

MAKİNAVİT MİNERALİ İÇEREN KANGAL - YELLİCE KAROT NUMUNELERİNİN MADEN MİKROSKOPİSİ ETÜDÜ

Ahmet ÇAĞATAY

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

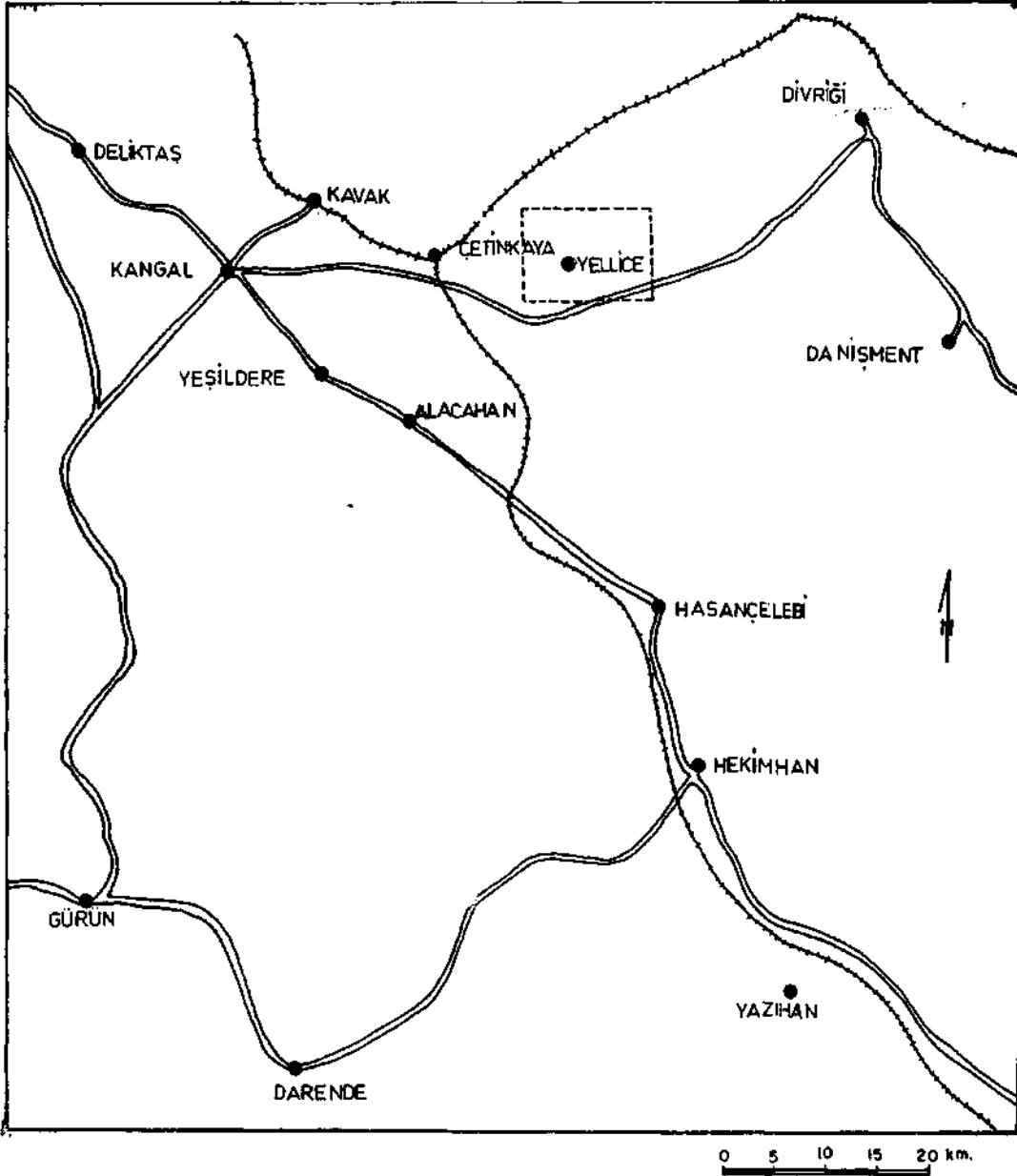
ÖZET. — M.T.A. Enstitüsünün Sivas ili, Kangal ilçesi, Çetinkaya bucağı, Yellice köyü (Şek. 1) demir sondajlarından alınan karot numunelerinin büyük bir kısmı M.T.A. Enstitüsü Mineraloji ve Petrografi Servisinde serpantinit olarak tayin edilmiş olup, numunelerin demir cevherinin ana minerali olan manyetit yanında çok az miktarda fakat çok sayıda diğer sülfütlü ve oksitli maden mineralleri içerdikleri saptanmıştır. Numunelerdeki sülfüdi maden mineralleri miktarına göre: pirotin, makinavit, pirit, pentlandit, millerit, molibdenit, kalkopirit, bravoit, antimonit, sfalerit ve galenit; oksitli ve hidroksitli maden mineralleri manyetit, kromit+spinel, rutil+lökoksen, hematit ve limonit olarak sıralanmakta olup, oluşumları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

