

# Çağların Işıltısı...



Ve insan 10-12 bin yıl önce madenleri keşfetti: Altınla tanışıklığı bu kadar eski olmasına rağmen, insanın belki de en uzun süren hevesi, asla vazgeçemediği tutkusu olmuştur altın. O gün, bugündür de bu sarı ışıltının peşinden koşar. Altın, yumuşaklığı, herhangi bir zor işlem gerektirmeden kolay şekil alabilmesi, hemen hiç kaybolmayan parlak sarı rengi nedeniyle insanların ilgisini her dönem çekmeyi başarmıştır. Mal ve hizmet karşılığında ödenecek bir bedel olarak kabul edilmeden çok önce altın, eski Yunanlı, Asurlu, Mısırlı ve Etrüsklüler tarafından benzersiz sanat eserleri yapımında kullanılmıştır. Önceleri tanrısallık simgesi sayılan ve bu yüzden de tanrılara sunulan adaklara malzeme olan altın, tanrısız iktidarı yerini siyasal iktidara bırakmasıyla, efendi değiştirmiş ve kralların madeni olmuştur. Günümüzde ise gücün simgesi olan para, altını da esareti altına almıştır.

**D**OĞADA oldukça saf halde bulunan altının neolitik ve kalkolitik dönemlerde önemi artmış, madencilik teknikleriyle toprak altından çıkarılmak yerine genellikle daha kolay bir şekilde toprak yüzeyinden elde edilmiştir. Alüvyon içindeki bu doğal altın %90-99 altın ve %1-10 gümüş barındırır. Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nde sergilenen buluntular İ.Ö. 6000'li yıllarda Cilalı Taş

Devri insanının altın, bakır ve demir gibi madenlerle ilgilendiğini gösterir.

Altına olan ilgi ve tutku, ona ilk rastlandığı dönemlerden beri öylesine büyük olmuştur ki, bu istek sadece ona sahip olabilmekle sınırlı kalmamış, altın tüm insanlığın belki de tek ve en büyük ortak değer birimi olmuştur. İnsan hep kendisi için en güzele, en değerliye, en az rastlanana, en bereketliye altın ön adını vermiş; tüm soyut ve somut varlıkları hep bu değer üze-

rinden değerlendirmiştir. En çok kullanılan özdeyişler altın üzerine söylenmiş, en kanlı savaşlar altın yüzünden çıkmış, en büyük serüvenlere altın uğruna çıkmış. Altınla ilgili mitolojik öyküler de altının her dönemdeki değeri ile ilgili iyi örnekler oluşturmuşlardır. Kavga tanrıçası Eris'in Afrodit, Hera ve Athena'nın aralarına, üstünde "En güzeline" yazılı altın elmayı atması ile çıkan kavga, Paris tarafından, kendisine güzel Helena'nın aşkını vaad eden Af-



rodit'in içlerinden en güzeli seçilme-  
siyle son bulmuş, ama bundan sonra  
güzellik yarışmaları bir gelenek olarak  
yerleşmiştir. Altın postu almaya çalışan  
Argonautlar'ın başlarından geçen korkunç  
öyküler herkes tarafından bilinmesine rağmen,  
insan binlerce yıldır altının peşinde iz sürer ve en  
olmadık maceralara atılmaktan kendisini alamaz.  
Dionissos'un, kendisine "Dile benden ne diler-  
sen" demesi üzerine "Neye dokunsam altın olsun"  
diyen Midas'ın başına gelenleri ve bu yüzden  
yaşadığı pişmanlığı bilmemize rağmen bize iyiliği  
dokunan birine "Her tuttuğun altın olsun"  
demek iyi midir, bilinmez. Öyle ya da böyle  
bilinen bir gerçek var ki, o da altının her zaman  
insanın araştırmacı yönünü tetikleyici rol  
oynadığıdır. Kimyanın en ilkel şekli sayılan  
simya, altın elde edebilme tutkusuyla doğmuş  
ve gelişmiştir. Temel hedeflerinden biri, doğada  
bol miktarda bulunan bakır ya da kurşunu, özellikle  
altına ve gümüşe dönüştürebilen filozof taşına  
erişmek olan simyacılar, İ.Ö. 3. yüzyıldan beri  
bıraktıkları yazılı kaynaklarda rastlamak olasıdır.  
Hatta ünlü Kleopatra bile onca devlet işini bir kenara  
bırakmış, zamanını altın yapmaya çalışmakla  
geçirmiş ve bu konuda Chrysepora adlı bir de  
kitap yazmıştır. Simyacılığın yaygın olduğu  
dönemde aslında pratik kimya bilgisinin oldukça  
geniş olduğu görülür. Öyle ki, İ.Ö. 2. yüzyılda  
temel metallerin altından uzaklaştırılması için  
bugün de kullanılan küpelyasyon işlemi biliniyordu.  
Bu pratik bilgilere rağmen, tarihteki en



*Bir kayaktan elde edilmiş altının cevher halini (solda). Alüvyonlu çökellerden plaser madenciliği yöntemiyle altın elde edilmesi (sağda).*



ünlü simyacı Maria bile, altının bir element olduğundan ve bu yüzden, içinde altın olmayan herhangi bir şeyden altın elde edemeyeceğinden habersizdi. Ama, altına ulaşmak uğruna gösterilen bütün bu çabalar sonucu ortaya birçok yeni alaşım çıkmıştır. Bunlardan bir tanesi de bakır altına dönüştürmeye çalışırken, bakır ve çinko karbonatın ısıtılması ile elde edilen pirinçtir.

Lidya'lılar ilk altın sikkeyi bastıktan sonra, altın para basımı Lidya, Pers ve Makedonya krallıkları dışında uzun süre yaygınlaşamadı. Çünkü madenleri bu krallıklar işletiyordu. Roma İmparatorluğu'nun büyük ekonomik birlik haline gelmesine bağlı olarak, Doğu'da eski uygarlıkların kullandıkları maden stoklarının hızla tükenmesi sorunu, Roma

altınının Doğu'ya akmasıyla biraz olsun çözüme kavuştu. Daha sonraları ise altın sıkıntısı çeken Batı dünyasının hâlâ altın para basan Bizans ve Araplar'la alışverişe girememesi ve simyacıların çabalarının da yeterli olmaması Avrupalıların başka yollar aramaya itti. Kimyanın gelişimine katkılarının dışında, altın düşüncesini insanlığı/kızını (ama daha çok oğlunu) yollara vurmuş ve bu sayede büyük coğrafya keşifleri gerçekleşmiştir. Kristof Kolomb yeni Dünya'ya doğru yelken açarken, kraliçeye vaat ettiği altınları getiremedi belki ama, Amerika'nın keşfi en az altının getireceği kadar büyük zenginlikler sundu Avrupa'ya. Daha sonraları, bugünkü Bogota yakınlarında yaşayan bir yerli kabilenin efsanevi şefinin, şölenlerde bedenini altın tozuyla kapladığı, sonra bu altını Guatari Gölü'nde yıkadığı ve kabile halkının da bu göle altın ve mücevher attığı söylencesi İspanyol keşiflerin arasında kulaktan kulağa yayılmıştır. İşte altın, işte yeni bir macera; durur mu hiç insanlığı, hemen bu altın kaplı adamı (Eldorado) bulmak için Bogota Yaylaları'na, daha sonra da Ormoco ve Amazon vadilerinin içlerine kadar yolculuklar yaptı. Bu süreç içinde Eldorado bir kişi olmaktan çıkıp, efsanevi altın şehir anlamını kazanmıştır. Bildiğimiz kadarıyla kimse Eldorado'ya ulaşamadı, ama bu aramalar sırasında Amerika kıtasının çok büyük bölümünü keşfeden Avrupalılar kısa sürede buraları da istilâ ettiler. Yeni Eldorado arayışları sadece bu bölgelerle sınırlı kalmadı elbette. 1550'de Bohemya'da, 1850'lerde Avustralya'da,

## Altının Doğada Bulunuşu, Rezervi ve Üretimi

Gülhan Özbayoğlu

Prof. Dr. CDTÜ, Maden Mühendisliği Bölümü

Altın doğada başlıca magmatik ve tortullaşma olayları sırasında oluşur. Yeryüzünde bilinen ekonomik altın yatakları şu şekilde sınıflandırılır:

1) Mezotermal altınlı-kuvarlı damarlar, 2) Epitermal yataklar 3) Plaserler.

