



TMMOB ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI
2 ULUSAL ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ
İstanbul, 4-5 Aralık 1997

TÜRKİYE'DEKİ ALTIN POTANSİYELİ, ÇEVRESEL ETKİLERİ VE ARITMA YÖNTEMLERİ

Arş Gör Alper BABA

DEÜ Müh Fak Jeoloji Müh Böl Bornova/İzmir

Arş Gör Ali Rıza DİNÇER

DEÜ Müh Fak Çevre Müh Böl Bornova/İzmir

ÖZET

Türkiye'nin genel olarak, ayrıntılı araştırmaları tamamlanmamış olmasına rağmen, genelde volkanik kayalarla bağlantılı epitermal ve porfiri tipi yataklarda potansiyel altın içerdiği söylenebilir. Toplam altın potansiyelinin 75 ton olduğu tahmin edilmektedir.

Altın kaynaklarının düşük tenörlü ve çok ince taneli olması nedeniyle siyanürle özütleme yöntemi bu tür cevherlerden altın kazanımı için teknik ve ekonomik olarak uygulanabilecek tek yöntemdir. Siyanür içeren atıkların arıtımında değişik kimyasal maddelerle oksidasyon, iyon değiştirme, ters osmoz, adsorpsiyon ve biyolojik yöntemler uygulanır.

Klor ya da ozonla siyanürün kimyasal oksidasyonu düşük konsantrasyonda siyanür içeren atıkların arıtımı için uygundur.

ANAHTAR KELİMELER: Altın, Altın ve Çevre,

TREATMENT METHODS AND ENVIRONMENTAL EFFECTS OF GOLD POTENTIAL IN TURKEY

SUMMARY

Although reserves of gold are not clearly researched in Turkey, it can be say that gold mineralization in Turkey is generally hosted by volcanic rocks as epithermal and porphyry type ores. The total gold reserves is about 75 tons.

Chemical oxidation with various chemicals, ion exchange, reverse osmosis, adsorption and biological methods are used for the treatment of cyanide in tailings.

Chemical oxidation by chlorination or ozonation is appropriate for relatively dilute cyanide wastes.

KEY WORDS: Gold, Gold and Environment

1. GİRİŞ

Türkiye'nin genel olarak, ayrıntılı araştırmaları tamamlanmamış olmasına rağmen, genelde volkanik kayalarla bağlantılı epitermal ve porfiri tipi yataklarda potansiyel altın ve gümüş içerdiği söylenebilir. Nitekim 1986 yılından beri, bu tür yataklar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda Batı Anadolu'da, Orta Anadolu'da ve Doğu Karadeniz'de önemli sayılabilecek altın yatakları tespit edilmiştir (Tüprag, 1996).

1986 yılından itibaren, Türkiye'ye özellikle altın için bu alanda büyük tecrübesi olan altı yabancı şirket gelmiştir. Bunların üçü tarafından, boyutları şimdilik belirlenmiş altı adet saha keşfedilmiştir (Erlar,1993). Günümüzde işletilebilirliği söz konusu altın yataklarının rezervi 72 3 tondur (Tablo 1)

TABLO 1 Türkiye'deki Altın Potansiyeli (Tüprag, Eurogold, Comico,1993)

ŞİRKET	KÖY	İL	ALTIN POTANSİYELİ (ton)
TÜPRAG	Efemçukuru	İzmir	1 5
TÜPRAG	Kaymaz	Eskişehir	6 0
TÜPRAG	Küçükdere	Balıkesir	7 5
EUROGOLD	Ovacık	İzmir	24 0
EUROGOLD	Mastra	Gümüşhane	25 0
COMINCO	Cerattepe	Artvin	8 3
TOPLAM			72 3

