

# Porfirik Bakır - Molibden Yataklarının Aranmasında Tatbik Edilen Jeolojik Prensipler

GÜLHAN ÖZBAYOĞLU(\*)

«Porfirik bakır - molibden yataklara» konutu bu yazı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde, Misafir Profesör A. K. Snelgrove tarafından verilmiş dersin notlarından denenerek nazırlanmsştır. Bu önemli yatak tipi hakkında en son malûmatı ihtiva eden aşağıdaki yazı, Türkiye'de iyeni yatakların keşfine yandım eder ümidiyle sunulmuştur.

Porfirik bakır - molibden yataklarının tarrifi, dünyadaki dağılımı ve ekonomik önemi

Porfirik bakır-molibden yatağı, dissémine ve stokwerk damarcık sülfür mineralizasyonu ihtiva eden ve hidrotermal solüsyonlar tarafından altère edilerek kabaca kon-santrik zonal kalıplara dönüştürülen ana kayalara yerleşmiş bir yatak tipi olarak tarif edilir. Bu yatak genellikle geniş, düşük tenörlü ve kabaca her doğrultuda eşit boyutludur. Önemli miktarda pirit; kalkoprit, molibden, kuvars ve altère olmuş ganga bağılı serfsit ihtiva eden yatakta ayrıca az miktarda kurşun, çinko, altın, gümüş ve rhenium vardır. Yatak düşey-silindir veya basık disk şekillerinde görülür; orijini primer hidrotermaldir ve daima porfirik kaya ünitelerini kapsayan intrusif kayalarla ilgilidir. Mineralizasyon ya ana intrusifte, ya da yan kayalarda görülebilir.

Tipik bir porfirik bakır yatağında, primer mineralizasyon tenörü % 0,8 Cu ve i% 0.02 Modir; porfirik molibden yatağının tenörü ise % 0,6 Mo ve % 0,05 Cu dir.

Yatak genellikle breş bacaları ve geniş, kırıklı breş zonlarına bağılı görülür.

Porfirik bakır - molibden yataklarının dünya üzerinde dağıldığı yerler : Utah, New Mexico, Nevada, Meksika, Çin, Peru, İngiliz Kolombiası, Arjantin, Filipinler, İran, Porto

Riko, Bulgaristan, Rusya v.b.. Hükümetimizle Birleşmiş Milletler Teşkilâtının ortaklaşa çalışmaları neticesinde, Amasya'nın kuzeyinde, Bakırçay'da bu tip olduğu tahmin edilen bir yatak bulunmuştur.

Yeni küresel (global) tektoniğin sübdaksiyon zonlarıyla bağılılığı gayet barizdir (Bu bölümdeki Prof. Snelgrove'un yazısına bakınız) .

Yunanistan, İran ve Bulgaristan'daki porfirik bakır yatakları zuhurları, Türkiye'den de geçmesi mümkün olan bir şeridin varlığını göstermektedir. Rusya'daki porfirik bakır zuhurları da bu şeridin varlığını göstermektedirler.

Bugün elimizdeki rakamlar, önümüzdeki 30 yıl içinde, dünya bakır istihsalinin büyük bir kısmının porfirik bakır yataklarından yapılacağını göstermektedir. Buda yatağın Önemini açıkça belli etmektedir.

Jenez modeli (yaş ve kuru)

Porfirik bakır-molibden yatakları için üç jenez modeli teklif edilmiştir: Bütün modeller porfirik intrusif kayaların, cevherleşme ile olan ilgisinin önemini kabul etmektedirler, hemen hepsi magmatik- hidroter-

(\*) Öğretim Görevlisi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara.

mal olup, sadece olayların seyrinde intrüzyonun derinliği ile akışkanın menşesinde ve oluşum zamanında fark göstermektedirler.

#### 1. Ortoğmatik model:

Bu model, çok derinlerde, muhtemelen manto-kabuk sınırında oluşan ve intrüzyonun üst yüzeyine yaklaştıkça suyla doymuş hale geçen eriyik esasına dayanmaktadır. Bu suyun atılışı ancak, aşırı doymanın sebep olduğu dahili buhar basıncının, litostatik basıncı geçtiği zaman veya intrüzyon sistemi harici gerilime maruz kaldığı zaman görülmektedir. Bundan sonra kristalizasyon kupola boyunca ilerlemektedir. Olayların seyri şöyledir: Intrüzyon; katı kabuk meydana getiren kenarlardaki ilk kristalleşme; ve kristalize kayalarda bu katı kabuğun kırılmasıyla porfirik-afanitik tekstürün meydana gelişi.

Magma soğurken çıkan uçucular, kenarlarda bulunan çatlak, stokwerk ve daha düşük ısıdaki breş zonlarından dışarıya çıkarlar. Bu çıkış esnasında difüzyon tesirleri de artar ve ısının, stokun merkezinden yan kayalara doğru düşmesi neticesi alterasyon ve mineralizasyon meydana gelir.

Eriyikteki uçucu madde kaybı, çok derinlerden mineral taşıyan eriyiklerin yukarıya ve dışarıya doğru çıkmasını sağlamaktadır.

