

Litosferik Pleyt Tektonik Teorisi ve Porfirik Bakır Yatakları

Burhanettin DOYRANLI (*)

Abstract

Exploration planning is taking into consideration, more and more, regional concepts of rock and ore genesis. High on the list of interesting regional targets remain volcanogenic belts of Post-Paleozoic ages. Of even broader scope are the rapidly evolving concepts relating to plate tectonics, Post-Eocene metallogenic type are located on or near present - day plate boundaries. Work is now in progress to relate older provinces and older, plate edges. This, it is to be hoped, will lead to usable concepts which provide new targets and new discoveries. In the Alpide zone, Turkey, Greece and Afghanistan seem to be likely areas for porphyry copper discovery.

The new report, reviewing work, is still underway in northern Chile and Argentina. In this region mineralization is consistently related to volcanism and to granitic intrusive activity. A very extensive suite of age determinations of the rock has indicated a progressively younger age both volcanics and intrusively younger age both volcanics and intrusives inward from the coast.

In other theories, porphyry copper deposits may originate with partial melting of oceanic crustal materials as they thrust under a continental plate along a Benioff or «subducting» zone.

Many of the World's large porphyry copper deposits are within zone or belts of calc-alkaline rocks that are intimately related to seismically active «Down-going» crustal plates. Many of the recent discoveries of large copper deposits are closely linked to the «ring of fire» known Pacific belts and Alpide orogenic belt.

Global Pleyt Tektonik ve Metalojenik Korelasyonu

Denizdibi tektonik yayılımı hipotezi 1961 yılında kabul edilmiş ve sonraki yıllarda da bu hipotez yeni jeolojik ve jeofizik bilgilerle geliştirilerek litosferik pleyt tektonik (yeni global pleyt tektonik) olarak kabul edilmiştir.

Arz üzerinde Kıtalarla denizleri kapsayan ve asthenosfer (aesthenosphere) üzerinde bulunan Benioff zonu ile litosfer'in global tektonik sınırlarla bölünmesi ile meydana gelmiş altı büyük ve bir çok küçük global parçalara pleyt denilmektedir. Pleyt tektonik kavramı üzerine bir çok yazılar yazılmıştır ki bu yazılar genellikle arz kabuğundaki bu pleyt'lerin hareketleri ile metalojenik korelasyonu ve porfirik bakır yataklarının strüktürel etüdü hakkındadır.

Güney Amerika'da Şili ile Arjantin'de pleyt tektonik ile ilgili en son yapılan jeolojik, mineralojik etüdü bir makale halinde Clark ve Zentilli tarafından yayınlanmıştır. (Referans 2,3). Bu makale

* Mad. Müh. Etibank Maden Aramalar Dairesi — ANKARA.

beri (ring of fire) denilen bir dizi aktif volkanizma zinciri ile ilgilidirler. Dünya'nın diğer yerlerinde ve aynı tektonik kuşaklar boyunca bulunan büyük bakır yataklarının etüdü yeni büyük araştırma hedefleri olmuştur. Arz kabuğu üzerindeki bu büyük tektonik kuşaklar boyunca mevcut olan mağmatik kayaların potasyum muhtevalarının yüksek olması, bu büyük kuşaklarla ilgili görülmektedir. Büyük baz metal sülfür rezervlerinde yapılacak detaylı tektonik ve petrolojik etüdü, diğer benzer yataklar içinde kesin hedef sahalara seçimini sağlayacaktır.

Porfirik Bakır Yataklarının Yeryüzünde Dağılımı:

Dünyanın en büyük porfirik bakır yatakları pasifik okyanusunun çevresindeki (Circum Pasifik) orojenik kuşakları ile Alpin orojenik kuşağının orta kısmında bulunmaktadır. Kuzey Amerika'dan başlayıp Güney Amerika'nın batısına kadar devam eden kuşakta Dünya'nın en çok tanınmış porfirik bakır yatakları yer almaktadır ki, Batı Arjantin'den orta ve kuzey Şili'ye ve oradan Peru, Ekvator, Panama, Meksika ve A.B.D.'nin batısına (Arizona, New Mexico, Nevada, Utah, Colorado, Idaho, Washington ve Montana'daki porfirik bakır yatakları) ve kuzeye doğru Kanada'da Britanya Kolumbiyası ile Yukon ve Alaska'ya kadar temadi etmektedir.

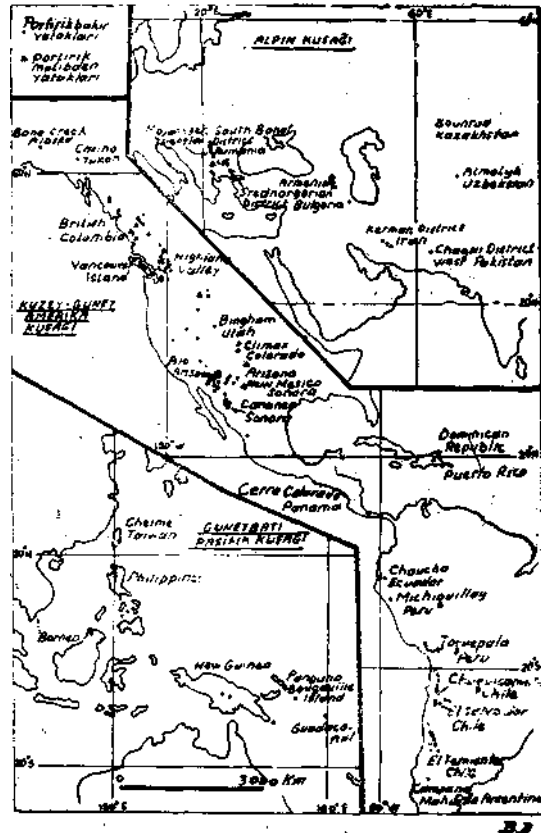
Bu kuşak üzerindeki en büyük rezervli porfirik bakır yatakları, Sonora - Arizona - New Mexico ve Britanya Kolumbiyası'ndadır. Güney Amerika'daki Dominik Cumhuriyeti ile Porto Riko'daki porfirik bakır yatakları muhtemelen güney Amerika'nın batısındaki kuşağın bir dalıdır.