II. TÜRKİYE'DEKİ ALTIN YATAKLARI

Türkiye'de altın yatakları altı grup içerisinde ele alınabilir

1. Epitermal Yataklar

Bu yataklar düşük sıcaklıklarda ve düşük basınçlarda oluşan yataklardır. Bu yataklar, fay zonlarında veya volkanik çöküntü alanlarında, alterasyona uğramış, breşleşmiş kayalar içinde, çevredeki geçirimli kayalar içinde veya silisli çökeltiler içinde kuvarslı damarlar, ağı damarcıklar veya saçınımlar olarak bulunurlar (Erlar, 1993). Yurdumuzda rezervi saptanan üç önemli altın yatağı bu grup içerisinde yer alır. Küçükdere (Balıkesir), Ovacık (İzmir), Mastra (Gümüşhane) yataklardır.

2. Ultramafik Kayalara Bağlı Yataklar

Hidrotermal çözeltilerin etkisi ile karbonatlaşmış ve silisleşmiş ultramafik kayalarda gözlenir. Bu tür yataklar içinde cıva, arsenik, nikel ve altın cevherleşmeleri bulunmaktadır. Kaymaz (Eskişehir)'deki altın mineralizasyonu buna örnek teşkil eder.

3. Altın İçeren Masif Sülfid Yatakları

Volkanik kökenli masif sülfid yatakları egemen olarak pirit ve kuvars, cevher mineralleri olarak da kalkopirit, sfalerit ve galen içerebilirler (Erlar, 1993). Yurdumuzda Cerattepe (Artvin)'deki cevherleşme buna bir örnektir.

4. Altın İçeren Skarnlar

Skarnlar plütonik kayalarla kireçtaşı ve dolomit gibi karbonatlı kayaların dokanaklarındaki başkalaşım kuşaklarında bulunurlar. Balıkesir çevresinde bu tür yataklar gözlenmektedir (Tüprag,1996).

5. Altın İçeren Porfiri Bakır Yatakları

Bu yataklardan üretilen cevherden de altın yan ürün olarak bakırın elektrolizi sırasında elde edilmektedir. Yurdumuzdaki bilinen porfiri bakır yatakları düşük bakır tenörlü olduklarından

günümüz koşullarında ekonomik değerlerdir Ulutaş - İspir- Erzurum ve Güzelyayla-Maçka-Trabzon'da bulunan bu yatakların altın içeriği ile ilgili veri bulunamamıştır (Erler,1993)

6. Plaser Yataklar

Genellikle akarsu havzalarında, kum ve çakıllar arasında bulunur Bu gibi havzalarda altın dağılımı oldukça düzensizdir Yurdumuzda önemli sayılabilecek zuhurlar Kiseçik Çayı-Hatay civarındadır Plaser altın yatakları yurdumuzda eskiden işletilmiştir Herodat, Lidya kralı Krezüs'un hazinelerindeki altının Bozdağ'dan kaynaklanan Sart, (Salihli) çayındaki altınlı kumlardan üretildiği belirtilmektedir (Erler,1993)

III. ALTININ İŞLETİLMESİ

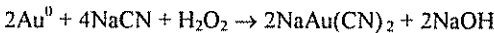
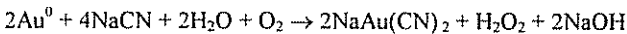
Altın elementi,bulunduğu mineral cinsine,boyutuna ve doğada içinde bulunduğu kaya türüne bağlı olarak çok değişik şekilde elde edilebilir Örneğin altın plaser tipi yataklarda genel olarak bate (eleme) veya flotasyon (yüzdürme) yöntemleriyle elde edilirken, bazı yataklarda gravite ve amalgamasyon yöntemi ve çok küçük mikron boyutunda altın içeren epitermal yataklarda ise siyanür liçi yöntemi en yaygın ve uygun kazanım yöntemidir

