

# Altın

## Altın; Ekonomik Yataklanma Tipleri, Arama Saf halan ve Maliyet

KortyKİRİŞ-

Anadolu Ümcrsitesi, Uydu vt Uzay BiHmİcn AtaşunnaEnstitüsü, ESKİŞEHİR

ÖZ

*Bu çalışma değerli metaller anısında ayrı bir yeti olan altınm, tkonmik yat aklanma tiplerinin anlatıldığı bir derleme çalışmasıdır. P laser ve hidiotermal adı altında iki gt tipta toplanan \atak tipleri, Lind gun (1933) sınıflamasına' benzer sınıflara ayrılmıştır. Pıastr yataklar, genç ve fosil olmak üzere yaş gcL önüne alına}ak ıkt alt grupta, hidroterma! yatakla) ise; epftermal, mesotermal ve hipoterma! olmak üzere, oluşum sıcaklığı-basınç ve derinlik ortamlarına, göre, üç alt grupta incelenmiş ir*

AESTRİCT

*This study is a compilation work about the economic mineralization and t\pes of deposition of gold, standing as priviled metal among the other pt tctotts metals. Classification is made act or din gi o the modi uf p/ocess where, brief considet allons wet e accumulation and miniralization and named as platers and hxd) othemals n spectively. The classification is quite similar to Lindgren's {1933) Placer deposits, considering the age of formation, an si\h%ouped into two as young and fossil, whereas hydrothermal deposits, considering the tempo atttre-prcsMire and depth of fot motion, are subgrouped into thtee and studied as epithet mais and hypothermals.*

### GİRİŞ

Bu çalışma,, değerli metaller arasında **ayn** bir yeri olan altının, ekonomik yataklanma •tiplerinin anlatıldığı bir •derleme çalışmasıdır. Son sekiz yıldır, değişik uluslararası şirketlerin ülkemizde yaptığı araştırmalar ve yer<sup>1</sup> yer alınan olumlu sonuçların., altın heyecanım içimizde biraz daha. artırmış olmasını diliyorum,. Özellikle mesleğin, ilk basamaklarında olan meslektaşlarımın, alta yataklanma şekilleri ve- bunları arama yöntemlerinde göz önünde bulundurulması gereken alterasyon tipleri,» mineral toplulukları, oluşum ortamları gibi konular<sup>1</sup> hakkında bilgileneceğine inanıyorum.

### EKONOMİK YATAKLANMA TİPLERİ

En büyük allın yatağını okyanusların oluşturmasına karşın, teknolojik faktörler ve tenörü(Ö, O2 ppb) işletmeye elverişli değildir (Wolfe, 1984). Buna rağmen, dünya üzerindeki bazı koyların, 40 ppb'ye varan, konsantrelerde oluşu, fizibilite çalışmalarının zamanla başlayacağını işaret etmektedir.

Değişik ortam, ve yataklanma tipinde, bulunabilen altın, genel bir<sup>1</sup> sınıflama işlemine tabi olmamıştır. Çeşitli yayınlarda; plaka tektoniğine dayalı (Sawkins, 1990), plutonik-volkanik kökene bağlı (NigliJ929~Erlor, 1988), magmatik-sedimanter-damar tipi-denizsel volkanik başlıklarında toplanmış (Stanton, 1972) .fakat sadece Au göz önüne alındığında kanımca, yetersiz genel sınıflamalar bulunmaktadır. Her ne kadar Bateman (1979)-Erlor, ( 1988) sınıflaması metal cevherler için. en uygun görünse de bu yazıda Lindgren (1.933) sınıflamasına yakın bir sınıflama kullanılmıştır,.

Metaller, birçok .araştırmacının da katıldığı üzere, dalım zonlanndaM okyanus .kabuğu ve sedüanlanın, kıta kabuğunun alt kısmının, ve üst mantonun kısmi erimelerinden oluşan magmayla daha. yukarılara taşınırlar (Mitchell ve Garson, 1988). Bir kısmı magmatik ayrışım sonucu plutonik kütleler içinde kalırken, bir kısmı volkanik olaylarla yüzeyde ve yüzeye yakın ortamlarda yataklanır veya sedimanter dönenceye katılırlar. Diğer bir kısım, ise; meteorik sularla tanışan, mağ-

## Altın

manın., ani sıcaklık, basınç, Eh, pH ve içerdiği bazı gazların kısmi basınç değişimi sonucu gerek, mağmatik kütle içinde gerekse yan kayaya sığınım (inclusion), yayılım (dissemination) yada freatomağmatik patlama sonucu, artan poroziteye bağlı olarak, breş bacalarında ve süreksizlik düzlemlerinde kuniel.eni.rler.. Gerek plaka, hareketlerinin ve dalım zonlarının. etkisi oluşan büyük boyutlu yapısal kontroller., gerekse mağmatik kayacın kendisi ve dolaylı olarak sıvı ışınımları ve basınç artışlarıyla ilgili küçük boyutlu patlama, kınklanma, breş olumu, faylanma, indirgenmiş permealite/porosité (induced permeability/porosity), metal yataklamalarının oluşumunda büyük yer edinir.

Ayrıca, metal taşıyıcı sıvıların Eh, pH ve diğer kısmi basınçlarındaki (Pso<sub>2</sub>, Po<sub>2</sub>, Pco<sub>2</sub>, gibi) değişimler, metallerin çöketim veya tekrar' mobile olmalarını sağlar, Böylelikle jeolojik zaman içinde, yukarıda bahsi geçen değişimler sonucu birçok cevher taşınmış, kümelenmiş veya başka, cevherlerle yer değiştirmiştir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında, altının, yala.kla.nma şekillerini şu sınıflara ayırmak mümkün olur; a) Plaser ve fosil plaserler, b)Hitrotermal. yataklar (Epitermal, meso-termal, hipotermal). Plaser yataklar, sedimanter kümelenme yada. fiziksel yığılanma olarak da anılabilir ve mekanik bir ayrışım (décantation) işlemiyle oluşurlar.. Hidrotermal yataklar ise gerek direk plutondan sağlanan metal taşıyıcı sıvıların ve gerekse su tablasının altında bulunan çeşitli, sıvıların oluşturduğu yatakların genel başlığıdır ve tamamen kimyasal işlemler hüküm serer. Hidrotermal koşulda, metallerin hareketlilik kazanılması, sıvı içinde çözünürmeleri, sıcaklık ilişkisine bağlı olduğundan, ısınım, atınılması hem inturuzyon kayaçlarına hem de düşey ısı gradyanı değişimlerine (28m-1C°) bağlıdır, Kullanılan epitermal., mesoteroyal, hipotermal bu amaca hizmet eder ve basınç-sıcaklık-derinlik ortamlarını gösterirler.

### Plaser ve Fosil Plaser Au Yatakları

Çok basit, bir anlatımla; altın içeren bir' kuvars damarının mostra vererek erozyona maruz kaldığını düşünelim. Zamanla fiziksel durayklığını kaybeden kuvars, parçalanarak .hapsettiği altını serbest bırakacaktır. Çeşitli taşınım medyasıyla (düşüş, yuvarlanma, rüzgar, yağmur suyu yıkaması...,) nehre kadar' yıkanan (ta-

şınan) altın parçacıkları, özgül .ağırlıklarının, farklılığı nedeniyle dibe çökerek nehir yatağındaki çakıllar arasında yerini alacaktır ve zamanla, konsantrasyon artımıyla plaser adını verdiğimiz yatakla\* oluşacaktır (Wolfe, 1984). Yukarıda tanımlandığı üzere, bu yalıklar temel anlamda, ağır minerallerin hafif minerallerden yerçekim. kuvveti etkisiyle ayrışımı, dekantasyonu olgusuna dayanır.. Ayrışımı yapan araçlar, hareketli olmak kaydıyla su. (nehir, dalga), hava (rüzgar) veya konsolide olmamış sedimanlamı eğim boyunca (down slope) aşağı hareketleridir veya çoğunlukla, bunların birkaçının bileşimiyle oluşan "taşıyıcı-aynştırıcı" ayırıştırıcılar topluluğudur.,

Ağır minerallerin bir yerde topluluk oluşturabilmelerini. Erler (198:8) şöyle açıklar; yüksek özgül ağırlık (>3g/cni3), atmosfer koşullarına yüksek direnç (fiziksel ve kimyasal). Konsantrasyon oluşturabilecek belli başlı mineraller ise şunlardır: Altın, zirkon, monazit, topaz, safir., beril., körend, spinel gümüş, elmas, platinyum, kasiderit, manyetit, ilmenit, rutil ve barit (Erler, 1938).

