

# Altın

MEHMET C. YILDIZ

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

## GİRİŞ

Altın sarı renkli, sertliği 2,5 - 3, özgül ağırlığı: 19.33; kolayca şekil verilebilen ve tabiat şartlarına dayanıklı bir metaldir. Atom No. sı 79, atom ağırlığı 197; tabiatta tek izotop halinde bulunmaktadır. 1063°C ta ergig. Çok ince levha haline getirilebilir. Isı ve elektriği çok iyi iletir. 24 ayar altın, %100 saf olarak kabul edilir. 18 ayar 18/24 = %75 altın ihtiva eden karışım anlamına gelmektedir. Beyaz altın alaşımı Cu, Zn, Ni ve Pd karışımıdır. Dış etkenlere karşı çok dayanıklı olduğundan plaser olarak uzun müddet kalır. Kral suyu dışında asitler tesir etmez.

M.Ö. 4000 yıllarında Mısırdaki süs eşyası olarak kullanılmış olan altın, 6000 yıldanberi bilinmektedir. Batı dünyasında altın satışlarında genellikle troy onze kullanılmaktadır (1 troy onz = 31.1 gr). Aranmasında ise ppm (parts per million) ve ppb (parts per billion) kullanılır. 1 ppm = 1 gr/ton; 1 ppb = 0.001 gr/ton tekabül etmektedir.

Dünya tarihinde 3 milyar onze (93.300 ton) altın istihsal edildiği tahmin edilmektedir. Resmi rakamlar elde mevcut altının 1.3 milyar onze (40.430 ton) olduğunu göstermektedir (U.S. News and World Report, 1972). Dünya istihsalinin geriye kalan kısmının yani 1.7 milyar onze (52.870 ton) altının bir kısmının kaybolduğu, geriye kalan kısmının da süs eşyalarında sanayide, dişçilikte ve para yapımında kullanıldığı zannedilmektedir. Endüstride önemli olduğu kadar para değerini de muhafaza edici, altının kıymetini arttırmaktadır.

Dünyadaki mevcut altının yarısından fazlası hükümetlerin kontrolundadır. Dünya memleketlerindeki enflasyon, malze-

me kıtlığı, ve işçiliğin yüksek oluşu, yeni madenlerin bulunmasını engellemekte ise de fiyat artışları yine de bazı madenlerin devreye girmesini sağlamaktadır. 1970 yılındanberi fiyat çok yükseldiği halde istihsalde artış olmamıştır. 1970-1975 yıllarında 1 gr. altının dünya borsalarındaki değeri dolar olarak şöyledir:

1970	1971	1972	1973	1974	1975
\$ 1.33	1.41	1.99	3.14	4.65	5.37

## Kullanılması

Kıymetli bir metal olduğu eskikağlardanberi bilinen altın, para karşılığı olarak kullanıldığı gibi, %50'den fazlası süs eşyası, %10'dan fazlası dişçilikte ve %30-40 arasında da elektronik ve çeşitli endüstri dallarında kullanılmaktadır.

## Elde Edilmesi

Altın siyanür, amalgamasyon, flotasyon, gravite konsantrasyon ve eritme veya bu metodların kombinasyonu altın elde edilmesinde kullanılan metodlardır. Bu metodlarla normal verim %92-96 arasında değişmektedir. Altın damarlarının derinlere inmesi, madenciliğini güçleştirmektedir. Ne varki bazı yatakların açık işletme, ve bazılarının da plaserler şeklinde oluşu maliyeti azaltmakta ve madenciliğini kolaylaştırmaktadır. Plaser madenciliği çok miktarda suyu gerektirdiğinden hava ile susuz olarak altın tanelerini kumdan ayırma usulu denenmişse de fazla kaçak sebebiyle rağbet görmemiştir.

Bugün en fazla altını Güney Afrika Cumhuriyeti elde etmektedir. Rusyada altın istihsalı önemli bir miktar olmasına rağmen 1936 yılındanberi resmî olarak açıklanmamaktadır. Bunun gibi diğer demirperde gerisi memleketlerinde de istihsal edilen altın miktarı sadece tahminlere dayanmaktadır. Meselâ: Kore, Çin, Bulgaristan, Çekoslovakya, Macaristan ve Romanya'da altın istihsal edilmesine rağmen herhangi bir açıklama yapılmamaktadır.

1964 - 1974 yılları arasında dünya toplam altın istihsalı:(ton olarak)

1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
1393	1436	1446	1421	1433	1449	1477	1446	1390	1339	1234 ton

Hemen her memleketin bir miktar altın ürettiği bilinmektedir.

1973 yılındaki dünya altın üretimi ve 1980 yılı için tahmin edilen üretim kapasitesi şöyledir:

	İstihsal 1973 (Kg)	Kapasite 1980 (Kg)
A.B.D.	36.573	74.640
Kanada	60.023	80.860
Güney Amerika Memleketleri	18.504	26.435
Rusya (tahmini)	220.810	264.350
Avrupa Memleketleri	11.196	15.550
G. Afrika Cumhur.	855.094	933.000
Diğer Afrika Memleketleri	43.757	77.750
Asya Memleketleri	36.356	62.200
Okyanusya	49.853	77.750
Diğerleri	7.308	43.540
Dünya Toplam	1.339.474	1.656.075

Görüldüğü gibi Güney Afrika Cumhuriyeti dünya altın istihsalinin 2/3 ne yakın bir miktarını elde etmektedir.

#### Rezerv ve Kaynaklar

Dünya altın rezervinin 1.900 milyon troy ounce (59.090 ton) olduğu tahmin edilmektedir. Bu miktarın %60'ı Güney Afrika'da 15'i Rusya'da ve geri kalan kısmı da diğer memleketlerde bulunmaktadır. Bugünkü üretim devam ettiği takdirde 25 yıl sonra dünya rezervinin tükeneceği saptanmıştır. Eldeki altının ise büyük bir kısmı devletlerin kontrolünde veya özel bankalarda bulunmaktadır. Şahısların ellerinde bulunan altın miktarı bilinmemekle beraber 1 milyar onz (31.100 ton) civarında olduğu tahmin edilmektedir. Böylece eldeki altının, henüz elde edilmemiş altından daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

#### Jeolojisi, Jeosimisi ve Tabiatındaki Dağılımı:

Nötron - Aktivasyon metodu ile yapılan araştırmalarıla, arz kabuğunun 1-6 ppb (ortalama 3,5 ppb/ton) altın ihtiva ettiği sonucuna varılmıştır. En fazla sedimanter kayalarda (kumtaşlarında) görülmektedir. Magmatik kayalarda daha azdır. Bazik kayaların, asit kayalardan daha fazla altın ihtiva etmesine rağmen, altın yataklarının hemen hepsi asit

Altın madenciliği Amerika'da 1800 yıllarında North Carolina'da; Avustralya'da 1849 ve Güney Afrika'da 1870 yılında başlamıştır. O zaman altın genellikle plaserlerden değişik hidrolik teknikleriyle elde edilmekte idi. Siyanürleme metodu 1890 yıllarında başlamıştır. Bugüne kadar yapılan dünya istihsalinin 1/3 kadarı son 25 yıl içinde elde edilmiştir.

karakterli intruzyonlara yakın yerlerde dir. Altın yatakları en eski kayalarda olduğu gibi çok yeni kayalarda da bulunmaktadır. Yatak tipleri genel olarak magmatik, kontak metamorfik, raplasman ve çatlak dolgusu şeklindedir. Alterasyon ve erozyon altının primer yataktan ayrılmasını sağlamakta ve bilhassa plaser yatakları oluşturmaktadır.

50 tip kayaçta yapılan analiz sonucunda; Magmatik kayalarda 0.2 - 73 ppb arasında (ortalama 3 ppb), plutonik kayalardan granitte 2.8 ppb; siyenitte 2,5 ppb, dioritte 3,5 ppb; gabroda 5.4 ppb; ve dunitte 8.2 ppb olarak tespit edilmiştir.

Vulkanik kayalarda riyolitte 12; trakitte 6,5, andezitte 5.2, ve bazalıtta 3.2 ppb olduğu görülmüştür.

