

ŞARK KROMİT HAVZASINDA YAPILAN EKONOMİK JEOLJİ ÇALIŞMALARI VE HEAZLEWOODİTLİ KEFDAĞ KROMİTLERİNİN MİNERALojİK ETÜDÜ

Ahmet ÇAĞATAY

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — Elâzığ ilinin güneydoğusunda bulunan 540 km² yüzölçümlü «Şark kromit yatakları havzası (Şek. 1) kromit yatakları bakımından oldukça zengindir. Adı geçen havzada oluşumlarına göre üç ayrı tip kromit yatağına rastlanmaktadır.

1. Kündikân-Guleman tipi kromit yatakları,
2. Soridağ tipi kromit yatakları,
3. Kefdağ tipi kromit yatakları.

Kefdağ kromit yataklarının mikroskobik etüdü neticesinde kromit cevheri içinde maden mineralleri olarak sırasıyla, az veya eser miktarlarda heazlewoodit, awaruit, ara mineral, millerit, makinavit, nabit bakır, küprit, tenorit ve kovelin + neodijenit izlenmiştir.

Ayrıca parlak kesitlerin yapıldığı numunelerden yaptırılan ince kesitlerde sırasıyla, klorit, olivin, ortopiroksen, serpantin, krizokal ve garniyerit gibi gang mineralleri saptanmıştır.

GİRİŞ

Doktora konusu olan Ergani maden yatakları bölgesi yakınında bulunması dolayısıyla Şark kromit havzası, yazar tarafından 1964-1965 yaz aylarında yalnız ve son olarak 1967 sonbaharında Prof. Dr. İng. A. Helke ile birlikte incelenmiş; bu son ziyaret neticesinde Etibank'ın isteğine uyularak A. Helke ile birlikte Şark kromit yataklarının o günkü durumları göz önünde tutularak jeolojik bir rapor yazılmış ve işletme müdürlüğüne verilmiştir. Bu makalede verilen genel jeolojik, tektonik ve jenetik bilgilerin bir kısmı bu rapordan, bir kısmı da yazarın arazi defterinden alınarak derlenmiştir.

Etibank Genel Müdürlüğü, Kefdağ kromit yataklarının kromitçe fakir cevherini zenginleştirerek değerlendirmeye karar verdikten sonra bu yataklardan alınan cevher numunelerini analizleri yapılsın diye dış ülkelere göndermiş; bu ülkelerde yapılan analiz neticelerinde, cevher içinde zenginleşmeye engel olacak miktarda kükürt saptanmış ve böyle bir cevherin içerdiği fazla kükürtten dolayı zenginleştirilemeyeceği Etibank Genel Müdürlüğüne bildirilmiştir. Daha önce zenginleştirme tesisleri için yatırıma başlayan Etibank Genel Müdürlüğü, bu işten vazgeçmenin imkânsız olduğunu düşünerek aynı numunelerle M.T.A. Enstitüsü Genel Direktörlüğüne baş vurmuş ve cevherin zenginleştirme sınırını aşan kükürt elementinin hangi minerallere, daha doğrusu çok tehlikeli olduğundan dolayı manyetik özelliğe sahip pirotine (FeS) bağlı olup olmadığının tespiti istemişlerdir. Bu durum karşısında numuneler, parlak kesit ve ince kesit yapılarak detaylı olarak incelenmiştir. Üstten aydınlatmalı maden mikroskopuyla inceleme esnasında kromit cevheri içinde, kromit minerali yanında çok az da olsa maden mineralleri olarak bundan dönüşen spinel ve manyetit, ayrıca Ni mineralleri olarak sırasıyla heazlewoodit (Ni₃S₂), awaruit (Ni, Fe alaşımı), millerit (NiS), ara mineral (bilinmeyen Ni minerali), makinavit (Fe, Ni, Co) S; bakır mineralleri olarak nabit bakır (Cu), küprit (Cu₂O), tenorit (CuO), kalkosin (neodijenit? Cu₂S) ve kovelin (CuS) izlenmiştir.

Altta aydınlatmalı polarizasyon mikroskopuyla incelenen aynı cevher numunelerinin ince kesitlerinde gang mineralleri olarak klorit, krizokal ve garniyerit saptanmıştır.

EtiBank Genel Müdürlüğünün Kefdağ kromit cevherinin zenginleştirilmesinde karşılaştığı güçlükleri çözümlmek amacıyla yapılan bu incelemelerde, dünyada bugüne dek ultrabazik kayalarda az rastlanan heazlewoodit, awaruit, ara mineral makinavit (bilinmeyen Ni minerali) ve nabit bakır gibi mineral ve metallerle karşılaşmış olması, elde edilen verilerin daha önce arazide yapılan çalışma neticeleriyle birleştirilerek, bir makale halinde yayınlanmasına karar verilmiştir.

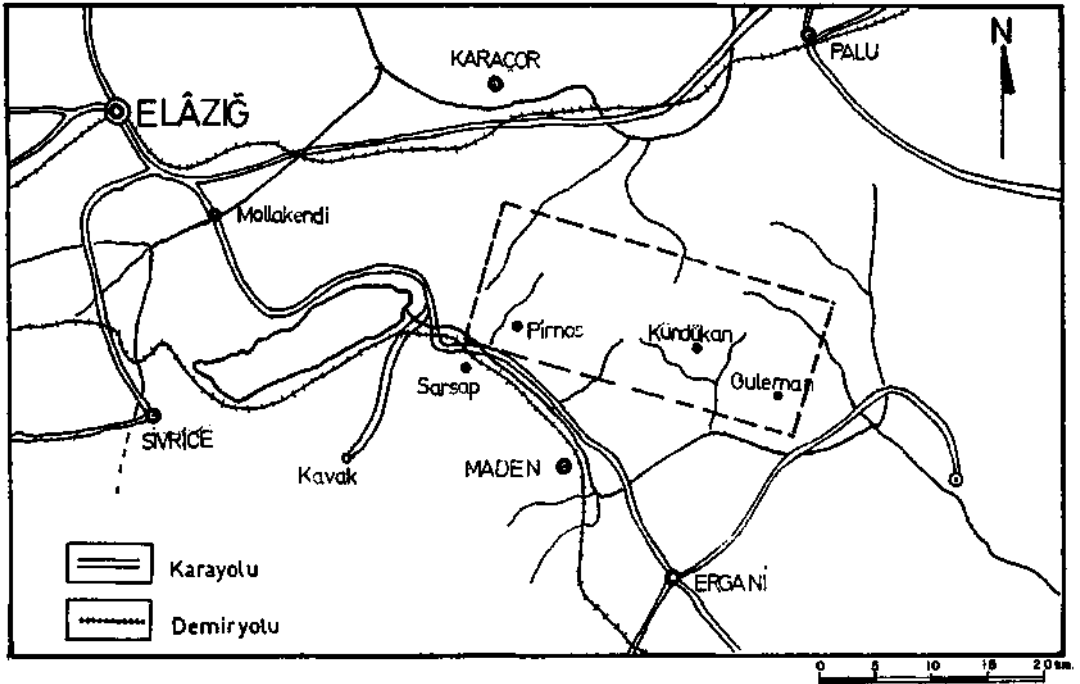
Ni ve Cu mineralleri içeren kromit cevherinden M.T.A. Enstitüsü analitik kimya laboratuvarında yaptırılan kimya analizlerinde ortalama %0.13 civarında Cu, %0.16 Ni saptanmıştır.

ŞARK KROMİT YATAKLARI HAVZASI

Tarihçe ve coğrafik konumu

Elâzığ ilinin güneydoğusundaki «Şark kromit havzası» (Şek. 1) kromit yatakları bakımından oldukça zengindir. Bu zengin yataklar, ancak demiryolunun 1939 yılında Elâzığ ilinin Maden ilçesine ulaşmasıyla, işletmeye açılabilmiştir. Halen birkaç küçük yatak hariç, diğer bütün yataklar EtiBank tarafından işletilmektedir. İlk zamanlar Maden ilçesine kuş uçuşu uzaklığı 19 km olan Guleman köyü kromit yatakları işletmenin merkezini teşkil ediyordu. 10-12 yıl gibi kısa bir müddet içinde bu yataklar tükenince, işletmenin ağırlık merkezi Soridağ kromit yataklarına aktarıldı. Bugün Guleman'da yalnız işletme müdürlüğü, tamir atelyeleri, memur büro ve evleri ile Maden ilçesine giden havaî hattın yükleme istasyonu bulunmaktadır.

Şark kromit yatakları havzası 540 km² yüzölçüme sahiptir. NW-SE yönündeki uzunluğu 30 km, bu doğrultuya dik genişliği 18 km dir.



Şek. 1 - Şark kromit havzası, lokasyon haritası.