Diğer porfirik bakır kuşaklarında bulunan ve literatüre geçen porfirik bakır yatakları şunlardır; Formosa (Tayvan), Filipin, Berneo adaları ile Batı İriyan, Papua, Yeni Gine ve Solomon adaları bölgesi (Güneybatı Pasifik kuşağı) ile Ro-

manyadaki Güney Banat bölgesi, Yugoslavya, Bulgaristan, Kafkasya (Ermenistan), İran ve Batı Pakistan bölgeleridir (Alpin Kuşağı).

Bu Post-Paleozoik orojenik kuşaklar dışında olmakla beraber tam bir porfirik bakır yatağı tipinde olan S.S.C. Birliğindeki Özbekistan ve Kazakistan'daki Porfirik bakır yatakları bu tektonik sisteme dahil edilmektedir.

Şekil 2'de yer yüzündeki başlıca büyük porfirik bakır ve molibden yataklarının yerleri gösterilmiştir ve Şekil 3'de de Mesozoik - Senozoik orijinli kuşaklar ile halen aktif litosferik pleyst sınırları gösterilmiştir.



Şekil: 2

Alpin Kuşağı :

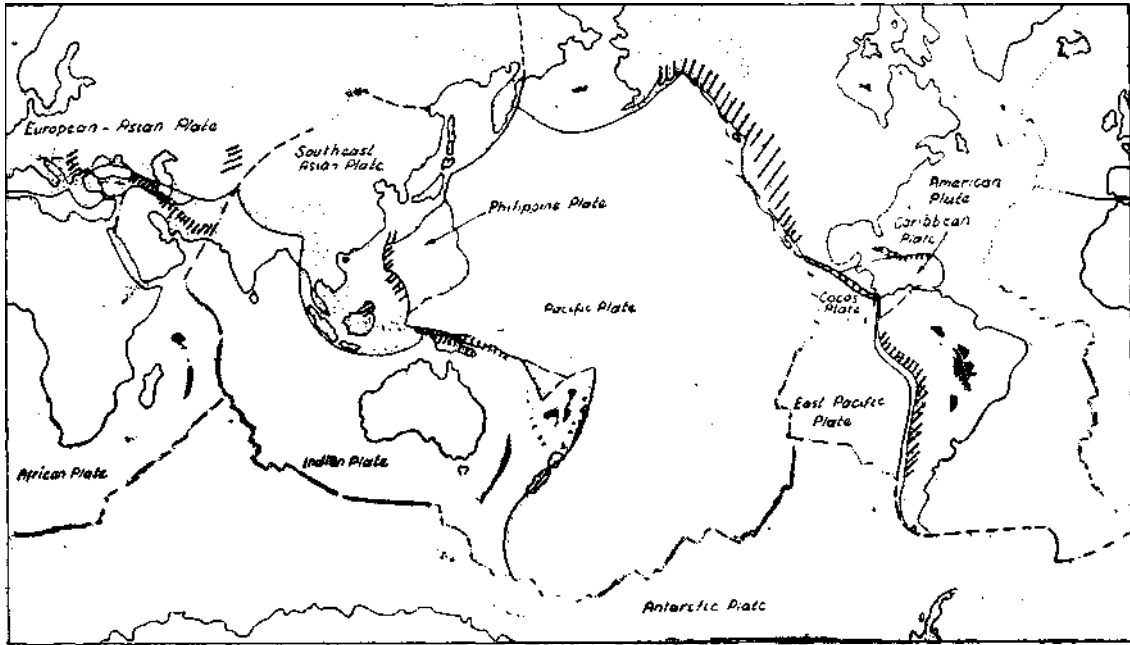
Alpin kuşağı terimi, arz tektoniğinde yeni kullanılan bir terimdir ve Alpin kuşağında birbirlerine basınç yapan pleyst

sınırlarında bulunan çok karışık ve az bilinen bir kuşaktır. Avrupa - Asya ve Afrika pleyt'lerinin birbirleri arasındaki hareketleri arz çapında basınç kuvvetleri meydana getirmekle beraber orta kuzey Atlantik okyanus'unun dibine kadar da yayılmaktadır (Referans 4,5).

Arabistan pleyt'inin kuzey ve kuzeydoğu kenarında bulunan Batı Pakistan ve İran'daki Zagros tektonik zonu ile bu zonun batı kenarında bulunan Türkiye'ye kadar devam eden pleyt kenarları boyunca litosfer eriyip tüketilmiştir (Referans 6). İran ve Batı Pakistan ile Zagros zonunun kuzeyindeki porfirik bakır

yatakları alt akma (subducting) aktivasyonu esnasında teşekkül etmiştir.

Romanya, Yugoslavya ve Bulgaristan'daki porfirik bakır yataklarda Mesozoik - Tersier devirleri arasında alt akma zonunda teşekkül ettiği Dewey ve Bird tarafından yazılan makalede (Referans 6) plân ve kesitlerle belirtilmiştir. Bu plân ve kesitlerde ayrıca porfirik bakır yataklarının ofiolitik kompleksleri içinde ve Karadeniz'in güney sahilinin (yurdumuz sahilinin) batı tarafında da devam ettikleri gösterilmiştir. Alpin kuşakta bulunan porfirik bakır yataklarının Batı Tethyan denizi ile Hint Okyanusu'nu kapsayan alt akma fazı esnasında teşekkül ettiği tahmin edilmektedir (Şekil 3).



