

# YOZGAT-SARIKAYA MANGANEZLİ DEMİR YATAĞININ MİNERALojİK ETÜDÜ

Ahmet ÇAĞATAY ve Oğuz ARDA

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

ÖZET.— Yozgat ilinin Sarıkaya ilçesi sınırları içinde bulunan (1:25000 ölçekli Yozgat İ34-d3 ve İ34-d2 paftaları, çalışılan bölgenin lokasyonu Şekil 1 de verilmiştir) Uzunkuyu (koordinatları x=6899, y=87591) ve Atkaya-sı'nda (koordinatları x=70237, y=88406) mostralar veren manganezli demir yatağı birbiriyle geçişli biyotit şist, amfibolit şist, kireçtaşı (mermer), kuvarsit, muskovit şist ve gnays gibi rejyonel metamorfik konkordan seri içinde yine bunlarla konkordan cevher tabaka ve mercekleri halinde bulunmaktadır. Maden yatağındaki mostra, yarma ve sondaj karotlarından alınan bilhassa maden mineralleri bakımından zengin numuneler mikroskopta detaylı olarak incelenerek numunelerde spekülait yanında braunit, biksbiyit (bixbyite), ara mineral, hollandit, kriptomdan ve pirolüzit gibi maden mineralleriyle, kuvars, kalsit, barit, granat (andradit) gibi gang mineralleri saptanmıştır. Mineral parajenezine ve arazideki görünümüne dayanarak Yozgat-Sarıkaya manganezli demir yatağının sedimenter kökenli *metamorfik bir yatak* olduğu kanısına varılmıştır.

## ÇALIŞMA METOTLARI

Numunelerde opak mineraller Ortholux II POL-BK Leitz maden mikroskoku, gang mineraleri Zeiss polarizasyon mikroskoku ile tetkik edilmişlerdir. Biksbiyit, braunit ve bu iki mineral arasındaki ara mineralinin refleksiyon ve mikrosertlik (VHN) tayinleri Vickers mikroskoku ile yapılmıştır. Refleksiyon ölçmeleri sırasında Wolfram Carbide Refl. Standard: 474253, no. 061, Zeiss standardı kullanılmıştır.

X-ray difraksiyon çalışmaları aşağıdaki tip alet ve kullanma şartlarında yapılmıştır:

Seifert X-ray difraktometresi (Prof. Dr.Berthold gonyometresi, no. 59211)

Çalışma şartları:

Cu K radyasyonu,

Ni filtre,

40 kv, 20 m A,

Sayaç: G.M.

Phillips X-ray difraktometresi

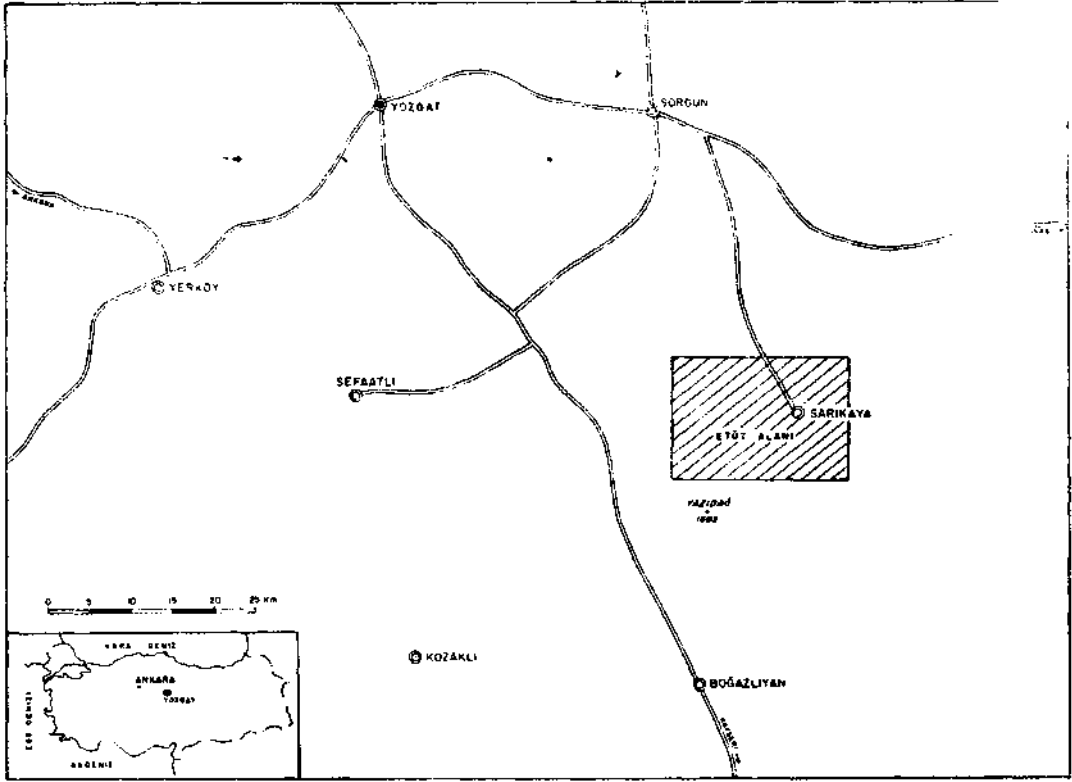
Çalışma şartları:

Cu K radyasyonu,

Ni filtre,

40 kv, 18 m A.

Biksbiyit ve braunit minerallerinin kantitatif analizleri ile hollandit mineralinin kalitatif analizleri; 35° lik bir yansıma açısı (take off) olan Jeol JXA-50A Elektron Mikroprob cihazında yapılmıştır. Bu cihazda RAP, PET ve LIF kristalleri kullanılarak, 15 kv ve 23400 PA şartlarında analizler gerçekleştirilmiştir. Aletten alınan ölçümler Bence ve Albee kompüter metoduyla düzeltilmiş olup, analiz şartları Tablo 1 de özetlenmiştir:



Şek. 1 - Çalışılan bölgenin lokasyon haritası.

Tablo - 1

	<i>Element</i>	<i>Standart</i>	<i>X-ray spektrum çizgisi</i>
Kanal 1 (RAP)	Mg	Sentetik MgO	Mg K $\alpha$
	Al	Sentetik Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al K $\alpha$
	Si	Sentetik SiO <sub>2</sub>	Si K $\alpha$
Kanal 2 PET)	Ca	Sentetik CaO.SiO <sub>2</sub>	Ca K $\alpha$
	Ba	Sentetik Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ba L $\alpha$
Kanal 3 (LIF)	Mn	Sentetik MnO.Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn K $\alpha$
	Fe	Tabii Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe K $\alpha$

Braunit ve biksbiyit minerallerinin elektron mikroprob analiz sonuçları, McConnell (1967) tarafından ileri sürülen bir metotla değerlendirilerek mineral formülleri hesaplanmıştır.

Yozgat-Sarıkaya bölgesinden gelen kayaç numunelerindeki çeşitli elementler yaş kimya ve X ışınları flüoresans spektrometresi metotları ile analiz edilmişlerdir. XRF çalışması sırasında General Electric, SPG-5 vakum spektrometresi kullanılmıştır. 200 meşe kadar öğütülmüş numunelerin 100 mg 1, 100 mg La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve 1000 mg Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.5H<sub>2</sub>O ile karıştırılmış ve bu karışımlar grafit potalarda 1100°C de 20 dakika tutularak ergitilmişlerdir. Meydana gelen kütleler kırılıp selüloz ile 1300 mg a tamamlandıktan sonra beş dakika bilyalı değirmende öğütülerek homojen bir hale getirilmişler ve preste 20 ton P.S.I. basınç altında bir dakika tutularak peletler elde edilmiştir. «U.S.Geological Sur-

vey», «British Chemical Standards» ve «U.S.National Bureau of Standards» standartları analizler sırasında kullanılmış ve bunlar da aynen numunelerin hazırlandığı şartlarda pelet haline getirilmişlerdir. Ba determinasyonları sırasında La iç standart olarak kullanılmış olup, analiz şartları Tablo 2 de özetlenmiştir:

Tablo - 2

Element	X ışını tüpü	kV mA	Vakum	Sayıcı	Pik 20	B.G. 20	Solar slit (inç)	Kristal
Fe	Cr	40 20	—	Gaz sayacı	57°40	—	.02	LIF (200)
Mn	W	50 40	Evet	Gaz sayacı	94°80	93°30	.005	LIF (200)
Si	Cr	50 40	Evet	Gaz sayacı	109°00	112°00	.02	PET
Ca	Cr	50 40	Evet	Gaz sayacı	44°90	—	.02	PET
Ba	W	50 40	Evet	Gaz sayacı	129°10	132°00	.005	LIF (220)
La	W	50 40	Evet	Gaz sayacı	139°05	142°00	.005	LIF (220)

### YATAK HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Yozgat-Sarıkaya manganezli demir yatağının Uzunkuyu mostrasında 300 m, Atkayası mostrasında 100 m cevher uzanımları saptanmıştır. Sarıkaya mevkiinde yapılan dokuz adet sondajla cevher tabaka kalınlıklarının 15 m ile 10-15 cm arasında değiştiği görülmüştür. Cevher tabakasının doğrultu ve eğimleri yüksek metamorfizma ve tektonizmanın etkisiyle büyük değişiklikler göstermektedir. Bundan dolayı cevher tabakalarının uzanım ve eğimi hakkında ortalama bir uzanım ve eğim saptanamamıştır. Örneğin Uzunkuyu mostrasında cevher tabakası NE-SW doğrultulu ve ortalama 30° güneydoğuya eğimli, Atkayası mostrasında ise NE-SW doğrultulu ortalama 70° NW eğimli veya N-S doğrultulu ortalama 50°E eğimli iki ayrı doğrultu ve eğim göstermektedir. Cevher tabakalarını kesen ana kırılma doğrultuları yaklaşık E-W ve SSW-NNE olarak saptanmıştır. Cevher bugüne dek yeryüzeyinden en derinde S-9 sondajıyla 151-159 metreler arasında kesilmiştir. (Yatak hakkındaki jeolojik bilgiler sözlü olarak Cengiz Koşal'dan alınmıştır.)

Gnays tabakası içinde bulunan manyetit, hematit gibi demir minerallerinden oluşan Karabacak ve Büyük Ören yatakları bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

### MİKROSKOBİK ETÜTLER

Yozgat-Sarıkaya manganezli demir yatağından A. Çağatay'ın aldığı ve M.T.A. Enstitüsü Genel Direktörlüğü Maden Etüt ve Teknoloji Şubeleri tarafından Mineraloji-Petrografi Servisine incelenmek üzere gönderilen numunelerden yaptırılan yüze yakın parlak ve ince kesit maden ve polarizasyon mikroskoplarıyla incelenerek aşağıda tayin edilen mineraller «Maden mineralleri» ve «Gang mineralleri» adı altında çoğunluk sıralarına göre yazılmışlardır.

### Maden mineralleri

*Spekülarit.* — Numunelerde en fazla bulunan maden minerali olup, kayacın şistimsi yapısına paralel, genel olarak kuvars, bazen de kalsit gibi gang mineralleri ve hollandit, braunit ve biksbiyit gibi maden mineralleriyle paralel bantlaşmalar meydana getirmektedir (Helke, 1955). Spekülarit oluşumları genel olarak tabakalaşmaya paralel uzamalar göstermekte (Foto 1), bazen de çok güzel idiomorf olmaktadır. Tane irilikleri ortalama 100-150 mikronun altında ölçülen hematitler normal hematitlere nazaran hemen hiç iç refleks göstermemektedirler. Fakat nadiren 2-3 mm büyüklükte hematit oluşumlarına da rastlanmıştır.

Hematitlerin pek azında basınç ikizlenme lamelcikleri izlenmiştir. Yüksek basınca (metamorfizmaya) maruz kaldığı şüphesiz olan spekülaritylerin böyle çok az basınç ikizlenmesi kapsamı, muhtemelen (1011) yüzeylerine paralel uzanmakta olan basınç lamellerinin (0001) doğrultusunda gelişen rekristalizasyonla kaybolmasından ileri gelmektedir. Şiddetli metamorfizmaya maruz kalan şistimsi kayacın spekülarity şistoziteyi oluşturan mika rolü oynamıştır.

Hematitler içinde ayrıca biksbiyit, ara minerali ve braunit tanecikleri izlenmiştir. Çok az miktarda olmakla beraber adı geçen bu mineraller iyi parlak kesitlerde bariz olarak görülmekte ve bazen submikroskopik sınıra kadar küçülmektedirler. Bazen yuvarlağımsı, bazen de lamelimsi şekil gösteren bu taneciklerin lamelcikler şeklinde olanları, hematitin (0001) yüzeyine paralel olarak uzanmaktadır. Ayrıca nadiren kataklastik doku gösteren hematitin çatlaklarında hollandit izlenmiştir. Zaten hematit genel olarak hollanditle birlikte iç içe, yan yana büyüyen bir yapı göstermektedir.

*Braunit.* — Bazı numunelerde ve genellikle bazı numunelerin belirli yerlerinde biksbiyit, ara mineral, hematit, hollandit gibi maden mineralleri ve kuvars, kalsit, barit gibi gang mineralleriyle birlikte iç içe, yan yana bulunmaktadır. İncelenen numunelerden beşinde braunit minerali numunenin çok büyük bir kısmını meydana getirecek miktarda saptanmış ve genel olarak numunelerde braunitin miktar olarak biksbiyitten daha fazla bulunduğu söylenebilir.

Çıplak gözle grimsi siyah renkli görülen braunit mat (pech)-metalik parlaklığa sahiptir. Braunitin çizgisi siyahtır.

Braunit parlak kesitte çok güzel parlatılmakta olup, parlak kesitte dilinimleri bariz olarak görülmektedir. Refleksiyon rengi ışık grisi-beyaz, kahverengimsi tonda ve refleksiyon şiddeti oldukça düşüktür (Tablo 6). Braunitin refleksiyon pleokroizması havada çok zayıf, yağda zayıf, anizotropi özelliğı havada zayıf, yağda bariz olarak görülmüştür. Anizotropi renkleri çeşitli olmayıp, yalnız koyu ve açık şist mavisi arasında değişmektedir. Mikroskopta çok kuvvetli aydınlatan halojen ampulü kullanıldığında braunitin havada ve yağda nadiren koyu kahverengi iç reflekslerine rastlanmıştır.

Genel olarak yuvarlağımsı ve poligonal hipidiyomorf braunit oluşumları çoğunlukla azami 100-150 mikron büyüklükte dirler. Nadiren de daha büyük, öyleki 0.6 mm civarında olan hipidiyomorf braunit kristalleri izlenmiştir. Yan yana bulunan braunit taneleri birbirleriyle genel olarak düzgün sınırlar meydana getirmekte ise de, bazen bir braunit oluşumu gayet muntazam bir lamel şeklinde diğer bir braunit oluşumu içine girebilmektedir. Braunit (112) doğrultusuna paralel olarak nadiren ikizlenme ve dilinim göstermektedir. Çoğunlukla hematit ve hollanditle bulunan braunit, bazen bariz olarak bu mineraller gibi kayacın tabakalaşmasına paralel olarak uzamalar göstermektedir.

Braunit oluşumlarının bir kısmı 1-5 mikron eninde bir hematit, hollandit, pirolüzit veya nadiren kuvars kuşağıyla sarılmıştır (Foto 2). İdiyoblastik doku gösteren braunitler içinde kuvars, biksbiyit ve hematit kapantıları bulunmaktadır (Foto 3). Kuvars ve biksbiyitlerin bir kısmı çok güzel idiyomorf kesitler şeklinde izlenmiştir. Ayrıca braunit bazen azami 1-3 mikron arasında değişen büyüklüklere ve gayri muntazam şekillere sahip pirolüzit, hematit, biksbiyit, ara mineral tanecikleri içermektedir. Bu çeşit hematit, pirolüzit tanecikleri braunitin iç kısımlarında fazla sayıda, dış kısımlarında hemen hiç bulunmamaktadır. İnce hematit, biksbiyit ve ara mineral tanecikleri bazen braunitin zonlu yapısını belirlemekte (Foto 4, 5), nadiren de mirmekitik bir doku görünümü vermektedirler. Yuvarlağımsı bazı braunit oluşumları etrafında genellikle ufak fakat idiyomorf biksbiyit oluşumlarını kapsayan bir kabukla sarılmış olarak izlenmiştir. Nadiren birden fazla sayıda izlenen biksbiyit kabukları braunitle konsantrik kabuklu böbreğimsi bir büyüme meydana getirmektedir. Bu dokunun bugün yatakta bulunan braunit, biksbiyit, hematit mineralleri oluşturan psilomelan, limonit gibi primer minerallerin konsantrik kabuklu-böbreğimsi büyümesiyle ilgili olduğu kabul edilmektedir.

