

# Porfiri Bakır Yatakları

AHMET ÇAĞATAY *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*  
NAMIK ÇAĞATAY *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

## GİRİŞ

Porfiri bakır yatakları tenörleri düşük, buna karşılık rezervleri çok büyük olan ve büyük işletmeler şeklinde üretime açılan maden yataklarıdır. Porfiri bakır yataklarına "disemine bakır veya büyük emprenye bakır cevheri yatakları" adıda verilir. "Porfiri bakır" adı, bu tip yatakların bilinen ilk örneklerinin porfirik doku gösteren magmatitler içinde yataklanmasından dolayı ortaya çıkmıştır. Fakat bu deyim jeoloji ve mineroloji anlamını zamanla yitirerek, bugün için hemen, tümüyle teknik bir anlam taşır durumdadır.

Titley ve Hick'e (1966) göre "porfiri bakır yatakları ortalama yaklaşık % 0,5 - 1,0 arasında değişen bakır tenörlü fakir cevher içeren büyük yataklardır. Genellikle bu yataklarda bakır yanında ekonomik değerlerde molibden, gümüş ve altında elde edilir. Porfiri bakır yatakları epijenetik (hipojen) kökenlidirler. Bu yataklar gerek açık ve gerekse yer altı işletmeleri ile olsun, ancak modern ve büyük çapta, işletmeler yardımıyla işletilirlerse, ekonomik olabilirler. "Lowell ve Guilbert (1970) porfiri bakır, porfiri molibden ve bunlar arasında geçiş gösteren porfiri yatakları dikkate alarak, bir porfiri yatağı şöyle tanımlanmışlardır: "porfiri yatak, bakır ve/veya molibden sülfid yatağı olup, disemine ve stokvörk damar tipi cevherleşme gösterir. Bu tip cevherleşme iç içe dairesel hidrotermal değişim (alterasyon) zonlarına ayrılmış çeşitli litolojik yan kayag birimleri içinde bulunur. Bunlar boyutları binlerce metreye ulaşabilen büyük yataklardır. Ancak küçük bo-

yutlarda olanları da vardır. Genellikle eşdeğerli cevher dağılımlı ve eşit boyutlarda olan bu yatakların porfiri birimleri içeren, çoğunlukla karmaşık ve pasif olarak yerleşmiş, bazik-asidik arası bileşimli intrüsyonlarla yakın ilişkisi bulunur. Bu yataklar maden mineralleri olarak sırasıyla pirit, kalkopirit, molibdenit ve gang mineralleri olarak kuars ve serisit içerirler, Mineralizasyon ve alterasyon geç bir mesotermal olaya işaret etmektedir. Bu yataklar genellikle breş bacaları ve breşik zonlarla birlikte bulunmakta olup, kenar bir mineralize zonla sarılmışlardır. Porfiri bakır yataklarının tenörleri % 0,8 bakır ve % 0,02 molibdene kadar yükselebilir. Ancak ekonomik açıdan birinci derecede molibdenit içeren yataklarda molibden tenörü % 0,6 ve buna karşılık bakır tenöründe % 0,05 civarında olabilir. Bütün porfiri bakır yatakları en azından iz mineral olarak molibdenit, porfiri molibden yatakları da bir miktar kalkopirit içerirler. Ayrıca porfiri yataklarda azda olsa bir miktar kuruşun çinko, altın ve gümüş bulunur."

Yukarıda ki ve bu konuda diğer çalışmacıların (Parsons, 1933; Bateman, 1950; Lowell, 1974; Sutulov 1975) görüşlerinin ışığı altında, bir porfiri bakır yatağı aşağıda ki özelliklerle uyum gösteren bir mineralizasyon olarak tanımlanabilir: 1. Büyük rezerv (50 milyon tondan büyük), 2. düşük tenör (Ortalama % 0,8 Cu), 3. disemine ve stockverk tipi hidrotermal cevherleşme, 3. dikine silindir veya yassı bir disk şekli, 4. kalkopirit, pirit ve azda olsa molibdenit, gümüş ve altın içeriği, 5. cevherleşmenin intruzif masiflerle olan köken ilişkisi,

6. Intrusif ve/veya yan kayaçlarda cevherleşmenin bulunması,  
7. Türlerine özgü iç içe hidrotermal değişim zonlarının varlığı.