- | | |
|--|---|
| Yeni bazaltik malzemenin çıktığı plate sınırları | Aktif transform fayları |
| Bazaltik malzemenin tekrar kıtaların altına aktığı plate sınırları | Kesin olarak bilinmeyen plate sınırları |
| Mesozoik ve Senozoik dağ kusakları | Porfirik bakır ve malıbaen yatağı bölgeleri |

Sekil • 3

Orojenik kuşakların, kıtaların büyük yay şeklindeki ada dizileri ile veyahut diğer kıtalarla olan çarpışmasının etkisi ile meydana geldiği kabul edilmekle beraber, Alpin - Akdeniz sistemi ile kalk-alkalin mağmatojen kayaçların ve ihtiva ettikleri cevher yataklarında,, bu çarpışma sonucunda şariyaj blokları ve f liş yatakları ile örtüldüğü kabul edilmektedir.

Silliteo makalesinde, Alpin zonu içinde bulunan Türkiye, Yunanistan ve Afganistan'da da, porfirik bakır yataklarının keşfedildiği sahalara benzer sahaların bulunduğunu yazmaktadır.

Dr. F. Özelçi tarafından Türkiye Birinci Jeofizik Bilimsel ve Teknik Kongresine sunulan «Zagros Tektonik Zonu ve bu Zon'un Anadolu'da uzanımı ile ilgili jeofizik gözlemler» tebliğinde Zagros tektonik Zonunun bölge tektonik evrimindeki önemi belirtilmiştir.

Ayrıca bu tebliğde gravite anomalileri ve deprem episantırlarının dağılımı özelliklerinden, Zagros tektonik Zonu'nun Anadolu'da, Erzincan doğusunda ofiolit formasyonları takiben, doğu batı istikametinde uzandığı ve Ecemiş eşiğinde son bulunduğu ileri sürülmüştür.

Kıvrım zonu ve şariyaj zonu münasebetlerinde, İran'la Türkiye arasında bir terslik bulunduğu ve bu tersliğin bölgede müessir tektonik kuvvetlerin farklı oluşundan geldiği ileri sürülmüş ve bu kuvvetlerin Anadolu'da Kuzey - güney, İran'da Güneybatı - Kuzeydoğu yönünde olması gerektiği şariyaj karakteri, episantır dağılımı özelliği ve pleyt tektonik kavramı içerisinde blok hareketleri ve ilgili stress dağılımlarına dayanılarak tesbit edilmiştir.

Derin deprem episantır ve odak noktalarının dağılımlarından, bu odak noktalarının plastik manto içerisindeki shear zonlarında teşekkül eden depremleri lemsil ettikleri ileri sürülmüştür.

Kalk - Alkalin Mağmatik Taşlarla Porfirik Bakır Yataklarının İlişkileri :

Post - Paleozoik yaşlı ve porfirik bakır yataklarının yer aldığı bölgelerdeki kalk - alkalin volkanizmalar, karakteristik volkanizmalardır. Bu volkanizmalarda geniş şekilde bazaltlar, andezitler, dasitler, riolitler ve bir kısım felsik ignimbritler de yer almaktadır. Bu volkanik kayaçlar, benzer petrolojik bileşimlerdeki başlıca intrüzyonlar halinde görülmeyle beraber ayrıca arz kabuğu derinliklerinde de geniş batolitler şeklinde veyahut küçük intrüzyonlar halindedirler. Porfirik bakır cevher gövdelerinin, nötr petrolojik bileşimde olan plutonitlerin kubbe (Cupolas) kısmında teşekkül ettiği senelerce önce belirtilmiştir (Emmons 1927) ve daha sonraları da sub-volkanik volkanizma ile çevre kayaçlarında yapılan çalışmalar sonucunda bu husus kat'i olarak ispatlanmıştır.

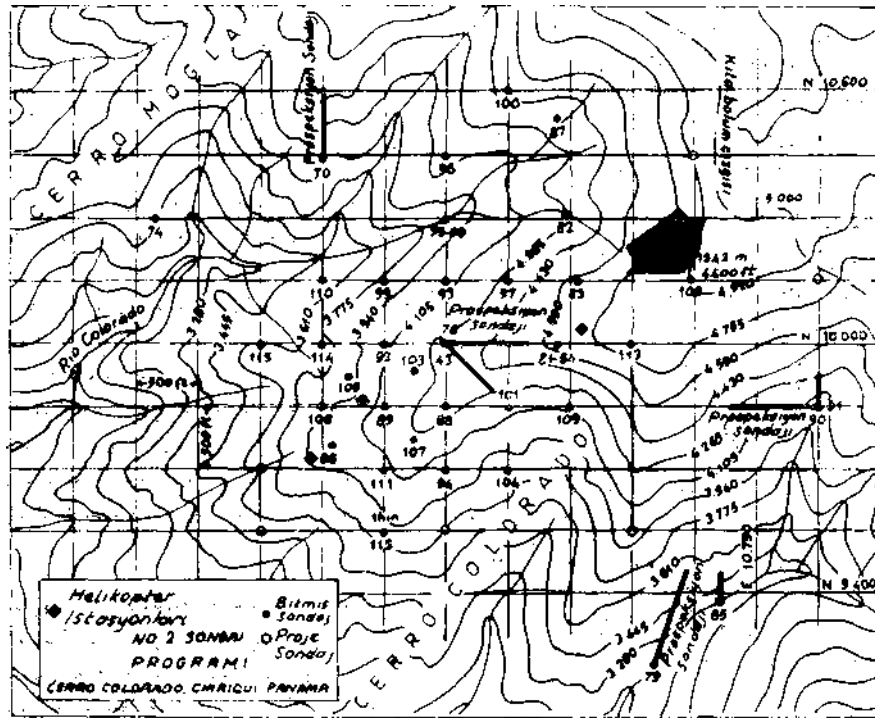
Son senelerde uçaklarla alçak yükseklikte, gama ışınlarını tesbit için yapılan jeofizik çalışmalarında potasyum bakımından zengin feldspath ve mikali intrüzyonlarda potasyum'un bir izotopu olan K⁴⁰ izotopu ile porfirik bakır yataklarının tesbiti çalışmalarda yapılmaktadır. Bu sebeple 1972 yılından beri yüksek hassas değerler veren gama ışınli spektrometreler kullanılmaya başlanmıştır.

