

Epitermal Altın Yataklarının Oluşumu ve Özellikleri

The Formation and the Features of the
Epithermal Gold Deposits

M.Sezai KIRIKOĞLU (*)

ÖZET

Son birkaç yıldır ülkemiz madencilik sektörü ve yer bilimcileri arasında altın oldukça popülerdir. Bunun nedeni, yakın geçmişte Pasifik kuşağı epitermal altın yataklarının keşfedilmiş olması ve benzer oluşumların Türkiye'de de bulunabileceğinin anlaşılmasıdır. Birçok yabancı şirketin yanı sıra bir o kadar da yerli şirketin aramalarını yoğunlaştırdığı epitermal altın yataklarının oluşum mekanizması ve tanımlayıcı özellikleri, Pasifik kuşağı epitermal altın yatakları ve temel maden jeolojik veriler esas alınarak bu çalışmada sunulmuştur.

ABSTRACT

In the last few years gold has become popular in the mining sector and among the earth scientists in Turkey. Reason for this is the recent discovery of the epithermal gold deposits in the Pasific belt and the probability that similar deposits may be present in Turkey. Many foreign companies and a similar number of Turkish companies are prospecting for the epithermal gold deposits. In this paper the formation mechanism and the characteristic features of the epithermal gold deposits, based on the gold deposits from the Pasific belt, are given.

(*) Doç. Dr.. I.T.Ü. Maden Fakültesi, Ayazağa, İSTANBUL

1. GİRİŞ

Soy metallerin en ilgi çekenlerinden biri olan altın konusundaki çalışmalar Anadolu'da erken tarihi devirlerde başlamıştır. Modern araştırmalar ise MTA Genel Müdürlüğü'nün kurulmasından sonra yürütülmüştür. Ayrıca Etibank gibi çeşitli devlet kuruluşları ile özel kişi ve kuruluşlar tarafından da Türkiye'de altın yoğun bir biçimde aranmış ve araştırılmıştır. Sözü edilen bu çalışmaların tarihi devirlerdeki de dahil önemli bir bölümü plaser altın yatakları üzerinde yoğunlaşmış ve bu yataklarda altın işletilerek tümüyle alınmıştır. Cu - Pb - Zn, Sb ve Hg gibi cevherleşmelerin ekonomik olarak işletilebildiği yataklar da Au ve Ag içeriklerinin belirlenmesi amacı ile çeşitli araştırmacılar tarafından ele alınmışlardır. Tüm bu çalışmalar sonucunda da Türkiye'deki altın oluşumları belirlenmiştir (Bayramgil, 1945; Nahal, 1958; Ryan, 1960; Gümüş, 1970; Gök, 1978; Çağatay, 1979; Çağatay ve ark. 1980; Kırkoğlu, 1987; Aykol, 1987; Kırkoğlu 1988 a ve b; Aydal, 1988 ve 1989; Akıncı, 1989; Karamanderesi, 1989). Bu çalışmalarda Türkiye'de altın oluşumlarının varlığından bahsedilmesine karşın boyutları belli (tenor ve rezervi) hiç bir altın yatağı henüz ortaya konulamamıştır.

Anadolu'da altın aramalarının yoğunlaşmasının nedeni Pasifik tipi epitermal altın oluşumlarıdır (Kırkoğlu 1989 a). Aşağıda özellikleri ayrıntılı olarak incelenmekte olan epitermal altın yataklarının bir benzerinin de Türkiye'de bulunması, ülkemizin ekonomik kalkınmasına katkı sağlayabilecektir.

Epitermal altın yataklarına ait özellikler, bu yatakların en tipik örneklerinin yaygın olarak bulunduğu Pasifik kuşağı epitermal altın yatakları ve temel jeolojik veriler esas alınarak sunulacaktır. Bu çalışmanın hazırlanması sırasında Pasifik Kuşağı epitermal altın oluşumları ile ilgili ayrıntılı bilgiler International Mining, February 1988'den alınmıştır.

2. EPİTERMAL YATAKLAR HAKKINDA GENEL BİLGİ

Maden yatakları ile ilgilenenler için ilginç olaylar hep Pasifik havzasında meydana gelmektedir. Papua Yeni Gine'nin Lihir adasındaki keşif de altın yataklarının oluşum mekanizmasının anlaşılmasında birdevrime yol açmıştır.

Herşeyden önce jeolojinin anlaşılmasını sağlayan ipucu, olası epitermal altın sahalarının ele geçirilmesini amaçlayan bir telaş başlatmıştır. Bunun temelinde ise çok çekici ekonomik niteliği yatmaktadır. Epitermal altın oluşumunun jeolojik mekanizması anlaşıldıktan sonra, gelişmeler daha da hızlanmıştır. Dünya'daki volkanların %80 inden fazlasını içerdiği için ATEŞ KUŞAĞI olarak nitelendirilen bu bölgede ise gelişmeler çok daha hızlı olmuştur.

Orta ve Güney Amerika'nın Avrupalılar tarafından fethinin ana nedeni de altındır* Daha sonraları Kaliforniya, Alaska ve Yeni Zellanda'da altına hücum yaşanmıştır. Tüm bu altın oluşumları günümüzde "epitermal sistemler" kavramı kapsamında değerlendirilmektedir. Ayrıca Jeologlar Avustralya'nın doğu kıyılarındaki yatakların bir çoğunun epitermal olduğunu belirtmektedirler. Özellikle Queensland'daki Kidston ve Pajingo altın yataklarının epitermal olduğu kesindir (International mining, 1988).