GİRİŞ

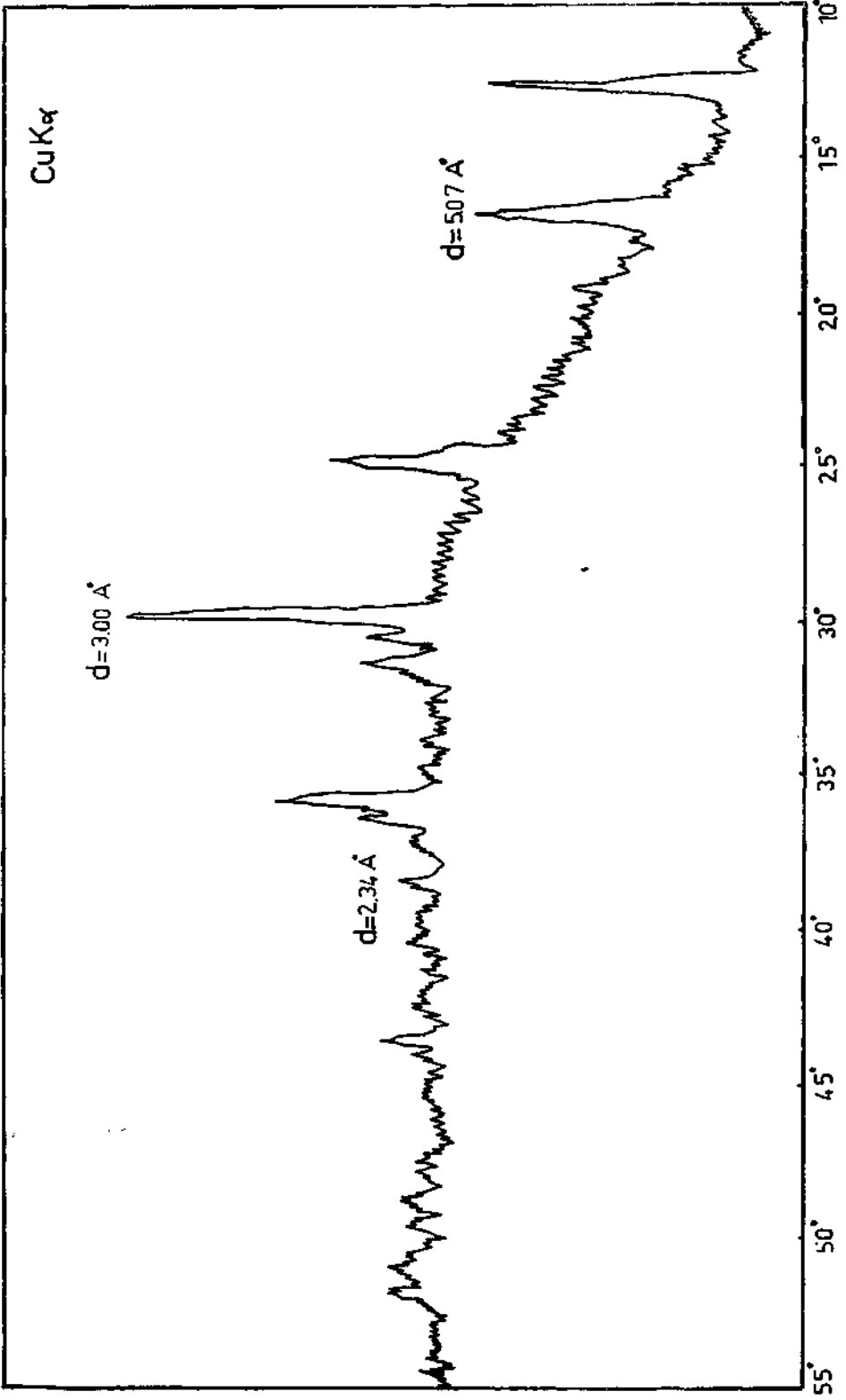
Yellice köyü (Şek. 1) demir projesi için yapılan arama sondajlarında karotlardan alınan numuneler, tayinlerinin yapılması için Mineraloji ve Petrografi Servisine gönderilmiş ve uzman elemanlar tarafından incelenen numunelerin büyük bir kısmı serpantinit olarak saptanmıştır. Serpantinit numuneleri balık ağı tekstürü gösteren serpantin mineralleri, klinopiroksen reliikleri (kalıntıları), bastit reliikleri (ortopiroksen psödomorfları) krizotil damar ve damarcıkları, ince yapraklar halinde klorit, brusit ve flogopit; ayrıca opal, kalsit, dolomit ve opak mineraller içermektedir. Diğer bir numune aktinolit fels olarak tayin edilmiş olup, numunede uzun çubuk ve lifler halinde aktinolit kristalleri ($ZAC = 15^\circ$), ışınal yapraklar halinde klorit, kalsit, kalsedon ve maden mineralleri izlenmiştir.

Numunedeki maden minerallerinden makinavitin tayini dünyada daha çok yeni, Türkiye'de ise ilk yapılmış olup, elimizdeki referans kitaplarının ancak birinde (P.Ramdohr, 1969, s. 673) makinavit hakkında bilgi bulunabilmesi mümkün olmuştur. Daha önceleri de çeşitli numunelerde eser miktarda rastlanan makinavitin, mikro oluşumlar halinde izlendiklerinden, ayrılmaları ve X-ray difraksiyonla tayinleri yapılamamıştır. Yellice karot numunelerinde biraz daha fazla ve kısmen çıplak gözle izlenebilecek büyüklükte oluşumlar şeklinde bulunması, makinavitin numune ve parlak kesit yüzeylerinden çakı ve iğneyle sökülerek X-ray difraksiyon cihazı için preparat hazırlama işini ve tayinini kolaylaştırmıştır. Makinavitin X-ray difraksiyon tayini M.T.A. Enstitüsü laboratuvarlarında ve Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Bölümünde birkaç numune üzerinde yapılmış ve hepsinde makinavit piklerine, 5.03: 100; 2.97: 80; 2.31, yakın pik değerleri olan 5.07; 3.00; 2.34 elde edilmiştir (Şek.2).

Dünyanın birkaç yerinde rastlanan makinavit minerali hakkında literatürde verilen bilgi ve resimlere bakılırsa, Yellice'de bulunan makinavitlerin bugüne dek dünyanın diğer yerlerinde bulunanlardan her bakımdan çok daha güzel oluşumlar oldukları anlaşılır. Böyle bir çalışma, yurdumuzun çeşitli bölgelerinde çok sık rastlanan makinavit mineralinin tanıtılması, halen demir aramalarının yapıldığı Yellice yöresinin çeşitli maden minerallerinin miktar ve oluşumları hakkında bilgiler vermesi ve ileride karşılaşılabilecek teknolojik problemlere ışık tutması bakımından çok faydalı olacaktır kanısına vardıldıktan sonra hazırlanmıştır.



Şek. 1 - Lokasyon haritası. (Sondaj bölgesi sınırları harita üzerine takribî olarak kesik çizgilerle işaretlenmiştir.)



Şek. 2 - Malinavit mineraline ait karakteristik pikler. Değeri yazılmayanlar manyetit ve antigonit minerallerine aittir.

