak aşınan kalkopirit kristallerindeki bükülmüş basınç ikizi lamelleri, tane hudutlarına sıralanmış olan çok ufak pirit kristalleri ve agregatın granoblastik yapısı görülebilir hale gelmiştir (Şek. 8).

2. Kons. HNO<sub>3</sub> ile 40" de kalkopiritin yüzeyini aşındırmak mümkün olmuştur. 20" de kalkopiritin rengi koyu sarı olmuş ve ikiz lamelleri kısmen belirli hale gelmiştir. 40" sonra kırmızımsı kahverengi bir çökelek teşekkül etmiştir. Çökeleğin yıkanmasından sonra agregattaki tanelerin granoblastik yapısı tamamen izlenebilir hale gelmiştir. Hertlingler yakınındaki tanelerde rekristalizasyon artığı olarak bütün taneyi katetmeyen ikiz lamelleri ve bükülmüş, kırılmış laminasyon görülmüştür.

**3. KMnO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** ile yapılan denemede «aşındırma hatası» mahiyetindeki küresel şekiller teşekkül etmiş ve bir netice alınamamıştır.

Laminasyon gösteren kalkopirit agregatı içinde galenit ve bornitten (kısmen idait ve kalkopirit haline geçmiş) müteşekkil incecik şeritler bulunmaktadır. Çinkoblend ile kalkopirit arasındaki bantlı yapı «artık» olarak kalmıştır.

Kalkopirit-çinkoblend ve kalkopirit-pirit arasında «verdrenung»<sup>2</sup> şekilleri mevcuttur. Bu şekiller plastisitesi daha yüksek olan kalkopiritin hareket esnasında kataklastik pirit tanelerinin ve kırılmış, kopmuş çinkoblend bantlarının çatlaklarından içeri doğru kayması ile meydana gelmiştir.

*Röntgenografik veriler.* — Kompakt kalkopirit agregatlarından elde edilen toz numunelerin difraktometre diyagramlarından kalkopirit için  $\mp 0.001$  hata ile Tablo 3 te gösterilen d (A°) değerleri bulunmuştur.

## Galenit

Galenitte beyaz refleksiyon rengi, yüksek refleksiyon şiddeti ve tam karanlık görülememeksizin izotropi tespit edilmektedir. Çapraz nikolde meydana gelen bu yan karanlık durum psödo-anizotropi niteliğinde değildir. Çünkü parlaklık her doğrultuda değişmeksizin kalmaktadır. Yağlı ortamda refleksiyon şiddeti çok azalmakta ve refleksiyon rengine pembemsi bir ton eklemektedir.

*Strüktür ve tekstür.* — Çok küçük taneli olan galenit oluşumlarında dilinim çizgileri görülememektedir, 1 n HNO<sub>3</sub> ile yapılan yüzeysel aşındırmadan sonra (100) yüzeyine paralel dilinim izleri belirli hale gelmiştir. Tipik verdrenung şekilleri mevcut olmamakla beraber, ince galenit bantları içinde kalkopirit artıkları görülmektedir. Plastik deformasyon esnasında kalkopiritin çatlaklarından içeri doğru

<sup>2</sup> Verdrenung terimi Almanca «Verdrängung» kelimesinden alınmıştır (39). Tamamiyle formal tekstür anlamındadır. Jenetik bir anlamı yoktur. Bir mineralin yerinin diğer bir mineral tarafından alınmasını ifade eder.

kaymış olan galenit uzantıları mevcuttur. Rekrystalize olmuş çinkoblend taneleri arasında galenit tennantit ile birlikte dolguyu teşkil etmektedir.

*Röntgenografik veriler.* — Yoğun cevher yığınlarına ait olan difraktometre diyagramlarında galenitin d- değerleri tespit edilmiştir. Bu değerler Swanson ve Fuyat (40) tarafından galenit için bulunmuş olan değerlere uymaktadır (Tablo 4).

Tablo - 3

Kalkopiritin difraktometre diyagramında bulunan d (Å) değerleri

<i>I</i>	2 $\theta_{Cu}$ $K\alpha$	<i>d</i> (Å)	<i>hkl</i>
100	29.36	3.0399	112
20	33.81	2.6511	020.004
40	48.72	1.8699	220
80	49.03	1.8579	024
60	57.41	1.5918	132
20	57.95	1.5747	116.033
5	61.03	1.5180	224
10	71.34	1.3227	040
5	72.53	1.3032	008
10	78.91	1.2131	332
20	79.46	1.2061	136.143
30	91.37	1.0774	244
10	92.26	1.0693	228
10	98.45	1.0180	152
10	98.97	1.0140	336

Tablo - 4

Galenit için difraktometre diyagramında bulunan d (Å) değerleri

Galenit Yeri : Kutonit				Galenit (Swanson ve Fuyat tarafından bulunan değerler)		
2 $\theta_{Cu}$ $K\alpha$	<i>I</i>	<i>d</i> (Å)	<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d</i> (Å)	<i>hkl</i>
25.59	70	3.4248	111	84	3.429	111
29.99	100	2.9698	200	100	2.969	200
43.09	40	2.0990	220	57	2.099	220
51.00	29	1.7906	311	35	1.790	311
53.45	10	1.714	222	16	1.714	222
62.59	6	1.4832	400	10	1.484	400
68.80	10	1.3645	311	10	1.362	311
70.98	10	1.327	420	17	1.327	420
78.96	14	1.212	422	10	1.212	422
84.80	3	1.1432	511	6	1.1424	511
94.62	1	1.0488	440	3	1.0489	440
100.45	3	1.0038	531	5	1.0034	531
102.10	4	0.9912	600	6	0.9893	600
110.35	1	0.9390	620	4	0.9386	620
—	—	—	—	2	0.9050	533
118.55	1	0.8967	622	4	0.8952	622
—	—	—	—	1	0.8568	444
—	—	—	—	3	0.8312	711
—	—	—	—	3	0.8232	640

Galenitin şebeke sabitesi ( $a_0$ ) difraktometre osilasyon diyagramında ölçülen  $2\theta = 26.016$  değerinden hesaplanmıştır. Diyagramda standart pik olarak kuvarsın  $2\theta_{Cu K\alpha} = 26.664$  açısına tekabül eden pik alınmıştır. Bu pike göre galenitin (111) refleksine ait olan  $2(-)Cu_{K\alpha}$  açısının piki altı kere ölçülmüştür. Ortalama değer şebeke sabitesinin hesaplanması için gerekli olan hatasız  $2(-)$  açısının değeri olarak kabul edilmiştir ( $2\theta_{Cu K\alpha} = 26.016$ ). Tablo 5 te bu açıya göre bulunan röntgenografik veriler gösterilmektedir.

Tablo - 5

<i>Galenitin <math>2\theta = 26.016</math> değerine göre bulunan röntgenografik veriler</i>			
$2\theta_{Cu K\alpha}$	$d (A^\circ)$	$hkl$	$a_0 (A^\circ)$
26.016	3.4248	111	5.9319

### Fahlerz grubu mineralleri

Bu gruba dahil olan minerallerden tennantit ve çok az miktarda tetraedrit mevcuttur. Bunlar çinkoblendin ve kalkopiritin tane arası boşluklarında görülmektedir.