Tablo - 3

I - Bikabiyit (sitaparit)			II - Brannit			III - Hollandit			IV - Granat (andradit)				
Min. Lab. no. 95611 (Y-13)	ASTM: 8-10 Pauling Shapeel (1930)	Min. Lab. no. 97026	ASTM: 8-78 Bystrom Mason (1943)	Min. Lab. no. 95611 (Y-13)	ASTM: 4-0590 Bystrom Bystrom (1950)	Min. Lab. no. 97033	ASTM: 10-288 Not. Bur. Stand. (US) Circ (1959)	$dA^\circ$	Pik. şid.	$I/I_1$	$dA^\circ$	Pik. şid.	$I/I_1$
3.820	4.68 4.21 3.83 3.35 2.99 2.72 2.51 2.35 2.21 2.01 1.92 1.87 1.71 1.65 1.61 1.56 1.53 1.48 1.45 1.42 1.38 1.35 1.33 1.30 1.28	3.42 3.32 3.09 2.71 2.40 2.34 2.14 1.87 1.83 1.80 1.73 1.65 1.53 1.49 1.46 1.42 1.40 1.37 1.35 1.30 1.27 1.22	SN 10 10F 30 10 20FH 100 5 5N 40 5N 50 20 10 20 20 70 20 10 40 30 5 10 5H 10F	3.56 3.49 3.16 3.13 3.10 3.09 2.75 2.71 2.50 2.41 2.35 2.25 2.14 2.20 2.16 2.14 1.86 1.81 1.68	90 90 90 100 100 90 10 10 60 90 10 10 20 90 90 90 20 60 10 90 60 20 20 90 60 60	2.99 2.67 2.45 2.33 2.19 1.94 1.65 1.59 1.53 1.42 1.33 1.21 1.09	4.263 3.015 2.696 2.571 2.462 2.365 2.202 1.9564 1.9068 1.7406 1.6728 1.6412 1.6112 1.5073 1.4213 1.3483 1.3157 1.2856 1.2309 1.2182 1.1195 1.1008	13 60 100 13 45 17 17 25 11 9 25 3 60 13 3 5 25 15					

Braunitçe zengin bir numunede braunitin bâriz kataklastik doku gösterdiği izlenmiştir. Braunitin kataklastik çatlakları hollandit ve kriptomelana doldurulmuş veya belki de braunit kataklastik çatlakları boyunca bu minerallere dönüşmüştür. Kriptomelana dönüşme, nadiren de braunitin dilinim yüzeylerini takip ederek oluşmuştur. Ayrıca braunitin damarcıklar şeklinde biksbiyit ve hollanditi kestiği, yani onlardan daha geç oluştuğu görülmüştür.

Braunitçe zengin bir parlak kesitte braunitlerin bulunduğu yerler mikroskopla belirlenerek bu yerlerden kazılarak çıkartılan numune X-ray difraksiyonla incelenmiş ve elde edilen değerler Tablo 3, sütun II de verilmiştir.

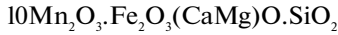
Braunit ayrıca Jeol elektron mikroprobunda incelenmiş ve elde edilen dört adet braunit analiz neticesi Tablo 4 te verilmiştir.

**Tablo - 4**

**Yozgat-Sarıkaya bölgesinden alınan tek bir braunit kristali üzerinde dört ayrı noktada yapılan analiz sonuçları**

Major oksitler	I	II	III	IV
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	77.23	77.36	78.37	79.53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.22	8.75	8.43	8.04
CaO	1.39	1.41	1.40	1.35
SiO <sub>2</sub>	10.23	10.59	10.68	10.77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.13	0.15	0.14	0.09
MgO	2.11	2.09	1.92	2.07
BaO	—	0.06	0.01	0.03
<b>Toplam:</b>	<b>98.31</b>	<b>100.40</b>	<b>100.96</b>	<b>101.88</b>

McConnell (1967) tarafından ileri sürülen hesaplama metodundan gidilerek Tablo 4 te II no. lu analiz sonuçlarını 19 oksijen atomuna bağlamak suretiyle braunit mineral formülü aşağıya çıkarılmıştır:



Braunit minerali üzerinde yapılan mikrosertlik (VHN) ölçüm sonuçları Tablo 5 te verilmiştir:

**Tablo - 5**

Tatbik edilen ağırlık (gr)	Basılan kare köşegeni uzunluk ortalaması (mikron)	Vickers değerleri VHN (kg/mm <sup>2</sup> )
50	90	1144
100	128	1132
200	187	1060

Braunit minerali üzerinde yapılan refleksiyon ölçüm sonuçları Tablo 6 da verilmiştir.

**Ş a r t l a r :**

Stop: 5

Objektif: ×40

Standart: Wolfram Carbide, 061, Zeiss

**Tablo - 6**

nm	Numuneden okunan refl. ölçümü	Standarttan okunan refl. ölçümü	Standart katsayısı	Refleksiyon (%)
470	5	10	46.55	19.40
550	14	26	45.70	21.22
580	13	25	45.40	21.18

*Hollandit.* — Parlak grimsi siyah renk ve yarı metalik parlaklığa sahiptir. Bazı numunelerde ve genellikle de aynı numunenin muayyen yerlerinde konsantre olmaktadır. Çoğunlukla spekülait, kuvars ve bazen de biksbiyit, kalsit, diyopsitle birlikte numunelerin bantlaşmasına uyumlu sıralanan hollandit oluşumları (Foto 6), bazen de gang minerali kalsit içine doğru uzanan azamî 80-100 mikron eninde lamelcikler şeklinde (Foto 7), ayrıca biksbiyitin çatlak ve aralarını doldurmakta, biksbiyitin etrafım konsantrik kabuklu, böbreğimsi oluşumlar şeklinde sarmaktadır.

Hollandit çeşitli doğrultularda değişik olmakla beraber (110) yüzeyine paralel çok sayıda dilinim yüzeyi içerdiğinden parlatılması oldukça güçtür. Refleksiyon pleokroizması havada bariz ve yağda kuvvetli olarak saptanmıştır. Kuvvetli anizotrop olan hollandit önemli renkler göstermemektedir. Yağda hollandit oluşumlarının kenarlarında kahverengi iç refleksler izlenmiştir.

Nadiren 4-5 mm boyunda 2-3 mm eninde olabilen hollandit genel olarak daha ufak oluşumlar halinde izlenmiştir. Numunenin şistimsi yapısına paralel olarak uzanan bu ufak hollanditler azamî 200-250 mikron boyunda, 80-100 mikron enindedirler. Hollanditle şistimsi yapıya paralel uzama spekülait nazaran daha iyi sayılır.

Hollandit içinde bazen biksbiyit ve hematit tanecikleri izlenmiştir. Bilhassa braunitin çatlak ve aralarının hollandit tarafından doldurulması ve bazen kenarları boyunca sarılan çok ince hollandit kuşağı içinde braunit taneciklerine rastlanması, hollanditin az bir kısmının braunitten dönüşerek oluştuğu izlenimini vermektedir.

Hollandit, braunit ve biksbiyitçe zengin bir numune (Y/4.M) yaş analize verilmiş ve numune içinde % 3.75-4 arasında büyük kısmı hollanditten ileri gelen baryum oksit saptanmıştır. Ayrıca ağır sıvı ve izodinamik manyetik separatör yardımıyla hollanditçe zenginleştirilmiş bir numune X-ray difraksiyonla incelenerek, elde edilen değerler Tablo 3, sütun III te verilmiştir.

İri hollandit bugüne dek yalnız Hindistan'ın birkaç zuhuratında ve İsveç-Lappland-Njunjes'te bulunan Ultevis'te saptanmıştır. Adı geçen bu zuhurlar, jeolojik bakımdan büyük farklılıklar göstermektedir. Hollandit, Hindistan'da kontakt metamorfizmaya uğrayarak değişen sedimenter manganez cevherlerinden, Ultevis'te yüksek termal-pegmatitik cevherleşmeye maruz kalan eskiden porfir tüfler olan kayaçların değişmesinden oluşmuştur (Ödman 1947, 1950). Her iki yerde de hollandit, biksbiyit, braunit, piemontit, jakobsit ve hematit gibi minerallerle birlikte bulunmaktadır. Ultevis'te ayrıca molibdoşelite de rastlanmıştır (Ramdohr, 1960).

