

Işıkdag Madeninin Mineralojik Etüdü

ve

Cevherinin konsantrasyon tecrübeleri (*)

Yazan : Dr. Orhan BAYRAMGİL

Jeoloji :

Ankara'nın 80 km. kuzey-kuzey batısındaki Işıkdag madeni, Anadolu'nun bu kısmını kaplayan vâsi andezit kompleksinin kuzey kesiminde bir "pencere" teşkil eden, kalker ilâ kum-kil sahrelerinden (Gosau tipi) mürekkep olan, üst Kretasede bulunur. Maden bölgesinde Kretase tabakaları "kubbe" halindedir. Bu kubbeyi meydana getiren iltiva Tersierden önce vukubulmuştur. Bundan sonra faylar kubbeyi birçok kesimlere ayırmış ve maden cevherini getiren buhar ve akarlar çıkma yolu olarak bu fayları takibetmiştir.

Petrografi:

Işıkdag bölgesindeki efüzif sahrelerin büyük kısmı mutavassit ilâ bazik (andezitler, melez andezitler, bazaltlar ve olivin bazaltlar), diğer kısmı asit (biotit dasit ilâ hornblend biotit dasitler ve vitrofirler) taşlardan müteşekkildir. İndifalar Eosenden Pliosene kadar yer bulmuştur.

Anadolunun bu kısmındaki vâsi andezit kompleksini tetkik eden pek az petrograflardan yalnız F. ANGEL (1934) bunun teşekkülü üzerinde mufassalan durmaktadır. Mikroskopik etüt ANGEL'i bu taşlar ailesinin bazalt magmasından teşekkül edememiş olduğu neticesine

[*] Doktora tezimi teşkil eden bu etüd «Schweiz. Min. - petrogr. Mitt.» dergisinin son sayısında (xxv, S. 23 - 113) yayımlanmıştır. Bunun bir özünü M. T. A. mecmuasında neşretmeyi münasip buldum.

vardırıyor. Bu muharrire göre bahis mevzuu andezit kompleksi, granitosiyenit karakterde eski abisal sahrelerin erimesinJen meydana gelmiştir.

Bidrın telkih ettiğimiz numuneler andezit korrip'.eksrûin ancak küçük bir kısımdachr (Işıl;dag). Kuvars minerali müstesna, hu numunelerde ANGEL'in müşahede-.erriûtasvibedemedik. Kuvars, numunelerimizin bazılarında (melez andezitler), yabancı bir unsur olarak göze çarpmaktadır. Bu ise sık sık rastlanan bir şeydir ve magmanın yukarı çıkarırken yolunda olan sahrelerden neş'et etmiş olması akla pek yakındır.

Birsahrenin doğrudan doğruya primer bir magmadan mı, yoksa yeniden eriyen taşlardan "palingen" olarak mı husule geldiğini bulmak, ilmin bugünkü durumunda maalesef pek güçtür. Efüzif taşlarda bu mesele tam manasıyla bir çıkmaza girer, zira "juvenil" ve "palingen" magmalarla bunların meydana getirdikleri taşları ayırdetmek için daha hiçbir kritere mâlik değiliz. Bu sebepten, mükemmel etüdüne rağmen, ANGEL'in, yalnız mikroskopla müşahedeye dayanarak çıkardığı, pek ileri varan neticelerine iştirak edemiyoruz.

Mineraloji:

Işıkdag madeni numunelerinde tesbit ettiğimiz mineraller arasında bilhassa ikisi zikre şayandır.

Yenerit: $11 \text{PbS}, 4\text{Sb}_2\text{S}_3$ formülü ile kurşun sülfoantimoniürlerinin yeni

bir mümessilidir. Bu mineral ya ince iğneler veya "derb" şekilde bulunur, rengi koyu gri olup siyaha çalar, sertliđi 2-2.5, özgül ađırlıđı da 6.05 tir. Bu kıymetin, kurşun slfoantimonirleri için yaptığımız özgül ađırlık kurbu üzerindeki projeksiyonu, bulanjerit ile Falkmanit' inkinin arasına düşmektedir; bu kurbun tyinleri ancak uzun arařtırmalarla kabil olan kurşun slfoantimonirlerinin determinasyonu için kolay bir vasıta teřkil edeceđi kanaatindeyiz.

Mikroskopla bakılıřta yenerit, galene nispetle, yeřilimsi bir reng tonu arzeder ; yađ içinde vazıh bir polikroizm ve kuvvetli anizotropi gösteri; bazen lamelli "ikiz" ler de görülür. Bu mineralin teřekkülü hidrotermal safhadadır.