#### 2. Fournier'in modeli :

Fournier'e (1967) göre, 1500 metreden daha az derinliklerde, başlangıçta porfirik bakır eriyiği % 1 -3 iük su ile doymamış halde iken, faylanmalarla ani, hatta patlamalar şeklinde su kaybına uğramakta ve aniden silikatların soğumasına sebep olmaktadır. Kristalizasyon böylece susuz eriyiğin yukarıya ilerlemesini durdurur. Birçok porfirik bakır yataklarında görülen yaygın arjillik alterasyon, herhalde, meteorik ve fossil su (connate water) ile beslenen sıcak su kaynak sistemlerinin dolaşımından oluşmaktadır.

#### 3. White'in modeli :

White'a (1968) göre, genellikle tuz yüzdeleri 5-40 NaCl e eşit olan kükürtçe fakir Na-Ca-Cl sularının dolaşımı, birçok baz me-

tal yataklarının teşekkülüne sebep olurlar. Porfirik sistemlerdeki böyle tuzlar, yüksek kalsiyum ve baz metal ihtivasına erişebilmek için, artık (residual) sıvılarla, önceden teşekkül etmiş plajioklas ve ferromagnezyum minerallerinin deuterik reaksiyonundan meydana gelmektedir.

White'in modeli, metalca zengin ve kükürtçe fakir fosil - meteorik metal sularının, magma ısı yatağının altında ve yakınında hüsule gelen ısı değişiminin tesiriyle çok seviyeli sirkülasyonu *esasma* dayanmaktadır. Bu modelin ortomagmatik modelden ayrıldığı taraf, suların ve muhtemelen metal kaynağının hemen hemen, magmatik sistemin dışında oluşudur. Bu sıvıların dolaşımı, alterasyon ve mineralizasyon örtüsü veya zonu meydana getirmektedir.

Uygun kay» tipleri ve intrüzyon la cevher yatağının boyutları :

Tipik bir porfirik bakır-molibden yatağı magnetik intrusif kayaçlarıyla beraber bulunur. Intrüsifin kompozisyonu kuvars monzonitten farklıdır, fakat daima silislidir.

A. B. Devletlerinin güneybatısında ve Güney Amerika'da intrusifler kuvars monzonittir. Batı Kanada'daki Kordillera'da, İngiliz Kolombiası, Filipin Adaları ve İranda intrusifler granodiorit ve kuvars diorit veya granodiorittir.

Intrusif kayacının boyutu - 1400X2000 m

Cevher yatağının boyutu - 1200X2000 m

Intrüsifin yaşı :

Intrüsifin yaşı Üst Kretaseden Tersiyere kadar değişmektedir. Ortalama yaş 60 milyon yıldır. İngiliz Kolombia'sında ve Güney Amerikayla Kuzey Amerika'nın güneybatısında yatakların yaşı şöyledir : 27 yataktan 6'nın yaşı Orta Tersiyer olup 30-37 milyon senedir, 17'sinin muhtemelen Laramiyen zamanlı olup yaşı 59-72 milyon senedir ve bir vatakda alt Trias olup 200 milyon sene yaşlıdır.

A. B. Devletlerinin güneybatısındaki tektonik hat ve kırık sistemleri arasındaki ilişkileri :

A. B. Devletlerinin güneybatısındaki büyük hidrotermal bakır yataklarının lokasyonları daha genç intrusif porfiriklerle ilgilidir. Hemen hemen bütün bakır yatakları büyük tektonik hatların kesiştiği yerlerin yakınındadır. Amerika Birleşik Devletlerinin batısındaki hidrotermal cevher yataklarının dağılımının Kütina (1969) ya göre tafsilâtlı şekli şöyledir :

- i) Kuzeydoğu Pasifik Okyanusunun transform faylarının ve çatlak zonlarının kara içindeki uzantıları boyunca,
- ii) Birbirinden eşit mesafeli, dört takım trajektörünün kesişme noktaları civarında,
- iii) Kuzeydoğu ve kuzeybatı doğrultulu makaslama gerilimleri trajektörüyle çevrili büyük blokların hudutlarında.

Yan kayaç alterasyon tipleri ve zonları :  
Porfirik bakır - molibden yataklarında dört alterasyon takımı kolayca göze çarpar :  
Bu dört takım şunlardır :

Potasik, fillik, arjilik ve propilitik.

Potasik KMi : Yeni gelmiş veya yeniden kristalize olmuş potasyum feldispat ve biotit ile az miktarda serisit ve umumiyetle yüksek bir değişiklik gösteren fakat daima az da olsa mevcut olan anhidrit.

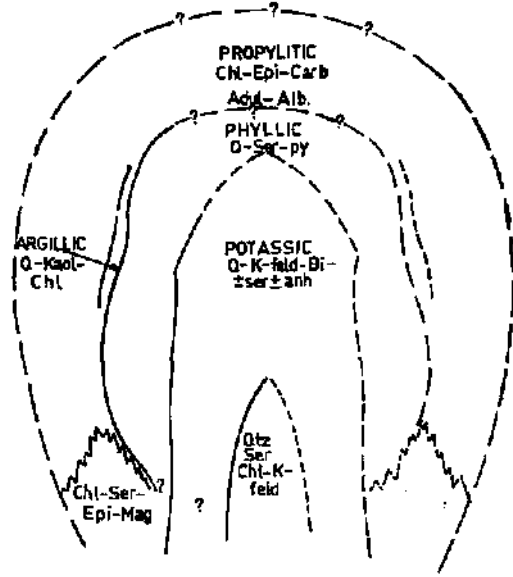
Fillik zonu : İçinde % 5 den az kaolen, biotit veya potasyum feldispat olan kuars-serisit-pirit topluluğu.