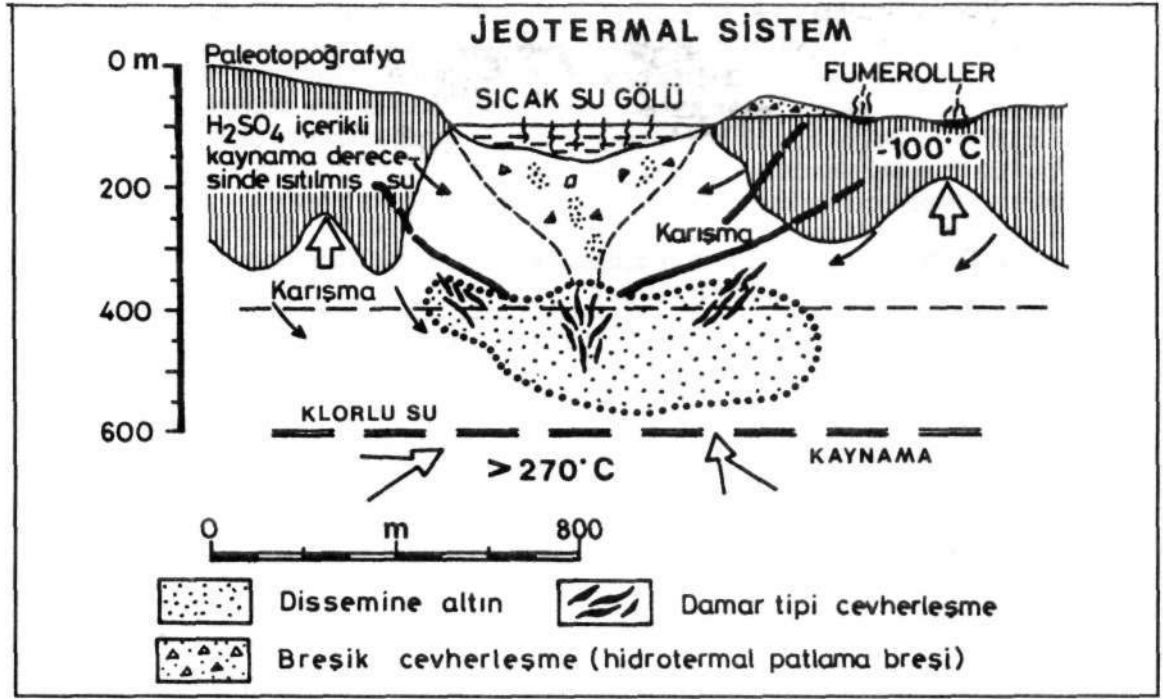
Günümüzde epitermal altın yatakları konusundaki araştırmalar Batı Pasifik Ada Yayı ve Endonezya'ya kadar uzanmaktadır. Bunda 3 etken önemli rol oynamıştır:

1. Pülpde Karbon (Carbon - in - pulp) gibi modern üretim yöntemlerinin geliştirilmesi, çok düşük tenörlü yataklardan altın kazanılmasını olanaklı kılmıştır. Sadece 10 yıl kadar önce 4 g/t'luk tenöre sahip yatakların ekonomik olarak işletilip işletilemeyeceği konusunda büyük endişeler vardı. Bugün Avustralya'nın en önemli yatağı olan Kidston'da 1,8 g/t tenörlü cevher işletilebilmektedir.

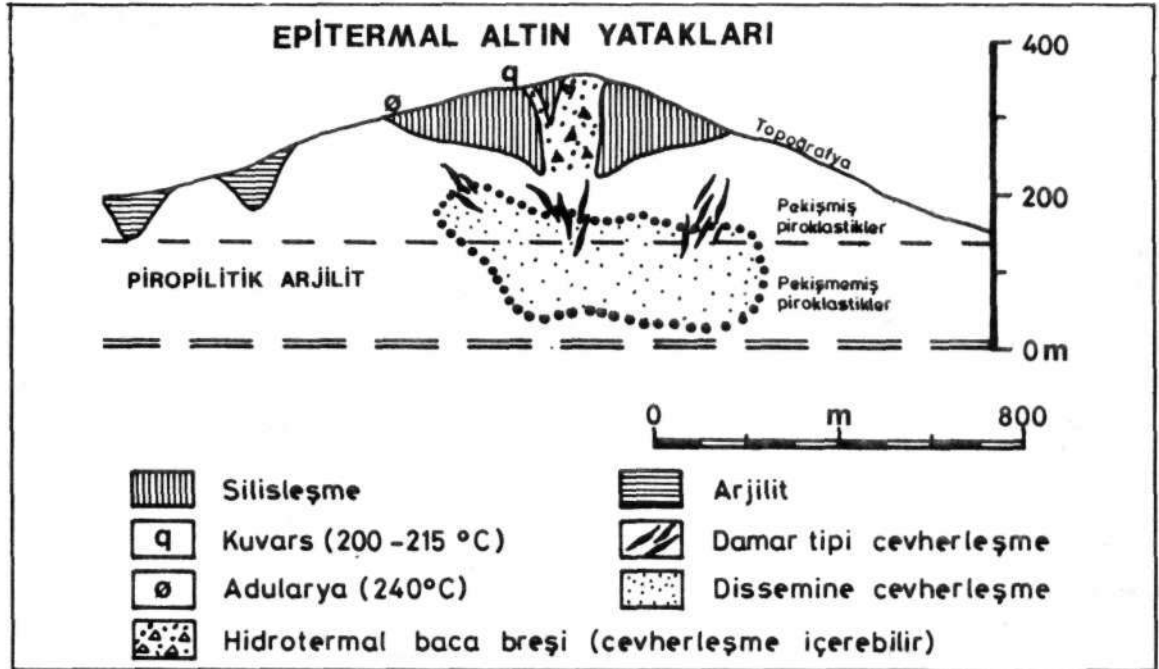
2. Lihir (Popua Yeni Gine) adasındaki yatakların bulunması, epitermal altın yatakları ile bunların özellikleri hakkında yeni bilgiler vermiştir.

