

Balya Kurşun Madenleri (Türkiye)

Yazan: Müh. jeolog V. Kovenko

Coğrafi vaziyet

Balya kurşun madenleri Anadolu'nun garbındaki Balıkesir vilâyetinde kâin ve Balıkesirden aşağı yukarı 50 km-lik bir mesafededir. Truva harabelerinde bulunmuş şimdikiye kadar en eski addedilen kurşun eşyanın, Balya'nın buraya yakınlığı dolayısıyla, bu madenlerden çıkarılmış kurşundan mamul olması muhtemeldir.

Bu madenler Perikles'in zamamndanberi işletilmiştir, fakat fennî ve modern madencilik metodlarının tatbikile muntazam işletme 1880 e doğru başlanmıştır.

Madenleri ve keza Anadolu'nun bütün bu kısmını çevreleyen arazi yüksekliği deniz seviyesinden 250 ilâ 400 m. arasında değişen ve nadiren 500 ilâ 600 m. ye erişen küçük sıra tepelerden müteşekkildir. Arzinin umumî meyli ve vadinin istikameti şimali şarkıye ve şimale müteveccihdir. Bütün çay ve derelerden az miktarda su akar ye bunlardan bazıları da ağustos ve eylül aylarında tamamîle kurur.

Stratigrafi ve tektonik hakkında bazı izahat

Bu imtiyazlı madenin, jeolojik haritasında görüldüğü gibi (şekil No. 1.) hudutları dahilinde en hâkim ve en çok bulunan rüsubi sahreler yukarı karbon yahut Permo karbon [*] kalkerlerle bunların üzerinde diskordan vaziyette bulunan üst Trias [**] teressübattır. Bu rüsubi sahreler, şimali şarkî istikametini haiz yatık İltivalar teşkil etmektedir.

(*) 6. V. Bukowski «Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Balya Maden im nordwestlichen Kleinasien» 1892, Wien.

(**) A. Bitner «Trias Petrefacten von Balya in Kleinasien» 1891, Wien.

De Launay'e [*] göre bu İltivalar Alpin devrine aittir. Bunlar vücut bulduktan sonra faylarla (A. sisteminin fayları) istikametlerine muvazi olarak kesilmişlerdir.

Muharrir permo-karbon kalkerinin hersinyen[**]. iltivasından müteessir olduğunu zannediyor.

Maden imalâtının vüs'ati ve çokluğu cevher yatağının tektonik karakterini etüt etmeyi kabil kılıyor. (Şek. No. 2) deki jeolojik şakulî makta, (Şek. No 1 ve 3) de gösterilen A-B hattı boyunca alınmıştır. B ve C sisteminin çatlakları A sistemindekilerin arkasındadır, ve bunu kesip geçer. (Şek. No. 3).

Balyadaki ilk dasit-riolit indifainin Tersier devrinde vukubulduğu kabul olunabilir. Bu havali Jura kretase, ve Tersier rüsubi sahrelerinden [***] mahrum olduğundan böyle bir faraziyenin tahkiki için kestirme bir ispat yoktur. Fakat (şek. No. 2) de görüldüğü gibi desit indifai Alpin devrine ait iltivaların üzerini kaplıyor.

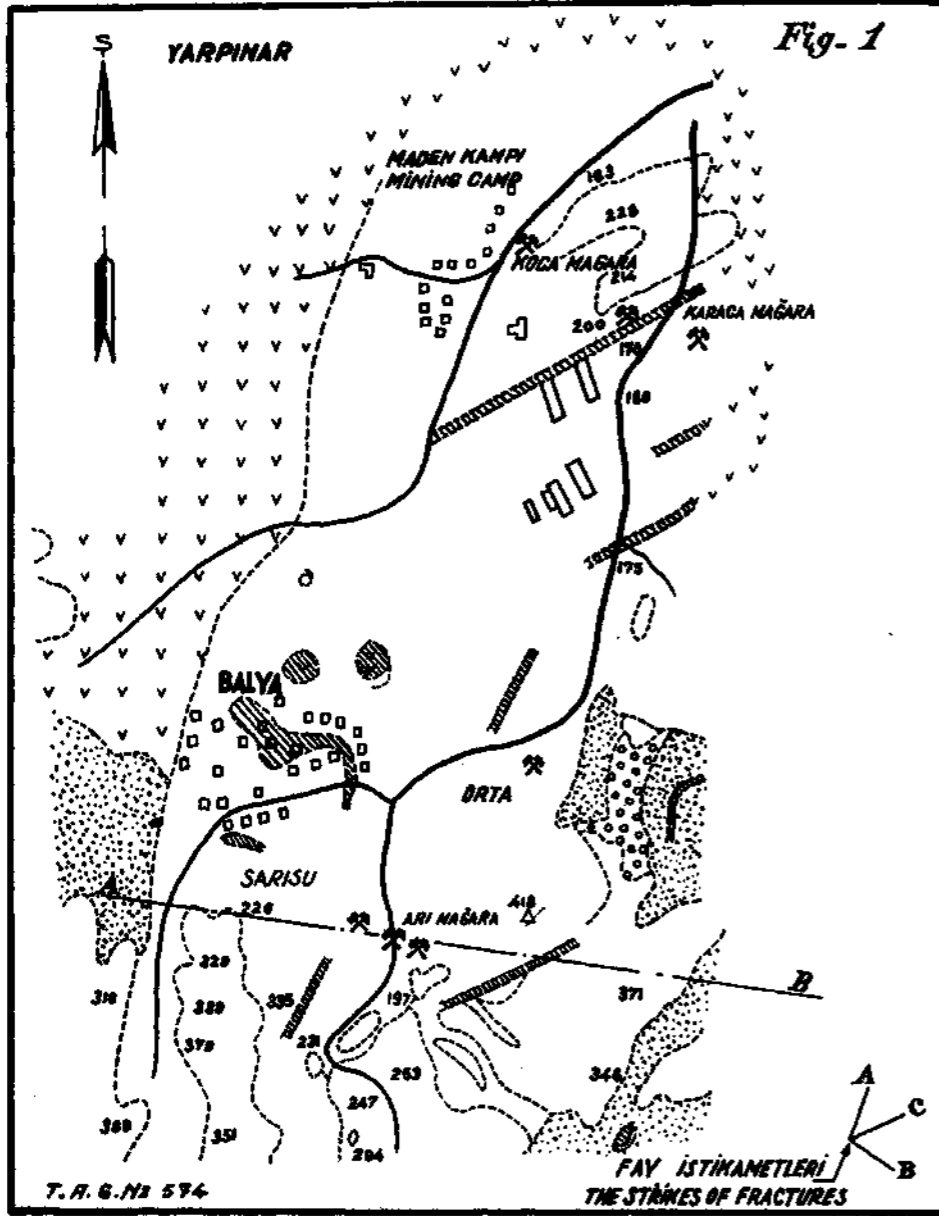
Madenin az çok uzakta Anadolu'nun bu kısımlarında Miyosen teşekkülâtı oldukça yayılmıştır. Bu havalinin ekstrusif sah-

(*) L. De Launay «La Geologie et les richesses minérales de l'Asie» 1911.

(**) E. Chaput'ye göre Balyadaki Perm tabakaları Hercinyen iltivasından olmuştur (E. Chaput «Voyages d'etudes géologiques et géomorphogéniques en Turquie»); fakat E. Chaput hartası (planche I Esquisse de l'Evolution Tectonique de la Turquie) Balya maden havalisinde Tersier iltivasını da gösterir.

(***) Tchihatcheffin (1866) hartasına ve Philippsonun 1.300.000 (1910) hartasına göre.