Tetraedrite nazaran daha mavimsi bir refleksiyon rengine sahip olan tennantitte iç refleksiyon da tetraedrite nazaran fazladır, iç refleksiyon göstermeyen çok küçük bazı tetraedrit tanelerinin rengi neodigenite çok benzemektedir. İnceltilmiş  $HNO_3$  damlatılınca renkleri değişmeyen bu tanecikler böylelikle neodigenitten kolaylıkla tefrik edilmektedir.

*Röntgenografik veriler.* — Kompakt cevher tozlarının difraktometre diyagramlarında tennantit için Tablo 6 da gösterilen  $d (A^\circ)$  değerleri bulunmuştur. Toz numunedeki tennantit miktan çinkoblend, galenit ve kalkopirite nazaran daima çok az olduğundan, diyagramlarda ancak tennantitin en yüksek intansiteli  $d (A^\circ)$  değerleri ölçülebilmektedir.

Tablo - 6

Difraktometre diyagramında tennantit için bulunan  $d (A^\circ)$  değerleri

<i>Tennantit</i>			
<i>Yeri : Kutonit</i>			
$I$	$2\theta_{Cu K\alpha}$	$d (A^\circ)$	$hkl$
100	29.80	2.99	222
40	34.45	2.60	004
80	50.20	1.8173	044
50	60.20	1.8321	226
40	83.01	1.1633	266
40	95.44	1.041	448

### Hematit

Hematit çok az miktarda tespit edilmiştir. Belirli anizotropisi ve kırmızı iç refleksiyonu hematitin kolaylıkla tanınması için yeterli olmaktadır.

Hematit genel olarak ksenomorf teşekkül halinde bulunmaktadır. Çapraz nikelde bazı tanelerde deforme olmuş ikiz lamelleri seçilebilmektedir. Nadiren bu ksenomorf teşekküllerde bozulmuş çubuğumsu kristal şekline benzer bir strüktür görülebilmektedir.

### Bornit

Kırmızımsı açık kahverengi bir refleksiyon rengine sahip olan bomitin yüzeyi parlatıldıktan çok kısa bir süre sonra, yüzeysel oksidasyondan dolayı kırmızımsı koyu kahverengi bir görünüş almaktadır. Yeni parlatılmış yüzeylerde zayıf bir anizotropi ve pleokroizma tespit edilebilmektedir.

*Strüktür ve tekstür.* — Kalkopirit içinde kesik bantlar halinde bulunan bornit çok ince tanelidir. Yer yer bornit kalkopiritin yerini almıştır. Kalkopirit bornit içinde «artık» olarak görülmektedir. Kons.  $\text{HNO}_3$  ile yapılan yüzeysel aşındırma denemesinde bomitin yüzeyinde poligonal çatlaklardan müteşekkil bir ağ meydana gelmiştir. Ağ şeklindeki bu psödo-strüktür bomitin oksidasyon zonunda atmosferik etkenlerle kalkopirit ve idait meydana getirmek üzere parçalanması sonucu görülen çatlak sistemine benzemektedir.  $\text{HNO}_3$  bazı bornit tanelerinde ise, (100) yüzeylerinin istikametinde gelişen ağımsı bir kafes yapısının meydana gelmesine sebep olmuştur. Bu strüktür muhtemelen dilinim strüktürüdür.

*Röntgenografik veriler.* — Teorik formülü  $\text{Cu}_3\text{FeS}_4$  olan bornit için literatürde (12, 21, 37, 33) farklı optik ve röntgenografik veriler mevcuttur. Kutonit cevherleşmesinin kompakt cevher agregatlarında bulunan bornit için muhtelif işletme şartları ile elde edilen difraktometre diyagramlarında, Tablo 7 de gösterilen değerler bulunmuştur. Bornitin miktarı agregatı teşkil eden diğer minerallere nispeten daha az olduğu için, bornite ait olan bütün  $d$  ( $A^\circ$ ) değerlerini tespit etmek mümkün olmamıştır. Kutonit cevherleşmesinde bulunan bomitin  $d$  ( $A^\circ$ ) değerleri, Messina, Transvaal'de (Güney Afrika) mevcut bomitin  $d$  ( $A^\circ$ ) değerlerine uymaktadır (12).

### Pirit

*Refleksiyon özellikleri.* — Yüksek refleksiyon şiddeti, açık sarı refleksiyon rengi ve izotropi piritin kolayca tanınması için yeterli olmaktadır. Bazı kataklastik pirit parçalarında hafif bir anizotropi tespit edilmektedir.

*Strüktür ve tekstür.* — Piritin strüktür ve tekstür özelliklerinin tespiti aşındırma denemelerine ihtiyaç göstermeksizin mümkün olmaktadır. Fakat çinkoblend ve kalkopirit oluşumlarında yüzeysel aşındırma denemeleri yapılırken, bunların yanında bulunan piritler de denemelerden etkilenmişlerdir.

Kons.  $\text{HNO}_3$  piritin yüzeylerinde hafif kahverengimsi bir çökeleğin teşekkülüne sebep olmuştur. Bu olay hafif bir köpürme ile meydana gelmiştir.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (kons.) piritin yüzeylerini aşındırmıştır. Böylelikle kristallerin büyümesi esnasında tane şekillerinde meydana gelen traht değişimleri görülebilmektedir. Örneğin iç kısımda pentagondodekaeder yüzeyinin kesitini gösteren bir kristal dış kenara doğru yan idiomorf olan küp yüzeyinin şeklini almaktadır.

Tablo - 7

Kutonit cevherleşmesinde bulunan bornit ile Transvaal'de mevcut olan bomitin d (Å) değerlerini gösterir tablo

<i>Bornit</i> <i>Yeri : Kutonit</i>			<i>Bornit</i> <i>Yeri : Messina, Transvaal (Güney Afrika) (Frenzel'e göre, 12)</i>	
<i>l*</i>	<i>d (Å)</i> <i>Cu</i> <i>Kα</i>	<i>d (Å)</i> <i>Fe</i> <i>Kα</i>	<i>l</i>	<i>d (Å)</i> <i>Fe</i> <i>Kα</i>
m	3.19	—	st	3.31
sst	3.16	3.145	sst	3.15
	—	—	ss	3.01
m	2.82	2.814	s	2.81
st	2.73	2.721	st	2.73
	—	—	ss	2.50
	—	2.13	m/s	2.12
sst	1.9395	1.9358	sst	1.94
	—	—	s	1.85
m	1.6447	1.663	m	1.65
m	1.5755	—	s	1.58
m	1.5128	—	s	1.532
	—	—	s	1.470
m	1.425	—	m/s	1.425
	1.3685	—	m/s	1.3366
	—	—	ss	1.335
	—	—	ss	1.300
	—	—	s	1.290
	—	—	m	1.258
	—	—	s	1.225
	—	—	s	1.198
	—	—	s	1.169
	—	—	s	1.145
st	1.114	—	sst	1.114

\* İntansiteler vizüel olarak değerlendirilmiştir. sst = çok şiddetli, st = şiddetli, m = orta şiddetli, s = zayıf, ss = çok zayıf.