Bir tek hollandit kristali üzerinde Jeol elektron mikroprobu ile yapılan kalitatif çalışmada, mineralde Fe, Mn, Ba, K ve Al elementlerinin mevcudiyeti tespit edilmiştir.

*Biksbiyit.* — İncelenen numunelerde braunit oranla daha az miktarda bulunmaktadır. Çıplak gözle ara mineralden ayırt edilmesi güç olup, parlak kesit yüzeyinde braunit ve ara mineralden kolayca ayırt edilmektedir. Çıplak gözle rengi kahverengimsi-siyah, parlaklığı metalik olarak saptanmıştır. Braunitten farklı olarak çok zayıf bir manyetik özelliğe sahiptir. Biksbiyit, braunit ve ara mineral sertliklerine eşit (parlak kesitte yan yana bulduklarında rölyef farkı yok) ve bunlar dışında bulunduğu diğer opak ve gang minerallerininkine yakın bir sertliğe sahip olduğundan çok iyi parlatılabilmektedir. Biksbiyitin Vickers sertliği Tablo 8 de verilmiştir.

Biksbiyitin refleksiyon rengi grimsi-kahverengi, fakat sarımsı bir ton- göstermektedir. Refleksiyon şiddeti (Tablo 9) braunit ve ara minerale nazaran yüksek sayılır. Biksbiyit maden mikroskopuyla çok şiddetli ışık altında (halojen ampulü kullanıldığında) incelendiğinde biksbiyitte çok zayıf bir anizotropiye rastlanmış, fakat iç reflekslere rastlanmamıştır.

Azamî 1 cm büyüklükte olan idiomorf biksbiyit oluşumları hemen her zaman braunit ve ara mineralle yan yana iç içe büyümüş olarak izlenmiştir. Kısmen ksenomorf-hipidiyomorf idiyoblastik

doku gösteren biksbiyit, kısmen de çok güzel idiyomorf oluşumlar şeklinde izlenmiştir (Wijkerslooth, 1956). İdiyoblastik biksbiyitler içinde bazen idiyomorf, bazen de ksenomorf kuvars, hematit (Foto 8, 9), çok eser miktarda braunit ve ara mineral kapanımları izlenmiştir. İdiyomorf biksbiyitlerin büyük bir kısmı bariz ve iyi gelişmiş küp sistemde kristallenmiş (Foto 9), çok az bir kısmı da lameller şeklinde bulunmaktadır (Foto 10). Lamellerin boyları azamî 150-200 mikron, enleri 50-70 mikron olmaktadır. Ayrıca biksbiyit içinde nadiren braunit.damarcıkları izlenebildiği gibi, braunit içinde de biksbiyit damarcıklarına rastlanmıştır.

Biksbiyit ve braunitçe zengin bir numune de her iki mineralin de bariz kataklastik doku gösterdikleri saptanmıştır. Kataklastik çatlaklar kısmen hollanditle doldurulmuştur. Aynı numunede biksbiyitte ayrıntı lamellerine paralel olarak uzanan dilinim yüzeyleri görülmüştür.

Biksbiyit içinde çok güzel, bazen birkaç doğrultuda uzanan braunit ve ara mineral ayrıntı lamelcikleri izlenmiştir (Foto 11). P. Ramdorh'un da (1960) belirttiği gibi mikroskopik özellikleri bakımından jakopside çok benzeyen biksbiyitin mikroskopta tanınmasında adı geçen bu ayrıntı lamelleri çok faydalı olmaktadır. Ayrıca iri bir biksbiyit kristalinin oluşturduğu numuneden çekilen X-ray difraksiyon değerleri Tablo 3, sütun I de verilmiştir.

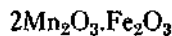
Biksbiyit minerali Jeol elektron mikroprobunda tetkik edilmiş ve dört adet biksbiyit (Yozgat-Sarıkaya) analizi ile Mason (1942) tarafından yayınlanan sitaparit analizi Tablo 7 de verilmiştir.

**Tablo - 7**

Major oksitler	1. Biksbiyit kristal		2. Biksbiyit kristal		Sitaparit (Mason, 1942)	Ara mineral	
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	62.70	61.85	60.67	62.02	63.33	—	—
MnO	—	—	—	—	—	43.220	43.270
MnO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	26.890	26.490
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36.34	36.69	35.41	34.99	27.60	21.675	22.802
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.28	0.27	0.29	0.32	1.02	0.002	—
MgO	0.42	0.35	0.41	0.37	1.02	0.334	0.312
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—
SiO <sub>2</sub>	0.50	0.53	0.47	0.39	1.17	5.080	5.033
CaO	0.08	0.12	0.09	0.06	6.14	2.320	2.023
BaO	0.15	0.22	0.14	0.12	0.10	0.064	0.064
H <sub>2</sub> O(100° C)	—	—	—	—	—	—	—
Fazla (O)	—	—	—	—	35.0	—	—
<b>Toplam:</b>	<b>100.46</b>	<b>100.03</b>	<b>97.48</b>	<b>98.27</b>	<b>100.82</b>	<b>99.605</b>	<b>99.994</b>

**Not:** Bu tablo Yozgat-Sarıkaya bölgesinden alınan iki ayrı biksbiyit kristaline ait dört adet ve yine aynı bölgede ortaya çıkan ara minerale ait iki adet analiz sonuçlarını gösterir. Analizler (no. 5 hariç) Jeol elekt. mikroprobu ile yapılmıştır. Beş numaralı analiz sitaparit mineraline ait olup, Hindistan, Merkezi Eyaletler, Sitapar bölgesinden alınmıştır (Mason, 1942).

Tablo 7 den anlaşılacağı gibi Yozgat-Sarıkaya bölgesinde ortaya çıkan biksbiyit, kimyasal bakımdan Tablo 7 deki V no.lı sitaparit analizine benzemektedir. Ancak Yozgat biksbiyiti sitaparite göre Fe bakımından daha zengin, Ca yönünden daha fakirdir. McConnell (1967) tarafından ileri sürülen hesaplama metodunu kullanarak Tablo 7 de II no.lı analiz sonuçlarını 15 oksijen atomuna bağlamak suretiyle elde edilen biksbiyit formülü aşağıda verilmiştir:



Biksbiyit minerali üzerinde yapılan mikrosertlik (VHN) ölçüm sonuçları Tablo 8 de verilmiştir.

Tablo - 8

Tatbik edilen ağırlık (gr)	Bastırma kare köşegeni uzunluk ortalaması (mikron)	Vickers değerleri VHN (kg/mm <sup>2</sup> )
50	95	1027
100	135	1017
200	194	985

Biksbiyit minerali üzerinde yapılan refleksiyon ölçüm sonuçları Tablo 9 da verilmiştir.

Şartlar:

Stop: 5

Objektif: × 40

Standart: Wolfram Carbide, 061, Zeiss

Tablo - 9

nm	Numunedan okunan refl. ölçümü	Standarttan okunan refl. ölçümü	Standart katsayısı	Refleksiyon (%)
470	5	10	46.55	23.22
550	14	26	45.70	24.60
580	13	25	45.40	23.61

*Ara mineral.* — Braunit, biksbiyit arasında değişen bir sertlik (Tablo 10), renk tonu ve refleksiyon şiddeti (Tablo 11) göstermekte, ayrıca bu iki minerale nazaran çok daha az miktarda bulunmaktadır. Kısmen braunit ve biksbiyitle birlikte bu mineraller arasında bulunan ara oluşum, kısmen de bu minerallerden yalnız biriyle bir arada bulunmaktadır. Biksbiyitle beraber bulunduğu ara mineral genel olarak biksbiyit içinde ayrıntı lamelleri meydana getirmektedir. Ara mineral, biksbiyitle çok güzel ve çoğunlukla çeşitli doğrultularda uzanan kompleks ayrıntı lamelleri oluşturmaktadır (Foto 12, 13). Diğer taraftan bu ara mineral içinde çok muntazam ve bir doğrultuda biksbiyit ayrıntı lamelleri uzamaktadır (Foto 10). Bazen lameller halinde uzanan biksbiyitle bitişik ve paralel uzanan ara mineralden lameller de bulunmaktadır. Yalnız braunitle birlikte yan yana ve braunit içinde ufak tanecikler şeklinde bulunan ara mineral oluşumları, braunitle hemen hiç ayrıntı lamelleri meydana getirmemektedir.