Sedimanter kayalarda 0.3 - 41 ppb arasında değişmektedir. Ortalama 5.0 ppb olarak kabul edilmektedir. Sedimanter kayalardan kumtaşlarında ortalama 7.5 ppb; şeyllerde 3.9 ppb ve kalkerlerde 3.5 ppb. dir. Matemorfik kayalarda 0.86 - 22.4 ppb arasında ve ortalama 4.3 ppb olup, bunlardan gnaysta 1.8; şistte 5.0; kuvarsitte 4.8 ve mermerde ise 3.1 ppb altın tespit edilmiştir. Bununla beraber analizi yapılan kayaların bulunduğu bölgede altın yataklarının bulunuşu, sonuca tesir etmektedir. Doğu Amerikadaki gabro-granit arasındaki alkali provensinde altın muhtevası Batı Amerikaya kıyasla düşüktür. Genellikle altın, siyah şeyllerde, lateritik cevherlerde ve kömürlerde oldukça yüksek bulunmuştur.

Bazalıtta riyolite doğru kayaların ihtiva ettiği altın miktarı ise düşmektedir. Altere olmamış riyolitik kayalarda daha düşüktür. Bu durum belki de altının diferansiyasyon esnasında azaldığını göstermektedir. Altere kayalarda daha yüksek oluşu, sekonder olarak yerleşmesinden olabilir. Bu sebepten arama işleminde jeosiminin rolü büyükmektedir.

Aktif termal sularda bir miktar altın olduğu bilinmektedir. Yüksek derecede altın ihtiva eden sinters'ler aynı zamanda yüksek miktarda arsenik antimon ve civa da ihtiva etmektedir.

Riyolitlerden çıkan sıcak sularda altın miktarı düşük bulunmuştur.

Demirce zengin meteoritlerdeki altın miktarı ortalama 0.67 - 1.3 ppm arasındadır; yani arz kabuğundan 150-300 defa daha fazladır. Arzın çekirdeğinin kimyasal olarak demir meteoritlere benzer olduğu tahmin edilmektedir.

Mantonun bir parçası olduğu sanılan demirce zengin dunitler, arz kabuğundan 2 defa, daha fazla Au ihtiva eder.

Cevher yataklarında altın genellikle pirit ve sülfürlü minerallerden gümüş ve bakırla beraber bulunmaktadır. Hemen her altın yatağı bir miktar gümüş, ve gümüş madenleri

de fazla miktarda altın ihtiva etmektedir. Bakırlı cevher yatakları ise talı miktarda Au ihtiva etmektedir.

Altın yatakları daha ziyade felsik veya nötr magmatik kayalarla beraber bulunmakta; ve genellikle silisçe veya alüminyumca zengin sedimanter veya metamorfik kayalarda karbonatlı kayalardan daha fazla görülmektedir. Bununla beraber Nevada'daki Carlin ve Cortez altın yatakları killi dolomitik kılkerlerdedir.

Altın arz yüzeyindeki kayaların ayrışması sonucu açığa çıkmakta ve çok dayanıklı olduğundan plaser olarak bulunmaktadırlar. Altın  $MnO_2$  in mevcut olduğu HCl de eriyebilecekte, fakat bu durum tabiatta çok nadir olarak görülmektedir (Krauskopf, 1951). Deniz suyu ortalama 0.05 ppb. altın ihtiva etmektedir.

Termal sular diğer sulardan daha fazla altın ihtiva ederler.

Bitkilerde bir miktar altın olduğu eskidenberi bilinmekte idi. Bu meyanda yapılan çalışmalarla bitki küllerinde altın tespit edilmiştir. Hümüsçe zengin ormanlardaki toprakta altın daha fazla toplandığından, bu tip toprakların analizi, altın prospeksiyonu için faydalı olabilmektedir. Ana kayaçtan, ağaçlar tarafından alınan altın, bitki hücrelerine yerleşebilmektedir. Bitki köklerinde tespit edilememesine rağmen, yaprakların da bir miktar altının toplanabildiği sonucuna varılmıştır. Tabiattaki altın siyanür, kökler vasıtasıyla kolayca alınmakta ve yapraklara iletilmektedir. Yapraksız bitkilerde de (mantar v.s.) bir miktar hidrojen siyanür tespit edilmiştir. Eğer bitkilerin bulunduğu toprakta altın mevcutsa, bunu biokimyasal olarak tespit etmek olanağı vardır. Dökülen yapraklar ve organik artıklarla hasıl olan toprakta altın konsantrasyonuna rağmen, gelecekte bundan faydalanmak mümkün olabilecektir. Böyle yerlerden alınacak organik maddece zengin toprak numunesinin 15-30 cm. derinden olması ideal kabul edilmektedir. Bu gibi prospeksiyon analizlerinde atomik absorpsiyon metodu kullanılmaktadır; zira bu metod çok sayıda numunenin analizi için elverişlidir. 2-15 gr. numunenin yeterli olduğu bu metod, altın taneciklerinin dağıldığı plaser yatakları için kifayetsizdir. Plaserlerden asgari (100) gr. numune iyi sonuç vermektedir. Bu şekilde deteksiyon limiti 0,005 ppm. a kadar inebilmektedir.

#### Mineralojisi:

Altın küp sisteminde kristallenir, tabiatta genellikle metal ve çeşitli alaşımlar halinde bulunmaktadırlar. Katı alaşımlar halinde en fazla gümüş, bakır, nikel, palladyum, ve platinle bulunmaktadırlar. Nabit altın dışında en önemli altın mineralleri tellüridlerdir. En az altını metallerin ihtiva ettiği görülmüştür. Altının içindeki gümüş miktarı genellikle %10-15 arasında değişmektedir. Gümüşten başka azami miktarda bulunabilen metaller şunlardır:

Element	azami	%	Oran
Cu		%	20.4
Fe	"	%	0.1
Bi	"	%	2.9
Sn	"	%	0.8
Al	"	%	0.1
Mn	"	%	0.002

Tabiatta altın ihtiva eden başlıca mineraller:

**Elektrum** (Au, Ag): %20'den fazla Ag ihtiva eder.

**Au:** %0-50 arasında değişmektedir.

**Porpezit** (Au, Pd): %5-10 Pd. ihtiva etmektedir.

**Rodit** (Au, Rh): %34-43 Rh. ihtiva etmektedir.

**Auri kuprit** (Altınlı bakır) (Au, Cu<sub>2</sub>): Üç çeşiti bilinmektedir. Au-Cu; ve Au Cu.

**Aurosmirid** (Altınlı osmiridyum): Au: %19.3

**Altın - Amalgam:** (Au<sub>2</sub>Hg<sub>3</sub>): Au: %34.2 - 41.6 arasında değişmektedir.

**Maldonit:** Au<sub>2</sub>Bi. Au %64.5-65.1; Bi: %34.9 - 35.5

**Aurostibit:** (Au Sb<sub>2</sub>): Au: %43.5 - 50.9

**Krennerit:** (Au Te<sub>2</sub>): Au: %30.7 - 43.9

**Kalaverit:** (Au Te<sub>2</sub>): Au: %30.7 - 43.9

**Silvanit:** (Au, Ag) Te<sub>2</sub>: Au: %24.2 - 29.9

**Kostavit:** (Cu Au Te<sub>4</sub>) Au: %25.2

**Petzit:** (Ag, Au Te<sub>2</sub>): Au: %19 - 25.2

**Hessit:** (Ag<sub>2</sub> Te): Au: %4.7

**Montbrayit:** (Au<sub>2</sub> Te<sub>3</sub>): Au: %38.6 - 44.3

**Nagyagit:** (Pb<sub>5</sub> Au (Te, Sb)<sub>4</sub> S<sub>5-8</sub>) (?): Au: %7.4 - 10.2

**Aurobizmutinit:** (Bi, Au, Ag)<sub>5</sub> S<sub>6</sub> (?): Au: %12.3; Ag: %2.3.

Yapılan araştırmalar sonucu tabiatta azami miktarda altın ihtiva eden element ve mineraller ise şunlardır:

**Arsenik:** As azami 150 ppm. Au ihtiva etmektedir

**Bakır:** Cu azami 200 ppm. Au ihtiva etmektedir

**Iridosmin:** (Os, Ir) azami 800 - 1000 Au ihtiva etmektedir.

**Plâtin:** Pt azami 1000 ppm. Au ihtiva etmektedir.

**Platiniridyum:** (Ir, Pt) azami 200 ppm. Au ihtiva etmektedir.

**Arjantit:** Ag<sub>2</sub> S azami 200 ppm. Au ihtiva etmektedir.

**Altait:** (Pb Te) azami 400 ppm. Au ihtiva etmektedir.

**Kalkopirit:** (Cu Fe S<sub>2</sub>) azami 20 ppm. Au ihtiva etmektedir.

**Pirit:** Fe S<sub>2</sub> azami 200 ppm. Au ihtiva etmektedir.

**Sfalarit:** (Zn, Fe) S azami 500 ppm. Au ihtiva etmektedir.

**Antimonit:** (Sb, S<sub>3</sub>) azami 20 ppm. Au ihtiva etmektedir.

Dünyada muhtelif yerlerden alınan metal altın numunelerinde yapılan analizler, altının saf olmadığını ve tabiatta saf altının bulunamayacağını göstermiştir. En fazla bulunan elementlerden Ag, Cu, ve Fe olduğu görülmüştür. Bunlardan başka sırasıyla: Pb, Ti, Al, Sb, Hg, V, Bi, Mn, Si, As, Sn, Mg, Ni, Ca, Zn, Pd, Pt, Te, B Co, Cr, Mo, Cd, Rh, Sr, W, Zr olmak üzere (30) element tespit edilmiştir.

Plaser yataklarda altının saflığı ana kayaçtan uzaklaştıkça ayrışma sebebiyle artmaktadır. Öyle ki; karışım miktarı denizdeki plaserlerde asgariye inmektedir. Buna göre tabiatta bulunan altın parçasının dış kısmı içerisine kıyasla daha saf olacağı sonucu çıkmaktadır.

#### Yataklanma Şekilleri

Emmons (1973) altın yataklarını şu şekilde sınıflandırmıştır:

- 1 — Ortomagmatik yataklar
- 2 — Pegmatitik yataklar
- 3 — Pirometasomatik yataklar
- 4 — Hipotermal yataklar
- 5 — Mesotermal yataklar
- 6 — Epitermal yataklar
- 7 — Soğuk solüsyonlardan oluşan yataklar (Bu tip yataklardan ekonomik değeri olan yatak bilinmemektedir).
- 8 — Sedimanter yataklar.

Yeryüzünde bilinen ekonomik altın yataklarını ise şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- 1 — Altın - Kuvars damarları: Bu tip yataklar esas olarak hidrotermal kuvars ve altın damarları olup yankayacın raplasmanı ile meydana gelmiş, veya çatlak zon boyunca boşlukları doldurmuştur. Amerika, Kanada, Alaska, ve Avustralya'da bu tip yataklara rastlanmaktadır. Büyüklükleri çok değişik olup, çok derinlerde oluşabilirler. Amerika'da South Dakota'daki Homestake altın madeni bunların en büyüğüdür. Dünya üretiminin %25'i altın kuvars damarlarından elde edilmektedir. Sibirya'daki yatakların da çoğu bu tiptir, ve Prekambriyen yaşlı kayalardadır. Prekambriyen yaşlı kayaların bu tip altın yatakları için elverişli olduğu fikri de hakimdir.
- 2 — Epitermal (Bonanza) Yataklar: Bu tip yataklar en fazla Amerika'da bulunmaktadır. Diğer memleketlerden Meksika, Romanya, Filipinler, Yeni Zelanda ve Japonya'da da rastlanmıştır. Bu yataklar hidrotermal kuvars damarları, karbonatlar, barit ve fluorit ihtiva eden altın veya altın telluridlerinden ibarettir. Bunlar genellikle boşlukların doldurulmasıyla meydana gelmişlerdir ve çoğu da fazla altere olmuş Tersiyer yaşlı volkanik kayalardadır ve genellikle 300-500 m. derinlerde oluşmuşlardır. Fazla derin olmayan Bonanza yatakları, büyük miktarda altın ve gümüş ihtiva edebilirler. Bu tip yataklar Mısır ve Balkanlarda olduğu gibi binlerce yıldan beri işletilmektedir. Amerika'da istihsalde önemli bir yer tutan Bonanza yataklar bugün hemen hemen kalmamıştır. Yüzeyle çok kolay bulunabilen bir yatak tipi olduğundan bugün dünyada çok azalmıştır. Bundan sonra da bu tip yatakların bulunabilme imkânı pek kalmamıştır.
- 3 — Genç Plaserler: Genç plaser yataklarına en iyi misali, Sierra Nevada'da (U.S.A.) Yuba Rivers, Alaska'da Yukon River; Kanada'da Klondike; Sibirya'da Lena, Yenisey, ve Amur Nehirleri ile Bolivya, Peru, Ekvator ve Kolombiya'daki And Dağlarının doğu etekleri teşkil eder.  
Genç plaser yatakları çimentolanmamış veya yarı çimentolanmış kum ve çakıllarda az miktarda nabit altınla beraber diğer ağır minerallerden ibarettir. Yurdumuzdaki Salihli - Sart plaser yatağı da burada mütalâa edilebilir. Bunların çoğu dere yatakları olup, dere vadisi boyunca veya taraçalar şeklindedir. Çok az bir kısmı ise plajlardadır. En zengin plaser yatağı bir kaç gr/ton altını geçmemektedir. Plaser yatakların bulunmaları ve işletilmeleri kolaydır. Dünya istihsaline %25-30 miktarında bir katkısı olmuştur. En eski bilinen yatak tipidir. Bugün plaserlerden elde edilen altın miktarı her geçen gün azalmaktadır. Zira bilinmeyen plaser yatağı hemen hemen kalmamıştır. Rusya ve Kolombiya'daki plaser yatakları önemli bir yer tutarlar ve dünya üretiminin %5-10'unu verirler.
- 4 — Fosil Plaserler: Fosil plaserler için en iyi misali, Güney Afrika Cumhuriyeti, Gana ve Brezilya'daki yataklar teşkil eder. Buralardaki fosil plaserler prekambriyen yaşlı, konglomera şeklinde ana kayacın bir parçası olmuştur. Bu konglomeralar ağır ve dayanıklı minerallerden altın, uraninit, ve platin grubu metalleri ihtiva eder. Bu tip yataklar büyük ve oldukça istikrarlı olup, daha ziyade Brezilya, Afrika - Arabistan, Kanada, Avustralya, Hindistan ve Sibirya gibi kalkını olan yerlerde bu-

lunma şansı büyüktür. Amerika'da fosil plaser yatakları bilinmemektedir.