Arjilik zonu : Kuvars, kaolen, montmorillonit, klorit, biotit.

Propilitik zonu : Klorit, kalsit, epidot, adularya, albüt alterasyon toplulukları.

Propilitik zonun iç sınırı, plajoklastaki toplam kuvars - montmorillonit, kuvars - kaolen veya kuvars serisit ihtivasının, mafik minerallerle yer değiştiren toplam klorit ve epidota eriştiği yerde görünür, burada renk ge-

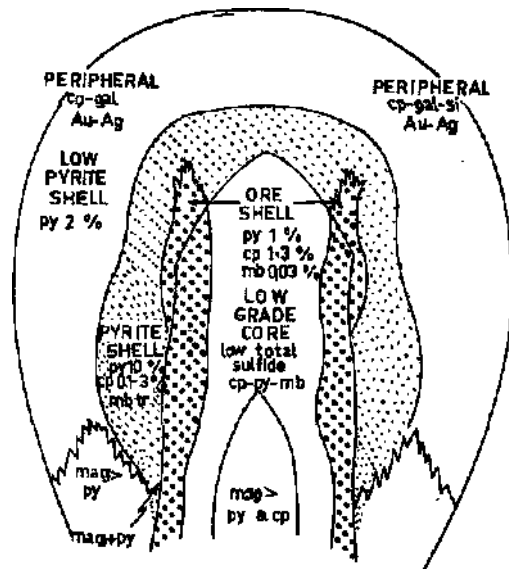
nellikle yeşilden açık griye doğru değişir. Propilitik alterasyonun iç hududu, kuvars, serisit ve piritte doğru yaygın bir değişim gösteren arjilik veya fillik zonun dış hudududur.



Şekil — 1 Yan kayaç alterasyon tipleri ve zonları  
Lowell ve Gilbert (1970)

Metalik mineralizasyon tipleri ve zonları:

Konsantrik mineralizasyon zonları, şekilde gösterildiği gibi alterasyon zonları ile müşterek akslıdır.



Şekil — 2 Konsantrik mineralizasyon zonları  
Lowell ve Guibert (1970)

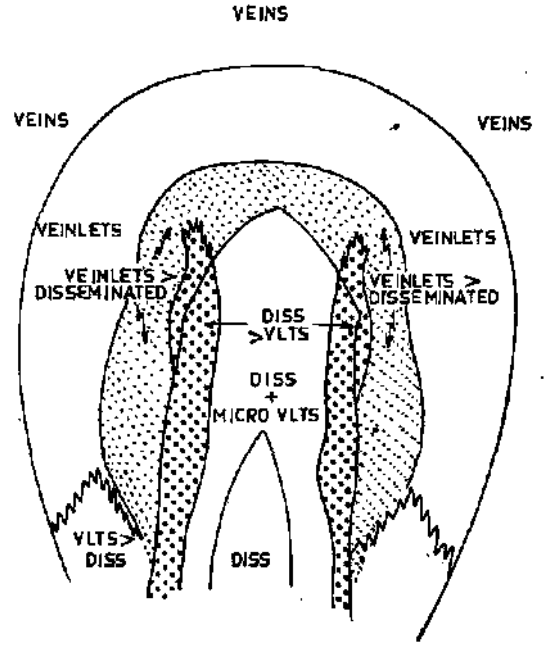
Potasik xonu : Tamamen potasik a lte-  
ra sy on zonunun hududu dahilindeki iç ki-  
sım, ortalama 900 m. çapında olup hemen  
hepsi kalkopirit şeklinde olan % 0,3 Cu. ih-  
tiva eder. Toplam sülfür muhtevası düşük-  
tür, pirit/kalkopirit oranı yaklaşık olarak  
1 : 2 dir, manyetit nadir olarak görülür ve-  
ya hiç yoktur. Bu zonun çevresinde cevher  
kabuğu denilen ve kısmen filik zonun üze-  
rine yatan % 0,5 Cu alt limilti kısım bulu-  
nur. Cevher kabuğu ortalama 200 m. kalın-  
lığında olup % 0,5 - 1,0 Cu tenörüne sahip-  
tir ve pirit/kalkopirit oranı 1 : 1 dir. Pirit  
genellikle stokwerk damarcıkları şeklindedir,  
kalkopirit ise dissémine haldedir.

Filik ve arjilik zonlar : Filik alterasyon  
zonunun içinde göze çarpan üç tip cevher-  
leşme vardır. Cevher kabuğunun dış kısmı  
filik zonu içinde yayılır. Cevher kabuğunun  
çevresinde, hemen hemen filik zonu içinde,  
65 m. kalınlıktaki kısımda bakır minerali-  
zasyonu % 0,1 - 0,5 Cu arasında değişmek-  
te ve pirit/kalkopirit oranı ortalama 10 : 1  
göstermektedir. Bu zonun çevresinde ve hâ-  
lâ filik ve arjilik zonları içinde pirit mine-  
ralizasyonu zonu bulunmaktadır, bu zonun  
eni 300 - 500 m. arasında değinmekte ve  
ağırlıkça % 6-25 pirit ihtiva etmektedir.