Oluşum şekline baktığımızda; yerinde konsantre olmuş plaseden REZİDÜEL, ELUVYAL, hareketli sıvı ortamda oluşmuş plaserler ALÜVYAL, KUMSAL yada KIYI AŞIRI, rüzgarla oluşmuş plaserler: EÖLİYEN olarak adlandırılırlar.

Kuzvart veBöhmer(1978) ise daha detaylı bir çalışmayla;

*Eluvyal-* Yerinde' parçalanmış veya fazla uzak olmayan bir yere taşınmış ve mineral topluluğu ilk kaynaktan farklı olmayan plaserler.

*Kolluviyal-* Mekanik olarak parçalanmış kaynak, kayanın, eğim yıkaması, yağmur yıkaması., kayma ve diğer yerçekim kuvvetlerinin yardımıyla eğim aşağı inişli ve kille: karışarak yatak oluşturmasıdır. Fakat kolluviyal plaserler genellikle- büyük yataklar oluşturabilecek kapasitede değildirlir, •

*Alüvyel-* Nehir yatağı plaserleri, nehir bankı, kuun-çakıl plaseden, vadi plaserleri, teras plaserleri ve vadi darboğaz plaseden (ravines-dales) olarak sınıflara ayrılan., akarsuya bağlı oluşan plaserlerdir. Ekonomik yataklar genellikle nehir yatağı ve vadi alüvyon plasedendir.



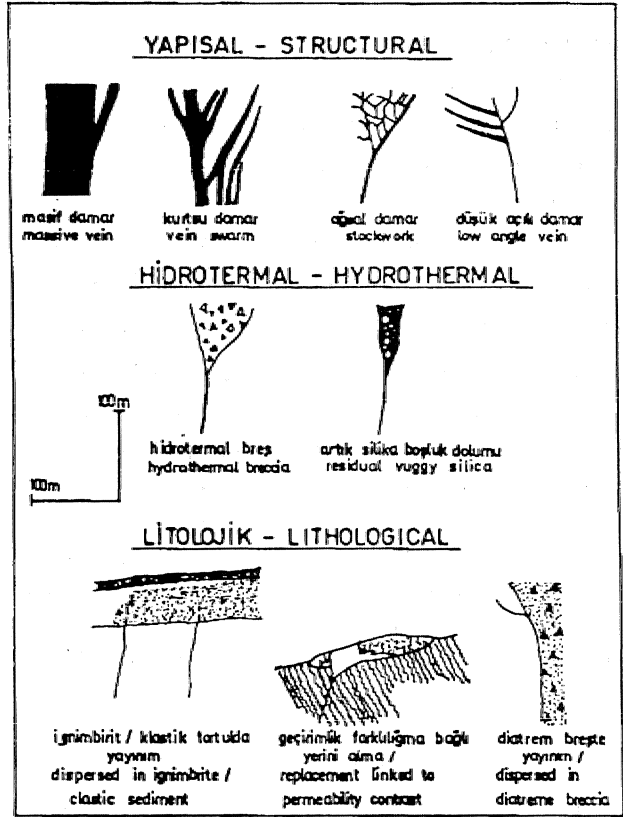
Cevher elementleri: Au, Ag, (As, Sb), Hg, (Te, TL, V), (Cu,ZnJ\*b)/Alterasyonlar: süsleşme, arjilleşme, serizitleşme, ill.it, adularya, piopilitik, Jdoritik/Min&ral topluluğu: teUüridler, selenidler, sülfidler,, altın, gümüş, barit kuvars, florit,, rodokrosit, adularya, serizit, klorit, hematit,, arsenik ve antimon içeren kompleks sülf&tler.

LindgrcD (1933), epitermal yatakları mineral gruplarına göre dokuz sınıfa ayırmıştır: 1. Zinober 2. Slibn.il 3. Gümüşçe zengin baz metaller 4. Altın 5. Arjienlit-Altın 6. Arjentit 7. Altın teUüridler 8. Alünitli Atan telüridler 9, Altın selenidler. Zamanla bilgi birikimi arttıkça bir çok sınıflamaların daha yapılması kaçınılmazdır.

Sillitoe (1990b), jeokimyasal açıdan (mineralojik ve alterasyona bağlı) epitermal yatakları iki grup altında incelenmiştir: düşük sülfitleşmeye bağlı ve yüksek sülfitleşmeye bağlı. Bunun yanında bir çok yazar (Sawkins,, 1990-Mitchell 1988-Eimon, 1987-Bonham, 1986), bo iki grubu yetersiz göyerek ek gruplar oluşturmuşlardır. Gerçektende Sillitoe'nun, bahsi geçen gruplar da verilen, örneklerin hiç birini kendi gruplama sisteminde kullanmamış olması eksik, olduğu izlenimini uyandırmaktadır. Bu yazıda epitermal yataklar üç grupta incelenmiş; düşük sülfitleşmeye bağlı (DS), yüksek sülfitleşmeye bağlı (YS) ve diğer epitermaller adı altında anlatılmıştır. Jenetik bakımdan bir sınıflamaya gidilse de epitermal yalakların oluşmasında yapısal, hidrotermal ve litolojik karakterlerin önemi yadsınamaz. Gerek işletme sırasındaki yatak geometrisinin önemi ve gerekse- arama esnasında jeologların göz önüne alması gereken yegane görünür parametreler kayacın oluşum sıcaklığı ve mineral içeriğinden çok. tektonik konumu, litolojisidir. Bununla ilgili, bir diagram Şekil 2'de verilmiştir.

**Yüksek Süfitleşmeye Bağlı Epitermal An Yataktan (YS)**

YS, DS'den temel olarak alterasyoo ve yataklanmayı belirleyen sıvı içerikleriyle ayrılık, gösterir. YS tipler asit, sülfürce zengin, oksidize sıvılara bağlı oluşurken,, DS tipler nötre yakın, sülfürce fakir, indirgenmiş (reduced) sıvılar tarafından oluşturulur. YS sıvılar (fluids) SO<sub>2</sub>'ce zengin mağmaik gaz, ve sıvıların (volatiles) yoğunlaşması sonucu (condensation) oluşurlar, Bu yüzden YSlere Asit sülfat yada Kuvars-alun.it epitermaller de denir. YSlere DS'lerden ayıran diğer bir önemli özel-



Şekil 2. Yapısal, hidrotermal ve litolojik geçirimsizliğin yataklanmaya etkisini gösteren seçilmiş epitermal yatak şekli ve geometrileri (Sillitoe; 1990).

lik. de ileri arjilik (silika-alunit-profillit) alterasyonunun görülmesidir. Bunun nedeni, de SÖVce zengin asitli sıvıların sistemin, yukarı, kısımlarında şiddetli aberasyonudur.

