

# SİVAS'IN DİVRİĞİ-GÜNEŞ KÖY-AĞPINAR DERESİ MINTIKASINDA WILKEIT İLE BİRLİKTE BULUNAN ENTERESAN MADEN MİNERALLERİNİN ETÜDÜ

Ahmet ÇAĞATAY ve Oğuz ARDA

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

## GİRİŞ

Mineralojik determinasyon için, İS-2 işaretiyle gönderilen numune üzerinde Laboratuvarlar Şubesi, Mineraloji-Petrografi Servisinde yapılan çalışmalarda; bu numunenin kapsadığı gang ve maden mineralleri kapsamı yönünden kritik bir numune özelliği taşıdığı saptanmıştır. Numune, Sivas'ın Güneş köy-Ağpınar deresi mıntikasında, P-30 no.lu noktanın 47 m SEE sundaki A.1.3. no.lu sondaj karotlarından alınmıştır. Şekil 1, numunenin lokasyonunu ve çevresinin detay jeoloji yapısını gösteren haritadır. Bu harita Metağ Müh. Ltd. Şt., şubat 1972 tarihli ve Devlet Planlama Teşkilâtı, Nikel Projesi, Çetinkaya-Divriği bölgesi arama raporundaki jeoloji haritalarından faydalanılarak derlenmiştir. Adı geçen bu raporda ayrıca Ağpınar deresi zuhurlarının, Güneş köyü sektörüne dahil dissemine sülfid tipinde bir cevherleşme gösterdiği kaydedilmektedir.

İS-2 işaretli numunede yapılan mineralojik çalışmalarda, yurdumuzda ilk defa tespit edilen ve apatit grubuna dahil minerallerden wilkeite'in mevcudiyeti ortaya konmuştur. Maden minerallerinden pirotin (iki tipte), pirit (üç tipte), manyetit (iki tipte), hematit, kübanit, kalkopirit, pentlandit+ bravoit, sfalerit, vallerit, kobaltit, makinavit ve kromit tespit edilmiştir.

## MİNERALojİK ÇALIŞMALAR

### A. GANG MİNERALLERİ

İS-2 numunesindeki gang minerallerinin tetkiki önce numune ince kesitinde polarizasyon mikroskopu ile yapılan çalışmalarla başlar, numuneden ayrılan minerallerden wilkeite, çeşitli mineralojik çalışmalara tabi tutulduktan sonra X-ray difraktometre ile incelenmiş ve ayrıca wilkeite üzerinde yarı kantitatif optik-spektrografi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda tetkik ve tespit edilen mineraller wilkeite başta olmak üzere çoğunluk sırasına göre aşağıda verilmiştir.

### **Wilkeite**

*Fiziksel karakterler.* — İS-2 numunesinde makroskobik olarak grimsi yeşil bir renkte, 0.8 cm ye kadar erişen boyutlarda ve iyi oluşmuş kristaller halinde izlenen wilkeite; heksagonal, heksagonal dipiramidal (6/m) sınıfında ve apatitle izostrüktürel karakterdedir. Numunedeki wilkeite kristallerinde (1101), (1010), (0110) prizmatik yüzeyleri ve bu yüzeylerin simetrikleri ile yine bazı kristallerde (2110), (1120), (1210) prizma yüzeyleri ve simetrikleri belirgin olarak izlenmiştir. Ayrıca bir iki wilkeite kristalinde (1101), (1011), (0111) piramit yüzey ve bu yüzeylere ait izler mevcut olup, başka tanınabilecek karakterde piramit yüzeylerine rastlanmamıştır. (0001) yönüne paralel ve orta derecede

gelişmiş dilinimler kapsarlar ve sertlikleri takriben beş civarındadır. Özgül ağırlıkları 3.2 olup, dilinim çizgileri boyunca pirotin ve hematit kapsayan bazı wilkeite kristallerinde bu özgül ağırlık 3.8 olarak elde edilmiştir.

*Optik karakterler.* — Wilkeite optik yönden -bir eksenli (uniaxial) ve negatif karakterlidir. +26°C deki oda sıcaklığında yapılan çalışmalarda  $n_o = 1.652$ ,  $n_e = 1.647$  olarak saptanmıştır. Çift kırılmaları 1 inci derece, gri üst sınırına yaklaşmaktadır. Mineral mikroskop altında incelendiğinde, idiomorfik formlardaki prizma yüzeylerinin, çok iyi gelişmemiş durumdaki (0001) dilinimleri ve düzensiz bir çatlak sistemi kapsadıkları görülür (Foto 1). Gerek dilinimler, gerekse de çatlaklar opak minerallerle doldurulmuşlardır. Taze durumdaki kısımlar çok açık sarı veya renksiz olup, hafifçe bozmuş kısımlar kirli, grimsi sarı bir renktedirler. Mineral genellikle (0001) dilinimleri ve bazen de çatlaklar boyunca klorit reliikleri gösterir. Kloritli kısımlar yeşil, açık yeşil ve yeşilimsi sarı renktedirler. Bu yüzden numunede wilkeite mineralleri makroskobik olarak grimsi yeşil bir renkte ortaya çıkmaktadır. Bazı ince kesitlerde ise, Wilkeite'in çok fazla klorit içerdiği izlenmiştir (Foto 2).