Makinavit kapsayan sekiz adet tipik Yellice numunesinin birbirine benzeyenleri eşit miktarda karıştırılarak, elde edilen dört adet numunenin M.T.A. Enstitüsü laboratuvarlarında Sb-As-Mo-Cr-Ti-Fe-Ni-Co-Cu-Pb-Zn elementleri bakımından yarı kantitatif Spektrel analizleri yapılmış (film: 520, sıra: 17-18-19-20) ve aşağıdaki neticeler saptanmıştır.

<i>Numune no.</i>	<i>Ni</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sb</i>	<i>As</i>	<i>Mo</i>	<i>Cr</i>	<i>Ti</i>	<i>Fe</i>
1 80829, 80830 80831, 80832	0.15	0.01	0.0015	—	—	0.04	0.1 <	0.01	0.15	0.002	Bütün numunelerde % 10 dan fazla
2 74663	0.07	0.03	0.2	—	0.04 <	—	—	—	0.004	0.0075	
3 78453	0.01	0.0015	0.0007	—	—	0.02	—	—	0.1	0.007	
4 74653, 74654	0.15	0.003	0.001	—	—	0.07	—	—	0.3	0.015	

Bir numaralı numune ayrıca M.T.A. Enstitüsü Analitik Kimya Laboratuvarına verilerek, analize tabi tutulmuş ve numunede % 0.16 Ni ve % 0.13 Co bulunmuştur.

MADEN MİNERALLERİ

SÜLFİTLİ MİNERALLER

Pirotin

En fazla rastlanan sülfütlü maden minerali olup, çeşitli tane iriliklerine sahiptir. Çok iri taneli pirotinler yanında, ortalama 100 mikronluk orta büyüklükte ve daha çok ince taneciklerden oluşan agrega topluluğu şeklinde izlenmektedir. İnce taneli pirotinler, orta büyüklükteki pirotinler içinde pentlandit tanecikleriyle iç içe büyüme göstermektedir. Kısmen de kataklastik tekstür ve muayyen bir yönde uzama gösteren pirotinlerin bir deformasyona maruz kaldığı, böylece açık olarak görülmektedir. Pirotinin kataklastik çatlakları gang mineralleri ve makinavitle, bazen de limonitle doldurulmuştur. Ayrıca pirotin, kataklastik manyetit çatlaklarını ve aralarını, çok güzel dilinim gösteren pirit ve pentlanditin kataklastik çatlak ve dilinimlerini damarcıklar şeklinde doldurmaktadır. Ayrıca çok mükemmel dilinim gösteren piritlerin etrafını da makinavit sarmaktadır.

Pirotin içinde ince manyetit damarcıkları ve hipidiyomorf-ksenomorf ufak manyetit kristalleri yanında, çok bol miktarda ufak pentlandit ayrıntıları ve eser sayıda sfalerit ve kalkopirit tanecikleri izlenmiştir. İri taneli pentlanditlere pirotin içinde nadiren rastlanmaktadır.

Pirotin kataklastik çatlakları ve kenarları boyunca pirit, pirit+manyetit, ayrıca bol miktarda makinavite dönüşmüştür.

Makinavit

(Fe, Ni-Co.....) S formülünde olup, Yellice numunelerinde fazla miktarda bulunmaktadır.

Genel bilgi. — Makinavit içeren serpantin numuneleri koyu gri-siyah renklidirler. Serpantin içinde kısmen çıplak gözle (makroskobik), genel olarak mikroskobik büyüklükte oluşumlar halinde izlenmekte olan makinavit mineralinin çıplak gözle gözlenenleri koyu kahverengi olup, grafitte çok benzemektedir. Grafit gibi makinavit de eli boyamakta ve kâğıda yazı yazabilmektedir. Çizgisi siyah renklidir.

Numune içerisinde gerek çıplak gözle ve gerekse mikroskopik büyüklükte izlenen makinavit oluşumlarının parlak kesitte üstten aydınlatmalı maden mikroskopuyla incelendiklerinde, bunların çok ufak taneli agregata topluluklarından meydana geldikleri görülmektedir. Bundan dolayı makinavitin Vickers sertliğini ölçmek oldukça güçtür. Her ne kadar makinavit de grafit gibi eli boyamakta, kâğıdı çizmekte ise de, tek agregata olarak çok iyi parlatılabildiğinden sertliğinin grafitten yüksek olması gerekir. Sertliğinin düşükmüş gibi intibası, makinavitin çok ince taneli agregalardan oluştuğundan ileri gelmektedir. Makinavit ince kesitte opak olarak görülmektedir.

Parlatılma özellikleri. — Nümunelerdeki makinavitler çok ince taneli agregalardan oluştukları için, tek agregada izlenen iyi parlama özelliği agregata topluluğunda görülmemektedir. Agregaların tabakalanmasız paralel olarak geçen parlak kesit yüzeylerinde ve bilhassa pentlanditlerden dönüşerek oluşan makinavitler çok iyi parlatılabilmekte, fakat tabakalanmayan dik kesit yüzeylerinde iyi parlatılamamaktadır.

Refleksiyon özellikleri. — Çeşitli oluşum ve kesitlerdeki makinavitlerde değişik olmakla beraber, üstten aydınlatmalı maden mikroskopu altında incelendiğinde, havada vallerit ve grafitte çok benzeyen makinavit yağda bunlardan çok daha yüksek bir parlaklığa sahip olduğu görülür. Refleksiyon pleokroizması çok kuvvetlidir. Çapraz nikol (analizatör) alındığında, havada ve yağda çok kuvvetli anizotropi gösteren makinavit anizotropileri, çok yüksek grafit ve molibdenitten de daha kuvvetli anizotrop bir mineraldir.

Kangal-Yellice karot numunelerinin mikroskopik incelemelerinde, çeşitli özellikleri olan makinavitler saptanmıştır.

1. Serpantinit içinde izlenen makinavit. — Büyük kısmıyla olivinlerden oluşan serpantinitlerden ahnan numunelerden yaptırılan ince kesitlerde makinavit opak mineral olarak izlenmektedir. Makinavit, tamamen antigoritleşen, serpantinleşen olivinlerin içinde bazen tam çirkeğinde ufak yaprağımsı Struktür gösteren oluşumlar halinde (Foto 1), kısmen de olivinlerden oluşan antigorit serpantinlerin aralarını doldurmaktadır (Foto 2). Bu çeşit makinavitler diğer makinavitlerden daha parlak ve sarımsı renk göstermektedirler. Serpantinit içinde ince makinavit damarcıkları da bulunmaktadır (Foto 3). Bu damarcıklar şekilleri bakımından kayaçlarda rastlanan limonit damarcıklarına çok benzemekte olup, bazen birkaç makinavit damarcığı bir arada ve yaklaşık olarak paralel olabilmektedirler.