YS'lerin hemen hepsi subalkalin, andezitik-riyodasitik volkanizmaya bağlı ve tipik olarak, porfiri Cu-Au, porfiri Cu-Mo yataklarının üst kısımlarında gelişirler (Sillitoe, 1990b)., Örnekleri Orta Andiarda (El Hueso, La Pepa-pili), Batı Pasifik'de görülür. Altın mineralizasyonu, enajill-altın şeklindedir ve oluşum sıcaklıkları 200-250°C olarak tahmin edilmektedir (Lepanto, Wafi). Yataklar genellikle damar tipindedir fakat breş ve masif ornatma (massif displacement) şekilleri de yaygındır. YS yataklar tektonik yerleşim açısından incelendiğinde, normal dalıma, bağlı aktif kıta kenarlarında, volkano-plutonik yay ve ada yaylarında yoğunluk kazandıkları gözlenir.

## Altın

Önemli yataklar:

El Indio-Şili, Pueblo Viejo-Dorninik Cumhuriyeti,  
Lepauto-Filipinler,,  
Julcaoi-Peru, Ctoquelimpie-Sili, Bulte-ABD,  
Öünkuashih-Tayvan, Thames-Yeni Zelanda.,  
Mena -P.Y.Gine  
Nalesbitan-Filipinler, Teire -Japonya, Wild Dog-P.Y.G.  
Wafi River-P. Y.G, Iwato -Japonya, Kasuga-Japonya  
•Sao Juan-ABD, Nasatsu-Japonya, N.S.Wales-Avustralya.  
Düşük Soutesmeje Bağlı Epitenual. Au Yatakları (OS)

Düşük solfitli epitermal sistemler, düşük oranda baz metal içerikleri, kuvans-adularya-karbon<sup>^</sup>-serizit (Mit) alterasyon topluluğu, nötre yakio. pH değerleri ve yüksek gümüş/altın (Kanlarıyla epitermal yatakların en yaygındırlar, Genellikle volkanikler içerisinde çatlak dolumu (fissure filing) şeklinde yasaklanırlar. Genel gang mineralleri başta kuvars olmak üzere kalsit ve adularyadır. Bir çok damar yapısı, kloritin egemen olduğu

propütik alterasyonla çevrilidir (Sawkins, 1990). Metal içerikleri allın (+/- altın tdliridler), gümüş sülfiter-sülfosaltlardır (sülfür tuzlan) ve yeryer selenidler görülür.

Baz. metal içeriği. 1-2 % oranındadır (Sawkins, 1990), İşletme halinde olan yataklardan en derini 80Qm. civarındadır ve artan derinlikle beraber altın/baz metal oranı düşer (Mitchell, 1988),. Mineralleşmeyi sağlayan mağmatik köken daha az, önemlidir ve geniş bir Spektrum gösterir,.

Sillitoe (1992) DS epitermal yatakları, üç grup altında sınıflara ayırır: a. Subalkalin kayalarla ilişkili, sülfite fakir, b. Subalkalin kayalarla ilişkili, sülfite zengin, c. Alkalin kayalarla ilişkili, sülfite zengin (Bouüam, 1.936-tarafından bir' grup olarak görülür). Sülfite zengin ve sülfite fakir subalkalin DS epitermal sistemleri açıkça birbirlerine geçişli, olmalarına karşın, belirsizdirler.

a. grubu sistemler riyolitik kayalarla ve genellikle de akış kubbe- kompleksleriyle (flow dome complex) ilişkilidirler. Yay tipi epitermalleri oluşturan a,, grubu,

Ladolâm	-PYG	Chistose	-Jap,	Baguio	-FIL
Okuchi	-Jap.	Waihi	-YZ	Toi	-Jap
Hisbikari	-Jap.	Kerimenge	-PYG	Wau - Edie Creek	-PYG
Seigoshi	-Jap',.	Emperor	-Fiji		-Jap..
Umuna	-PYG	Kabang	-PYG	Hidden Valley	-PYG
Diwalwal	-Fil.	Paracale	-Fil.	Compestela	-Fil
Sado	-Jap.	Sorowar	-PYG.	Konomai	-Jap.
Gold Ridge	-PYG	Masbafé	-Fil.	Woodlark	-PYG
Koshid.no	-Jap.,	Hijo	-Fil,	Golden Cross	-YZ
Placer	-Fil.	Siana	-Fil.	Marian	-Fil.
Taio	-Jap.,	Metalifer Mntt..	-Romanya	Wapolu	-PYG
Karpatlar		Karangahake	-YZ	Rodop	
Masara	-Fil.,	Makedonya		Takatama	-Jap.
Tayoltita	-Meksika	Yamagano	-Jap.	Kafkas-lar	
Bulawan	-Fil	Hollinger Field	-Kanada	Notanda Field	-Kanada
Yellow Knife	-Kanada.	MorroVelho	-Brezilya	Asbanti	-Gana
Hartley	-Zimb.	Kalgoolie	-Avust.	Mesquite	-ABD
Ballara! Bendigo	-Avustralya	American Giri	-ABD	Tbnapah	-ABD
Pedrey Madre	-ABD	Camstock	-ABD		

önemli DS epitermal yatakları.

en iyi Japonya, Cöromandel Yarımadası (Yeni Zelanda), Antiplano Platosu. (Peru) ve Batı Amerika'da görülür, b. grubu sistemler andezitik ve riyodasitik kayalarla ilişkilidirler. a. ve c. gurubuna göre daha derinlerde oluşmuşlardır ve intruzyon kayalarıyla ilgileri daha fazladır (Sillitoe, 1992), bu da yüksek sülfür değerlerinden kaynaklanır.

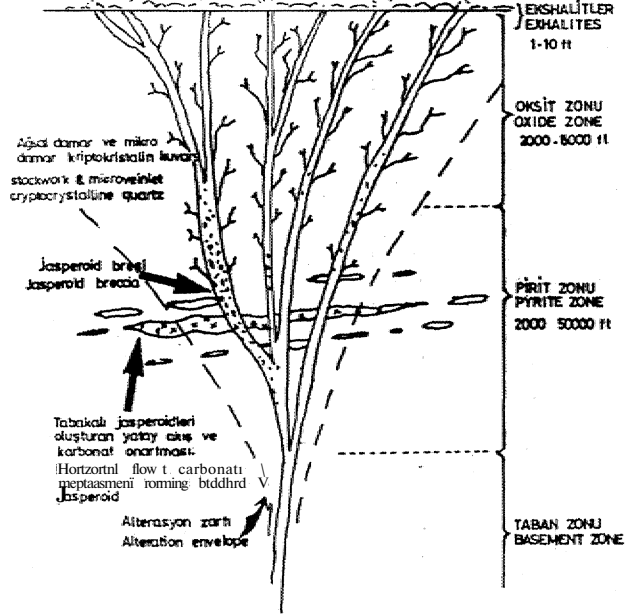
Balı Pasifik,, Kuzey Amerika Batısı, Filipinler, orta, ve Kuzey Peru'da bulunurlar, c, grubu, ise diğerlerinden farklı olarak hidrotermal yapılarında değişik elementler taşır (F., Te,V) ve belkde tamamen mağmatik kökene dayalı sıvılar- tarafından oluştururlar (Sillitoe, 1992),.

DS yataklar<sup>1</sup> tektonik, konumlarına bakıldığında, alt grupların gerekliliği daha. iyi anlaşılır, a. ve c. grobe DS'ler karşılaştırmalı yay sistemlerinde (comparable arc systems) konuşlanırken, b. grabe DSler dalım sırasında, yada dalımı takiben gelişen gerinim bölgelerinde' yoğunluk kazanırlar (Sillitoe, 1992),.