*Kimyasal kompozisyon.* — Dana (1949), wilkeite kimyasal kompozisyonunu  $Ca_3(P, S, Si, CO_3)(OH)$  olarak; Winchell (1964), wilkeite'in hidroksil apatit ( $Ca_3(OH)P_3O_{12}$ ) ile ellastit  $Ca_{10}(OH)_2Si_3S_3O_{24}$  uçları arasındaki serinin ortasında bir kompozisyona sahip olduğunu kaydederler. HCl ve  $HNO_3$  içinde kolayca eriyebilen wilkeite, asidik çözelti içinde bir miktarda jelatinleşmiş silisyum presipitasyonu bırakmaktadır. Wilkeite mineraline verilen  $CO_2$  testinde, bu mineralde  $CO_2$  mevcudiyeti tespit edilmemiştir. Bu da Ağpınar deresinde rastlanan wilkeite'in, Winchell (1964) tarafından verilen bir kimyasal kompozisyona sahip olduğuna işaret etmektedir.

*X-ray difraksiyon çalışması.* — Wilkeite mineralinde yapılan X-ray difraksiyon çalışması sonuçları Tablo 1 de verilmiş olup, bu minerale ait X-ray difraksiyon grafiği Şekil 2 de sunulmuştur. Minerale ait birim hücre değerleri:  $a=9.336 \text{ \AA}$ ,  $c=6.875 \text{ \AA}$ ,  $\alpha_a = -0.73$  tür (ASTM Data Card, no. 6-0454).

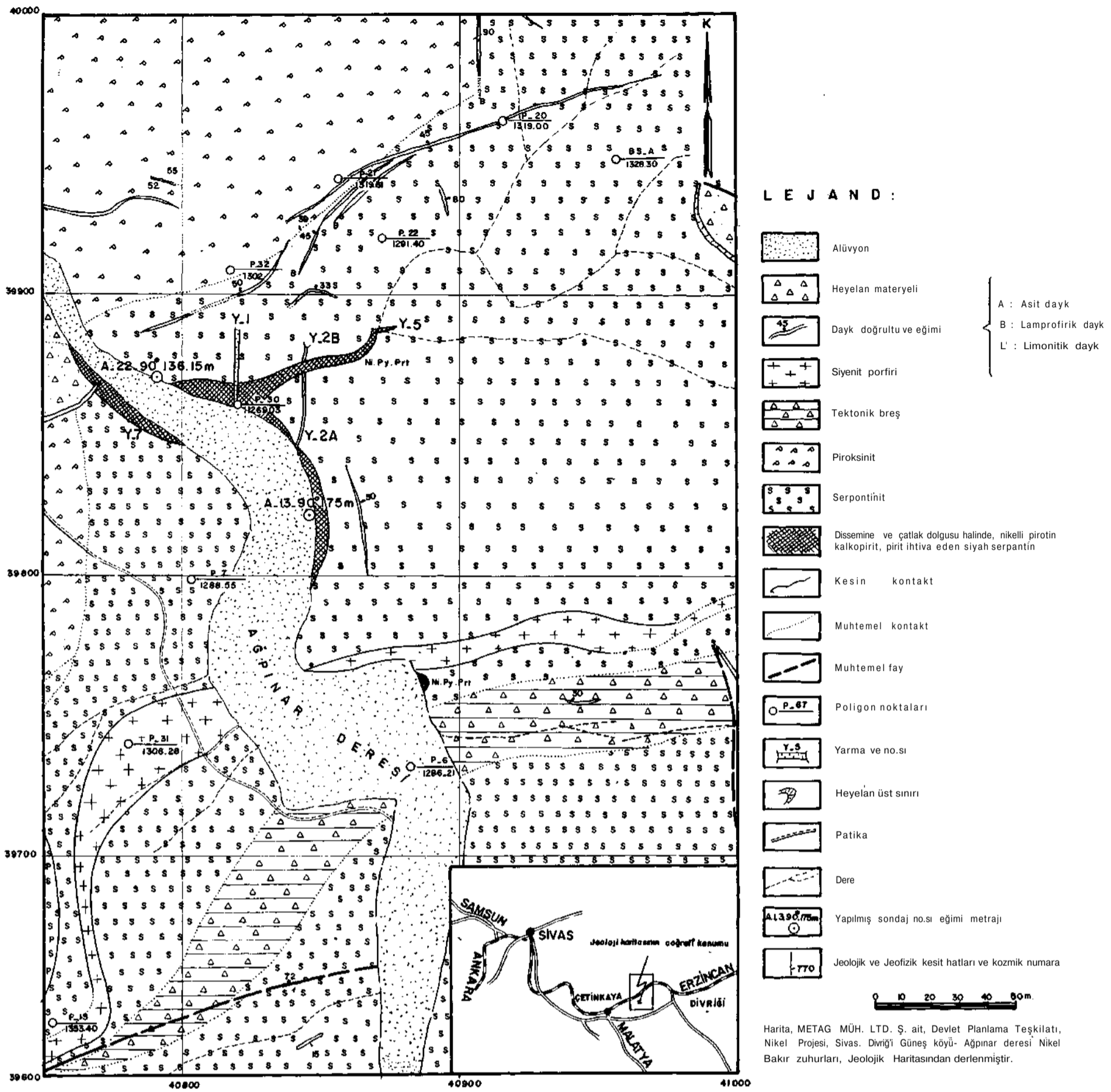
Bu çalışma Seifert, X-ray difraktometresi (Prof. Dr. Berthold gonyometresi, no. 59211) ile yapılmıştır. Çalışma şartları aşağıda verilmiştir.

Cu Ka radyasyonu, Ni filtre, 40 kV, 20 mA, Savaş: G.M.