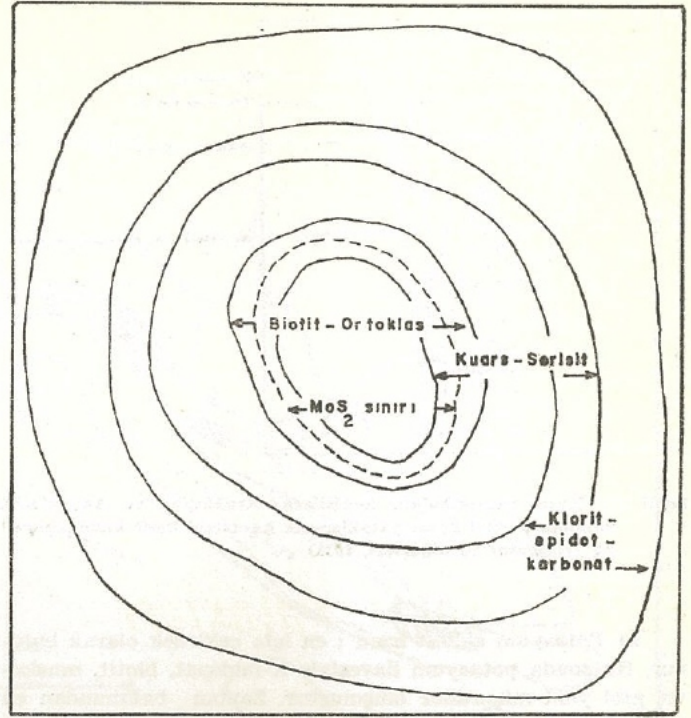
Bakır içerikleri bakımından fakir sayılan porfiri yataklarından gelişen cevher zenginleştirme teknolojisi ile büyük çapta bakır ve bakır yanında bazende molibden konsantrisi ve altın metali elde edilir. Bu yüzyılın başlarında başlayan bu tür bir cevher zenginleştirme yöntemi bir gelişme sürecinden geçerek günümüzde gelmiştir. Porfiri bakır yataklarında büyük işletmeler şeklinde üretime geçme olayı, madencilik ve maden yatakları tarihinde bu yüzyılın belkide en önemli olayıdır. 1905 - 1906 yılları arasında Bingham Canyon (Utah, A.B.D.) Maden yatağında çalışan Daniel C. Jackling, burada % 6 Cu içerikli bakır cevheri damarlarıyla birlikte, bunların içinde bulunduğu emprenye halde bir miktar bakır sülfidleri içeren yan kayaçlarında büyük bir açık işletme şeklinde işletmelerinin daha ekonomik olabileceği fikrini ortaya atmıştır (Parsons, 1933). Bu ileriye dönük görüş ve düşünce o gün varolan üç ayrı gelişmeden kaynaklanmıştır. Bunlardan ilki bu yüzyılın başlarında genişlemeye başlayan elektrik hatları şebekeleri için endüstride bakıra duyulan gereksinmeydi. Diğer taraftan yine bu yüzyılın başında cevher zenginleştirme (flotasyon) yöntemlerinde görülen gelişmelerin büyük çapta fakir sülfid cevherlerini zenginleştirmeye uygun düşmesidir. Son olarak, molibden, altın ve gümüş gibi yan ürün metalleri, bu işletmelerin ekonomik değerini artırmada katkıda bulunmuş ve böyle büyük yatakların işletilmeye açılmalarında etken olmuşlardır. Böylece Bingham Canyon örneğine uygun diğer büyük bakır cevheri işletmeleri ortaya çıkmıştır. Jackling'in düşüncelerinin gerçekleşmesinden bugüne 70 yıldan fazla bir zaman geçmiş ve geçen bu süre içerisinde porfiri bakır yatakları konusunda çok büyük gelişmeler olmuştur. Bir taraftan dünyanın çeşitli ülkelerinde yeni porfiri bakır yatakları bulunurken, diğer taraftan hergün biraz daha düşük tenörlü yataklar işletmeye açılmıştır.

Üzerinde çok fazla inceleme ve yayın yapılan porfiri bakır yatakları burada iki ayrı bölüm halinde ele alınarak incelenecektir. Önce porfiri bakır yataklarının genel jeoloji-mineralojisi öz bir biçimde verilecek, daha sonra Türkiye'nin Alpin orojeni porfiri bakır cevherleşmesindeki yeri özetlenecektir.

#### PORFİRİ BAKIR YATAKLARININ JEOLJİ VE MİNERALJİSİ

Porfiri bakır yatakları oluşum yeri ve zamanı açısından bazik-asidik arası veya asidik derinlik kayaçlarıyla uyumluluk içinde bulunur. Bu intrusif masifler diyorit, granodiyorit veya kuars monzonit türünde kayaçlar olup, genellikle porfirik doku gösteren birimleriyle birlikte bulunurlar. Bunları oluşturan magma kendilerinden daha yaşlı volkanik lav akıntılarında oluşan kayaçlar, bunların piroklastikleri, çeşitli tortul ve metamorfik kayaçlar içine girerek, yerleşmiş ve katılmışlardır. İntrüsyon olayı yer yüzünden yaklaşık 3 km derinde ya Amerika'da ki Butte, Santa Rita ve Ajo yataklarında olduğu gibi pasif veya San Manuel-Kalamazoo ve Safford yataklarında olduğu gibi gerilme ve deformasyona sebep olacak bir şekilde gerçekleşir (Lowell ve Guilbert, 1970)

Porfiri bakır yatakları dikey duran bir silindir, ters çevrilmiş bir koni, yatay ve yassı bir disk şeklinde veya bir yoncanın yaprakları biçimindedirler. Yataklar yer yüzünde genel-



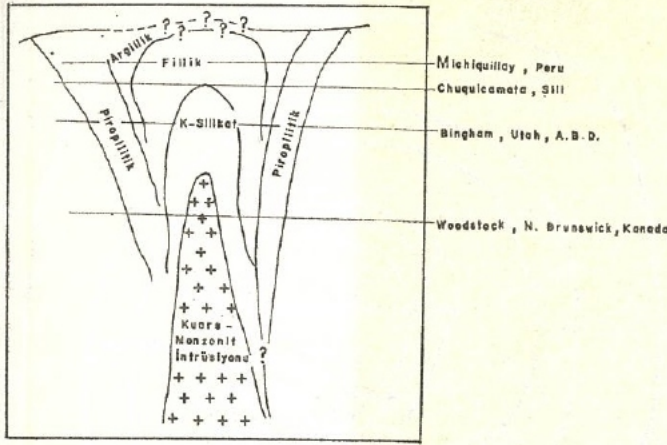
Sekil 1: Baca biçimli bir porfiri bakır yatağının idealleştirilmiş yatay kesiti (Hollister, 1970)

likle dairesel veya oval bir yatay kesitle ortaya çıkarlar (Brown, 1969; Lowell ve Guilbert, 1970; Jamen 1971; Sillitoe, 1973 ve Lindner, 1975).