Henüz tam olarak ispatlanmamış olmakla beraber, post-Paleozoik orojenik kuşaklardaki kalk - alkalin mağmatizmamn normal bir kısmı olan büyük felsik kütlelerdeki stronsiyum izotoplarının atomik oranları belirli değerlerde olanlarda, yüksek bakır molibden konsantrasyonu'nun olduğu kabul edilmektedir. Bu konu ile ilgili olarak, porfirik bakır rezervleri bulunan British Columbia'da, Sierra Nevada'daki felsik kayaçlarla Boulder batolitindeki (Montana) felsik kayaçlarda stronsiyum izotoplarının Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ atomik oranının 0,705-0,709 değerlerinde olduğu tesbit edilmiştir.

Büyük Porfirik Bakır Yatakları :

Kuzey Amerika'da Alaska'dan başlayıp Güney Amerika'da Şili'ye kadar devam eden metolojenik kuşakta ve Cocos pleytinin doğusunda bulunan Panama berzahında halen dünyanın en büyük porfirik bakır yatağı olduğu iddia edilen Cerro Colorado bakır yatağı yer almaktadır. Kanada'da Montreal şehrinde bulunan Canadian Javelin Ltd. şirketinin 1973 yılı ortalarında toplanan yıllık toplantısında açıklandığına göre, Panama'da Chiriqui eyaletinin Cerro Colorado bölgesinde yapılan sondajlar neticesinde, bakır muhtevası % 0.8 olan 2.271.000.000

tonluk büyük bir porfirik bakır - molibden rezervi tesbit edilmiştir. Plânlanan sondaj programlarının ancak % 35'i tamamlanmış bulunan bu porfirik bakır yatağında üç milyar tondan fazla bir rezervin olduğu tahmin edilmektedir. Yeryüzünde halen prospeksiyonu yapılan porfirik bakır yataklarından hiç birisi bu büyüklükte değildir. Cerro Colorado No: 2 sondaj programı haritasında (Şekil 4) lokasyonu gösterilen No: 106 sondaj 1342 m. (4400 feet) derinliğe kadar tamamen ekonomik limitlerde bakır mineralizasyonu kesmiştir, madencilik tarihinde ilk defa bu kalınlıktaki cevher zonu sondaj ile tesbit edilmiş olmaktadır.



Şekil : 4

Panama kanalının 290 Km' batısında bulunan Cerro Colorado porfirik bakır yatağı, Panama berzahının ortasında ve kıta bölüm çizgisinin (Continental divide) üzerindedir. Pasifik okyanusuna 38,6 Km. ve Atlantik okyanusuna 45 Km. mesafede bulunan maden sahası deniz seviye-

sinden ortalama 1200 m. yüksekliktedir ve maden işletmeye başladığında cevher gövdesi, üzerinde bulunduğu dağ silsilesinin Pasifik ve Atlantik okyanusları yamaçlarında ve her iki taraftanda açık işletme olarak işletilecektir.

75.000 hektarlık maden sahasının ruhsatname sahibi, Panamalı Pavonia S.A. şirkettir ve bu şirket ortak çalışmak üzere Canadian Javelin şirketi ile bir anlaşma yapmıştır. Fakat Panama hükümetinin 1973 yılı sonlarında çıkaracağı yeni bir Maden Kanunu ile Canadian Javelin şirketinin arama faaliyetlerini durduracağı bildirilmiştir (Referans 8).

Cerro Colorado porfirik bakır sahası, genellikle andezit ve kuvars porfir intrüzyonlarından müteşekkildir. Sahanın doğu tarafında da geniş bir kuvars diorit irintrüzyonu vardır. Andezit intrüzyonu içinde birçok mineralize çatlaklar mevcuttur. Feldspath porfirler, bakır mineralizasyonu için en uygun kayalar olup mineralizasyonun yüzde 70'i porfirler içinde olmakla beraber yüzde 30'unda andezit intrüzyonu içindedir. Ayrıca andezit içinde bir çok filonlar bulunmakla beraber andezit kontaktında mineralizedir. Zenginleşmiş primer zondaki mineralizasyon, genellikle kalkozin enklüzyonları içindeki kalkopirittir. Küçük nodüller halinde ve gözle görülebilen kalkopirit ile beraber pirit'te gözükmektedir. Pirit mineralizasyonu, kalkopirit mineralizasyonundan hemen hemen misli fazladır ve bu cevher gövdesi bu sebeple çok az piritli sayılmaktadır.

1972 yılı sonu itibarile maden sahasında yapılan 115 adet sondaj'ın toplam uzunluğu 24.000 m.dir ve sondaj karotlarından toplam 16.000 adet numune alınıp analizleri yapılmıştır. Tropikal ormanlık bölgede bulunan maden sahası J.K. Smith, Winkie GW-15 model küçük sondaj makinası helikopter ile indirilmiş ve toplam 300 m. sondaj yapılmıştır. En fazla 30 m. derinliğe inilen bu sondajlarda X - Işını ile mineralize seviyeler tesbit edilmiş ve bakır tenörü grafikleri çizilmiştir. Daha sonra derin sondaj lokasyonları rektangular grid sistemi ile 150 m. aralıklarla tesbit edilmiş ve üç adet Boyles Bros. BBS -17 model sondaj makinası ile derin sondajlara başlanmıştır.