Diğer taraftan piroksenlerden oluşan psödomorf serpantinlerin (bastitler) dilinimlerinin ve çatlaklarının bir kısmı makinavitle doldurulmuş ve etrafları makinavitle sarılmıştır. Bastitlerin paralel dilinimlerini dolduran makinavit, gerek parlak ve gerekse ince kesitlerinde mikroskopla incelendiğinde albit ikizlenmeleri gibi polisentetik bir şekil gösterir.

Ayrıca serpantinit içinde bulunan manyetit, pentlandit, pirit gibi opak minerallerin de etrafı bazen ince bir makinavit kuşağı tarafından sarılmış, dilinim ve kataklastik çatlakları makinavitle doldurulmuştur.

2. Kalsit damarları içinde izlenen makinavit. — Serpantinit içinde kısmen çıplak gözle (makroskopik), kısmen de mikroskopla görülebilen çeşitli kalınlıklardaki kalsit damarcıklarının özellikleri, serpantinle sınırlandıkları kısımlarda bazen de içlerinde rutil veya millerit iğneciklerine benzeyen çok ince makinavit iğnecikleri kapsamalarıdır. Kalınlıkları bir veya birkaç mikron olan bu iğneciklerin azamî uzunlukları 40-50 mikron civarındadır. Makinavit iğnecikleri kalsit içinde paralel sıralandıkları gibi, nadiren de radyal-ışınsal bir tekstür gösterirler. İğnecikler kısmen de eğilme ve bükülmeler göstermektedirler.

Gerek serpantin ve gerekse kalsit damarları içinde izlenen makinavit, serpantinleşme neticesinde hidrotermal koşullar altında oluşmuştur.

Bilindiği gibi atom yarıçapları birbirine çok yakın olduğu için olivinin formülündeki $(Mg, Fe)_2 (SiO_4)$ magnezyumun yeri kısmen diyadok olarak Ni tarafından işgal edilmektedir. Serpantinleşme esnasında olivinin Fe ve Ni elementleri kükürtle birleşerek (Fe, Ni, Co, \dots) S formülüne sahip makinaviti meydana getirmiştir. Serpantinleşme esnasında hidrotermal şartlar altında oluşan makinavitin olivinden oluşumunu demirce zengin bazı minerallerin (biotit, hornblend gibi) oksidasyon zonunda opaklaşmasına çok benzemektedir. Genellikle numunelerin kalsit damarcıkları içinde izlenen ve içlerinde manyetit kapanımları kapsayan piritlerle bir arada bulunması, makinavitin bünyesindeki kükürtün kalsitle birlikte geldiği işaret etmektedir.

3. Pentlanditten oluşan makinavit . — Serpantinit içinde bulunan iri ve ince taneli Pentlanditlerin civarında bazen çıplak gözle de izlenebilen büyüklükte makinavitler bulunmaktadır. Bu tür makinavit ince levhamsı oluşumlardan meydana gelmiş olup, keçemsi bir yüzey yapısına sahiptir. Renkleri serpantinit içinde bulunan ve daha önce bahsedilen makinavitlerden farklı olarak, bunlarda sarı renk tonu yerine kahverengi hâkimdir. Makinavitlerde bu farklı renkler kısmen kimyasal özelliklerinden, kısmen de tabakalı bir yapıya sahip olan makinavit agregaları arasında bulunan submikroskopik büyüklükteki yabancı mineral ve tabakalı yapı gösteren gang minerallerinden (brusit) ileri gelmektedir.

Makinavit içinde bazen relikt olarak bir ve birkaç mikron büyüklükte çok ufak pentlandit tanecik topluluklarının bulunması (Foto 4), bazen bariz olarak idiomorf-hipidiyomorf Pentlanditlerin kısmen makinavite dönüşmesi (psödomorf), bu çeşit makinavitin pentlanditten meydana geldiğini açıkça göstermektedir. Diğer taraftan Pentlanditlerin çatlak ve dilinimleri boyunca bir veya birkaç mikron eninde ince damarcıklar şeklinde makinavite dönüştükleri de izlenmiştir. Adı geçen dönüşmeyle oluşan makinavite serpantinit içinde bulunan iri taneli pentlanditlerden çok, pirotin içinde bulunan iri taneli Pentlanditlerin çatlak, dilinim ve içlerinde rastlanmaktadır (Foto 5). Kurtçuklar şeklindeki bu tür makinavitler genel olarak aynı doğrultuya yöneliktirler. Pirotin içindeki pentlandit ayrıntıları, bazen makinavitle bir arada yan yana veya iç içe bulunmaktadırlar. Pentlanditlerin çatlak ve dilinim yüzeyleri boyunca ve içinde bulunan bu sonuncu makinavit, mikroskopik özellikleri bakımından valleriite çok benzemektedir.

4. Pirotin etrafında ve çatlaklarında izlenen makinavit. — Pirotini damarcıklar şeklinde kesen kalsitlerin genellikle pirotinle kontaktında çıplak gözle de görülebilen miktarda makinavit minerali izlenmiştir. Parlak kesitte üstten aydınlatmalı maden mikroskopuyla incelendiğinde makinavitin, çok ufak taneli yaprağımsı oluşum topluluklarından meydana geldiği ve keçemsi bir yüzey görünümüne sahip olduğu görülür. Bu çeşit makinavit içinde pirotin kalıntılarına rastlanmakta olup, makinavitin bu durumda pirotinden dönüştüğü açıkça görülmektedir. Pentlandit ayrıntıları içeren pirotinden dönüştüğü kabul edilen makinavit içinde eser sayıda ve 50-60 mikron büyüklükte manyetit taneciklerine rastlanmakta olup, aynı büyüklükte manyetit oluşumları pirotin içinde de bulunmaktadır. Bu durumda makinavit içindeki manyetit oluşumların, pirotinin makinavite dönüşmesi esnasında herhangi bir değişikliğe uğramayan pirotinden alındığını kabul edebiliriz. Bu da makinavitin pirotinden dönüşerek oluştuğu görüşünü kanıtlamaktadır. Pirotinin psödomorfozu olarak teşekkül ettiği düşünülen makinavitin, pirotin içindeki pentlandit ayrıntılarını da bünyesine aldığı için, çok eser miktarda Ni kapsadığı kabul edilmektedir.