Epitermal altın cevherlerinin karakteristik özelliği cevherin düşük tenörlü ve bünyesindeki altının ince taneli olmasıdır Siyanürle özütleme yöntemi, bütün cevherlerden altın kazanımı için teknik ve ekonomik olarak uygulanabilecek tek yöntemdir Bu nedenle siyanürleme yöntemi bütün dünyada yaygın biçimde kullanılmaktadır Bu işlem sonucunda çıkan atıkların çevreye zararlı etkilerini gidermek için seçilecek yöntem yörenin iklim koşulları,jeolojik ve ekolojik özellikleri ile ilgilidir

Siyanür liçi yönteminin içeriği, aşağıdaki basamakları kapsamaktadır

- Altının alkali siyanürle çözündürülmesi
- Çözeltinin artıklarından ayrılması ve artıkların yıkanması
- Çözeltiden altının çökeltilmesi-kazanılması,
- Çökeleğin rafine edilmesi ve ergitilip külçe olarak dökülmesi

Alkali siyanürlü ortamda altın ve gümüşün çözündürülmesi, siyanürle çözündürme, cevher tipine göre çok kolay ya da tam aksine çok karmaşık olabilen bir yöntemdir Altının siyanürde çözünmesi cevher tipine göre değişir ve 48 saate kadar çıkabilir Bu nedenle değirmende başlayan çözündürme işlemi karıştırıcılarda da devam eder Ayrıca karıştırma sırasında reaksiyon için gerekli olan oksijen de sağlanır Endüstriyel uygulamada siyanür çözücüsü olarak en çok sodyum siyanür (NaCN) kullanılır Siyanür çökeltmesindeki çözündürme reaksiyonları aşağıda belirtildiği gibi iki aşamalı tepkime ile meydana gelmektedir (Çilingir, 1990)



Yukarıdaki tepkimelerde görüldüğü gibi reaksiyonda serbest oksijen önemli bir faktördür Çünkü altın serbest oksijen içermeyen siyanür çözeltisinde çözünmemektedir

Siyanürleme işlemi sırasında cevher bileşimindeki bileşenler siyanürlemeyi etkilemektedir. Karbondioksit ve asit yapan mineraller, siyanürün parçalanmasına neden olmaktadır. Bunların etkileri, çözeltinin pH değeri 10-11 arasında kalacak şekilde, kireç ve kostik soda ilave edilerek azaltılabilmektedir Demir sülfürler siyanürleme süresince oksitlenerek asit üretmektedirler Bakır mineralleri, siyanür çözeltisinde birlikte çözünerek büyük miktarda siyanür ve oksijen sarfiyatına neden olmaktadırlar Arsenik içeren mineraller siyanürü tüketerek, altının çözünmesini

engellemektedir Bazı metal iyonları (Fe^{+2} , Fe^{+3} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , Ni^{+2} , Mn^{+2}) siyanürlemeyi geciktirmektedirler. Ayrıca siyanürleme işlemine verilecek olan konsantre, bakır sülfat ve demir sülfat içeriyorsa, bu takdirde cevher seyreltik sülfirik asit ile liç edilerek bakır ve demir ayrıldıktan sonra cevher alkali çözelti ile yıkanmaktadır İnce öğütülmüş temiz konsantre, siyanür ile liç edilmektedir (Çilingir, 1990)

Siyanür liçi yönteminde belli boyutta öğütülen altın içeren kayalar pH'sı 11-11.5 olan ve 500ppm'lik sodyum siyanürlü (NaCN) çözeltide yıkanarak altın yan kayaçtan çözeltide tutularak ayrılır (Helvacı, 1992)

Bakteriyel oksidasyon çok süslürlü, dolayısıyla düşük kazanımlı cevher tiplerinde kullanılan bir yöntemdir Bu metodun tarihçesi Romalılara kadar uzanmaktadır Ancak ilk kez 1940'lı yıllarda ticari olarak kullanılmaya başlanmıştır Metod bazı bakterilerin enerji ihtiyaçlarını inorganik maddelerin, örneğin metalleri oksidasyondan sağlaması temeline dayanmaktadır Bu işlemin güvenli biçimde gerçekleşmesi için belirli sıcaklık ve asitlik ortamları gerekmektedir Örneğin bazı bakteriler 35-45 C⁰ ve 2-2.5 pH ortamında maksimum verimlilikle aktif olmaktadır (Brewis, 1995)