Daha sonra iki adet Longyear 34 model ve yedi adet Longyear 38 model sondaj makinası ile 1340 m. ile 860 m. derinliklere inilmiştir. Bu sondaj makinaları wirè-liné delme donatımı ile çalışmaktadır, fakat karot randımanlarında bütün sondajlar için rutin olarak % 85 - 95 arasında olmuştur. Karotlar iş yerinde bölünüp toz haline getirilmiş ve bu toz numuneler, Birleşmiş Milletler Ekonomik Komisyonu tarafından Panama City'de kurulmuş olan atomik absorpsiyon laboratuvarında analizleri yapılmak üzere gönderilmiştir (Referans 7, 8, 9).

Güney batı Pasifik metalojenik kuşağı üzerinde bulunan Bougainville porfirik bakır yatağı, bu metalojenik kuşak üzerinde bulunan en büyük rezervli porfirik bakır yatağıdır. Avustralya'nın kuzeyinde ve Yefü Gine adasının batısında bulunan Bougainville adasındaki Bougainville porfirik bakır yatağına % 0.48 bakır, tonda 0.018 ons altın ve % 2.5 ile % 3.0 arasında manyetit ihtiva eden 900 milyon ton rezervi olduğu tesbit edilmiştir (Referans 10). Maden sahasının ilk sistematik prospeksiyonu A.BD.'nin Maden Kaynakları Bürosu tarafından 1961 yılında yapılmıştır. Kısa zamanda arama ve değerlendirme çalışmaları yapıp üretime başlanan maden sahasında 1972 yılı Mart ayında ilk konsante üretimi yapılmıştır. Tropikal ormanlık bölgede bulunan maden sahasına 1965 yılında helikopterlerle sondaj makinaları taşınarak 1968 yılına kadar toplam 63.918 m. sondaj yapılmıştır ve bu sondaj programının tamamlanmasından sonrada arama tünellerine başlanmıştır. Maden sahasında sistematik olarak 120 m. aralıklarla ve rektangular grid sistemi ile çoğunlukla 300 m. derinliğe inen 218 adet dikey sondaj yapılmıştır. İki yerden başlanan ve toplam 2800 m. olan arama tünelleri ile cevher gövdesine ve sondaj lokasyonlarının altına girilmiştir. Ayrıca cevher gövdesi içindedeki süzme sondajlarını takiben toplam 500 m. tahkik baş yukarıları çıkılmıştır. Tüneller içinde'de toplam 1700 m.

yatay elmas kronlu sondaj yapılmıştır. Sondajlardan ve yeraltı arama tünellerinden alınan numunelerin karşılaştırılmasında, sondaj numunelerinin neticeleri ihtiyatla kabul edilmiştir. Sondajlarla yapılan çalışmalar esnasında, bilgisayar ile cevher rezervinin bir modeli yapılmıştır.

Bu porfirik bakır yatağının jenez bakımından özelliği, bilinen porfirik bakır rezervleri içinde en genç yani 4 milyon sene evvel teşekkül etmiş bir bakır yatağı olmasıdır. Bougainville porfirik bakır cevher gövdesi belirli kayaç tipleri içindeki dissemine mineralizasyon ile çatlaklar içinde bulunan değişik kalınlıklardaki mineralize kuvars filonlarından müteşekkildir. Mineralizasyon, bir seri andezitik volkanik kayaçlar içinde yer alan diorit ve granodioritik intrüzyonlarla beraber bulunmaktadır. İntrüsif kayaçlarla, andezitlerin kontaktları mineralizedir. En büyük intrüsif formasyonu Haverong kuvarsdiorit'idir, mineralizasyonun en fazla bulunduğu intrüsiftir. Bu diorit pembe renkli, hornblend diorit olup % 10 kuvars ve % 15 ile 25 arasında da hornblend ihtiva etmektedir. Bakır yatağındaki alterasyon, biotitizasyon, kloritizasyon, kuvars - kaolin - pirit alterasyonu, pirit alterasyonu ve propilitik alterasyon ile karakterize edilmektedir. Biotitizasyon direkt olarak cevher teşekkülâtı ile de ilgili görülmektedir. Diğer tip alterasyonlar post mineral alterasyon olarak kabul edilmektedir.

En yüksek dereceli, yani % 0.75 bakır ihtiva eden Panguana Tepesi ilk madencilik çalışmaları olan yerdir. Panguana Tepesinde filon tipi mineralizasyon olduğu için bakır derecesi yüksektir. Diğer yüksek dereceli çekirdek zonunda % 0.60 bakır tesbit edilmiştir. Dissemine mineralizasyon, ekseriyetle bu yüksek dereceli cevher zonları etrafında yer almaktadır ki en yüksek cevher derecesi % 0.40 bakırdır. Ayrıca % 0.20 bakır ihtiva eder ve 1830 X 1525 m. boyutlarında olarak aflöre olmuştur.

Kalkopirit başlıca sülfid bakır mineralidir, fakat ayrıca biraz bornit minerali de vardır. Molibdenit birçok bakır filonlarında gözle görülmektedir, fakat madenin konsantre tesislerinde ayrıca bir molibden konsantre ünitesi yoktur. Pirit geniş bir şekilde yaygındır, altın ve gümüş bütün kayaç tipleri içinde bulunmakla beraber, sondaj karotlarının analizlerine göre, altın ve gümüşün çok olduğu kısımlarda bakır derecesi de artmaktadır. Cevher gövdesinde % 2.5 ile 3.0 arasında, primer mineral olarak manyetit bulunmakla beraber, manyetit mineralizasyonu, ayrıca andezit biotitizasyonu ile de alterasyon ürünü olarak teşekkül etmiştir.