Bütün uğraşılara rağmen biksbiyit gibi ara mineral içinde de iç reflekslere rastlanmamış, fakat braunitten daha zayıf da olsa, bir anizotropi izlenmiştir. Ayrıca ara mineral içinde de hematit, hollandit ve kuvars kaparımları saplanmıştır.

Ara mineralin de, braunit, hollandit ve biksbiyit gibi kontakt veya rejyonel metamorfizmaya maruz kalmış—örneğin, Hindistan'ın Sitapar, Güney Afrika'nın Postmasburg ve İsveç'in Lagban, Ultevis (Lapland) ve Arjantin'in Rio Chubut yatak ve zuhurlarında olduğu gibi (Ramdorh, 1960)—sedimenter kökenli metamorfik manganez yatak ve zuhurlarında bulunabileceği kabul edilmektedir.

Ara mineral ayrıca Jeol elektron mikroskopu ile incelenmiş ve elde edilen ara minerale ait iki adet analiz neticesi Tablo 7 de verilmiştir.

Ara mineral üzerinde yapılan mikrosertlik (VHN) ölçüm sonuçları Tablo 10 da verilmiştir.

Tablo - 10

Tatbik edilen ağırlık (gr)	Basılan kare köşegeni uzunluk ortalaması (mikron)	Vickers değerleri VHN (kg/mm <sup>2</sup> )
50	91	1119
100	131	1080
200	192	1006

Ara minerali üzerinde yapılan refleksiyon ölçüm sonuçları Tablo 11 de verilmiştir.

Şartlar:

Stop: 5

Objektif: × 40

Standart: Wolfram Carbide, 061, Zeiss

Tablo - 11

nm	Numuneden okunan refl. ölçümü	Standarttan okunan refl. ölçümü	Standart katsayısı	Refleksiyon (%)
470	8	17	46.55	21.91
550	15	32	45.70	21.42
580	15	30	45.40	22.70

*Kriptomelan.* — Biksbiyit ve hollanditçe zengin bir numunede çatlak dolgusu olarak bulunmakta olup, mikroskopik özellikleri bakımından aynı numunedeki hollandite çok benzemektedir. Adı geçen numunenin çatlağından alınan bir numune X-ray difraksiyonla incelenmiş ve kriptomelanın varlığı saptanmıştır. Ayrıca braunit etrafında ve çatlaklarında da kriptomelana rastlanmıştır (Foto 14).

*Pirolüzit.* — Numunede çok eser miktarda bazen braunitin çatlakları ve kenarları boyunca dönüşmesiyle oluşmuştur. Ayrıca gang minerali kalsit içinde hollandit yanında ve içinde de pirolüzit saptanmıştır.

#### Gang mineralleri

*Kuvars.* — Maksimum 1.8 mm ve minimum 0.04 mm arasında değişen tane büyüklüklerindeki kuvars, genellikle hipidiyomorfik ve çok az miktarlarda idiyomorfik formlarda ortaya çıkmaktadır. Şistozite yönünde uzamış olan kuvars kristalleri, kenetlenmiş bir yapı ve dalgalı bir sönme göstermektedir. Kuvars kristallerinden oluşmuş bantlar ile kuvars kristal sınırları arasında ve ayrıca çok ince taneler şeklindeki içerimler halinde kuvars kristalleri içinde opak mineraller ortaya çıkmaktadır.

*Kalsedon.* — Çatlakları doldurmuş olarak izlenir. Bantlı ve yer yer sferoidal bir yapı göstermektedirler.

*Kalsit.* — Bu mineral numunelerde genellikle kuvarsa nazaran az miktarlarda ortaya çıkmakta olup, yalnız 93753 no. lu numunede hâkim mineral durumundadır. Bu numuneye ait ince kesitte, tane irilikleri 1 mm ye kadar erişen, hipidiyomorfik formlarda, şistozite yönünde uzamış ve kendi aralarında kenetli bir yapı gösteren kalsit kristalleri, opak minerallerle birlikte kalsitçe zengin bir bantlanma teşkil ederler. Tıpkı kuvars kristallerinde olduğu gibi, opak mineraller kalsit kristal sınırlarında ve kalsit kristalleri içinde inklüzyonlar halinde izlenmiştir.

Tablo - 12

Lokasyon : Yozgat-Sarıkaya-Burunçışla-Uzunbuyn

Min. Servisi Lab. no. ve işaretleri

Major oksitler	93745 Y/1. M	93746 Y/2. M	93747 Y/3. M	93748 Y/4. M	93749 Y/5. M	93750 Y/6. M	93751 Y/7. M	93752 Y/8. M	93753 Y/9. M	93754 Y/10. M	93755 Y/11. M	93756 Y/12. M
SiO <sub>2</sub>	51.10	56.60	58.40	32.10	52.00	51.10	30.50	5.20	13.80	68.60	59.00	0.80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (toplaml)	29.46	41.08	37.10	17.30	37.17	36.31	61.04	59.62	79.10	25.60	38.40	87.23
MnO	9.30	1.03	0.59	36.93	3.38	1.77	2.21	3.77	0.27	0.32	0.10	0.65
CaO	0.42	0.46	0.27	0.72	0.36	0.20	0.30	17.85	3.25	0.86	0.80	7.00
BaO	2.60	0.15	0.04	3.75	0.70	0.35	0.50	0.30	0.01	0.01	0.01	0.07
Toplam	93.88	99.32	94.40	90.80	94.06	89.73	94.55	86.74	96.43	95.39	98.31	95.75
Mineraller: (Çağatay & Kraeff, 1974) % †	kuvars hematit hollandit	kuvars hematit hollandit	kuvars hematit hollandit	kuvars hematit biksbiyit hollandit braunit neral pirolüzit	kuvars hematit hollandit biksbiyit braunit ara mi- neral	kuvars hematit hollandit	kuvars hematit hollandit diyopsit	kuvars hematit biksbiyit braunit ara mi- neral pirolüzit kalsit	kuvars hematit hollandit kalsit	kuvars hematit kalsit	kuvars hematit granat	kuvars hematit kalsit

Analizler : XRF : T. Akyüz, E. Alparslan ve T. Saltoğlu

Yaş Kimya : M. Buğday, F. Çoğürses

*Granat.* — Bu mineral kuvars-opak mineral bantlanmaları arasında, kalınlıkları 2-4 mm arasında değişen bantlanmalar gösterir. Genellikle hipidiyomorfik formlardaki granat kristal toplulukları halinde ortaya çıkarlar. Kataklastik bir parçalanma gösteren granat kristalleri 0.72 mm ile 0.018 mm arasında değişen büyüklüklerde (Foto 15). İçlerinde yuvarlanmış formlarda kuvars kapanımları içerdikleri gibi, yer yer çok az miktarda opak mineral de kapsarlar. Renkleri sarı ve kırılma indisi  $n=1.870$  tir. Numunelerden manyetik separatör ve ağır sıvı metotları kullanılarak yapılan separasyonla ayrılan granat mineralleri üzerindeki X-ray difraksiyon çalışması neticesi Tablo 3, sütun IV te verilmiştir. Gerek X-ray difraksiyon çalışması sonuçları, gerekse de kırılma indisi  $n=1.870$ , granat minerallerinin andradit olduğunu işaret etmektedir.

*Barit.* — Bu mineral yalnızca 93751 Min. Lab. no. lu numunede çok eser miktarda izlenmiştir. Rensiz, (001) düzlemine göre ikizlenme ve (110) düzlemine göre polisentetik ikizlenmeler gösteren hipidiyomorfik kristaller halinde ortaya çıkarlar (Foto 16, 17). Numunelerde çok az miktarda ortaya çıktığından daha detaylı bir mineralojik çalışma yapılması olanağı bulunamayan bu mineralin içinde yer yer opak oluşumları da izlenmiştir. Ayrıca çatlak dolgusu olarak da bulunmaktadır.