Dünya altın üretiminin %25'i altınlı kuvarlı damarlarından üretilmektedir. Bugün dünyada 43 000 ton işlenebilir olmak üzere 75 000 ton altın rezervi olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizde ise halen bilinen altın rezervi 75 ton civarındadır. Dünya altın üretimi yılda 2000 ton civarındadır. 1993 yılı üretimi 2281,1 ton'dur. Bunun % 31,9'u Afrika kıtasından, % 21,3 ü ise K. Amerika kıtasından üretilmiştir. Altın madenciliği klasik açık işletme veya yeraltı işletmesi şeklinde yapılmaktadır. Dünyada halen üretim yapılan madenlerde altın içeriği 2g/ton ile 15 g/ton arasında değişmektedir. G. Afrika Cumhuriyetinde yerin 4000 m altından ortalama tonda 5 g altın içeren yataklar ekonomik olarak

çalıştırılmaktadır. Altının kazanılmasında fiziksel ve metalurjik yöntemler uygulanmaktadır. Bunlar 1) Gravite zenginleştirme yöntemleri, 2) Flotasyon, 3) Amalgamasyon 4) Siyanür liçi, 5) Ergitmedir.

75 mikrondan daha büyük altın taneçikleri gravite zenginleştirme yöntemiyle, 44 mikron'dan küçük taneler ise flotasyon yöntemiyle zenginleştirilebilir. Her iki yöntemin uygulaması artık dünyada terk edilmiştir. Bugün dünyada altın üretiminde kullanılan yöntem % 85 payla siyanür liçi yöntemidir. Siyanür liçi yöntemi özellikle refrakter yapıları ince taneli, dissemine altın yataklarına uygundur.

Siyanür liçi yöntemi, yoğun liçi veya tarık liçi şeklinde uygulanmaktadır. Siyanürle solusyona alınan altının kazanılmasında, aktif karbon adsorpsiyonu veya çinko ile çöktürme, yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Bunların yanında, henüz endüstride uygulanmayan solvent ekstraksiyonu ve elektrolitik kazanma yöntemleri de mevcuttur. Çinko ile altının çöktürülmesi özellikle yüksek gümüş içeren altın cevherlerine uygulanmaktadır.



**Keşfedildiği ilk dönemlerden 1985 sonuna kadar tüm Dünya'da üretilen toplam altın miktarı aşağıda ait oldukları dönem ve yerlere göre gösterilmektedir.**

Tarih öncesi ve arkaik dönem	
Afrika (çoğunlukla Mısır)	4185 t
Avrupa (çoğunlukla İspanya)	3970 t
Asya	2102 t
Toplam	10257 t
Orta Çağ	
Afrika (Çoğunlukla Mısır)	838 t
Avrupa (Çoğunlukla İspanya)	571 t
Asya	903 t
Keşif öncesi Amerika	160 t
Toplam	2472 t
1492-1986	
Afrika	40 000 t
Avrupa (çoğunlukla İspanya)	1220 t
Sovyetler Birliği	12 700 t
Amerika	24 000 t
Okyanusya	8720 t
Asya	6400 t
Toplam	93 040 t

1880'lerde Rodezya'da, 19. yüzyıl sonunda Sibiry'a da ve ABD'nde yaşanan "altına hücum", birçok yeni yerleşim yerlerinin kurulmasına ve birçoklarının da terkedilmesine neden olmuştur. ABD'nin Batı kıyılarının gelişmesi özellikle altın yüzünden bu bölgeye ilginin artması ve sonuçta ortaya çıkan nüfus hareketinin etkileriyle gerçekleşmiş-



## Tarihte Altın

Macit Özenbaş

Prof. Dr. ODTÜ Metalurji Mühendisliği Bölümü

Gerek Neolitik ve gerekse Kalkolitik dönemlerde çok gelişmiş uygarlıkların görüldüğü Anadolu'da altından yapılmış ileri düzeyde estetik değeri olan madeni eşyaların en güzel örneklerine M.Ö. 2500 yıllarında Çorum yakınlarındaki Alacahöyük'te rastlıyoruz. Bu dönemde altın toz halinde ve yıkama usulü ile elde edilmiş ve eritilerek külçe halinde döküldükten sonra istenen şekil verilmiştir. Bazı eserlerin üzerindeki ince çizgilerden perdelamanın ince kumla yapıldığı anlaşılmaktadır. Ölü için hazırlanan diademlerde (alınlık) keski kaçağı ve kenarlarda da pürüzler göze çarpmaktadır. Altın eşyalardaki kulplar bakır kullanılarak kaynatılmıştır. Kaplara süsleme yapmak için başta içine erimiş zift doldurup kalemlerle çekiçlendiği düşünülmektedir. Alacahöyük'te bulunan altın ve gümüş eserlerde sert lehim kullanıldığı da saptanmıştır. Bazı altın kupaların saplarındaki mukavemeti artırmak ve duruşunu sağlamlaştırmak için içine bir madde doldurulmuştur.

Altını eritmek için Mısırlılar'da olduğu gibi ağaç kömürü ile el ve ağız körüğü kullanılmıştır. Bilezik ve diğer süs eşyalarında kullanılan altın tel üretimi ise taş deliklerden geçirilmek suretiyle yapılmıştır. İnce kumla perdah yapıldıktan sonra en son perdah için ağız delik de kullanılmış olabileceği belirtilmektedir. Alacahöyük'ün simgesi haline gelen ge-yik heykellerindeki altın kaplamalar ise dövülerek

tir.

## Altının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bu kadar çok sözünü ettiğimiz altına daha yakından bakarsak, belki de neden bu denli büyük bir tutkuyla istenildiğini anlayabiliriz: 1B grubu soy metallerinden olan altının özellikleri arasında, korozyon direnci, sülfürlenmeye ve oksitlenmeye karşı direnç, iyonlaşma serbestisi, diğer metallerle kolay alaşım yapabilme, yüksek elektrik ve ısı iletkenliği sayılabilir.

Doğada oldukça az ama neredeyse katıksız halde bulunan havadan ve sudan etkilenmeyen, bu yüzden kararıp paslanmayan kolay işlenebilen altın, belki de bu özellikleri ile insanlığın ortak tutkusu olmayı başarmıştır.