Propilitik zonu : Propilitik zonu cevher-  
leşme yönünden yüksek tenörlü gümüş, al-  
tın, kalkopirti damarları ile kayacın ağırlık-  
ça % 2-6sini teşkil eden ve daima mevcut  
olan pirit damarcıkları gibi birkaç küçük çe-  
şit gösterir. Propilitik zonun dış kısmı 100-  
500 ppm bakır ihtiva eder. Münferit primer  
bakır mineralleri artık bu kısımda bulunma-  
dığından yukarıdaki bakır piritin içerisinde  
bulunmaktadır.

#### Damar- Damarcık -Disseminasyon - Stokwerk Dağılımı :

Çevresel alterasyon zonu :	Damarlar
Dış alterasyon zonu	Damarlar- Damarcıklar
Orta alterasyon zonu :	Damarcıklar
İç alterasyon zonu :	Damarcıklar Dissémine
En İç alterasyon zonu :	Disseminasyon Mikro damarcıklar
Breş bacaları :	Cevherleşmiş ve mevcut
Kırık zonu	Mevcut



Şekil — 3. Damarlar, damarcıklar,  
disseminasyon  
Lowell ve Gulbert (1970)

Rhenium'un tercih ettiği birleşmeler :

Porfirik bakır yataklarındaki ve porfirik  
molibden yataklarındaki molibdenler, karşı-  
laştırıldığında, porfirik bakır yataklarındaki  
molibdende. Rhenium ile molibdenin yer de-  
ğiştirmesinin daha yaygın olduğu görülür.  
Porfirik bakır yataklarındaki molibdenler  
stokwerk molibden yataklarındaki molibden-  
lerden 100 defa daha fazla Rhenium ihtiva  
ederler. Bunlardan da görülüyor ki, Rheni-  
um, porfirik bakır yataklarının önemli bir  
yan ürünüdür.

Mo konsantrasyonu en çok nerelerde görülür? Pa>if ve zorlama iHe yerleşme arasındaki ilişkiler:

Genel olarak, porfirik molibden yatakları, porfirik bakır yataklarına nazaran daha fazla zorlama ile yerleşme emareleri gösterir. Bu emareler> halka ve ışınsal dayklar ile bazen yatak üzerine yayılan tabakalaşmış kayaların dom meydana getirmeleri şeklinde görülür. Porfirik yerleşme tipi pasiftir.

Molibden, alt ve üst kısımlarında düşük *tenor gösteren* cevher kabuğunun kalınlığının üçte ikisinin ortasında konsantre olmaya meyildir. Yüksek tenörlü molibden potasik ve filik zonların ikisinde de görülür ve yanlardaki alterasyon zonları tarafından kontrol edilmez İse de, dikey zonların molibden muhtevasını düşürdüğü görülür.

Genellikle, ekonomik bakımdan molibdenin primer yataklarda, sekonder yataklardan daha önemli olduğu görülür,

Kalkopirit ve Sfalaritteki iz elementlerin rolü :

Kalkopirit ve sfalerti kristallerinin içinde bulunan en önemli iz elementler şunlardır : Kobalt, Galyum, Germanyum, İndiyum, Nikel, Gümüş ve Kalay.

Kalkopirit ve sfalaritteki iz elementlerin muhtevasının yükseldiği yerler, porfirik bakır keşfine uygun yerlerdir. Dünyadaki bütün büyük porfirik bakır yataklarının iz element kuşakları üzerinde olduğu görülmüştür.

Sekonder zenginleşmenin Önenr\* :

Oksitli zondan kaçan solüsyon I ardaki metaller, daha fazla oksijen İhtiva etmeyen, genellikle su tablası civarına doğru akarlar ve orada sekonder sülfür olarak birikirler. Böylece üst taraftan gelen metaller alt taraftakilere eklenirler ve sülfür zonunun üstünün zenginleşmesine sebep olurlar. Bu da sekonder zenginleşme zonunu meydana getirir. Primer cevherlerin bu şekilde, orijinal metal muhtevalarının on misli kadar zenginleştikleri görülür. Zengin cevherler daha da zen-

ginleşirler, ekonomik olmayan primer madeler ekonomik değer kazanırlar. Utah, Miami, Ray, Santa Rita gibi bir çok bakır merkezleri başlangıçlarını primer maddenin sekonder zenginleşmesine borçludurlar. Bu bakımdan olayın ekonomik açıdan önemi çok büyüktür. Sekonder zenginleşmeye maruz kalmış porfirik bakır yataklarında, cevher tenörü % 2 Cu a yaklaşır. Yüksekliği 70 m. olan bu yataklar dümdüz bir tabaka gibidir, kalınlıkları ve durumları su tablası tarafından kontrol edilir. Derin bir su tablası hattâ gittikçe alçalan tipi, kalın ve iyi zenginleşmiş sekonder sülfür zonlarının oluşumuna yol açarlar.