Çok küçük idiomorf ve ksenomorf pirit tanecikleri birbirine temas etmesinin yan yana dizilerek, zincir görünüşlü şekiller meydana getirmektedirler. Bu zincirler bazan birbirine paralel sıralar teşkil etmektedirler (tekrarlanan zincirler). Zincir teşkil eden bu çok küçük pirit taneciklerinin kalkopirit ve çinkoblendin tane hudutlarında dizildikleri, yüzeysel aşındırma denemelerinden sonra tespit edilmiştir. Bu çok küçük pirit kristallerinin yüzey şekli (100) dür.

Porfiroblastik büyüme, irice kristallerde kolaylıkla görülebilmektedir (Şek. 10). Genel olarak bütün piritlerde inklüzyon azdır. Fakat porfiroblastik olarak büyümüş tanelerde çinkoblend, kalkopirit ve gang minerallerinden müteşekkil porfiroblast kapanımları<sup>3</sup> mevcuttur.

<sup>3</sup> Porfiroblast kapanımı, Almanca «Porfiroblastensieb» teriminin karşılığı olarak kullanılmıştır. Porfiroblastik büyüme esnasında kristalin içinde kapalı kalan yabancı maddelerden müteşekkil inklüzyonlar için kullanılan bir terimdir. Bu kapanımların miktarı çok olursa, porfiroblastik olarak büyümüş tane bir elek görünüşünü alır (39).

Jelpirit benzeri şekiller: Piritin jelimsi atol şekilleri yaygındır. Yer yer jelimsi yapı gösteren pirit oluşumları kısmen kristalleşerek kompakt agregatları meydana getirmişlerse de koloidal yapı tamnabilmektedir.

Büyük pirit kristallerinde kataklastik yapı görülmektedir. Kataklastik tanelerde (100) yüzeyine paralel olan dilinim istikametleri basınç etkisi ile gelişmiştir. Dilinim yüzeylerine paralel olarak yer yer limonitleşme mevcuttur. Çoğunlukla deformasyon esnasında kataklastik pirit parçaları, daha plastik hareket eden kalkopirit içinde birbirinden uzaklaşmışlardır. Böylece kataklastik piritin çatlakları boyunca gelişen ve başlangıç halindeki «verdregung» şekillerini andıran yapılar meydana gelmiştir.

## B. SEKONDER ZON MİNERALLERİ

Yantaşlar, tavantaşı ve cevher kitlesi kataklastik bir yapıya sahip olduğundan, mineralizasyonda gayri muntazam dağılmış olan oksidasyon ve sementasyon minerallerine rastlanmaktadır. Fakat cevher aflörmanı ne oksidasyon, ne de sementasyon zonunu karakterize etmemektedir.

Oksidasyon ve sementasyon mineralleri çokluk sırasına göre şöyle sıralanabilir:

Bornitin atmosferik etkenlerle bozulmasından meydana gelen idait ve kalkopirit, bunların aramaddesini teşkil eden sekonder bornit, rombusal kalkosin, neodigenit, kovellin, mavi kalan kovellin, demir hidroksitleri.

### İdait

Sekonder zonlarda bulunan bornitler içinde çok ince küçük levhacıklar teşkil eden kaparımların formülü ilk defa Frenzel (12) tarafından  $Cu_5FeS_6$  olarak tespit edilmiş ve heksagonal sistemde kristalize olan bu minerale «idait» ismi verilmiştir. İdait düşük sıcaklıklarda bornitten parçalanma mahsulü olarak teşekkül etmektedir (33). Daima bornit içinde kalkopirit kaparımları ile birlikte bulunmaktadır. İdait levhacıklarının teşekkülü ile birlikte bornitin refleksiyon rengi sarı bir ton kazanmakta ve bornit içinde gayri muntazam poligonal bir çatlak sistemi meydana gelmektedir.

Literatürde (12, 37) bornitin kalkopirit ve idaitte parçalanması<sup>4</sup> esnasında oluşan bu çatlak sistemine «craquelee» veya «çatlama hastalığı» diye tercüme edebileceğimiz «Sprungkrankheit» ismi verilmektedir.

*Refleksiyon özellikleri.* — Oldukça şiddetli bir refleksiyon pleokroizmasına sahip olan idaitin rengi bir istikamette kırmızımsı turuncu, diğer istikamette sarımsı gridir (havada). Yağlı ortamda turuncu renk koyulaşır, sarımsı gri renk ise açılır. Refleksiyon şiddeti bornitinkinden daha yüksek, kalkopiritinkinden daha düşüktür. Parlatıldıktan çok kısa bir süre sonra bornitin yüzeyinde teşekkül eden çok ince oksidasyon zarı idaitte görülmemektedir, idaitte şiddetli bir anizotropi tespit edilebilmektedir. Anizotropi renkleri parlak ve soluk yeşildir.

<sup>4</sup> «Parçalanma» kelimesi Almanca «Zerfall» terimi karşılığında kullanılmıştır. Bir katı eriyiğin kendini meydana getiren parçalara ayrılması anlamına gelmektedir.

Kutonit cevherleşmesinde bulunan idait hemen hemen submikroskopik de- nebilecek kadar küçük tanelidir. İdait ile birlikte çok küçük kalkopirit tanecikleri de görülebilmektedir. Bornitin idait ve kalkopirite parçalanması esnasında teşekkül eden poligonal çatlaklar (Şek. 9) genellikle kovellin ile doludur. Nadir olarak da neodigenit, rombik kalkosin, demir hidroksitleri ve gang mineralleri çatlaklar için- de görülmektedir. Kovellin teşekkülü bazan belirli bir şekilde kristalografik istika- metlerde gelişmiş durumdadır.

*Röntgenografik veriler.* — İdait lamelleri çok ince olduğundan bunlardan saf toz numune elde etmek mümkün olamamıştır. Parlatma üzerinden kazınarak alınan tozda idaitten başka bornit, kalkopirit, kovellin de bulunduğundan, yalnız idaitin Debye-Scherrer diyagramı alınamamıştır. İdaitin  $d$  ( $A^\circ$ ) değerleri difralitometre diyagramlarından bulunmuştur. Tablo 8 de tarafımızdan idait için bulunan  $d$  ( $A^\circ$ ) değerleri ile Frenzel (12) tarafından tespit edilen değerler gösterilmektedir.

### **Sekonder bornit**

Teorik formülü  $Cu_5FeS_4$  olan bornit için literatürde birbirinden farklı ma- den mikroskopik özellikler ve röntgenografik veriler bulunmaktadır; Ramdohr (37), Harcourt (21), Frenzel (12), Berry-Thomson (2), Kullerud ve Yund (33), Mori- moto (36) tarafından yapılan çalışmalarda bu husus tespit edilebilmektedir. Kul- lerud ve Yund'a (33) göre,  $140^\circ$  nin altında bornit parçalanmaya başlamakta ve x- bornit denen bir bornit cinsi teşekkül etmektedir. Tetragonal bornit ile x- bor- nitin difraktometre diyagramları birbirine çok benzemektedir.

Optik özellikleri bornite çok benzeyen çok küçük taneler halindeki sekonder bornit çok az miktarda bulunduğundan, röntgenografik değerleri tespit edileme- miştir.

### **Normal ve mavi kalan kovellin**

Karakteristik refleksiyon özellikleri kovellinin kolaylıkla tanınması için ye- terlidir. Mavi kalan kovellin normal kovelline nispeten daha azdır.