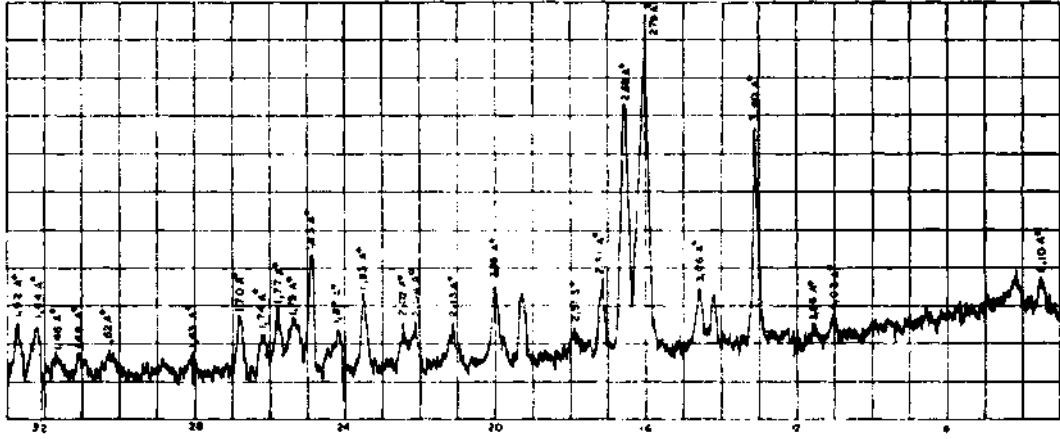
*Yarı kantitatif optik spektrografi çalışması.* — Ağpınar deresi wilkeite'indeki nadir toprak elementleri yarı kantitatif optik spektrografi çalışması ile determine edilmiş olup, determinasyon sonuçları Tablo 2 de sunulmuştur. Bu elementlerden bilhassa Ce, 3000 ppm; La, Nd, Y, 2000-700 ppm arasında değişen bir konsantrasyonda ve Yb ise 70 ppm lik bir değer verecek miktarda bu mineralde mevcuttur. Deer, Howie ve Zussman (1967) tarafından da zikredildiği gibi, bilhassa Ce ve burada tespiti yapılan diğer nadir topraklar wilkeite'te Ca mu kısmen replase etmiş olarak bulunurlar.

Yukarıda bahsi geçen iz elementlerinin tayininde «Jarrel-Ash, 1.5 Meter Wadsworth Stigmatic Optic Emission Spectrograph (model: 78-0.90)» kullanılmıştır.

*Bulunuşu.* — İlk defa A.B.D.'nde Kaliforniya, Crestmore, Riverside County mntikasında kontakt metamorfizmaya uğramış mermerlerde rastlanan bu mineral; Kaliforniya, Palo Alto'da mineral koleksiyonculuğu yapan R.M.Wilke'ye izafeten isimlendirilmiştir. Dana (1949) bu mineralin muhtemelen Laacher See, Rheinland, Almanya ve ayrıca Kyshtym, Urallar, S.S.C.B.'nde de bulunduğunu kaydetmektedir.



Şek. 1 - İS-2 Numunesinin alındığı yer ve çevresinin detay jeoloji yapısını gösterir harita.



Şek. 2 - Wilkeite mineraline ait X-ray difraksiyon çizelgesi.

Tablo - 1

Ağpınar deresi wilkeite'ine ait X-ray difraksiyon verileri ve ASTM'den alınan değerlerle karşılaştırılması

Ağpınar deresi wilkeite'i (numune İS-2)		ASTM Data Card, no. 6-0454 Wilkeite, $Ca_{10}O(Si,P,S)O_{36}$		
d Å°	Şiddet	d Å°	I/I <sub>3</sub>	hkl
8.10	k	8.14	60	100
	ç.ç.z	5.25	5	101
	ç.ç.z	4.63	5	110
4.03	z.	4.06	5	200
3.86	z.	3.85	10	111
3.40	k.	3.45	70	002
	ç.ç.z	3.18	10	102
3.06	k.	3.06	30	120
2.79	ç.k.	2.80	100	121
2.69	ç.k.	2.70	90	300
2.61	k.	2.61	60	202
2.51	z.	2.51	20	301
2.25	k.	2.24	80	130
2.13	z.	2.13	30	131
2.04	z.	2.06	10	113
2.02	z.	1.99	20	203
1.93	k.	1.93	80	222
1.87	z.	1.88	30	132
1.83	k.	1.83	80	123
1.79	o.	1.79	30	231
1.77	o.	1.76	50	140
1.74	z.	1.74	50	402
1.70	o.	1.72	50	004
1.63	z.	1.63	50	232
	ç.ç.z	1.60	5	133
	ç.ç.z	1.57	5	204
1.52	z.	1.52	20	231
1.48	z.	1.49	10	124
1.46	z.	1.46	35	502

Tablo - 2

Ağpınar deresi wilkeit mineralinde iz miktarda mevcut nadir toprak elementleri

Element	Element konsantrasyonu (ppm)	Deteksiyon limiti (ppm)*
Ce	3000	1000
La	2000	2000
Nd	1500	400-1000
Y	700	10
Yb	70	20
Tm	Görülmedi	40
Sm	Görülmedi	400
Ho	Görülmedi	40
Eu	Görülmedi	200

\* Nadir toprak (RE) elementlerinin deteksiyon limitleri, determine edilen elementin diğer elementlerden gördüğü interferansa göre de değişir.

### Klorit

Klorit grubundan üç ayrı tip mineral izlenmiştir.