Turmalin : Iřıkdađ madeninde, řimdiye kadar bilinmeyen, kendisine has bir nevi arz eder. Görünüřü toprađımsı, tırnakla kazılabilir, rengi beyazca, özgül ađırlıđı da 3,153 tür. Mikroskop altında gayrimuntazam hudutlanmış, ekseriya küçük pullardan, kısmen de birbirine girift dikenciklerden müteřekkil agregalar halinde görülür. Kırılma endisleri D çizgisi için $n_p = 1,620$, $n_g = 1,642$ dir. Kimya analizinden bu turmalin için řu formül çıkmaktadır :

eski isimler	SCHNEIDERHOEHN	LINDGREN
genç Au—Ag formasyonları	hypabyssisch { subvulkanische Au-Ag-Lagersttte Kata bis mesothermale Au-Quarzgnge pneumatolytische Au-Turmalin-Quarzgnge	epithermal
eski Au—kuvars formasyonları		mesothermal
		hypothermal

SCHNEIDERHOEHN'e göre, «hypabyssisch» ile "subvulkanisch" arasında transisyon formları pek de malm deđildir. Iřıkdađ madeni cevherinde bu iki safha da tesbit olunabildiđinden, bu yatak müstesna bir durum almaktadır. Üstelik bu maden sedimanlar içinde meta-

$(Na,K)_2Ca(Fe,Mn)Mg_6Al_{20}Si_{18}B_9O_{81}(O)_{12}$
 Bu mineral pnömatolitik safhada, killi deniz tabakalarının B_2O_3  ile teřekkül etmiřtir.

Iřıkdađ madeni numunelerinde tesbit ettiğimiz minerallerin herbirinin jenezi hakkında ayrı ayrı yaptığımız ml hazaları mukayese edersek, bu madende cevher teřekkülünün, minarellerinin pek fazla girifliđine rađmen, bir defada olmadıđını söyleyebiliriz. Bu teřekkül bilkis uzun sürmüřtür; ancak bunun safha safha mı yoksa arası kesilmeden mi olmuř olduđunu kestirmek mümkün deđildir. Muhakkak olan, cevherin geliřinin pnömatolitik safhada bařlamıř ve geç hidrotermal safhada bitmiř olmasıdır. Böylece kısmen metamatik (bařlıca gang minerali kalsit) kısmen de emprenye (gang mineralleri kuvars ve turmalin) şekilde husule gelmiř olan Iřıkdađ madeni, geniř mnada, pnömatolitik - Hidrotermal transisyon maden yatakları kategorisine girer.

Altın ihtiva etmesi dolayısıyla bu yatađı bir de altın madenleri zümresine ithal etmek icabeder. SCHNEIDERHOEHN(1941) le LINDGREN (1933) in altın madenleri taksimlerini karřılařtırsak ařađıdaki řemayı elde edeceđiz:

zomatik ve emprenye olarak bulunmaktadır ki, řimdiye kadar bilinen altın yataklarında bu pek nadirdir.

Volkanik tařlarla dođrudan dođruya bir ilgi müřahede olunamadıđından, Iřıkdađ madeni cevherinin teřekkülüne

sebebolan sahrenin hangisi olduđu meçhuldür. Pek çok altın madeninin meydana gelmesi andezitlere atfolunduğundan, Işıkdag'da da cevherin bu taşların magmatik kaynağı tarafından hu-

sule getirildiğini kabul etmek gerekir.

Işıkdag madeni minerallerinin, mikroskoplara tetkikten çıkarılabilen bir teşekkül sırasını aşağıda veriyoruz. Çizgilerin kalınlığı mineralin miktar nis-

	Hidrotermal		Prümatolitik
	epi_	meso_	hipotermal (Lindgren)
Tormalin +(Kasiterit, Apsit, Epidot)			—————
Mispikel			—————
Blend +(Kalkopirit)			—————
Pirit		—————	
Galen I		—————	
Kalsit		—————	
Yenerit +(Parankerit)		—————	
Galen II		—————	
Kuvars +(Barit)	—————		

Merkez 19222

betlerini ifade etmektedir. Miktarları pek az olanlar, teşekkülleri aşağı yukarı aynı zamana tesadüf edenlerle birlikte, parantez içinde gösterilmişlerdir. Daha geç meydana gelmiş olmasına rağmen, kalkopirit blend'e ilâve edilmiştir, zira bu mineral hemen hemen tamamen blend içinde likuasyon mahsulü olarak bulunmaktadır.