Lowell ve Guilbert (1970) inceledikleri 27 ayrı porfiri bakır yatağında ortalama yatay boyutların yaklaşık 1100 m x 1500 m, rezervlerinin yaklaşık 150 milyon ton ve tenörlerinin % 0,8 bakır civarında olduğunu saptamışlardır. Çoğu porfiri bakır yataklarında cevherleşmenin bir kısmı ana magmatik kayaç (intrüsyif masif) içerisinde, bir kısmında ana kayacı saran volkanik, metamorfik ve tortul kayaçlar içerisinde oluşmuştur. Gerek ana magmatik kayaç ve gerekse örtü kayaçlarda breşik bir yapı görülür.

Hidrotermal değişim, porfiri bakırlarda belkide en çok incelenen bir konudur. (Kerr, 1955; Creasey, 1959 ve 1966; Burnham, 1966; Kent, 1963; Lowell ve Guilbert, 1970 Hausen ve Kerr, 1971). Bu konuya bu derecede önem verilmesinin başlıca iki sebebi vardır. Bunlardan biri mineralizasyon koşullarının daha iyi aydınlatılmasını sağlamak, diğeri değişim ile ilgili güvenilir bilgiler ortaya çıkararak, bunları yeni porfiri bakır yataklarının aranmasında kullanmak içindir.

Hollister'e (1970) göre baca biçimli bir porfiri bakır yatağının idealleştirilmiş yatay kesiti şekil 1'de verilmiştir. Şekilde adı geçen mineraller, hidrotermal değişime uğranmış yan kayacın çeşitli zonlarını göstermektedir. Cevher içerikli bir kuars-monzonit masifi etrafında oluşan yan kayaç değişim zonlarını gösterir dikey kesit şekil 2'de görülmektedir. Porfiri bakır cevherleşmesiyle yer ve zaman bakımından çok yakından ilgili olan bu hidrotermal değişim zonları genellikle cevherleşmenin 500 m dışına kadar uzanır. Bu zonlar ve özellikleri kısaca şöyle özetlenebilir :



Şekil 2: Kuzey Amerika'nın kordillera, Arpağlar ve Andlarında bulunan porfiri bakır yataklarının kuramsal kesit kombinasyonu (Hollister ve diğerleri, 1974)

1) Potasyum silikat zonu : en içte çekirdek olarak bulunur. Bu zonda potasyum ilavesiyle K-feldspat, biotit, muskovit gibi yeni mineraller oluşmuştur. Zaman bakımından önce oluşan bu zondaki sülfid mineralleri çoktan aza doğru pirit, kalkopirit, molibdenit ve bornit şeklinde sıralanırlar. Bu mineraller bu zonda genellikle disemine halde bulunurlar.

2) Fillik Zon : Potasyum silikat zonunu sarmakta ve fazlaca miktarda serisit ve kuars gibi mineraller kapsamaktadır. Bu zonun iç kesimlerinde genellikle en zengin bakır cevherleşmesine rastlanır. Maden mineralleri olarak bu zonda fazla miktarda pirit, daha az miktarlarda kalkopirit ve molibdenit ve çok az bornit, sfalerit, enarjit, kalkosin ve manyetit bulunur. Hollister ve diğerleri (1974) fillik zonun Apalaş dağlarında ortaya çıkan Paleozoik yaştaki yatakların bozlarında çok dar sınırlar içinde kaldığı, bazılarında da hemen hiç bulunmadığını saptamışlardır. Bu durumu bu bölgedeki yatakların yaşlı olmasına ve aşınma derinliklerinin fazla olmasına bağlanmıştır.

3) Argillik Zon : Kaolin ve montmorillonit gibi kil minerallerince zengin bir zon olup, ayrıca kuars ve az miktarda serisit içerir. Fillik zonu dıştan saran bu zon genellikle incedir. Bazı porfiri bakır yataklarında da hiç görülmeyebilir. Argillik zon özellikle maden mineralleri olarak pirit, ve eser mineralleri olarak pirit, kalkopirit ve eser miktarda bornit, kalkosin ve hübnert gibi mineraller içerir (Lowell ve Guilbert, 1970). Bu zon genellikle esas cevherleşme kuşağının dışında kalır.

4) Piroplitik Zon : Porfiri bakır yataklarının en dışında bulunur. Klorit, epidot, kalsit gibi mineraller yanında maden mineralleri olarak pirit, kalkopirit ve eser miktarda bornit, molibdenit, manyetit, spekülarit, sfalerit, galenit, ayrıca rodokrosit ve rodonit içerir.

Porfiri bakır yataklarının ana maden mineralleri pirit ve kalkopirittir. Daha öncede değinildiği gibi hemen bütün porfiri bakır yatakları bir miktar molibdenit minerali içerirler. Bakır mineralleri olarak bazan kalkosin, bornit, enarjitede rastlanır. Eser miktarlarda tenantit, sfalerit, galenit ve manyetit mineralleride bulunabilir. Bazı porfiri bakır yataklarında, örneğin Şili'nin Atakama çölündeki Chuquibambilla yatağının bir

kesiminde ikincil bakır mineralleri oluşmuştur (Jarrell, 1944). Bu bakır minerallerinden azurit, malahit, kalkosin ve kovelin yanında brokantit, antlerit, krisokol sayılabilir.