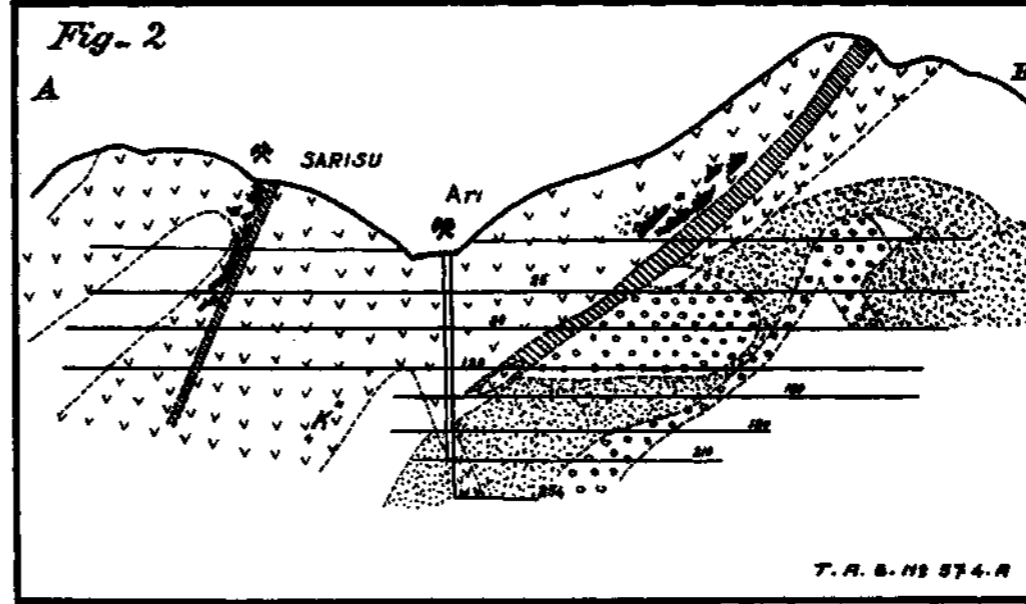
Balya Madeninin Jeolojik Haritası. Geological Map of Balya Mine.



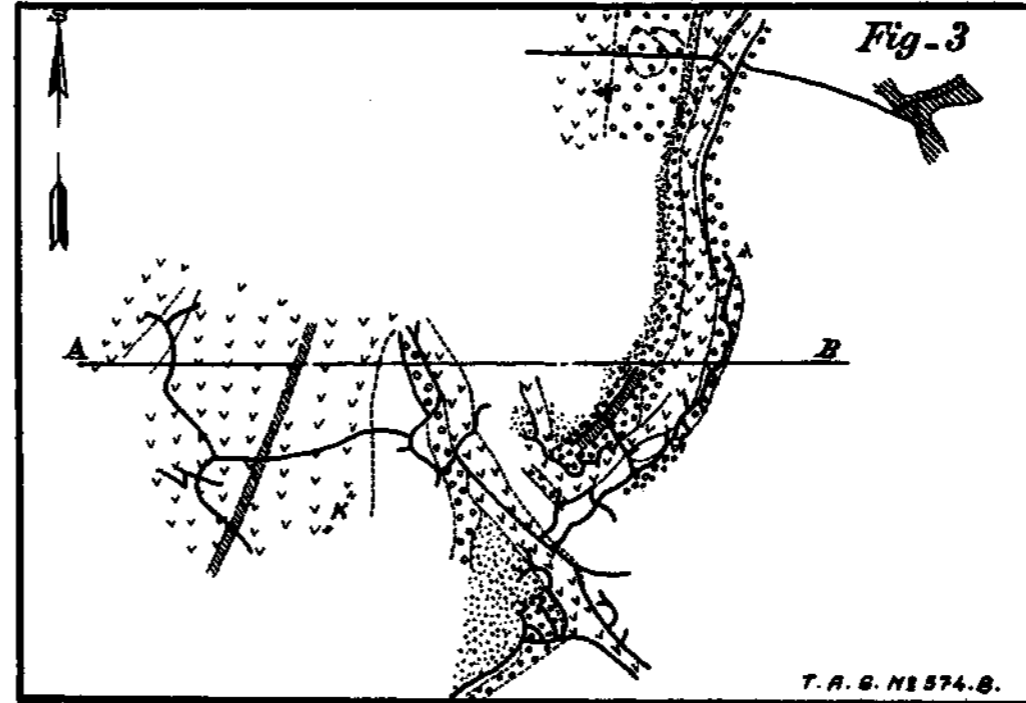
İŞARETLER LEGEND

DASİT - LİPARİT		BACİTE - LİPARİTE
ANDEZİT -		ANDESİTE
KARBON KALKERİ		CARBONIFEROUS LIMESTONE
TRİAS ARDUAZI		TRIASSIC SLATE
(TRİAS) KONGLOMERA VE GRE		CONGLOMERATE AND SANDSTONE (TRIASSIC)

JEOLOJİK A-B MAKTAI, GEOLOGICAL SECTION A-B



120 rakımlı katın jeolojik haritası — Geological map of level 120 m.



Rakımlar deniz seviyesinden itibaren metre olarak gösterilmiştir.
Altitudes shown in meters above sea level.

releri aşağı yukarı bu devre aittir. Benze-yiş yüzünden Balya'daki indifai sahreler Tersier rüsubi sahrelerle çağdaştır.

İndifai sahrelerin tarifi

Balya'da asit lâvlar ilk en eski indifa neticesinde meydana çıkmışlardır ki, bun-lar bir dasit - riolitden ibarettir.

Yukarda söylendiği gibi bu efüzif sah-reler erozyon hâdisesile fazla aşınmış rü-subi iltivaları örtmektedir. (Şek. No. 2). Aynı zamanda çatlaklıklar arasına da gi-
rerek apofiz ve dayklar husule getirmiş-lerdir. Meselâ şekil 2 ve 3 de gösterilen «beyaz dayklar gibi». Henüz iyice tesbit edilemiyen bazı emareler vardır ki, apo-fizlerin yalnız rüsubi sahreleri değil, aynı zamanda dasit kitlesini de kestiğini gös-
termektedir. Bu yüzden apofizlerin dasit kitlelerinden sonra vukua gelen bir; indifa_ neticesinde hasıl oldukları kabul edilebi-

Bu iki sahrenin tekstür ve elemanları bakımından nadiren bir fark görülebilir. Dasit-liparit taşlarının lammensleri üze-rinde yapılan tetkik andezin fenokristalle-rinin kısmen kalsit, serisit, kaolin, pirit ve nadiren de epidota yerlerim terkettikleri-ni göstermiştir. Bazı sanidin mikrolitleri de bulunmuştur. Feldispatlardan daha az miktarda ve magma tarafından yenmiş bir vaziyette kuartz taneleri görölmüştür. Biotitin yerini muntazaman serisit veya klorit almıştır. Pek küçük bazaltik horn-blend kristallerine de arizî olarak tesadüf edilmiştir. Esas kitlenin strüktürü mikro-felsitiktir. Bu sahre takriben % 58 ilâ 62 silis ihtiva etmektedir.

Yukarda söylendiği gibi apofizlerin ter kibindeki elemanlar umumiyetle büyük dasit-liparit kitlelerinin elemânlarının aynıdır. Yegâne fark daha fazla biotitle epi-dot sınıfına mensup mebzul miktarda tâli-

mineraller ihtiva etmesidir. Apofizler % 57 ilâ 60 silis ihtiva etmektedirler.

Volkan faaliyetinin ikinci devresi diğer-lerinden biraz daha bazik bir hornblend andezit lâvlarile kendisini gösterir.