Çeşitli karot numunelerinin makinavitçe zengin kısımlarından çakı ile çıkartılarak X-ray difraksiyon cihazı için hazırlanan iki adet numuneden elde edilen X-ray difraksiyon neticeleri, M.T.A. Enstitüsü Genel Direktörlüğü laboratuvarlarında mevcut ASTM 15-37 kartlarıyla tamamen karşımaktadır. Aynı numunelerin kimyasal analizlerinden % 0.32 Ni ve % 0.27 Co saptanmıştır.

Pirit

İncelenen numuneler içinde çok az miktarda izlenmekte olup, genel olarak pirotinle bir arada bulunmaktadır. Gang mineralleri içinde piritte nadiren rastlanmaktadır.

Pirotin içinde bulunan pirit çok güzel dilinim göstermekte ve dilinim araları kısmen pirotin, kısmen de makinavitle doldurulmuştur (Foto 6). Pirotinin kenar ve çatlaklarını takip ederek dönüşen piritler manyetitle iç içe büyüyen mirmekitik bir yapı göstermektedir (P. Ramdohr, s. 559). Ayrıca manyetit kapanımları kapsayan ve kalsit damarcıkları içinde bulunan piritler büyük ihtimalle manyetitten dönüşmüştür. Piritleşme olarak adlandırılan piritin bu şekilde oluşumunun hidrotermal şartlar altında olduğu kabul edilmektedir. Kayaç içinde izlenen piritler ksenomorf oluşumlardır. Ayrıca pentlandit içinde, manyetit çatlak ve aralarında eser miktarda pirit taneciklerine rastlanmaktadır.

Pentlandit

Az miktarda fakat parlak kesit yüzlerinde çıplak gözle rahatça görülebilecek büyüklükte münferit kristaller şeklinde, kısmen manyetitler arasında serpantinit içinde, nadiren de pirotin içerisinde görülebildiği gibi, ayrıca pirotin içinde çok ufak mikrokristal oluşumlar halinde izlenmiştir. Genel olarak serpantinit içinde bulunan iri kristaller, (111) yüzeyine paralel çok güzel dilinim ve bariz bir kataklastik tekstür göstermektedirler. Kataklastik çatlaklar ve dilinimler manyetit, serpantin, hematit, pirotin, makinavit, bravoit gibi minerallerle doldurulmuştur. Kataklastik tekstür, Pentlanditlerin deformasyona maruz kaldığını bariz olarak göstermektedir.

Pirotin içinde çok sayıda bulunan ince taneli Pentlanditlerin azamî tane büyüklüğü 100 mikron olup (nadiren rastlanan 0.5 mm büyüklüğe ulaşan pentlanditler hariç), genel olarak ksenomorf şekilli, nadiren de alevcikler şeklindedirler. Bu ince tanecikli pentlanditler kısmen pirotin içinde yan yana topluluklar halinde bulunmakta, kısmen de gayri muntazam bir dağılma göstermektedirler. Pirotin içindeki pentlandit tane toplulukları kısmen damarcıklar şeklinde yan yana sıralanmışlardır. Bir yerde pirotin içindeki ince taneli pentlanditler, iki ayrı doğrultuda sıralanarak pirotin içerisinde baklava dilimine benzer bir şekil meydana getirmişlerdir. Bu durumda taneciklerin pirotinin (0001) yüzeyine paralel olarak sıralandığı söylenebilir. Ayrıca pirit içinde de birkaç pentlandit taneciği saptanmıştır. Pentlandit kapsayan piritlerin pirotinden dönüştüğü düşünülebilir. Pirotin içerisinde izlenen ufak taneli bazı pentlanditlerde bazı iri taneli pentlanditler gibi kısmen makinavite dönüşmüştür.

Millerit

Eser denecek derecede az miktarda ve genel olarak pentlandit içinde ve kenarlarında pentlanditten dönüşmüş halde azamî tane büyüklüğü 20-30 mikron olan, yan yana sıralanmış allotriomorf şekilli tanecikler topluluğu şeklinde izlenmiştir. Bu şekilde bulunan millerit agrega topluluğu bazen içinde bulunduğu pentlandit kristalini azamî kalınlığı 50-60 mikron olan bir damarcık şeklinde kesmektedir. Millerit kısmen de gang mineralleri (bilhassa kalsit) içinde (Foto 7) bir veya birkaç mikron kalınlığında azamî 40-50 mikron uzunluğunda iğnecikler şeklinde görülmüştür.

Molibdenit

Çok eser miktarda serpantinit ve karbonatlar içinde, ince ve kısa azamî 40-50 mikron uzunlukta levhacıkların bir arada meydana getirdikleri azamî 150 mikron uzunluğundaki topluluklar halindedir (Foto 8). Bu levhacıklar bazen ışınsal, bazen de paralel sıralanma göstermekte olup, nadiren de bu levhacıklarda bükülmeler görülmektedir.

Molibdenitin burada hidrotermal olarak olduğu kabul edilmektedir. Aynı miktar ve şekilli molibdenitlere Ergani bakır yataklarının taban kısımlarında bulunan kloritler içinde rastlanmaktadır.

Kalkopirit

-|- miktarda kataklastik tekstür gösteren manyetitler arasında pentlandit ve pirotinle bir arada, nadiren de pirotin ve manyetit içinde izlenmiştir.

Bravoit

Bilhassa iri taneli Pentlanditlerin çatlak ve dilinimleri boyunca çok ince şeritler şeklinde bravoite dönüşmüştür. Bravoit damarcıklarının kalınlığı değişik genişliğe sahip olup, genel olarak 3-10 mikronu geçmez. Pentlandit dilinimlerini takip ederek oluşan bravoitler pentlandit içinde bazen kurtçuklar şeklinde görülmektedir.