- 5 — Denizel (= Marine) Plaserler: Denizel plaserlerden bugün altın ihtiva eden bir yatak olmamasına rağmen, dünyanın bazı yerlerinde okyanus tabanındaki sedimanların altın ihtiva ettiği bilinmektedir. Buradaki altının önemli bir kısmı karalardan nehirlerle okyanuslara taşınmış ve okyanus tabanına klastik sedimanlarla birlikte yerleşmiştir. Buradaki altının bir kısmı da belki okyanus tabanındaki altın ihtiva eden sediman veya kayalardan geldiği sanılmaktadır. Bugün denizel plaserlerden doğrudan altın üretilen bir yatak yoksa da, Malezya'da deniz plaserlerinden kalayla beraber yan ürün olarak az miktarda altın istihsal edilmektedir. Deniz dibinde en yaygın bir şekilde altın bulunan yataklar Bering denizinin kuzeyindedir. Buradaki altın miktarının 30 100 ppb. olduğu saptanmıştır. Bundan başka Kuzey California kıta sahanlığının birkaç yerinde 10 - 390 ppb. altın bulunduğu tespit edilmiştir. Tayland ve Endonezya'daki deniz plaserlerinde elde edilen kalayda az miktarda altın tespit edilmiştir; fakat ekonomik olmadığı anlaşılmıştır. Avustralya'da sahil plaserlerinden titan, ilmenit ve rutil; Seyland'da sahil plaserlerinden ilmenit istihsal edilmektedir. Bu sahil plaserlerinde ekonomik değerde altın bulunmadığı anlaşılmıştır.
- 6 — Disseminasyon tipi Altın Yatakları: Bugün disseminasyon tipte altın yataklarına en güzel örneği, Nevada'daki (U.S.A.) Carlin ve Cortez altın yatakları teşkil etmektedir.  
Carlin tipi altın yataklarının Tersiyer sonrası tektonik, volkanizma ve hidrotermal faaliyetle yakından ilgilidir. Tipik primer cevher ince tabakalı killi organik madde ihtiva eden karbonatlı kayaç olup, serpinti şeklinde silis ve pirit mevcuttur. Kayaç ilk bakışta cevhersiz görünümündedir. İçindeki altın tanecikleri birkaç mikron büyüklüğündedir. Çok küçük altın taneciklerinin sert kayaçların yüzeyinde bulunuşları belki de altınca doygun olan eriyiklerin ani çökmesiyle izah edilmektedir. Carlin altın yatağı Au - Hg - As - Sb elementleri arasında bir korelasyon göstermektedir. Diğer elementlerden Ba, Cu, Pb, Zn, Mo, B, W, Se ve Te arasında ise zayıf bir korelasyon göstermektedir.  
Carlin'de kuvars ve altının 175-200°C arasındaki solüsyonlardan çökeldiği fikri hakimdir. Asit karakterli solüsyonlar kalsiti çözerek yerine SiO<sub>2</sub> ve altını çöktürmüştür. Au, Hg, Sb, ve As ince taneli pirit ve killer tarafından adsorbe edilmiştir.  
Cortez, 1966'da bulunmuştur. Çok ince taneli (0,01-10 mikron) altın burada da killi ve karbonatlı dolomitik kalkerlere dağılmıştır. Gerek Carlin ve gerekse Cortez'de ana kayaç silüryen yaşlıdır. Ortalama altın miktarı 10 gr/ton civarındadır. Bu tip yataklar yüzeyle fazla belirti göstermediklerinden, belki de dünya'da daha bu gibi yatakların mevcut olduğu sanılmaktadır. Amerika'da Carlin tipi yataklardan Nevada'da 13, Utah'ta 1, Idaho'da 1 yerde daha tespit edilmiştir.
- 7 — Yan Ürün olarak elde edilen altın: Altın genellikle baz metallerle beraber bulunmakta ve yan ürün olarakta bu metallerden elde edilmektedir. Bu tip cevherlerde altın miktarı 1 gr/ton'dan azdır. Bununla beraber bu cevherlerden elde edilen altın miktarı önemli bir yer tutmakta-

dır, zira bu cevherler büyük miktarda işletilmektedir. Yan ürün olarak elde edilen altının %80'ni bakır, ve %20'si kurşun-çinko ve bakır kompleks cevherlerinden elde edilmektedir. Amerika altın istihsalinin %40-50'ni yan ürün olarak elde etmektedir. Dünyanın en büyük porfiri bakır yatağı olan Bingham (Utah, U.S.A.), açık işletmesi Amerika'da yan ürün olarak elde edilen altının %50'ni vermektedir. Dünya altın istihsaline ise ancak %5-10 arasında yan ürün olarak elde edilmektedir.

#### Oluşumu

Yapılan çalışmalar sonucunda primer altının başlıca iki şekilde taşındığı ve yatakladığı benimsenmiştir. Bunlardan birincisi altının altın-klorür bileşikler şeklinde; diğeri ise altının alkalın sülfür solüsyonlarından, sülfür bileşikler şeklinde taşınabileceğidir.

Altın 300° C kadar asit klorür ve alkalın sülfür solüsyonlarında eriyebilmektedir.

Krauskopf (1951) a göre altın alkalın sülfür solüsyonlarında erimiş olarak (Au S) şeklinde olduğu gibi, asit klorür solüsyonlarında da klorür bileşikler halinde taşınabilmektedir.

Weissberg (1970), altının yüksek sıcaklıktaki sülfür solüsyonlarında, klorür solüsyonlarından daha fazla eriyebileceğini deneysel olarak göstermiştir. Her iki hal de şartlara göre değişmektedir. Bununla beraber yapılan çalışmalar ve kayac alterasyonu göstermiştir ki; tabiattaki şartlar kolayca değişmemektedir. Sistemdeki thio (sülfür) bileşikler HS<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>S veya S<sup>2-</sup> şeklinde olabilmektedir ki bunlar arasında en büyük ihtimal HS<sup>-</sup> ionudur. Rytuba ve Dickson (1974) a göre klorit ionları altın taşıyamazlar; fakat NaCl - H<sub>2</sub>O solüsyonunda pirit ve kuvars tesiriyle muhtemelen altın sülfür kompleksi (Au H S)<sub>2</sub> olarak bulunabilirler. Altın yataklanmalarında solüsyonun pH değeri de önemlidir. pH in nötr olduğu yerlerde Au (HS)<sub>2</sub><sup>1-</sup>; ve alkali olduğu yerlerde de Au<sub>2</sub> (HS)<sub>2</sub> S<sup>2-</sup> hakim olmaktadır. pH in nötre yakın olduğu ve Au (HS)<sub>2</sub> kompleksinin fazla olduğu yerlerde hidrotermal cevher solüsyonlarında kükürtlü kompleksler halinde altın taşınabilmektedir. Bu durumda ısı genellikle 300°C geçmez. Altının çökmesi, sistemin ısısına, basıncına, pH değerine ve oksidasyon potansiyeli ile toplam kükürt konsantrasyonuna bağlıdır. Aşağıdan gelen cevher eriyiklerinin ısı düştükçe altın ve beraber bulunduğu sülfürlerin çökmesi kolaylaşmaktadır. Asit miktarının artması ve ısının düşmesiyle pH'te düşeceğinden, yan kayac alterasyonu görülecektir. Hidrotermal eriyikler yukarı çıktıkça yüzey suları ile karışacağından sistemin oksidasyonu artacak, kükürdün etkisi azalacak ve pH değeri düşeceğinden, altının çökmesine sebep olabilecektir. Kükürdün etkisi azaldıkça, yan kayac alterasyonu etkisi ile pirit ve diğer metal sülfürlerin çökme işlemi tamamlanmış olacaktır.

pH'i nötre yakın olan cevherli bir eriyik, açık bir zona eriştiğinde basıncın ve sıcaklığın 250°C tan daha aşağı düşmesi ile bir miktar altını çökeltecektir. Isı 250°C tan fazla olunca basıncın azalması, erime kabiliyetini arttıracak, fakat altın çökeltilecektir.

Hidrotermal altın yataklarının pH'i nötre yakın olan cevher solüsyonlarından oluştuğu kuvvetle muhtemeldir. Hidrotermal cevher yataklarının oluşumunda altının sülfürlü ve klorlu bileşiklerinin oynadığı rol, aktif jeotermal sahalar da görülen metalce zengin yataklanmaların şartları sebep

olmaktadır. Buna en güzel misal, Yeni Zelanda'daki aktif jeotermal sahada görülen altın-gümüş cevherleşmesi gösterilebilir ki halen 55 ppm. altın teşekkül etmektedir.

Sonuç olarak denilebilir ki, altın hidrotermal eriyiklerde hem sülfür ve hemde klor bileşikler halinde taşınabilmektedir; fakat birçok hallerde kükürtlü bileşikler şeklinde taşınmaktadır. Isının 400°C üzerinde olduğu zamanlarda klorlu bileşikler önem kazanmaktadır.

Birçok altın yataklarındaki altın tellüridler bulduğu cevher eriyiklerinde tellürlü altın çeşitlerinin de önemli olduğunu göstermektedir. Tellürit ionlarından sadece Te<sub>2</sub><sup>2-</sup> dayanıktır. Kompleks olanlardan Au (Te<sub>2</sub>)<sup>-</sup>, Au<sub>2</sub> (Te<sub>2</sub>)<sup>0</sup> ve Au (Te<sub>2</sub>)<sub>2</sub><sup>3-</sup> bulunabilmektedir. Ag<sup>+</sup> in tellürlü bileşiklerinden Ag<sup>+</sup> ve daha az görülen Cu<sup>+</sup> ile gümüşlü altın tellüritlere de rastlanmaktadır.