3. Altın borçlanması ortaya çıkışı, altın madenciliğinin ekonomisini önemli ölçüde değiştirmiştir.

Epitermal altın yatakları, kayaçlar ile mineral içeren basınçlı sıcak sular arasındaki karmaşık kimyasal tepkimeler sonucu ortaya çıkmış, yüzeye yakını yataklar olarak tanımlanabilir. Volkanik sahalardaki bu sıcak su sistemleri (epitermal sistemler) metalleri, içinde dolaştıkları kayaçlardan çözmektedir. Daha sonra bu metaller çeşitli jeolojik yapı ve ortamlarda, 1000 m'den yüzeye kadar olan derinliklerde sıcak su oluşumları şeklinde depolanmaktadır.



Şekil 1. Epitermal altın yataklarını oluşturan Jeotermal sistemin şematik kesiti. (Kesitte jeolojik süreçler alterasyon ve erozyondan önceki şekli ile verilmiştir. Cevheri oluşturan çözeltiler magma ocağı tarafından ısıtılmış, yan kayaç içerisinde dolaşan meteorik sulardır. Juvenil su katkısı da mümkündür. Sahip olduğu ısı ve kimyasal bileşim nedeniyle yüksek çözme yeteneğine sahip olan bu sular, yan kayaçlardan kazanmış oldukları soy metal içeriklerini daha sonra, soğuma süreçleri sırasında, genellikle yüksek geçirgenliğe sahip volkanik yan kayaçlar içerisine bırakırlar.)



Şekil 2. Bir jeotermal sistemin oluşturmuş olduğu epitermal altın yatakları (Kesitte aktüel topografya ve bunun altında yer alan cevherleşmeler görülmektedir. Ayrıca epitermal altın oluşumlarına ait silisleşme, arjilitleşme, piropilitleşme, kuvars ve adularya oluşumu ile breşik, damar tipi ve dissémine cevherleşmeler gibi özellikler görülebilir)

Jeotermal sistemler olarak da bilinen epitermal sistemlere, günümüzde, dünya'nın pek çok yerinde rastlamak olasıdır. Bunlara bağlı olarak çeşitli tenörlere sahip epitermal altın yataklarının oluştuğu bir çok yerler belirlenmiştir. Lihir adası ile Yeni Zelanda'daki Tapuo bölgesi bunlara verilebilecek en iyi örneklerdir (In-

ternational Mining, 1988). Bu şekilde oluşmuş altın yataklarının önemli bir bölümü aktif Jeotermal sistemler içerisinde olmayıp şimdi fosil olarak adlandırılan sistemlerin parçalarıdır. Araştırma aşamasında aktif ve fosil epitermal sistem kavramlarının iyi anlaşılması oldukça önemlidir (Şekil 1 ve 2).

Çizelge 1. Dünya'nın Bazı Önemli Epitermal Soy Metal Yatakları (International Mining, 1989).

YATAK	REZERV Milyon ton	ALTIN (t)	GUMUŞ (0)	AÇIKLAMA
Nevada. USA				
Round Dağı	0.9	10.7	11.2	İşletilen miktar
Round Dağı	195.0	260.0	487.0	Rezerv (1982)
Goldfield	5.3	130.0	45.0	İşletilen miktar
Virginia Şehri	19.3	254.0	5950.0	İşletilen miktar
Tonopah	8.8	58.0	5400.0	İşletilen miktar
Jarrit kanyonu	V.Y	94.0	15.0	Rezervler
Carlin	10.0	94.0	10.0	işletilen (1980)
Colorado. USA				
Creede Bölgesi	3.2	5	2380	İşletilen (1979)
Sunnyside	7.0	22	564	Rezerv + İşletilen
Cripple Creek	V.Y	575	65	İşletilen
California USA				
Mc Loughlin	30	100	V.Y	Rezervler
ŞİLİ				
El Indio	3.1	37	4436	Rezerve Cu dahildir. Au ve Ag rakamları rezerv + işletilendir.
DOMİNİK a JMHI JRİYFTt				
Pueblo Viejo	41	173	886	Oksidasyon zonundaki toplam cevher. Sülfürlü cevher hariç
MEKSİKA				
Guanajuato	70	110	25565	İşletilen
Pachuca	100	192	46500	İşletilen
JAPONYA				
Kushikino	8.0	5.4	490	İşletilen (1980)
Hishikari	1.8	120.0	V.Y	Rezervler
Kasuga, Ivato, Askehi	3.8	14.0	30	İşletilen (1980)
FİLİPİNLER				
Baguio Bölgesi	N/A	300	300	İşletilen
YENİ ZELANDA				
Waihi	12	130	900	İşletilen
Thames	N/A	40	20	İşletilen
PAPUA YENİ GİNE				
Lihir Adası	60.0	200	V.Y.	Rezervler
Porgera	54.0	268	V.Y	Rezervler
	1.7	68		Rezervler