Kovellin ekseri bütün agregatı kateden çatlakların dolgusu olarak görülmek- tedir. Bilhassa böyle oluşumlara hertlinglerin uç kısımlarında basınç etkisinden ko- runmuş olan boşluklarda rastlanmaktadır.

Kovellinin en çok görülen şekli boşluk çeperlerini saran kabuğumsu teks- türdür. Kovellin ekseri burada demir hidroksitleri ile beraber bulunmaktadır. Nor- mal kovellin, mavi kalan kovellin ve demir hidroksitler, taş içinde boşlukları dol- duran ritmik gelişmiş bantlı yapı meydana getirmektedirler. Bornitin bozulması ile teşekkül eden poligonal çatlaklarda da kovellin dolgusu mevcuttur.

### **Rombusal kalkosin ve neodigenit**

Optik özellikler, rombusal kalkosin ve neodigenitin tanınması için yeterli olmaktadır. Normal kovellin ve mavi kalan kovellin ile birlikte rombusal kalkosin ve neodigenit de çatlakların dolgusunu teşkil etmektedirler.

### **Demir hidroksitleri**

Demir hidroksitleri bilhassa idaitin etrafında ve onu kısmen ornatmış ola- rak görülmektedirler. Burada limonit ile birlikte kovellin de mevcuttur. Daha

Tablo - 8

Sentetik idait ( $Cu_5FeS_6$ ) Frenzel (12)				Idait Yeri: Tarvis Town- ship, Ahgona Distr., Ontario		Idait Yeri: Kutonit, Arhavi, Çoruh			
hkl	I*	d(A°) (ölçülen)	d(A°) (hesaplanan)	l	d A° Fe <sub>K</sub>	l	d A° Cu <sub>K</sub>	l	d A° Fe <sub>K</sub>
1010	ss	3.45	3.38	ss	3.35	s	3.36	s	3.34
1010	s/m	3.27	3.31	ss	3.20	s	3.28	m	3.28
1012	st	3.14	3.14	—	—	—	3.16	—	3.14
»	—	—	—	—	3.05	st	3.05	st	3.05
1013	ss	3.00	2.90	—	—	—	—	—	—
0006	st	2.82	2.83	m/s	2.81	m	2.82	m	2.81
1014	m	2.70	2.64	m/s	2.68	m	2.70	m	2.70
1015	s	2.42	2.39	—	—	—	—	—	—
1016	s	2.20	2.17	—	—	s	2.17	—	—
0008	ss	2.13	2.12	—	—	—	—	s	2.13
1122	st	1.89	1.90	m	1.92	st	1.90	—	—
1123	st	1.85	1.84	s/m	1.85	m	1.8413	m	1.86
1124	ss	1.79	1.77	—	—	s	1.7130	—	—
000.10	s	1.73	1.70	—	—	s	1.7362	—	—
2020	ss	1.686	1.689	—	—	—	—	—	—
2023	s/m	1.630	1.619	ss	1.636	s	1.6197	—	1.626
2024	st	1.564	1.569	s	1.571	s	1.575	—	—
2025	ss	1.500	1.512	—	—	—	1.512	—	—
2026	s	1.442	1.450	—	—	—	—	—	—
2028	m	1.317	1.321	—	—	s	1.321	—	—
2130	ss	1.275	1.276	—	—	—	—	—	—
2134	s	1.225	1.223	—	—	—	—	—	—
000.14	s	1.206	1.211	ss	1.205	—	—	—	—
202.10	ss	1.188	1.197	—	—	s	1.1845	—	—
2136	s/m	1.161	1.164	—	—	s	1.1538	—	—
101.14	ss	1.141	1.140	—	—	—	—	—	—
3033	ss	1.104	1.104	ss	1.108	—	—	—	—
2138	ss/s	1.091	1.094	—	—	—	—	—	—
202.12	m	1.081	1.084	ss/s	1.080	s	1.091	—	—
000.16	s	1.058	1.059	—	—	—	—	—	—
3036	m	1.043	1.046	—	—	—	—	—	—
3037	s	1.017	1.021	—	—	—	—	—	—
101.16	s	1.006	1.011	—	—	—	—	—	—
202.14	s	0.987	0.984	—	—	—	—	—	—

\* İntansiteler vizüel olarak tayin edilmiştir.

sst = çok şiddetli

st = şiddetli

m = orta

s = zayıf

ss = çok zayıf

nadir olarak piritin (100) yüzeyine göre psödomorf olan demir hidroksit oluşları yer alır. Kataklastik pirit parçalarının dolgusu olarak ve basınç nedeni ile dilinimlerin geliştiği kısımlarda oluşuklar görülmektedir.

Hertlingleri teşkil eden demirli kuvars jelinin ve jaspının etrafında, hertlinglerin çatlakları içinde demir hidroksitleri izlenebilmektedir. Bunların optik özellikleri ise daha ziyade götite uymaktadır.

### Malakit

Çok nadir olarak boşlukların çeperlerinde kabuk şeklinde malakit teşekkülleri görülmektedir. Sekonder bornit-idaıt-sekonder kalkopiritten müteşekkil oluşların röntgenflüoresans analizi:

Bornitin parçalanması ile meydana gelen poligonal çatlaklı sekonder oluşların bazılarında idaıt ve kalkopirit tanecikleri, aramada içinde zon yapısını hatırlatacak şekilde dizilmişlerdir. Bu durum oluşların içinde zon yapısına sebep olabilecek iz elementlerin aranmasını gerekli kılmıştır. Röntgenflüoresans analizi ile sekonder teşekküllerin içinde az miktarda Ag bulunduğu tespit edilmiştir.

Röntgenflüoresans analizleri aşağıdaki işletme şartlarında yapılmıştır:

Röntgen tüpü: W-Anot, 35 kV - 26 mA  
 Analiz kristali: LİF  
 $1 \times 10^5$ /Min.  
 Analiz alanının çapı: 5 mm

### G. GANG MİNERALLERİ

Cevherleşmenin gang mineralleri barit, kuvars, kalsit, kil mineralleri, serisit, klorit, epidot, kalseduan, jasp ve demir hidroksitleridir. Genel olarak hertlingleri teşkil eden jasp ve süt kuvars tamnabilmektedir. Diğer mineraller mikroskopik olarak ve kompakt kalkopirit agregatı içindeki çok ince taneli barit Debye-Scherrer metoduna göre röntgenografik olarak tayin edilmiştir.

### Barit

En fazla rastlanan gang mineralidir. Yantaşlarda ışınsal yığılımlar (barit gülleri) görülmektedir. Kuvarsin taneler arası boşluklarını dolduran baritin dilinimleri bir istikamette basınç etkisi dolayısıyla daha fazla gelişmiş olup, bükülmeler kazanmıştır. İrice barit kristallerinin dilinim yarıklarına serisit pulcukları dolmuştur. Kontakt ve kataklastik kalkopirit içinde barit sucuk yapısı göstermektedir.

Baritin Debye-Scherrer metoduna göre alınan röntgen filminden (Şek. 10) hesaplanarak elde edilen  $d(A^\circ)$  değerleri, Michejew (35) tarafından barit için tespit edilen  $d(A^\circ)$  değerlerine uymaktadır.

Röntgen filmi için gerekli olan toz numune parlatma üzerinden döner delici ile kazınarak alınmıştır. Toz üç saat süre ile FeKa ışınları ile ışılandırılmıştır. Kamera çapı 57.3 mm dir.