Bilhassa epitermal altın yataklarında arsenik ve antimonla altının jeokimyasal olarak beraber oluşu, arsenikli ve antimonlu kükürt komplekslerinin de [Au (As S<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]<sup>0</sup>, Au (As S<sub>2</sub>)<sub>2</sub><sup>2-</sup>, Au (Sb<sub>2</sub> S<sub>4</sub>)<sup>-</sup>] gibi bazı hidrotermal cevher eriyiklerinde altının taşınmasında önemli olduğunu göstermektedir. Carlin'de altının solüsyonlarla klorür bileşiği halinde silis ve piritle beraber taşınmış olduğu ve 175°C ta çöklediği tahmin edilmektedir. Isı düştükçe altın, pirit ve kuvars çökelmiştir. Diğer taraftan pH in artmasıyla altın ve pirit kuvarssız olarak çökelmiştir.

Termodinamik çalışmalar, genellikle altının hidrotermal eriyiklerde altın-klorür bileşiği (Au Cl<sub>2</sub>)<sup>-</sup> olarak taşındığını göstermektedir. (Helgeson ve Garrels, 1968).

Altın Au Cl<sub>2</sub><sup>-</sup> halinde de taşınmış olsa organik bileşiklerle altın organik bileşikler meydana getirir.

Altın cevherleşmesinin çökmesinde ve disseminasyonunda önemli rol oynayan faktörler 4 tanedir.

1. Ana kayac bol miktarda organik maddenin bulunuşu.
2. Solüsyon sıcaklığı
3. Solüsyonun pH değeri
4. Sistemin oksidasyon durumu.

Carlin'deki cevher yatağı raplasmandır. Yani karbonatlı kayacda eritilen kısma yerleşmiştir. Gelen eriyikler asit karakterli idi. Karbonatlı kayacdaki karbon ve organik karbon toplamı %2-7 arasındadır. Oksitlenmiş cevherde ise karbon miktarı yok denecek kadar azdır. Çok ince taneli amorf karbon, altın klorür solüsyonlarındaki altını adsorbe ederek çökmesini sağlamıştır. Buradaki karbon muhtemelen, kısmen oksitlenmiş linyit (Leonardit) ten gelmektedir. Bu durum burada tespit edilen hümüs asidinden anlaşılmaktadır.

#### Hümüs asidinin altın getiren solüsyonlara etkisi:

Oksitlenmiş zondan alınan altın cevherde siyanür metodu ile %95 lik bir sonuçla altını alınabilmekte iken, aynı cevhere bir miktar hümüs asidi ilâve edildiğinde sonuç %21'e düştüğü görülmüştür. Bu da humus asidin altının çökmesinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

#### Organik madde ile altının ilgisi

Altın miktarının yüksek olduğu karbonlu cevherde serbest altın bulunamamıştır. Halbuki karbon miktarının az olduğu, kil ve kuvarsin fazla olduğu kısımlarda çok küçük parçalar halinde altın görülmüştür. Bu durum altının, organik madde ile kimyasal bir bağlantısını göstermektedir. Bununla beraber altının organik bileşiği bilinmemektedir.

## Diseminasyon ve Raptasman tipi altın yataklanması için elverişli kayaçlar

Karbonatlı ve dolomitik kalkerli şeyl'lerin elverişli olduğu görülmektedir. Bu tip yataklanmalarda aşağıdaki hususlar önemlidir:

1. Kayaçlardaki kimyasal ve mineralojik benzerlik.
2. Karbonlu materyalin bol oluşu.
3. Solüsyonların kolay çıkması için dik ve dikeye yakın fay ve ezilme zonları.
4. Hidrotermal solüsyonlara kaynak olabilecek intrusif kayaçlar. (Bu tip kayaçlarda Devonien'den daha genç olanlar daha önemli kaynak teşkil etmiştir).
5. Arazide gözle görülebilen hidrotermal alterasyon.

### Arama Tekniği:

Bate, en kolay, ucuz ve en garantili altın yatağı arama tekniğidir. Ağır ve dayanıklı oluşu, rengi, altının bate ile aranmasını kolaylaştırmaktadır. Bate'de görülebilir kadar büyük olması tanınmasında yeterlidir. Çok ince taneli olduğu veya altının tellüridlerle veya diğer metallerle beraber bulunduğu hallerde batenin önemi azalmaktadır. Bu sebeple beraber bulunduğu ağır minerallerin de altın analizi yapılmasında fayda vardır. Bu durumda tespiti için pahalı ve zaman alıcı olmasına rağmen kupelasyon (= fire assay) en geçerli tayin usulü olmaktadır. Nötron aktivasyon ve atomik absorpsiyon spektrofotometre ile yapılan analizler daha süratli ve ucuz olduğundan genel prospeksiyonda tercih edilmektedir.

Jeolojik olarak Prekambiyen yaşlı yeşil kayaç - iranit asosiyasyonunun bulunduğu yerlerle; konglomera ve kumtaşları önemli görülmektedir. Baz metaller ve porfiri bakır yatakları da önemli olabilmektedir. Havadaki civa buharlarının dahi mevcudiyeti, altın yataklarını bulmada öncü olabilmektedir. Bütün bunların yanında "Altın her yerde buluna bilir" prensibinden hareket ederek aranması en doğru yol olmaktadır.

Genellikle kuvars ve kalsit damarlarıyla ezilme zonları ve bilhassa silisleşen kalkerler yüksek değer vermektedir.

Plaser yataklarda en fazla altın, aluvyal koninin ortalarında toplanmaktadır. Plaserlerde altınla beraber ağır minerallerden manyetit, ilmenit, disten, zirkon, rutil, kalay, monazit, kromit, plâtin grubu metalleri ile uraninit ( $U_3O_8$ ) en fazla rastlanan minerallerdir. Bütün bunların değerlendirilmesi plaser yatakların ekonomik potansiyelini artırmaktadır.

Tabii suların analizi, altının hidro-kimyasal olarak prospeksiyonunda ümit verici olmamıştır.

### Geleceği:

Eşkıdenberi para karşılığı olarak kullanılması ve sanayideki önemi, kıymetli eşya olarak muhafazası, okside olmayışı ve dış etkenlere karşı dayanıklı oluşu, altının değerini korumuş ve önemini artırmıştır.

Altının kıymetli ve süs eşyası olarak satın alınması artmaktadır. Diğçilikte altın yerine başka metallerin kullanılacağı düşünülürse, gelecekte bu miktar düşebilecektir. Altın fiyatları artmaya devam ederse endüstri alanında başka metallerin kullanılması tercih edilecektir. Dünya altın ihtiyacı az da olsa artmaya devam edecektir.

Bugün bilinen rezervler 2000 yılında da ihtiyaca cevap verebilecek durumdadır. Bu arada yeni altın yatakları da bulunacaktır.

Denizlerde de altın yatakları mevcut olduğuna göre, bu yöne doğru da araştırmalar gelişecektir.

### Türkiye'deki Altın İmkânları:

Altın her tip kayaçta, ve hemen her türlü şartlarda oluşabilmektedir. Çok dayanıklı ve tabiatta uzun müddet kaldığından her yerde beklenebilir. Bugün altın zuhuru bulunmayan memleket yok denecek kadar azdır. Bununla beraber dünya altın ihtiyacını sadece birkaç memleket karşılamaktadır.

İnsanoğlu tarih boyunca altın aramıştır. Bu arama gözle olmuştur. Bu sebeple en fazla plaserler ve yüzeyde görülebilen altın damarları benimsenmiştir. Daha sonraları beraber bulunduğu diğer metaller önem kazanmıştır. Bugün bilinmeyen birçok mikro altın yataklarının olması gerekmektedir.