Maden Cevherinin Konsantrasyonu

Işıkdag madenini teşkil eden minerallerin mikroskoplara pek fazla giriftliği müşahede olunmuştur. Dövülmüş bir maden numunesinden yapılan elek analizi, her minerali saf elde etmek için, cevheri 0,1 mm. ye kadar dövmek lüzumunu göstermiştir. Bundan çıkan, fizikî me-

todlarla cevherin konsantrasyonu imkânsızlığı, yaptığımız "Schlâmmen" ve "Magnetscheidung" tecrübelerinin menfi neticeleriyle katıyet kesbetmiştir.

Buna mukabil, flotasyon tecrübeleri cevheri ganglardan bu fizikoşimik usul ile ayırmak mümkün olduğunu gösterdi. Cevher minerallerinin birbirinden ayırma için ise, memnuniyet verici bir flotasyon usulü bulunamamıştır. Yenerit'in mevcudiyeti, kurşun - çinko cevherlerine umumiyetle tatbik olunan usullerin, burada kullanılmasını mümkün kılıyor.

Son zamanlarda analitik kimyada pek revaçta olan -Oxychinolin'-in, sülfürlü cevherler için flostasyonda kolektör olarak kullanılması tecrübe edilerek müspet netice alınmıştır.

Altın ve gümüşün elde edilmesi için siyanürasyon metodu ile yaptığımız tecrübeler, altın için iyi, gümüş için ise az verimli neticeler göstermiştir. Mikroskopik etütten gümüşün yenerit'in içinde bulunduğu neticesine vardığımızdan, siyanürasyon usulü ile teknik bakımdan elde edilemeyişinin sebebini burada bulmak gerekir.

Literatür:

F. ANGEL, Aus der Gesteinswelt Anadolien. N. Jb. Min., Abt. A, B. B. 62 (1931), 57 -162.

W. LINDGREN, Mineral Deposits. New York and London 1933.

H. SCHNEIDERHOEHN, Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde B. 1. Jena 1941.

Mineralogische Untersuchung Der Erzlagerstaette Von Işıkdağ

Mit einem Kapitel über Aufbereitungsversuche (*)

Von : Dr. Orhan BAYRAMGİL

Geologie

Die sich 80 km N - NW lich befindende Erzlagerstaette von Işıkdağ liegt in oberkretazischen, kalkig bis sandig - tonigen Sedimenten (Gosau - Typus), welche ein Fenster im nördlichen Teil des riesigen galatischen Andesitkomplexes bilden. Die Schichten kulminieren im Erzgebiet in einer Kuppel. Das Alter der Faltung ist praetertiaer. Nach der Faltung wurde die Kuppel durch Verwerfungen in einzelne Schollen zerlegt. Die erzbringenden Daempfe und Lösungen haben als Aufstiegswege diese Bruchflaechen benützt.

Petrographie

Im Gebiet der Lagestaette von Işıkdağ sind besonders basische bis intermediaere (Andesite, hybrides Andesite, Basalte und Olivinbasalte), in geringerem Masse saure Ergussgesteine (Biotitdazite bis Hornblendebiotitdazite und Vitrophyre) verbreitet. Die Eruptionen haben vom Eocaen bis Pliocaen stattgefunden.

*) Diese Arbeit ist im letzten Heft der Schweiz. Min.-petrogr. Mitt. erschienen (XXV, S, 23-113). Ich finde es angebracht, eine Zusammenfassung davon im M. T. A. Mecmuası zu publizieren.

Von den wenigen Autoren, welche sich mit der Untersuchung der galatischen Ergussgesteine befasst haben, aeußerst sich nur F. ANGEL (1934), jedoch eingehend, zur Entstehungsgeschichte dieser Gesteine. Die mikroskopische Untersuchung führt ANGEL zu der wichtigen Schlussfolgerung, dass die Ausgangsschmelze dieses Gesteinstammes nicht das Basaltmagma sein kann. Nach diesem Autor leitet sich die vorliegende Ergussgesteinsentwicklung von einer Schmelze her, die durch Wiederverflüssigung von Tiefengesteinsmassen granitosyenitischen Charakters entstanden ist.

Die Gesteine, welche wir untersucht haben, stammen nur aus einem kleinen Teil (Işıkdağgebiet) dieser ausgedehnten Ergussmasse. Wir konnten hier, mit Ausnahme des Quarzes, die Feststellungen ANGEL's nicht beobachten. Bei einigen der von uns beschriebenen Vulkanite (hybride Andesite) tritt der Quarz als Fremdling auf, eine Erscheinung, die ja überaus verbreitet ist. Es liegt wohl da am naechsten, die Hybridisierung im Laufe des Hinaufdringens des magmatischen Schmelzflusses durch

die durchbrochenen Gesteine entstanden zu denken.