#### YATAĞIN JENEZİ

incelenen parlak kesitlerde maden mineralleri olarak fazla miktarda spekülarit yanında sırasıyla az miktarda braunit, hollandit, biksbiyit, ara mineral, kriptomelan ve eser miktarda pirolüzit; ince kesitlerde fazla miktarda kuvars, daha az miktarda kalsit ve eser miktarda mika, andradit ve barit izlenmiştir. Bütün bu mineraller genel olarak şistoziteye paralel sıralanarak tabakalı bir yapı meydana getirmektedirler. Maden mineralleri içeren numunelerin çok ince milimetre kalınlığında tabakacıklardan oluştuğu ve gang mineralleriyle bantlı bir yapı meydana getirdiği bariz olarak görülmektedir. Ayrıca maden mineralleri bakımından zengin ve fakir numuneler bulunduğu gibi, bazı numunelerde braunit, biksbiyit, hollandit, kriptomelan gibi Mn içeren mineraller oldukça fazla miktarda bulunmakta, öyleki, bu mineraller bazen ana maden minerali spekülaritten de daha fazla bulunabilmektedirler. Uzunkuyu ve Atkayası yarmalarından elde edilen 12 adet tipik karot numunesinden M.T.A. Enstitüsü Kimya ve Spektro-Kimya Laboratuvarlarında yaş kimya ve XRF metotlarıyla yaptırılan Fe, Mn, Ca, Ba, Si analizleri de bu görüşümüzü doğrulamaktadır (Tablo 12). Bunlardan hollanditçe nispeten zengin bir numunede de (Y/4M) % 3.75-4 civarında BaO bulunmuştur.

Bir taraftan maden minerallerinin sedimenter kökenli kuvarsit, mikaşist ve kalkerlerle ardalanmalı tabaka oluşturmaları ve kendi arasında tabakalaşmış olması, diğer taraftan kapsadığı mineral kapsamı bu yatağın ilk başta bir göl veya sığ bir deniz suyunda sedimentasyonla oluştuğunu kanıtlamaktadır (Cissarz, 1965; Petrascheck, 1961). Böylece sedimenter kökenli olduğu kabul edilen metamorfik Sarıkaya manganezli demir yatağın oluşturan sedimentasyon koşullarının tartışılması faydalı olabileceği düşüncesine varıldığından, burada bu konu üzerinde durulacaktır. Numunelerde çok ince bir tabakalaşma bulunması, dolayısıyla bantlı bir doku göstermesi, bu bantların mikroskobik bir büyüklüğe kadar inmesi ve bir tabakada aynı bandın defalarca tekrarlanmış olması, sedimentasyon koşullarıyla yakından ilgilidir.

Genel olarak normal sedimenter demir yataklarında böyle ince bantlı dokuya rastlanmamaktadır. Böyle bir tabakalaşma, sedimentasyon havzasına Sediment taşıyan akarsuların periyodik azalış çöğalmasına, pH değerinin alçalıp yükselmesine kısacası periyodik değişen materyel taşınmasına bağlı olarak oluşmuştur. Öyleki, sedimentasyon havzasına fazla yağışlı devrelerde mekanik aşınmayla kuvars, az, yağışlı veya hiç yağış olmayan sürelerde kimyasal aşınmayla oluşan ve sonradan yağışlı devrelerde çözümler halinde demir ve mangan hidroksitlerinin taşındığı aklı gelmekteyse de, diğer taraftan numunelerde hiçbir primer ağır minerale rastlanmamış olması, SiO<sub>2</sub> kapsamında mekanik yoldan ziyade kimyasal çözelti olarak sedimentasyon havzasına taşındığını göstermektedir.

Bugünkü durumuyla rejyonel metamorfik bir yatak olarak bulunan Yozgat-Sarıkaya manganezli demir yatağını oluşturan Sedimentlerin, metamorfizmayla kendi aralarında (dışarıdan herhangi bir madde ilâvesi olmadan) madde değiştirmeleri gerçekleşmiştir. Bu madde alışverişini sedimentler içinde bulunan H<sub>2</sub>O ve CO<sub>2</sub> gibi bileşimler şüphesiz kolaylaştırmıştır. Böylece sedimentasyonla başlayan metamorfizma zamanla maden yatağının mineral bileşimlerini, yapı, doku ve şeklini değiştirmiştir. Örneğin (OH) içeren demir ve mangan-hidroksitler suyunu kaybederek demir oksit (spekülarit) ve mangan oksitlerine dönüşmüştür. Demir ve mangan mineralleri ve kuvarsın birbiriyle reaksiyona girerek braunit ve biksbiyit oluşmuştur. Cevherin yapı ve dokusu büyük değişikliğe maruz kalmışsa da, nadiren cevherde jel dokusu gösteren primer kalıntılara rastlanabilmektedir. Demir minerali hematit tamamen rekristalizasyona uğramış ve metamorfizmanın etkisiyle cevherin primer yapı ve dokusu tamamen kaybolmuştur. Bilhassa hematit ve hollandit, kısmen de biksbiyit ve kuvars tabakalaşmaya paralel olarak uzamışlardır.

Bazen cevher numunelerinde tabakalaşmayı kesen kuvars ve kalsit, barit damarcıkları görülmektedir. Bu damarlar içinde biksbiyite rastlanması, böyle damar ve damarcıkların metamorfizma esnasında hidrotermal çözeltilerden mezotermal, belki de katatermal koşullar altında oluştuğunu göstermektedir. Bu tip metamorfik yataklarda braunitin yalnız başına bulunması zayıf, fakat biksbiyit ve hollanditle birlikte bir arada bulunması yüksek bir metamorfizmaya işaret etmektedir (Schneiderhöhn, 1962).

### SONUÇ

Bu çalışmada, «Yozgat-Sarıkaya manganezli demir yatağının» detaylı bir mikroskobik etüdü yapılarak, elde edilen parajenez verileri arazideki gözlemlerle birleştirilmiş ve yatağın jenezi hakkında önemli bazı sonuçlara varılmıştır.

Bu çalışma ileride arazide yapılacak maden yatakları etütlerine yardımcı olacağı gibi, yapılacak cevher zenginleştirme ve izabeyle ilgili teknolojik çalışmalara da ışık tutacaktır.

### TEŞEKKÜR

Cengiz Koşal'a yatağın jeolojik durumu hakkındaki görüşlerimizi tamamlayıcı bazı bilgiler verdiğinden, Dr. G. Elgin'e braunit mineralini tayin ettiğinden, Doç. Dr. O. Baysal'a braunit ve biksbiyit minerallerinin X-ray difraksiyon diyagramlarını çektiğinden, Fahrettin Çokgürses'e ve Metin Buğday'a yataktan alınan bazı numunelerin kimyasal analizlerini yaptıklarından ve aynı numunelerin XRF metoduyla analizlerini yapan T. Akyüz, E. Alparslan ve T. Saltoğlu ile Jeol elektron mikroprob analiz verilerinin derlenmesinde yardımcı geçen E. Aydın'a ve M.T.A. Enstitüsü Laboratuvarlar Şubesi Müdürü Dr. N. Oğan'a bizlere bu çalışmayı yapmamızda gerekli bütün imkânları sağladığından dolayı teşekkür etmeyi bir borç biliriz.

*Yayına verildiği tarih, 13 haziran 1975*

## REFERANS

- CİSSARZ, A. (1965): Einführung in die allgemeine und Systematische Lagerstättenlehre. *E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung*, Stuttgart.
- ÇAĞATAY, A. & KRAEFF, A. (1974): «Yozgat-Sarıkaya-Burunkışla-Uzunkuyu» işaretle gelen numunelerin mineralojik tetkik raporu. *M.T.A. Lab. Şb.*, 22 ekim 1974, 270/8380.
- HELKE, A. (1955): Beobachtungen an türkischen Minerallagerstätten. *N. Jhrb. Min. Abh.* 88.
- MASON, B. (1942): Bixbyite from Langban. The identity of bixbyite and sitaparite. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd 64, H. 2, S. 122.
- McCONNELL, D. (1967): Crystal chemical calculations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 31, s. 1479-1487.
- ÖDMAN, O. (1942): Manganese mineralisation in the Ultevis district, Jokkmokk, N. Sweden. *Sver. Geol. Unders. Arsbok*, p. 1. 41, 905. p. 2. Mineral notes, 44, 1-28 (1950).
- PETRASCHECK, W.E. (1961): Lagerstättenlehre, 2. Auflage Wien, *Springer Verlag*.
- RAMDORH, P. (1960): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. *Akademie Verlag*, Berlin.
- SCHEIDERHÖHN, H. (1962): Erzlagerstätten, Kurzvorlesungen zur Einführung und Wiederholung 4. Auflage. *Gustav Fischer Verlag*, Stuttgart.
- WIJKERSLOOTH, P. de. (1956): Erzmikroskopische Beobachtungen an einigen sekene Erzminerale der Türkei. *M.T.A. Bull.*, no. 48, Ankara.