1. *Pennite tipinde klorit.* — Köşe ve mineralin iç kısmında wilkeit kapsarlar, (001) mükemmel dilinimleri ve bu dilinim izlerine paralel bir doğru sönme gösterirler. Ayrıca (001) yönüne paralel elongasyon negatiftir. İki akslı (biaxial),  $2V \approx 20^\circ$  ve optikçe «—» karakterlidir. Rengi yeşilimsi sarı olup, pleokroizma çok zayıftır.

2. *Çatlakları doldurmuş klorit.* — Wilkeit ve opak mineraller (bilhassa pirotin) içinde çatlakları doldurmuş olarak ortaya çıkarlar. Grimsi yeşil renkli olup, iç içe kenetlenmiş klorit pulcuklarının agregalarından meydana gelirler.

3. *Klorit+hidromika (biyotit) oluşumları.* — Bu minerallerin renkleri yeşilimsi kahverengi olup, 2. grupta anlatılan oluşuma benzer tarzda ortaya çıkmaktadırlar.

### Flogopit+biyotit

(001) mükemmel dilinimleri gösteren flogopit, sarı ve kahverengimsi sarı renkler arasında bir pleokroizma gösterir. Ayrıca dilinim hatları boyunca gelişmiş, yeşil-kahverengi bir pleokroizma gösteren biyotit ve çok daha az olarak da klorit kapsar.

## B. MADEN MİNERALLERİ

Wilkeit içeren numuneden yaptırılan parlak kesit üstten aydınlatmalı maden mikroskopunda incelenmiş, saptanan maden mineralleri çoğunluk sırasına göre aşağıda verilmiştir.

### Pirotin

Numunede en fazla miktarda bulunan maden mineralidir. Büyük kısmı (0001) kristal doğrultusuna paralel levhamsı bir şekil göstermektedir. Birbirine paralel levhalar, demetler meydana getirmekte (Foto 3) ve bu levha demetleri değişik yönlerde uzanmaktadırlar. Bu levhalardan en büyüğünün

kalınlığı 30-40 mikron, uzunluğu 1.2 mm olarak ölçülmüştür. En ince levhaların kalınlığı 5 mikron civarındadır. Pirotinin daha az bir kısmı da azamî 70 mikron büyüklükte allotriyomorf taneli oluşumlardır. Allotriyomorf tanecikler de kısmen (0001) doğrultusunda uzanmaktadırlar.

Deformasyona maruz kalan levha demetleri eğilme ve bükülmeler göstermektedir. Allotriyomorf oluşumlarda bazen (0001) doğrultusuna paralel basınç ikizlenmeleri izlenmektedir.

Gerek levhamsı, gerekse allotriyomorf pirotinde genel olarak (0001) doğrultusuna paralel pentlandit ayrıntıları bulunmaktadır. Kısmen alevcikler şeklinde olan pentlandit ayrıntıları, bazen allotriyomorf pirotinler içinde birkaç mikron büyüklükte ayrıntı kümeleşmeleri meydana getirmektedirler. Ayrıca pirotin levhacıkları ve allotriyomorf pirotin tanecikleri arasında da çok ince pentlandit oluşumları saptanmıştır.

Pirotinin yeri ascendent olarak manyetit, kübanit, kalkopirit gibi mineraller tarafından alınmıştır. Bir kısım piritin (kataklastik pirit) ve wilkeit'in yeri pirotin tarafından alınmıştır (Foto 4, 5). Ayrıca pirotin kısmen psödomorf olarak piritte dönüşmüştür. Bu dönüşme esnasında pirit yanında, piritle mirmekitik büyüme gösteren bir miktar da manyetit oluşmuştur (Foto 5). Yeraltı su seviyesine karışan asidik yeryüzü sularının oluşturduğu bu dönüşmenin  $6 \text{ FeS} + 40 \text{ — Fe}_3\text{O}_4 + 3\text{FeS}_2$  reaksiyonunu takip ettiği kabul edilebilir (Ramdohr, 1960, s. 559).

### **Pirit**

Pirotinden sonra en fazla bulunan maden minerali olup, üç ayrı tip pirit saptanmıştır.

Pirotin içinde kataklastik iri taneli ve çok ufak taneli piritler, pirotinden daha önce oluşmuşlardır. Kataklastik piritler bazen çok güzel dilinim göstermekte, çatlak ve dilinimleri boyunca pirotin, manyetit, manyetitten dönüşen hematit, kübanit ve kalkopiritle doldurulmuştur (Foto 4, 5). Sanki büyük bir piritin parçalarıymış izlenimi veren ufak tanecikler 1-2 mikrondan başlayarak daha iri tanelere büyümektedirler.

İçinde spekülait çubukçukları içeren ve pirotini damarcıklar şeklinde kesen pirit az miktarda bulunmakta olup, pirotinden daha gençtir.

Pirotinden dönüşerek oluşan pirit hemen her zaman manyetitle bir arada çok güzel mirmekitik büyüme göstermektedir. Pirotin psödomorfu olarak oluşan bu tür pirit, en genç pirit çeşididir.

### **Manyetit**

Numunede az miktarda bulunmakta ve çeşitli oluşumlar şeklinde izlenmiştir.

Manyetitin büyük kısmı pirotinin etrafını sarmakta, pirotinin kataklastik çatlaklarını, levha demetlerinin ve allotriyomorf tanelerinin aralarını doldurmaktadır (Foto 9). Ayrıca kataklastik pirit ve Pentlanditlerin çatlak ve dilinimleri de kısmen manyetitle doldurulmuştur. Pirotin içinde izlenen kısmen hipidiyomorf, kısmen ksenomorf manyetitler içinde bazen 1-2 mikron büyüklükte pirotin tanecikleri bulunmakta ve bu durumda manyetit idiyoblastik bir büyüme göstermektedir (Foto 6). Ayrıca nadiren manyetit içinde pirotin tanecikleri gibi, pirit taneciklerine de rastlanmaktadır. Bu çeşit manyetitlerin bir kısmı hematite dönüşmüştür (martitleşme).