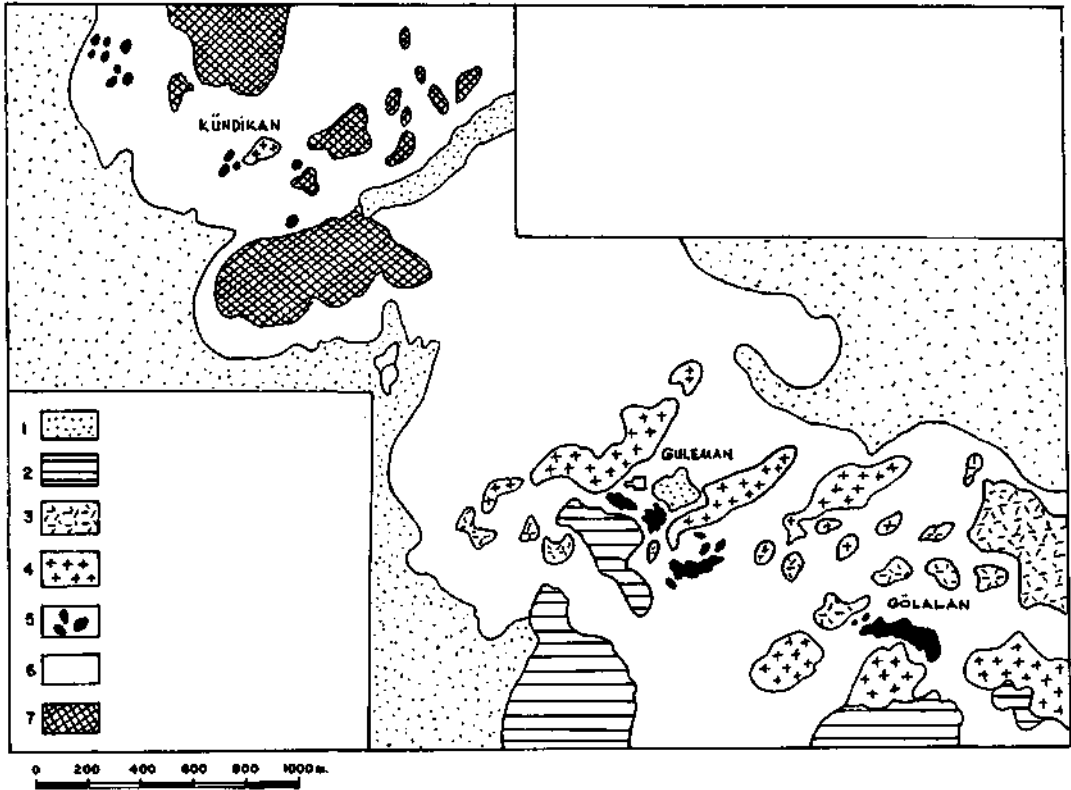
Şark kromit yatakları havzasının belli başlı kayaçları ve Kunt bloku

Şark kromit yatakları havzası Alp orojenezi içinde bulunmakta olup, bu bölgede kristalin şistler, mermer, gabro, norit, diyabazlar, peridotit ve serpantin, splitler, keratofirler, tüfler, diyabazlar, kalkerler, killi sedimentler ve radyolarit gibi kayaçlar görülmektedir.

Kunt bloku (Kunt bu arazi kısmının içinde bir köydür), 19 km uzunluğunda 6 km genişliğinde bir yüzölçümüne sahiptir. Bu blokun etrafı, serpantinle sınırlanmış, doğusunu bozulmamış peridotitten ibaret Soridağ, Rutdağ ve Kefdağ (Şek. 3) meydana getirmektedir. Bu peridotit içinde kromit yatakları bulunmaktadır. Batıya doğru peridotit yerini gabroya bırakır. Kunt bloku bir bütün olmayıp, parçalanmış, kenetlenmiş bir mozaik yapısı gösterir.

Şark kromit havzası içindeki çeşitli kromit yataklarını üç ayrı grup altında toplayabiliriz.

1. *Kündikan - Guleman tipi kromit yatakları.* — Çok büyük hareket kabiliyeti bulunan antigorit serpantin içinde bulunur. Jeoloji haritasında antigorit serpantin, Kündikân'dan Guleman'a olan 9 km lik NW-SE yönünde (Tenkella yönü) 1-2 km genişlikte Kelhasi ve Guleman mevkiinden Yukarı Kündikan ve Bahru Ulya mevkiine kadar uzandığı görülmektedir (Şek. 2). Antigorit serpantin kuşağı burada Kunt blokuyla birleşip, ince bir bant halinde Kunt blokunun güney sınırı boyunca uzanır. Antigorit serpantin içinde kromit kafalarından başka, kristalin şist, gabro, norit ve mermer parçaları da yüzmektedir.



Şek. 2 - Kündikân-Guleman tipi kromit yataklarının içinde buldukları kuşağın jeoloji haritası (P. de Wijkerslooth'a göre 1947; H. Schneiderhöhn tarafından değiştirilmiş, 1958).

- 1 - Killi-marnlı kalkerli kayaçlar; 2 - Şist killeri, diyabaz tüfleri, mandel taşı, kalkerler; 3 - Serpantin, mermer, breşli kayaçlar; 4 - Norit; 5 - Kromit; 6 - Serpantin ve dünit; 7 - Fillat ve mermerler.

Ekonomik bakımdan en önemli kromit yatakları, antigorit serpantin kuşağının güneydoğusunda bulunmaktadır. Bu yataklardan sırasıyla: Site-Altı, Saysın, Tosin, Şimal Yarması ve % 50-52 Cr₂O₃ tenörlü cevherden 1 200 000 ton rezerviyle en büyüğü olan Gölalan kromit kütlelerini sayabiliriz. Gölalan yatağının son cevher kalıntıları 1967 yılında işletilip alınmış olup, diğerleri ise yıllar önce işletilip tüketilmiştir. Antigorit serpantin kuşağının kuzeybatısında, Kündikan köyü civarında aynı tip yataklar bulunmaktaydı. Fakat bu yataklar, diğerlerine nazaran küçük yataklardı. A. Helke, bu yatakları Kündikân-Guleman tipi yataklar olarak isimlendirmiştir. Bu tip yataklara Şark kromit havzasında oldukça sık rastlanırlar.

Bağın ve Mahman yöresinde bulunan muhtelif yataklar, eskiden işletilen ve bu yörenin kuzeydoğusunda bulunan % 50 Cr₂O₃ içeren 90 000 ton büyüklükteki Herpete kromiti, Kunt blokunun kuzey sınırında Genepi ve Aygos (Ali Bey köyü) zuhuratları, Simaki ve Putyan civarındaki zuhuratlar, Ergani bakır yataklarından, anayatak ve Kısabekir'de açık işletmeyle alınan antigorit serpantin içindeki sürüklenmiş kromit kütlelerini sayabiliriz (Şek. 2). Bütün bu kromitin yatakları bugün işletilerek tüketilmiştir.

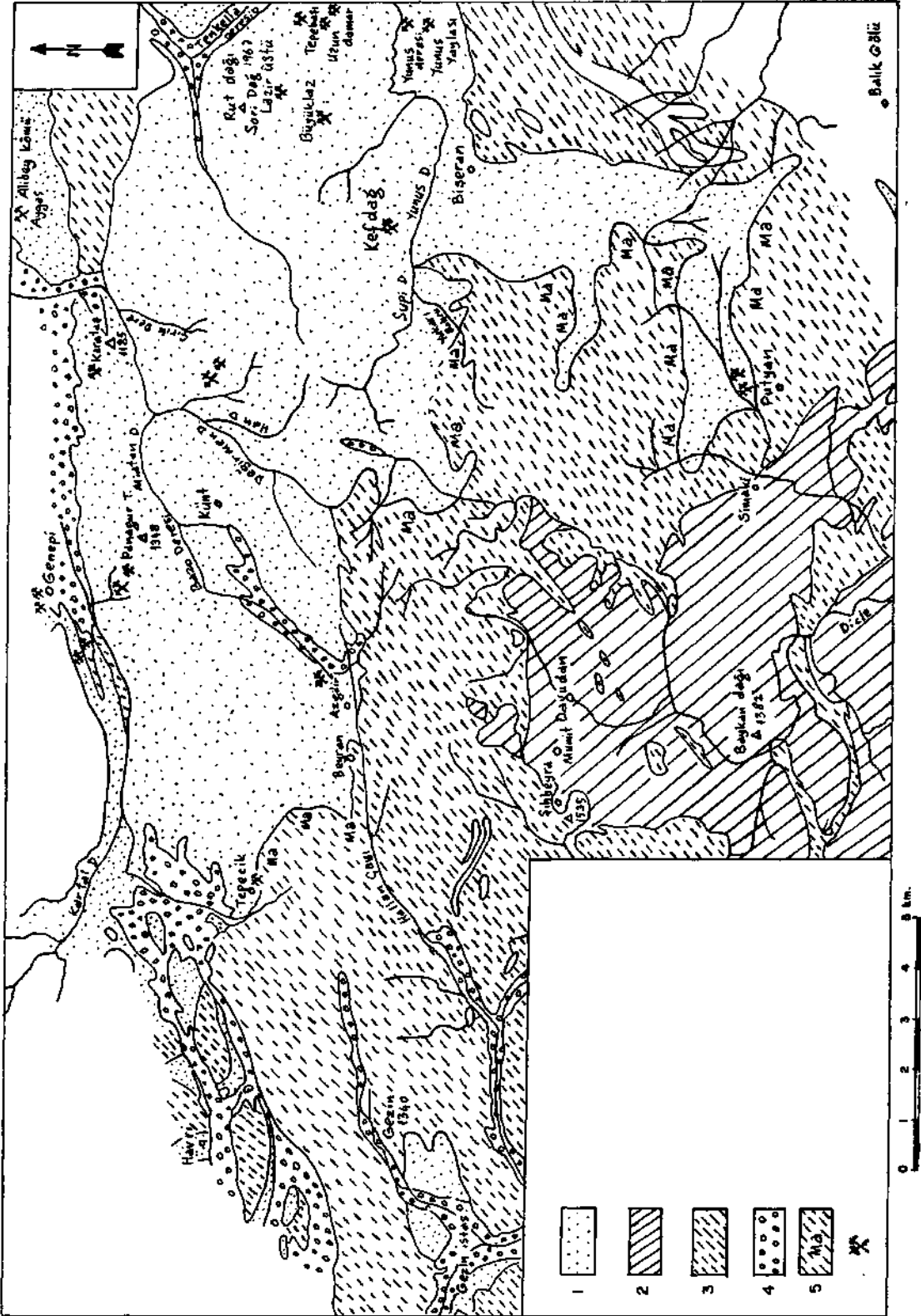
Kündikân-Guleman tipi kromit yatakları, köksüz, sürüklenme esnasında yuvarlak şekil almış, her tarafı törpülenmiş kompakt cevher kütlelerinden ibarettirler. Kündikân-Guleman tipi kromit yataklarının büyüklükleri çok çeşitlidir. Bunlardan büyükçe olanlarının adları yukarıda verilmiştir. Kündikan kromit yataklarının kompakt cevherleri 1000 ton veya daha az büyüklükte kütlelerdir. Ergani bakırda bulunanlar da küçüktür. Bu tip yatakların en küçükleri bir yumruk büyüklüğünde olabilirler. Kündikân-Guleman tipi kromit yataklarının krom tenörleri yukarıda iki örnekle belirtildiği gibi değişiktir.