Sülfid mineralleri zonu, ortalama 30 m. kalınlıkta olan oksit zonu ile örtülüdür ve oksit zonu en fazla 80 m. derinliğe kadar inmektedir. Malahit ve küprit başlıca oksit mineralleridir. Tahminen 3 metre kalınlıkta olan bir kalkozin zonu sülfid zonu ile oksit zonu arasında bulunmaktadır. Kalkozin zonu bakır derecesi ile, primer mineralizasyonun bakır derecesi aynıdır. Oksit zonundaki minerallerin üretimi için selektif bir madencilik veya herhangi bir konsantrasyon prosesine teşebbüs edilmemiştir. Bougainville bakır rezervinin kırıcı ve konsantratör tesislerinin günlük kapasitesi 90.000 tondur ve bu tesislerden 1973 yılının ilk 6 ayında Japonya ile Avrupa ülkelerine toplam 145.688 ton bakır konsantresi satılmıştır.

Bougainville bakır yatağı, 36 km. kuzey doğusunda bulunan ve aktif bir volkan olan Bağana dağının eteklerindedir. Ayrıca madenin 71 Km. kuzey batısında bulunan Balbi dağı ile 26 Km. güney doğusunda bulunan Loluru dağı da halen pasif görünen volkanlardır. Bununla beraber ani bir erüpsiyon ile meydana gelebilecek yoğun bir kül yağmurunun dışında herhangi bir volkanizma faaliyetinin madendeki çalışmaları aksatmayacağına inanılmaktadır. Halbuki cevher gövdesinin dekapajında, milyonlarca metre küp volkanik kül basmçlı su ile

(Hydraulicking) sıyrılıp atılmıştır. Bougainville adasında, önceden kestirilemeyen ve bilinmeyen sebeplerle ani bir volkanik faaliyetle beraber depremlerde meydana gelmektedirki, Panguna kasabında 1966 yılından beri 100'den fazla deprem kaydedilmiştir (Referans 10).

Alpin orojenik kuşağı üzerinde halen bilinen ne büyük porfirik bakır yataklarından, Avrupa'da Yugoslavya'daki Majdanpek - Bor, Veliki Krivelj ve Bulgaristan'daki Medet bakır yatakları ile Asya'da İran'daki Sar Cheshmeh bakır yatağı hakkında muhtelif dergilerden elde edilen bilgiler özetle aşağıda belirtilmiştir.

Yugoslavya'da Majdanpek - Bor bölgesindeki porfirik bakır yatağının % 0.7087 bakır ihtiva eden 350 milyon tonluk rezervi olduğu yapılan aramalarla tesbit edilmiştir. Ayrıca aynı sahada % 0.5 ile % 0.65 arasında bakır ihtiva eden 150 milyon tonluk diğer bir rezervinde olduğu tahmin edilmektedir. Bor şehri civarında bulunan Veliki Krivelj'de düşük dereceli 400 milyon tonluk diğer bir porfirik bakır rezervi vardırki, bu rezervin plânlanan üretim programlarına göre Veliki Krivelj bakır yatağından, Bor ve Majdanpek rezervinden daha fazla bakır üretimi yapılacaktır. Veliki Krivelj bakır projesinin 1975 yılında realize edilmesi düşünülmektedir ve bu projeye göre 1975 yılında Yugoslavya'nın toplam blister bakır üretimi 200.000 ton olacaktır.

Majdanpek porfirik bakır yatağının mineralize alanı sürfasta tahminen 5000 m. uzunluğunda ve 300 m. genişliğindedir ve bir kaç yüzmetre derinliğe kadar temadi ettiği yapılan sondajlarla tesbit edilmiştir. Maden sahasında başlıca formasyonlar gnays granit, andezit, kristalin kalker, kristalin şist, kristalin gnaystır. Mineralizasyon genellikle skarnlı manyetittir ki içinde genellikle hidrotermal kalkopirit, pirit, sfalerit ve galen vardır ve hidrotermal stockwork impregnasyon tipinde olan bakır yatağında bakır ih-

tiva eden bir zonda sürfasta eliptik şekilde muhtevası ortalama % 0.7'dir. Maden yatağında derinlere inildikçe bakır tenoru artmakta ve bakirli mineral olarak başlıca kalkopirit bulunmaktadır. Maden sahasında, sistematik arama sondajlarına ve arama tünellerine 1949 yılında başlanmış ve bu aramalar 1957 yılına kadar devam etmiştir.

1961 yılında açık işletme olarak üretime başlanan Majdanpek bakır yatağında, yılda 11 milyon ton tüvenan üretimden yılda 294.000 ton konsantre cevher elde edilmektedir. Bu konsantre cevherden 73.500 ton bakır konsantresi ve 109.000 ton demir konsantresi elde edilmekle beraber az miktarda da molibden (% 0.002 Mo), rhenium ve germanium elde edilmektedir (Referans 11, 12).

Bulgaristan'da Sofya'nın 112 Km. doğusunda ve Pirdop şehrinin güneyinde bulunan Medet porfirik bakır yatağında 150 milyon ton % 0.36 bakır ve % 0.008 molibden ve % 1.0 ile 1.2 arasında da kükürt ihtiva eden rezervin prospeksiyonu ile jeolojik harita yapma ve elmas kronlu sandajlarına 1957 yılında başlanmış ve bu arama çalışmaları beş yıl devam etmiştir. 1959 yılında da metalürjik testler için, günlük kapasitesi 100 ton olan pilot tesisler kurulmuştur. Bu günkü dünya madencilik standartlarına göre, Medet porfirik bakır rezervi yeryüzünde en düşük dereceli üçüncü bakır-molibden rezervidir. Bununla beraber, açık işletme olarak çalışmakta olan rezervin ekonomik bakır derecesi (Cut off grade) % 0.18 olarak tesbit edilmiştir. Medet porfirik bakır yatağında, primer mineralizasyon olan kalkopirit, pirit ve molibdenit, kuvars monzonit - porfir ve kuvars diorit - porfir intrüzyonlan içinde dissimine ve çok karışık çatlaklar içindedeki filonlar halinde teşekkül etmiştir, ayrıca pirit mineralide yer yer masif mineralizasyon halinde bulunmaktadır. Gang mineralleri olarak kuvars, plajiolklas, ortoklas, biotit, klorit, serisit, epidot mevcuttur.