Ayrıca kısmen gang içinde, kısmen de piritte izlenen hematit çubukçuklarında manyetit reliklere (kalıntılara) rastlanmakta ve bu durumda hematitin manyetitten (müsketoffit) dönüşerek oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Aslında hematit psödomorfozu olan bu çeşit manyetitler (müsketoffit), sonradan tekrar hematite dönüşmüştür. Bilhassa tipik bir metamorfizma oluşumu olması bakımından burada müsketoffit önem kazanmaktadır.

### Hematit

Az miktarda kısmen çubukçuklar şeklinde gang minerali ve pirit içinde (Foto 7), kısmen de pirotin etrafında, içinde, çatlaklarında ayrıca pirit ile pentlandit çatlak ve dilinimleri içinde bulunan manyetitten dönüşerek oluşmuştur. Çubukçuklar içinde nadiren manyetite rastlanması, bunların da manyetitten dönüşerek (martkleşme) oluştuğunu göstermektedir.

Hematit çok az miktarda da wilkeite'in dilinim ve çatlaklarını doldurmaktadır (Foto 8).

### Kübanit

Az miktarda pirotinin etrafında, çatlaklarında ayrıca kataklastik pirit ve wilkeite mineralinin çatlakları ve dilinimleri içinde yalnız başına veya kalkopiritle birlikte bir arada bulunmaktadır. Kübanit içinde kalkopirit lamelcikleri izlendiği gibi, kalkopirit içinde de kübanit lamelcikleri bulunmaktadır (Foto 9). Kübanit içinde çok ufak azamî 10-15 mikron büyüklükte pentlandit ve sfalerit tanecikleri de izlenmektedir. Ayrıca bir yerde kübanit içinde kalkopiritle birlikte 100 mikron uzunlukta, 4 mikron kalınlıkta bir valleriit lameli saptanmıştır.

Birbirleriyle düzgün hatlar şeklinde birleşen kübanit taneleri azamî 0.6 mm büyüklükte olmakta ve bazen de pirotin gibi levha demetleri meydana getirmektedir.

Kübanit 250-300°C de (eskiden 450°) oluştuğundan (P. Ramdohr, 1960, s. 581) jeolojik termometre olarak kullanılmaktadır.

### Kalkopirit

Çok az miktarda genel olarak kübanitle birlikte, bazen de yalnız başına pirotin etrafında veya pirotinin çatlaklarında, ayrıca kataklastik pirit ve wilkeite'in çatlak ve dilinimlerinde bulunmaktadır.

### Pentlandit + bravoit

Çok az miktarda ve hemen her zaman pirotin, nadiren de kübanit ve kalkopirit içinde izlenmiştir. Kısmen pirotin ve kübanit içinde asgari 2-3 mikron büyüklükte tanecikler ve alevcikler şeklinde ayrıntılar meydana getirmektedir. Pirotin içindeki tanecikler bazen kümeleşme halinde izlenmektedir. Alevcikler daha çok levhamsı pirotinler içinde (0001) doğrultusuna paralel olarak uzanmaktadır (Foto 3). Pentlandit ayrıca pirotin içinde veya kenarında iri taneli oluşumlar halinde de bulunmaktadır. Bunlardan en büyüğü 500 mikron olarak ölçülmüştür.

Pirotinle aynı zamanda oluşan pentlanditin bilhassa iri oluşumları kataklastik tekstür göstermektedir. Kataklastik tekstür gösteren pentlanditler kenarları, kataklastik çatlakları ve dilinimleri boyunca azamî 5-10 mikron kalınlıkta «bravoite» dönüşme göstermektedir (Foto 10). Pentlanditin çatlak ve dilinimleri bazen 5-10 mikronluk kalınlıkta manyetite, kalkopirit ve kübanitle doldurulmuştur. Pentlandit de pirotinle birlikte wilkeite'in çatlakları ve dilinimlerine girmiştir.

### Sfalerit

Eser miktarda kalkopirit ve kübanit içinde veya arasında azamî 20 mikron büyüklükte allotriyomorf tanecikler halinde izlenmiştir. Aynı minerallerle birlikte wilkeite'in çatlaklarında da izlenen sfaleritin koyu kahverengi iç refleksleri demirce zengin olduğunu göstermektedir. Nadiren içinde kalkopirit ayrıntıları içermektedir.

### Valleriit

+ miktarda kübanit ve kalkopiritle, kataklastik piritlerin çatlak ve dilinimlerinde izlenmiştir. Kübanit içinde kalkopiritle birlikte 100 mikron uzunlukta 3-4 mikron kalınlıkta bir valleriit lameli saptanmıştır.

Borchert'e göre valleriitin oluşum ısıları takriben 200-250°C arasında değişmekte olup, bu durumda valleriiti de jeolojik termometre olarak kullanabiliriz (Ramdohr, 1960, s. 632).

#### Makinavit

± miktarda klorit levhacıkları arasında azamî 2-3 mikron eninde, 100 mikron uzunluğunda levhacıklar şeklinde ve pentlanditten dönüşmüş olarak izlenmiştir.

#### Kobaltit

± miktarda kalkopiritle birlikte veya kalkopirit içinde azamî 20-25 mikron büyüklükte idiomorf-hipidiyomorf oluşumlar şeklinde izlenmiştir.