Antimonit

4- miktarda sfalerit ve galenitle bir arada Pentlanditlerin etrafında saptanmıştır. Burada antimonitin etrafı aynı kalınlıkta bir galenit kuşağıyla sarılmıştır.

Sfalerit

Çok eser miktarda izlenmekte olup, genel olarak 10-15 mikron kalınlıkta kuşaklar şeklinde bazı Pentlanditlerin etrafını çepeçevre sardığı gibi, nadiren pirotin içinde azamî büyüklüğü 50 mikron olan tanecikler şeklinde de bulunmaktadır. Sfalerit kısmen çok ince kalkopirit ayrıntıları kapsamaktadır. Pentlanditlerin etrafını saran sfaleritlerle pentlanditler arasında, bazen çok ince galenite benzeyen izotrop bir mineral kuşağıyla makinavit bulunmaktadır.

Galenit

+ miktarda sfalerit ve antimonit ile birlikte Pentlanditlerin etrafını saran kuşakçıklar halinde izlenmiştir.

OKSİTLİ VE HİDROKSİTLİ MİNERALLER

Manyetit

Yellice karot numunelerinde en fazla bulunan maden minerali olup, çeşitli şekil ve jenezlere ait olanları saptanmıştır.

İçlerinde kromit kalıntısı (relikli) içeren manyetitler yuvarlağımsı kataklastik parçalanma ve ufalanma gösteren oluşumlar halindedirler. Kromitin manyetite dönüşmesi (manyetitlenme) kromitin etrafında, çatlaklarında ve nadiren de (111) dilinim yüzeyine paralel doğrultuda ilerleyerek oluşmuştur (Foto 9). Bu şekilde oluşan manyetitler kısmen bariz bir yassılaşıma göstermekte olup, araları pirotin, pentlandit, kalkopirit gibi minerallerle doldurulmuştur. Manyetitler tektonizma ve metamorfizma neticesinde hidrotermal koşullar altında kromitlerden dönüşerek oluşmuştur.

Ayrıca serpantin içinde gayri muntazam dağılmış münferit, ufak ksenomorf manyetit oluşumları da izlenmektedir. Bazen bu manyetitler karot numunesinde ve parlak kesit yüzeyinde çıplak gözle kolayca görülebilen ince damarcıklar şeklinde sıralanmalar meydana getirmektedirler. İçlerinde kromit kalıntılarında rastlanmayan bu tür manyetitler, kısmen serpantinleşme esnasında, kısmen de hidrotermal mobilizasyonla oluşmuşlardır.

Manyetit çok az miktarda da pirotin içinde ufak tanecikler şeklinde saptanmıştır. Pirotinin piritte dönüşmesiyle oluşan ve bazen de piritle güzel bir mirmekitik tekstür gösteren bu çeşit manyetite, pirotinin bolca bulunduğu numunelerde rastlanmıştır. Adı geçen mirmekitik tekstürün yeraltı su seviyesi yakınlarında yeryüzünden sızıp gelen kuvvetli asidik çözeltilerin etkisi altında $6 \text{ FeS} + 4 \text{ O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 3 \text{ FeS}_2$ reaksiyonu şeklinde oluşmuştur (P. Ramdohr, s. 559).

Bu durumda oluşan manyetit bir oktaeder yüzeyi pirotinin (0001) yüzeyiyle aynı doğrultuya düşmektedir.

Diğer taraftan pirotin ve pentlandit içinde, dilinim ve kataklastik çatlaklarında ince damarcıklar şeklinde manyetite rastlanmaktadır.

Manyetitler, eser miktarda kenar ve çatlakları boyunca hematite dönüşmüştür (martitleşme). Martitleşme Pentlanditlerin çatlak ve dilinimleri içinde bulunan manyetitlerde de görülmektedir.

Ayrıca kalsit damarcıkları içinde izlenen piritlerin içinde manyetit kapanımları saptanmıştır.

Kromit + Fe-Cr-spinel

Serpantin ana kayacı olan ultrabazik kayaktan alınmış olup, çok az miktarda manyetitler içinde azamî büyüklüğü 0.4 mm olan kalıntılar halinde, büyük kısmıyla manyetite dönüşmüş olarak izlenmiştir. Manyetileşme genel olarak kromitin kenar ve çatlaklarını takip ederek oluştuğu gibi, nadiren de (111) yüzeylerini takip etmektedir.

Her zaman değilse de, bazen kromit reliktiyle manyetit arasında çok ince kromitten daha açık gri renkte bir şerit bulunmaktadır ki, bu mineralin manyetileşme esnasında ara bir mineral olarak meydana geldiği ve büyük ihtimalle Fe-Cr-spinel olduğu kabul edilmektedir. Spinel fazla bulunduğu yerlerde açık ve koyu olmak üzere çeşitli renklerde olabilmektedir.

Rutil + lökoksen

Serpantinit içinde çok eser miktarda azamî tane büyüklüğü 40-50 mikron olan ksenomorf şekilli tanecikler halinde bulunmaktadır. Rutilerin etrafı gang mineralleri içerisine çok ince dağılmış (submikroskopik) bir rutil kuşağıyla (lökoksen) sarılmıştır. Ayrıca içinde rutil kapsamayan lökoksenler de görülmüştür. Rutil ve lökoksenin serpantinini meydana getiren ultrabazik kayaç içinde bulunduğu kabul edilen Ti kapsayan minerallerden dönüşerek veya mobilizasyonla oluştuğu kabul edilmektedir.

Hematit

Eser miktarda kısmen bir veya birkaç mikronluk damarcıklar şeklinde ve kataklastik manyetitler arasında Pentlanditlerin çatlak ve dilimleri içinde izlendiği gibi, nadiren de serpantinit içinde bulunan kalsit damarlarının sınırlarında 3-5 mikronluk çok ince kuşaklar şeklinde kalsit içinde çok ufak tanecikler halinde bulunmaktadır. Kataklastik manyetitlerin çatlaklarında ve pentlandit içinde bulunan hematitler manyetitten dönüşmüştür (martitleşme). Parlak kesitin birinde manyetitten dönüşen hematit oluşumunun büyüklüğü 10 mikron olarak ölçülmüştür.