Beim heutigen Stand der Kenntnisse ist es leider in den meisten Fällen äusserst schwer zu entscheiden, ob ein Gestein direkt aus einem ursprünglichen Schmelzfluss entstand oder durch Wiederverflüssigung älteren Gesteinsmaterials palingen gebildet wurde. Ganz besonders schwierig ist der Entscheid dieser Frage bei Ergussgesteinen, da wir noch über kein Kriterium zur Unterscheidung juveniler und palingener Magman und der daraus entstandenen Gesteine verfügen. Die weitertragenden Folgerungen ANGEL's, welche ausschliesslich auf mikroskopischer Untersuchung beruhen, scheinen uns daher, trotz der wertvollen Beobachtungen, nicht zwingend zu sein.

Mineralogie:

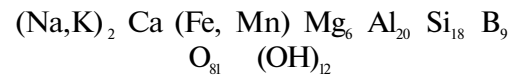
Unter den Mineralien, die wir in den Proben des Erzvorkommens von Işıkdağ beobachten konnten, verdienen Yenerit und Turmalin besondere Erwähnung.

Yenerit ist ein neuer Vertreter der Bleispiessglanze mit der Formel $11 \text{PbS}, 4 \text{Sb}_2 \text{S}_3$. Er findet sich sowohl derb, als in Form von sehr feinen Nadeln und ist grauschwarz. Seine Härte beträgt 2-2,5, sein spezifisches Gewicht 6,05 (die Projektion dieses Wertes auf der entworfenen Kurve der spezifischen Gewichte der Bleispiessglanze kommt zwischen diejenigen von Boulangerit und Falkmanit zu liegen, es scheint, dass diese Kurve ein bequemes Hilfsmittel zur zeitraubenden Bestimmung von Pb-Sb-Sulfosalzen darstellen kann).

Unter dem Mikroskop hat Yenerit, verglichen mit dem Bleiglanz einen charakteristischen grünlichen Ton. Er zeigt in Oel deutlichen Pleochroismus

und starke Anisotropie. Manchmal treten lamellare Zwillinge auf. Die Ausscheidung von Yenerit erfolgte in der hydrothermalen Phase.

Turmalin tritt in der Lagerstätte von Işıkdağ in einer ganz aussergewöhnlichen Form auf. Er hat ein erdiges Aussehen, ist weisslich und mit dem Fingernagel schabbar. Sein spezifisches Gewicht beträgt 3,135. Unter dem Mikroskop erscheint er in Form von unregelmässig begrenzten, filzigen Aggregaten, die zum grössten Teil aus kleinen Schüppchen, weniger häufig aus innig verwachsenen feinen Fäserchen gebildet werden. Die Brechungsindizes für die D - Linie betragen $n_p=1,620$, $n_g=1,642$. Die Formel des filzigen Turmalins lautet:



Die Borsäure zur Bildung dieses Turmalins wurde namentlich von den tonigen Meeressedimenten geliefert. Dies geschah in der pneumatolytischen Phase.

Wenn wir die über die Genese jedes in den Proben der Erzlagerstätte von Işıkdağ bestimmten Mineralen angestellten Beobachtungen vergleichen, so können wir mit Sicherheit aussagen, dass es sich - trotz der im allgemeinen weitgehenden Verwachsung der Mineralien - nicht um eine einmalige Ausscheidung gehandelt haben kann. Die Zufuhr dauerte im Gegenteil sehr lange, wobei nicht zu entscheiden ist, ob sie kontinuierlich oder in einzelnen Phasen vor sich ging. Auf alle Fälle erstreckte sich die Zufuhr vom pneumatolytischen bis in den spaethydrothermalen Bereich, so dass die zum Teil durch metasomatische Vorgänge (Gangart vorwiegend Kalkspat), zum Teil durch Imprägnation (Gangart, Quarz + Turmalin) gebildete Erzlagerstätte von Işıkdağ zur Kategorie der pneumatolytisch hydrothermalen Übergangslagerstätten im weiteren Sin-

ne zu zählen ist.