Sahrenin mikroskopik etüdü büyük an-dezit kristalleri, biotit ve koyu yeşil horn-blendler ihtiva ettiğini göstermiştir. Bu hornblendler az miktarda uralitize olmuş-tur. Opak mineraller manyetit ve ilmenit-ten ibarettir. Nadiren kuartz da bulun-makta ve esas kitle cam strüktürünü arz-etmektedir.

Andezit sahresi dasit-liparit kitlesini çevrelemekte ve bazan A,B,C, istikamet-lerinde «yeşil dayk» lar halinde kesip geç-mektedir. (Şekil No. 1), yeşil andezit de augit-andezitlerle çevrilmiştir. Bu sahre augit ile birlikte zonal strüktürlü labra-dor-andezin ve bazaltik hornblend ve bio-titi ihtiva etmektedir. Esas kitle kuvvetli cam strüktürünü göstermektedir.

Bu sahre hâkim vaziyette olup, Anado-lu'nun bu kısmında fazla yayılmış bulun-maktadır.

Mr. Weiss [*] tarafından Balya maden-leri hakkında yazılmış olan kısa bir etüd-de cevher yatağı karbon devrine ait kal-kerlerle augit-andezit arasında bir meta-morfik kontak olarak gösterilmiştir. Mr. Weiss'in Balya'yı ziyaretindenberi maden imalâtı fevkalâde inkişaf etmiş ve suhu-run tecezzi etmemiş kısımlarına inilmiş bulunduğundan, bu iki sahre arasında mi-neralize olmuş kontak bulunmadığını söy-lemek mümkündür. Bu auğit-andezit kit-leleri mineralize dasit-liparit kitlelerin-den hornblend aridezitlerle ayrılmış bu-lunmakta ve 2-3 km. mesafede kâindirler.

(*) Weiss «Zeitschrift für praktische Geolo-gie», 1901, Vol. IX. R. Beck «Lehre von den Erz-lagerstaetten,» Berlin 1909.

Muhtelif mineralizasyon tipleri

Mineralizasyon tipleri hakkında daha iyi bir fikir edinebilmek için bunları, metazomatik yahut «remplissage» tipinden damarlara müşabebetlerine nazaran sınıflara ayrılmışlardır.

Tabii Balya'da damarlar tek bir tipe münhasır değildir, fakat ana sahrelerin metazomatik bir tarzda değişmiş gösterdikleri az veya çok istidatla bir veya diğer tipin emareleri hâkim veziyete girer. Bu metazomatik tarzın en ziyade tesiri altında bandlı strüktürüne nadiren rastlanır. Kalkerin de yerini pek kolaylıkla cevher alır, buna rağmen kalkerde mütenazıran bandlı damar strüktürü ekseri bulunur. Cevher nadiren trias marn ve kuartzitlerinin ve daha nadiren de trias arduazlarının yerini alır, arduazlar daha ziyade bandlı strüktürü olan «remplissage» tipini ihtiva eder. Bu son sahre pek az metazomatize olmuştur.

Tip I. Porfirik cevher «Porphy Ore»

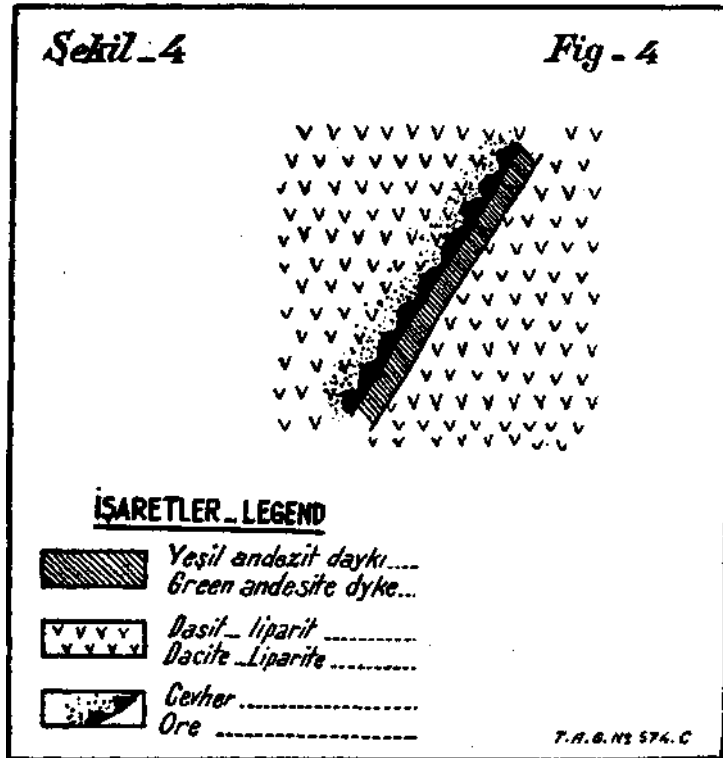
Yukarda işaret edildiği gibi ezilmiş dasit-liparit kitlesi en çok metazomatize olan sahrelerdir. Bunkdaki mineralizasyon metazomatik tipine en yakın kabul olunabilir, cevherle ufak ufak beneklenen mesamattı dasit-liparit kitlesi için dahi vaziyet böyledir. Bu «Porphy Ore» diye tesmiye edilen tiptir. Bu çeşit mineralizasyon vadinin seviyesinden 80 metreden daha fazla derinde bulunmaz. Daha derin seviyelerde cevher çok dağınık bir haldedir, bunun için kıymetsizdir. Dasit-liparit

kitlesi gittikçe kesifleşir, çatlakları yoktur, mesamîliğini kaybeder ve üst kısımlardaki gibi metazomatize değildir.

Bu çeşit mineralizasyonun tabanını yeşil bir dayk teşkil eder. (Bonne Esperance, «Ağa Hilih» madenleri (Şek. No. 2).

«Bonne Espirance» havalisinde cevherde yeşil ve menekşe rengi «fluorite» de bulunur. «Bonne Esperance» tâki dasit-liparit taşlarının lammensleri üzerinde yapılan tetkikat cevherin biotite ve başlıca plajio-
kloz-ın daha az bir nisbette de esas kitlenin yerini aldığını gösterir. Aynı zamanda, küçük boşluklara tevazzu etmiş olan cevherin ekseriyetle fluorite ve nadiren adularia ile beraber bulunduğu fark olunabilir.

Bu nevi mineralizasyonun menşeyini anlatabilmek için mesamattı lâvların soğu-



ma esnasında takallüsten dolayı çatlamış olduklarını kabul etmek lâzımdır.

(Şek. No. 4) Tektonik hareketlerden hasil olan geniş ve derin çatlaklar mineralizatörlere yol verir. Bu mineralizatörler çatlakların tavanına tesir etmiş ve metamatik bir tarzda bazı elemanların yerine geçmiştir.

Andezitin son indifai esnasında bu, tektonik çatlakları da doldurmuştur. Böylelikle yeşil andezit dayklarını vücade getirmiştir. İşte bu şekilde yeşil daykların tavanlarında cevher bulunur. Fakat bu hâdise umumiyetleştirilerek bütün yeşil daykların tavanlarının muhakkak mineralize olduğu iddia edilemez. Mineralize olmuş mıntakalarda bazan yeşil daykların tabanı cevher de ihtiva eder, fakat bu ehemmiyetsiz miktardadır. Dağılmış cevherlerin havalisinde kurşun muhteviyatı pek gayri muntazamdır. Çok zamanlar bütün aşağı dereceli (% 3 ilâ 4 kurşun bulunan) cevherlerde uzun araştırma çalış-

maları yapılmalıdır ki % 7 ilâ 9 arasında değişen kurşunlu cevhere rastgelinsin.

Bu nevi cevherin geniş miktarda bulunduğunu ve bilmukayese büyük kurşun ihtiyatını havi olduğunu nazarı itibare almak lâzımdır. Kurşun satış fiyatının düşüklüğü ve sert olan cevherin ezilme masrafının çokluğundan dolayı, bu cevherler son zamanlarda işletilmemiştir.