Ticari anlamda beş ayrı tip bakteriyel oksidasyon metodu bulunmaktadır (Brewis, 1995)

1-Karıştırmalı tank metodu : Karışım asite dayanıklı tanklar içinde karıştırılarak, genelde altın eldesinde kullanılır

2-Yığın liçi : Genellikle düşük tenörlü flote edilmiş bakırlı cevherlerde kullanılmaktadır

3-Tekne liçi : Bakırlı cevherlerde sınırlı kullanımı olan, solüsyonu alttan teknenin üstüne doğru dolaşımının sağlandığı bir yöntemdir

4-Atık liçi : Yığın liçine benzemesine rağmen daha çok gelişmiş güzel hazırlanmış eski atıklardan metal kazanımı için uygulanan bir metoddur

5-Yerinde liç: Doğal yada patlatmalarla elde edilmiş kırık yada çatlaklara bakterili solüsyonun enjekte edilmesi ve bunun geri dönüşünün sağlanması ile metal elde edilmesidir Bakır ve uranyum eldesinde kullanılır

Bunlar Biox metodu diye bilinen tanklarda karıştırılarak gerçekleştirilebilir Biox metodunda cevher önce öğütülerek, konsantre elde edilmektedir Daha sonra elde edilen konsantre tekrar öğütülerek, yaklaşık %20 katı oranlı bakterili solüsyonla işleme tabi tutulmaktadır Bu işlem yaklaşık olarak dört-beş gün sürmektedir (Brewis, 1995)

Bakteriyel oksidasyon esnasında dikkat edilecek birkaç faktör vardır Bunlar ortamın ısısı, pH, asitliği ve çözünmüş oksijen oranıdır Bu işlem ekzotermik bir reaksiyon olup çoğu zaman işlem tanklarının soğutulması gerekmektedir Daha sonra oksitlenmiş cevher seri tikinerlerde yıkanır ve elde edilen oksitlenmiş cevher siyanür liçine tabii tutulur

Karıştırmalı özütlemeye,cevher genellikle 0.075 mm altında öğütülerek bir tank içinde siyanürle çözeltiye karıştırılmaktadır Karıştırma süresi 24-48 saat arasında değişir Yığın özütlemeye (heap leaching) cevher 25mm'nin altına kırılarak geçirgen olmayan bir zemin üzerine yığılır Cevherli kayanın kırılma boyutu geçirgenliğine bağlıdır Yığının tabanında geçirimsizliği sağlamak amacıyla kil, asfalt, çimento ve plastik örtü gibi çeşitli malzemeler kullanılmaktadır Bu geçirimsiz zeminin üzerine, 10-20 cm kalınlığında bir ince çakıl düzeyi serilir Böylece, yığın haline getirilmiş cevherli

kaya üzerine, püskürtülen siyanürlü çözeltinin oluşturduğu proses suyu ön toplama havuzundan alınır Yeterli bir akaçlama oluşması için zemine 1°-6°'lik bir eğim verilir Tepkimenin süresi ve verimi, siyanür çözeltisinin içerisinde süzülmesine izin verecek biçimde yığının geçirgenliğine bağlıdır Yığının yüksekliğinin belirlenmesinde, cevherli malzemenin kırılma boyu ve gözenekliliği belirleyici etkindir Yıkama süresi genelde 40 ile 60 gün sürer ve ilk 19 gün sonunda altının %50'si çözeltilmeye alınır (Çilingir, 1990)