Çizelge 2. Pasifik Epitermal Kuşağının Bazı Önemli Yatakları
(International Mining, 1988)

YATAK	LOKASYON	REZERV VE TENORU	ÜRETİM (07./yıl)
ENDONEZYA			
Etsberg	Irian Jays	30 Mt 0.75 g/t (g)	70,750 (g)
Lebong tandai	Sumetra	30 Mt 2.5-3.5 g/t (g)	28,300 (m)
Kelian	Kelimantan	30 Mt 3 g/t (m)	450,000 (m)
Mt Muro	Kclimantan	4 Mt10g/t(g)	250,000 (mü)
		20 Mt 10 g/t (mü)	
Kasongan	Kelimantan	30 Mm3 0.241g/m3(g)	21,000 (m)
PAPUA YENİ GİNE			
OkTedi	Star Dağları	250,0 I Au cevher içinde	550,000 (g + mü)
Bougainville	Bougainville Adası	674,0 Mt 0.46 g/t	570,000 (g)
Misima	Misime Adası	62,0 Mt 1.35 g/t	170,000 (m)
Porger	Highlands	78,0 Mt 3.8 g/t	500,000 (m)
		1,7 Mt 40 g/t	
		2,8 Mt 8 g/t	
Lienetz	Lihir Adası	150,0 Mt 2.66 g/t (m)	400,000 (m)
Minife	Lihir Adası	30,0 Mt 5.0 g/t	400,000 (mü)
Simeri	Tabar Adaları	10,0 Mt 3.0 g/t	100,000 (mü)
Wapolu	D'Entrecesteau	5,0 Mt 1.43 g/t	40,000 (m)
Wild Dog	East New Britain	3,0 Mt 10 g/t	60,000 (m)
DİĞER PASİFİK ÜLKELERİ			
Vatu Koula	Fiji	0.7 Mt	53,559 (g)
Gold Ridge	Solomons		
Masbate	Filipinler	9,0 Mt 2.5 g/t	80,000 (g)
Hinobarn	Filipinler	14,0 Mt 1.8 g/t	100,000 (mü)
Gold Cross	Yeni Zelanda	10,0 Mt 3.5 g/t	100,000 (m)
Wahi	Yeni Zelanda	15,0 Mt 3.5 g/t	200.000 (g)
El Indio	Şili		

(g) = görünür (m) = muhtemel (mü) = mümkün

Çizelge 3. 1990'lı Yılların Ortalarında Pasifik Epitermal Kuşağında Olabilecek Altın Üretimi (International Mining, 1988).

ÜLKE	Minimum (ton/yıl)	Maksimum (ton/ yıl)
Papua Yeni Gine	100	150
Avustralya*	70	100
Endonezya	25	50
Güney Amerika Pasifik Ülkeleri	80	100
Diğer Pasifik Ülkeleri	50	70
Brezilya	50	70
TOPLAM	375	540

* Avustralya 1990 yılında üretimini 150 tona çıkarabilecek potansiyele sahiptir.

3. EPİTERMAL ALTIN YATAKLARIN EKONOMİK ÖNEMİ

Pasifik havzasındaki yaklaşık 20 ülkede işletilen epitermal altın yataklarından yapılan üretim yılda 30.000 kg (= 965.000 oz) olup, bu miktara plaserlerden yapılan üretim ile yan ürün olarak kazanılan altın dahil değildir (International mining, 1988). Üretimdeki önemlerine göre sıralanacak olursa Dominik Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri ve Filipinler, Nikaragua, Kolombiya, Japonya ve Meksika ile birlikte bu üretimin %70'ini gerçekleştirmektedirler (Çizelge 1 ve 2). Kaliforniya'daki McLaughlin (100 ton) ve Şili'deki El Indio (60 tondan fazla) gibi üretime geçen yeni yatakların bulunması sonucu Pasifik çevresindeki ülkelerin yıllık üretim kapasitesi iki katına çıkarak 60.000 kg'ı geçecektir (Çizelge 3). Bu epitermal yatakların bazılarında yapılan gümüş üretimi de oldukça önemlidir. Örneğin Meksika'da ki Pachuca gümüşlü altın yatağı dünya toplam gümüş üretiminin %6'sını karşılamaktadır.

Günümüzde epitermal yataklar sürekli gündemdedir. Düşük tenörlü dissémine altın içeren epitermal yataklar oldukça büyük rezervlere sahiptirler. Genellikle yüzeye yakın yatak oluşturduklarından işletme giderleri düşüktür. Çizelge 1'de dünya'nın önemli epitermal altın ve gümüş yatakları tenor ve rezervleri ile birlikte görülmektedir.

Epitermal sistemlerin oluşum mekanizmasının iyi anlaşılması ve yeni araştırma yöntemleri yardımı ile hem yüksek tenörlü damarlar, hem de düşük tenörlü dissémine oluşumlar şeklinde bulunan değerli metallerin bu yeni yatak tipi, tüm Pasifik havzası ülkelerinde ve Türkiye'de bulunabilecek ekonomik hedefleri oluşturmaktadır.