#### Kromit

+ miktarda klorit içinde idiomorf oluşumlar şeklinde izlenmiştir.

### SONUÇ

I. Numunede kromit mineralinden sonra wilkeite, + klorit (I) en önce oluşan minerallerdendir. Wilkeite idiomorf kristaller halinde bulunur. Wilkeitin çatlak, dilinim ve kenarları boyunca diğer mineraller tarafından yerinin alınması (replase olması), bu mineralin en yaşlı olduğunu kanıtlamaktadır. Wilkeite mineralinin hidrotermal orijinli olması (Dana, 1949), bu mineralin yerini alan diğer minerallerin de aynı orijine sahip olduğuna işaret eder. Numunede izlenen kübanit, valleriit gibi mineraller de 200-300°C de hidrotermal olarak oluşan minerallerdir (Ramdohr, 1960, s. 581, 632). Bu minerallerle birlikte bulunan kalkopirit ve sfalerit mineralleri de benzer şartlarda oluşmuşlardır. Klorit içinde izlenen makinavitin de aynı sıcaklıklarda oluştuğu kabul edilebilir. Diğer taraftan numunede müşketoftin mevcudiyetinin saptanması, numunenin metamorfizma geçirmiş bir oluşum olduğunu, hidrotermal kaynaklı minerallerle birlikte bulunması ise müşketoftin kontakt metamorfizmayla oluştuğuna işaret eder (Ramdohr, 1960, s. 854).

Numunedeki minerallerin oluşumu en yaşlıdan başlamak üzere aşağıdaki gibi sıranabilir:

Kromit,

Wilkeite+klorit (I),

Kataklastik pirit (I),

Pirotin+pentlandit,

Manyetit (I) (idiyoblastik manyetit (I) ),

Kübanit+kalkopirit+valleriit+sfalerit+kobaltit,

Makinavit+klorit (II),

Müşketoftit,

Pirit (II), (müşketoftiti içeren ve pirotini kesen pirit (I) ),

Manyetit (II),

Hematit (martitleşme ile manyetitten dönüşmüş),

Pirit (III)+manyetit (pirotinden dönüşmüşlerdir),

Bravoit (pentlanditten dönüşmüştür),

Hematit, pirit (III)+manyetit, bravoit gibi mineraller sırayla manyetit, pirotin ve pentlanditten dönüşmüş Sekonder mineralleridir.

II. Numunede yapılan kimyasal analizler sonucu aşağıda çıkarılmıştır:

Fe .....	%	29.60
S .....	%	19.50
$P_2O_5$ .....	%	17.00
Ni .....	%	2.55
Cu .....	%	0.46
Co .....	%	0.15
Cr .....	%	0.015
Au .....		görülmedi

Yukarıdaki analiz neticelerinden de izlenebileceği gibi, numune kapsadığı  $P_2O_5$  ve nikel kapsamı bakımından ekonomik ve mineralojik yönden üzerinde daha fazla durmaya değer görünmektedir. Ağpınar deresi mıntıkasındaki bu cevherleşmenin içerdiği  $P_2O_5$  ve nikel yönünden tekrar etüt edilmesi bu çalışmanın bir neticesi olarak tavsiye edilir.

### TEŞEKKÜR

Yukarıda sözü edilen çalışma sırasında wilkeit mineralinin tâyinindeki yardımından dolayı Dr.A.Kraeff, X-ray difraksiyon çalışmalarını yapan Nurgün Güngör ve aynı mineralde yarı kantitatif optik spektrografi metoduyla bazı iz (trace) elementlerinin determinasyonunu yapan Şahin Taş'a müteşekkiriz. Ayrıca İS-2 işaretli numuneyi bize inceleme fırsatını ve bu numuneye ait bir kısım kimyasal analiz sonucunu veren Dr. Tandoğan Engin ile aynı numunenin fosfor, demir, kükürt kapsamlarının kimyasal analizlerini yapan Fahrettin Çokgürses'e teşekkür borçluyuz. Son olarak bu çalışmanın yapılması imkânını sağlayan, Laboratuvarlar Şubesi Müdürü Sayın Dr. Nilüfer Bayçın'a teşekkürlerimizi sunarız.

Not: İS-2 işaretli numune, Mineraloji-Petrografi Laboratuvarının 91806 arşiv no. sı ile Mineraloji Servisi koleksiyonlarında saklanmaktadır.

Yayına verildiği tarih, 20 ağustos 1974

### BİBLİYOGRAFYA

- ÇAĞATAY, A. (1974): Makinavit minerali içeren Kangal-Yellice karot numunelerinin maden mikroskopisi etüdü. *M.T.A. Derg.*, no. 84, Ankara.
- DANA (1949): The system of mineralogy, vol. II, p. 905.
- DEER, HOWIE & ZUSSMAN (1967): Rock forming minerals, vol. V, p. 326.
- EHRENBERG, H. (1932): Orientierte Vervwachsungen von Magnetikes und Pentlandit. *Z. Krist.* 82, 309-315.
- HAWLEY, J.E. & HAW, W.A. (1957): Intergrowths of pentlandite and pyrrhotite. *Econ. Geol.* 52, pp. 132-139.
- METAG MÜH. LTD. ŞTİ. (şubat 1972): Devlet Planlama Teşkilâtı, Nikel Projesi. Çetinkaya-Divriği bölgesi arama raporu.
- RAMDOHR, P. (1960): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. *Akademie-Verlag*, Berlin.
- (1969): The ore minerals and their intergrowths. *Braunschweig*.
- WINCHELL, A. (1964): Elements of optical mineralogy, part II, p. 96.