Tablo 9 da barit için Debye-Scherrer filminden ölçülerek bulunan  $d(A^\circ)$  değerleri, Michejew tarafından bulunan değerlerle karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir.

### Kuvars ve kalseduan

idiyomorf kuvars kristalleri ve birbiri ile girift kuvars tanelerinden müteşekkil agregatlar görülmektedir. Sferolitik kalseduan oluşları iskelet strüktürü gösteren çinkoblendin boşluklarını doldurmuştur. Hertlingler dispers halde hematit tanecikleri ihtiva eden kuvars kristalleri ve demirli jasptan yapıldır. Baritten daha

**Tablo - 9**  
Baritin Debye-Scherrer diyagramında ölçülen d (A°) değerleri

Numune * (Kutonit)			Barit (Michejew'e göre)**			
No.	Int.	d (A°)	No.	Int.	d (A°)	hkl
1	1	3.887	1	1	3.974	110
2	3	3.843	2	2	3.819	111
3	—	—	3	3	3.588	020
4	—	—	4	6	3.456	102
5	6	3.320	5	5	3.330	021
6	7	3.061	6	7	2.058	112
7	5	2.831	7	5	2.843	121
8	5	2.718	8	5	2.725	200
9	1	2.315	9	1	2.470	122
10	5	2.305	10	6	2.322	201
11	4	2.199	11	5	2.202	212
12	10	2.0955	12	10	2.106	131
13	2	1.9871	13	2	2.048	104
14	2	1.930	14	1	1.922	213
15	4	1.838	15	4	1.847	033
16	—	—	16	4	1.745	041
17	—	—	17	4	1.669	232
18	—	—	18	1	1.625	042
19	—	—	19	2	1.581	142
20	5	1.520	20	6	1.526	322
21	—	—	21	2	1.467	006

\* intansiteler vizüel olarak 1-10 arasında değerlendirilmiştir.

\*\* W.L Michejew (1957) : Röntgenometrische Bestimmung der Mineralien. Moskow. S. 512.

önce teşekkül etmiş olan kuvarsın tane arası boşlukları barit ve çok az miktardaki serisit ve kil mineralleri ile doludur.

### Epidot

Kompakt kalkopirit agregatı içinde çok az miktarda epidot görülmektedir.

#### D. KUTONİT CEVHERLEŞMESİNİN MİNERALOGİK İNCELENMESİNDEN ELDE EDİLEN JENETİK SONUÇLAR

1. Kalkopirit, pirit ve çinkoblend oluşumlarında görülen koloidal yapı şekilleri cevherleşme esnasında ısının yüksek olmadığını göstermektedir.

2. Zuhurun mineralojik bileşimi düşük temperatur parajenezini temsil etmektedir (çinkoblend, kalkopirit, pirit, galenit, sfalerit, fahlerz mineralleri, jasp, kalsit, hematit, götit, klorit, epidot, serisit ve kil mineralleri).

Jasp ile birlikte hertlingleri teşkil eden hidroksitlerin bir kısmı çok sıcak olmayan bir ortamda primer olarak çökelmişlerdir.

3. Cevherleşme plastik halde iken deformasyona maruz kalmıştır. Plastik deformasyona delâlet eden aşağıdaki monoklinal hareket şekilleri cevherleşmenin karakteristik yapı şekilleridir:

a. Hertlingler.

Plastik haldeki heterojen kitlede, farklı plastisitedeki kısımlar aynı basınç etkisi altında farklı davrandıklarından yumuşak materyal, sert olanlar etrafında kıvrılmış ve bükülmüştür/Sert parçalar ise, elipsoidal bir görünüş alarak (hertlingler) gözlü gnays benzeri şekiller meydana getirecek tarzda sıralanmışlardır.

b. Sekonder mineraller ile dolu olan basınç gölgeleri.

c. ikiz lamellerinde görülen bükülme kıvrılmalar.

Başlangıçta bükülen ve kırılan ikiz lamelleri, rekristalizasyona sebep olan hareketin daha ileri fazlarında artık olarak kalmışlardır.

d. Yer yer kopmuş ve kıvrılmış bantlı yapı.

e. Budinaj (sucuk yapısı).

f. Kıvrımlı laminasyon.

g. Çok ufak pirit kristallerinin, plastik deformasyon esnasında irice kalkopirit tanelerinin etrafında zincir teşkil edecek tarzda dizilmeleri (zincir yapısı).

h. Entmişüng (eksolüsyon) tanelerinin bilhassa ana mineralin tane hudutlarında toplanmaları.

4. Rekristalizasyon şekilleri: Plastik deformasyon esnasında ve cevherleşmeden sonra etki eden basıncın tesiri ile meydana gelen rekristalizasyon şekilleri şunlardır :

a. Agregatların taneli plaster yapısı.

b. «Artık» olarak kalan basınç ikizi lamelleri.

c. Çinkoblend ve fahlerz etrafında görülen kalkopiritten müteşekkil taneler arası film.

d. Plaster yapısı gösteren tanelerin genellikle inklüzyonsuz oluşları.

e. Köşeleri yuvarlaklaşmış idiomorf pirit taneleri.

f. Paralel yapının «relikt» olarak görülmesi.

g. Hematitteki ikiz lamellerinin bozulması.

h. Hertlinglerden uzaklaştıkça matriks içinde bulunan tanelerin irileşmesi ve ikiz lamellerinin bozulması.

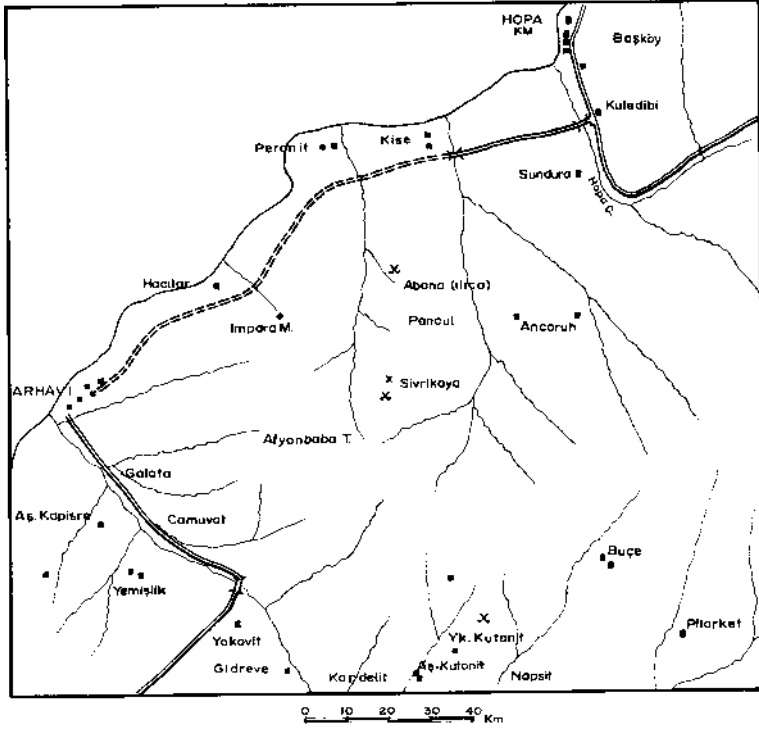
i. Optik ve strüktürel oryantasyonun görülmesi.

j. Porfiroblastik olarak büyümüş pirit kristallerinin mevcudiyeti.