2. Soridağ tipi kromit yatakları. — Kunt blokunun batısında bulunan Soridağ ve Rutdağ peridotinin içinde (Şek. 3) birbirine paralel kromit damarları bulunmaktadır. Bu mevkiye bulunan cevher mostralrı, aşağıdaki tabloda da görüleceği gibi, beş ayrı damarın mevcudiyetini göstermektedir (Tablo 1). Bu damarların uzunluk ve sayıları hakkındaki tartışma daha sonra yapılacaktır.

Tablo - 1

Damarın adı	İşletmede 1967 yılı sonuna kadar tespit edilen damar uzunluğu (metre)	İki damar arasındaki dikey mesafe (metre)
Rutdağ	?	1100-1200
Tepebaşı	550	330
Uzundamar-Akyüz-Haydar	1300	165-175
Ayı damarı-Ayı pınarı	?	?
Tenkella	200	125-130

Yapılan incelemelerle bu beş kromit damarı arasında daha başka birkaç kromit damarının bulunduğu kanaatine varılmıştır. Yeraltı işletmesi, damarların birbirlerine paralel olduklarını göstermekte ve bu paralel yapı da, magmatik tabakalanma teorisine çok uymaktadır. Damarlar kuzeydoğu yönüyle 15-20 derecelik açı yapmakta olup, 35-40 derece ile batıya yatmaktadır. Damar kalınlıkları inanılmayacak derecede değişiktir. Damarlar, uzunlukları boyunca yassı tespit taneleri şeklinde merceğimsi bir şekle sahiptirler. Aynı yapı yeraltı işletmelerinde de görülmektedir. Damarlar bazen uzun bir mesafe içinde ince, birkaç cm kalınlığı muhafaza ederek, bazen kalınlaşarak 20-30 m uzunlukta 18 m kalınlıkta masif cevher mercikleri meydana getirirler. Bunların yanında daha küçük kromit mercikleri de bulunmaktadır. Damarların yer yer incelleme ve kalınlaşması



Şek. 3 - Şark kromit havzası.

- 1 - Temel kayalar (gabbro, serpanitin, temel kayac diyabaz); 2 - Jeosenkinal volkanik kayalar (başta spilitler); 3 - Jeosenkinal sedimenter; 4 - Kuvaterner; 5 - Mestrihyen; 6 - Kromit yatakları.

tektonizmanın tesiriyle meydana gelmiştir. Böylece Alp orojenezi tesiri altında kalan yatay kromit damarları, madde akması ile yer yer inceliyor, kalınlaşarak bugünkü yatımlı durumlarını almışlardır. Serpantinleşmeye yüz tutan Soridağ peridotiti ve kromit damarlarının kromit taneleri arasındaki serpantin dolgu, madde akmasını kolaylaştırarak, damarların «budinaj» yapısını meydana getirmiştir. Bruch tektonikten önce oluşan damarların budinaj yapısı, bu tektonikle kırılmış ve parçalanmıştır. Böyle damar parçalarının sistemli aranması, Soridağ işletmesinin en başta gelen problemi- dir. Bu duruma göre, kromit damarları hem doğrultuları, hem de yatımları boyunca takip edilme- lidirler. Kromit damarları çok sayıda fay tarafından parçalanıp, bölünmüştür.

Fay hatları kısmen ince taneli kuvars, kısmen kahverengi bir kil, bazen de serpantin tozu ile doldurulmuştur. Diğer taraftan sürüklenen kromit damar parçaları da yukarıda sayılan ara maddelerle sınırlanmışlardır. Soridağ'da iki ayrı fay sistemi görülmektedir. N-S doğrultusunu takip eden faylar 50 m yüksekliğe varan atımlar (kaymalar) göstermektedirler. E-W fayları diğerlerine nazaran daha az kaymışlardır. Bu faylar, fayın kuzeyinde bulunan damar kısımlarını doğruya doğru kaydırmışlardır. Damarların doğrultuları boyunca tahkiki yeraltında da yapılabilir. Şayet damar uzun bir mesafede incelenmiş bir yapı gösterirse, bu takip işinin ekonomik olup olmadığı problemi ortaya çıkmaktadır. Dışarıda damarların devamı, mostraların takibiyle mümkündür. Bugüne kadar yapılan aramalarla tespit edilen damar uzunlukları, işletme ile ortaya çıkan damar uzunluklarından daha fazladır.

Tenkella damarı kuzeyden batıya doğru Tenkella deresini takip etmekte ve mostralar vererek uzanmaktadır. Ayı damarı-Ayı pınarı yatağı güneye doğru ilerleyerek Yunus deresi ve Yunus yayla- sına vararak, toplam uzunluğu 240 metreyi bulur. Uzundamar-Akgüz-Haydar damarı güneye doğru Keklik damarda mostra vererek, Yunus yol üstü galerisine kadar uzanır. Toplam uzunluğu 200 metreyi bulan bu damarın büyük kısmının mostraları halen tespit edilememiştir. Tepebaşı damarı kuzeye doğru ilerleyip, Kanlı viraja varmaktadır. Bu damarın güney yönünde de takibi mümkündür. Fakat toplam uzunluğu hakkında katı bir şey söylenemez. Bu yataklar içinde Rutdağ damarı bugün en az bilinenidir. Kara çeşme, Rutdağ alt, orta ve üst ocakları, Lazir üstü ve Lazir sınır tepesinin ve bunların arasında bugüne dek bulunmamış mostraların, büyük bir damarın parçaları olması ihtimali oldukça kuvvetlidir. Fakat yapılan aramalar, bunu tam olarak ispatlayacak nitelikte değildir. Damar- ların derinlemesine takibini, damarlara dik bulunan Tenkella vadisi mümkün kılmaktadır. Aynı za- manda Uzun İhzarat ve Büyük Arama galerilerinde damarların düşey doğrultuda takibi sağlanmak- tadır.

3. *Kefdağ tipi kromit yatakları.* — Kefdağ'da peridotit içinde birbirine benzeyen 800 m uzunlukta E-W yönünde arka arkaya sıralanan iki yatak bulunmaktadır (Şek. 3). Bu yataklar Doğu Kefdağ ve Batı Kefdağ kromit yatakları olarak isimlendirilmişlerdir. Burada jeolojik bakımdan yalnız Batı Kefdağ kromit yatağı incelenecektir. Uzunluğu 500 metreyi bulan bu yatak N 80°E yönünde uzanmakta olup, 70° - 80° ile güneye yatmaktadır. Mostralar Kefdağ'ın tepesine yakın bir yerde görülmeye başlayıp 300 m düşey doğrultuya kadar devam etmektedirler. Kromit damarı orta- lama 10 m, yer yer 35 m kalınlık göstermekte ve derinlerde iki ayrı damara ayrılmaktadır. Peri- dotit içindeki Kefdağ kromit damarı kromitçe zengin ve fakir cevherlerden meydana gelmiştir. Kro- mitçe zengin cevherler silikatça fakir olup, umumiyetle yatağın orta kısımlarında bulunmaktadır. Zengin cevher % 46 Cr₂O₃, % 4.5-5 SiO₂, % 16.5-17 Al₂O₃ içermekte ve bu durumuyla de ateşe dayanıklı tuğla imalinde kullanılan en iyi kromit cevheri çeşidini meydana getirmektedir. % 39-42 Cr₂O₃, % 8.5 SiO₂, % 15-16 Al₂O₃ içeren fakir cevherde ateşe dayanıklı tuğla endüstrisinde kul- lanılacak niteliktedir. Çok fakir emprenye cevheri satabilmek için, cevherin zenginleştirilmesi gerek- mektedir.

Kefdağ tipi kromit yataklarının oluşumu

G. Hiessleitner'in sınıflandırmasına göre (Wien, 1951/1952, s. 372) Kefdağ kromit yatağı «Schlierenplatten-Sprenkel» cevher içermekte olup, birbirini sınırlayan kromitçe ve olivince zengin komşu kısımlardan meydana gelmiştir. Kefdağ kromit yatağı daha küçük Schlierenplatten'lerden oluşan Çatak ve Topuk (Orhaneli-Bursa) kromit yataklarına benzemektedir.

Schlierenplatten denen cevherin oluşumunun izahı oldukça güçtür. Bu damarların da peridotik magmadan, magmatik bir diferansiyasyonla meydana geldiği muhakkaktır. Fakat bununla beraber, bu diferansiyasyonun gravitatif kristalizasyon diferansiyasyon olmadığı da bir gerçektir. Kefdağ kromit yatağının oluşumu hakkında, belki ancak işletme ilerledikçe, katı bir şey söylenebilecektir. Aynı hat üzerinde ve aynı doğrultuda serpantin içinde bulunan Kapın yatağı kromitleri ve daha güneyde Şabata tepede yuvarlak küreciklerden oluşan kromit cevheri bulunmaktadır.

KEFDAĞ KROMİT YATAĞININ MİKROSKOBİK ETÜDÜ

MADEN MİNERALLERİ

Kefdağ kromit damarlarının kromitçe zengin kısımlarından yaptırılan 70 adet parlak kesit üstten aydınlatmalı maden mikroskopuyle incelenerek çok fazla miktarda kromit yanında, sırasıyle çok az veya eser miktarda diğer maden mineralleri saptanmıştır.