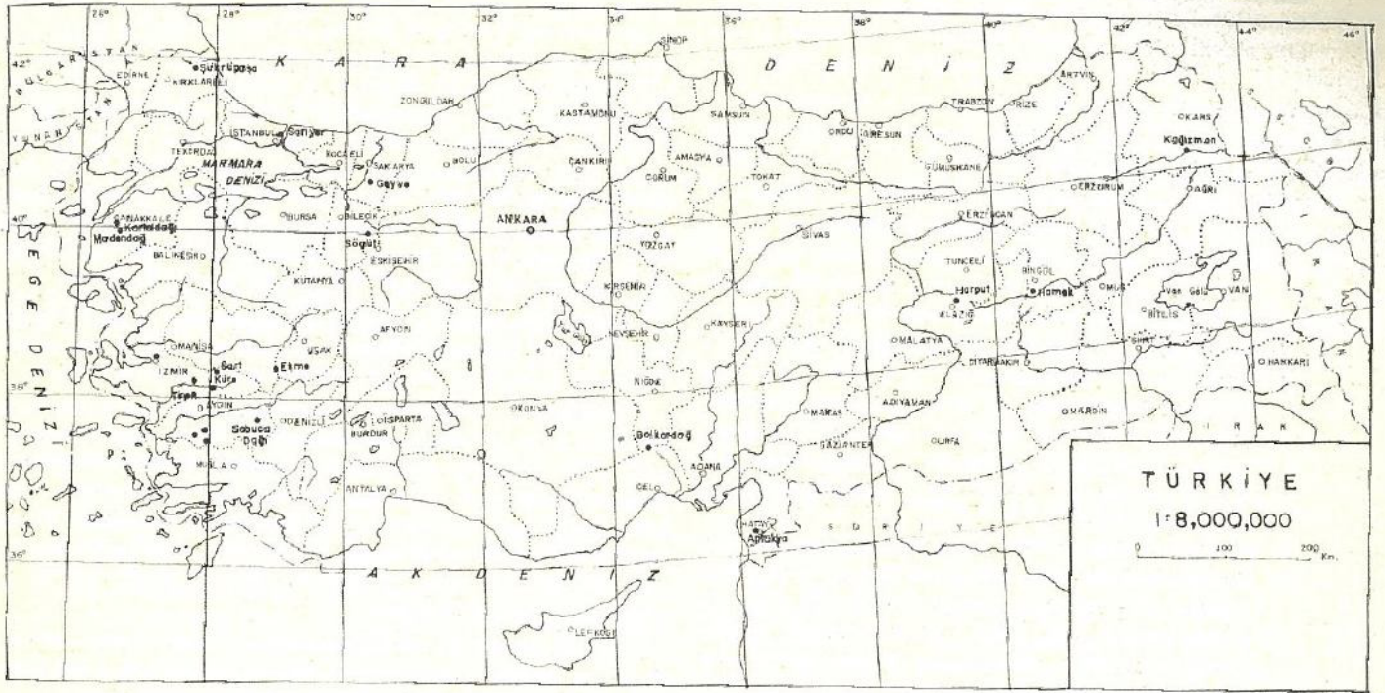
Türkiye'deki altın yatakları eskidenberi bilinmekte, ve bir çoğu da işlenmiş haldedir (Ek - 1). İşlenmiş olan yataklarda cevherin tamamı alınmamışsa da kalan kısım ekonomik olamamaktadır. Bu yataklar primer ve sekonder olmak üzere iki sınıfta toplanabilir. Primer yatakları da birkaç grupta toplamak mümkündür. Bellibaşlı olanları şunlardır:

### A — Primer Yataklar:

1 — Altınlı kuvars — arsenopirit yatakları; Menderes Masifinde en fazla görülen bu tip yataklar genellikle mikasist ve gnayslar içinde adeseler şeklindedir. Hidrotermal menşeylidirler. Bu damarların bulunduğu gnayslar Paleozoik devrinin sonlarına doğru meydana gelen ve hidrotermal solüsyonların harekete geçtiği bir zamana rastlıyan granitlemelerle ilgili olması kuvvetle muhtemeldir. Bu tip yataklara misal:

- a) Ödemiş - Tire sahası: Bölgede birçok küçük arseno - pirit ve kuvars damarları bilinmektedir. Arsenopirit zuhurlarının hemen hepsi birkaç cm. ile birkaç metre arasında damarcıklar veya adeseler şeklindedir. En yoğun olduğu yer belki de Küre (Ödemiş) dir. Şistlerle beraber kitle halinde ortalama altın miktarı ekonomik nitelikte olabilirse işletme imkânları doğabilir. Ne varki altın sadece kuvars-arsenopirit damarlarında olduğundan ve bu damarlar ise kâfi bir rezerv teşkil edemediğinden ekonomik olmaktan uzak görünmektedir. Arsenopitlerden başka sülfürlü diğer mineraller yok veya çok azdır.
- b) Sobuca dağı: Aydın'ın güneyindeki Sobuca dağı muntakasında altın ihtiva eden birçok arsenopirit - kuvars damarları bilinmektedir. Kuvars damarlarının uzunlukları birkaç metre ile 150 m. arasında değişmektedir. Altın daha ziyade arsenopitlerle bulunmaktadır. Bir miktar gümüş te mevcuttur. Ekonomik olabilecek bir yatak tespit edilememiştir.
- c) Kula'dan başlayarak Eşme'den Milas'a uzanan Menderes Masifi dışı zonu: Küçük damar ve adeseler şeklinde arsenopirit - kuvars damarları Menderes Masifinin batısındaki arsenopitli kuvars damarlarına çok benzerler. Bunlar biraz daha dağınık ve daha da küçük zuhurlardır. Ekonomik olabilecek nitelikte değildirler.

## TÜRKİYE'DE BİLİNER ALTIN ZUHURLARI



2 — Silisleşme ezilme zonları ve Tersiyer yaşlı dasitik akıntılar ve bacaları ile ilgili olan yataklar: Altın ihtiva eden pirit ve Cu - Pb - Zn gibi sülfürlü minerallerin bulunduğu kuvars damarları bu gruba dahildir. Bu tip yatak için en iyi misal dasitik breşten ibaret olan Arapdağı, (İzmir) ve Kartaldağı teşkil eder.

a) Arapdağı (İzmir): Arapdağı yamaçlarında damarlar halinde cevhere rastlanmıştır. Bu damarlardan en büyüğü üzerinde M.T.A. arama yapmıştır. Damar dasit için breşli ve dasitli kuvars damarlarından ibarettir. Gang minerali kuvars ve az miktarda da barittir. Sülfürlü minerallerden pirit, galen ve daha az miktarda da sfalerit ve kalkopirit olup, altın ve gümüş bu sülfürlü minerallerle bulunmaktadır. Piritlerle görülen altın daha azdır. Damar 7-10 gr/ton altın ve 45-50 gr/ton gümüş ihtiva etmekte ise de 150.000 ton civarında olan rezerv şimdilik ekonomik görülmemektedir.

b) Çanakkale bölgesi: Bölgede 1. ci dünya harbinden evvel "Astyra Gold Company" adında bir İngiliz şirketi çalışmıştır. Birbirinden birkaç km. mesafede iki eski yatak bilinmektedir. Bunlardan:

1. Madendağ: Altının bulunduğu paeozoik şistlerde bir breş zonu mevcuttur. Doğuya doğru dasit ve andezitler uzanmaktadır. Cevherleşme belkide Tersiyer yaşlı dasitlerle ilgilidir. Cevher piritle beraber breş zonunu takip etmektedir. Altından başka az miktarda gümüş te tespit edilmiştir. M.T.A.'nın yaptığı çalışmalar sonucu ümit verici bulunmamıştır.

2. Kartaldağ: Madendağ'ın 5 km. SE'dedir. Dasitik lavlar içinde altere olmuş zonlar mevcuttur. Kaolinle-

şen dasitlerin alt kısımlarında piritli zonda oldukça iyi miktarda altın tespit edilmiştir. İki fazda oluşan piritin birinde altın çok az olmasına rağmen, diğerinde oldukça fazladır. Altınla beraber bir miktar gümüş te mevcuttur. M.T.A.'nın çalışmaları ile şimdilik ekonomik olamayacağı sonucuna varılmıştır.

3. Baz matalleri veya sülfürlü minerallerle beraber bulunan altın yatakları: Bazı metallerden bilhassa bakırla beraber bulunmaktadır. Memleketimizde bu tip yataklar az altın ihtiva etmektedir. Misal olarak Ergani, Murgul ve Küre gibi bakır yataklarından elde edilen altın gösterilebilir. Buralardan elde edilen altının bakır mı, yoksa piritte mi bağlı olduğu hususunda kesin bir araştırma yapılmamıştır.