Altın, dövülmeye ve haddelenmeye çok elverişlidir. Yaklaşık 10 gr. ağırlığındaki bir altın kütlesi 11 m<sup>2</sup> kadar bir alanı

ince yaprak haline getirilmiş metalin, yine dövme yardımıyla bronz gövde üzerine kaplanması elde edilmiştir. Çeşitli dönemlerde Çanakkale yakınlarındaki Troya'da yapılan kazılarda İ.Ö. 2500-2000 yıllarına tarihlenen sanatsal değeri çok yüksek altın kaplar ve altın süs eşyaları ele geçmiştir. Heinrich Schliemann tarafından kaçırılan ve Kral Priamos'un Hazinesi olarak bilinen bu eserlerin ancak bir bölümü yurdumuzda olup İstanbul Arkeoloji Müzesi'nde sergilenmektedir.

### Altın Sikkeleri

Tarihte ilk sikkeler Lidya'da altın-gümüş alaşımı olan elektrumdan yapılan bakla biçimli sikkelerdir. Ön yüzleri ilk zamanlar düz, sonra çizgili, daha sonra da resimli olan bu sikkeler Krezüs döneminde saf altından da basılmaya başlandı.

Sikke pulu önceleri çubuk halinde dökülmüş altından kesiliyordu. Daha sonra ise altının ısıtılarak yuvarlak şiş kalıplara dökülmesi suretiyle daha düzgün sikke pulu elde edilmeye başlanmıştır. İlk sikkeler tek bir kalıp ile basılırdı. Bu kalıp örs üzerine ters ve içbükey olarak kazınan ön yüz kalıbıdır. Kalıp, örs üzerine doğrudan kazındığı gibi, aynı blok olarak hazırlanıp örs üzerindeki yuvarlığın içine de konabiliyordu. Sikke olacak altın pul, ısıtılıp yumuşatılarak örs üzerindeki kalıbın üzerine konduktan sonra istampa tam pulun üzerine denk gelecek şekilde tutulur ve istampanın yukarı ucuna bir çekiçle vurularak, kalıptaki resmin pula dışbükey olarak (rölyef şeklinde) geçmesi sağlanırdı.



**Bronz alaşımli altın mask (üstte). Dona Catalina de Guzman'a ait batık hazinesinden bir parça (altta).**

kaplayacak genişlikte levha haline gelinceye kadar dövülebilir. Varak denilen bu zar inceliğindeki altın levhalar yeşil ışığı geçirebilir. +1 değerlikli altın bileşikler genellikle katı, +3 değerlikli altın bileşikler ise daha çok sıvı haldedir. Altın; oksijenle, kükürtle

Daha sonraları istampanın alt yüzü de arka yüz kalıbı olarak hazırlanmış ve sikke pulunun her iki yüzüne de resim çıkması sağlanmıştır. Üzerine çekiçle vurulan üst kalıp (arka yüz) alt kalıba (ön yüz) göre daha çabuk bozuluyor ve daha sık değiştiriliyordu. Sertleştirilmiş bronzdan yapılan antik kalıpların dayanıklılığı, günümüz çelik kalıpları ile kıyaslanamamakla birlikte, antik türde bir ön yüz kalıp kullanılarak yapılan denemelerde bir kalıptan 15 000 civarında sikke basımı yapılabildiği görülmüştür ve bu sırada yaklaşık üç adet arka yüz kalıbı eskitilmiştir. Gerek altın sikkeler- gerekse külçe altınlar bir "denektaşı" kullanılarak saflıkları konusunda test edilirdi. Taşa sürtülen altının üzerindeki çizikler saflıkları bilinen altın eşyalarla karşılaştırılırdı. Lidyalılar döneminde (İ.Ö. 6. yüzyıl) meydana getirilen bazı sanat eserleri Uşak civarındaki tümülüslerden (mezar odaları) çalınarak ABD'ye kaçırılmıştı. Karun Hazinesi olarak bilinen bu eserler yurdumuza uzun bir süreç sonunda getirilmiş ve 19 Kasım 1993 tarihinden itibaren önce Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nde ve daha sonra da Uşak Müzesinde sergilenmeye başlanmıştır. Bu eserler çoğunlukla gümüşten olmakla beraber, az sayıda da olsa sanat değeri çok yüksek altın süs eşyaları da içermektedir.

Altın doğada serbest halde bulunabilmesi, kolay işlenebilmesi, parlak sarı rengi, dayanıklılığı ve diğer metallerle göre az bulunuşu nedeniyle eski çağlardan beri değerli bir metal olarak insanlığı tarafından kullanılmış ve bir zenginlik ölçüsü olmuştur. Altın genel olarak para yapımında, mücevher işlerinde ve sanat eserlerinin yapımında, endüstride, elektronikte ve son zamanlarda bilgisayar endüstrisinde kullanılmaktadır.





Güney Afrika ve Gana'daki Dünya'nın en zengin altın madenleri Amerikalı ve Avrupalı büyük altın şirketlerinin kasasını doldururken, bazı kabile reislerinin de toplumsal statülerini artırmalarına yardım etmiştir. Ama geride bıraktıkları maden yatağı enkazları ve halkın içler acısı hali ne yazık ki bu mutlu tabloya pek de uygun değil.

ya da kuru halojenlerle tepkimeye girmez. Ama, su buharıyla yüklü halojenlerden, özellikle de 3:1 oranındaki hidroklorik ve nitrik asit karışımından (kral suyu aqua regia) etkilenir.

Az sayıda olan altın bileşiklerinden en önemlileri, altın monoklorür ( $\text{AuCl}$ ), altın triklorür ( $\text{AuCl}_3$ ) ve kloraurik asittir ( $\text{HAuCl}_4$ ). Altının sahip olduğu sarı renk dışında, genel olarak yeşil, kırmızı ve beyaz altın diye adlandırılan renklerde karşımıza çıkmasının nedeni, başka elementlerle oluşturduğu alaşımlarıdır. Örneğin, alaşımları altının avarına ve alaşım oluşturduğu diğer elementin oranına bağlı olarak Altın-Gümüş-Bakır alaşımları yeşil, sarı ve kırmızı renkler; Altın-Nikel-Bakır alaşımları ise beyaz renk alabilir.

Altının analizi ise altının ilk bulunduğu duruma bağlı olarak üç şekilde yapılır. Altın analizi için filiz ve cevherlerde "ateş analizi"; metalurjik alaşımlarda "küpelyasyon"; çözeltilerde ise "ekstraksiyon" yöntemleri kullanılmaktadır. Bu analiz yöntemleri, aslında birbirlerini tamamlayıcı özellikler taşırlar.

#### Altın

Atom numarası	79
Atom ağırlığı	197
Erime noktası	1063 °C
Kaynama noktası	2966 °C
Özgül ağırlığı	19,3 (20 °C)
Birleşme değerleri	+1 ve +3
Elektron dizilimi	2-8-18-32-18-1 (Xe)4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup>

## Altın Madenciliği: Çıkarımı ve Üretimi

Bugün, 74 000 ton olduğu varsayılan Dünya altın stoklarının bir kısmı Dünya merkez bankaları rezervlerinde bulunmakta ve geri kalan kısmı ise mücevher ve süs eşyası olarak kullanılmaktadır. Dünya'da yıllık altın talebi (1989 rakamlarına göre) ortalama 2400 ton kabul edilmektedir. 1988 yılı rakamlarına göre ise yıllık üretim Güney Afrika'da 670 ton, Rusya'da 320 ton, Avustralya'da 245 ton, ABD'nde 220 ton, Kanada'da 140 ton, Brezilya'da 125 tondur. Bunların dışında başka ülkelerde de düşük miktarlarda üretim yapılmaktadır. Litosferin üst kısmında 3,5 ppb(milyarda 3,5)



Türkiye'den kaçırıldıktan sonra Newyork Metropolitan Müzesi'nde sergilenen Lidya Hazinesi, Türk ve Amerikalı bazı bilim adamlarının çabalarıyla tekrar ülkemize getirilmiştir. Hazine şu anda ait olduğu yer olan Uşak Müze'sinde sergileniyor.

kadar bulunan altına, deniz sularında 0,000012g/ton ve tatlı sularda ise 0,00003 g/ton oranında rastlanmaktadır. Altın üç şekilde elde edilmektedir. Birincisi doğrudan altın madenlerinden, ikincisi rafine bakır ve diğer metallerin üretiminden yan ürün olarak ve üçüncüsü de altın hurdadan.