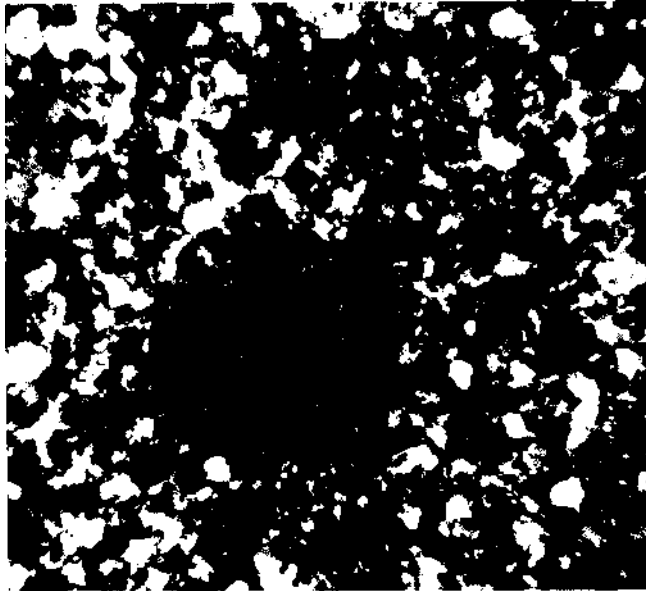
k. Piritte görülen jel yapısının «artık» olarak kalması.

#### E. KUTONİT CEVHERLEŞMESİNİN MADEN YATAKLARI SİSTEMATİĞİNDEKİ YERİ

Kutonit cevherleşmesi kataklastik olarak parçalanmış olan piroklastikler (hiyalin dasitik breş ve mikroaglomera) içinde bulunmaktadır. Tektonik bir kontakt ile cevher aflörmamn üzerinde görülen tavan taşı kataklastik yapılu andezitik aglomeradır. Plastik deformasyonun izlerini taşıyan ve düşük temperatür parajenezi ile temsil edilen cevher zuhuru tektonik hareketler neticesinde dinamometamorfizmaya

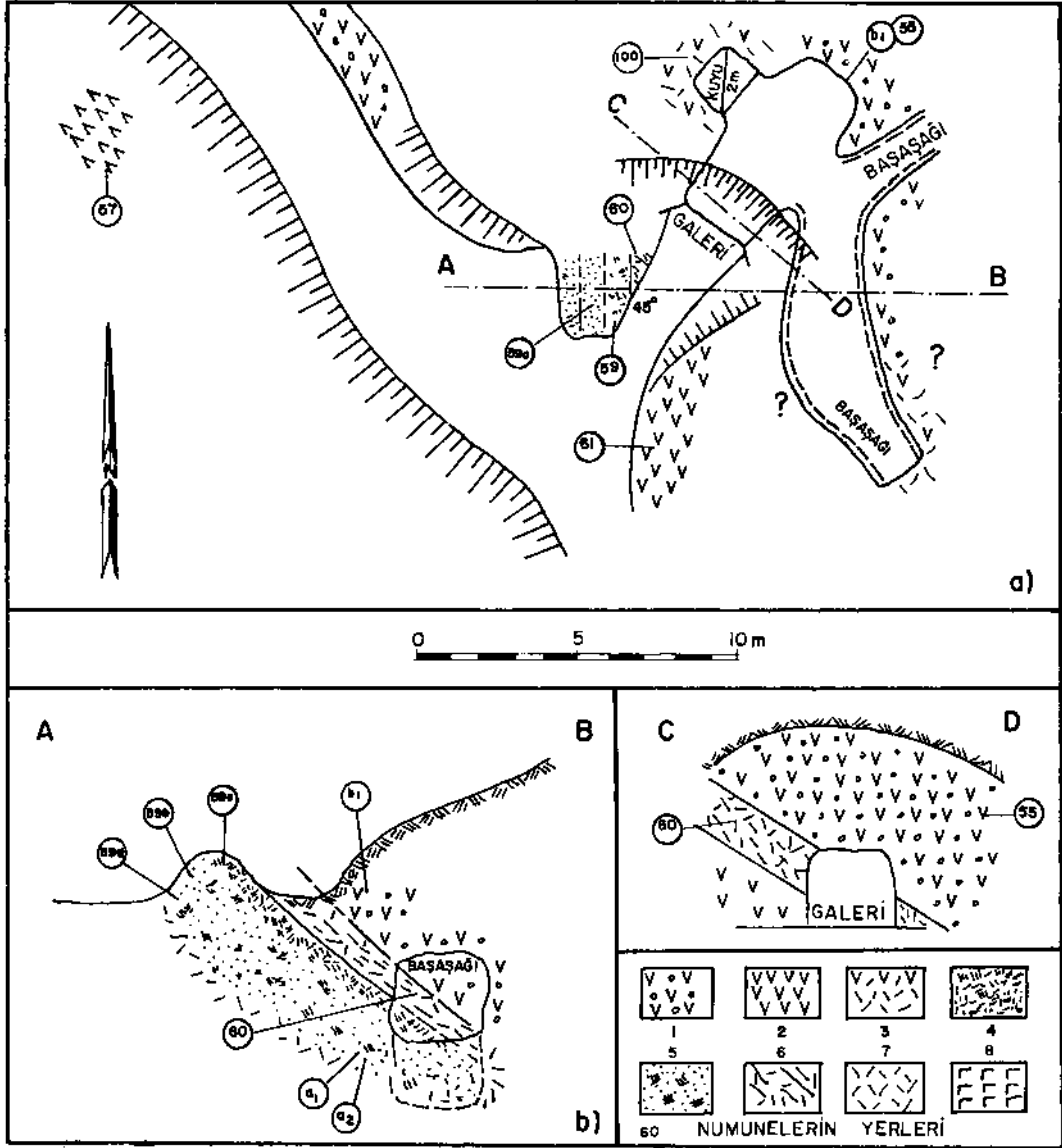


**Şek. 1 - Kutonit cevherleşmesinin yerini gösteren lokasyon haritası.**



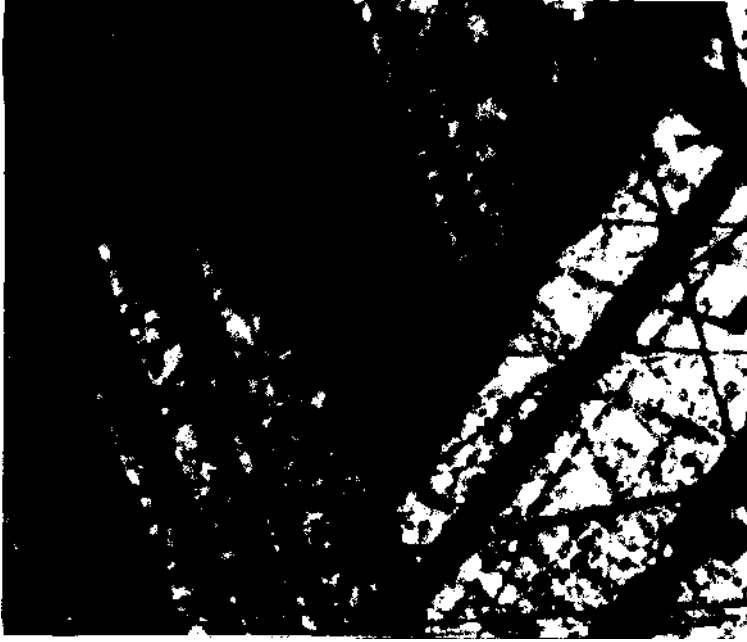
**Şek. 2 - Rekristalize olmuş hiyalin dasitik tüf breşi.**

Kuvars, serisit ve kloritten müteşekkil rekristalleşmiş hamur içinde sekonder kuvarstan bir reaksiyon zonu ile çevrilmiş olan primer kuvars fenokristali (k) görülmektedir (X 120. N -f). Yeri: Kutonit.