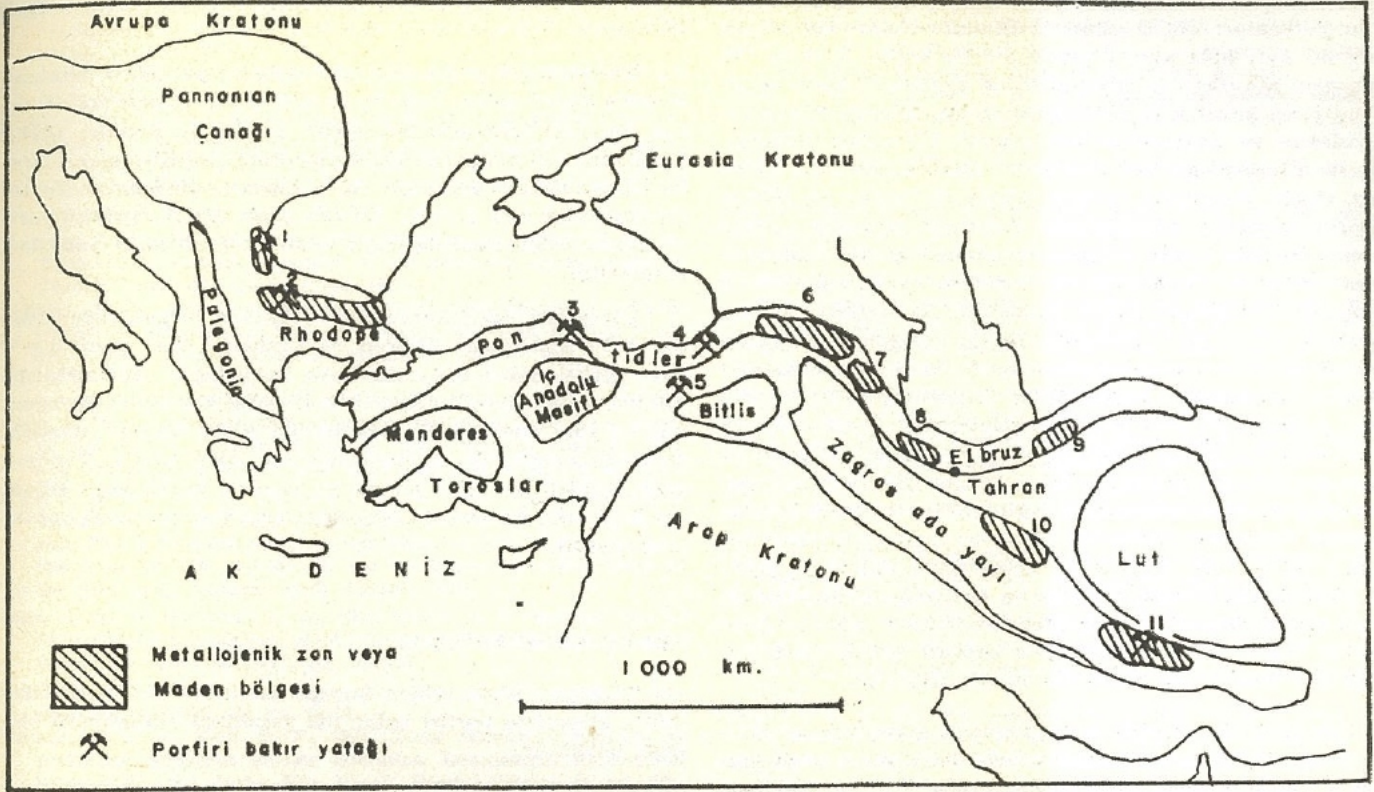
Yukarıda özetlenen hidrotermal değişim zonlarına paralel olarak, dağılımları yönünden birincil sülfid mineralleride belirgin bir zonlaşma gösterirler. Baca biçimli porfiri bakır yatağının çekirdek zonu en fazla molibdeniti içerir (şekil 1). Buna karşılık bu zonun bakır tenörü % 0,1 - 0,5 arasında değişmekte olup, bakır bakımından fakir sayılır (Lowell, 1968). Bu zonun dışında, genellikle fillik zonun iç kesiminde yüksek tenörlü bakır zonu bulunur. Daha dışa doğru ise bakırca fakir piritli bir zona geçilir. Lowell ve Guilbert'e (1970) göre porfiri bakır yataklarının merkezinden dışa doğru oluşmuş cevherleşme zonları, içerdikleri maden minerallerinin oluşum sırasını da göz önünde tutularak, şöyle özetlenebilir.

- 1 — Kalkopirit-pirit-bornit-molibdenit
- 2 — Pirit-kalkopirit-molibdenit-bornit
- 3 — Pirit-kalkopirit
- 4 — Sfalerit-galenit-gümüş ve altın

Intrüsyonlar ve bunlara bağlı olarak oluşan porfiri bakır yatakları Benioff zonları üzerindeki ada yaylarında kalk-alkali magma ve bu magmaya bağlı olarak ortaya çıkan cevher eriyikleri tarafından oluşturulmuşlardır. Porfiri bakır yataklarının levha tektoniği ile olan ilişkisi çeşitli yayınlarda ele alınmıştır. (Guild, 1971; Mitchell ve Garson, 1972 - 1976; Sawkins, 1972; Sillitoe, 1972 ve 1973; Mitcheli ve Bell, 1973, Field ve diğerleri, 1974). Porfiri bakır yataklarının Levha tektoniği ile ilişkisini gösterir en önemli kanıtlardan biri, bu yatakların değişik levha tektoniği ortamlarında farklı jeokimyasal özellikler göstermeleridir. Örneğin Güneybatı, Pasifik okyanusu ada yaylarında ortaya çıkan porfiri bakır yataklarının çok düşük molibden ve fazlaca altın-gümüş içeriklerine karşılık, Güney ve Kuzey Amerika kıtaları batısında kalın bir kıtasal (Sial) yer kabuğu oluşturan, Benioff zonları üzerinde ortaya çıkan porfiri bakır yatakları yüksek Mo içeriklilikleri ile bilinirler. Eldeki bu verilere dayanarak Kesler (1973) Porfiri yatakları : Bakır-molibden ve bakır-altın tipi olmak üzere iki ayrı gruba ayırmıştır. Porfiri bakır mineralizasyonu üzerindeki levha tektoniği kontrolünü destekleyen önemli bir kanıtta, bir orojenik kuşaktaki porfiri bakır yataklarının yer ve zaman bakımından Benioff zonlarına göre uyumluluk göstermesidir (Örneğin, İngiliz Kolombiya'sındaki ve Kanada porfiri bakır yatakları batıdan doğuya doğru gençleşirler) Buna karşılık Titley (1970 ve 1972), Noble (1970 ve 1974), Livingston (1973) ve Lowell (1974) öncelikle Amerika Birleşik Devletleri porfiri bakır yatakları üzerinde yaptıkları çalışmalarla, bu yatak oluşumlarının bölgenin Levha tektoniği kuramına uyumluluk göstermediği kanısındadırlar .