Limonit

Pirotinin, çatlaklarında dolgu maddesi olarak çok eser miktarda izlenmiştir.

SONUÇ

Mineraloji-Petrografi Servisine, M.T.A. Enstitüsü Maden Etüt Şubesi tarafından gönderilen Yellice köyü karot numunelerinde izlenen maden mineralleri detaylı olarak incelenmiştir. Opak minerallerinden büyük bir kısmının jenezleri hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

Yellice nünunelerindeki maden minerallerini oluşumlarına göre üç ayrı gruba ayırabiliriz:

1. Serpantin ana kayacı olan ultrabazik kayaktan alınan maden minerali olarak kromit.

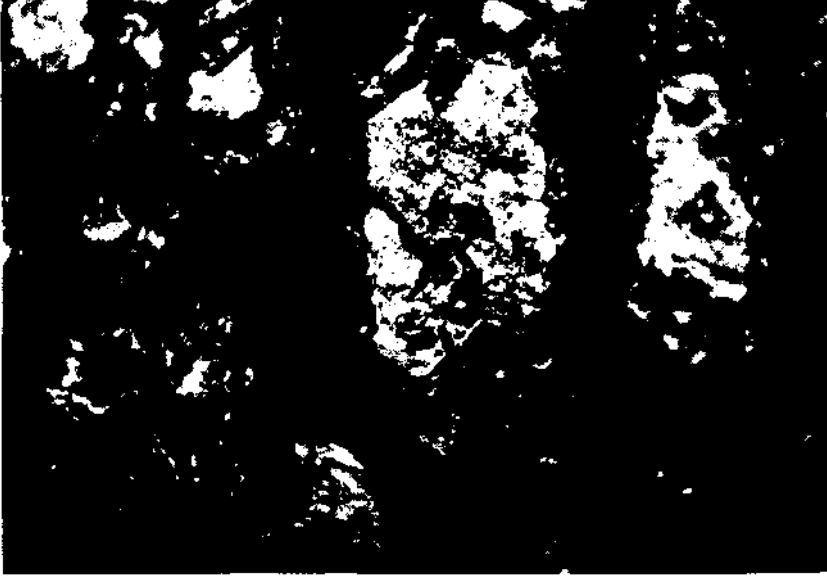


Foto 1 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Antigoritleen, serpantinleen olivinlerin içinde oluan makinavit (açık gri renkli). Gang minerali antigorit serpantin (siyah).

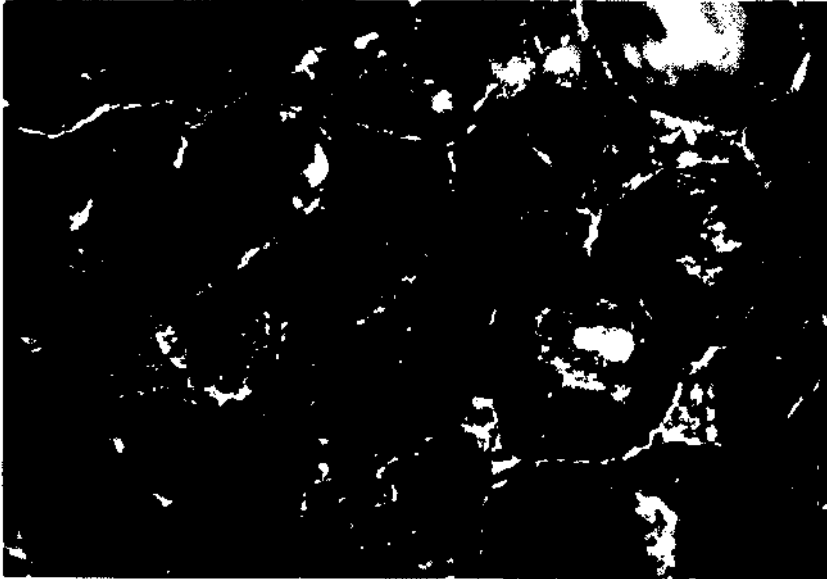


Foto 2 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Olivinlerden oluan antigorit serpantin aralarını dolduran makinavit (açık gri). Gang minerali (siyah).



Foto 3 - Byltme 25x10 (immersiyon yağında). Serpantinit içinde paralel malakit damarcıkları (açık gri). Gang minerali (siyah) içinde i refleksler (açık gri-gri).

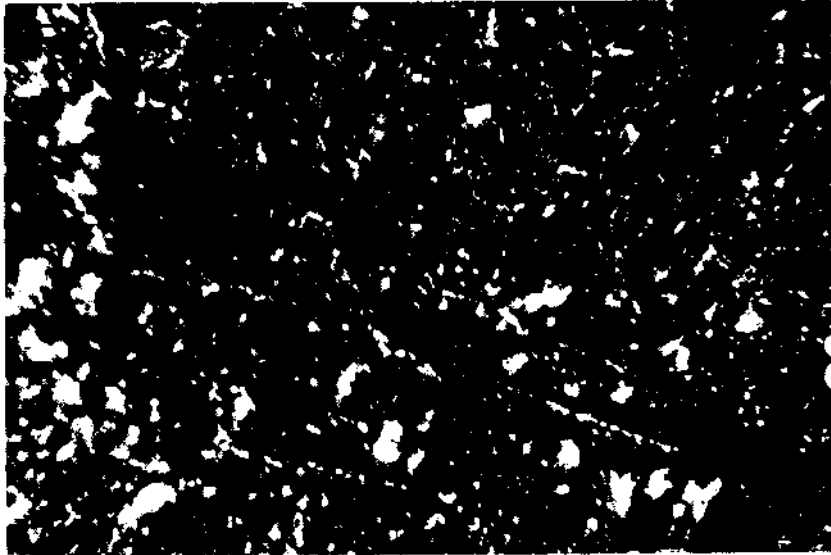


Foto 4 - Byltme 25 X 10 (immersiyon yağında). Malakit içinde çok ince taneli pentlandit kalıntıları (beyaz). Koyu siyah renkler gang mineralleri ve deliklerden ibaret.