Tip II. Kontak damarları

Başka bir tip de, bir tarafta apofiz yahut beyaz daykın, diğer tarafta rusubî sahrelerin kontağında bulunan damardır.

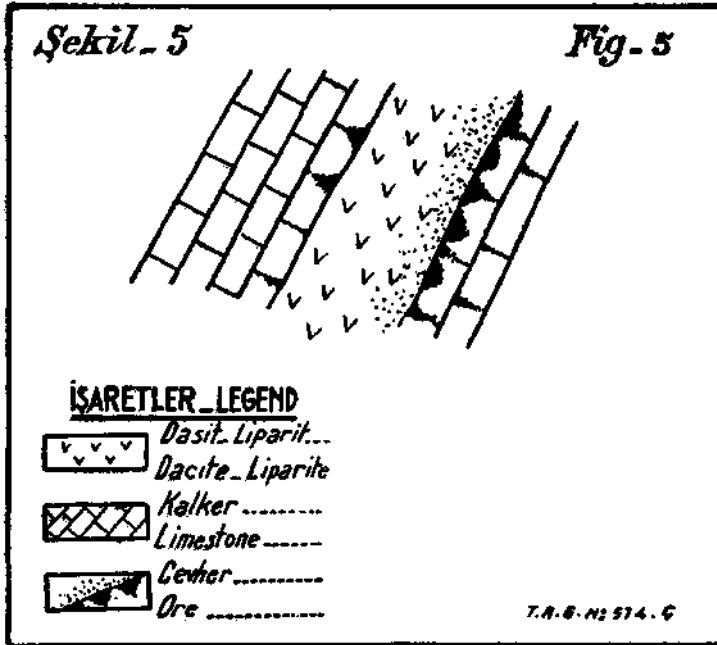
(Şek. No. 5), Bu halde cevher en çok dasit - liparit tabanında bilhassa madenin üst katlarında bulunur. Bu dasit - liparit aşağıdan gelen mineralizatör sulan için bir kapak vazifesini görmüştür.

«Cevher yatakları»nın bazı muharrirleri, indifai sahrenin mineralizator «ular için bir kapak olduğunu kabul ederler ve indifai sahrelerini izah ederler. Cevher bir de dasit - liparit'in tavanında fakat az miktarda bulunur.

Bu damarların kalınlığı ziyadesiye değişir; istikametleri boyunca bazan dışarı doğru çıkarlar ve 10 ilâ 150 metrelik bir mesafede kaybolurlar.

Çapraz çatlaklar mıntakalarında (), bunlar ekseri dislokasyon f aylandır, ve mineralizasyon tekrar görünür.

Böyle çapraz çatlaklar, ufkî makta uzatılmış elips şeklinde yassı kolonlar vücade getirir, elipsin büyük mihveri 10 ilâ 30 metre ve bazan daha uzun, küçük mihveri ise 1 ilâ 5 metre arasında ve nadiren olarak



8 ilâ 12 metre arasındadır. Cevher kolonunun yüksekliği 30 ilâ 200 m. arasında değişir.

Ufkî maktalar da muhtelif yüksekliklerde bir hayli değişir. Damarların gang'ı içinde ana sahre «horses» larının muhtelif parçaları bulunmuştur.

Taban ve tavanların dasit - liparitleri cevher tarafından benetlenmiştir, binaenaleyh bu nevi cevher az çok birinci tip «Porphyry Ore» a benzer. Fakat kalkerdeki kontak damarlarının dallanması evvelâ remplissage tipindeki damarlarda çok iyi bilinen cevherlerin bandlı strüktürünü temsil eder. Bu damarlarda umumiyetle pirit ilk mineraldir, galen ve blend ise ikinci derecede tevazzu eden minerallerdir.

Gang hemen hemen hiçbir zaman metamorfik kontak minerallerini ihtiva etmez. Kontak yataklarına ait olan tipik «skarn» burada mevcut değildir. Gang'in minerali olmak dolayısı ile kalsit hâkim bir vaziyette olduğu halde gang'in bazı kısımları kuartz'dan müteşekkildir. Fluorit, nadir olarak adularia, ve cüzî miktarda tremolit bulunur, ve yalnız lammenslerde görülebilir, nadiren bazı yerlerde megoskop ile görülen grenat ve epidot bir istisna yapar.

Dasit - epidot büyük kitlelerinin (dayk değil) rüsubi sahrelerle olan kontaklarının (şeki. 2 ve 3 «K») piritden maada mineralizasyon bakiyesi ihtiva etmediğini nazan itibara almak ehemmiyetlidir; buna rağmen, bu kontaklar bir çok galeriler vasıtasile dikkatle araştırılmış ve tetkik edilmiştir. Bu kalkerin dasit - riolitle kontak mıntakası hiçbir suretle umumî kalker kitlelerinden farklı olmadığı gibi mermerleşmemiştir bile.

Tip III. Kalker dahilindeki cevher

Bu üçüncü tip, büyük kalker kitlelerinde bulunan gayrimuntazam kolonlar ve

damarlar şeklindeki cevherin tipidir. Bu tip «Porphyry Ore» (tip No. 1) den önce koyulmalıydı, amma bu tipin damarları ekseri mütenazır band halinde karakteristik damarlar arzeder. Belki de buna sebep büyük kalker kitleleri ile indifai (dasit - liparit) sahreler arasındaki mesafedir.

Bu tipten geniş cevher kolonları başlıca San Su madeninde ve Arı madeninin bir kısmında zuhur eder.

Cevher, mermerleşmiş kalkerde daha mebzul olduğu gibi, siyah kalkerde de bulunur.

Tip IV. Rüsubi sahrelerin tabakâtı arasındaki cevher.

Dördüncü tip damara muhtelif rüsubi sahreler tabakatının ve aynı teşekkülâtı haiz olan (arduaz) yataklarının arasında vücut bulan «filon - couches» tipi denilebilir. Karbon devrine ait kalkerle kuartzitler arasında daha ziyade bulunan mineralize olmuş kontaklar, arduaz ile kuartzit arasında daha az zuhur eder. Bu kategoriye ait damarlar remplissage tipindeki damarlara benzerler. Metazomatik hâdisat burada daha belirsizdir; demek arduazlar çok az metazomatize olmuştur.

Yassı kısımlarında, damarların kalınlıkları fazlalaşır. Gang kontak damarlarında olduğunun aynıdır. Great ve keza aktinolit grubunun mineralleri de bulunur, bakan bunların miktarı mikroskopiktir.

Mütenazıren bandlı strüktürlü damarlar, arduazların tabakâtı arasında zuhur eder; fakat bu damarlar ne ateşçe çoktur, ne de ehemmiyetli bir kalınlıktadır.

Orpiman ve başka cevherler

Biraz realgar ihtiva eden iki orpiman cevher bünyesinin tamamen mücerret olarak zuhur ettiği bilinmektedir.

Siyah kalkerin ezilmiş kısımlarında, orpiman yassı adeseler vücade getirir. Ga-

len, pirit, hematit ve biraz blend bununla birlikte bulunur. Gang ekseriya mesamatlı silisten müteşekkildir.

Balya cevherinde (Fe S₂, Pb S, Zn S), pek az miktarda kalkopirit mispikel, Fahl-erz, burnonit, jamesonit, ve bismutini iç-neleri, pek ender olarak da nativ tellurium bulunur.

Derin seviyelerde (300 ilâ 330 m.) kal-kopirit ve burnonitin miktarı artar. Esas «bullion» un vasatı terkibi şudur : Pb - 97.76 %, Sb-0.53 %, Sn - 0.11 %, Bi - 0.01 %, Cu - 0.54 %, Fe - 0.03 %, Ni 0.004 %, Cd - 0.01 %, As - 0.25 %, S - 0.47 %, Au - 7 Gr/t, Ag 1938 Gr/t kursun.