Siyanürle çözümlenerek çözeltilmeye alınmış olan altın, aktif karbon kolonlarından geçirilerek tutulur Aktif karbona yüklenmiş olan altın, alkollü sıyırma çözeltisi kullanılarak sıyırılır En son basamakta,alkollü çözeltilmeye alınmış olan altın elektrolizle katotta toplanır Bu işlem için paslanmaz anot-katot kullanılır

Elektrolizden elde edilen katot üzerinden altın çözme, çöktürme ve ergitilme ile diğer safsızlıklardan ayrılır (Hiçdönmez, 1996)

IV. ARITMA YÖNTEMLERİ

Siyanür içeren atık suların arıtımında oksidasyon, iyon değiştirme, ters osmoz, adsorpsiyon ve biyolojik yöntemler kullanılır

- Biyolojik olarak siyanür arıtımı:

Bu arıtma yöntemiyle hem yeraltı suyu hem de atıksu arıtılabilir

Bu tür arıtma için siyanür metabolizması yapabilen mikroorganizmalar hazırlanmalı ve özel önlemler alınmalıdır Siyanürlü atıklar ön işleme tabi tutulmalıdır Bu ön arıtma işlemi ile atıksu uygun konsantrasyona getirildikten sonra biyolojik arıtma işlemine tabi tutulur Düşük seviyede siyanür içermeleri koşuluyla yani 10-20mg/l civarında atıksular uzun havalandırma yöntemiyle arıtılmaları yapılabilir Kesikli veya sürekli proseslerde toksik siyanür etkisini azaltmak ve arıtma verimini artırmak için bakterilere ek enerji kaynağı olarak sakaroz verilebilir

Kimyasal arıtmadan sonra atık suda kalabilen siyanür bileşiklerinin giderimi için aktif çamur prosesine verilmeleri halinde mikroorganizmaların karbon kaynağı olarak CN kullanabilmeleri için ortamın nötral ve glikoz ilave edilmiş olması gerekir (Reaf, 1975)

Yüksek siyanür derişimlerinin arıtılmalarında özel olarak izole edilmiş mikroorganizmalar kullanılır Siyanür derişimini 500mg/l'ten 1 mg/l'te seviyesine indirilebilen aktif çamur prosesinde kullanılan türler arasında cladosporium cladesporiodes, paecilomyces varioti, penicillium charlesii, p citrinum ve p implicatum'u sayabiliriz (Manzoku, 1977)

Yapılan bir laboratuvar çalışmasında düşük konsantrasyonlu siyanürün etkin havalandırma bir aktif çamur sisteminde etkin bir şekilde arıtılabildiğini belirlemişlerdir Bu çalışmada 20 mg/l'te giriş siyanür konsantrasyonu, 7 71 litre havalandırma tankı, 6 8 saat bekleme süresi sonucu %95 arıtma verimi sağlanmıştı (Gaudy ve Bruessemann, 1982)

Kimyasal Oksidasyonla Siyanür Arıtımı

Önemli oksitleyicileri sıralayacak olursak

- Oksijen veya hava , Ozon , Potasyum permanganat , Hidrojen peroksit ,
Klor , Klordioksit

Elektro-Kimyasal Oksidasyon ile Siyanür Arıtımı

Bu arıtma yöntemi daha çok atık sularda uygulanmaktadır Atık yüksek konsantrasyonda siyanür içeriyorsa elektrokimyasal oksidasyonla arıtımı en uygun yöntemdir Atıksularda oksitlenebilen

organik ve inorganik maddeler için diğer oksitleyici reaktiflerle beraber çözeltide potansiyel farkı yaratarak artırma esasına dayanır

V. ÇEVRESEL AÇIDAN SİYANÜR

Siyanürün toksik etkisi dokulardaki oksijen değişimini durdurarak oksijen metabolizmasını engellemesi şeklindedir Siyanojen bileşikleri birikim etkisi göstermez ama protoplazma için zehirleyicidir ve hayvanların tümünde etkilidir