Günlük kapasitesi 34.000 ton olarak planlanan konsantrasyon tesisi, yılda 120.000 ton bakır konsantresi, 350 ton molibden konsantresi ve 35.000 tonda pirit konsantresi üretebilmektedir. 1972 yılında yapılan tevsi planına göre Medet bakır izabe tesislerinin yıllık blister bakır üretimi 34.000 ton olmuştur. (Referans 13).

İran'da Sar Chesmeh (Ser Çeşme) porfirik bakır yatağında ortalama bakır tenörü % 1.2 olan 400 milyon tonluk bir sülfid bakır rezervinin hesapları yapılarak açık işletme projeleri hazırlanmıştır.

1969 yılı sonu itibarı ile, yapılan arama çalışmalarına göre, ayrıca 150 m. ile 250 m. derinlikler arasında 450 milyon tonluk bir rezerv tesbit edilmiş olmakla beraber bu sahada toplam 800 milyon ton rezerv olduğunda kabul edilmektedir. Maden sahasında 1969 yılı sonu itibarı ile, 160 lokasyonda toplam 25.000 m. elmas kronlu sondaj yapılmış ve yüzlerce metre arama galerisi sürülmüştür.

Sar Chesmeh porfirik bakır yatağı, Kerman bakır kuşağının güney doğusundadır ve Kerman şehrinde 40 Km. batısında. Bu bakır kuşağının bilinen kısmı iki büyük ana merkez üzerinde ve kuzey batı istikametinde 42 Km. kadar temadi etmektedir. Sar Chesmeh bakır yatağı, güney doğudaki ana merkezde alan dört bakır yatağından biridir, diğer altı grup halinde bulunan bakır yataklarında bu bakır kuşağının kuzey doğu ucunda ve ayrıca dört ve iki yataktan müteşekkil bir bakır yatağı topluluğu meydana getirmektedir. Sar Chesmeh porfirik yatağı kristalin seriler ile bu serilerin içine yerleşmiş post mineral asitik intrüsyonlu porfir dayklarından müteşekkildir. Mineralize olmayan porfir daykaları, numune alma işleri ile rezerv hesaplarının yapılmasını güçleştirmekle beraber, açık işletme olarak işletilecek olan cevher gövdesinin işletilmesinde de bazı problemler meydana getirecektir.

Maden sahasında, jeolojik ve mineralojik etüdler ile karot numunelerinin analizleri için laboratuvarlar kurulmuştur ve ayrıca metalürjik deneyler içinde bir pilot tesis kurularak binlerce ton numune öğütülmüş ve cevherin metalürjik karakterinin tesbitine çalışılmıştır. Pilot tesislerde yapılan analiz neticelerine göre, cevher rezervinin ayrıca % 0.027 molibden ihtiva ettiği tesbit edilmiştir. Sar Chesmeh konsantratör ve izabe kompleksi 1977 yılında tam kapasite ile çalışacak ve konsantratör tesislerinin günlük kapasitesi 42.000 ton olacak ve izabe tesislerindende yılda 145.000 ton blister bakır üretilenektir (Referans 14, 15, 16).

S.S.C. Birliğinde Özbekistan ile Kazakistan'da Post-Paleozoik kuşaklar dışında olmakla beraber tam bir porfirik bakır yatağı tipinde olan üç büyük porfirik bakır yatağı vardır ki bu yatakların en büyüğü Kounrad, ikincisi Almaylk (Elmalık) üçüncüsünde Bozchakul (Bozcakul) dur. Bu porfirik bakır yataklarından yalnız Almaylk bakır yatağı hakkında bilgi elde edilebilmiştir.

Özbekistan'ın Taşkent şehrinin 51 Km. güneyinde bulunan Almaylk (Elmalık) porfirik bakır yatağının, oksit refraktör cevher olarak % 0.8 bakır ve sülfid ve oksit cevher karışımı olarakta % 0.72 bakır ihtiva eden rezervinin 3 milyon ton metal bakıra eşit olduğu bildirilmektedir. Bakır mineralizasyonu, porfirik intrüzyon ile beraber bulunmaktadır. Ana kayaç iri taneli ve pembe renkli ortoklas granittir. Cevherleşme, mineralize siyenit veyahut diorit içinde hakim durumdadır. Cevher gövdesi, siyenitin siyenit-diorite dönüştüğü zonda ve siyenit intrüzyonlarının kontaktındadır. Siyenit-diorit intrüzyonunun ortasında, ikinci bir büyük granodiorit porfir intrüzyonu mevcuttur. Cevherleşme fazı, granodiorit porfir intrüzyonundan sonraki periot'tadır. Başlıca primer mineralizasyon, siyenit-diorit intrüzyonuna bağlıdır ve grano-diorit porfir minerali-

ze değildir. Cevher gövdesi epijenetiktir ve hidrotermal solüsyonlar fisür ve çatlaklar içine kalkozin, kalkopirit, pirit ve çok az olarak molibdenit minerallerini doldurmuştur. Ayrıca çok küçük sülfür mineralleri tanecikleri kuvars içinde ve dissimine olarak cevher gövdesi içinde yaygındır. Çok geniş bir hidrotermal alterasyonu sonucunda büyük bir kaolinizasyon zonu meydana gelmiştir. Almayk porfirik bakır rezervinden 1958 yılından beri açık işletme olarak üretim yapılmaktadır. Çalışılan cevher gövdesi 2820x1220x150 m. boyutlarındadır ve açık işletmenin en derin yeri de 168 m. dir. Açık işletmenin günlük dekapaj ve cevherli kısım kazısı toplam 200.000 ton civarındadır.