#### Diğer Epitermal Yataklar

1) Sediman ve Karbonatlı Kayaçlarda Yataklan Au: Bu grubu oluşturan yataklarında başında (ve ismi ile anılan) Carlin madeni (Nevada) gelir. Karakteristik özellikleri yatak kayasının ince tabakalı, karbonatlı,, sütü kireçtaşları oluşu, ve mikron boyutunda altının yanında yüksek arsenik, değerlerinin bulunmasıdır (100-1000ppm). Silika içeriği jasper olarak yatakdandır ve ta da yatakların bulunmasında bir rehberdir. Altın, yatağın alt. kısımlarında çatlak dolumu, pirit kaplaması (coating) ve daha az miktarda organik karbonla birlikte bulunur. Yatağın üst kısımları, ise değişik boyutta şiddetli alterasyona maruz kalmıştır. Burada bulunan altın ise kuvars ve oksit-MI mineraleri.oin içerisinde çok. küçük parçacıklar halindedir (< 10 mikron) Şekil, 3.

Carlin cevherindeki sıvı kapanım (fluid inclusion) çalışmaları, çok fazlı sıvı olaylarının varlığını ortaya koymuştur... Tuzlu çözeltilerden gelen hidrokarbon bileşikleri, bunlardan biridir, ancak altın yataklanması bu tür hidrotermal alterasyonlardan daha önce, 25(fC den daha. düşük sıcaklıklarda, asldık, düşük tuzluluğa sahip karbondioksiti! sıvılarla oluşmuştur (Kuehn ve Rose, 1986 Sawkins,1990). Hidrotermal dönenceye neden



Şekil 3. Epitermal altın yataklarında karbonat yatak modeli.

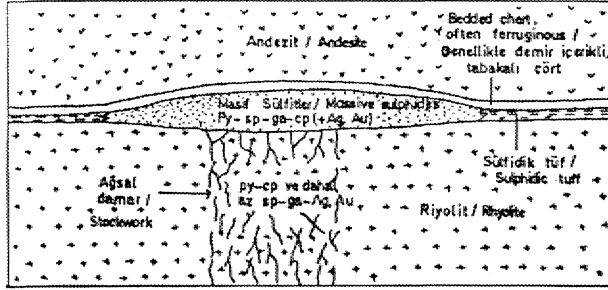
olan ısı ise tahminen alt kısımda konuşlanmış Tersiyer asidik mağma külesinden sağlanmıştır. Radtke (1985-Sawkins, 1990;) cevherleşmenin, konveksiyon sistemin alt kısımlandaki sedimanter kitlelerden yıkama yoluyla alınarak yatakladığını öne sürer.

Carlin-tipi (disemine fakat yüksek rezerve sahip) yataklar Endonezya'da Ratatotok, Batue Mountain, ve Getchell Trend (Nevada'da görülür.

2) Altınlı Volkanoejik Masif Sülfür Yataktan (VMS): VMS'ler, sığ deniz tabanlarında, volkanik olaylarla ve hidrotermal solüsyonlar tarafından, oluşturulmuş sülfürce zengin, ve genellikle baz metal, içerikli yataklardır. Literatürde aynı bir sınıf olarak geçmesine karşın, oluşum ortamları (basınç-sıcaklık) bakımından epitermal özelliğe sahip olduklarından bu kısımda incelenmiştir.

Masif sülfür yataklarının genel özellikleri, deniz altı volkanizmalar ve-bu volkanizmalara bağlı sedimanlarla ilişkili olarak yalanlanmaları, cevher yatağının mercer şeklinde- olup sınırlarının, genellikle keskin, ve belirgin oluşu, yataklanmanın biçiminin bölgenin, yapısına (yapısal ve litolojik dokanıklar) uygun oluşu ve şiddetli alterasyon (serizitik, kicocitik, albitleşme, arjilik, propili-

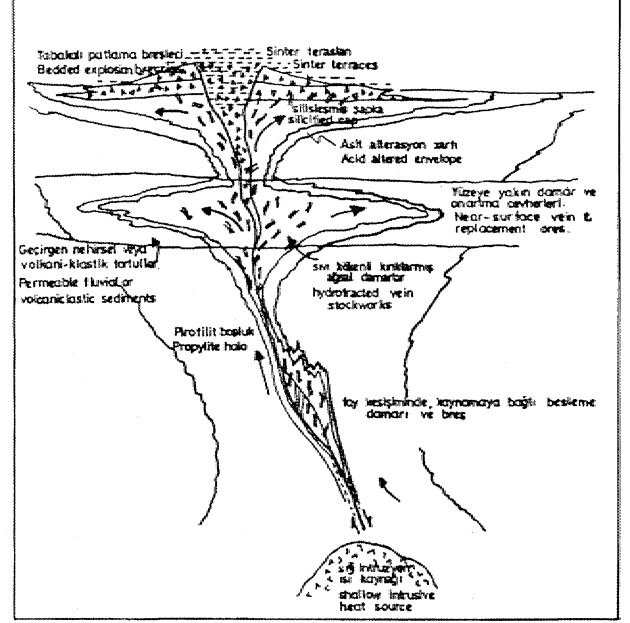
tik, silisleşme, piritleşme) kuşaklarıdır (Şekil 4). VMS yataklar, buldukları tektonik, konum,, cevher mineralleri ve volkanik kayanın kompozisyonuna göre Arkeen, Beshi, Cyprus ve Kuroko (Pontic) adlarını alırlar. Burada bizi ilgilendiren alt grup, gelişmiş ada yaylarında andezitten riyo-lite kadar uzanan 'kompozisyonunda, baz melal (Cu,JPb,Zn) nitelikleriyle tanı-nan<sup>11</sup> Kuroko Tipi<sup>11</sup> yataklardır. Zira. altın cevherleşmesi, eğer varsa, ancak bu grupta görülür. Altınca zengin Ku-roko tipi. yataklara, örnek şunlardır: Nurukawa, Kosaka (Japonya), Anagase (Filipinler), Rio Tinte\* (Iberian ku-şağı-tspanya).



Şekil 4. Kuroko Tipi yatağının şematik kesiti. Üstte Andezit / Andesit tabakası, ortada Sulfidik tüf / Sulfidic tuff ve Riyo-lit / Rhyolite, altta Ağsal damar / Stockwork ve Aşıl Alterasyon Zarfı / Acid altered envelope yer almaktadır. Ayrıca Bedded çert / Bedded chert ve Masif Sülfür / Massive sulfides (py-sp-ga-cp (+Ag, Au)) belirtilmiştir.

3) İlca Tipi Epitermal Au Yatakları: Nelson, ve Giles (1985) tarafından ortaya konulan bu sınıflamayı belki teletermal olarak\*geçmek doğru oldu fakat: epitermal sistemin bir uzantısı, yüzeye yakın bir epitermal oluşu, yüksek sıcaklık (tefermallere göre) nedeniyle ilca tipi, adı altında incelenmiştir.

Diğer epitermal altın, yatağıyla benzerlikler- gös-termesine karşın,, ayrılış noktası, yukarıda sayılanlar dışında, Hg, Sb, As ve Tl'ce zengin oluşu,, şiddetli kao-lin-silika-alunit alferasyonuna maruz kalmasıdır. Yük-sek silika konsantresi kalsedon-opal olarak görülür ve hidroterm.al patlama breşleri vardır<sup>1</sup> (Şekil 5). Yataklan-mayı oluşturan sıvılar düşük tuzlulukta, nöfe^ yakın. pH değerlerinde ve az fakat belirgin CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>S miktarlar-na sahiptir. Altın yataklanma şekli. Carlin-tipi olup ge-niş yanıl alanlar kaplarlar. Örnekleri: Hasbrauck Mo-untain, Sülfür,, Round Mountain (Nevada), Cinola (British Colombia), Pueblo Viejo (Dominik Cum.), Me Laughiin (Californiya),.



Şekil 5. İlca tipi altın yatağının şematik kesiti.