Şek. 3 - Kutonit galerisi ile yakın civarının jeolojik kroki ve kesitleri.

- 1 - Andezitik mikroaglomera; 2 - Breş tekstürlü hiyalin dasit tuf-mikroaglomera; 3 - Rekrystalize hiyalin dasitik tuf (piritli); 4 - Kompakt cevher; 5 - Silisleşmiş hiyalin dasitik tuf-mikroaglomera (çok az cevherli); 6 - Altere olmuş milonitik aglomera (ezik zon); 7 - Şistü hiyalin dasitik tuf-mikroaglomera; 8 - Kuvars-dolerit.

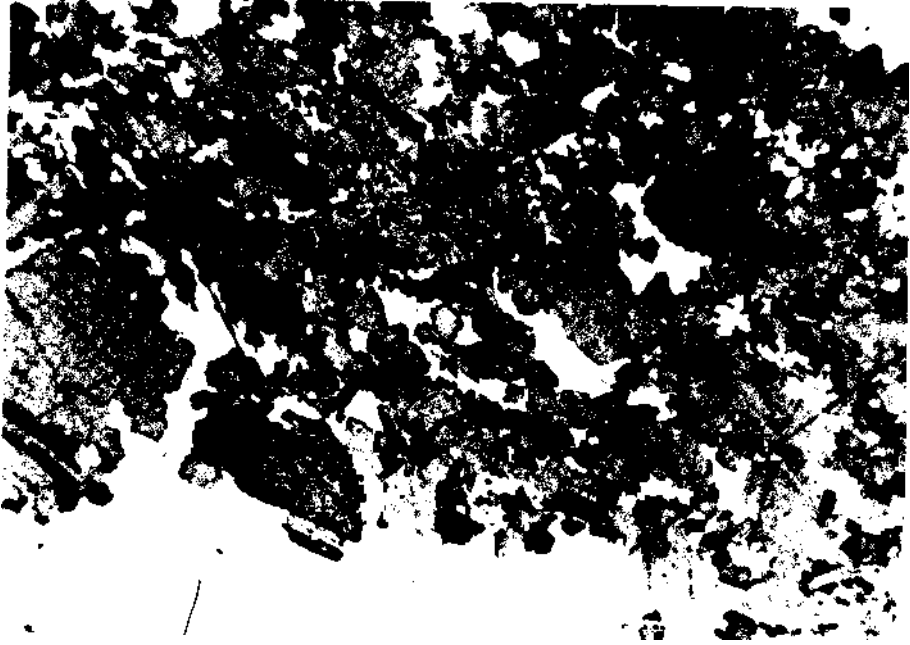


**Şek. 4 - Kutonit cevherleşmesinin yantaşı (hiyalin dasitik tüf-aglomera) içindeki rekristaleşmiş çinkoblend taneciklerinin  $KMnO_4$  ile aşındırılmış yüzeylerinin görünüşü.**

Birbiri ile  $60^\circ$  lik açı yapan ikiz lamelleri (beyaz ve siyah bantlar) bütün taneyi katetmeksizin sona ermektedir (x 260).



**Şek. 5 - Kristalografik istikametlere göre sıralanmış olan kalkopirit eksollüsyon kapanımları (beyaz) ihtiva eden çinkoblend tanesi (X 260). Yeri: Kutonit.**

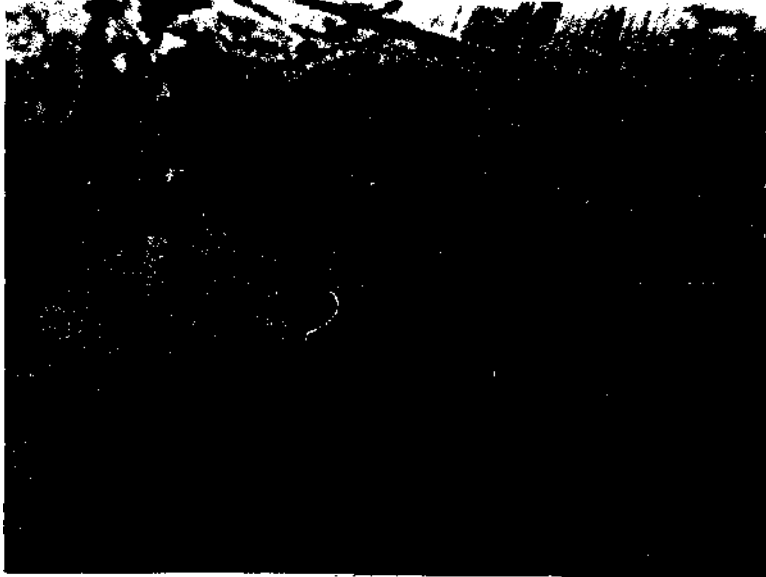


**Şek. 6 - Yüzei  $KMnO_4 + H_2SO_4$  (kons.) ile aşındırılmış olan rekristalleşmiş çinkoblend agregatı. Yeri: Kutonit.**

Çinkoblend taneleri içinde kalıntı ikiz lamelleri görülmektedir. Aşındırma olayının farklı oktanttaki yüzeylerde farklı hızla gelişmesinden dolayı, çinkoblend tanelerinin bazısını] rengi koyu gri, bazısının siyahtır. Tanelerin arasında kalkopirit (açık gri) ve pirit (beyaz) görülmektedir (x 150).



**Şek. 7 - Çinkoblendin Debye-Scherrer filmi ( $Gu_{ka}$ -ışınları).**



**Şek. 8 - Yeri : Kutonit cevherleşmesi.**

Yüzei aşındırılmış olan kalkopirit tanesi içinde bükülmüş basınç ikizi lamelleri (açık ve koyu gri bantlar) ve tane kenarlarında dizilmiş olan çok küçük pirit kristalcikleri (beyaz) görülmektedir. Resim solundaki iri kristal (beyaz) porfiroblastik pirittir. Gang mineralleri siyah lekeler teşkil etmektedirler (x 250, -f N).



**Şek. 9 - Yeri : Kutonit cevherleşmesi.**

Bornitin idait ve kalkopirite parçalanması esnasında meydana gelen poligonol çatlak sistemi. Çatlakların geliştiği koyu gri fon idait, kalkopirit ve sekonder bornitten müteşekkildir. Her üç mineral çok küçük tanecikler halinde olduğu için ayrı ayrı görülememektedir. Beyaz oluşlar primer kalkopirittir. Çatlaklar kovellin (siyah) ile doludur (x 160).