Söğüt'teki antimonit ve selitle beraber primer olarak oluşan altın yatağı ile Bolcardağ'daki Pb S ve Zn S le beraber primer olarak oluşan altın yataklarını kısmen burada mulalâa edebiliriz.

4. Mikro altın yatakları: Henüz bilinmemekle beraber Türkiye'de mikro altın yataklanmasına elverişli yerlerin bulunduğu kuvvetle muhtemeldir. Diğer altın yatakları yüzye görüldüğünden, madencilğin beşiği olan Anadolu'da altın yataklarından geriye kalabilen sadece mikro altın yataklarıdır. Bu tip yataklar ancak hassas jeokimyasal metodlarla ortaya çıkabilecektir. Diğer tip altın yataklanmasına elverişli ortamın bulunduğu Türkiye'de mikro altın yataklarının teşekkül etmemesi için hiçbir sebep yoktur. Bunlardan başka, Çamarda (Niğde) sahasında limonitli şistlerde bir miktar altın tespit edilmiştir.

Istranca (Yıldız dağları) eteklerindeki Şükrüpaşa'daki bakırlı piritler bir miktar altın ihtiva etmektedir. Sarıyer (İstanbul) deki pirit ve kalko-piritler az miktarda altın ihtiva etse de ekonomik değerinin olmadığı anlaşılmıştır.

## B — Sekonder yataklar:

Sekonder yataklardan genellikle plaser yataklar anlaşılmaktadır. Bununla beraber;

Sekonder yatakları iki grupta toplamak mümkündür:

1. Karstik mağaralardaki sekonder yataklar
2. Plaser yataklar.

### 1 Karstik mağaralardaki sekonder yataklar:

- a) **Söğüt (Bilecik):** Altın iki şekilde oluşmuştur:
  1. Kalkerlerde tabakalanma veya 140° çatlaklar boyunca kloritleşmiş ve silisleşmiş damarlardaki antimonit ve selitle beraber oluşan altın. Kalkerlerdeki boşluklarda sekonder olarak toplanan altının buralardan taşındığı zannedilmektedir. Ekonomik değildir.
  2. Karstik boşlukları kil ve kumlarla beraber dolmayan sekonder altın. Genellikle küçük cepler halindeki altın miktarı 10-150 gr/ton arasında olmakla beraber 900 gr/ton altın ihtiva eden ceplere de rastlanmıştır. Yataklanma küçük olduğundan ekonomik olamayacağı sonucuna varılmıştır.
- b) **Bolkardağ:** Ulukışla'nın S'de Toroslardaki bu yatak Pb - Zn, Ag ve Au ihtiva etmektedir. Primer olan PbS ve ZnS cevherleşmesi mermerlerde olup, aplit dayakları ile ilgili olduğu sanılmaktadır. Mermerlerdeki derince dahımlı cevher zonu birkaç metre ile 20 m. geniş ve 6 km. kadar uzundur. Primer olan PbS ve Zn S cevherleşmesinde Au ve Ag miktarı düşüktür: Au ~ 2 gr/ton; Ag: ~ 30 gr/ton. Altının ve gümüşün yüksek olduğu yerler tabii mağaralardaki sekonder Pb CO<sub>3</sub> ve Zn CO<sub>3</sub> lardadır. Buradaki ortalama Au: 10 gr/ton ve gümüş 340 gr/ton civarındadır. Primer olarak oluşan Pb CO<sub>3</sub> ve Zn CO<sub>3</sub> lar da altın ve gümüş tespit edilememiştir. Cevher sahasında E-W yönünde uzanan Maden dereindeki plaserlerde ortalama 4 gr/ton altın mevcuttur. Genişçe bir alana yayılan bu plaserlerden de altın elde edilmesi mümkün görülmektedir. Sonuç olarak Bolkardağ'daki Au - Ag'in sekonder olduğu sonucu çıkmaktadır ki, işletmeyi daha da kolaylaştırmaktadır.

### 2. Plaser Yataklar:

Plaser yataklar, bulunması en kolay ve aranması en ucuz olan yatak tipidir. Memleketimizde bazı yerlerde plaser altın tespit edilmiş olmasına rağmen ekonomik değer taşıyanına henüz rastlanmamıştır. Bu ekonomik plaser yatağının bulunmadığı anlamına gelmez. Bugün bilinen plaser yataklarının belli başlı olanları şunlardır:

**Sart: (Salihli):** Eskidenberi üzerinde çalışılmakta olan plaser yataktır. Bölgede Sart ve Tabak çaylarındaki kumlarda ince taneli altına rastlanmıştır. Altın büyük bir ihtimalle Bozdağ eteklerinden gelmektedir. En fazla olarak Sart'tan Turgutlu'ya kadar uzanan plio-kuvaterner yaşlı genç konglomeralarda konsantre olduğu anlaşılmaktadır.

Çok ince taneli olan altın 50-400 mg/m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Yumuşak ve suda kolayca dağılan konglomeraların %20'sini iri çakıllar teşkil etmektedir. Altından başka ağır minerallerden manyetit, rutil, zirkon, ve çok az da kalay emaresine rastlanmıştır. 1-2 kg/m<sup>3</sup> rutil, 200-300 gr/m<sup>3</sup> zirkonun mevcudiyeti ile birkaç yüz milyon m<sup>3</sup> civarında bir rezerv düşünüldüğünde, üzerinde çalışması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ağır mineralleri aldıktan sonra konglomera hacminin %50'nin üzerinde yıkanmış temiz inşaat kumunu dahi değerlendirmek imkânı doğabilecektir. Bu yöndeki çalışmalar M.T.A. Enstitüsü tarafından yapılmaktadır. Burada görülen altın zerreciklerinden başka altının diğer ağır minerallerle de beraber bulunabileceği için, konsantrenin tamamında altın analizi yapılmasında fayda vardır.

**Geyve (Sakarya):** Geyve istasyonundan 5 km. mesafedeki Kinciler deresinde plaserlerde pirit ile beraber bir miktar altına rastlanmıştır. Eskiden kalma izabe ve curuf vardır.

**Antakya:** Antakya'nın yakınında Akıllı çay plaserlerinde altın mevcut olduğu bilinmektedir. Bazı araştırmacılara göre altın Kızıldağ yeşil kayaçlarından; bazılarına göre de civardaki Miosen konglomeralarından gelmektedir. Bölgede Akıllı çay, Kisecek çay ve Kel Hamit deresinde ortalama 0.3-0.8 gr/m<sup>3</sup> altın tespit edilmiştir. Ekonomik olamayacağı görüşü hakimse de bölgenin önemli oluşu, tekrar ele alınmasını gerektirmektedir.

**Harput (Elazığ):** Hüseyin köyü Harap Kuray deresinde plaser altına rastlanmıştır. Civardaki konglomeralardan geldiği zannedilmektedir.

**Hamek çayı (Bingöl):** Plaser olarak rastlanan altın çok ince tanelidir. Gnaylı masifin kenarında detaylı bir aramayı gerektirmektedir.

**Derhane - Kağızman (Kars):** Kağızman'ın 40 km. kuzeyinde Aras nehrinin kolu olan Ortakale taraçalarında Ruslar tarafından altın işletildiği bilinmektedir. 1947 yılında M.T.A. tarafından bazı çalışmalar yapılmıştır. Çok ince taneli altınla beraber platin de tespit edilmiştir. 4 km. uzun, 100 m. geniş ve 10 m. kalın olan dere kumları altın ihtiva etmektedir. Tekrar ele alınmasında fayda vardır.

## SONUÇ:

Türkiye'de altın aramalarında iki tip yataklanma önem kazanmaktadır:

1. Plaser yataklar
2. Mikro altın yatakları.

Altın yataklarının aranmasında en ucuz ve kolay olduğu kadar en emin yol, plaserlerle işe başlamaktır. Böylece altınla beraber diğer plaser yatakların bulunabileceği gibi, primer yatakların da bulunması kolaylaşacaktır.

Yeryüzünde bilinen plaser yataklarda bilhassa Prekambriyen konglomeraları çok önemli görülmektedir.