Kromit

Kataklastik tekstür göstermekte olup, kataklastik kenar ve çatlakları boyunca spinel ve çok az da manyetite dönüşmüştür. Bazen yaklaşık paralellik gösteren kataklastik çatlaklar (Foto 1, 4) genel olarak paralel değildirler.

Kromitten dönüşen spinel, manyetitten miktar olarak daha fazla olup, spinelleşme nadiren mirmekitik dokuya benzer bir tekstür göstermektedir (Foto 1). Kataklastik çatlaklar kloritle dolurulmuştur.

Heazlewoodit

Kimyasal formülü NI_3S_2 , kristal sistemi trigonal-trapezoedriktir. Kefdağ'ın bilhassa zengin kromit cevherinin kromit kristalleri arasında bulunan klorit içinde çok az miktarda izlenen heazlewoodit'ler bazen oldukça büyük olup, parlak kesitte çıplak gözle (makroskobik) rahatça görülebilmektedirler. Azamî tane büyüklükleri 0.6-0.7 mm olan heazlewoodit'ler mikroskobik özelliklerine göre piritte çok benzemektedir. Parlak metalik özelliğe ve bronz kaşan beyaz renge sahip olan heazlewoodit manyetik olmayan bir mineraldir.

Üstten aydınlatmalı polarizasyon maden mikroskopuyle incelenen parlatmalarda heazlewoodit'in çok iyi parlatıldığı ve sertliğinin birlikte bulunan milleritten daha küçük olduğu görülür. Kefdağ heazlewoodit'inin Vickers Ltd. şirketinin polarizasyon maden mikroskopuyle Vickers sertliği ölçülmüş, $VHN=290-340$ arasında değişen değerler elde edilmiştir. Bu değerlerin ortalamaları 20, 50, 100 gr için ayrı ayrı hesaplanarak aşağıda verilmiştir (Tablo 2), W. Uytendogaardt & E.A.J. Burke (1971) heazlewoodit için $VHN_{50}=231-321$ değerlerini vermiştir.

Tablo - 2

<i>Denenen kuvvet (gr olarak)</i>	<i>Basılan kare köşegen uzunluğunun ortalaması (mikron olarak)</i>	<i>Vickers değerleri (VHN) kg/mm²</i>
20	109	312
50	170	321
100	248	301

Kefdağ heazlewoodit'i, pirite benzeyen fakat ondan daha beyaz çok yüksek bir reflektiviteye sahiptir. Reflektivitesi Vickers Ltd. şirketinin foto multipliyer sistemiyle donatılmış polarizasyon maden mikroskopuyla ölçülmüş ve aşağıdaki değerler (Tablo 3) elde edilmiştir. Ölçmelerde Zeiss firmasının 061 numaralı volfram karpit standart numunesi kullanılmıştır. Elde edilen reflektivite (R) ve ışık boyları lambda (X) nanometre olarak izdüşürülerek bir grafik elde edilmiştir (Şek. 4).

Kefdağ heazlewoodit'iyle karşılaştırılmak gayesiyle ayrıca W. Uyttenbogaardt & E.A.J. Burke'nin «Tables for microscopic identification of ore minerals» (1971) adlı kitabından alınan heazlewoodit reflektivite değerleri de verilmiştir (Tablo 4).

Tablo - 3

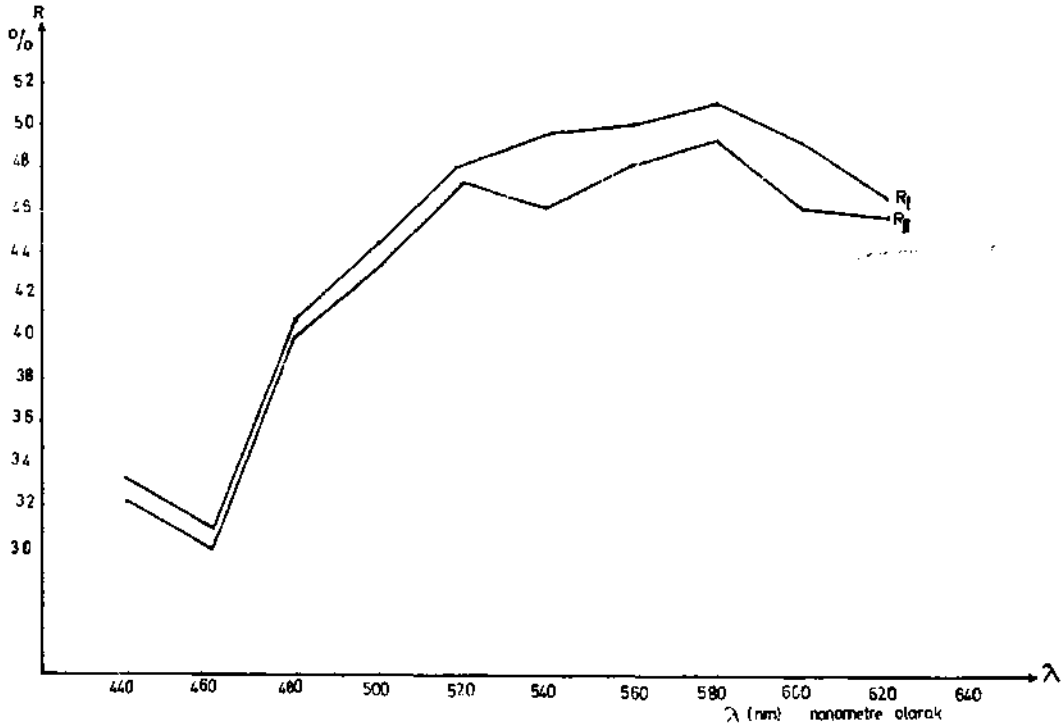
<i>Kullanılan ışık boyu lambda (λ) nanometre (nm) olarak</i>	<i>Reflektivite (R) değerleri</i>	
	<i>R₁</i>	<i>R₁₁</i>
440	33.3	32.2
460	31.1	30.0
480	40.6	40.0
500	44.5	43.2
520	47.9	47.3
540	49.6	46.1
560	50.0	48.0
580	51.0	49.3
600	49.0	46.0
620	46.6	45.7

Tablo - 4

	<i>R</i>
486	48.6
546	52.5
589	56.5
650	56.5

Kefdağ heazlewoodit'inin havada refleksiyon pleokroizması oldukça zayıf, yağda güçlükle görülebilmektedir. Anizotropisi orta, fakat kolayca görülmekte ve doğru yanıp sönmeye göstermektedir.

Heazlewoodit büyük kısmıyla kromit kristalleri arasında bulunan gang minerallerinden klorit içinde, çok az miktarda da kromit içinde kromitle direkt sınırlanmış olarak izlenmektedir. Klorit içinde bulunan heazlewoodit'ler bariz bir şekilde korozyona maruz kalmış olup, ksenomorf oluşum-



Şek. 4 - Kefdağ heazlewoodit'inin reflektivitesini gösteren grafik.

lar halindedirler. İki veya daha fazla kristalin bir arada bulunduğu yerlerde heazlewoodit kristalleri birbiriyle keskin ve doğru hatlarla sınırlanmaktadır (Foto 3). Bazen bir kenarını kromite yaslayan heazlewoodit kromitin şekline uymuştur. Dikkatli bakıldığında böyle yerlerde de kromitle heazlewoodit arasında çok ince bir klorit kuşağı bulunduğu ve heazlewoodit'in kloritle çepeçevre sarıldığı görülür. Klorit içindeki heazlewoodit'ler bazen kataklastik bir tekstür göstermekte ve nadiren de heazlewoodit kloritle mirmekitik tekstür görünümünü hatırlatan bir büyüme göstermektedir. Heazlewoodit bazen de kloritin paralel tekstürüne uyarak çubukçuklar şeklinde uzanmaktadır. Bu çubukçuklar uçlarında bazen incelerek merceğimsi bir şekil almaktadırlar. Heazlewoodit çok az miktarda da kataklastik kromit çatlaklarında bulunmaktadır. Kromit çatlaklarında bulunan heazlewoodit genel olarak kromit çatlağının şekline uyarak çok ufak ksenomorf oluşumlar halini almıştır. Bazen de heazlewoodit kromit içinde 2-3 mikron büyüklükte yuvarlağımsı tanecikler şeklinde sıralanmış olarak izlenmektedir (Foto 4). Kromit içinde rastlanan bu tür heazlewoodit oluşumları nadiren de idiomorfturlar. Çok ender rastlanmakla birlikte, heazlewoodit'in çok güzel dilinimlere sahip olduğu da görülmektedir.

Kefdağ heazlewoodit'leri genel olarak kısmen millerite dönüşmüşlerdir (Foto 2). Öyleki millerite dönüşmeyen heazlewoodit'lere nadiren rastlanmaktadır. Heazlewoodit'in millerite dönüşmesi hemen her zaman muayyen kristalografik doğrultulara paralel oluşmuştur. Millerite dönüşmesi (0001) yüzeyini takip etmektedir (P. Ramdohr, 1960, s. 380). Heazlewoodit'in millerite dönüşmesi esnasında milleritle heazlewoodit arasında yeni bir mineral (ara mineral) meydana gelmiştir. Hemen her zaman milleritle birlikte bir arada bulunan ara mineralin heazlewoodit'ten dönüşerek oluşması neticesinde heazlewoodit içinde büzülme çatlakları meydana gelmiştir (Foto 2). Heazlewoodit'in millerit ve ara minerale dönüşmesi, kısmen heazlewoodit'in kenarlarından içe doğru,

kısmen de içten kenarlara doğru oluşmaktadır (Foto 6). Bazen heazlewoodit'in bu minerallere tamamen dönüştüğü görülür. Dönüşme çoğunlukla aynı yönde alevcikler, kamacıklar şeklinde heazlewoodit içinde ilerlemekte, nadiren de paralel ve iki ayrı yönde uzanan ince muntazam lameller halinde gerçekleşmektedir (Foto 5, 6). Heazlewoodit'in millerit ve ara minerale dönüşmesi esnasında hâsıl olan büzülme çatlakları çoğunlukla makinavit ve kısmen de kloritle doldurulmuştur (Foto 2, 3).