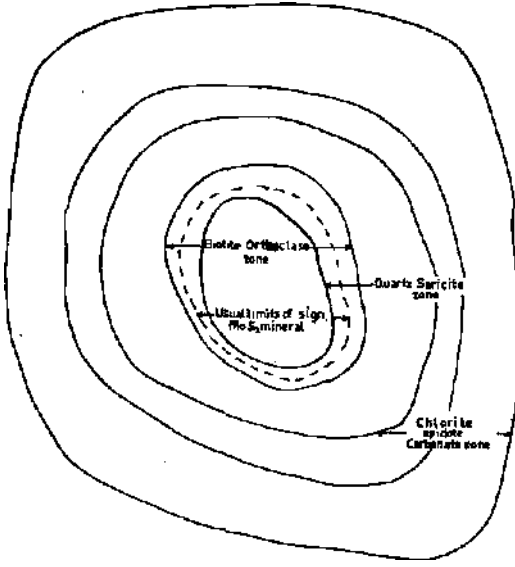
CuFeS<sub>4</sub> ye karşı MoS<sub>2</sub> nın erirliği ve yüzeyden derine doğru cevher tenörü ne tesiri :

Hemen hemen bütün porfirik bakır yataklarının oksitli zonundaki bakır çok hareketlidir ve bunların hepsi, kuvvetli sülfür mineralizasyonu sahalarından erimişlerdir. Oksitli zondadaki erimiş bakırın, su tablası civarındaki redükleme muhitinde çökmesi, sekonder bakır sülfürünün meydana gelmesine sebep olur. Bu zon sadece primer bakır zonlarında değil, aynı zamanda molibden zonlarında da meydana gelir.

Molibden ise, oksidasyon sırasında bakırdan farklı özellik gösterir. Molibden sülfür oksitlendiği zaman, E<sub>n</sub>-pH sahasında limitli bir hareketlilik gösteren bir çok denge-siz bileşikler husule getirir. Yüksek pirit molibden zuhurlarının birçoğunda son oksidasyon ürünü, genellikle bir demir mol ibda t olup ilk sülfür sahasından uzakta olmayan bir yere bağlanır. Bu özellik ana piritteki sülfürlerden çıkan bakırın hareketliliği ile keskin bir tezat halindedir. Eriyen şapkadaki molibden muhtevası kabaca primer sülfür cevherdekine çok yakındır.

Porfirik bakır-molibden yataklarının Minimum Rezervi :

Hidrotermal yatakların, % 2 Cu lı en az beş milyon ton cevher ihtiva etmesi gerekmektedir. Eğer primer ve sekonder cevher beraber düşünülürse, toplam cevher 150 milyon ton olmaktadır.



Relationship between hypogene alteration and Molybdenum in porphyry toppe

Şekil — 4. Porfirik bakırdaki primer alterasyon ile Molibden arasındaki ilişki Hollister (1970)

Minimum cevher tenörü :

Porfirik bakır yatağı sekonder sonda % 2 veya daha az bakır ihtiva etmelidir.

Primer + Sekonder zonal tenörü :	% 0,80 Cu
	% 0,45 Cu
Yalnız primer zon :	% 0,015 Mo
	% 0,015 Mo

İncelenen 27 porfirik bakır molibden yatağının ortalama rezervi 150 milyon tondur.

Türkiye'de porfirik bakır - molibden yatağı ihtimali, siyenit - monzorüt intrusifleri ve herbirinin önemi, granit ve diğer asit intrusifleri :

Porfirik bakır yatakları, diorit, kuvars monzoit ve granodiorit gibi mağmatik intrusiflere bağlı olarak bulunur. Türkiye'deki bakır yataklarının çoğu, kuvars, diorit, granodiorit ve monzonit ile birlikte görülür. Murgul bakır yatağı dasit içinde bir stokwerkdir. Türkiye'deki siyenitler, bakırdan ziyade genellikle demir yataklarına bağlıdır. Örneğin Karakuz.

Türkiye'deki bu üç tip intrusifin varlığı, porfirik bakır yataklarının varlığını göstermek bakımından tek başına yeterli değildir. A. B. Devletlerinin güney batısında olduğu gibi ayrıca yatağın kırık sistemlerine de bağlı olması gerekmektedir.

Türkiye'de porfirik bakır bulunması mümkün olan saha Bingöl hudutları içindeki Karlıova olarak gözükmektedir. Çünkü, bu saha iki büyük tektonik hattın kesişme noktalarına yakındır ve mineralizasyonla birleşik olabilir.

Jeoşimik - Jeofizik ve Remote Sensing :

Şu ana kadar görüldüğü gibi porfirik bakır molibden yatakları iz element kuşakları üzerinde bulunurlar, hemen hepsi genç intrusif porfiriklerle ilgilidir ve yine hepsi büyük tektonik hatların kesişme noktalarında yer alırlar. Bu bilgi ile birlikte porfirik bakır sahalarının aranmasında jeoşimik, jeofizik ve remote sensing metodlarının da tatbiki gereklidir.

Türkiye'de jeoşimik prospeksiyon genellikle akarsu sedimanlarının analizleri şeklinde yapılmaktadır.

Jeofiziğin normal tatbikatının yanında örneğin, Arjantin'de Birleşmiş Milletler tarafından yapılan I.P. çalışmaları gibi sintilometre ile porfirik Cu-Mo yataklarına bağlı potasyum zonlarının bulunması imkânlarının da araştırılmasına çalışılmalıdır. Lyon ve Lee (1970). tarafından gösterildiği gibi düşük irtifalarda (150 m. yükseklikte,) K<sup>40</sup>'ın gama ışınli Ölçmeleri, porfirik bakır yataklarının karakteristik maddesi olan potasyum zenginleşmesini göstermekte çok faydalı olmaktadır.