Almayk bakır rezervinin ilk kurulan kırıcısının günlük kapasitesi 100.000 tondur bununla beraber ilk kurulan konsantrasyon, flotasyon tesislerinde günlük kapasitesi 40.000 ton ile 65.000 ton arasındaydı, fakat tevsî edilen konsantrasyon ve flotasyon tesislerinin günlük kapasitesi 100.000 tona çıkarılmıştır. (Referans 17).

Ülkemizde Bilinen Porfirik Bakır Sahaları :

Bu konuda yalnız, ülkemizde yeni bulunan ve arama yapılan porfirik bakır yataklarından bahsedilecektir. Ülkemizde M.T.A. Enstitüsü ile beraber çalışan Birleşmiş Milletler ekibine göre 1970 yılında Amasya ilinin Merzifon ilçesi ile Erzurum ilinin İspir ilçesi civarında büyük porfirik bakır yataklarının bulunduğu bildirilmiştir (Referans 18). Merzifon ilçesinde Bakırçay bölgesinde bulunan porfirik bakır yatağında M.T.A. Enstitüsü ile Birleşmiş Milletler ekibi tarafından 1970 - 1972 yıllarında aramalar yapılmıştır, ispir ilçesinin kuzeyinde bulunan çok geniş asitik intrüsyonların SW-NE yönündeki uzunluğu 120 Km. dir ve N-S yönündeki genişliğide ortalama 60 Km. dir. M.T.A. Enstitüsünün 1/1000.000

ve 1/500.000 ölçekli jeoloji haritalarına göre ülkemizin en geniş asitik intrüsyon olan bu batolit, granit, granodiorit, kuvarslı diorit, siyenit, monzonit ve trakit, fonolit gibi intrüsyon ve ekstrüsyonlardan müteşekkildir. Bu bölgede M.T.A. Enstitüsü ile beraber Birleşmiş Milletler ekibi geniş bir arama programı uygulamaktadır.

Elazığ ilinin Keban ilçesinde ve Etibank Simli Kurşun İşletmesinin imtiyaz hudutları içinde bulunan Nallıziyaret bölgesinde çok geniş bir bakır, molibden, wolfram mineralizasyonlardan müteşekkil bir porfirik bakır rezervi vardır. Genellikle kristalin şist, kalkşist ve kristalin kalkerler ile siyenit porfir dayklarından meydana gelmiş olan maden sahasında 1972 yılı sonuna kadar toplam 7169 m. karotlu sondaj yapılmış ve toplam 2763 m. de arama galerisi sürülmüştür. Trakya'da Kırklareli'nin Demirköy ilçesi civarında bulunan granit masifi ile kontaktlarındaki bakır-molibden porfirik mineralizasyonunda özel bir madenci şirket tarafından aramalar yapılmaktadır. Bu porfirik bakır mineralizasyonu sahaları hakkında tam bir detaylı bilgi elde edilmemiştir. Bununla beraber, Alp orojenik kuşağı üzerinde bulunan ülkemizde bilinen porfirik bakır mineralizasyonu sahalariinin metalojenezi hakkında bir yazının hazırlanmasına çalışılmaktadır.

BİBLİYOGRAFİK TANITIM:

- 1 — R. H. Silliteo, 1972 «A Plate tectonic Model for the Origin of Porphyry Copper Deposits» Economic Geology, March-April 1972, v. 67, p. 184, p. 185, p. 186, p. 194.
- 2 — A. T. Griff is «Exploration-Where they looked, what they found, how found it» World Mining, June 25, 1972, p. 83.
- 3 — Bull, of. the Can. Inst, of Mining and Metallurgy, March 1972, p. 137.

- 4 — J. K. Hsü, 1971 «Origin of the Alps and Western Mediterranean» *Nature*, v. 233, p. 44 - 48.
- 5 — A. G. Smith, 1971 «Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean, and Atlantic» *Geol. Soc. Amer. Bull.*, v. 82, p. 203 - 2070.
- 6 — J. F. Dewey and J. M. Bird, 1970 «Mountain belts and the New Global Tectonics» *Jour. Geophys. Res.* v. 75, p. 2625 - 2647.
- 7 — *Engineering And Mining Journal*, July 1973 «Exploration Round-up» p. 132.
- 8 — *World Mining*, August 1973 «Panama - Canadian Javelin hold-up pending new laws» p. 37.
- 9 — G. P. Lutjen «Canadian Javeline eyes production at major find in Panama» *Engineering And Mining Journal*, December 1972, pp. 60 - 63.
- 10 — G. O. Argali, Jr. «Bougainville» *World Mining*, October 1972, p. 45, p. 56.
- 11 — *World Mining*, June 25, 1971 «Europe-Major base metal projects in Socialist countries» p. 172.
- 12 — *Mining Magazine*, September 1973 «Majdanpek copper mine» p. 182., p. 183, p. 187.
- 13 — G. O. Argali, Jr. «Medet - Bulgarian's giant porphyry copper-molybdenum kombinat» *World Mining* October 1970, p. 40, 45.
- 14 — G. O. Argali, Jr. «There's lot of copper in Iran» *World Mining*, December 1969, p. 7, p. 13.
- 15 — *Engineering And Mining Journal*, June 1973 «News Briefs-In Asia-Iran, the Sar Cheshmeh Copper Mining Co.» p. 280, p. 281.
- 16 — *World Mining*, June 25, 1971 «Asia-Tin and copper are prime exploration targets-Iran» p. 113.
- 17 — G. O. Argali, Jr. «Almalyk-Major porphyry copper pit in Ozbekstan» *World Mining*, April 1969, p. 58, p. 59.
- 18 — U. N. Economic and Social Council «Program of Work 1971» p. 13, p. 45.