#### Mesotermal Ae Yatakları

Mesotermal yatakları Lindgren (1933); orta. derinlik-te, 200-300°Cde, yüksek basınçla .oluşmuş hidrotermal yataklar olarak tanımlar ve porfiri sistemleri,, mesoter-mal sistemin bir oluşum şekli olarak görür. Oysa Guil-berd ve Park (1981-Erler, 1988) porfiri, sistemleri, porfi-ri baz metal yatakları olarak, hidrotermal sistemlerden ayrı bir sınıfta incelemişlerdir. Aslında,, mesotermal alt-ın yatakları genelde porfiri şeklinde yatakları için literatürde porfiri adı altında daha yaygın geçer fa-kat bunun yanında Mother Lode gibi damar<sup>11</sup> ağırlıklı ya-pıda yataklanlar ya Mesotermal ya da dama' tipi ola-rak adlandırılırlar.. Bunun yanında skarn veya diğer dokanak metasomatizması yoluyla oluşmuş altın yatak-ları, sadece breş bacalarında yataklanmış örnekler<sup>1</sup> de bulunur\*. Gerçekte, pek az, hidrotermal altın yatağı tek bir sınıfa dahil edilebilir. Genellikle derinlere- ve yüzeye olan uzantılar, tektonik ve. litolojik kontroller,, mağma-tik sıvılarla ve intuzyon (ısınımı ve/veya metalleri sağ-layan) kayaç tipi,, meta.in.orfi.znia gibi etkenler bir çok yatağı birden fazla jenetik oluşum içine sokar..

#### Porfiri Au Yatakları

Porfiri tipi altın yatakları genelde- yatak ana minera-linin altından çok bakır ve/veya molibden oluşu nede-

Au SkarnKarı

Skarn yataklarını mesotermal sınıfa sokmak pek doğm görünmese de, oluşum sıcaklığı ve porfirilerle yakındam ilişkileri göz önüne alındığında, haksız bir sınıflama olmaz, fakat yine de doğruluğu tartışılabilir.

Skarnlar, basit anlamda, derindeki, bir plutondan çıkan metalce zengin sıvı ve gazların, karbonatlı yatak kayasına saçılıp, cevher yatakları oluşturmasıdır. Newbeny (1.993), skarnların genel özelliklerini şöyle şualar:

1. Skarnların metal içerikleri, ilişkili olduğu plutonla sistematik bir ilişki içindedir,

a) Porfiri Cu+kireçtaşı.....Ce skarn

S o gray sen+kireçtaşı.....Sn skarn

b)Pluton tip'i/DIorit, ,Q- MonzodioriL.... Granit

İlişkili Skarn tipi/ (Fe+Atı) (Cu+Au+Ag/Pb+Zn+Ag) (W+Mo+Au)(Sn+Mo)

Aynı tipteki plutonda W skarnları daha. derinlerde, Cu, Pb-Zn skarnları daha şığ derinlerde oluşur. Au veya Sn skarnları. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO oranı düşük plutonlarla ilişkilidir.

2. Skarnlar, ilişkili oldukları plutonlardan daha fazla, metal içerirler (tenörleri daha yüksektir)...

3.. Bir çok skarn ve metasomatik yatak (Fe, W, Pb-Zn,, Au özellikle) gerçekte, metalce fakir stoklarla ilişkilidir ve bu stoklarda görünür bir alterasyon, damarlaşma göstermezler.

4., Skarn. ve onunla ilişkili ornatmalar, ana. plutondan > 3km uzakta olabilirler. Altınca zengin, ve Pb-Zn-Ag skarnları genellikle .ana plutondan >1 km uzakta, bulunurlar. Skarnların sülfid zengin kısımları örtülür veya fiziksel aberasyona uğrarlar (weather).. Skarn yatak oluşum sıcaklığı 600-200°C'dü\ Kalk-sillkat alterasyonu ve cevherleşme, bas.in.ca, sıvı kompozisyonuna, yükseltgenne dyromuna bağlı olarak daha Aşık sıcaklıklarda gerçekleşir.

Bunun yanında, altın ve diğer skarn. gruplarının genel özellikleri Çizelge- Tde verilmiştir... Au skarnlarına örnek; Fortitude (Nevada), Hedey (British Columbia), Leadville {Colorado), Ertsberg-Ertsberg East. (Avustral-

Çizelge 1. Çeşitli skarn tiplerinin özellikleri.

Tipi	Altın.	Bakır	Çinko-Kurşun	Molibden	Bismit
İLGİLİ OLUŞUM HİSTALİLER (HİSTALİLER)	Au (Cu, Bi, Zn, Ag, Co)	Cu (Mo, W, Zn)	Zn, Pb, Ag (Cu, W)	Mo, W (Cu, Bi, Zn)	Fe (Cu, Co, Au)
PLUTONİK BÖLÜM	Ada yay ve rhyolit yay sıvı basen skarnları	Kalkareolar	Kalkareolar	Kalkareolar	Ada yay ve rhyolit kalkareolar
İLGİLİ İNTRUZİON KAYACI	Çalko-Granitoid	Granitoid-K. Monzonit	Granitoid-Granit / Diorit-Diyazit	K. Monzonit-Granit	Gabro-Diyazit
INTRUZİON MORFOLOJİSİ	Şok, sil, boyk	Şok, boyk, breg kesim	Kıvrım, boyk, stoklar ve dağlar	Şok	Şok, boyk
INTRUZİON ALTERASYONU	Orta endotektonik, F <sub>2</sub> silis	Sığ endotektonik, F <sub>2</sub> silis ve silis	Yığılma endotektonik	Envers damarları F <sub>2</sub> silis	Yığılma endotektonik F <sub>2</sub> silis
ÇEVRE MINERALİZESİ	Malakit, kalsopirit, pirrit, arsenopirit, şifit, silüritler, hematit	Kalkopirit, bornit, şifit, hematit, malakit	Siliserit, galen, arsenopirit, kalkopirit	Hollit-bornit, şifit, pirrit, kalkareolar, kalkopirit	Malakit, hematit, kalkopirit, pirrit
KARAKTERİSTİK SÜLFÜRLÜLÜŞÜ (Milyon ton)	0-10	1-100	0-2-5	0-1-2	5-150
KARAKTERİSTİK TENÖR	2-15 g/t Au (Dünya ortası: 4-5 g/t Au)	1-2 W	9 W Zn, 6 W Pb, 170 g/t Au Ag	0.1-2 W MoS <sub>2</sub>	40 W Fe

ya). Ok Tedi (Papua Yeni. Gine), Thanksgiving; (Filipinler) verilebilir.

Hipotermal Au Yatakları

Hipotermal. altın yatakları, yüksek sıcaklık (300-500°C)-basınç ortamında hitrotermal sıvıların en alt seviyelerinde (>1km) oluşurlar {Lindgern., 1933}. Yan kaya, alterasyonları genel olarak; serizitik (graysen) kloritifik, potasik ve silisleşmedir (Erler, 1938).. Yatakların genel, oluşum şekilleri; breş. bacaları, derin deniz buhar 'boşalımı (ekshalatif) ve ofiyolit ilişkilidir.