Foto 1 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Spekularit (beyaz ve iyi parlamış), hollandit (gri ve hematite nazaran daha az parlamış) yan yana tabakalanmaya paralel uzamışlardır. Gang minerali kuvarstür (siyah).

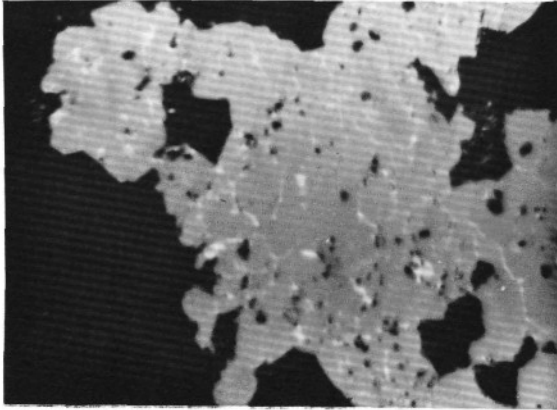


Foto 2 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Braunit (gri), hematit (beyaz). Braunit oluşumları kristal sınırları boyunca ince hematit kuşağıyla çevrilmiştir. Gang minerali kuvarstür (siyah).

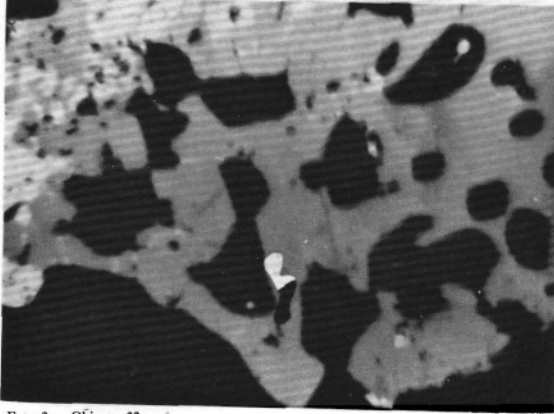


Foto 3 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Braunit (koyu gri), bixbiyit (gri), hematit (beyaz), kuvars (siyah). İdiyoblastik doku gösteren braunitler içerisinde kuvars kapantıları izlenmektedir.

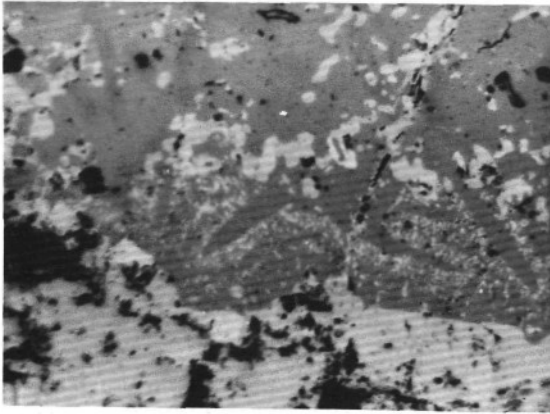


Foto 4 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Braunit (gri), hematit (açık gri ve beyaz) çatlak, delikler ve gang mineralleri (siyah). İnce hematit taneçikleri braunitin zonlu yapısını belirlemektedir.

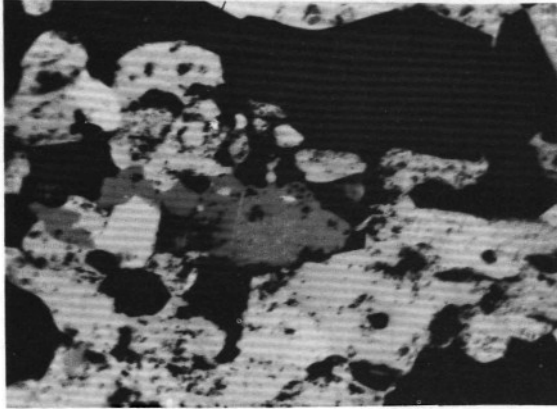


Foto 5 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  gliserin yağında). Braunit (koyu gri), hematit (acı gri ve beyaz) gang minerali kuvars (siyah), biksbiyit (gri), hollandit (hematite benzer fakat daha az parlayan).Braunit içinde çok ince taneli biksbiyit tanecikleri izlenmektedir.

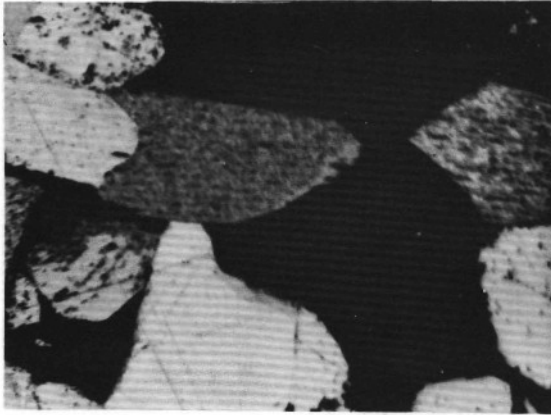


Foto 6 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Hollandit (koyu gri, iyi parlamış), hematit (beyaz), gang minerali kuvars (siyah). Hollandit ve hematit bantlaşmaya uyumlu uzamalar göstermektedir.

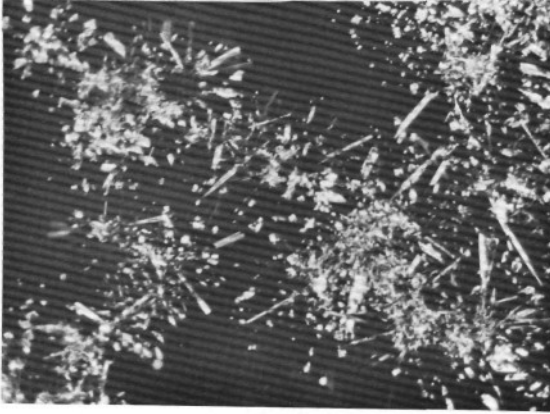


Foto 7 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Hollandit (beyaz), gang minerali kalsit (siyah). Kalsit içinde çeşitli doğrultularda uzanan hollandit lamelcikleri.

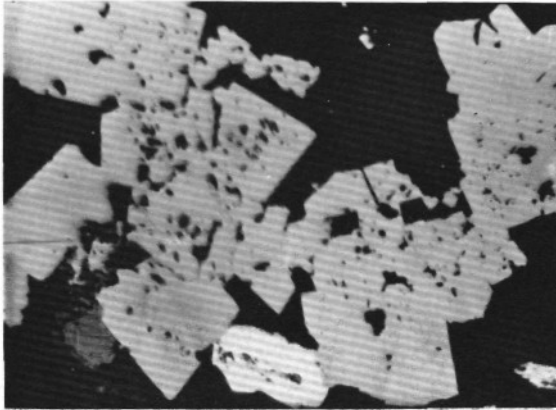


Foto 8 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Biksbiyit (gri), hematit (beyaz), gang minerali kuvars (siyah). İdiyoblastik doku gösteren, idiomorf biksbiyit kristal topluluğu.

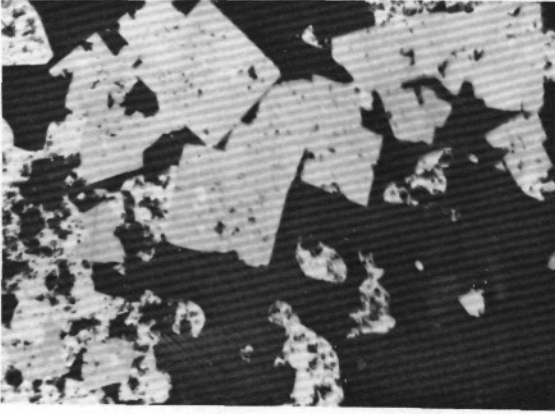


Foto 9 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Biksbiyit (gri), hematit (beyaz), hollandit (beyaz, az parlamsı). Biksbiyit içinde kuvars ve hematit taneçikleri izlenmektedir.