Porfiri bakır yatakları Paleozoik, Mesozoik ve Kainozoik yaşta orojenlerde ortaya çıkarlar. En yaygın ve en çok incelenenler modern ada yayları üzerinde bulunan Tersiyer yaşta olanlardır. Daha yaşlı ada yayları üzerinde bulunanlar çoğunlukla aşınmaya uğramış, böylece porfiri bakır yataklarının bir kısmı veya tamamı aşınarak yok olmuştur.

Porfiri bakır yataklarında breşik zonlara rastlanması, su basıncının kırılma ve parçalanmalara sebep olduğuna işaret etmektedir. Cevherleşmeyi sağlayan hidrotermal eriyiklerin kökeni konusunda iki ayrı görüş ileri sürülmüştür. Bunlardan biri eriyiklerin plutonları oluşturan magmanın katılaşmasına



Sekil 3: Alpin orojeni üzerinde bilinen porfiri bakır maden bölgeleri:

(1 - Timok eyaleti (Majdanpek yatağı); 2 - Sredna Gora metallojenik kuşağı (Medets yatağı); 3 - Bakırçay, Merzifon; 4 - Ulutaş - Başköy - Ortaköy, Rize; 5 - Ovacık, Tunceli; 6 - Alaverdi - Kafan ve Pambak - Sangesur metallojenik kuşakları; 7 - Azerbaycan metallojenik zonu; 8 - Tarom maden bölgesi; 9 - Abbasabad maden bölgesi; 10 - Anarak maden bölgesi. 11 - Herman maden bölgesi (Sar Chesmeh yatağı)

paralel olarak yer altı sularına (connate, meteoric) ısıtım hareketine geçirilmesi ve bir doluşmanın başlaması sonucu oluştuğu kanısındadır. Bu eriyikler sülfürce fakir, buna karşılık Na, Ca, Cl bakımından zengin sıcak su eriyikleri olup daha önce kristalleşen feldspat ve ferromagnezyum mineralleri ile magmatik ve yer altı sularının reaksiyona girmesi sonucu oluşmuşlardır (White, 1968). Daha sonra bu eriyiklerin magmatik ve tortul diğer yan kayalar içerisinde doluşımı ile bu kayalardan Cu, Fe, Mo v.s. gibi metalleri eritilerek, eriyiğin metal içeriği artmıştır. Bu şekilde oluşan eriyiklerden uygun ısı, basınç, sülfür ve hidrojen sülfür basınç koşulları altında bir taraftan sülfid mineralleri diğer taraftan buna uyumlu olarak hidrotermal değişim zonları oluşurlar. Bu görüşe göre sıcak sular ile içerikleri metallerin ve sülfürün köken kaynağı pluton sisteminin dışındadır (Lowell ve Guilbert, 1970). Diğer görüşe göre ana magmatik kayacı oluşturan suya doymuş bir magmanın kristalizasyonu sonunda metalle zengin magmatik kökenli sıcak su eriyikleri ortaya çıkar (Burnham, 1967). Bu varsayım cevherleşme yanında, aynı zamanda su buharı basıncının litosferik basıncı aşmasıyla magma etrafında katılmış bir zonun parçalanıp kırılması sonucu porfiri bakır yataklarında görülen breşik zonların, ayrıca porfiritik ve afanitik dokuların oluşumlarına da açıklık getirmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nin Bingham, Butte ve Climax porfiri yataklarının sıvı kapanımlarını inceleyen Roedder (1971), bu yataklarda dıştan merkeze doğru gidildikçe

sıvı kapanımlarının tuz eriyiklerinin ve oluşum sıcaklıklarının artmakta olduğunu görmüştür.

Son yıllarda Kuzey ve Güney Amerika kıtalarının batısında ve Yeni Gine'de Bouganville ve Matubi Harbour porfiri bakır yatakları üzerinde yapılan hidrojen ve oksijen isotop çalışmaları, cevherleşmenin merkezi zonu K-silikat bozuşma zonunda daha çok magmatik kökenli, merkezden dış zonalara doğru ise magmatik ve meteorik karışım kökenli eriyiklerin cevherleşmenin oluşumunu sağlayabileceği ortaya çıkmıştır (Sheppard ve Taylor, 1974, Ford ve diğerleri, 1976, Sheppard, 1976)

#### ALPIN OROJENİNE BAĞLI PORFİRİ BAKIR YATAKLARI VE TÜRKİYE'NİN PORFİRİ BAKIR CEVHERLEŞMESİNDEKİ YERİ

Bilindiği gibi bugün yer yüzünün bir çok ülkesinde porfiri bakır yatakları işletilmektedir. Gün geçtikçe gelişen arama yöntemleri ile her yıl bunlara yenileri eklenmektedir. Fakat ülkemizde yapılan aramalarla bugüne dek bir porfiri bakır yatağı bulunamamıştır. Halbuki Türkiye'nin üzerinde yer aldığı Alpin orojenik Kuşağı, Avrupa kıtasının Karpat dağlarından başlıyan ve batı Pakistan'da Hint platformuna kadar uzanan 6000 km'lik kesiminde bir çok porfiri bakır yatağı kapsamaktadır (Superceanu, 1971, Çağatay, 1977).