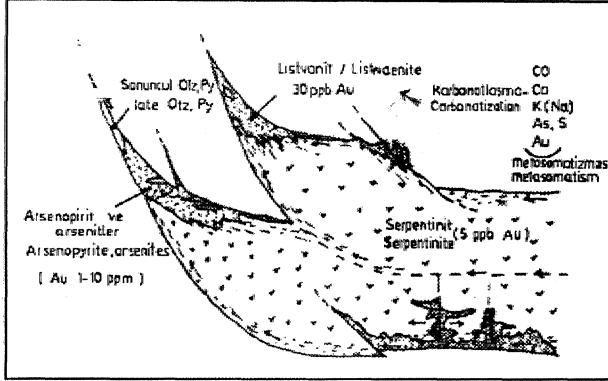
Breş Bacası Tipi Au Yatakları

Bilinen örnekler, anorojenik granitoid ve yay .arkalana (Back-arc) bağlı alkalin mağmatik plutonlarla ilişkili oluşurlar. Oluşum sealdıkları 150-500°C .arasında ve derinlikleri >1km olarak belirtilir. Altın mineralleşmesi, nabit albn veya tellüridler şeklindedir, diğer cevher' mineralleri ise florit, sfalerit, kalkopirit, bornit ve pirittir. Örnekleri: Cripple Creek (Colorado), Zorman (Montana), Olympic Dam (Güney Avustralya), La. Plata (Colorado), ötiz (New Mexico), Golden Sunlight (Montana).

Ofijoiitlerle ilişkili Au Yatakları

Sıkça görülebilir yataklar olmayıp, genellikle ofiyolit. dizilerinin ultramafik kısımlarında (bazal-kritik zonlar) "faylanmalara" bağlı gelişirler. Ekonomik fconstrasyon,, süreksizlik düzlemlerinde- şiddetti altere olmuş, silisleşmiş ve karbönatlaşmış seipentinitlerle (listvanit) ilişkilidir (Şekil 9). "Birincil (primary) oluşumTa bağlı bilinen örneklerle ise ofiyolitler, anorojeoik,, sıcağ noktalara (hot spots) bağlı kratonlarda oluşmuş ve tektonizmaya bağh olmadan gelişmişlerdir. Kanada'da bulunan. Sıdney Kompe-ksi dünyanın bilinen en büyük.





Şekil 9, Serpantinit kriyü alicasyonu ile birlikte artan altın miktarı (Buissan ve Leblanc, 1996'dan sonra Sawkins, 1990)

oikel yatağı, olmakla birlikte, nikelde aynı miktarda, bakır ve ekonomik değerlerde altın, platinyum grubu elementler ve gümüş üretimine sahiptir. Bununla beraber, dünyanın en büyük kromit yataklarına sahip Bushveldt Kompleksini (Güney Afrika Com.) oluşturan fasiyelerden birisi Merensky Reef dünyadaki en büyük platin grubu metal yatağını oluşturmakla birlikte,, yüksek değerlerde paladyum,, rutenyum ve altın çıkarır (60% oikel, 27% paladyum, 5% rutenyum, 4% altın.

Derin. Ekshalatif An Yatakları.

Genellikle yeşilist fasiyes kuşaklarında oluşan bu altın yataklarına en belirgin örnek Homestake'dir. Bu adla anılan (Homestake-tipi) diğer ekshalatif yatakların sayısı fazla olmamasına karşın altın üretimleri oldukça yüksektir,.. Örneğin Homestake, 1990'a kadar 1000 ton altın üretmiştir. Bu tür katmansal, (stratifiform) yatakla-

Çizelge 2. Bir maden arama programı safhaları.

SAFHA	VERİ	MALİYET	ZAMAN-
Genel Başlangıç,- Detaylı arama (Prospecting)	Zuhur konsantrasyonlarının bulunması, yatak, ve mineral oluşumlarının sınıflandırılması,	3%	1-20 yıl
Araştırma safhasına geçiş	Ekonomik ve yan ekonomik yatak sınıflaması, C2 rezerv hesaplaması	3%	3 yıl
Ön araştırma safhası	Cl rezerv hesaplaması	6%	6 ay-3 yıl
Detay araştırma, safhası	B rezerv hesaplaması.	7%	2-5 yd
İşletmeye hazırlık, maden ve cevher hazırlama birimlerinin inşası	A. rezerv hesaplaması	80%	2-5 yıl
İşletmeye geçiş	Ä rezerv hesaplaması		

rın büyük, çoğunluğu silisli, demirce zengin kayalarda (düşük tenörlü, çörtlü karbonatlar veya demir silikatlar) veya bunların mefamorfik denklemlerinde yasaklanırlar. Cevher kitlesi temel olarak, kuvars, Idorit ve ankerit ve değişen oranlarda paktin, arsenopiritten oluşur. Örnekleri: Mono Velho (Brezilya), Kolar Gold Field (Hindistan), Hutti, Ramagiri (Güney Afr.Cum.), Lupin Mine (Kanada),

#### ARAMA SAFHALARI VE MALİYET

Altın,, birçok metal (özellikle ilişkili oldukları) ile benzer ortamlarda yataklanması nedeniyle arama yöntemlerinde benzerlikler gösterir.. Bununla birlikte, en değerli metal olma özelliği ona bazı ayrıcalıklar; teknolojinin son buluşlarından yararlanma, pahalı iş gücü ve yatırımlar gibi olanaklar sağlar., Peşinden koşuran bir çok insan da cabasıdır., 1849'da bir marangozun başlattığı California altın hücumunu ve binlerce "Forty Miners"<sup>11</sup> unutmak mümkün mü?

Metal konsantrasyonlarının aranması ve araştırılması (prospecting' and exploration) şu genel kriterlere bağlıdır: Litolojik, stratigrafik, yapısal, magmatojenik, paleo-iklimsel ve tarihsel. Magmatojenik kriterler ise şu alt gruplarda incelenir: a. Yatak-magma ilişkisi b. Yatak-tane boyu ilişkisi c. Yatak-pluton büyüklüğü ilişkisi d. Yatak-intruziyon iç yapıları ilişkisi e., Yatak-magma. soğuma derinliği arasındaki ilişki ve son olarak f. Yatak, ve çevre aberasyon ilişkisi.,

Kuzvart ve Böhmer (1978), arama safh.al.anni. zaman ve maliyet, durumuna göre aşağıdaki gibi değerlendiril" (Çizelge 2). C2 rezervler, cevher kütlelerinin şekil ve yapılarının çok genel olarak ortaya konduğu, cevheri et-

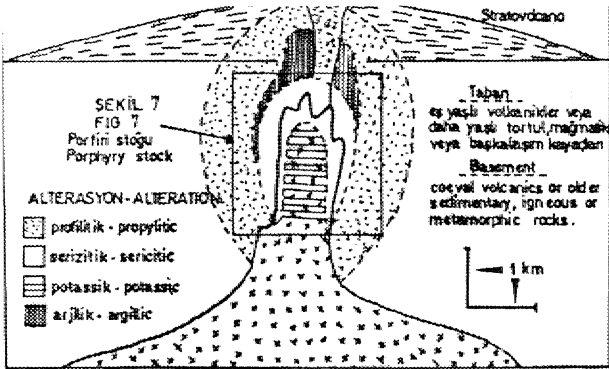
niyle, "Altai bakımından zengin porfiri yataklar" olarak adlandırılırlar (Sillitoe, 1979), koşulu  $>0.4$  ppm Au olarak belirtilir. Yataklanma, tahminen aynı magmadan türemiş volkanik kayalara, ve dik silindirik şeklindeki porfiritik stoklara bağlı gelişir. Mağma kompozisyonu düşük potasyumlu kalk-alkalinden, yüksek potasyumlu kalk-alkalin ve potasik alkaline dek uzanan geniş bir jeokimyasal yapıya sahiptir (Sillitoe, 1993a). Bakır ve altının büyük kısmı potasik alterasyon sırasında yatak, kayasına verilir. Alterasyon kuşakları beş ana grupta ele alınır (Şekil. 6-7); Potasik kuşak, Fillik kuşak, Arjilik kuşak, Propilitik kuşak ve İleri Arjilik kuşak. Potasik kuşak alterasyonunun iç bölümünde, esas olarak potasyum feldspat, biyotit, ve; az miktarda kuvars, serizit, anhidrit içerir. Fillik kuşak, biyotit-potasyum feldspat kuşağını çevreleyen, bazı yerlerde onun yerine gelen, kuvars, serisit, pirit, illit, az klorit ve çok az miktarda alte-