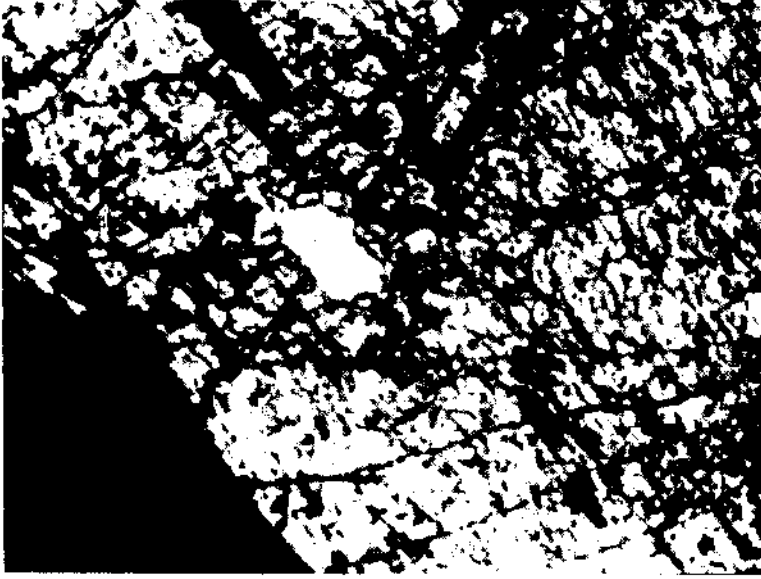


Foto 1 - Büyütlme  $10 \times 10$  (analizör). Orta derecede gelişmiş dilinimler ve çatlaklar kapsayan wilkiet (açık gri). Koyu kısımlar kısmen bozmuş olup (koyu gri), kısmen de opak minerallerle replase olmuştur.



Foto 2 - Büyütlme  $10 \times 10$  (polârlize ışıkta). Sol alt tarafta wilkiet (açık gri), tamamen kloritle replase olmuştur (koyu gri).



Foto 3 - Büyütlme 32 x 10 (yağda). Pirit (beyaz) ve manyetite (koyu gri) dönüşen piro-  
tin (gri) demetleri. Piro-  
tin demetleri içinde (0001) doğrultusunda uzanan pent-  
landit alevcikleri (sağ alt köşe), siyah kısımlar piro-  
tin levhalarının kırılmış  
kısmıdır.



Foto 4 - Büyütlme 32 x 10 (yağda). Piro-  
tin (gri) içinde kataklastik pirit (beyaz ve röl-  
yefli) çatlak ve dilinimleri, piro-  
tin ve pentlandit (beyaz röl-yefsiz) ile doldurul-  
muştur. Siyah kısımlar deliklerdir.



Foto 5 - Büyütlme  $32 \times 10$  (yağda). Foto 4 ün benzeridir. Yalnız damarcık halinde manyetit (koyu gri) mevcuttur.

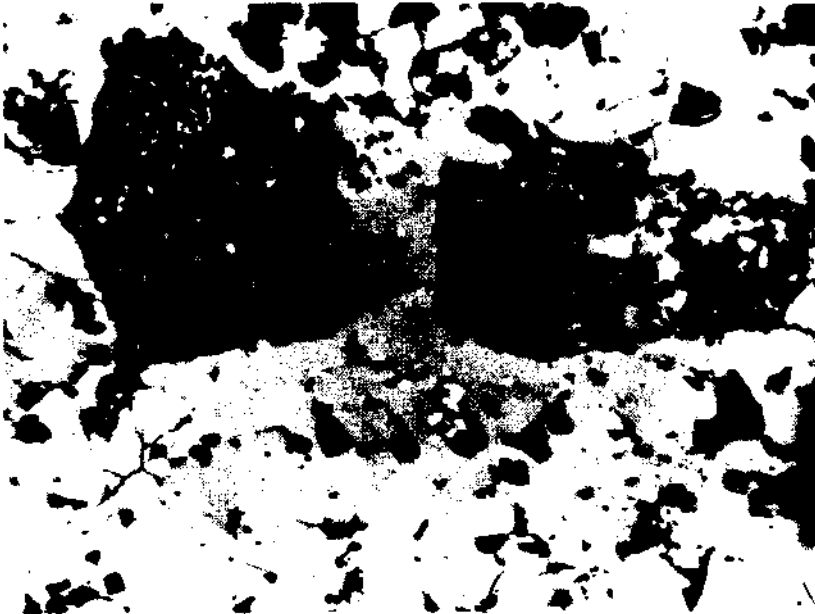


Foto 6 - Büyütlme  $32 \times 10$  (yağda). İdiyoblastik tekstür gösteren, kısmen iç kısımlarında hematite (koyu gri) dönüşmüş manyetit (çok koyu gri) içinde pirotin (açık gri) tanecikleri. Beyaz mineral pentlandit, siyah kısımlar delik ve gang mineralerinden meydana gelir.