4. EPİTERMAL YATAKLARIN ÖZELLİKLERİ

Şekil 1'de bir epitermal yatağın ana özellikleri görülmektedir. Hemen farkedilebileceği gibi bu yatak fosil bir yataktır. Ancak şekilde oluşum sırasındaki görünüm şematik olarak çizilmiştir. Yatak geniş bir asit volkanik erupsiyon merkezinde yer almaktadır. Yüksek tenöre sahip, yüzeylenmiş damar tipi yataklar yüzyılımızın başından beri işletilmektedir. Açık bir oca-

ğın (Round Mountain, Nevada) geliştirilmesi sırasında 1979 yılında yapılan araştırmalar, oluşumu sadece epitermal süreçlerin göz önüne alınması ile açıklanabilecek, tamamiyle dağın altına gömülü, masif dissémine altın yatağının bulunduğunu ortaya koymuştur (International Mining, 1988).

Volkanik süreçler, kayaçların içerisinde bulunan ve büyük bir bölümü yağmurlardan kaynaklanan suların ısınmasına neden olmuşlardır. Volkanik sistem içerisindeki bu sular yükselerek derinlerdeki gözenekli kayaçlar içerisinde dissémine altın yataklarını oluşturmuştur. Daha yukarılarda ve daha az gözenekli volkanik kayaçlar içerisinde ise ince damarlı cevherleşmeler buna eşlik etmektedir. Sıcak suların yüzeye çıktığı kısımlarda ise fumaroller, sıcak çamur gölleri, gayzer ve sıcak su kaynakları gibi tipik volkanik süreç ürünleri gözlenmektedir (Şekil 1).

Epitermal yatakların özellikle arama sırasında göz önünde bulundurulması gereken en önemli özelliği alterasyondur. Bu, kayaçlar içerisinde dolaşan sıcak suların bir çeşit parmak izidir. Metalleri çözüp tekrar çöktürme özelliklerinin yanı sıra, epitermal çözeltilerin çevre kayaçlar üzerinde etkin bir alterasyon oluşturma yetenekleri vardır. Alterasyon killi ve silisli zonlar şeklinde kendini belli eder. Çözeltilerin yüzeye doğru yükseldikçe basınç kaybetmesi ve soğuması nedeniyle alterasyon klasik olarak zonlara ayrılır.

Alterasyon sürecinin cevher kütesinden çok daha büyük hacimlerdeki kayaç kütlelerini etkilemesi nedeniyle alterasyon epitermal cevher yataklarının araştırılmasında çok kullanışlı bir kılavuzdur. Alterasyon halelerinin dikkatli ve başarılı değerlendirilmesi sonucu aktif ya da fosil bir jeotermal sisteme bağlı olarak oluşmuş, derindeki örtülü bir yatağın bulunması olasıdır (Şekil 2).

Epitermal yatakların önemli bir diğer özelliği de yatağın geometrisinin cevher oluşturan süreçlerin derinliğine bağlı olarak değişim göstermesidir. (Şekil 1,2,3, ve 4). Bu nedenle epitermal zenginleşmeler genelde yüksek tenörlü damarlar, ornatma türü saçınımlı, stockwork ve breşik yataklar ile sıcak kaynaklar şeklinde cevher oluşturan sistemin derinliğine bağlı olarak farklılıklar gösterirler.

Aktif bir epitermal sistemde hemen hemen tüm cevher kütlesi 50 ile 1000 m arasındaki herhangi bir derinlikte yer alabilir (Şekil 1 ve 2, Çizelge 4). Bunun tam aksine olarak, bir fosil yatağın yarısı erozyona uğramışsa, geriye sadece damar şekilli ya da dissémine cevher kalmış olacaktır ve bunlar da derine inildikçe hızla tükeneceklerdir.

Herhangi bir epitermal sistemde derindeki cevherin belirlenebilmesi için değişmez kuralları yoktur. Dikkatli ve sürekli araştırmalar gereklidir. Damar tipi cevherleşmelerde olduğu gibi beklenildiğinden daha fazla altın içeren zonlarla karşılaşma şansı da bulunmaktadır.

Özellikle gümüş ve altını birlikte içeren pek çok yatağın sülfat tuzları, selenidler ve antimuan sülfidlerden oluşan kompleks bir mineralojik yapıları vardır (Çizelge 4). Bunun yanı sıra bazı altınlı gümüş yataklarında tellürtdler önemlidir. Örneğin Kolorado'daki Cripple Creek, Fiji'deki Emperor Mines ve Romanya'daki yataklar bu tiptedir (International Mining 1988). Bir çok epitermal soy metal yatağı yüzde bir kaç oranında kurşun, çinko ya da bakır içermektedir. Bunlar baz metallerin ya altında ya da onlarla iç içe yataklanmışlardır. Soy metallerin yanında değer olarak tamamiyle ikinci planda kalırlar. Bu metallerin varlığı ve dağılımı genellikle lokal yataklanma süreçlerine bağlıdır.

Yukarıdaki tanımlamalar bir çok yatak için kullanılabilir. Ancak gerçekte, belirli bir epitermal ortamın benzer hidrotermal sistemlerinin farklı kısımlarında uygulanmalıdır. Mineralizasyon ile alterasyonun şekli ve yayılımı, geniş ölçüde sistemden gelişen fiziksel ve kimyasal olayların bir fonksiyonudur.

Üzerinde çalışmaların yapıldığı bir yatakta, eğer mümkünse erozyonun derecesinin belirlenmesi, araştırmaların başarısı açısından son derece önemlidir. Bunun yapılması halinde yatağın mevcudiyeti, tipi, yayılımı ve üçüncü boyuttaki uzanımı gibi konularda bilgi edinmek mümkün olacaktır.