Cevherin vasatı derecesi şantyedeki bi-rinci tasniften sonra % 12 dir.

Sülfür halindeki ilk cevher

Birinci zonun üst kısmında galen hâ-kim bir vaziyettedir, fakat derine gittik-çe blend'in miktarı artar.

En geniş miktardaki cevher satha yakın bulunmaz. En büyük cevher kolonlarından bazıları hiç satha çıkmaz. Vadinin dibinden 150 m. de cevher kolonlarının azamî tekâmüle mâlik oldukları tesbit edilmiştir. Bu noktadan aşağı, cevher bünyeleri kü-çülmeğe başlar ve kurşunun kıymeti de azalır.

200 den 250 m. ye varan derinlikte cev-her en geniş miktarda blend ve pirit ta-şınmağa baslar. Halihazırda en derin se-viye 330 m. dir.

Semantasyon zonu

Umumiyetle kursun madenlerinde far-kına varılacak semantasyon zonu mevcut değildir. Bu zon Balyada hiç yoktur.

Okside Zon

Satha çıkmış cevher bünyelerinin bazı-ları manganez cevherinden müteşekkildir. (Arı ve koca). Bu cevher 10 ilâ 40 m. den daha derinde devam etmez. Bunun kal-

kerlerdeki ceplerde zuhur ettiği görülmüş-tür. Derinlerde manganez tamamen mef-kuttur. «Chapeau de fer» her zaman muh-telif demir oksitleri ve demirli kalaminden müteşekkildir.

«Chapeau de fer »altında, belirsiz bir miktarda anglezit, serüsit ve keza tama-mile altere olmuş biraz galen ihtiva eden okr'lar bulunur. Maden imalâtının burada aşağı yukarı 2000 seneden beri mevcut ol-duğu ve dağın, vadinin dibinden itibaren 150 m. ye kadar yüksek olduğu nazarı iti-bare alınır, cevher yatağı sularının es-ki zamanlardan beri buradan akması ihti-mali vardır.

Bundan dolayı, maden imâlâtının baş-langıcından evvel mevcut bulunan, yeraltı suyunun hali hazırda seviyesini tesbit etmek çok müşküldür. Okside zonun derinliği içinde vaziyet bu merkezdedir. Ba-zi yerlerde okrlar serüsit ile vadinin di-binden aşağı doğru 150 ilâ 180 m. lik bir derinlikte bulunan kolonlar vücade geti-rir. Okside cevher kolonlarının bu gayrı-tabîi mevcudiyeti arazinin umumî çökme-sinin bir neticesi diye izah edilemez. Eğer bu böyle olsaydı Balyadaki bütün cevher kolonlarının okside olması lâzımge-lirdi; mamafih çökmeden mütevellit ok-side zonların böyle hakikî İdrostatik sevi-yeden çok aşağıda devam ettikleri bilinen birçok madenler vardır. Eğer asid karbo-nik ihtiva eden ve yukarı çıkan suların ha-kikaten okside olmuş cevherin içinden ev-velce geçtiği kabul edilirse (Post. volka-nik, idro - termal suların son faaliyeti), madenlerimizdeki bu hâdisat izah olu-nabilir.

Filhakika okside olmuş kolonlardan 350 metre ötede yukarı çıkan suyun bir men-bai 30 sene evvel mevcuttu. «Orta» kuyu-su basınca bu havalı faaliyetle pompa-landığından bu menba kaybolmuştur.

Onun yerinde şimdi çok miktarda kalkerli sinter vardır.

Cevher yatağının tekevvünü

Balyadaki mineralizasyon dasit - liparitle jenetik münasebettedir. Dasit - liparitin bütün kitlesi, ve keza bu sahrenin apofizleri çok altere olmuş ve ekseriya mineralize olmuştur. Hornblendli andezitlerin indifaina hiç bir mineralizasyon refakat etmemiştir.

Yeşil andezit, dasit - liparit kadar metamorfize olmuş bir sahrenin tesirini vermez. Andezit kitlelerine imtiyazlı Balya madeni civarında sık sık tesadüf edilir. (Şek. No. 1), fakat andezitin pek yakınlarında, bu sahrenin kantağında kalkerin beyaz mermere (Yar pınar havalisi) tahvül ettiği görülmüşse de, hiçbir cevher emaresi bulunmamıştır.

(Cevher daima dasit - liparitle birlikte, ve büyük tektonik çatlaklar mıntakasında görülür.

Balyadaki beş madenin de dasit - liparitin apofizlerinde kâin olduğunu nazan itibara almak ehemmiyetlidir. An madenlerinde 3 apofiz vardır, San Su, Koca, Orta ve Karaca madenlerinin herbiri bir apofiz üstündedir.

Apofiz şekilleri ne kadar çok ve kanaksı, bulunan maden de o kadar zengin olur.

En verimli damarlar apofizlerin tekату noktalarında ve muhtelif rüsubi sahreler arasındaki kontaklarda bulunur.

Dasit - liparit kitlesinden hâsıl olan ve rüsubi sahrelere nüfuz eden apofizler, dasit - liparit efüzyonu köklerinin bir kısmı gibi görünürler. Dasit - tarafından dolan muhtelif fay ve çatlakların içlerinden lâvların akıp geçtiği boşluklar olduğunu kabul etmek lâzımdır.

Arduazlarda apofizler devamlı değildirler ve yok olurlar. Geniş cevher bünyeleri

çatlak ve kırık zonlar mıntakasında temerküz edip, ezilmiş elemanları metazomatize ederler ve bazan da bunların aralarındaki boşluğu doldururlar.

Netice olarak Balya cevher yatağının, metazomatik damar yatakları grubuna dahil olduğu söylenebilir. W. Emmons ve W. Lindgren [*] in tasnifine nazaran Balya cevher yatağı orta derinlikte ve 150 ilâ 300 derecelik, yahut 300 dereceye daha yakın (grenat'nın mevcudiyeti) bir sühunette teşekkül etmiştir.

Filhakika Balyanın gang minerallerinin bir kısmı böyle bir sühneti gösterir.

Balya madenleri «Societe des Mines de Balya - Karaaydın», isminde bir fransız şirketine aitti.

1913 deki cevher istihsâli, 13.980 ton, erimiş kurşun külçesi ile birlikte 140.300 tondur.

Maden, büyük harpte kapatıldığı için, işe 1920 senesinin sonunda tekrar başlanmıştır, ve 1921 senesinin külçe kurşun istihsâli 8345 tondur. Türk - Yunan husumetini müteakkip senelik istihsâl 3.400 tona düştü.

1927 de cevher istihsâli 80.320 ton yahut külçe kurşun istihsâli 8,054 tondur, 1928 de bu 68.938 ton cevher yahut 7.140 ton külçe kurşundur.

1929 da Balya şirketi eski tesisatla birlikte takriben 1900 kw. veren yeni bir 900 H. P. lik santral tesis etti. Bu şirkete yeni kompresörler kullanmayı ve araştırma ameliyelerini genişletmeği mümkün kıldı.