Foto 5 - Byltme 25 X 10 (immersiyon yağında). Pentlandit (beyaz) kataklastik çatlak dilinim ve içinde makinavite (gri) dnmtr. Kenarlarda pirotin (koyu gri). Gang mineralleri, delik ve çatlaklar siyah grlmektedir.



Foto 6 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Çok gzel dilinim gsteren pirit (beyaz), dilinimleri boyunca kısmen pirotin (gri), kısmen de makinavitle (siyah) doldurulmutur.



Foto 7 - Büyütlme 25 x 10 (immersiyon yağında). Millerit iğnecikleri (beyaz) kalsit (gri) içinde. Serpantin (siyah).



Foto 8 - Büyütlme 25 x 10 (immersiyon yağında). Kalsit (iç reflekslerden dolayı gri-koyu gri), serpantin (siyah) içinde molibdenit levhacıkları (ortada) ve manyetit (beyaz).



Foto 9 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Kromit (koyu gri) manyetite (gri) dnm. Çatlak ve delikler kısmen gangla dolu (siyah).

2. Serpantinleşme metamorfizma neticesinde ve hidrotermal mobilizasyon ve dönüşmeyle oluşan maden mineralleri olarak pirotin, pentlandit, manyetit, makinavit, pirit, millerit, molibdenit, kalkopirit, antimonit, sfalerit, galenit, spinel, rutil ve lökosen.

3. Oksidasyonla meydana gelen maden mineralleri için limonit, hematit ve bravoit (belki hidrotermal) sayabiliriz.

Bu çalışmada elde edilen veriler, cevherleşme hakkında gerekli bilgileri vereceğinden, arazide çalışan jeolog arkadaşlara çok faydalı olacak kanısındayım.

Bu çalışmanın hazırlanmasında emekleri geçen M.T.A. Enstitüsü Laboratuvarlar Şubesi elemanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Yayına verildiği tarih, 24 Mayıs 1974

BİBLİYOGRAFYA

- ANTUN, P.; EL GORESSY, A. & RAMDOHR, P. (1966): Ein neuartiger Typ «hydrothormaler» Cu-Ni-Lagerstätten (mit Bemerkungen über die Mineralien: Valleriit, Mackinawit, Oregonit). *Mineralium Deposita*, Bd. 1, Nr. 2, S. 113-132.
- ASLANER, G. (1970): Türkiye kroniklerinden bazılarında izlenen karışım kristal yapısının ve çeşitli etkenlerle meydana gelen Sekonder oluşların maden mikroskopik incelenmesi. *M.T.A. Derg.*, no. 74, Ankara.
- BORCHERT, H. (1934): Über Entmischungen im System Cu-Fe-S und ihre Bedeutung als «geologische Thermometer». *Chemie d. Erde*, 9, 145-172.
- BUERGER, M.J. (1928): The plastic deformation of ore minerals. *Amer. Min.*, 13, 1-17, 35-51.
- ČIŠARZ, A. (1956): Lagerstaetten und Lagerstaettenbildung in Joogoslojje. *Min. Serv. Geol. Serbie*, 6, 152 s.
- ÇAĞATAY, A. (1968): Erzmikroskopische Untersuchung des Weiss-Vorkommens bei Ergani Maden, Türkei, und genetische Deutung der Kupfererzlagerstätten von Ergani Maden. *N.Jb. Miner. Abh.*, 109, 131-155, Stuttgart.
- DONATH, M. (1930): Geologisch-mineralogische Studien an serbischen Chromitlagerstätten. *Diss.*, Freiberg.
- EDWARDS, A.B. (1938): Some ümenite micro-structures and their interpretation. *Austral. Inst. Min. Met. Proc.*, N.S., 110, 39-58.
- EHRENBERG, H. () : Orientierte Verwachsungen von Magnetkies und Pentlandit. *Z. Krist.* 82, 309-315.
- FÖRSTER, LF. & GRAFENAUER, S. (1958): Diskussion zur Arbeit von Krause, Erzmikroskopische Untersuchungen an türkischen Chromiten. *N. Jahrb. Mineral. Abh.*, 92, 171-183.
- HAWLEY, J.E. & HAW, W.A. (1957): Intergrowths of pentlandite and pyrrhotite. *Econ. Geol.* 52, 132-139.
- HELKE, A. (1955): Beobachtungen an türkischen Minerallagerstätten. *N. Jb. Miner. Abh.*, 88, 55-224, Stuttgart.
- (1964): Die Kupfererzlagerstätte Ergani Maden in der Türkei. (Eine geologisch-erzmikroskopische Untersuchung.) *N. Jb. Miner. Abh.*, 101, 3, 233-270-Stuttgart.
- KRAUSE, H. (1958): Erzmikroskopische Untersuchungen an türkischen Chromiten. *Neues Jb. Min. Abh.*, 90, 305.
- NODOP, G. (1956): Beitrag zur Kenntnis von Anatas, Rutil und Zinnstein. *Festschrift. Hermann Rose*, Berlin (Borntraeger) 239-284.
- RAMDOHR, P. (1960): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. *Akademie-Verlag*, Berlin.
- (1969): The ore minerals and their intergrowths. *Braunschweig*.

- & ÖDMAN, O. (1932): Valleriit (=«unbekantes Nickelierz»=fragliches pleochritisches Mineral). *Gal. Fö-ren. Forn.* Stockholm, 54, 1-10.
- SCHNEIDERHÖNN, H. (1955): Die Erzlagerstaetten. Kurzverlesungen, zur Einführung und zur Wiederholung. Stuttgart.
- & RAMDOHR, P. (1933): Lehrbuch der Erzmikroskopie. Bd. 2, Berlin. Bd. 1,
- TAKENO, SETUO (1965): A note on mackinawite (so called valleriite) from the Kawayama Mine. *Japan. Geo. Rept. Hiroshima University*, 14.
- UYTENBOGAARDT, W. (1971): Tables for microscopic identification of ore minerals.
- WIJKERSLOOTH, P. de (1942): Türk krom cevherindeki istihaleler. *M.T.A.Mecm.*, no. 2/27, Ankara.
- (1946): Anadolu krom cevherlerinin istihalesi ve bunların magmatik oluşlarla ilgisi. *M.T.A. Yayınl.*, seri B, no. 10, Ankara.