Alpin orojen Kuşağı, Avrupa kıtasında biri kuzeyde Karpatlar-Balkanlar; diğeri güneyde Dinarlar-Hellenidler olmak üzere iki ayrı kola ayrılır (şekil 3). Bu kollar Trakya ve Pannonian masifleri ile birbirlerinden ayrılırlar. Alpin orojeni kuşağının kuzey kolu Çekoslavakya'dan itibaren Romanya, Yugoslavya ve Bulgaristan'dan geçerek Ülkemizin Trakya bölgesinin kuzeydoğu kesimine girer. Daha sonra doğu Karadeniz (Doğu Pontidler) yoluyla Küçük Kafkaslar ve Elbruz dağlarını izleyerek, Afganistan'ın doğusuna uzanırlar. Alpin orojenin bu kolu içinde ortaya çıkan önemli porfiri bakır yatakları bulunur. Yugoslavya'nın Sırbistan eyaletinin "Timok magmatik Kompleksi" içinde Majdanpek ve Krivelj (Mining Magazine, 1973 a ve b; Jankoviç, 1974); komşumuz Bulgaristan'ın Sredna Gora metalojenik zonunda da Medet ve Assorel yatakları sayılabilir (Argall, 1970; Bugdanov, 1976) Sredna Gora metalojenik zonu bakır cevherleşmesi yönünden çok önemli olup, ülkemizin Trakya ve doğu Pontidler kesiminde bu zonun uzantılarına rastlanır, Ülkemizin bu yörelerinde Tersiyer yaşlı granitik intrüsyonlara bağlı bazı porfiri bakır izlerine rastlanır. Bunlardan Kırklareli (Trakya) il sınırları içinde bulunan zuhurları ile Merzifon'un kuzeyindeki Bakırçay, Rize'nin güneyindeki Ulutaş, Başköy ve Ortaköy (Doğu Karadeniz) sayılabilirler. (Birleşmiş Milletler Teknik raporu 4,5 ve 6, 1974; Taner, 1976). Bu yörelerin bazıları M.T.A. Enstitüsü tarafından incelenmiş, bazıları da incelenmektedir.

Bulgaristan'ın Sredna Gora zonunun güneyinde ki Rhodop masifi de Alpin orojenezi sırasında üst Kretase yaşlı granitlerle kesilmiş olup, kuzey kısımlarında Yugovo gibi bazı porfiri bakır tipi zuhurlar kapsamaktadır (Bogdanov, 1976).

Doğu komşularımız Sovyetler Birliği ve İran'da da Alpin kuşağı boyunca bir çok porfiri bakır-molibden yataklarına rastlanır. Küçük Kafkaslar'ın Alaverdi-Kafan zonunda Ah-tinsk; Pambak-Sangesur zonunda Ancavan-Mischan, Agarak, Kadjaran-Sangesur, Karobi ve diğer porfiri Cu-Mo yatakları sayılabilir. Küçük Kafkaslar metalojenik zonu güneydoğu doğrultusunda ilerliyerek İran'a girer, İran'da bakır cevherleşmelerine beş ayrı bölgede rastlanır (Bazin ve Hübner, 1969). Bu bölgeler Azerbeycan, Tarom, Avarak, Abbasabad ve Ker-man'dır. Azerbeycan daha çok polimetallik ve pirometasomatik bakır yatakları ile damar tipi molibdenit yatakları bakımından zengindir. Tarom bölgesinde bir çok kurşun-çinko yatakları bulunur. Anarak bölgesi porfiri tipinde bakır-Kobalt-Nikel yatakları ve Abbasabad bölgesinde birçok tabakaya bağlı (stratiform) bakır yataklarıyla tanınmışlardır. Porfiri bakır yataklarının en zengin olduğu bölge Kerman bölgesidir. Bu bölgenin başlıca porfiri bakır yatakları olarak Sar Chesh-meh, Lachar, Kuh-e-Panji, Band-e-Manzar, Sereidum, Kuh-e-Ghul, Deh-Siah-Han, Gaud Ali Esmail, Chahar Ganbad, Ardiz ve Baharasman sayılabilirler. Bunların en büyüğü Sar Chesh-meh porfiri bakır yatağı olup, bir kaç yüz milyon ton rezerve

sahiptir (Mining Magazine, 1974; Waterman ve Hamilton, 1975).

Yukarıda adı geçen tüm porfiri bakır yatakları Jura'dan Eosen'e kadar geçen Jeolojik zaman içinde oluşan iki volkanik ada yayı içerisinde bulunurlar (Dixon ve Pereira, 1974). Bunlardan biri Karpatlar-Balkanlar-Pontidler-Küçük Kafkaslar-Elbruz dağları ada yayı, diğeri Dinarlar-Hellenidler-Toroslar-Zagroslar ada yayıdır. Bu ada yaşlı diyorit, granodiyorit ve granit sokulumlarına bağlı olarak porfiri bakır yatakları oluşmuştur.

Ülkemizin doğu Karadeniz ve Trakya bölgelerinden başka, doğu Anadolu,da Tunceli ve Erzincan illeri çevrelerinde bazı porfiri bakır tipi zuhurların bulunduğu bilinmektedir (Helke, 1938; Kraeff, 1964, 1963 a ve b). Bu mineralizasyonlar, bu yöre metamorfik masiflerinin Alpin orojeni sırasında geçirdiği magmatik olayların bir fazı olan asidik, Tersiyer yaşlı intrüsyonlara bağlı olarak ya intrüsyon kayaç veya volkanik örtü (tuf, andezit, bazalt) veya her ikisi içerisinde yataklanmışlardır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye Alpin orojen kuşağı üzerinde bulunduğundan ötürü, ülkemizde porfiri bakır tipi yataklara rastlanması olasılığı büyüktür.