Siyanür etkili bir toksik madde olduğundan, atık barajında depolanması sırasında bazı özel önlemlerin alınması gerekmektedir Atık barajında tipik olarak gözlenen siyanür konsantrasyonları 25-2000mg/lt aralığındadır

Artık barajında depolama uygulanacaksa, bu takdirde barajın tabanının geçirimsiz olması gerektiğinden toprak altı bariyerlerinin (kil, membran v s) kullanılması zorunludur Yeraltı suyunun kirlenmemesi için, atık barajının tasarımı, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur (Mining Association, 1989)

Siyanürü çok aktif bir kirlenici olup, çevresel ortamlarda nispeten kısa ömürlü bir maddedir Siyanürün yüzeysel sulardaki davranışına ilişkin birçok araştırma vardır Atık barajında siyanürün ayrışması, sıcaklık, kimyasal oksidasyon ve ışıkla ayrışma gibi faktörlerden etkilenir Doğal bozunma veya hidroliz yoluyla ortamdaki siyanürün uzaklaşma oranı ve hızı ortamın siyanür derişimine, cevherin yapısından gelen Fe, Cu, Zn, As, S gibi siyanürle bileşik yapıcı elementlerin miktarına, ortamın asitlik (pH) derecesine, sıcaklığa, yağış ve rüzgar rejimine, artık barajının yüzey alanı, derinlik ve devinin gibi özelliklerine bağlı olarak değişmektedir

VI. SONUÇLAR

- 1 Türkiye'de günümüzde işletilebilirliği söz konusu altın yataklarının rezervi 72 3 tondur
- 2 Siyanidin, yığın havuzundan veya atık toplama barajından çevreye sızması veya buharlaşarak atmosfere yayılması riski vardır Sızdırmazlık açısından, tesislerin oturacağı yerin jeolojik özelliklerinin çok iyi belirlenmesi zorunludur
- 3 En risksiz inşaat yerinin seçimi açısından yörenin yapısal analizi yapılarak aktif fayların saptanması,yöredeki kayaların litolojik özelliklerinin belirlenmesi, zemin etüdülerinin yapılması, şev duyarlılığı ve süreksizlik analizi her türlü kitle hareketlerinin yaratacağı tehlikelerin belirlenmesi gerekmektedir
- 4 Siyanürün toksik etkisi dokulardaki oksijen değişimini durdurarak oksijen metabolizmasını engellemesi şeklindedir Siyanojen bileşikleri birikim etkisi göstermez ama protoplazma için zehirleyicidir ve hayvanların tümünde etkilidir
- 5 Klor ya da ozonla siyanürün kimyasal oksidasyonu düşük konsantrasyonda siyanür içeren atıkların arıtımı için uygundur Eğer atık yüksek oranda siyanür içeriyorsa (>50 mgr/lt) elektrokimyasal oksidasyon uygulanmalıdır

VII. KAYNAKÇA

Atalay,Ü (1997) Siyanürlü Atıklar, Bilim ve Teknik,Ankara

Bollyky, J.L. (1975) Ozone Treatment of Cyanide and Planing Wastes, First International Symposium, Symposium on Ozone for Water Wastewater Treatment I O I USA s 76