Altın madenciliğinde en çok kullanılan yöntemler alüvyonlu çökellerde uygulanan plaser madenciliği ve damar madenciliğidir. Plaser madenciliğinde altının yüksek özgül ağırlığından yararlanır. Buna göre, bu yöntemde kullanılan en ilkel araç olan oluklu tavaya, içinde altın bulunan toprak ya da çakıl ile bol su konur. Tava sallanarak döndürülüp, altından daha hafif olan diğer maddeler su ile birlikte tavadan dışarı atılırken, altın ve diğer ağır madenler tavada kalır. 19. yüzyılın sonlarına doğru ise plaser madenciliğinin bir türü olan hidrolik madencilik yöntemine başvurulmuştur. Bu yöntemde ise dağ yamaçlarındaki altın içeren kalın çakıl kütleleri, üzerlerine basınçlı su püskürtülerek kırılır ve yine aynı su ile yıkanır. 20. yüzyıl başlarında ise plaser madenciliğinin en çok kullanılan türü olan tarama yöntemine geçilmiştir. Bu yöntemde ise, sürekli dönen kepeklerden oluşan bir aygıtın yararlanır. Yeraltında bulunan altın damarlarına ulaşabilmek için ise damara kadar inen bir kuyu kazılır ve sonra da yatay kazıya geçilir.

Altının, cevher kütlelerinden ayrıştırılması ve arıtılması için kullanılan bir-





Schliemann'ın Türkiye'den kaçırdığı Troya Hazinesi 1945'de kaybolmuştu. İlginç olan ise bu hazineye daha sonra Moskova'da Puşkin müzesinde rastlanmasıdır.

kaç yol vardır. Bunlardan en eskisi amalgamlaştırmadır. Bu yöntemde temel ilke, cıva ile çalkalanan altın parçacıklarının, birbirlerine ve cıva kaplı bakır levhalara yapışmasıdır. Verimi oldukça düşük olan bu yöntem 19. yüzyılın ikinci

yarısından beri yerini siyanürleme yöntemine bırakmıştır. Son günlerde kamuoyunun gündeminde önemli yer tutan, bu verimi yüksek ama bir o kadar da tehlikeli yöntem ile ton başına 1-5 g civarında altın içeren düşük tenörlü cevher yatakları üretime kazandırılmıştır. Bu yöntemde ise, temel ilke, kayaç içindeki altını siyanürle çözeltiye katmak ve kayaçtan ayırmaktır. Siyanürle altın kazanımında yüksek tenörlü cevherler için Karbon-pulp yöntemi ve düşük tenörlü cevherler için ise yıgın yıkama yöntemi uygulanır. Bu yöntemlerin dışında flotasyon (yüzdürme) veya gravite yöntemi, arıtma yöntemi, Wokwill ve Miller işlemleri de kullanılır.

## Çevreye Etkileri

Türkiye'de çevre koruma kavramı ilk defa 1982 Anayasası'nda yer almış ve 1993'te çıkarılan ÇED (Çevresel Etki Değerlendirme) Yönetmeliği ile ciddi yet kazanmıştır. Bu yönetmelik gereğince, firmalar belirlenmiş etkinliklerinin planlama aşamasında bir ÇED raporu hazırlamakla yükümlüdürler. ÇED raporları konunun uzmanlarından oluşan bir komisyonca incelenir ve Rio Deklarasyonu da dikkate alınarak, halkın ÇED sürecine katılımı öngörülür. Altın madenciliğinde, altının liç işleminde kullanılan siyanür çevre için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Çok zehirli bir reaktif olan siyanürlü atık, proses gereği geçirimsiz atık barajlarına

## Altın Madenciliği

Şinasi Eskinaya  
Prof. Dr. İ.T.U. Maden Fakültesi

Altın ihtiva eden cevherler, diğer maden cevherlerinde olduğu gibi, yer katmanları kazılarak çıkarılır. Toprağın bu şekilde yerinden oynatılışı, etrafta çukurlar ve yeni tepeler oluşturulması genellikle iyi bir görüntü vermediği için, madenciler "doğru tahripçileri" gibi görünürler. Bu haksız bir eleştiridir. Zira doğayı belli ölçüde tahrip etmeden madencilik yapmak mümkün değildir. Bugünün zengin ve gelişmiş ülkelerinin geçmişlerinde hemen daima, kuvvetli bir madencilik faaliyetinin olduğu bir gerçektir. Bir başka deyişle bir ülkenin, kendi topraklarında bulunan her türlü madeni çıkarıp işlemek ve onu ülke ekonomisine kazandırmak başlıca amaçları arasındadır ve öyle de olmalıdır. Bu ülkelerin hepsinde de madencilik, toprak kazılarını gerçekleştirmiştir. Zaten başka bir yol da yoktur.

Diğer yandan genelde tüm çabalar insanları refahi ve huzuru içindir...Bu sebeple, gelişmiş ülkelerde, madencilik faaliyetleri sonucu tahrip olmuş olan yeryüzünün, faaliyet bittikten sonra tekrar eski topografyasına benzer hale getirilmesi müeyyidelere bağlanmış olup, son derecede ciddi bir şekilde de kontrol edilmektedir. Hatta bu ülkelerde sadece topoğrafik düzeltme ile yetinilmekte, madencilik faaliyetinden önce o bölgede varolan bitki örtüsü ile yaşayan diğer canlıların da (kuş ve diğer hayvanları) oraya yeniden gelip yaşamalarını sağlayacak doğal ortamın oluşturulması ve hayvanların bir program çerçevesinde o ortama çekilmesi yolunda gayret gösterilmesi şart koşularak, bu hususlar da gene sıkı mevzuat hükümleri ile güvence altına alınmış bulunmaktadır.

Burada bir soru ile karşılaşılabilir: Bir maden her ne pahasına olursa olsun çıkarılmalı mıdır? Kanımca ölçü şu olmalıdır: Madenin çıkarılması ile elde edilen kazancın ülke ekonomisine ve/veya yöresine ve yöre halkına katkısı, doğaya -geçici de olsa- verdiği zarardan ve etrafına verdiği rahatsızlıktan çok fazla ise ve madencilik faaliyetinden sonra, çevre açısından uzun süreli veya kalıcı bir zarar söz konusu değilse, maden çıkarılabilir. Aksi halde madenin çıkarılması, asıl amaç olan "hu-

zur ve refah" yerine huzursuzluk doğurur ve tabii bu şartlarda refahtan da söz edilemez.

Gelişmiş ülkelerde ve özellikle Birleşik Amerika'da son 15-20 yıldır madencilikle ilgili çevre koşullarının, yukarıda anlatılmaya çalışılan çerçevede eskisine nispetle çok daha sıkı müeyyidelere bağlanmış olması, pekçok maden şirketini bu ülkedeki faaliyetlerini tatil edip, maden işletme teşebbüslerini, çevre koşulları açısından daha gevşek müeyyidelerin olduğu ve ayrıca, denetim açısından da, daha kolay aşabileceklerini düşündükleri, Güney Afrika ve Asya'daki bazı ülkelerde yoğunlaştırmaya yöneltmiştir.