Da das Erzvorkommen von Işıkdağ Gold enthält, muss man es ferner in die Gruppe der Goldlagerstätten einreihen. Wenn man die von SCHNEIDERHÖHN (1941) wiedergegebene Einteilung der Goldlagerstätten derjenigen von LINDGREN (1933) gegenüberstellt, erhält man folgendes Schema:

Ältere Bezeichnung	Bezeichnung von LINDGREN	
Junge Gold-Silber Formation	SCHNEIDERHÖHN	
	Subvulkanische Au-Ag-Lagerstätte	epithermale Au-Quarzgaenge
Ältere-Gold Quarz-Formationen	hypobissisch	Kata-bis mesothermale Au-Quarzgaenge
		Pneumatolytische Au-Turmalin-Quarzgaenge
		hypothermal

Übergangsformen zwischen hypoabyssischen und subvulkanischen Goldlagerstätten sind nach SCHNEIDER-

HÖHN so gut wie unbekannt. Die Erzlagerstätte von Işıkdağ nimmt hier eine einigermaßen eigenartige Stellung ein, da sie tatsächlich einen Übergang zwischen hypoabyssischen und subvulkanischen bildet. Zudem befindet sie sich in Sedimenten als metasomatische und impraegnationartige Bildung, was bei den bisher bekannten Goldlagerstätten nur selten der Fall ist.

Der Erzbringer des Erzvorkommens von Işıkdağ ist unbekannt, weil eine direkte Verbindung mit einem Eruptivgestein nicht zu beobachten ist. Wie Goldlagerstätten bekanntlich häufig im Gefolge von Andesiten auftreten, ist es anzunehmen, dass die Vererzung mit dem magmatischen Herd der andesitischen Gesteine in Zusammenhang zu bringen ist.

	Hidrotermal		Pneumatolytisch
	epi.	meso.	hypothermal (nach Lindgren)
Turmalin +(Zinnstein, Apallit, Epidot)			—————
Arsenkies			—————
Zinkblend +(Kupferkies)			—————
Pyrit		—————	
Bleiglanz I		—————	
Kalkspat		—————	
Yenerit +(Parankerit)	—————		
Bleiglanz II	—————		
Quarz +(Baryt)	—————		

In der vorstehenden Tabelle wurde versucht, die Darstellung einer mögli-

chen Successionsfolge der Mineralien der Lagerstätte von Işıkdağ zu geben, wie

sie sich auf Grund der durchgeführten mikroskopischen Untersuchung ergibt. Die Dicke der einzelnen Linien zeigt das mengenmaessige Verhaeltnis der Mineralien an. Die mengenmaessig keine Rolle spielenden Mineralien wurden mit den ungefaehr gleichzeitig entstandenen vereinigt. Trotz seiner spaeteren Bildung findet sich der Kupferkies mit der Zinkblende dargestellt, da er im wesentlichen als Entmischungsprodukt in der Blende vorkommt.

Aufbereitungsversuche :

Die mikroskopisch festgestellte, extrem feine Verwachsung der Erze von Işıkdağ wurde durch eine Siebanalyse gepulverten Materials zahlenmaessig festgelegt und als obere Grenzgrösse reiner Mineralkörner etwa 0,1 mm. gefunden. Die daraus gefolgerte Unmöglichkeit der Aufbereitung mittels rein physikalischer Methoden spiegelt sich in den negativen Resultaten von Versuchen zur Aufbereitung durch Schlaemen oder durch Magnetscheidung.

Dagegen zeigten Versuche zur Aufbereitung mittels Flotation, dass eine Trennung der Erze von den Gangarten auf diesem physikalisch - chemischen Weg möglich ist. Für die selektive Trennung der Erzminerale voneinander

konnte keine befriedigende Flotationsmethode gefunden werden. Die Anwesenheit von Yenerit bildet ein Hindernis für die Anwendung der üblichen Methoden der Schwimmaufbereitung der Blei - Zink - Erze.

Es wurde versucht, das in letzter Zeit in der analytischen Chemie haeufig verwendete Reagens 8 - Oxychinolin als Sammler bei der Flotation der sulfidischen Erze zu gebrauchen. Die Resultate waren positiv.

Abschliessend wurde die Möglichkeit der Gold - Silber - Gewinnung mit Hilfe des Cyanidlaugeverfahrens untersucht, wobei für Gold ein gutes Ausbringen resultierte, nicht dagegen für Silber. Infolge der mikroskopischen Untersuchung hatten wir angenommen, dass das Silber sich im Yenerit befindet. Die Unmöglichkeit seiner praktischen Gewinnung durch das Cyanidverfahren dürfte damit zusammenhaengen.

Literatür:

- F. ANGEL, Ausder Gesteinswelt Anatoliens N. Jb. Min. Abt. A, B, B. 62 (1931) 57 -162
- W. LINDGREN, Mineral Deposits. New York and London 1933.
- A. SCHNEIDERHÖHN, Lehrbuch der Erzlagerstaettenkunde B. I. Jena 1946
Basel, den 25.3.1946