1914 deki Umumî Harpten önce Balya cevher yatağı dünyanın geniş kursun yataklarından biri idi. İşletmenin başlangıcından beri (Yunan - Roma devrinden sonra) Balya istihsâlinin mecmuu en aşaa

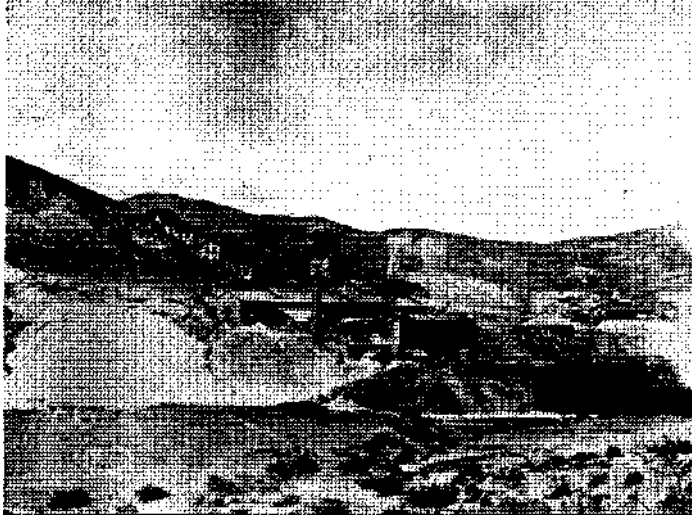
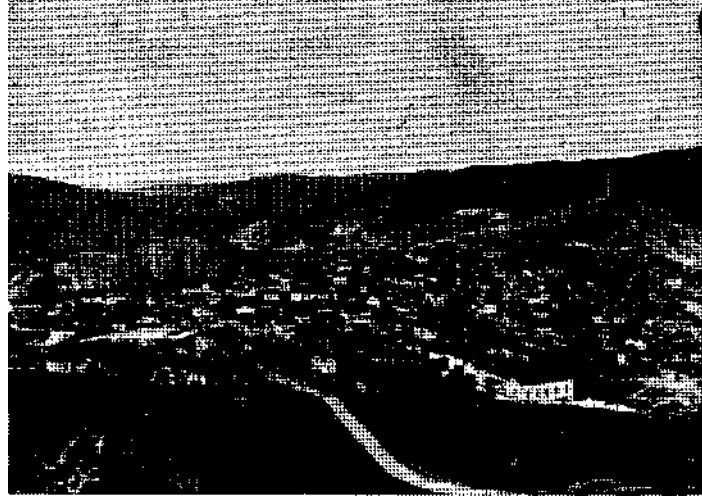
(*) Dr. P. Niggli'nin «mağmatik orijinli cevher yatakları» hakkındaki yazısına bakınız ; sayfa 38.

Balya Kurşun Madenleri Balya Lead Mines

No. 1

Balya kurşun madeni.

Balya Lead Mine.



No. 2

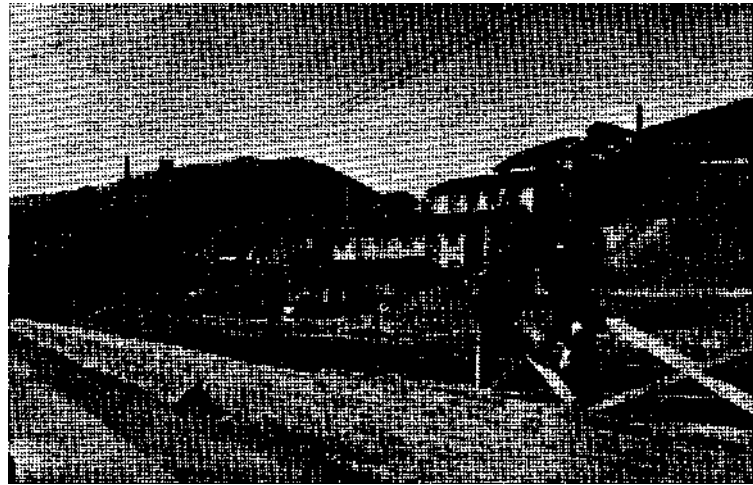
Cevher ayıklama tesisatı,
elektrik santrali, izabehane
ve sair tesisat.

Ore dressing plant, power-
station, water-jacket and
other installations.

No. 3

Cevher ayıklama tesisatı.

Ore dressing plant.





No. 4
Flotasyon tesisati.
Flotation plant.



No. 5
"Orta" maden.
"Orta" mine.

ğı 3 1/2 yahut 4 milyon ton cevherdi. Bu dört yüz bin tondan fazla külçe kurşunu teşkil eder.

1940 ın ilk aylarında kurşun istihsal maliyet fiatı, satış fiatından yüksek olduğu için Balya madenleri kapatıldı.

Madenin tamamen tükendiğine dair hiçbir ihtimal veremeyiz, ve piyasa tekrar düzelince, dünya madenlerindeki kurşun cevher rezervlerinin ancak on sene kifayet edebileceği göz önünde tutularak, bu madenin tekrar açılacağını ümit ederiz.

Balya Lead Mines (Turkey)

By *V. KOVENKO*, Mining Geologist

GEOGRAPHICAL SITUATION

The Balya Lead Mines are situated in the Vilayet [*] of Balıkesir in the Western part of Anatolia at a distance of about 50 km. from Balıkesir. As these mines are situated near Troy, it is very possible that the oldest pieces of lead ever known, which were found in Troy, originated from Balya.

These mines have been worked since the time of Pericles, but regular operations with the application of scientific and modern mining methods were started about 1880.

The country surrounding the mines, as well as the whole of this portion of Anatolia, consists of a series of little hills of different altitudes of 250 - 400 m., seldom attaining the height of 500 - 600 m. above sea level. The general dip of the surface as well as the strike of the valley are the North East and North. All the rivers and streams carry small Quantities of water and some of them disappear altogether during the months of August or September.

STRATIGRAPHY AND SOME INDICATIONS OF TECTONIC

As can be seen in the geological map of the concession (fig. No. 1) the predominant and most common sedimentary rocks within the limits of the concession are the

(*) A province under a governor general.

upper Carboniferous or Permo-Carboniferous ^[1] limestones, which underlie in unconformity the upper Triassic ^[2] sedimentaries. These sedimentaries form overturned folds striking in a North Eastern direction.

According to De Launay ^[3] the folds belong to the Alpine epochs, which after their formation have been cut through by faults running parallel to the strike of folds (faults of the system A). The author believes that the Permo-Carboniferous limestone is affected by Hercynian ^[4] folding.

The large and numerous mining works enable a study of the tectonics of the ore deposit.

The geological vertical section (fig. No. 2) is taken along the line A - B shown in fig. No. 1 and 3.

(1) *G. v. Bukowski* «Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Balya Maden im nordwestlichen Kleinasien», 1892, Wien.

(2) *A. Bitner* (Trias Petrefacten von Balya m Kleinasien», 1891, Wien.

(3) *L. De Launay* « La géologie et les richesses minerales de l'Asie>>, 1911.

(4) According to *E. Chaput* Permian layers at Balya are folded by Hercynian folding (*E. Chaput* «Voyages d'etudes geologiques et geomorphogeniques en Turquie>>); but *E. Chaput's* map (planche I Esquisse de l'Evolution Tectonique de la Turquie) shows also at Balya Maden region the thertiary foldings.

The fractures of the system B and C are posterior to those of the system A and cut through the latter (fig. No. 3).

It can be admitted that the first eruption of dacite-rhyolite [*] at Balya took place during the Tertiary period. There is no direct proof for the verification of such a hypothesis, as this region is void of Jurassic, Cretaceous and Tertiary sediments [**], but the eruption of the dacite, as is to be seen from fig. No. 2, overlies the Alpine folds.

At some distance from the mine, in these parts of Anatolia, Miocene formations extend considerably [***]. The extrusive rocks of this region belong more or less to the same age. By analogy it may be concluded that the eruptive rocks at Balya are contemporary to those of the Tertiary sediments.

DESCRIPTION OF THE ERUPTIVE ROCKS

At Balya the acid lavas were produced by the first (oldest) eruption which is a *dacite-rhyolite*.