Brewis,T (1995) Metal Extraction by Bacterical Oxidation, Mining Magazine

- Çilingir, Y (1990) Metalik Cevherler ve Zenginleştirme Yöntemleri, Cilt 1, İzmir
- Erlar, A (1993) Altın ve Türkiye, Metalürji Dergisi 87/27
- Erlar, A ve Larson, L T (1992) Genetic Classification of Gold Occurrences of the Aegean Region of Turkey, IESCA, Vol 1, 12-23, İzmir
- Ganczaroczyk J J, Takoaka P I, ve Ohashi D A (1985) Application of Polysulfide for Pretreatment of Spent Cyanide Liquors, JWPC
- Gaudy, A F (1982) Treatment of Cyanide Waste by Extended Aeration Process, JWPC
- Helvacı, C (1992) Türkiye'nin Altın Potansiyeli ve Kazanılması, JMO Bülteni Sayı 92/4, Ankara
- Hiçdönmez, Ş (1996) Altın Üretiminde Siyanürleme ve Çevre Sorunları, TMMOB Ç Bülteni, Ankara
- Karabalık, N (1994) Altının Türkiye'deki Yakın Geleceği, JMO Bülteni, Sayı 94/1 Ankara
- Kirk-Othmer, (1967) Encyclopedia of Chemical Technology, Second Edition, Volume 6
- Küçükgül, E Y (1985) Endüstriyel Siyanür Kirliliği ve Kimyasal Oksidasyon ile Arıtımı DEÜ Fen Bilimleri Ens Yüksek Lisans Tezi
- Lordi, T L (1980) Cyanide Problems in Municipal Wastewater Treatment Plants, Journal Water Pollution Control
- Manzoku, Y, Kurata, M, Okamoto, H, ve Okozaki, E (1977) Treatment of a Wastewater Containing Cyanide", Hiroshima Gas Ca, Ltd Chem Abst, v 91, N 5, s 23, USA
- McKee, J E. ve Wolf, H W (1974) Water Quality Criteria, California State Water Resources Control Board, USA
- Mining Association, (1989) Gold Mining Effluent Treatment Seminars Mining Association of British Columbia, Ontario, Canada
- Lordi, T L (1980) Cyanide Problems in Municipal Wastewater Treatment Plants, Journal Water Pollution Control
- Manzoku, Y, Kurata, M, Okamoto, H, ve Okozaki, E (1977) Treatment of a Wastewater Containing Cyanide", Hiroshima Gas Ca, Ltd Chem Abst, v 91, N 5, s 23, USA
- McKee, J E, ve Wolf, H W (1974) Water Quality Criteria, California State Water Resources Control Board, USA
- Mining Association, (1989) Gold Mining Effluent Treatment Seminars Mining Association of British Columbia, Ontario, Canada
- Oygür, V (1996) Dünya Altın Madenciliği ve Türkiye'nin altın Potansiyeli, JMO, Ankara
- Oygür, V (1991) Ilıca Tipi Epitermal Altın Yatakları, JMO Bülteni, Ankara

Raef, S H , Characklis,W G , Kessick,M A ,ve Ward, C H (1975) Fate of Cyanide in Aerated Microbial Systems, Dept Environ Sci Eng , Rice Univ Houston,Tefas

Patterson, J W (1985) Wastewater Treatment Technolgy, Butterworths, USA

Shieh, W.K (1988) Anoxic/oxic Activated Sludge Treatment Kinetics of Cyanides and Phenols, Journal of Environmental Engineering, Vol 114, No: 1

Stanton, M D (1985) Environmental Handbook for Cyaide Leaching Projects

TÜPRAG, (1996) Geology and Ore Rezerv, Ankara (yayınlanmamış)

TÜPRAG,EUROGOLD VE COMICO (1993) Türkiye’de Altın,Ankara

Tüysüz,N , Er,M , Yılmaz ,Z , ve Akıncı,S (1995) Geology Mineralogy and Alteration of the Mastra Epithermal Gold-Silver Deposit Gümüşhane, Turkish Journal of Earth Sciences,Tübitak, Ankara

U S Environmental Protection Agency,(1990) Summary Review of Health Effects Associated With Hydrogen Cynaide

Uslu, O , ve Türkman, A (1987) Su Kirliliği ve Kontrolü, I C Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, Ankara

World Health Organization, (1984) Guidelines for Drinking water Quality, Printed in Belgium, s 50, 55

Yılmaz, H , ve Goode, A (1994) Ovacık Gold Deposit-AN Example to Epithermal Gold, I AVCEI, Ankara