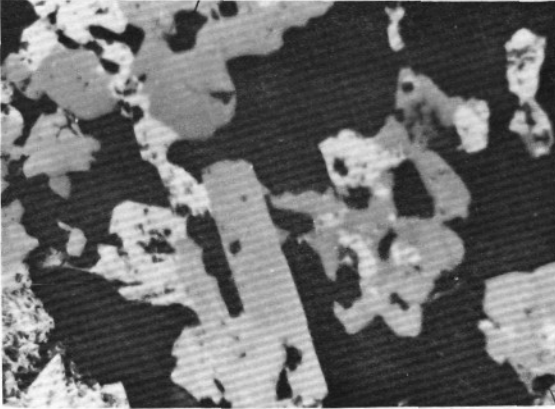


Foto 10 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Biksbiyit (gri), braunit (koyu gri), ara mineral (açık gri ve biksbiyitle yan yana), hematit (beyaz), hollandit (beyaz, az parlamsı), gang minerali kuvars (siyah). Lameller şeklinde biksbiyit ve ara mineral yan yana izlenmektedir.

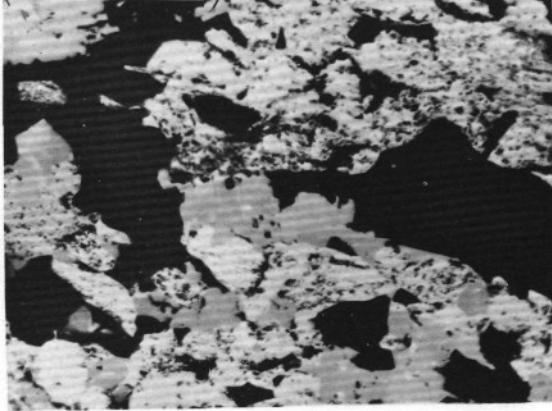


Foto 11 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Braunit (gri), biksbiyit (açık gri), hematit (beyaz ve iyi parlamış), hollandit (beyaz ve az parlamış), gang minerali kuvars (siyah). Biksbiyit içinde çok güzel, birkaç doğrultuda uzanan braunit ayrıntı lamelcikleri (ortada) izlenmektedir.

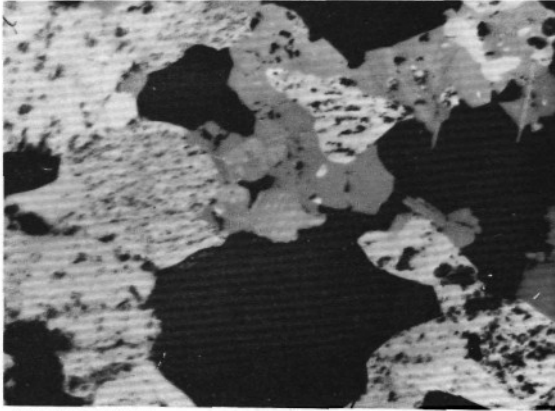


Foto 12 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Braunit (koyu gri), ara mineral (gri), biksbiyit (açık gri), hematit (beyaz ve iyi parlamış), hollandit (beyaz ve dilinimlerinden dolayı az parlamış), gang minerali kuvars (siyah). Ara mineral, biksbiyit ve braunit çeşitli doğrultularda uzanan kompleks ayrıntı lamelcikleri oluşturmaktadır.

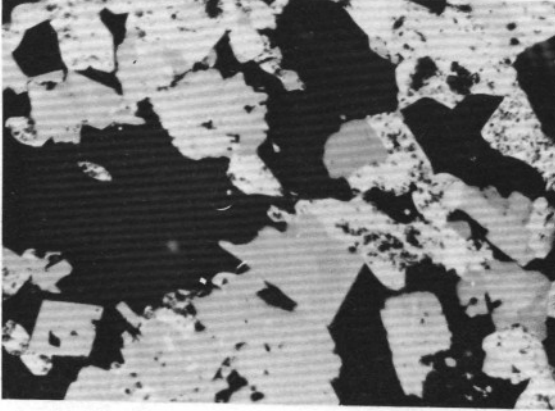


Foto 13 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Biksbiyit (açık gri ve idiyomorf), braunit (biksbiyite nazaran daha koyu gri), ara mineral (gri), hematit (beyaz), hollandit (beyaz az parlamsı), gang minerali kuvars (siyah). Ara mineral ve biksbiyit kompleks ayrıntı lamelcikleri oluşturmaktadır.

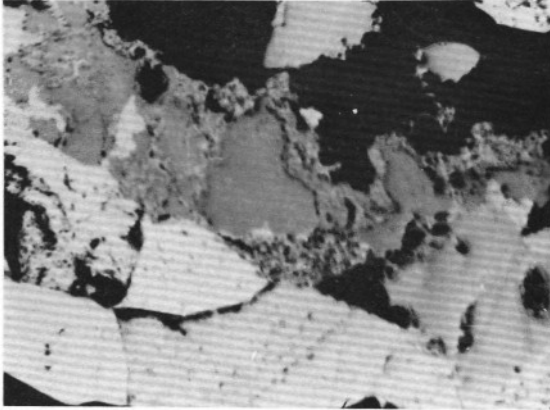


Foto 14 - Obj:  $\times 32$

Oküler:  $\times 10$  (gliserin yağında). Braunit (koyu gri), biksbiyit (gri), kriptomelan (braunit etrafında ve çatlaklarında, iyi parlamamış gri renkli), hematit (beyaz ve çok açık gri), gang minerali kuvars (siyah). Kriptomelan braunitin etrafını sarmakta ve çatlaklarını doldurmaktadır.

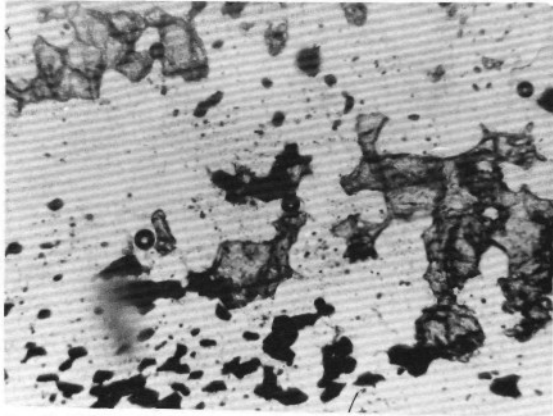


Foto 15 - Obj:  $\times 10$

Oküler:  $\times 10$  (polarize ışık). Granat (koyu gri, yüksek rölyefli ve çatlaklı), kuvars (beyaz sahalar) ve opak mineraller (siyah renkli) izlenmektedir.

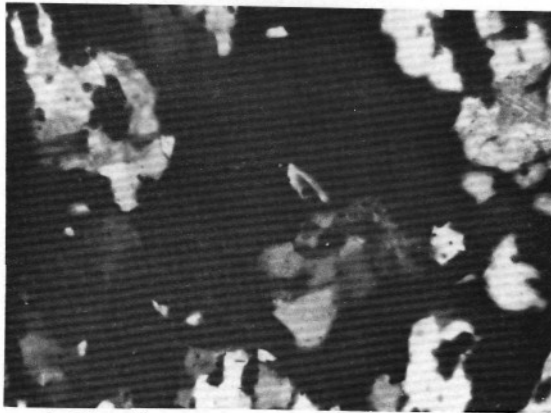


Foto 16 - Obj:  $\times 10$

Oküler:  $\times 10$  (çapraz nikol). Barit (sol ve sağ köşelerde), (001) düzlemine göre ikizlenme ve polisentetik ikiz lamelleri göstermektedir. Beyaz, açık gri sahalar kuvars kristal topluluklarından oluşmuştur.

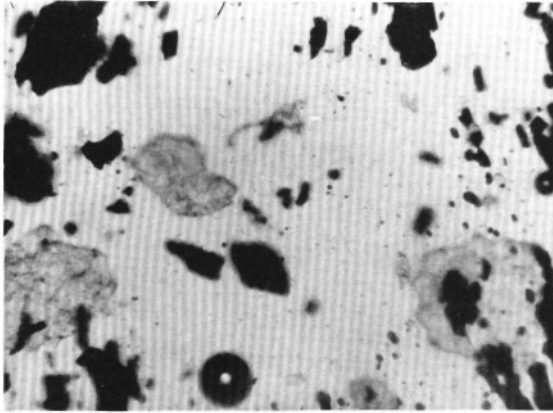


Foto 17 - Obj:  $\times 10$   
Oküler:  $\times 10$  (Polarize ışık). Foto 16'nın aynısıdır. Siyah kısımlar opak minerallerdir.