As has been already stated, this effusive rock covers the sedimentary folds mostly destroyed by the phenomenon of denudation (fig. No. 2) and penetrates into the fractures forming the apophyses and dykes, i. e. the so called «white dykes» shown in (fig. 2 and 3). There exist some indications, which are not yet very well verified, that apophyses not only recut the sediments but the dacite as well. Due to this fact the «apophyses» may be considered as the result of an eruption which

(*) Thin sections of this rock were sent to Prof. V. V. Nikitin for determination of feldspar.

(**) According to map of Tchihatcheff (1866) and map of Philippson (1910, 1/300,000) and my own investigations.

(***) In the region of Mancılık mine.

took place later than that of the massive dacites.

In the texture and mineral constitution of these two rocks there is scarcely any difference.

An examination of the thin sections of the dacite-liparite shows phenocrysts of andesine partially replaced by calcite, sericite, kaolin, pyrite and seldom by epidote. Some sanidine is also found. In smaller quantity than that of feldspars, grains of quartz corroded by magmas are to be seen. Biotite is as a rule replaced by sericite or chlorite. Very small crystals of basaltic hornblende are encountered sporadically. The structure of the groundmass is microfelsitic. This rock contains about 58 - 62 % of silica.

As has already been stated, mineralogical constitution of the «apophyses» is usually the same as that of the large dacite-liparite masses, the only difference being that they contain more biotite and also abundant secondary minerals belonging to the clan of epidote. The apophyses contain 57 - 60 % of silica.

The second period of volcanic activities is manifested by the effusion of a little more basic rock than the preceding, which is a hornblende andesite.

A microscopical study of the rock permits the statement to be made that it contains large crystals of andesine, biotite and dark green hornblende, which are uranitized in small quantities. The opaque minerals are magnetite and ilmenite. Scarcely any quartz is found and the groundmass is of glassy structure.

The andesite surrounds and occasionally cuts through the dacite-liparite (fig. No. 1) on the strikes A, B and C in the form of the so called «green dykes». The green andesite is once more surrounded by augite andesite. This rock contains zonal

structures of labrador-andesine as well as augite, basaltic hornblende and biotite. The groundmass shows a fluid structure and is very glassy.

This rock is predominant and more widely spread in this part of Anatolia.

In a short description of Balya mines made by Mr. Weiss [*] the ore deposit is considered as a contact metamorphic, between carboniferous limestones and augite andesite.

Since Mr. Weiss' visit to Balya, the works in the mines have attained a stage of considerable development, the unaltered parts of the rock having been reached; it is now possible to affirm that there exists no mineralized contact between these two rocks. These augite andesites are at a distance of two or three kilometers, being at the same time separated from mineralized dacite-liparite by hornblende andesite.

VARIOUS TYPES OF MINERALISATION

To form a better conception of the types of mineralization they have been classified in accordance with their resemblance to metasomatic (replacement) veins or to the type of veins of filling.

Naturally at Balya there are no veins which exclusively belong to one single type, but in accordance with less or greater susceptibility of the country rocks to the alteration by a metasomatic process, the indications of the one or the other type predominate. The rock which more frequently underwent the metasomatic process is the dacite-liparite. In this rock the banded structure of veins is very seldom encountered. The limestone also is very

(*) *Weiss* «Zeitschrift für praktische Geologie», 1901, Vol. DC. R. Beck «Lehre von den Erzlagern», Berlin 1909.

easily replaced by the ore; nevertheless the symmetrical banded structure of veins occurs in limestone frequently. The Triassic marl and quartzite are seldom replaced by ore and more rarely the Triassic slates, which more often contain the filling type with banded structure.

This latter rock is hardly metasomatized.

TYPE I. «PORPHYRY ORE»

As has been indicated, the crushed dacite-liparite is the rock which is metasomatized the most. The mineralization in this rock can be considered as the nearest to the replacement type, such being the case of the porous dacite-liparite finely speckled with ore. It is the type which can be called the type of the «porphyry ore». Such mineralization is not found to go deeper than 80 meters below the level of the valley. At deeper levels the ore becomes too disseminated and is not payable. The dacite-liparite becomes more and more compact, is not fractured, loses its porosity and is no longer metasomatized as it had been in its upper part.

This kind of mineralization has usually for its foot wall a green dyke (mines : Bonne Esperance, «Ağa Hitih»), (fig. No.2).

In the «Bonne Esperance» region the ore is accompanied by green and lilac fluorite. An examination of the thin section of dacite-liparite from «Bonne Esperance» shows that the ore replaces principally the biotite and the plagioclase, in a less degree the groundmass. At the same time it can be noticed that the ore which had been deposited in small empty places is usually accompanied by fluorite and rarely by adularia.

To explain the origin of this kind of mineralization, it must be admitted that

the porous lavas during consolidation were fissured by contraction.

(Fig. No. ^[*] 4) The large and deep fractures, which were formed by the tectonic movements offer the way for mineralizing agents. The latter acted only on the hanging walls of the fractures and have replaced some minerals of these walls metamorphically.

During the later eruption of the andesite it filled also these tectonic fractures, forming in this way the green andesite dykes. It is in this manner that the ore occurs in the hanging wall of the green dykes. Nevertheless this cannot be generalized nor affirmed that the hanging walls of all the green dykes be necessarily mineralized. In mineralized regions sometimes the foot wall of the green dyke also contains ore, but in negligible quantities. The lead contents in the regions of the disseminated ores are very irregular. It very often occurs that it is necessary to make long prospecting works in every low grade ores, running 3 - 4 % of lead, to reach an ore carrying 7 - 9 % of lead.

It is to be noted that this type of ore represents large bodies and comparatively big reserves of Pb. Due to the low price of lead, the hardness of the ore and the high cost of crushing the ore, these ores have not been worked lately.

TYPE II. CONTACT VEINS

Another type is the vein from the contact of apophyses or white dykes on one side and the sediments on the other side ^[*].

In this case the ore is more often found in the dacite-liparite foot wall, especially in the upper levels of the mine. This dacite-liparite must have served as a trap for ascending mineralizing waters.

(*) See pp. 582, 583

Some authors of «Ore Deposits» admit that the eruptive rock forms a trap to the mineralizing waters and explain the phenomenon of such a concentration at the foot wall of eruptive rocks. The ore occurs also in the dacite-liparite hanging wall, but in smaller quantities.

The thickness of these veins varies considerably; on the strike they pinch out and cease over a length of 10 - 150 meters.

At regions of cross fractures (B), which are often faults of small dislocation, the mineralization reappears.

Such crossing forms flat columns with an elongated elliptical horizontal section, its large axis being some 10 - 30 meters and sometimes larger; its smaller axis 1 to 5 meters, more rarely 8 - 12 m. The height of the ore shoots varies from 30 - 200 m.

The horizontal sections also vary considerably at their divers heights. Numerous pieces of country-rocks «horses» are found in the gangue of veins.

The dacite-liparite of the hanging and foot walls is speckled by the ore, consequently this type of ore is more or less similar to the first type of «porphyry œ». But the ramifications of contact veins in the limestone already represent the banded structure of ores, so well known in the veins of filling type. In these veins usually the pyrite is the earliest mineral, the galena and blende being deposited secondarily.

The gangue almost never contains the contact metamorphic minerals. The typical «skarn» of contact deposits is not present. The calcite predominates as a mineral of gangue, whereas some parts of the gangue are composed of quartz. Fluorite and as a rarity adularia and tremolite are found in insignificant quantities and are visible only in thin sections, except

garnet and epidote which are rarely visible in some places megascopically.

It is of importance to note that the contacts of large masses (not dykes) of dacite-liparite (fig. 2 and 3 «K») with the sedimentaries do not even contain a Vestige of mineralization, except pyrite; nevertheless these contacts have been very carefully studied and prospected by numerous drifts. The contact zone of this limestone with dacite-rhyolite in no way differs from the general masses of the limestone and is not even marmorized.