Türkiye'de son 5-6 yıldır ortaya çıkan ve lehte veya aleyhte çok büyük olaylara sebep olan altın madenciliğini de işte bu çerçevede ele almak gerekir. Altın madenciliğinin vereceği topoğrafik zarar, maden bittikten sonra, belli ölçüde giderilebilir. Ancak, kalıcı "zehirlenme" etkisinin giderilebileceği hususunu tam olarak ortaya konmuş değildir. Bir defa ülkemizde yapılacak altın işletmeciliğinde, genel kural olan "maden çıkarılması ile ülke ekonomisine, yöreye ve yöre halkına yapılacak katkının, getireceği tahribat ve zarardan çok büyük olup olmadığı" hususu tam olarak ortaya konmuş değildir. Böyle olunca, götürüleceği ortadayken, ne getireceği açıkça anlaşılmayan bir faaliyet, hangi endüstri kolunda olursa olsun, bu burada olduğu gibi huzursuzluk kaynağı olacaktır. Diğer yandan, altın madenciliğinin bir diğer özelliği de, altını elde etmek için siyanürlü çözelti kullanılacak olmasıdır. Altın ihtiva eden cevher yığınının siyanürlü çözelti püskürtülmesi, bu siyanürlü çözelti, cevherdeki altını bünyesine alarak süzülüp belli yerlerde toplanmakta, sonra da altın, bu çözeltiden ayrıştırılarak elde edilmektedir. Bilindiği gibi siyanür zehirli ve toprağa, suya ve havaya karıştığı zaman her türlü canlı açısından zararlıdır. gerek tehlikenin niteliği, gerekse büyüklüğü ve önemi, bu tür madencilik faaliyetleri için madenciliğin yapılacağı arazinin jeolojisi (kayaçların fiziksel, yapısal ve jeolojisi özellikleri), jeokimya (kayacın ve bileşenlerinin kimyasal yapısı), jeofizik (kayacın ve bileşenlerinin fiziki, tektoniği ve arazinin deprem kuşağında olup olmadığı), biyokimya ve nihayet hidroloji (yüzey ve yeraltı sularının özellikleri, akışı, dağılımı) konularında çok detaylı olarak incelenmesi ve yeraltı ve yerüstünün gereğinde 3 boyutlu haritalarının çıkarılması gerekmektedir.

ABD, altın madenciliğinin yapıldığı ve yoğun olduğu en eski devletlerden biridir. Yani bu konuda çok büyük bir tecrübeye, konuyu çok iyi bilen uzmanlara ve tecrübeli elemanlara sahiptir. Ayrıca, çevre koruma açısından da çok sıkı müeyyidelere ve bu ölçüde de sıkı ve ciddi denetim mekanizmalarına sahiptir. Bu koşullarda dahi, 4-5 yıl önce Colorado'daki Summitville altın madeninde meydana gelen çevre felaketi bütün altın madencileri ve topraklarında bu madenciliğin yapılacağı ülkeler için ibret verici bir örnek oluşturmaktadır.

1986'da bir Kanada şirketi tarafından işletilmeye başlanan Summitville altın madeni, modern teknolojinin tüm imkanları kullanarak çalıştırıldığı ve ABD mevzuatının öngördüğü sıkı tedbirlerin hepsi de alındığı halde şirket, daha ilk yılın sonunda başlayan zehirli sızıntıları önleyememiş, önleme yoluna başvurduğu tedbirlerin hiçbirinde de başarılı olamamıştır. Neticede 100 milyon dolar değerindeki altını çıkarmak için, bu felâket dolayısıyla 200 milyon dolar harcamak zorunda kalmış, gene de başedemeyince 1992 yılında iflâsını isteyerek kaçıp gitmiştir. Arkasında 30 km boyunca, içindeki bütün balıkların öldüğü bir nehir (Alamosa Nehri), 750 milyon litre siyanürlü atık su, 30 hektarlık bir alanı kaplayan 65 m yüksekliğinde siyanürlü çözelti ile doygun halde maden ve atık yığın bırakmıştır.

Amerikan Hükümeti, ilk başta kirlenmeyi durdurmak için 120 milyon dolarlık bir program yaparak çalışmalara başlamıştır. Bölgenin tamamen temizlenmesinin çok daha büyük masrafa malolacağı ve bu işin 15-20 yıl süreceği tahmin edilmektedir.

Sadece bu olay bile, altın madenciliğinin, diğer madencilik faaliyetlerinden farklı olarak, başlangıçta çok ciddi ve geniş bilimsel incelemelerin yapılmasını gerektirdiğini göstermektedir. Arazinin jeolojik ve tektonik yapısının, kayaçların mineralojik ve petrografik özelliklerinin çok iyi bilinmesi, keza bölgenin hidrolojik özelliklerinin son derece hassas şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. "Çevreye zarar gelmeyecek" şeklinde ortaya atılan iddiaların bir anlam taşıyıp taşımadığı, ancak bu tür kapsamlı incelemelerin ışığı altında önem kazanabilir. Unutulmaması gereken bir diğer husus da, Summitville'de tüm incelemeler yapıldığı ve teknolojinin öngördüğü tedbirler de alındığı söylendiği halde felâketin önlenememesi olmasıdır.



pompalanmaktadır. Bu konuda duyulan kaygı, gerekli önlemler alınmazsa, bu atık barajlarında oluşabilecek sızıntının su kaynaklarına ya da diğer kullanım alanlarına ulaşma olasılığından kaynaklanır. Ayrıca böyle bölgelerde zehirli atıklar nedeniyle fauna ve floranın yok olması da ayrı bir olumsuz etkidir. Dünya'daki hemen her altın üretim biriminde siyanürleme yöntemi uygulanmaktadır ama açık havuzların kullanıldığı birimler genellikle yerleşim yerlerinden çok uzakta ve bitki örtüsü bakımından zayıf alanlardır. Siyanürün insan sağlığı ve doğayı tehdit eden üst sınırının 10 ppm (milyonda 10) olduğu gerçeği düşünülürse, bu konuda ne kadar duyarlı olmak gerektiği de anlaşılır. Dolayısıyla, bu işlemin bol yağış alan, toprak kay-



*Bina süslemelerinde eskiden beri kullanılan altın, pek çok yapıda olduğu gibi, Moskova'daki Kremlin Sarayı'nda bulunan Katedral'in kubbelerinde de parıldar.*

ması ve deprem gibi doğa olaylarının sık gerçekleştiği yerlerden uzak bölgelerde kurulacak tesislerde, eğitilmiş kişiler tarafından gerçekleştirilmesi ve bu konuda uzmanlaşmış kişilerce de denetlenmesi gerekir.

lerin bulunduğu ABD, Filipinler, Avustralya ve Çin gibi ülkelerde artarken, yüksek tenörlü ama yine de yüksek maliyetli üretim yapılan madenlere sahip Güney Afrika, Gana ve Rusya gibi ülkelerde düşüş göstermektedir.

En pahalı metallerden olan altının fiyatı, serbest bırakıldığı 1968'den beri sürekli yükselmiştir. Son onbeş yıldır da 1 ons 350-400 Amerikan Doları üzerinden işlem görmektedir.