Bununla beraber Tersiyer yaşlı konglomeralarda plaserler için önemli yatak olmuşlardır. Amerika'da en büyük plaser altın potansiyelinin Tersiyer ve Kretase konglomeralarından geldiği sonucuna varılmıştır. Altının beraber bulunduğu sülfürlerin oksidasyonu, altının serbest hale gelmesini sağlamakta olduğundan plaserlerdeki sülfürlü bileşiklerle, altının beraber bulunabileceği ağır mineraller konsantresinin de altın analizi yapılmalıdır. Bu arada, deniz plaserlerinde ağır minerallerle beraber altın yönünden incelenmesinde fayda vardır.



Mikro altın yatakları, istikrarlı oluşları nedeni ile önem kazanmaktadır. Bugün yeryüzünde çok sayıda mikro altın yatağının bulunması doğaldır. Şimdiye kadar çok azı bulunabilen bu tip yataklar belki de bundan böyle en önemli yeri alacaklardır.

Amerika'da Carlin mikro altın yatağı bulunduktan sonra jeokimyasal aramalara devam edilmiş ve Carlin tipi altın yataklarından Nevada'da 13, Utah'ta 1 ve Idaho'da 1 yerde daha bulunmuştur.

Memleketimizde mikro altın yataklarının bulunmaması için hiçbir neden yoktur. Bu tip yatakların aranmasında jeokimya önem kazanmaktadır.

Tipik bir mikro altın yatağında şeyl, organik madde, hidrotermal kuvars, ve sülfürlü mineraller en önemli deliller arasında olmaktadır. Kayaç metamorfik olabilir, fakat az

da olsa organik madde ile görülebilir miktardaki sülfürlü mineraller eksik olmamaktadır.

Türkiye'de sadece arsenopiritlere bağlı altın yataklarının bulunabileceği ihtimali zayıftır; zira her şeyden önce kâfi miktarda arsenopiritin olduğu şüphelidir.

Dünyadaki altın yataklarının bir kısmında arsenopirit mevcuttur fakat bunun yanında diğer sülfürlü mineraller de bulunmaktadır. Yani altın yataklarından sadece arsenopiritlere bağlı olan bir yatak bilinmemektedir.

O halde altın aramalarında işe, plaserlerden başlamak ve mikro altının bulunabileceği yerlerden alınan numuneleri hassas bir şekilde tayin etmek suretiyle muhtemel bir cevher yatağını tespit etmek imkânı olabilecektir. Zira, çekiçe yüzeyden altın arama devri çok gerilerde kalmıştır.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Ageton, R. W., 1970, Gold, in Mineral facts and problems U.S. Bur. Mines Bull. 650, pp. 573-585.
- Boyle, R.W.; W.M. Alexander; G.E.M. Aslin, (1975): Some observations on the solubility of gold. Canada Geological Survey, Paper 75-24.
- Connally, T. Homestake Mine - Largest U.S. gold Producer. Min. Eng. v. 26, No. 3, March 1974, pp. 24-27.
- Curtin, Gary, C.; Hubert W. Lakin; George J. Neuerburg; and Arthur E. Hubert, (1968): Utilization of Humus - Rich Forest Soil (Mull) in Geochemical Exploration for Gold. Geol. Survey Circ. 562; 1968.
- Davis, E.G. and G.V. Sullivan (1971): Recovery of Heavy Minerals from sand and Gravel Operations in the Southeastern U.S. Bur. of Mines. Rep. of Investigation, May, 1971.
- Emmons, William Harvey (1937): Gold Deposits of the World. New York Mc. Graw-Hill Book Co. Inc. 1937.
- Fripp, R.E.P. (1976): Stratabound Gold Deposits in Archean Banded Iron - Formation, Rhodesia. Econ. Geol. vol. 71, No. 1.
- Green, T. The World of Gold Today, Walker and Co. N.Y. 1973, 287 pp.
- Gold in Minerals Yearbooks, 1974.
- Gottfried, David, Rowe, J.J., Tilling, R.L., 1972: Distribution of gold in igneous rocks. U.S.G.S. Prof. paper 727, 42 p.
- Gottfried, David; Jack J. Rowe and Robert I. Tilling. (1972): Distribution of Gold in Igneous Rocks.
- Helgeson, H.C., and Garrels R.M. (1968): Hydrothermal transport and deposition of gold. Econ. Geology, V. 63, No. 6. p. 622-635.
- Higgs, R., M. Yıldız, (1961): İzmir-Karşıyaka-Alurca Altın prosp. ait rapor. M.T.A. Rap. No. 3415.
- Higgs, R. (1962): Çanakkale Madendağ Altın madeninin jeolojisi. M.T.A. Rap. No. 3863.
- Higgs, R. (1962): Çanakkale-Kartaldağ-Altın prospeksiyonu. M.T.A. Rap. No. 3450.
- Jones, R.S. Gold Content of Water, Plants, and Animals. U.S.G.S. Circ. 625. 1970. 15 pp.
- Jones, R.S., 1969, Gold in igneous, sedimentary, and metamorphic rocks. U.S.G.S. Circ. 610, 28 p.
- Jones, R.S., and Michael Fleischer (1969): Gold in Minerals and the composition of native gold. Geor. Sur. Circular 612.
- Krauskopf, K.B. (1951): The solubility of gold. Econ. Geol. 46, pp. 858-870.
- Molly, E.W. (1955): Darphane-Kağızman Bölgesinin altın prospeksiyonu. M.T.A. Rap. No. 2334.
- Molly, E.W. (1955): Hatay'da yapılan altın aramaları hakkında rapor. M.T.A. Rap. No. 2323.
- Molly, E. (1955): Hamak Çayı (Bingöl) prospeksiyonu M.T.A. Rap. No. 2335.
- Radtke, A.S., F.W. Dickson (1974): Genesis and Vertical position of Fine-grained disseminated Replacement-Type Gold Deposits in Nevada. Fourth IAGOD Symposium, Varna, Vol. I.
- Radtke, A.S.; Bernard J. Scheiner (1970): Studies of Hydrothermal Gold Deposition. Carlin Gold Deposit, Nevada. The role of Carbonaceous materials in Gold Deposition. Econ. Geol. Vol. 65, No. 2, pp. 87-102.
- Romanswitz, C.M., H.J. Bennett; and W.L. Dare Gold Placer Mining; Placer Evaluation and Dredge Selection. Bu. Mines I.C. 8462, 1970, 56 pp.
- Rytuba, J.J. and Dickson, F.W. (1974): Reaction of pyrite + pyrotite + quartz + gold with NaSl - H<sub>2</sub>O solutions. Internat. Assoc. Genesis Ore Deposits, 4th. Symposium, Varna, Bulgaria, 1974. p. 312-313.
- Shacklette, Hansford; Hubert W. Lakin; Arthur E. Hubert; and Gery C. Curtin (1970): Absorption of Gold by plants. Geol. Sur. Bull. 1314 - B. 1970.
- Sezer, I. (1969): Bilecik - Söğüt altın zuhuru hakkında Rapor. M.T.A. Rap. No. 4087.
- Shcherbakov, Yu. G. and Perezhugin, G.A. 1963.: Geochemistry of gold, Geochemistry Internat. (v. 1), No. 3, p. 489-496.
- Seward, T.M. 1973. Thio complexes of gold and the transport of gold in hydrothermal ore solution.: Geochim. et Cosmochim. Acto. v. 73, pp. 379-399.
- Simons, F.S. : and William C. Prinz (1973): Gold. U.S.G.S. Prof. 820. 1973, 1973. pp. 263-275.
- Simons, F.S.; and William C. Prinz (1973): Gold. U.S.G.E. Prof. paper 820, pp. 263-275.
- U.S. Bur. of Mines, Secondary Gold in the U.S. Bu. of Mines I.C. 8447, 1970; 30 pp.
- U.S.G.S. 1969; U.S.G.S. Heavy Metals Program progress report 1968 - Field studies. U.S.G.S. Circ. 621, 35 p.
- U.S. News and World Report, 1972.
- Weissberg, B.G. (1970): Solubility of gold in hydrothermal alkaline sulfide solutions. Econ. Geol. Vol. 65; pp. 551-556.
- West, J. M. How to Mine and Prospect for Placer Gold. Bu Mines I.C. 8517, 1971, 43 pp.
- Wise, E.M. Gold. Recovery, Properties, and Applications D. Van Nartrand Co. Inc. Pricenton, N.J., 1964. 367 pp.