Remoter sensing metodlarının tatbiki ile de porfirik Cu-Mo yataklarının bulunması mümkün olabilir. Örneğin sülfürlerin oksidasyonunun infrared ile tesbiti; sahte radar gölgeleri ile fayların, büyük tektonik uzantıların, onların kesişme noktalarının, düşüm sistemlerinin İnterperetasyonu.

Arjantinde, Mendoza sahasında Birleşmiş Milletler tarafından yapılan porfirik Cu-Mo

yataklarının incelenmesinde 140,000 mil karelik araziye kapsayan hava fotoğraflarından da faydalanılmıştır.

Sondaj tipi, sondaj aralıkları ve sondaj derinliği :

Diğer prospeksiyonlarda olduğu gibi bakır prospeksiyonunda da genellikle rotari sondaj makineleri kullanılır. Bu makinelerin avantajları şunlardır :

- 1) Delişte yüksek hız
- 2) Yüksek karot randımanı
- 3) Operasyon kolaylığı
- 4) Makina nakliyatında hareket kolaylığı

Prospeksiyon programı şu şekilde tanzim edilebilir. Önce jeoşimik, jeofizik ve remote sensing metodları ile elde edilen anomalilerin buldukları yerlerde sondaj yapılır. Bu sondajların neticelerine ve coğrafi durum da göz önüne alınarak yapılacak ikinci tip sondajlarla cevher yatağının şekli araştırılır. Daha sonra yatağın rezerv durumunun tesbiti için 50-70 m. aralıklarla detaylı sondaj çalışmaları yapılır. Porfirik bakır-molibden yataklarında sondaj derinlikleri 75 m. He 400 m. arasında değişebilir.

Bu spesifik yolun diğer metotlara göre masraf/kâr oranı :

İran, Bulgaristan, Yunanistan ve Rusya'daki porfirik bakır-Molibden zuhurları böyle yatakların bulunduğu bir kuşağın varlığını ortaya koymaktadır. Bu kuşağın Türkiye'den de geçmesi muhtemeldir. Bundan dolayı komşularımızda bu yatakların yerleşmesini kontroleden yapı ve diğer faktörlerin önceden incelenmesi ve bunların Türkiye'ye tatbiki gerekmektedir. Sonra bulunan bu faktörlerin ışığı altında kırıklara bağlı intrusifli sahalar seçilmekte, bunlardan İz element, alterasyon ve mineralizasyon bakımından uygun olanları porfirik Cu - Mo aranmasına uygun saha olarak seçilmektedir. Eldeki doküman ve bilgilerden faydalanmak suretile ile araziye gitmeden önce büroda yapılan bütün bu çalışmalar arama yapılacak sahaları sınır-

landırdığı için yapılan masraf/kâr oranı, diğer maden arama metodlarına nazaran daha düşük olmaktadır.

EK:

Yukarıdaki genel bilgiye ek olarak, Alp kıvrımları üzerinde ve yakınında olan komşu memleketlerdeki porfirik bakır molibden zuhurları hakkında bazı detaylar verilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

İRAN:

İran'da, Kerman civarındaki Sarcheshmeh yatağı 1967 yılında tetkik edilmeğe başlanmıştır. Rezervin yüz milyonlar seviyesinde olacağı ümit edilmektedir. Başlıca granodioritik kompozisyonlu sabvolkanik ve volkanik kayalardan meydana gelmiş olan kompleks, andezitik lavalar, piroklastikler ve sedimanterlerden oluşmuş plösen seri içindeki hafif eğimli bir antiklinalin yamacına yerleşmiştir.

İlk intrusif devre, 2 X 1 km.'lik porfiritik subvolkanik granodiorit kütlesi olup çok kuvvetli cevherleşme ve alterasyon (başlıca avyillizasyon) gösterir. En yüksek bakır muhtevası, intrusiflerin kontağı yakınındaki ince taneli kayalarda bulunmuştur. Sonraki intrusif devreler, altère olmamış ve cevherleşmemişlerdir. Primer cevher mineralleri kalkopirit, pirit ve molibdenden müteşekkildir. Kalkosit, zenginleşme zonunda hakim durumdadır. Ortalama bakır tenörü, İnce taneli kayaların yüzeye yakın alanlarında % 2-6 Cu, derinlerde (Bazin ve Hübner, 1969) % 0.5 - 1 Cu'dur.

Yatak, Türkiye'deki Anatolitlerin devamı olan, İran'ın ortasındaki havzada görülmektedir.

BULGARİSTAN :

Bulgaristan'ın batısındaki dünyaca meşhur bakır sahalarında prospeksiyon, jeolojik haritalar ve sondaj çalışmaları 1957 de başlamıştır. 9 senelik ön çalışmalardan sonra, Bulgaristan Halk Cumhuriyetinin bu en büyük madenin, 1971 de 8 milyon metrik

ton cevheri çıkartmak ve zenginleştirmek suretiyle planlanan kapasitesine ulaşacağı ümit edilmektedir. Buna göre günde 24,000 ton cevher işlenecek, böylece yılda 120,000 ton bakır konsantresi, 350 ton molibden konsantresi ve 35,000 ton pirit konsantresinin elde edilecektir.

Cevher, dünya standartlarına göre düşük tenörlü olup % 0.36 Cu, % 0.008 Mo ve % 1-1.2 S ihtiva etmektedir. Bakır cevherinin kesme limiti % 0.18 Cu olarak tesbit edilmiştir.