Kefdağ heazlewoodit'i kısmen kenarları boyunca ortalama 3-10 mikron arasında değişen çok ince bir awaruit kuşağıyla sarılmıştır. Nadiren 25-30 mikronu bulan bu kuşak, böyle geniş yerlerde heazlewoodit içine doğru muntazam kenarlı idiomorf kristalleri şeklinde büyümüştür. Kloritle heazlewoodit arasında kalan awaruit sınırı hemen her zaman gayri muntazam olup, genişliği de değişiktir.

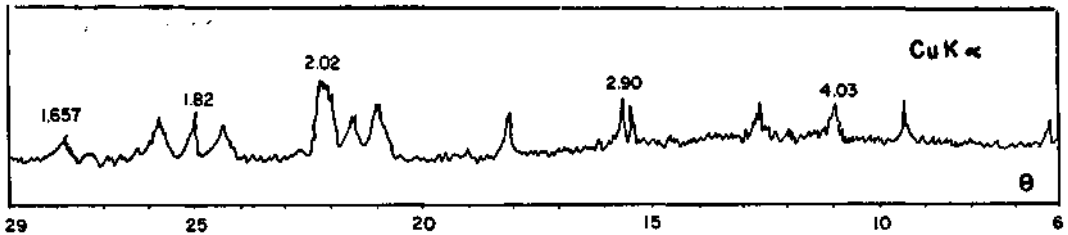
Heazlewoodit'in yeri nadiren nabit bakır tarafından alınmıştır. Heazlewoodit'in kenar oyukları bariz olarak, nabit bakır tarafından doldurulmuştur (Foto 9). İki ayrı yerde de 5-10 mikron büyüklükteki heazlewoodit'in etrafı tamamen nabit bakır tarafından sarılmıştır. Fakat böyle durumlarda heazlewoodit'le nabit bakır arasında çok ince, 1-2 mikron kalınlıkta bir küprit kuşağı meydana gelmiş olup, heazlewoodit'i çepeçevre sarmaktadır. Nabit bakır içinde bulunan heazlewoodit'ler, nabit bakırın yüksek metalik parlaklığı yanında normal heazlewoodit'e nazaran biraz mat ve koyu renkli görülmektedirler.

Heazlewoodit'in oluşumu hakkında elde bugüne dek herhangi katî veriler bulunmamakla beraber, Kefdağ kromit damarlarında heazlewoodit'in klorit içinde bulunması heazlewoodit'in kloritleşmeyle çok yakından ilgili olduğunu göstermektedir. Ayrıca awaruit, nabit bakır, makinavit ve kromitten dönüşen spinel ve manyetitle bir arada bulunması, heazlewoodit'in metamorfizma esnasında oluşan krom kloritle birlikte hidrotermal kökenli olduğunu kanıtlamaktadır.

22 adet parlak kesitten çakı ve iğneyle çıkartılarak, X-ray difraksiyon cihazı için hazırlanan numuneden elde edilen X-ray difraksiyon neticesi, değerlerinin (4.10; 2.90; 2.02; 1.657) M.T.A. Enstitüsü Genel Direktörlüğü laboratuvarlarında bulunan ASTM 8-126 kartlarındaki değerlerden bir kısmına (4.83; 100; 2.89; 90; 1.66; 80; 4.11; 50) çok yakın oldukları saptanmıştır (Şek. 5).

Awaruit (=Josephinit)

Awaruit nikel-demir alaşımı olup, 70-75 Ni, 30-25 Fe kapsamaktadır. Kubusal sistemde kristalleşmektedir. Manyetik özelliği haizdir. Miknatısla ayırması çok kolaydır. Heazlewoodit kadar değilse de çok iyi parlatılabilir. Uzun müddet havada kaldığı halde oksidasyona maruz kalmamaktadır. Yüksek rölyefinden awaruit'in heazlewoodit'ten daha sert olduğu görülür.



Şek. 5 - Heazlewoodit mineralinin beş önemli piki (değerleri yazılmayan pikler, kromit ve klorit minerallerine aittir).

Reflektivitesi metalik karakterde oldukça kuvvetlidir. Sarımsı heazlewoodit yanında parlak beyaz renkli görünüp, izotropdur.

Awaruit Kefdağ kromitleri içinde genellikle heazlewoodit'in etrafında 1-10 mikron genişlikte kuşaklar şeklinde bulunursa da, nadiren yalnız başına klorit içinde idiomorf, hipidiyomorf, azami 70-80 mikron büyüklükte kristaller halinde de görülebilir (Foto 7).

Awaruit kuşakları heazlewoodit'lerin ancak bir kısmının etrafında, çoğunlukla yalnız bir tarafında bulunmakta, kısmen de çepeçevre sarmaktadır. Ayrıca awaruit bir yerde de ufak bir hipidiyomorf kristal halinde heazlewoodit'in içinde izlenmiştir.

Awaruit heazlewoodit etrafını saran kuşaklar halinde bulunduğu zaman heazlewoodit'le sınırı muntazam düzgün hatlar şeklinde, kloritle sınırı gayri muntazam, korozyona maruz kalmış bir durum göstermektedir. Heazlewoodit etrafını saran awaruit kuşağının bilhassa 25-30 mikron kalınlığı bulduğu yerlerde awaruit'in heazlewoodit içine doğru keskin kenarlarla büyüdüğü görülür. Burada awaruit'in heazlewoodit'ten dönüştüğü açıkça görülmektedir.

Awaruit heazlewoodit'ten metamorfizmayla büyük ihtimalle 200° nin altında oluşmuştur. Isının oldukça düşük olduğu, awaruit'in nabit bakırla yan yana bulunduğu halde alaşım meydana getirmemesinden de anlaşılmaktadır. Şayet nabit bakır awaruit'le aynı zamanda oluşmuşsa awaruit'le alaşım meydana getirmesi gerekirdi.

Ara mineral

Millerit gibi heazlewoodit'ten dönüşmüş olarak, fakat millerite nazaran daha fazla miktarda bulunmaktadır.

Rengi, beyaz ve parlak ve heazlewoodit yanında kırmızımsı kahverengi bir ton göstermektedir. Taze parlatmalarda kolayca fark edilen bu kırmızımsı-kahverengi ton, havayla temasından dolayı zamanla daha koyulaşmakta ve bu mineralin maden mikroskopuyle heazlewoodit ve milleritten ayırt edilmesi kolaylaşmaktadır.

Sertliği heazlewoodit'inkine çok yakın bulunmakla beraber çok ufak taneli olduğundan Vickers sertliği ölçülemezdir. Bu mineral kolayca parlatılabilmektedir.

Refleksiyon pleokroizması havada görülmemekte, yağda güçlkle görülmektedir. Anizotropisi havada zayıf, yağda bariz olarak görülmektedir. Anizotropi renkleri açık gök mavisi-mavimsi, açık gri ve açık kahverengi-koyu kahverengi arasında değişmektedir.

Ara mineral olarak isimlendirdiğimiz bu mineral heazlewoodit'in millerite dönüşmesi esnasında milleritleşmenin ilk basamağı olarak görülmektedir. Dolayısıyla çok büyük kısmıyla heazlewoodit içinde milleritle yan yana bulunmaktadır. Ancak az miktarda yalnız başına bulunmaktadır. Az da olsa ufak taneli bazı heazlewoodit'ler tamamen ara mineral ve millerite dönüşmüşlerdir. Dikkatli incelendiğinde böyle oluşumlar içinde de heazlewoodit kalıntılarını görmek mümkündür.

Heazlewoodit'in ara mineral ve millerite dönüşmesi (0001) yönüne paralel olarak gerçekleşmiştir. Dönüşme alevcikler, kamacıklar ve lameller şeklinde görülmektedir (Foto 2). Kısmen heazlewoodit'in kenarlarından başlayarak içine doğru paralel olarak ilerleyen ara mineral alevcikler! ve kamacıkları, bazen de heazlewoodit'in içinde bulunmaktadır (Foto 6). Heazlewoodit içinde daima milleritle birlikte bulunan ara mineral nadiren de idiomorf bir şekil gösterir. Ara mineral heazlewoodit içinde bazen paralel ve hatta aynı heazlewoodit'te birbirine yaklaşık olarak dik iki ayrı doğrultuda uzanan gayet muntazam ince lameller şeklinde de izlenmiştir (Foto 5, 6). Heazlewoodit'ten dönüşerek meydana gelen ara mineral +milleritin bulunduğu her yerde büzülme çatlakları izlenmektedir (Foto 2, 3). Heazlewoodit içinde milleritin bulunmadığı, yalnız lameller

halinde ara mineralin bulunduğu yerlerde de lameller içinde ve lamel uzantılarına dik şekilde büzülme çatlakları bulunmaktadır. Hacim küçülmesinden meydana gelen büzülme çatlakları büyük kısmıyla makinavit, kısmen de kloritle doldurulmuştur.

Millerit

Genel olarak heazlewoodit içinde onun dönüşme mahsulü olarak ince iğne ve kamacıklar şeklinde, nadiren de azamî 5-10 mikron uzunlukta çok ince iğnemsî oluşumlar şeklinde gang minerali klorit içine dağılmış olarak bulunmaktadır. Bu sonuncular bazen klorit tabakalanmasız paralel olarak bulunmaktadır. Ayrıca bazen heazlewoodit girintileri ve içindeki kloritlerde idiyoblastik tekstürlü çok ince oluşumlar halinde millerite rastlanmaktadır.