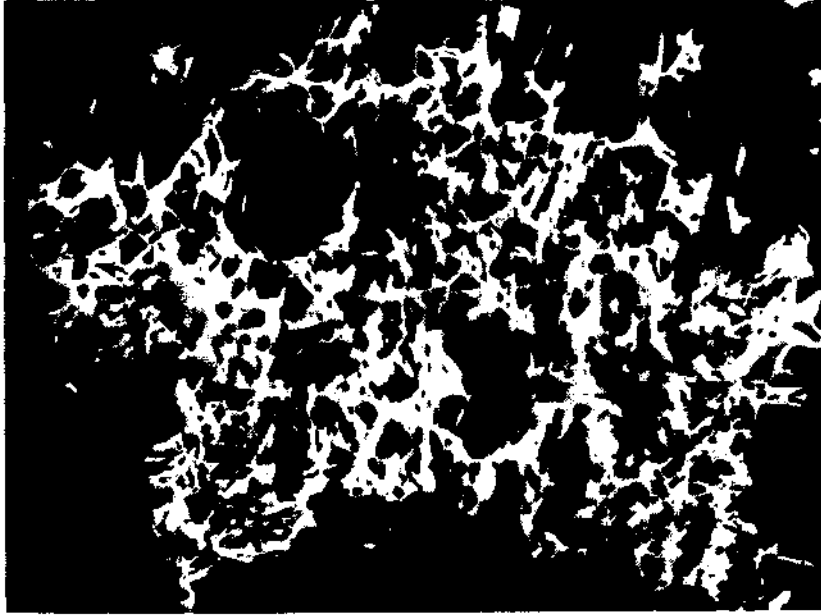


Foto 7 - Büyütlme 32×10 (yağda). Hematit (açık gri) çubukları içerisinde, manyetit (koyu gri) relikleri müşkeroffit sonradan tekrar hematite dönüşmüştür (martitleşme), siyah kısımlar gang mineralleridir.

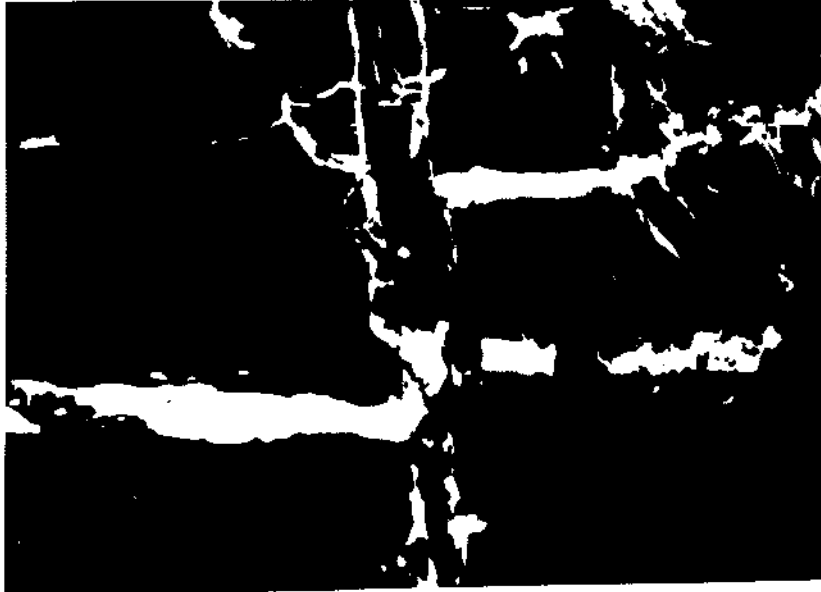


Foto 8 - Büyütlme 32×10 (yağda). Wilkeit (siyah) dilinim ve çatlaklarında hematit (açık gri) ve pirotin, kalkopirit (beyaz).



Foto 9 - Büyütlme  $32 \times 10$  (yağda). Kalkopirit (açık gri) içinde kübanit (gri) ve kübanit içinde kalkopirit lamelleri. Resmin solunda pirotin (gri) demetleri arasında ve etrafında manyetit (çok koyu gri) mevcuttur.

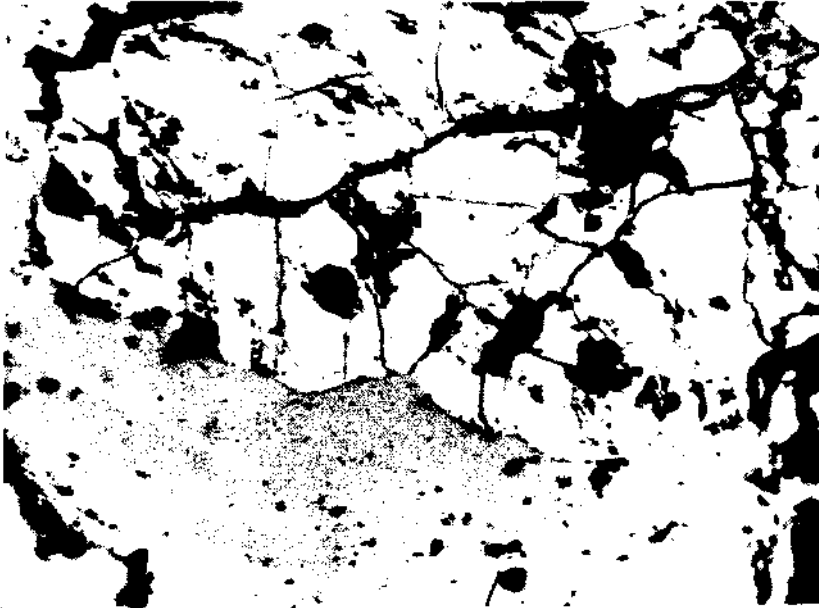


Foto 10 - Büyütlme  $32 \times 10$  (yağda). Üste kataklastik pentlandit (açık gri) dilinim ve çatlakları boyunca bravoite (koyu gri) dönüşme gösterir. Pentlanditin çatlakları kısmen de manyeritle (çok koyu gri) doldurulmuştur. Altta kübanit (gri), kalkopirit (beyaz) içermektedir. Siyah kısımlar delik ve gang mineralleridir.