Komşularımızdan Bulgaristan, Sovyetler Birliği ve İran'da birçok porfiri bakır yatağı bulunmuştur. Bu ülkelerde yapılan araştırmalarla porfiri bakır yatakları yanında, diğer çeşitli mineralizasyonların toplanmış olduğu metalojenik zonalarda belirlenerek, birbirlerinden ayrılmışlardır. Bu durumda ülkemizde bugüne dek yapılan maden yatakları çalışma sonuçlarının derlenip, toplanarak; komşu ülkelerin jeoloji ve mineralojik yapısıyla ayrıntılı şekilde bir korelasyonunun yapılması faydalı olacaktır. Bu çalışma sonunda elde edilecek verilerden hareketle porfiri bakır cevherleşmesinin görüldüğü bölgelerin ve bu tip mineralizasyon türlerinin ülkemizdeki devamları araştırılmalıdır. Bu durumda Bulgaristan'ın Sredna Gora ve Rodop masifi metalojenik zonları ile Sovyetler Birliği'nin Pambak -Sangesur ve Alaverdi- Kafan zonlarının Türkiye deki uzantıları olan Ispiranca ve Tatas masifleri çevreleri belki daha çok ayrıntılı bir şekilde ele alınarak incelenmelidir.

Tunceli - Erzincan yörelerindeki bakır zuhurları, daha önce bu yörelerde prospeksiyon çalışmaları yapan Helke (1938) Kraeff (1963;1964 a ve b) tarafından önemsiz bulunmuşsa da, bu zuhurlar üzerine yeniden daha ayrıntılı bir şekilde eğililmesi ve porfiri bakır olanakları bakımından tüm ayrıntılarıyla ele alınması faydalı olacaktır.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Argall, G. O., 1970. Porphyry-Kupfer-Molybden-Kombinat Medet, Bulgarien, World Mining, 23, pp. 40-45.  
Bateman, A. M., 1950. Economic Mineral Deposits. John Wiley and Sons, New York 486 p.  
Bazin, D. ve Hubner, H., 1969. Copper deposits in Iran. Geol. Survey of Iran, Report No. 13, 240 p.

- Birleşmiş Milletler Teknik Rapor 4, 1974. Jeokimya anomalilerinin detay ettüleri.  
Birleşmiş Milletler Teknik Rapor 5, 1974. Bakırçay zuhuruna jeoloji, Jeokimya ve Jeofizik ettüleri.  
Birleşmiş Milletler Teknik Rapor 6, 1974. Ulutaş bakır-molibden cevherleşmesi ve Jeolojisi, Doğu Anadolu, Türkiye.