Heazlewoodit'in millerite dönüşmesi esnasında burada ara mineral olarak isimlendirilen diğer bir [mineral ve bu dönüşme esnasında ince büzülme çatlakları meydana gelmiştir. Büzülme çatlakları her zaman millerit ve ara minerale refakat etmekte olup, dönüşme esnasında hâsıl olan bir hacim küçülmesine işaret etmektedir. Kısmen paralel, kısmen de bir ağ şeklinde heazlewoodit içinde bulunan bu büzülme çatlaklarının bir kısmı makinavit, bir kısmı da kloritle doldurulmuştur (Foto 2, 3). Hemen bu çatlakların kenarında iğne ve kamacıklar şeklinde millerit oluşumları bulunmaktadır (Foto 2). Hemen her zaman bu şekilde bulunan milleritlerin kalınlıkları azamî 5 mikron, uzunlukları 10-15 mikronu geçmez.

Millerit bazen heazlewoodit içinde paralel lamecikler şeklinde bulunmaktadır. Bu da heazlewoodit'in millerite dönüşmesinin (0001) doğrultusuna paralel olmasından ileri gelmektedir. Fakat dikkatli incelendiğinde milleritle heazlewoodit arasında her zaman bir miktar ara mineralin bulunduğu görülür.

Makinavit

Kromitler arasında bulunan krom kloritler içinde, klorit gibi yaprağımsı, levhamsı bir tekstür göstermektedir (Foto 8). Bazen bariz bir tabakalanma gösteren makinavit levhaları, bazen de çeşitli yönlerde uzanan ışınal yapraklardan oluşmuş keçemsî bir yüzey yapısı görünümündedir. Çoğunlukla makinavit levhaları arasında klorit veya belki de brusit olması ihtimali olabilen çok ince levhalar halinde gang minerali bulunmaktadır. Makinavit yaprakları bazen bariz bir eğilme ve bükülme göstermektedirler.

Makinavit içinde ve yanında tenorit krizokal, limonit, küprit, nabit bakır, kovelin ve heazlewoodit gibi mineraller izlenmektedir.

Ayrıca makinavit, heazlewoodit'in millerit ve ara minerale dönüşmesi esnasında hacim kaybından dolayı meydana gelen büzülme çatlaklarının bir kısmını doldurmaktadır.

Nabit bakır

Azamî 200-300 mikron büyüklükte ve ksenomorf oluşumlar halinde, çok az miktarda izlenmektedir. Nabit bakır da her zaman klorit içinde bulunmaktadır (Foto 9). Kromit çatlağında nabit bakır görülür.

Nabit bakır bazen heazlewoodit'in etrafını sarmakta ve bazen de korozyona maruz kalmış heazlewoodit oyuklarını doldurmaktadır (Foto 9). Bu durumda nabit bakır heazlewoodit'ten daha sonra oluşmuştur.

Nabit bakır, kenarları boyunca, hemen her zaman küprit ve tenorite dönüşmüştür.

Buradaki nabit bakırın metamorfizmayla oluştuğu söylenebilir (P. Ramdohr, 1960).

Küprit

Eser miktarda olup, nabit bakırdan dönüşerek oluşmuştur (Foto 9). Kısmen nabit bakırın etrafını sarmakta ve bazen de kendi içinde nabit bakır relikt (kalıntı) olarak içermektedir. Küprit bazen de yalnız başına bulunmaktadır. Nabit bakırın etrafını saran küprit kuşağı kısmen muntazam, fakat çoğunlukla gayri muntazam bir genişlik göstermektedir.

Tenorit

Eser miktarda kısmen küprit ve nabit bakırla birlikte, küpritten dönüşmüş olarak, kısmen de klorit içinde makinavit ve kovelinle bir yerde yan yana bulunmaktadır. Tenoritin küpritin kenar kısımlarında yer alması, bu mineralin küpritten dönüşerek meydana geldiğini bariz olarak göstermektedir.

Kovelin

Eser miktarda ve 5-10 mikronluk, bazen diğer bakır mineralleriyle bir arada, bazen de tek başına klorit içinde izlenmiştir. Kovelin bir yerde heazlewoodit'in etrafını sarmış halde görülmüştür.

Kovelin levhamsı kristallerden meydana gelmiş olup, bir arada bulunan levhalardan meydana gelen oluşumlar bazen ksenomorf, bazen yuvariağımsı bir şekil göstermektedirler. Bir yerde kovelin tenoritle, diğer bir yerde neodijenitle bir arada bulunmaktadır.

GANG MİNERALLERİ

Kefdağ zengin kromit cevherlerinden seçilen numunelerden yaptırılan ince kesitler alttan aydınlatmalı polarizasyon mikroskopuyle incelenerek, sırasıyla aşağıdaki gang mineralleri saptanmıştır:

Klorit

Kromitler arasında renksiz veya çok açık sarımsı-pembe renkli levhacıklar ve yaprakçıklar şeklinde izlenmektedir. Klorit için aşağıdaki optik veriler ölçülmüştür:

$$2V_z = 0^\circ(+), X A-0^\circ$$

Olivin

Kromitler arasında kısmen kenar ve çatlakları boyunca serpentine dönüşmüş, kısmen de serpantin içinde kalıntılar (reliktler) halinde izlenmektedir.

Ortopiroksen

Miktar olarak serpantin ve olivinden daha fazla bulunmakta olup, olivin gibi kenarları (bilhassa kromit-piroksen kontaktında) ve çatlakları boyunca serpentine dönüşmüş olarak izlenmektedir.

Serpantin

Az miktarda olivin ile piroksen etrafında ve çatlaklarında bu minerallerden oluşmuştur.

Krizokol

Eser miktarda kromitler arasında, klorit içinde bilhassa makinavit tenorit ve küprit gibi mineraller yanında bulunmaktadır. Yeşilimsi mavi rengiyle bazen parlak kesit yüzeyinde çıplak gözle bile rahatça görülebilir.

Krizokol mikroskop altında bazen bariz radyal ışınsal, lifimsi bir tekstür göstermekte olup, içinde bulunduğu klorit-krizokol sınırında klorit kısmen limonitle boyanmıştır.

Garnierit

Kloritler içinde bulunan heazlewoodit'ten dönüşerek eser miktarda meydana gelmiştir. Çok ince taneli olan ve içinde heazlewoodit kalıntıları kapsayan garnierit'in mikroskopla tayini oldukça güçtür. Garnierit'in de krizokol, küprit, tenorit gibi en son oluşan bir mineral olduğu kabul edilebilir.

SONUÇ

Şark kromit yatakları havzasında, antigorit serpantin içinde köksüz, sürüklenme esnasında yuvarlak şekil almış Kündikân-Guleman tipi kromit yatakları, magmatik tabakalanmaya uyan ve kristalizasyon diferansiyasyonla meydana gelen Soridağ tipi kromit yatakları ve Schlierenplatten-Sprengel cevher kapsayan Kefdağ tipi kromit yatakları olmak üzere üç ayrı tip kromit yatağı saptanmıştır.

Kündikân-Guleman tipi kromit yataklarının ilk bakışta Soridağ tipi kromit yatakları gibi magmatik bir ayrışmayla peridotit içinde meydana geldiği kabul edilmektedir. Peridotit zamanla serpantinleşmiş ve bu serpantin kuvvetli bir tektonizmayla yoğrularak antigoritleşmiştir. Büyük bir hareket kabiliyetine sahip plastik yapıli serpantin tektonizmayla hareketi esnasında içindeki kromit ve yabancı kütleleri de birlikte sürüklemiştir. Dolayısıyla Kündikân-Guleman tipi kromit yatakları sürüklenen «allokton» yataklardır. Bu tip yatakların yeryüzünde mostra verenleri işletilerek alınmıştır.

Her zaman değilse de çoğunlukla metalürjide yüksek tenörlü cevher kapsadıklarından, yeryüzünde mostra vermeyen Kündikân-Guleman tipi yatakların aranıp bulunması Şark kromit havzasının önemli problemlerinden biridir. Bu problem bugüne dek henüz çözülmemiştir. Burada ancak kromitin içinde bulunduğu serpantin kuşaklarını tanımaktayız. Köksüz kromit kütleleri hareket etmiş plastik antigorit serpantin kuşaklarının hareketlerinin yavaşladığı kenar kısımlarda veya bir engel karşısında büküldükleri yerlerde bulunmaktadır.

Soridağ ile Rutdağ peridotiti içinde bulunan ve kromit mineralinin gravitatif kristalizasyon-diferansiyasyonu ile oluşan Soridağ tipi kromit yatakları paralel damarlar meydana getirmektedirler. N-S fayları ve E-W fayları olmak üzere burada iki ayrı fay sistemi saptanmıştır. Kromit damarlarının yeryüzünde ve yeraltında takipleri bu fay sistemleri göz önünde tutularak yapılmıştır.

Kefdağ tipi kromit yatakları birbiri arkasından sıralanan Doğu Kefdağ ve Batı Kefdağ yatakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Schlierenplatten-Sprengel (benekli) cevher içeren bu yatakların mikroskopik etütlerinde primer mineraller kromit, olivin ve piroksen yanında kromitler arasını ve kataklastik çatlaklarını kısmen dolduran metamorfizma esnasında oluşan krom klorit içinde çok az miktarda heazlewoodit, awaruit, millerit, ara mineral, makinavit, garnierit gibi nikel mineralleriyle, nabit bakır, küprit, tenorit, kovelin-fneodijenit, krizokol gibi bakır mineralleri izlenmiştir.