Primer sülfid cevherleşmesi, kuvars mazonit porfir ve kuvars diorit porfir içindeki kalopirit pirit ve molibden şeklindedir. Sülfidler dissimine halde, gayri muntazam ve karışık damarlar halinde ve çatlak dolguları halinde görülürler. Cevherin büyük bir kısmında, çok ince taneli kalkopirite karşı piritin 1/2 inç'e varan kristalleriyle daha masif bir yapı tarzı görülür. Gang mineralleri kuvars, plajyoklas, ortoklas, biotit, klorit, serisit epidot ve bu gibilerdir.

Cevher yatağının üst kısmı oksitlenmiş olup altında kalkosit ve kovalitli ince bir sekonder zenginleşme zonu meydana getirir. Tamamı oksitlenmiş bu üst örtü tabakası çok düşük tenörlü olup, flotasyona da elverişli olmadığı için, ilerideki bir liçing operasyonu için saklanmaktadır. Bugünkü dekapaj oranı 1,5 : 1 olup, sonradan 1 : 1 olacaktır. Rezervin 150 milyon tonun üstünde olduğu söylenmektedir. (Argall, 1970t.. Bu cevher sahası, Alpierin Doğu Akdeniz Cu, Mo kuşağı üzerinde olup, Türkiye'deki pontidlerin devamıdır.

#### YUNANİSTAN :

Yunanistan'ın kuzeyinde, uzun zamandan beri bakır karbonat mineralleriyle zengin volkanik kayaçların aflormanlarıyla ve eski bakır curuflarıyla bilinen sahalarda sistematik şekilde jeolojik, jeofizik ve sondaj çalışmalarının başlaması 1960'lara rastlar. Henüz keşfedilen bu yataktaki cevherleşmiş kayaç, alterasyona uğramış bir trahitik prof irdir. Asıl alterasyon, propilitizasyon ve kaolinasyon ile birlikte şiddetli bir silisifikasyondur.

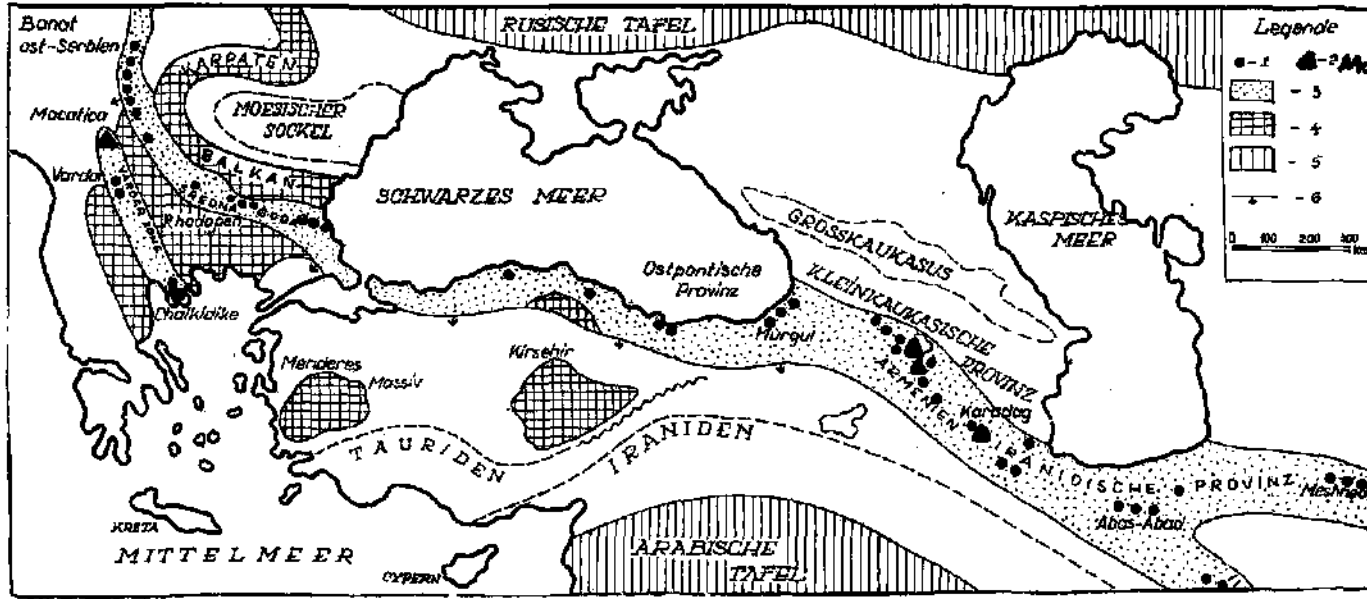
Kuvvetli faylanmalara maruz kalan kayaç, her doğrultudaki kırıklarla bir şebeke meydana getirmektedir. Bu kırıklar kuvars ve bakır mineralleriyle doldurulmuştur. Trahit kütlesi elipsel bir dom şeklinde görülür. Damarcıklar, çevrelerinde, kuvars, hornblend, epidot, aktionolit, manyetit ve biofitden oluşan şistlerin içine her doğrultuda dağılmışlardır. Bu bakırlı trahit domu, birbirine paralel KB - GD istikameti! İki fayın arasına yerleşmiştir; bakır cevherleşmesinin jenezinin bunlarla ilgili olduğuna inanılmaktadır. Cevherleşme stokwerk ve dissimine şeklinde olup, hem trahitte ve hem de şistte görülmektedir.