Dünya'da bir yılda üretilen altının yaklaşık % 8'ini Türkiye tek başına işlemekte ve yılda 150-160 ton altın işleyerek Dünya'da beşinci sırada yer almaktadır. Şu anda Türkiye'de yastık altı diye tabir edilen ve insanların üstlerinde taşıdıkları altının 5000 ton olduğu tahmin edilmektedir. 1993'te 163 ton altın ithal eden Türkiye, bunun % 50'sini ihraç etmiş ve geri kalan 82 tonu da iç pazara sunmuştur. Merkez Bankası rezervlerine göre yaklaşık 100 ton olan altın tüketiminin 15 tonu geri dönen hurda altından elde edilmektedir. Kişi başına düşen altın miktarı İtalya'da 0,70 g, Hindistan'da 0,20 g iken, Türkiye'de bu rakam 2,5 g'a ulaşır. Ülkemizde altın standardizasyonu konusu, TS 7000 ile sağlanmaya çalışılmışsa da bu standart sadece altın bilezik, kolye, yüzük vs gibi süs eşyalarına uygulanmakla sınırlı kalmıştır.

## Siyanürlü Atıklar

Ümit Atalay

Prof. Dr. ODTÜ Maden Müh. Bölümü

Epiternal kökenli altın cevherlerinden altın üretiminde kullanılan tek yöntem siyanür liçidir. Bu işlem sonucunda çıkan atıkların çevreye zararlı etkilerini gidermek için seçilecek yöntemin iklim koşulları, jeolojik ve ekolojik özellikleriyle ilgilidir.

1. Doğal Bozundurma: Proses sonunda çıkan katı ve sıvı atıklar, tabanı geçirimsiz (kil ve/veya plastik astar) tabaka ile kaplanmış atık barajlarında biriktirilerek siyanürün oksijen ve güneş ışınları ile parçalanması sağlanır. Bu yöntem buharlaşmanın yoğun, yağışın az olduğu bölgelerde yaygın olarak kullanılır. Deprem ve heyelan gibi afetlere karşı yer seçimi ve baraj inşaatı için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu yöntemle 100 mg/l siyanür içeren atığın siyanür konsantrasyonu 1 ile 4 yıl arasında 1 mg/l'ye düşürülebilmektedir. Yönetmeliklere göre siyanür konsantrasyonunu açık ortam dışarılarında 2 mg/l'den, içme suyunda 0,2 mg/l'den fazla olması yasaktır.

2. Kimyasal Bozundurma: Yağışların buharlaşmadan yüksek olduğu yörelerde, barajdaki atığın pH değeri 10'un altına düşebilir ve bu ortamda oluşan zehirli HCN gazı yüksek yoğunluklarda ve hızlı olarak atmosfere kaçabilir. Yoğun yağış, taşkınlarla ve zehirli atıkların çevreye yayılmasına neden olabilir. Bunun için katı ve sıvı atıklardaki siyanür yoğunluğu kimyasal bozundurma ile sınır değerlere düşürülmelidir. Katı ve sıvı atıklar içindeki serbest ve kompleks siyanürler, sodyum hipoklorit, klor, hidrojen peroksit ve kükürt dioksit gibi yükseltgenler ile bozundurulmuş zararlı hale getirilir.

3. Siyanürün Geri Kazanımı: Yüksek yoğunlukta siyanür içeren atıklar için uygulanır. Pahalı ancak alternatif bir yöntem olarak Avustralya'da başarı ile uygulanmaktadır. % 95 ilik bir siyanür geri kazanım verimi olan bu yöntemde, atıklar asit ile reaksiyona sokularak, siyanürün HCN gazına dönüşmesi sağlanır. Daha sonra NaOH ve HCN'nin reaksiyonu sonucu oluşan NaCN geri kazanılır.

Sonuç: Yüzyılı aşkın bir süredir siyanürden kaynaklanan ciddi bir olay veya çevre kirliliği kayıtlarına rastlanmadığı halde, atıkların kimyasal bozundurma işleminden sonra barajlarda biriktirilmesi ve doğal bozundurmaya bırakılması, çevre sağlığı açısından en emniyetli yöntem olacaktır.

## Dünya'da ve Türkiye'de Altın

Uygarlığın ilk dönemlerinden beri insan yaşamında yer alan altın, yaklaşık İ.Ö. 650'lerden beri bir değişim aracı olarak kullanılmaktadır. Bugün adı hâlâ Güney Afrika ile birlikte anılan altın üretiminde 19. yüzyılın başından beri önemli dalgalanmalar oluyor. Dalgalanmalar ekonomik ve siyasal bazı nedenlere bağlı olduğu gibi, yeni madenlerin keşifleri de bu iniş çıkışlarda etkili olmuştur. 19. yüzyılın başlarından itibaren hızla artan altın üretimi ilki, 1929'daki büyük ekonomik buhran, ikincisi de İkinci Dünya Savaşı olmak üzere iki büyük darbe yemiştir. 1970'lerden beri yapılan altın madeni ve üretimi araştırmalarının yoğunlaşmasıyla, düşük tenörlü ama daha büyük rezervli altın madenlerine ulaşılmıştır. Bu tarihten sonra ise, üretim düşük tenörlü, büyük rezervli ve bu yüzden büyük maliyetli üretimin yapılabildiği maden-



*Atık terkedilmeye başlanan altın varakçılığı, kitap yazı ve süslemelerinde; yaldızlanmasında; minyatür ve hat sanatlarında kullanılır.*





Altın, bir değişim aracı olarak para ve külçe yapımında kullanılmıştır.

## Kullanım Alanları ve Teknolojideki Yeri

Altın kullanımının çeşitli alanlardaki oransal yoğunluğu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Süs eşyası yapımı % 59,8
Elektronik endüstrisi % 9,6
Dişçilik % 5,3
Diğer endüstriler % 5,8
Madalya yapımı % 3,1
Madeni para olarak % 16,5

Altın gibi soy metaller için ons ölçü birimi kullanılır (1 ons=31,1 gram). Altın için saflık ise, alaşım içindeki altın metalinin alaşım ağırlığına oranıdır. Bu oran binde olarak ifade edilir ve ticari olarak

kullanılan külçe altın en az 995 ya da daha yukarı saflıktadır. Saflık oranını göstermede kullanılan bir diğer sistem olan ayar sisteminde ise 24 ayar altın 1000/1000 saflıkta kabul edilir.

1950'den beri endüstrideki kullanımı hızlanan altının alerji yapmayan, leke tutmayan ve kararmayan bir metal olması, onun kuyumculukta ve dişçilikte kullanılmasının en önemli nedenlerinden olmuştur. Yüksek iletkenlik özelliği, kimyasal tepkimelere kolay girmemesi, oksitlenmeye ve sülfürlenmeye karşı direnci nedeniyle düşük gerilim ve akım kullanılan elektronik cihazların parçalarında kullanılmaktadır. Özellikle baskılı devrelerde, bağlantı elemanla-



Altın, dayanıklılığı, kararmaması, alerji yapmaması gibi özellikleri ile dişçilikte yaygın olarak kullanılır. Bazı yörelerde altın diş, zenginlik ve güzelliğin simgesi olarak kabul edilir.

rında, anahtarlarda ve minyatür devrelerde, transistörlerin ve yarıiletkenlerin kaplanmasında kullanılır. Kızılötesi ışınların iyi bir yansıtıcısı olduğu için altın filmleri ısı radyasyonunda, kurutma cihazlarında ve büyük binaların ısı yalıtımlı camlarında kullanılır. Elektrolitik altın kaplamalar, dekoratif amaçlarla ve kızılötesi yansıtıcılarda kullanılmalarının yanı sıra elektrik uygulamalarında da kullanım alanı bulmuştur. Altın, silikon transistörleri ve tümleşik devre parçaları terminallerinin belirli bölgelerine buhar halinde püskürtülerek bunların yapım aşamasında görev alır. Kendisine çok geniş bir uygulama alanı bulan altın, elektrik bağlantı elemanlarında, yarı-