**Şek. 10 - Baritin Debye-Scherrer diyagramı (Fe<sub>K</sub>α-ışınları).**

maruz kalmıştır. Mikroskopik olarak izlenen rekristalizasyon strüktürünün bir kısmı cevherleşme katı halde iken etki eden basınç nedeni ile teşekkül etmiştir.

Cevherleşmenin strüktür-tekstür özellikleri ve yantaşlarının petrografisi Kutonit mineralizasyonunun piroklastikler içinde bulunan ekshalatif sedimenter oluşumlar grupuna dahil olduğu kanısını vermektedir.

Neşre verildiği tarih, 15 nisan 1971

## B İ B L İ Y O G R A F Y A

- 1 — ATABEK, S. (1940) : Çoruh vilâyetindeki muhtelif madenler hakkında rapor. *M.T.A. Rap. no.* 1012, Ankara.
- 2 — BERRY, L.G. & THOMSON, R.M. (1962) : X-Ray powder date for ore minerals. *The Peacock Atlas*, New York.
- 3 — CAMERON, E.N. (1961) : Ore-microscopy. *John Wiley and Sons, Inc. Publishers*, New York, London.
- 4 — GHU DOBA, K.F. & MACKOWSKY, M.T. (1939) : Über die Izomorphie von Eisen und Zink in der Zinkblende. *Zentr. Min. Abh. A*, No. 1.
- 5 — DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1966) : An introduction to the rock-forming minerals. *Longmans, Green and Co., Ltd.*, London.
- 6 — DUVAL, C. (1935) : *Elsevier Publishing Co.*, New York.
- 7 — EDWARDS, A.B. (1946) : Solid Solution of tetrahedrite with chalcopyrite and bornite. *Amer. J. Sci.* 143.
- 8 — — (1954) : The mineral composition of the Verranderie silver-lead ores. *Aust. Inst. Min. and Met. Proc.* 170, Melbourne.
- 9 — — (1960) : Textures of the ore minerals and their significance. *The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, Melbourne.
- 10 — EINAUDI, M.T. (1970) : An iron-sensitive stain for iron-rich Sphalerite. *Am. Mineral.*, vol. 55.
- 11 — FAGKERT, W. (1928) : Kurzer Beitrag zur Mikroskopie der Fahlerz und deren mikroskopische Unterscheidung von der Bournonit. *Metallwirtsch. Z.* 25, 2. p.
- 12 — FRENZEL, G. (1959) : Idait und blaubleibender Covellin. *N. Jb. Miner., Abh.* 93, 87-132. Stuttgart.
- 13 — — (1960) : Über die Darstellung von  $Cu_3FeS_6$ . *Schweiz. Miner. Petr. Mitt.* 40.
- 14 — — (1960) : Nochmals über Idait (Entgegung auf Kritik von E.N. ELISEER). *Mitt. Mineral. Ges. UdSSR*, p. 490.
- 15 — — (1961) : Der Gu-Überschuss des blaubleibenden Covellins. *N. Jb. Miner., Abh.* 9. 119-204, Stuttgart.
- 16 — — (1963) : On chrystal date for idaite. *Am. Mineral.*, vol. 48.
- 17 — FREUND, H. (1966) : Applied ore microscopy. *The Macmillan Company*, New York.
- 18 — — (1960) : Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Vol. I, Part 2 *Umschau Verlag*, Frankfurt a.m.
- 19 — GRATON, L.C. & MURDOCH, J. (1913) : The sulfide ores of copper, some results of microscopic study. *Trans. Amer. Inst. Min. Eng.* 45, 26-81.
- 20 — GEHLEN, K. von (1964) : Anomaler Bornit und Umbildung zu Idait und Chalcopyrit in deszenten Kupfererzen von Sommerkahl (Spessart). *Forschr. Mineral.* 41, 163.
- 21 — HARCOURT, G.A. (1942) : Tables for the identification of ore minerals by X-ray powder patters. *Am. Mineral.* 27.

- 22 — HENRIQUES, A. (1957) : Gell dimensions of Sphalerite. *Arkiv for Miner, och Geol bu 2*, nr. 13.
- 23 — HENRY, N. F. M.; LIPSON, H. & WOOSTER, W. A. (1960) : The interpretation of X-ray diffraction photographs. *St. Martin's Press*, New York.
- 24 — KETİN, İ. (1949) : Artvin bölgesinin jeolojik etüdü hakkında memuar. *M.T.A. Rap.* no. 1951 (yayınlanmamış), Ankara.
- 25 — KNAUER, E. & LAEMMLER, H. (1963) : Maschinelles Vorschleifen von Anschliffen. *Sonderdruck aus Schweiz. Miner. u. Petr. Mitteilungen*, Bd. 43, Heft 2,
- 26 — KOBE, H. W. (1961) : Idaite-Mineral de Cobre en Yauricocha. *Bd. Soc. Geol. Peru.* 36, 103-114.
- 27 — KRAEFF, A. (1958) : Murgul ve Artvin arasındaki sahanın bakır ve pirit yatakları. *M.T.A. Rap.* no. 2746 (yayınlanmamış), Ankara.
- 28 —————(1960) : Karadeniz sahilinin ve Hopa-Zurpçı-Hendekköy-Guarçı-Ançoiuh-Çarnavut-Arhavi'yi birleştiren çizginin sınırladığı bölgenin jeolojisi ve maden yatakları. *M.T.A. Rap.* no. 3050 (yayınlanmamış), Ankara.
- 29 —————(1963) : Hopa-Murgul bölgesi jeolojisi ve maden yatakları. *M.T.A. Derg.* no. 60, Ankara.
- 30 — KRAUS, E. H.; HUNT, W. F. & RAMSDELL, L. S (1959) : Mineralogy. *McGraw-Hill Book Company, Inc.* New York, Toronto, London.
- 31 — KRAUS, H. (1961) : Analytische and röntgenographisches Untersuchungen natürlicher Zinkblenden. *N. Jb. Miner. Abh.* Bd. 97.
- 32 — KULLERUD, G. (1953) : The FeS-ZnS system. A. geologie thermometer. *Norsk. geol. tidsskrb.* 32.
- 33 —————& YUND, R. A. (1966) : Thermal stability of assemblages in the (Cu-Fe-S) system. *Journal of Petrology*, vol. 7. no. 3.
- 34 — MAURIS, C. & POWERS, H. (1960) : X-ray fluorescent spectrometer conversion tables. Element to two theta.
- 35 — MICHEJEW, W. I. (1957) : Röntgenometrische Bestimmung der Mineralien. Moskow.
- 36 — MORIMOTO, J. & KULLERUD. G. (1961) : Polymorphism in bornite. *Amer. Min.* 46.
- 37 — RAMDOHR, P. (1960) : Die Erzminerale und Ihre Verwachsungen. 3. Aufl. *Akad. Verlag.* Berlin.
- 38 — SAWA, T.; TEŞREKLİ, M. & SAWAMURA, K. (1970) : Murgul madeni ve civarındaki bakır yatakları hakkında rapor. *M.T.A. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 39 — SCHNEIDERHÖHN H. (1952) : Erzmikroskopisches Praktikum. f. *Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung*, Stuttgart.
- 40 — SWANSON, H. & FUYAT, R.K. (1953) : Standart X-ray diffraction powder patters. Vol. IV. *Nat. Bur. Stds. Circ.* 539-65.