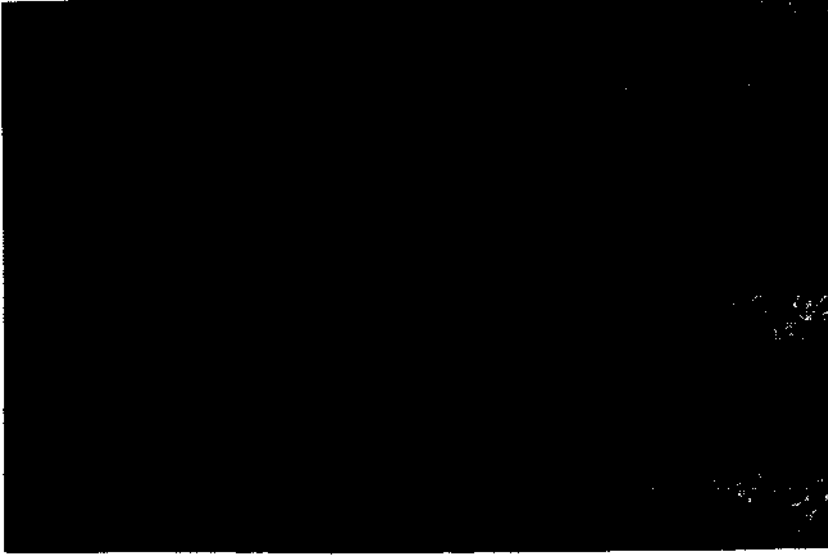


Foto 1 - Byltme 25 x 10. Kromit (koyu gri) paralel kataklastik çatlakları boyunca Cr-spinele (gri) dnm. Delik ve klorit (siyah).

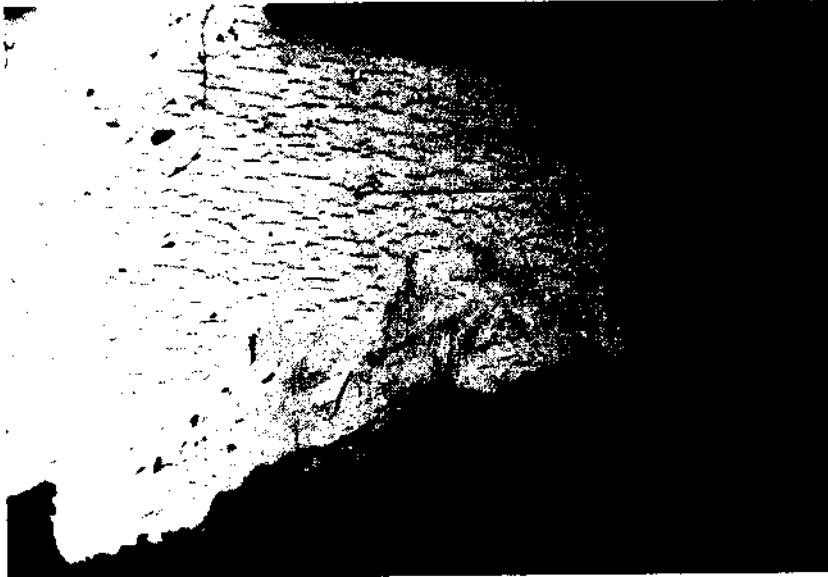


Foto 2 - Byltme 25 X 10 (immersiyon yağında). Heazlevoodit (beyaz), kenarları ve bzlme çatlakları boyunca ara mineral ve millerite (açık gri) dnm. Paralel bzlme çatlakları kısmen makinavit ve kısmen de kloritle (siyah) doldurulmutur. Klorit (siyah).



Foto 3 - Büyütlme 25 x 10 (immersiyon yağında). Yan yana bulunan iki ayrı heazlewoodit'ten biri (paralel büzülme çatlakları içeren) kısmen ara mineral ve millerite dönüşmüştür. Heazlewoodit'ler arasındaki sınır düzgün bir hattın ibarettir. Klorit siyah, eser miktarda izlenen kromit koyu gri renklidir.

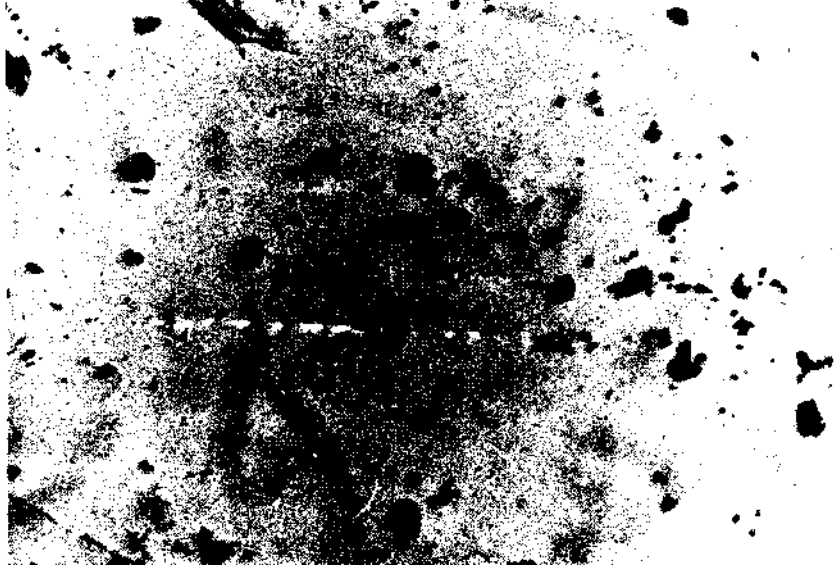


Foto 4 - Büyütlme 25 x 10. Paralel kataklastik çatlakları içeren kromit (gri), çatlakları boyunca heazlewoodit'le (beyaz) doldurulmuştur. Delik ve gang (siyah).

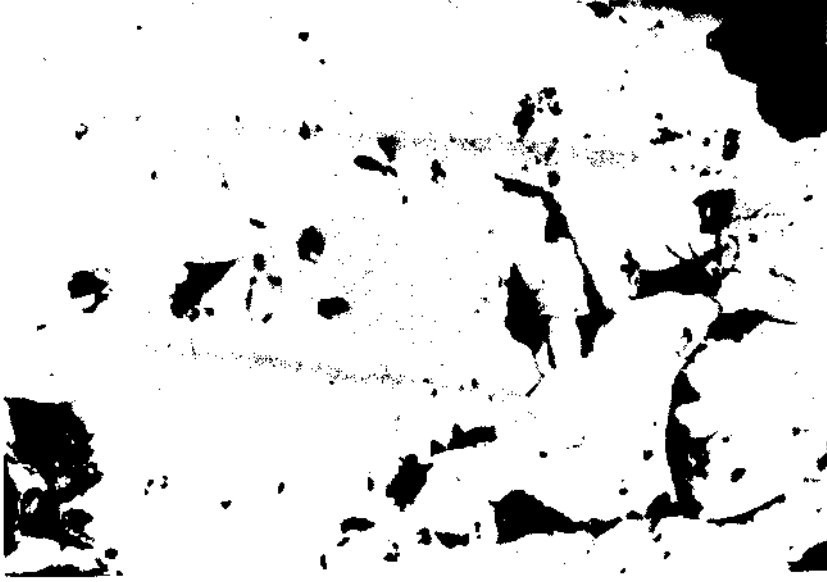


Foto 5 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Heazlevwoodit (açık gri) içinde birbirine dik ynde uzanan ara mineral (gri) lamelleri. Klorit (siyah).

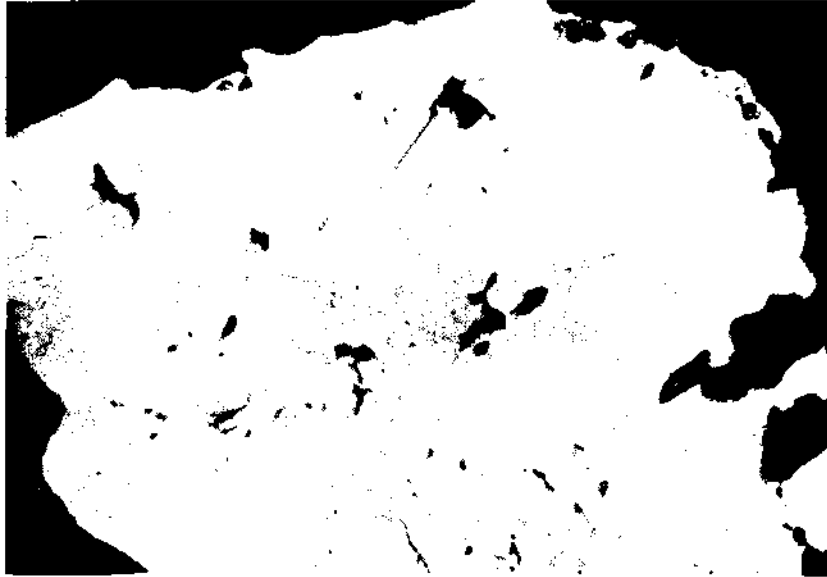


Foto 6 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Heazlevwoodit (açık gri) kenarları boyunca, iç kısımlarında ve lameller (iki ayrı ynde uzanmakta ve bir gen meydana getirmektedir) boyunca millerit ve ara minerale dnmtr. Gang minerali klorit (siyah) grlmektedir,



Foto 7 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Gang minerali klorit (siyah) içinde awaruit (parlak beyaz), immersiyon yağında i reflekslerinden dolayı dalgalı koyu gri - gri arasında renkler gsteren mineral olivindir.



Foto 8 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Kromitler (koyu gri) arasında klorit (siyah) içinde yaprağımsı yapılı makinavit minerali (açık gri).