## Türkiye Altın Potansiyeli

Ayhan Erler

Prof. Dr. ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Maden arama çalışmalarının günümüzde bütün dünyada altın yatakları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Dünya altın üretimi 1980-1992 yılları arasında iki katına varan oranda artmıştır. Maden jeolojisi, maden arama, maden üretimi ve metalurji konularında yayınlarda ve bilimsel toplantılarda altın yataklarına önemli boyutlarda yer verilmektedir. Aynı yoğunluk, ekonomi ve çevre konusundaki çalışmalara da yansımaktadır. Bu yoğunlaşmanın bazı önemli nedenleri var: 1. Altının para sistemlerinin temel unsurlarından biri olması. 2. Altının kuyumculuk, dişçilik, elektronik, metalurji, uzay teknolojisi gibi alanlara yaygın olarak tüketimi. 3. Altının enflasyona karşı değerini koruyabilen bir yatırım aracı olarak kullanımı. 4. Altın üretim maliyetlerinin genellikle piyasadaki fiyatta altında olması.

Son on yıl içerisinde, İngiliz, Amerikan, Güney Afrika, Avustralya, Kanada ve İrlanda kökenli yirmiye aşkın şirket yurdumuzda altın aradı veya halen arıyor. Bunlardan esinlenen yerli şirketler, Etibank ve MTA da altın aramalarına başlamışlardır. Aramalar bazen olumlu, bazen olumsuz sonuçlarla sürüyor. Ancak büyük ölçekli bir üretim aşamasına henüz vlamadı.

Yurdumuzdaki altın yatakları, yatağın kökenine ve bulunuş biçimine göre yapılan ve morfolojik olarak tanımlanabilecek bir sınıflamaya göre altı grupta toplanabilir:

1. Altın içeren masif sülfid yatakları: Denizaltında oluşmuş volkanik kayalarla birlikte bulunan bu tür yataklar bakır, kurşun ve çinko üretim amacıyla yurdumuzda çok eski zamanlardan beri işletilmişse de, altının bir yan ürün olarak elde edilebilmesi, ancak bakırın elektroliz yöntemi ile saflaştırılması geliştirildikten sonra mümkün olabilmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak bulunan masif sülfid yataklarının önemli bir bölümünün altın içeriği yeniden incelenmeye başlanmıştır.

2. Epitermal yatakları: Bu yataklar günümüzde veya yakın geçmişte etkin olmuş sıcak su kaynaklarına bağlı olarak, çatlaklı zonlarda ve çöküntü alanlarında, değişikliğe uğramış ve/veya parçalanmış kayalar içinde kuvarslı damarlar, ağıs damarcıklı zonlar veya saçırımlar olarak bulunurlar. Bu tür yataklarda altınla birlikte arsenik, antimon, gümüş, cıva, talyum ve bizmut bulunabilir. Altınlı kuvarslı damarlarında altın genellikle gözle görülebilir boyutlardadır (100 mikrondan daha büyük). Dolayısıyla bunlar çok eski zamanlardan beri bilinen ve işletilen altın yataklarıdır; yer yer yüksek miktarlarda altın içeren cepler bu yatakları çekici kılar, fakat işletilmeleri genellikle zor ve giderleri yüksektir. Ağıs damarcıklı ve saçılmış taneli yataklarda altın çok ince tanelidir. (5 mikron dolayında); bu özelliğinden dolayı bu yataklara "görünmeyen altın yatakları" da denilmektedir. Bu tür yatakların aranmasında sıcak su kaynaklarının bulunduğu alanlar ve eski cıva ve antimon işletmelerinin çevreleri potansiyel önem taşımaktadır.

3. Ultramafik kayalarla ilişkili yatakları: Bu yataklar altın içeren listvenitler olarak da adlandırılmaktadır. Ultramafik kayaların serpantinleşmiş bölümlerinin mineral taşıyan sıcak sularını, diğer bir deyişle hidrotermal çözeltilerini, etkisi ile değişikliğe uğra-

yarak karbonatlaşması ve silisleşmesi ile listvenitler oluşur. Bu tür kayalar içinde cıva, arsenik, kobalt, nikel ve altın cevherleşmeleri bulunmaktadır. Altın 10-50 mikron boyutlu ince taneler halinde ve dağılımı oldukça düzensizdir. Altın miktarı bazı kesimlerde (piritli zonlarda, kobalt cevherleşmeleri çevresinde ve piritli veya arsenopiritli kuvarslı damarlarında) ekonomik olabilecek değerlere ulaşabilmektedir. Türkiye'de yaygın olarak bulunan ofiyolitik ultramafik masiflerde listvenitleşmiş zonlar, altın aramaları için yeni bir hedef oluşturmaktadır.

4. Altın içeren skarnlar: Skarnlar yerkabuğunun derinliklerinde sokulum yapmış magmatik kayalarla kireçtaşı veya dolomit gibi karbonatlı kayaların dokanaklarındaki başkalaşım kuşaklarında bulunurlar. Bakırca zengin olan bazı yataklarda altın üretilebilir düzeye ulaşmaktadır.

5. Güncel plaser altın yatakları: Bunlar kumlar ve çakıllar içinde, genellikle akarsu havzalarında bulunan altın yataklarıdır. Üretilebilirlik kolaylıklarından dolayı çok eski zamanlardan beri işletilmişlerdir; altın tanelerinin boyutları ve yatak içinde dağılımı oldukça düzensizdir; tanelerin boyutları mikronlardan yumruk büyüklüğüne kadar değişebilmektedir. Büyük çaplı işletmelerden çok, küçük işletmeler halindeyken ekonomik olabilmektedirler. Plaser altın yatakları yurdumuzda eskiden işletilmiştir.

6. Altın içeren porfiri bakır yatakları: Porfiri bakır yatakları düşük bakır içerikli, magmatik sokulumlar içerisinde damarcıklı ve saçılmış cevher minerali çok büyük ölçekli yataklardır. Bu tür yataklardan cevher üretimi genellikle açık işletme yöntemi ile yapılmakta ve cevher zenginleştirme yöntemleriyle bakır konsantresi elde edilmektedir. Bu yataklardan üretilen cevherden de altın yan ürün olarak bakırın





Çok iyi bir iletken olan altın, bazı elektronik devrelerde ve UV ışınlarını iyi yansıtıldığı için de uzay elbiseleri başlıklarında kullanılır. Uzay araçlarında da altın kullanımı yaygındır. Kızılötesi ışınları iyi yansıtıldığı için altından büyük binaların ısı yalıtımlı camlarında yararlanılır.

iletken endüstrisinde, ince tel bağlantılarında, tümleşik ince film devreleri için vakum birikimli filmlerde ya da kaplamalarda jet motoru parçalarının birleştirilmesinde sert lehim alaşımları olarak çıkar karşımıza. Dişçilikte kullanılmasının diğer nedenleri ise, Au-Ag-Cu-Pt-Pd alaşımlarının mekanik özelliklerinin

iyi olması, soy olmaları, orta seviyedeki ergime sıcaklığı ve uygun yaşlandırma direnci özellikleridir. Cam ve seramik süslemeciliğinde altından yararlanılırken, otomotiv, uçak, gemi, lokomotif, roket, astronot giyisilerinin başlıklarında ve hatta ilaç endüstrilerinde de altın kullanımı hızlanmıştır.