3 cevherleşme zonu ayırdedilmektedir. En üst veya oksitlizon çok fakir cevherleşme gösterir, ortalama bakır muhtevası % 1 Cu civarındadır. Bunun altında ve 2-3 m. kalınlıkta, bakır karbonat mineralleri bakımından zengin, % 20 ye kadar Cu gösterebilen bir zon bulunur. Her iki zonun kalınlığı 20-30 metreyi bulmaz. Görülen mineraller malahit, azurit, cuprit, jaresit, kalkosit, limonit ve hematitdir. Primer zon kalkopirit, pirit ve bornit ihtiva eder. Bu zonun birkaç yüz metresinde tenor % 2 Cu civarındadır. Bütün yatakta ortalama tenor % 1,5 Cu'dur. Ayrıca tonda 3-5 gr. altın bulunmaktadır. Görünür ve muhtemel rezervler, primer zonun 100 m. derinlerine kadar, 7,5 milyon olarak tesbit edilmiştir. 300 m. derinlikte yapılan bir sondaj, ayrıca 100,000 ton bakır ve 30,000 kg. altın verebilecek bir rezervinde bulunması ihtimalini ortaya koymuştur. (Zachos, 1963).

Bugün, maden rahasının, cevherdeki bakır ve altın muhtevalarının sahiplerinin ayrı olması nedeniyle işletilemediği söylenmektedir. Bu cevher sahası Alpierin Doğu Akdeniz Cu - Mo kuşağı üzerinde olan Vardar zonunda görülmektedir. Prekambriyen ve Paleosen masiflerinin arasında olan bu saha Ege'nin tektonik tabakalarının kuzeyine yakındır. (Superceanu, 1969).

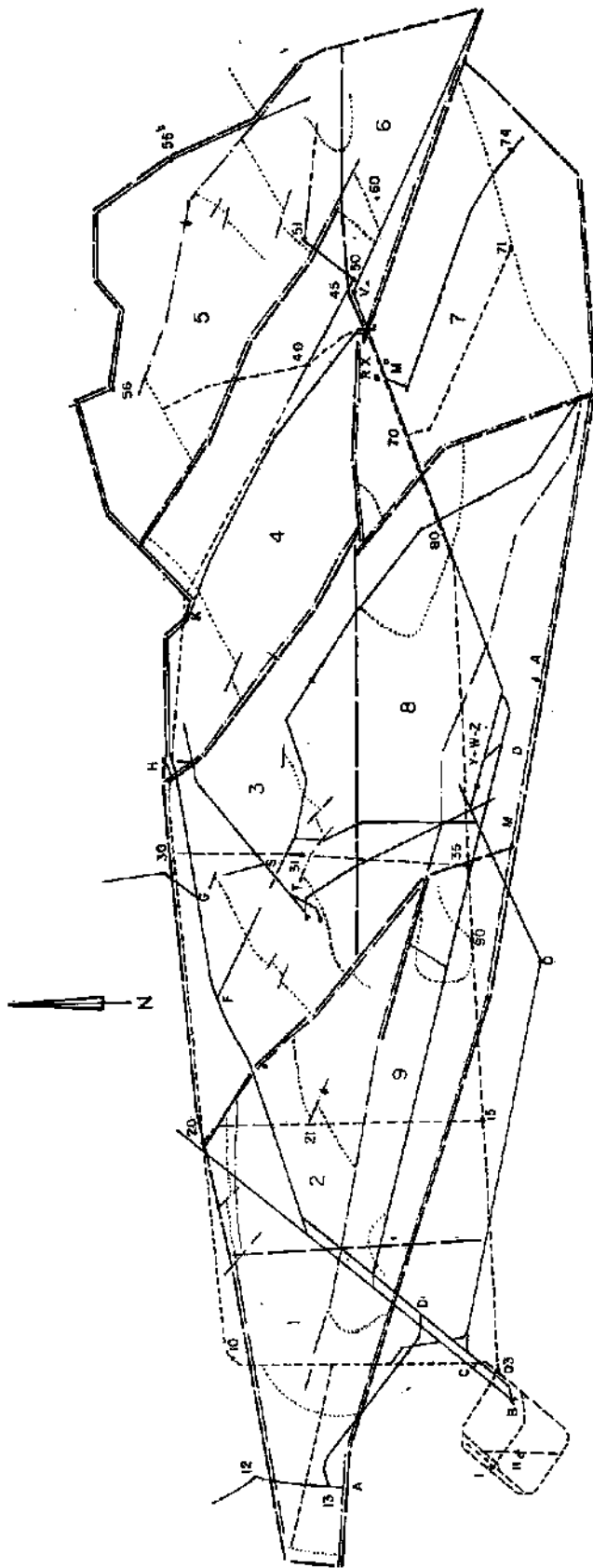
N o t : Romanya'daki Sasca - Montana, kontakt metamorfik yataklarının detaylı tarifini ve onların Romanya'daki Bamat'tan Af-





Şekil — 5. Doğu Akdeniz Bakır - Molibden cevher kuşağı

- 1 : Laramide - Pyrenean bakır yatakları (Porfirik bakır yatakları dahil)
- ▲ 2 : Climax tipi molibden yatakları
- 3 : Alptide - Doğu Akdeniz bakır - molibden yatağı kuşağı



Şekil : 1