- Bogdanov, B., 1976. Structural-metallogenic zones and genetic features of the ore deposits in Bulgaria. Fourth IAGOD Symposium, Varna, V. 1, pp. 217-225.
- Burnham, C. W., 1962. Facies and types of hydrothermal alteration. *Econ. Geol.*, 57, pp. 768-784.
- Burnham, C. W., 1967. Hydrothermal fluids at the magmatic stage: in Barnes, H. L. (editov) *Geochemistr yof Hydrothermal Ore Deposits*. New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc., pp. 166-235.
- Creasey, S. C., 1959. Some phase relations in hydrothermally altered rocks. *Econ. Geol.*, 54, pp. 351-373.
- Creasey, S. C., 1966. Hydrothermal alteration, in Titley, S. R. ve Hicks, C. L. (editors), *Geology of the porphyry copper deposits*. Tuscan, Univ. of Arizona Press, 287 p.
- Çağatay, M. N., 1977. Development of Geochemical Exploration Techniques for Volcanoquenic Massive Sulphide Deposits, Eastern Black Sea Region, Turkey, Londra Üniversitesi doktora tezi.
- Dixon, C. J. ve Perciaron, J., 1974. Plate tectonics and mineralization in the Tethyan Region. *Mineralium Deposita*, 9 (3), pp. 185-198.
- Field, C. W. ve diğerleri, 1974. Porphyry copper-molibdenum deposits of the Pacific Northwest. *Trans. of the American Inst. of Min. and Metallurgical (AIME) and Petroleum Engineers*, 256, pp. 9-22.
- Ford, J. H. Green, D. C., Hulston, J. R., ve Crick, I. H., 1976. Stable isotope studies on Bouganville and in Matubi Harbour, New Britain, Papua New Guinea. Paper presented at the Joint meeting of the Instn. of Min. and Metall. and the Volcanic Studies Group of the Geol. Soc., London, 21-22 January, 1976.
- Giles, D. L. ve Schilling, J. H., 1972. Variation in rhenium content of molybdenite. *Internat. Geol. Congress*, 24th Session, Canada, Section 10 (Geochemistry), pp. 145-152.
- Guild, P. W., 1971. Metallogeny: a key to exploration. *Mining Engineering (AIME)*, 23, pp. 69-72.
- Hausen, D. M. ve Kerr, P. F., 1971. X-ray diffraction methods of evaluating potassium silicate alteration. *Geochemical Exploration Symposium*, Can. Instn. Min. Metall. Special Volume 11, pp. 334-340.
- Helke, A. 1938. Maden yatakları bilgilisi noktasından Tunceli Vilayetinde yapılan bir jeolojik tetkik seyahati hakkında rapor. M.T.A. derleme rapor no. 571.
- Hollister, V. F., 1970. Molybdenum in porphyry copper deposits. *Mining Magazine*, London, March, pp. 187-191.
- Hollister, V. F., Potter, R. R., ve Barker, A. L., 1974. Porphyry-type deposits of the Appalachian Orogen. *Econ. Geol.* 69, pp. 618-630.
- Jankovic, S., 1974. Metallogenic provinces of Yugoslavia in time and space (an overview). *Metallogeny and Concepts of the Geotectonic development of Yugoslavia*; in Jankovic, S. (editor), Faculty of Mining and Geology Belgrada University, pp. 37-64.
- Jarrel, D. W., 1944. Oxidation at Chuquicamata. *Econ. Geol.*, 39, pp. 251-286.
- Kents, P., 1963. Hydrothermal developments in the Andes-*Econ. Geol.*, 58, pp. 1110-1118.
- Kerr, P. F., 1955. Hydrothermal alteration and weathering. *Geol. Soc. America, Special Paper* 62, pp. 525-544.
- Kesler, S. E., 1973. Copper, molybdenum and gold abundances in porphyry Copper deposits. *Econ. Geol.*, 68, pp. 106-111.
- Kraeff, A., 1963. Sorsivenk bakır zuhuru. M.T.A. Rapor No. 3428.
- Kraeff, A., 1964 a. Mamlis'in bakır-kurşun zuhurları. M.T.A. Rapor No. 273.
- Kraeff, A., 1964 b. Posvenk bakır zuhuru. M.T.A. Rapor No. 3424.
- Lindner, H., 1975. Geology of the Schaft Creek Porphyry copper molybdenum deposit, Northwestern B.C. *Can. Instn. Min. and Metall. Bull.*, June, pp. 41-63.
- Livingston, D. E., 1973. A plate tectonic hypothesis for the genesis of porphyry copper deposits in the southern Basin and Range province. *Earth and planetary Science Letters*, 20, pp. 171-179.
- Lowell, J. D., 1968. Geology of the Kalamazoo Orebody, San Manuel District, Arizona. *Econ. Geol.*, 63, pp. 645-654.
- Lowell, J. D., 1974. Regional characteristics of porphyry copper deposits of the Southwest. *Econ. Geol.*, 69, pp. 601-617.
- Lowell, J. D. ve Guilbert, J. M., 1970. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits. *Econ. Geol.*, 65, 373-408.
- Mining Magazine, 1973 a. Yugoslavia's Krivelj project. 128, pp. 342-355.
- Mining Magazine, 1973 b. Majdanpek copper mine. 129, pp. 182-187.
- Mitchell, A. G. H. ve Bell, J. D., 1973. Island-arc evolution and related mineral deposits. *Journal of Geology*, 81, pp. 381-405.
- Mitchell, A. G. H. ve Garson, M. S., 1972. Relationships of porphyry copper and circum-pacific tin deposits to paleo-Benliff zones. *Instn. of Min. and Metall. Trans. Section B*, 81, pp. B10-B25.
- Mitchell, A. G. H. ve Garson, M. S., 1972. Mineralization at plate boundaries. *Minerals Science and Engineering*, 8 (2), pp. 129-169.
- Noble, J. A., 1970. Metal provinces of the Western United States. *Geol. Soc. of America Bull.*, 81, pp. 1607-1624.
- Noble, J. A., 1974. Metal provinces and metal finding in the Western United States. *Mineralium Deposita*, 9, pp. 1607-1624.
- Parsons, A. B., 1933. *The Porphyry Coppers*, Published by the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 581 p.
- Roedder, E., 1971. Fluid inclusion studies on the porphyry-type ore deposits at Bingham, Utah; Butte, Butte Montana, and Climax, Colorado. *Econ.*, 66, pp. 98-120.
- Sawkins, F. J., 1972. Sulfide ore deposits in relation to plate tectonics. *Journ. Geology*, 80, pp. 377-397.
- Sutulov, A., 1975. *Copper Porphyries*. Miller Publ. Inc., San Francisco, 206 p.
- Sheppard, S. M. F., 1976. Identification of the origin of oreforming solutions by use of stable isotopes. Paper presented at the Joint meeting of the Instn. of Min. and Metall. and the Volcanic Studies Group of the Geol. Soc., London, 21-22, January, 1976.
- Sheppard, S. M. F. ve Taylor, H. P., 1974. Hydrogen and oxygen isotope evidence for the origin of water in the Boulder Batholith and the Butte ore deposits, Montana. *Econ. Geol.*, 69, pp. 928-946.
- Sillite, R. H., 1972. A plate tectonic mode lfor the origin of porphyry copper deposits. *Econ. Geol.*, 67, pp. 184-197.
- Sillite, R. H., 1973. The tops and bottoms of porphyry copper deposits. *Econ.*, 68, pp. 799-815.
- Sillite, R. H., 1975. Subduction and porphyry copper deposits in South-Western North America-a reply to recent objections. *Econ. Geol.*, 70, p. 1474-1477.
- Stringham, B., 1952. Fields of formation of some hydrothermal alteration minerals. *Econ. Geol.*, 47, pp. 661-664.
- Supercaneanu, C. I., 1971. The Mediterranean-Iranian Alpine Copper-molybdenum belt: in Takeuchi, Y. (editor). *Proceedings of the IMA-IAGOD meetings 70 IAGOD volume*, the Society Mining Geologists of Japon, Special Issue No. 3, pp. 393-398.
- Taner, M. F., 1976. Etude géologique et pétrographique de la région de Güneyce-İkizdere Située au sud de Rize (Pontides orientales, Turquie). Doktora tezi No. 1788, Cenevre Üniversitesi.
- Titley, S. R., 1970. Paleotectonic environment of Arizona porphyry copper deposits. *Econ. Geol.*, 65 pp. 241-253.
- Titley, S. R., 1972. Pre-re environment of southwestern North American porphyry copper deposits. 24th Internat. Geol. Congress, Canada, Section 4, pp. 252-260.
- Titley, S. R. and Hicks, C. L. (editors), 1966. *Geology of the porphyry copper deposits*. Southwestern North America. The University of Arizona Press, 287 p.
- Waterman, G. C. and Hamilton, R. L., 1975. The Sar Cheshmeh porphyry copper deposit. *Econ. Geol.*, 70, pp. 568-576.
- White, D. E., 1968. Environment of generation of some basemetal ore deposits. *Econ. Geol.*, pp. 301-335.