Altının geleneksel rolü ise hükümetler ve merkez bankaları tarafından uluslararası para dengelerini kurmakta ölçüt olarak kullanılmaktadır.

Uzun tarihsel serüveni boyunca altın, insanlığın ileriye doğru attığı her adımda ona ayak uydurmayı başarmış, insanın ellerinde şekilden şekile girmiş, kendisine her zaman yeni kullanım alanları bulmuştur. Peki, ya insan, altınla birlikte yaşamaya alışabilmiş midir? Shakespeare'in "Atinalı Timon"da "Şu kazdığım toprağın altında ne var? En etkili zehir, sarı pırl pırl altın. Ey tanrılar, ey berrak gökyüzü, bana doğruyu gösterin. Karayı ak, çirkinin güzel, alçağı asil, yaşlıyı genç kılan sarı. Sen dinleri kuran ve dağıtan, hırsıza şeref, eskimiş dula gençlik katan insanlığın ortak fahişesi; altın, sen ülkeleri de dağıtırsın" diyerek suçladığı soğuk sarı metal, insanlığın üzerinde bıraktığı derin etkilerle ağzölülüğümüzün en somut göstergesi olmuştur. O mu bize ait biz mi onun kölesiyiz, söylemek güç. Ama, öyle görünüyorki, altın daha uzun yıllar, yaşantımızdaki önemli yerini koruyacak.

Elif Yılmaz

Konu Danışmanı: Ayhan Erler

Prof. Dr. ODTÜ Jeoloji Mühendisliği

Kaynaklar

Ana Britannica 1989.

Beckwith, C. "Royal Gold Of The Empire" National Geographic, Ekim 1996

Boyle, R.W. Gold: History and Genesis of Deposits

Çevre ve Mühendislik, Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı 13, 1997.

Haglund, K. "Gold" P.M., Ocak 1987.

Il tesoro di TROIA

Metalleri, Metalurji Mühendisleri Odası Yayını, Sayı 87, 1993.

Özgen, İlknur. The Lydian Treasure.

Tez. Z. Kimya Tarihi, V Yayını, 1986.

elektrolizi sırasında elde edilmektedir. Yurdumuzdaki bilinen porfirli bakır yatakları çok düşük bakır tenörüldüğü için günümüz koşullarında ekonomik değillerdir.

Yurdumuzun altın potansiyelini çalışılmış yatakların altın içeriği ile çalışılmakta olan yatakları, bilinen zuhurların ve bulunabilecek yatakların olası altın içeriği olarak iki bölümde ele almak gerekir. Çalışılmış yatakların altın içeriği, 182 ton dolayındadır (Çizelge). Bu değer dünyadaki bilinen yatakların toplam altın içeriğinin binde 2 sine karşılık gelmektedir. Yurdumuzdaki yatakların altın içeriğinin % 58'i (106 ton) masif süfüllere bağlı olanlardır. % 36'sı (66 ton) epitermal yataklardadır. Teknolojik açıdan bir sınıflamaya gidersek, altın içeriğinin % 58'i altının yan ürün olarak elde edilebileceği yataklarda, % 39'u ise işletilebilir potansiyeli olan

yataklardadır. Bölgesel olarak yapılan değerlendirmeye göre ise ağırlığın Doğu Karadeniz (% 38) ve Ege (% 31) bölgelerinde olduğu saptanmıştır.

Çalışılmakta olan yataklar ve bilinen zuhurlar da Doğu Karadeniz ve Ege bölgelerinde belirgin biçimde yoğunlaşmaktadır. Dolayısıyla aramalarda ilk hedefler bu bölgeler olmalıdır. Çalışılmakta olan yataklar, zuhurlar ve bulunabilecek yatakların olası altın içeriği ilymsen bir değerlendirme ile 30-60 ton arasındadır.

Maden aramaları için genelde çok büyük bir yatırım gerekmektedir. Risk faktörü oldukça yüksek olan bu yatırım 2 veya 3 yıla yayılmış bir arama programı için 1 - 1, 5 milyon dolara varabilmektedir. Yabancı şirketler dışında bu boyutlarda bir yatırımı göze alan yerli bir şirket henüz yoktur. Arama bütçesini akılcıca harcamak için her şirketin aradığı yatakla ilgili bir model kurması gerekir. Benzeşim modeli olarak adlandırılan bu modelde, bölgesel ve yerel ölçeklerde jeolojisi çok iyi bilinen yatakların özellikleri, aramaların yürütüleceği ülke veya bölge ile karşılaştırılarak arama ölçütleri ve yöntemleri seçilir. Aramaların sağlıklı yürütülmesi açısından önemli bir nokta da, yeterli bilgi birikimidir. Aramaların yürütüldüğü bölgelerle ilgili temel jeoloji verilerinin yayınlanması ve tüm araştırmacıların kullanımına sunulması bir önkoşul olarak kabul edilmelidir. Türkiye'de bu konudaki bilgi birikimi henüz çok azdır. Ayrıca, çeşitli şirketler tarafından elde edilen verilerin bir bölümü henüz gizliliğini korumaktadır. Belirgin sonuçların alınabilmesi, bazı yatakların üretime başlayıp arama sırasındaki varsayımların yatağın görünür verileri ile kontrol edilmesine ve daha sağlıklı arama ölçütleri saptanmasına bağlıdır. Arama çalışmalarının sürdürülmesinde büyük yarar vardır.

Tür	Yatak	Yurdumuzdaki Çalışılmış Altın Yatakları			Altın (ton)	
		İlçe	Resaryon	Yerleşim		
Masif Süflü	Ağıköy-Bakırbaba	Kastamonu-Küre	11479208	2,50	28.898	
	Kaynarca	Tatvan-Yılcima	1240000	0,40	0,496	
	Madenköy	Rize-Çayeli	300607716	1,00	30,061	
	Murgul	Arvin-Borçka	53025839	0,20	10,606	
	Akarsın	Arvin-Borçka	862043	1,50	0,993	
	Çarşıbaşı	Arvin-Merkez	6600000	2,50	16,500	
	Soylu	Arvin-Merkez	1484840	0,40	0,584	
	Maden	Elazığ-Maden	14839689	1,20	17,927	
	Damar	Küçüközü	Balıkesir-Havran	1500000	4,70	7,050
		Övünç	İzmir-Bergama	2980000	9,60	28,608
		Arapsığ	İzmir-Karşıyaka	4880000	3,40	2,539
		Çekirge	İzmir-Karşıyaka	3118713	1,30	4,054
		Akkök	Ordu-Uludağ	1047994	1,20	1,187
		Bıcağı	Manisa-Salih	847870	1,40	1,258
Maitra		Gümüşhane-Merkez	1144000	8,00	9,152	
Bekirözü		Niğde-Ulukışla	32700	8,00	0,180	
Kocaköy		Hitay-Merkez	4500000	4,00	1,800	
Madençay		Çankırı-Kıratlı	80000000	1,20	9,600	
Ultramafi	Fatsa	Ordu-Fatsa	10000000	1,00	1,000	
	Kaynarca	Eskişehir-Sivrihisar	950000	6,50	6,175	
	Skam	Altınözü	Balıkesir-Altınözü	243000	5,00	1,210
	Plezer	Mangözü	Kahramanmaraş	1100000	0,10	0,110
	Sarı	Manisa-Salih	20000000	0,10	2,00	
Diğer	Darhan	Kars-Kağızman	9000000	0,10	0,800	
				Toplam	182,507	