5. AKTİF EPİTERMALLER

Aktif epitermal sistemler olan Jeotermal sistemler tektonik ya da mağmatik süreçler

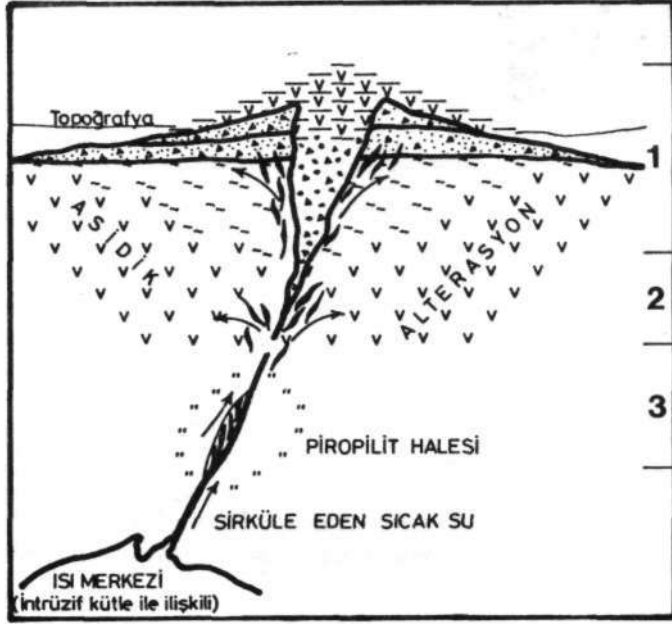
içeren Jeolojik yapılarda gelişmektedir. Bu süreçler ısıtılan çözeltilerin ortamda dolaşımına da neden olmaktadır. Söz konusu bu jeotermal sistemlerin belirgin ortamları ada yayları, volkanik zincirler, derin sedimanter tabanlar, tektonik kuşaklar ile sıkışma zonları ya da okyanus tabanı yayılma bölgeleridir.

Jeotermal sistemler bir kaç özelliğe sahiptir. Derinlerde bulunan bir ısı merkezi sistemin yönlendirici gücünü oluşturmaktadır. Bunun üzerinde, içinde Jeotermal çözeltilerin hareket ettiği, kırılmalı ve geçirgen kayaç kütlesinden oluşmuş rezervuar yer almaktadır. Yüzeyde ise enerji ve çözeltilerin sistemi terkettiği boşaltma alanları bulunmaktadır. Bir çok durumda çözeltilerin yüzeyde çok geniş alanlar kaplayan yayılımını izlemek olasıdır. Bazı durumlarda da yerel koşullar nedeni ile yüzey boşaltması engellenmişse, sistem tamamen gizlidir.

Bazı aktif epitermal sistemler son 100.000 ile 1 milyon yıldır faaliyette olduklarını gösteren kanıtlara sahiptir. Daha önce volkanik süreçlere uğramış alanlarda epitermal sistemler incelenirken göz önünde bulundurulması gereken en önemli nokta, varolan sistem ile önceki sistemin birbirlerine karıştırılmamasıdır. Ayrıca unutulmamalıdır ki böyle sistemler içerisinde birçok mineralizasyon fazı da gelişmiş olabilir.

6. BREŞLEME VE HİDROTERMAL MİNERALİZASYON

Patlama breşlerinin hidrotermal mineralizasyonu Yeni Zelanda'daki aktif tüm epitermal sistemlerde gözlenebilmektedir. Bunların eşdeğerleri de günümüzde bir çok fosil epitermal sistemde incelenebilmektedir (International Mining, 1988). Genellikle dissémine mineralizasyonunun üzerinde yer almakta olup, beslenme hatları doğrudan doğruya cevherleşme zonu ile ilişkilidir. Bu özellik söz konusu cevherleşmelerin ortaya konulabilmesi için araştırmalar sırasında son derece önemlidir. Breşlerin mineralizasyonu, yüzeye yakın kısımlarda geçirgen kanalların tıkanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu tıkanıklıkların kırılması ile yeni geçirgen kanallar oluşmakta, böylelikle de daha önceden silisleşmiş ve mineralize olmuş zonlar tekrar breşleşmektedir.

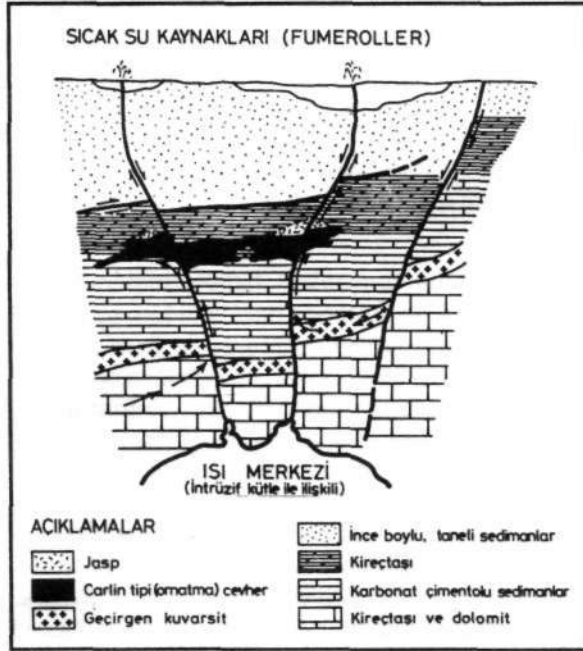


AÇIKLAMALAR

- Sinter teras
- Yataklanmış patlama breşi
- Silis şapka
- Geçirgen fluyval veya volkanik sedimanlar

- 1** STOCKWORK CEVHERLEŞME
Hızlı soğumanın olduğu bu kısımda patlama breşi ve fumvollere bağlı stockwork cevherleşmeler görülmektedir.
- 2** DAMAR ve ORNATMALAR
Yan kayacın geçirgenliğine bağlı olarak boyutları değişen, yüzeye yakın ve sık fumarollere bağlı damar tipi ve remplace cevherleşme.
- 3** DAMAR ve CEVHERLİ BREŞLER
Fay boyunca ilerleyen sıcak çözelliler damar, tüy çatlakları ve breşlere bağlı cevherleşmeleri oluşturmaktadır.