TYPE III. ORE IN LIMESTONE

The third type is a type of ore found in irregular shoots and veins in large masses of limestone. This type must be placed before the «porphyry ore» (Type Np. 1), but very often the veins of this type present characteristic symmetrical banded veins. Maybe it is due to the big distance of large masses of limestone from hot igneous rocks (dacite-liparite).

The large ore shoots of this type occur principally at San Su mine and in some parts of An mine.

The ore is more abundant in the marmorized limestones, being found in the black limestones too.

TYPE IV. ORE BETWEEN THE STRATA OF SEDIMENTARIES

The fourth type of veins can be called the type of «filon-couches» which is formed between the strata of divers sedimentary rocks and between the beds of the same formation (slates). The contacts which are found mineralized more often occur between the carboniferous limestone and the quartzite, being found less often between the quartzites and slates. The veins of this category closely resemble the type of filling veins. The metasomatic phenomena are found here to be less

pronounced; thus slates have been replaced very little.

In the flat parts of the veins their thickness increases. The gangue is the same as in the case of the contact veins. Garnet is found as well as the minerals of the actinolite group, but also in microscopic quantities.

The veins of symmetrically banded structure occur between the strata of the slates, but these veins are neither numerous nor of important thickness.

ORPIMENT AND OTHER ORES

Two ore bodies of orpiment, containing some realgar, are known to have occurred, standing quite isolated.

The orpiment forms flat lenses in the crushed portions of the black limestone. It is accompanied by galena, pyrite, hematite and some blende. *The gangue often consists of a porous silica.*

In the Balya ore (FeS₂, PbS, ZnS), in every small quantity occur: chalcopyrite, mispickel, fahlerz, bournonite, jamesonite, needles of bismuthinite and very rarely native tellurium.

In the deep levels (300 - 330 m.) the quantity of chalcopyrite and bournonite increases. The average composition of base bullion is : Pb-97.76 %, Sb-0.53 %, Sn-0.11 %, Bi-0.10 %, Cu-0.54 %, Fe-0.03 %, Ni-0.004 %, Cd-0.01 %, As-0.25 %, S-0.47 %, Au-7 gr/t, Ag 1983 gr/t of lead.

The average grade of ore is 12 % after the first sorting in the stopes.

PRIMARY SULPHIDE ORE.

In the superior part of the primary zone the galena predominates, but going deeper the blende quantities increase.

The largest ore bodies are not found close to the surface. Some of the biggest ore shoots have not any outcrops. It has

been ascertained that 150 m. from the bottom of the valley the ore shoots have their maximum development. Lower than this point the ore bodies commence to decrease in size, the lead values also becoming poorer.

At a depth of 200 to 250 m. the ore commences to carry the larger quantities of blende and pyrite. Actually the deepest level is 330 m.

CEMENTATION ZONE

Generally in lead mines there exists no noticeable zone of cementation. In Balya this zone does not exist at all.

OXIDIZED ZONE

The outcrops of some of the ore bodies consist of manganese ore (Ari and Koca). This ore does not continue deeper than some 10 to 40 m. It is found to occur in pockets in the limestone. In depths the manganese fails altogether. The gossan ordinarily consists of different oxides of iron and ferruginous calamine.

Under the gossan, ochres are found which contain insignificant quantities of anglesite, cerussite, as well as some galena, completely altered. Taking into consideration that the mining operations are dating back to about 200 years and that the mountain has an elevation of 150 m. above the bottom of the valley, it can be supposed that the ore deposit waters have been drained since very ancient time.

Consequently at the present time it is very difficult to establish the level of underground water which was in existence before the commencement of the mining operations. The same refers to the depth of the oxidized zone as well. In some places the ochres with cerussite form columns which go down to a depth of 150-180 m. below the bottom of the valley. This abnormal presence of oxidized ore

columns cannot be explained by general sinking down of the region, such cases being known in several mines where the oxidized zone is also found to continue much below the actual hydrostatic level. If such were the case, all the ore shoots at Balya would be oxidized. This phenomenon of our mines could be explained, should it be admitted that the ascending water containing carbonic acid formerly passed through actually oxidized ores (last activity of post-volcanic hydro-thermal water).

In fact at some 350 m. from the oxidized columns a spring of ascending water existed 40 years ago. After the «orta» shaft had been sunk, this district having been intensively pumped, this spring disappeared. In its place remains only big quantity of calcareous sinter.

GENESIS OF THE ORE DEPOSIT.

The mineralization of Balya is in genetic relationship with the dacite-liparite. The whole of the mass of dacite-liparite as well as the apophyses of this rock are strongly altered and are often mineralized. No mineralization at all had accompanied the eruption of the hornblende andesites.

The green andesite does not have the appearance of a rock as much metamorphosed as the dacite-liparite. The andesite often cuts through the mineralization. Such masses of andesite are very often found in the neighborhood of concession of Balya (fig. No. 1), but no ore indications are to be seen in close proximity to andesite, although the limestone at the contact of this rock is often found to have been transformed into white marble (region of Yar Pınar).

The ore as a rule accompanies the dacite-liparite and appears in the region of the big tectonic fractures.

it is important to note that all the five mines at Balya are situated on apophyses of the dacite-liparite. At An mines we know 3 apophyses, at San Su, Koca, Orta and Karaca, each on one apophyse.

The more numerous and the more complicated the forms of the apophyses are, the richer is the mine to be found.

The most productive veins are found to be at the intersection of the apophyses and the contact between the divers sediments.

The apophyses deriving from the body of dacite-liparite and penetrating the sedimentaries present the appearance of being a part of the roots of the effusion of dacite-liparite. It is to be admitted that the divers faults and the fractures actually filled by dacite were the openings through which the lavas had flowed up.

In the slate the apophyses are not continuous and die out. The large ore bodies are concentrated in the region of the fractured and shear zones, metasomatizing the crushed elements and filling sometimes the space between them.

In conclusion it can be said that the Balya ore deposit belongs to the group of the metasomatic vein deposits. In accordance with the classification of W. Emmons and W. Lindgren [*] the deposit of Balya is formed at moderate depth and under temperature between 150 and 300 degrees, probably nearer to 300 degrees (occurrence of garnet).

In fact one part of the gangue minerals

(*) See also Dr. P. Niggli. *Ore Deposits of Magmatic Origin* pp. 38.

of Balya indicates such a temperature.

Balya mines belonged to the French Co. «Société des mines de Balya - Karaaydın».

The output of ore during 1913 was 140,300 tons, with 13,980 tons of pig lead.

The mine having been closed during the great war, the work was resumed at the end of 1920, and in the year 1921 the output of pig lead was 8345 tons. Following the Turko-Greek hostilities the output dropped to 3,400 tons per annum. The output of ore during 1927 was 80,320 tons or 8,054 tons of pig lead; in 1928 it was 68,938 tons of ore or 7,140 tons of pig lead.

In 1929 the Balya Company installed a new power station of 900 H. P., which together with the old installation gave approximately 1900 KW. It enabled the company to use new compressors and extend the prospecting work.

Before the general war in 1914, the Balya ore deposit was one of the large lead deposits of the world. The total output of Balya from the very beginning of the work (after Greek-Roman period) was at least 3 1/2 or 4 millions tons of ore which represents more than four hundred thousand tons of pig lead.

In the first months of 1940 Balya mines were closed down, as the last time mine operating cost of lead was higher than the market price.

We cannot say at all that the mine is entirely exhausted and we hope that when the market will be better this mine can be reopened, taking into consideration that the world reserves of lead ore in the mines is sufficient only for ten years.