rasyon minerallerini içerir. Arjilik kuşak ise temel olarak kuvars, kaolinit ve montmorillonit, az oranda serizit, klorit ve lökosen içerir. Cevher kuşağının, merkezine doğru gidildikçe plajiyoklaslanıl kaolinleşmesi ve uzaklaştıkça montmorillonitleşmesiyle kuşak belirginleşir. Propilitik kuşak, geniş alanlar kaplayan (1-1.5 km'yi bulur)- epidot, kalsit ve klorit, albit, az miktarda zeolit, kaolinit, montmorillonit ve lökoseo alterasyon minerallerinden oluşur. Zaman zaman dominant, minerale bağlı olarak, Albitleşme, Kloitleşme, Zeolitleşme, Karbonatlaşma adlarını alır (Erlar, 1988). İleri Arjilik kuşak, sistemin en üst seviyelerinde, asit yıkaması sonucu şiddetli kil alterasyonuna bağlı olarak gelişir ve alterasyon mineralleri pirofillit, dikit, alunit, turmalin ve topazdır (Sillitoe, 1993b).

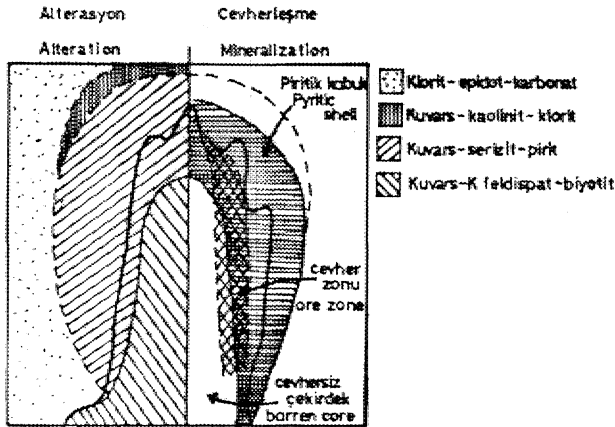
Altın, sülfürlü mineraller içerisinde bulunur ve damar, damarcık ve saçınımlar halinde kaya içerisinde dağılır. En yüksek altın, tenörü çekirdekteki potasik zonda bulunur, bununla birlikte propilitik kuşakta küçük, fakat, yüksek tenörlü altın-gümüş-kalkopirit damarları ve İleri Arjilik kuşakta, yüksek asitli sıvılardan, dolayı yukarıya taşınmış altın saçınımları bulunabilir (Sillitoe, 1993b). Cevherleşmeyi oluşturan potansiyel, felsik ve orta bileşimli intrusiflerden yükselen kupololara bağlıdır. Batolit yerine yerleştikten hemen sonra, soğumaya bağlı olarak, kristal farklılaşması süreci başlar. Sürekli ve tekrarlanmalı farklılaşma sonucunda mağma ist kesimleri, silisyum, potasyum, sodyum, ve uçucu maddelerce (metal içerikli) zenginleşir ve zenginleşmeye bağlı olarak üst bölgelerde ergime sıcaklığı düşer ve batolitten baloncuk, şeklinde: (plug-cupola) yukarıya doğru çıkarlar.

Kristalleşme sürecinde, kupola kesiminde uçucuların basıncı çevre basıncını geçene dek yükselir. Bunun sonucunda intrusif ve yan kaya kırılır ve uçucular bu kırıklar boyunca, yükselirler. İç basıncın azalmasıyla birlikte soğuma başlar. Kristalleşme ve azalan basınç-sıcaklık, magmanın sulu akışkanlarla aşırı doymasına ve H<sub>2</sub>O, metaller, S, B, P, H<sup>+</sup>, CO<sub>2</sub> içeren sulu bir fazın ayrışmasına neden olur (Erlar ve Aral, 1981). Bu sıvılar da yukarıda bahsedilen, alterasyonlara ve metal yataklanmalara neden olurlar.

Altınca zengin porfiri, yataklarının diğer Cu-Mo sistemlerinden, ayrılması ise şöyle açıklanabilir; a) Bilinen



Şekil 6. Porfiri bakır oluşumunun genelleştirilmiş modeli.



Şekil 7. Tipik porfiri Cu sisteminde gelişen cevherleşme ve alterasyon kuşakları.

altınca zengin porfiri yatakları molibdence fakirdir,, b)Yatakların 80%'i hidrotrenal maeyet.it bakımından (+-liema:tit+martit+maglem.it) zengindir, c)Sillitoe (1990a) potasik aberasyonun yanında, ona eşlik eden Ca-silikat .alterasyonu olabileceğini {amfibol-piroksen-granat} söyler, d) Volkano-plutonik ada. yay ve kıta kenarlarında bulunurlar,, e) Bakır-molibden porfiri yatakları, altınca zengin, porfiriler gibi kalk-alkalie stoklarla ilişkili "olabilmesine kamsın, alkalın stoklarla birlikte bulunmazlar. Örnekleri şunlardır:

Coonumola-Avustralya, Mount Poiley Canada» Paeguna-Papua. Y.Giee

Fish Lake-Canada, Grasberg-Endonezya, Afton - Canada, Cabang Kiri-Eedoezya, Bingham-A.B.D. Snngai Mak-Endonezya

Dos Pöfares-A.B.D, Mamut-Malezya, Tanama-PortO'Riko, Kingking-FiMpinler, Bajo de La Alubrera-Aijantin Amacan-Filipinler

Marte-Şili, Dizon-Filipinler, Lo'bo-Şili

Santo Tomas II-Filipinler, •Skoeies - Yunanistan, Guinaoang-Filipinler

Saiedak-Pakistan, LepantoFar-Filipinler, Mount Mili-gan-Canada,,

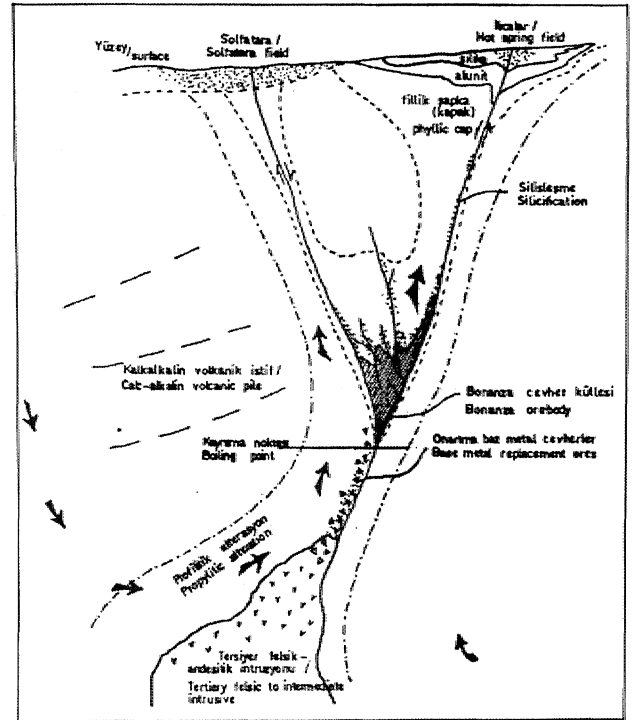
Galore- Creek-Canada, Morrison-Canada, Bell Copper-Canada

Damar Tipi (Vein-Lode) Au Yatakları

Damar tipi mesotermal itin yataklarına en güzel örnek şüphesiz California'daki Mother Lode olacaktır., 1990'a kadar' IOg/tonluk tenörie 1000 toe altın üretimi yapılan, bu, yatak, benzerleri, gibi etamorfik kayalar içinde saçınım veya. kuvars damarları şeklinde oluşmuştur. Altın cevheri, nabit altın ve tellüridler (özellikle petzit) şeklindedir, Yatakların suffit içeriği, tipik olarak düşük ve genel mineraller pirit başta, olmak üzere arsenopirit, sfalerit» galen, kalkopirit ve tetrahedrittir. Gang mineralleri kuvars, ferro-dolomit, diğer karbonatlar ve serizittir (Sawkins, 1990).