Şekil 3. Jeotermal sistemlerde farklı epitermal cevherleşme modelleri (Bu şekilde yüzeye yakın ve sıcak su kaynakları çevresindeki breşlemenin ev sahipliği yaptığı cevherleşme ile dissimine altın yataklanması görülmektedir).



Şekil 4. Jeotermal sistemlerde farklı epitermal cevherleşme modelleri (Bu şekilde Carlin tipi (ornatma) cevherleşme şematik olarak gösterilmiştir).

Erüpsiyon kanalları volkanik kökenli olmayan breşleşmiş malzeme tarafından doldurulmaktadır. Bu zonlar sık sık altın mineralizasyonuna ev sahipliği yapmaktadırlar (Örneğin Round Mountain, Nevada; McLaughlin, Kaliforniya ve Summitville, Kolorado). Porgers ya dağında masif altın mineralizasyonunun breşlerde bağlayıcı malzeme (çimento) olarak yer aldığı belirlenmiştir (International Mining, 1988). Erüpsiyon ve breşlerin incelenmesi, cevherleşme sırasında yüksek dereceli depolanmalara sahne olabileceklerinden oldukça önemlidir.

7. EPİTERMAL MODELLEME

Erozyona uğramamış epitermal sistemlerin özellikleri şu şekilde verilebilir (Çizelge 4).

- Silisli zonların varlığı
 - Hidrotermal patlama breşlerinin bulunması yada kuvars damarları içeren, hidrolik olarak parçalanmış silisifiye kayaçların varlığı.
 - Yüzeyde altının ortalamasının üzerinde zenginleşmesi ya da zenginleşmemesi.
- Erozyona uğramış fosil sistemlerin özellik-

Çizelge 4. Bir Hidrotermal Sistemin Epitermal Bir Sistem Olup Olmadığı ve Bir Altın Yatağı İçerip İçermediği ile ilgili Parametreler (International Mining, 1988).

Derinlik	: Yüzeiden 1000 m ye kadardan derinlikler.
Oluşum Sıcaklığı	: 50 - 300° C (Genellikle \ 70 - 250°C)
Çözeltilerin Kökeni	: Meteorik sular (mağmatik katkı söz konusu olabilir).
Yataklanma Şekli	: inceden kalına damar, stokvörk, dissémine yatak, remplasman.
Cevher Yapısı	: Boşluk dolgusu, kabuk, kolloform bandlı, şilir, breş.
Cevher Elementleri	: Au, Ag, (As, Sb)\ Hg, (Te, Tl), (Pb, Zn, Cu)
Alterasyon	: Silisleşme, ileri derecede arjilitleşme, montmorillonit / illit oluşumu, adularya, piropilitleşme.
Genel Özellikler	: ince taneli kalsedonik kuvars, kuvars pseudomorfları (kalsit yerine), hidrolik kırık yapısı (breşleşme).

* Parantez içindeki elementler ender olarak ekonomik konsantrasyonlarda bulunur. Ekonomik konsantrasyonlarda bulunmaları halinde bile değerleri eşlik ettikleri soy metalden daha azdır.

leri ise şöyledir (Çizelge 4).

- Kil içeren alterasyon zonlarının varlığı ve/veya altında cevher zonları içeren karbonatlı masif damarlar

- Hidrolik breşleşme
- Kriptokristalin bantlaşma
- Kalsit yapısında kuvars

- Yüzeide altın ya da diğer metal değerlerinin işletme tenörü derecesinde olmasa bile yüksek oranları.

Araştırmalar var olan sülfid/alterasyon sistemlerinin araştırılıp, iyi değerlendirilmesine yönelirse örtülü sahalarda altın içeren gizli sistemler de bulunabilecektir. Geniş bölgesel ölçekte sürdürülecek Jeofiziksel araştırmalar, temel yapısal unsurların ortaya konulmasında yararlı olacaktır. Çünkü, bazı yapısal kırıklar cevherli çözeltilerin olası hareket kanallarıdır ya da cevher depolanmalarının yer aldığı yataklardır. Tüm volkanik sahalara ait özelliklerin Jeofizik, uzaktan algılama, fotojeoloji ya da Jeolojik harita alma çalışmaları ile ortaya konulması çok yararlı olacaktır. Çünkü volkanik yapılar ile epitermal cevherleşmeler arasında çok sıkı bir ilişki vardır.

8. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ekonomik önemleri son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu ortaya konulan ve en tipik örnekleri Pasifik Kuşağı'nda bulunan epitermal altın yataklarının özellikleri üzerinde durulmuştur. Böylelikle Türkiye'de epitermal altına hücumun yaşandığı bir dönemde, araştırmacı ve ilgilenenlere bazı sağlıklı bilgilerin aktarılması amaçlanmıştır.