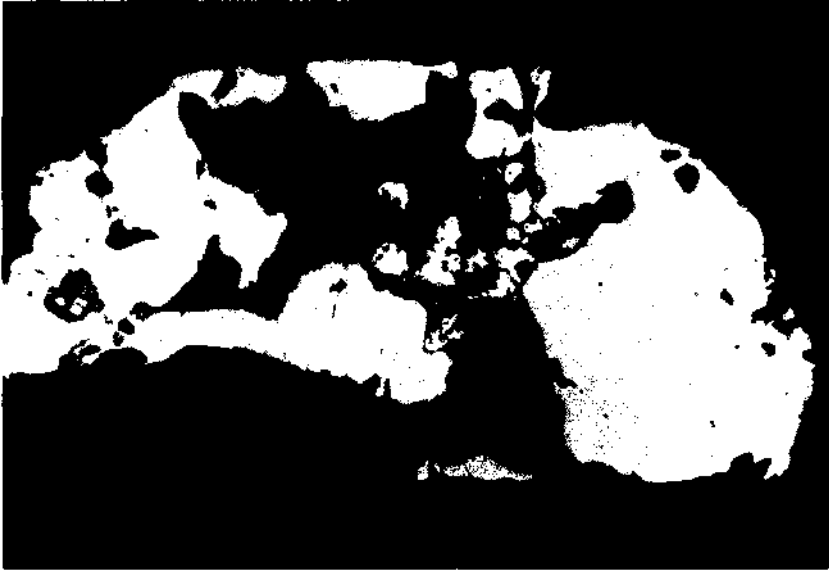


Foto 9 - Byltme 25 x 10 (immersiyon yağında). Nabit bakır (parlak beyaz, ortada) kenarları boyunca kprite dnm (koyu gri). Heazlewoodit (beyaz) kataklastik paralanm. Gang minerali klorit siyah renklidir.

Heazlewoodit ve bundan oluşan awaruit, makinavit, nabit bakır ve belki neodijenit gibi mineral, alaşım ve metaller; içinde buldukları krom klorit gibi metamorfizma neticesinde hidrotermal ortamda oluşmuşlardır. Heazlewoodit'ten dönüşerek oluşan ara mineral, millerit, garnierit; nabit bakırdan dönüşerek oluşan küprit, tenorit, ayrıca klorit içinde eser miktarda izlenen kovelin ve krizokol gibi bakır mineralleri alterasyon neticesinde oluşmuşlardır.

Arazi çalışmalarına ışık tutan Prof. Dr. ing. Adolf Helke'ye, mikroskobik çalışmalarında her zaman tecrübelerinden faydalandığım Dr. Gültekin Elgin'e, ayrıca heazlewoodit mineralinin Vikers sertliğini ölçen Dr. Oğuz Arda'ya ve reflektivitesini ölçen Dr. Alexander Kraeff'e, X-ray difraksiyon cihazına preparat hazırlamada yardımcı olan Dr. Evren Yazgan'a gang minerallerinin tayininde yardımcı olan Dr. İnci Ertan'a ve bu çalışmada emekleri geçen diğer bütün M.T.A. Enstitüsü Laboratuvar elemanlarına teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Yayma verildiği tarih, 18 haziran, 1974

BİBLİYOGRAFYA

- BEHREND, F. (1925): Die Kupfererzlagerstaetten Arghana Maden in Kurdistan. *Z. prakt. Geol.*, 33 Jg., 1-12 u. 23-34.
- BİRGİ, Ş.E. (1950): Ergani, mainstay of Turkey's copper mining. *Engng. Min. Jf.* 151, No. 4, 92-95.
- BORCHERT, H. (1958): Türkiye'de inisiyal ofiyolitik magmaya ait krom ve bakır cevheri yatakları. *M.T.A. Yayın*, no. 102, Ankara.
- BRAUNMÜHL, H. v. (1930): Über die Entstehung der Lagerstaetten des dichten Magnesits vom Typus Krauthath. *Archiv F.Lagerstaetten-Forschung* 45., Berlin.
- CİSSARZ, A. (1951): Die Stellung der Lagerstaetten Jugoslawiens im geologischen Raum. *Geol. Vesnika*, Belgrad, 60.S.
- ÇAĞATAY, A. (1968): Erzmikroskopische Untersuchung des Weiss-Vorkommens bei Ergani Maden, Türkei, und genetische Deutung der Kupfererzlagerstaetten von Ergani Maden. *N.Jb. Miner., Abh.* 109, 131-155, Stuttgart.
- DİLLER, J.S.; WESTGATE, L.G. & PARDEE, LT. (1921): Deposits of chromite in California, Oregon, Washington, Montana. *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 725. 84 p.
- DONATH, M. (1930): Geologisch-Mineralogische Studien an Serbischen Chromit-Lagerstaetten. *Diss. Freiberg*, 62 S.
- GÖYMEN-CALGAN, G. (1963): Erzmikroskopische Untersuchungen und der Erzminerale der Hauptlagerstaette von Ergani Maden (Osttürkei) und ihre Geneze. *Diss. Heidelberg*.
- HELKE, A. (1955): Beobachtungen an türkischen Minerallagerstaetten. *N.Jb. Miner., Abh.*, 88, 55-224, Stuttgart.
- (1961a): Beitrag zur Kenntniss der Chromerzlagerstaetten des Sori Dağı in der Türkei. *N.J. Miner., Abh.* 96, 48-78, Stuttgart.
- (1961b) : Die Metallogenie der türkischen Chromerzlagerstaetten, insbesondere der osttürkischen Chromitprovinz. *Fortsch. Miner.*, 39, 1, 134-137, Stuttgart.
- (1962): The metallogeny of the chromite deposits of the Guleman district. *Econ. Geol.*, 57, 954-962.
- (1964): Die Kupfererzlagerstaette Ergani Maden in der Türkei — Eine geologisch-erzmikroskopische Untersuchung. *N. Jb. Miner., Abh.* 101, 3, 233-270, Stuttgart.
- HISSLITNER, G. (1951/52): Serpentin und Chromerzgeologie der Balkan Halbinsel. *Jb. Geol. Bundesanst.*, Sonderband, 668 S.

- KAADEN, G.v.d. (1963): Alpin tipi ultrabazik kayaların kökeni ve bunların kromit prospeksiyonu ile olan ilgisi hakkında çeşitli görüşler. *M.T.A. Derg.*, no. 61, Ankara.
- KRAUSE, H. (1957): Erzmikroskopische Untersuchungen an türkischen Chromiten. *N. Jb. Min., Abh.* 90.305-366.
- MEIXNER, H. & WALTER, L. (1938): Die Minerale des Serpentinegebietes von Kraubath. *Fortschr. Mineralogie*, 23.
- NİGGİLİ, P. & NİGGİLİ, E. (1948): Gesteine und Minerallagerstätten, I.
- ÖZKOÇAK, M.O. (1970): Orhaneli kromit yataklarının jeolojik etüdü.
- PETRASCHEK, W.E. (1954): Anadolu ve Güneydoğu Avrupası metal Provensleri arasındaki münasebet. *M.T.A. Derg.* no. 46/47, Ankara.
- PİLZ, R. (1917): Beitrag zur Kenntniss der Kupfererzlagerstätten in der Gegend von Arghana Maden. *Z. Prakt. Geol.* 25 Jg., 191-198.
- RAMDOHR, P. (1924): Beobachtungen an opaken Erzen. *Arch. Lagerstättenforsch.*, 34, Berlin.
- (1953): Mineralbestand, Strukturen und Genesis der Rammelsberg-Lagerstätte. *Geol. Jb.*, 67, 367-494, Hannover.
- (1960): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. 3. Aufl., Berlin.
- ROMIEUX, J. (1941): Rapport d'ensemble geologique et minier sur les gisements d'Ergani Maden et des environs. *Manuskript*, Ankara.
- ROSIER, G. (1942): Sur la geologie et les gisements de chromite de la region de Guleman (vilâyet d'Elâziğ, Anatolie). *Mem. Soc. Phys. et Hist. Nat. de Geneve.*
- SCHLOEMER, H. (1952): Hydrothermale Untersuchungen über das System CaO-MgO-CO₂-H₂O. *Neues Jahrb. Mineral.*, Stuttgart.
- SCHNEIDERHÖHN (1955): Erzlagerstätten. Kurzverlesung zur Einführung und zur Wiederholung, Stuttgart.
- (1958): Die Erzlagerstätten der Erde. Band I, Die Erzlagerstätten der Frühkristallisation, Stuttgart.
- (1961): Die Erzlagerstätten der Erde. Band II, Die Pegmatite. Stuttgart.
- SIMMERSBACH, (1904): Die nutzbaren mineralischen Bedenschätze der kleinasiatischen Türkei. *Z. Berg-, Hütten- und Salinenwesen.* L II, 515-557.
- SİREL M.A. (1949): Die Kupfererzlagerstätte Ergani-Maden in der Türkei. *N.J. Miner. et.c.* Abh. 80, Abt. T. 36-100.
- THAYER, T.B. (1960): Some critical differences between Alpine type and stratiform peridotite-gabbro complexes. *Report of the Trventy-First Session, Norden 1960 part XIII*, pp. 247-259, Copenhagen.
- VOGT, J.H.L. (1893): Bildung von Erzlagerstätten durch Differentiationsprozesse in basischen Eruptivgesteinsmagmen. *Zeitschr, prakt. Geol.* 4-11. 125-143, 257-284,
- WIJKERSLOOTH, P. de (1944): Ergani madeni bakır zuhuratının primer mineralleri. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/31, Ankara.
- (1945): Elâziğ ili Ergani-Maden bakır yatakları hakkındaki bilgiye yeni bir ilâve. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/33, Ankara.
- (1945): Batı Anadolu'daki kromitlerin magnezit teşekkülüne eşit hidrotermal değişiklikleri. *M.T.A. Mecm.*, no. 2/34, Ankara.
- (1946): Anadolu krom cevherlerinin istihalesi ve bunların magmatik oluşlarla ilgisi. *M.T.A. Yayınl.*, seri B, no. 10, Ankara.
- (1954): Ergani bakır madeninin (Elâziğ) yaş ve jenezi hakkında. *T.J.K. Bült.*, c. V, s. 1-2, Ankara.
- (1957): Über die primären Erzminerale der Kupferlagerstätte von Ergani Maden (vilâyet Elâziğ, Türkei). *Geol. Förh.*, 79, 1, 257-273 Stockholm.