Yataklanma. sıcaklıkıan, Weir ve Kerrick (1987-Sawkins, 1990) tarafından 25G-300°C olarak tanımlanırken, Sawkins (1990), altın ve kuvarsin enjeksiyonu

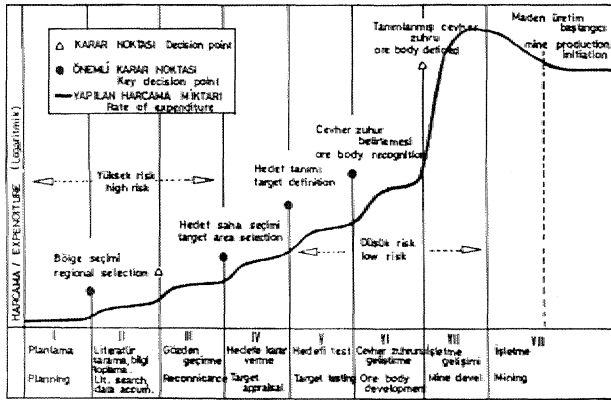
için >340°C ve 670-2500 kbar koşullarını öne sürer. Benzer özellikleri gösteren Kanada Cordillera'sındaki altın yatakları ve Alaska'daki Juneau altın kuşağı da Mother Lode gibi okyanus veya ada yayı orijinli,, eski-gelişmiş (accreted) bölgelerde yataklanmışlardır. Bununla birlikte,, yeşilist fasiyes kuşaklarında (Gereens-tone belts), yine mesotermal sistemde- oluşmuş bir çok yatak (Sigmamine-Quebec-Kanada,, Porcupine Camp-Ontaria-Kanada, Golden Mile Camp-Kalgoolie-Avustralya,, Norseman kuşağı-Avustralya) Kuzey Amerika kıtasında bulunan yukarıda sayılan kardeşleri gibi,, ana, fay sistemleri,, makaslama zonlan ile yakından ilişkilidir. Genelde be kınk sistemleri yüksek açılı lers fay veya ters-oblik makaslama zonlahdır. Tekstörel ve metamorfik deliller (Sibson ve Poulsen, 1983), bu altın sistemlerinin, sismojenik zon tabanlarına yakın yerlerde. (-IGkm) sınımlı (ductile) deforaiasyoelane yerlerini kırılğan (brittle) deformasyoniara bıraktığı yerlerde oluştuğunu göstermektedir. Yataklanmayı oluşturan sıvıların kaynağı ise metamorfik sular,, derinde konuşlanmış magma 'Odası veya ikisinin bileşimi olabilir (Şekil 8).



Şekil 8. Bonanza damar yapısı altın yataklanması yan kesiti (Buchanan, 1981'den derleyen Eimon, 1987).

küeyen doğal ve tektonik etkenlerin çok az bilindiği, sondajsız rezervdir. Cl rezervler, öterin benzerleri olup sondajlar yardımıyla cevher kütlesinin daha iyi tanımlandığı rezervlerdir (muhtemel rezerv) ve araştırmacı Cl rezerv tanımlaması sonucu "siscnetin neresindeyim?,, Bu sistemde altın nerede yataklarını?" sorunlarına cevap verebilecek durumda olmalıdır. B rezerv; oluşum modeli, şekli, yapısı bilinen ekonomik, doğal ve teknik özellikleri, saptanmış rezervdir (mümkün rezerv).. Bunun yanında, ekonomik ve ekonomik olmayan kısımları tanımlanmış, hidrojeolojik ve mühendislik, jeolojisi hesapları yapılmıştır.,

A rezerv, B'ye ek olarak yeterli sıklıkta sondajları yapılmış, cevher mineral karakterler ve teknolojik işletme yöntemine karar verilmiş rezervdir. Eimon (1987) bir maden arama programının aşama ve harcamalarını grafiksel olarak aşağıdaki gibi (Şekil 10) gösterir.



Şekil 10. Bu maden arama programında safha YL hartu-malar (Eimon, 1987).

## DEĞİNİLEN BELGELER.

- Bonham, H. F. Jr., 1986,, Models for volcanic hosted epithermal precious metal deposits: a review in Hamilton NLZ,(ed), Procint, Volcanism Congress, New Zealand Symp.5.
- Clark, A.HL, 1992,, Are outslzed portayiy copper deposits either<sup>1</sup> anatomically or enviionmentaly distinctive?: Giant Ore Deposits Workshop, Kingston,, Ontario, Canada.,
- Eimon, P. I., 1987, Epithermal gold-silver deposits: Course notes. Queens Univ.,, Canada.
- Erlor, A., Aral, BL, 1981, Porfiri bakır yatakları: OJD.TÜ. Müh., Fak., yayınlan. No:67
- Eiler, A., 1988, Formation of mineral, deposits: Lecture notes, O.D.T.Ü.
- Kuzvait, M., Böhmer,, M., 1978, Prospecting and explo-

ration of mineral deposits: Elsevier scientific pub. comp.

- Lindgren, W., 1933, Mineral, deposits: Me. Graw Hill, New York.
- Mitchell, A. H. G., 1988,, Andesitic arcs,epithermal gold and porphyry type mineralization in the Western Passific and Eastern Europe: Bulletin of mining and metallurgy.
- Mitchell, A. H. G., Garson, M.S., 1988,, Mineralization at destructive plate boundaries: as brief view: Bulletin of mining and metallurgy.
- Nelson,, C. E., Giles, D,L., 1985, Hydrothermal, eruption mechanism, and hot spring gold deposits: Econ. Geology... No: 80.
- Newberry, R., 1993, Handout for Au-Cu porphyry skarn short course: IAEG -weekend course 8-9 May, Tralee-Ireland.

Sawkins, F. J., 1990, Metal deposits in relation to plate tectonics: Springer-Verlag,, Amsterdam.

Sibson, R. H., Poulsen, K. H., 1988,, High angle reverse faults,, fluid pressure cycling and mesothermal gold-quartz deposits: Geology no: 16.

Sillitoe, R, H.,, 1979, Some thoughts on gold rich porphyry Cu deposits: Mineralium deposite no: 14.

Sillitoe,, R. H., 1990a, Gold rich porhyry Cu deposits: Geological models and exploration implications: IUGS-UNESCO Deposit modelling program conference, Ottawa-Canada.

Sillitoe, R. H., 1990b, Epitharmal models (Genetic -types, geometric controls, and shallow features):: IUGS-UNESCO' Deposit, modeling program. conference» Ottawa-Canada.

Sillitoe, R. HL, 1 9901% Eplttiermal models (Genetic -types,, geometric controls and shallow features): IUGS-UNESCO Deposit modelling program conference, Ottawa-Canada..

SillitoeJR.H., 1992,, Giant and bonanza gold deposits in epithermal. and subvolcanic settings: Giant ore deposits workshop, 11-13 May,, Kingston-Ontario-Canada.

Sillitoe» R. H., 1993a,, Gold deposits in western, passific island arcs; The magmatic connection: IAEG weekend course, 8-9 May, Tralee-Ireland.

Sillitoe, R.H., 1993b Kişisel görüşme.

Stamen, R. L, 1972,, Ore: petrology: Me Graw HI Pub., Comp.

Wolfe, J.A., 1984,, Mineral, resources: Chapman and Hall Pub. Comp.