Yazıda yer alan epitermal altın oluşumlarının temel özellikleri göz önüne alınıp, Türkiye için bir modelleme yapmak gerekirse, özellikle Tersiyer yaşlı volkanik kayaların yüzeylendiği alanlar (Kırıkoğlu, 1988 b) başta olmak üzere tüm volkanik kuşaklar (Örneğin Doğu Karadeniz Bölgesi) ile hidrotermal alterasyon sahaları epitermal altın aramaları için hedef teşkil etmektedir. Yine hidrotermal alterasyon sonucu oluşmuş ve Türkiye'de yaygın olarak bulunan kil sahaları da epitermal altın araştırmaları için yeniden ele alınmalıdır.

Burada üzerinde durulması gereken bir nokta da, yukarıdaki açıklamalardan hemen anlaşılabilceği gibi, epitermal altın araştırmaları

lan için hedef sahalarn Türkiye'de oldukça geniş alanlarda yayıl im göstermesidir. Tüm bu sahalarn sadece MTA ve Etibank gibi kamu kuruluşlarımız ve özel sektör tarafından yapılacak araştırmalarla ele alınıp, etüd edilmesi olası değildir. Jeoloji, Maden ve Jeofizik Mühendislięi Bölümleri bulunan üniversitelerimiz yurdumuzun dört bucağına dağılmış durumdadır. Bu nedenle Türkiye epitarmal altın araştırmalarının sağlıklı bir biçimde ve süratle sonuçlandırılabilmesi için üniversitelerimizdeki potansiyellerde harekete geçirilmelidir.

9. KATKI BELİRTME

Bu yazının hazırlanması sırasında destek ve önerilerini esirgemeyen İTÜ Maden Fakültesi Öğretim Üyeleri sayın Prof. Dr. Yılmaz BÜRKÜT ve sayın Prof. Dr. Zeki DOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- AKINCI, Ö., 1989; "Epitarmal Altın, Oluşum Mekanizmaları ve Türkiye Ölçüsünde Aramaların Bugünkü Durumu", 43. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara.
- AYDAL, D., 1988; "Araç Masifi içindeki Altın İçeren Listvenitler, Kastamonu, Türkiye", Hacettepe Üniversitesi'nde Yerbilimlerinin 20. Yılı Sempozyumu, Ankara.
- AYDAL, D., 1989; "Hatay - Kızıldağ Masifi Güneydoğusunda Altın Zenginleşmeleri", 43. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara.
- AYKOL, A., 1987; "Birincil ve Plaser Altın Oluşumları", İ.T.Ü. Maden Fakültesi, 1987 Yaz Dönemi Konferansları, İstanbul (Yayınlanmamış).
- BAYRAMGİL, O., 1945; "Mineralogische Untersuchung der Erzlagertaehte von Işıkdağ (Türkei)", Schweiz, min. Pet. Mitt., Bd. 25. H. 1, S. 23-113.
- ÇAĞATAY, A., 1979; "Yamaç ve Akarsu Plaserlerine Dünya ve Türkiye'den Bazı Örnekler", Yeryuvarı ve İnsan, S.4, C4, S. 11 - 20, Ankara.
- ÇAĞATAY, A., PEHLİVANOĞLU, H. ve ALTUN, Y.; "Küre Bakirli Pirit Yataklarının Kobalt - Altın Mineralleri ve Yatakların Bu Metaller Açısından Ekonomik Deęeri", MTA Enstitüsü Dergisi, S. 93/94. S. 110-118, Ankara.
- GÖK, S., 1978; "Türkiye Neojen Formasyonlarının Ekonomik Jeolojisi", Jeoloji Mühendislięi, S.4, S. 40 - 49, Ankara.
- GÜMÜŞ, A., 1970; "Türkiye Metalojenisi", MTA Enstitüsü Yayınları, N. 44,30S., Ankara.
- INTERNATIONAL MINING. February 1988; "Epitarmal Gold", A Basic guide to the Pacific epitarmal arc; where the gold is to be found and where it came from, pp. 7-12.
- KARAMANDERESİ, İ.H., 1989; "Epitarmal Altın Yatakları ve Jeotermal Sistemlerin Göçü", 43. Türkiye Jeoloji Kurultayı. Ankara.
- KIRIKOĞLU, M.S., 1987;"Türkiye Altın Oluşumları", İ.T.Ü. Dergisi, C 45, Y.,45, S. 5-6, S. 16-21, İstanbul.
- KIRIKOĞLU, M.S., 1988 a; "Türkiye'nin Doğal Altın Kaynakları", Altın Haber, Y. 1, S. 1, S. 6 - 7, İstanbul.
- KIRIKOĞLU, M.S., 1988 b; "Altın Kaynaklarımız Belirleniyor", Altın Haber, Y. 1, S.2, S. 6-7, İstanbul.
- KIRIKOĞLU, M.S., 1989 a; "Anadolu'da Altın", İnsan ve Kainat, Haziran -1989, Sayı 46, S. 57 - 59, İstanbul.
- KIRIKOĞLU, M.S., 1989 b; "Yerinde Bir Karar... Ülkemiz İçin Hayırlı Olsun ...", Para ve Sermaye Piyasası, Genborsa,Y. 11, S. 120. S. 13-14, İstanbul.
- NAHAL L, 1958; "The Mineral Industry of Turkey", U.S., Bur. Mines, Inform. Cire. 7855, 140 p.
- RYAN. C.W., y1960; "A Guide to the Known Minerals of Turkey", Min. Res. Explor. Inst. Turkey, 196 p., Ankara.