

Düşük Tenörlü Cevherlerden Yığın Liçi Yöntemiyle Altın ve Gümüş Kazanımı

Recovery of Gold and Silver From Low Grade Ores
by Heap Leaching

Ismail GIRGINC

ÖZET

Düşük tenörlü altın ve gümüş cevherlerinin siyanürleme yöntemi ile ekonomik olarak değerlendirilmesi yığın liçi uygulamaları ile mümkün olmaktadır. Siyanürleme-yığın liçi uygulaması ile tonda yaklaşık 1 gr altın içeren cevherler başarı ile değerlendirilebilmektedir.

Bu derlemenin amacı, siyanürleme-yığın liçi yöntemi hakkında bilgi vermek ve diğer alternatif altın ve gümüş üretimi yöntemlerine göre avantajlarını vurgulamaktır.

ABSTRACT

Low grade gold and silver ore deposits are economically processed using heap leaching methods by cyanide solutions. These methods are successfully applied to ores containing 1 g Au/ton.

The purpose of this article is to give information about heap leaching by cyanide solution with emphasis on the advantages of this method over the other alternative gold and silver production methods.

* Doç. Dr., öğretim Üyesi, Hü Maden Müh. Böl, Beytepe

1. GİRİŞ

Düşük tenörlü altın ve gümüş cevherleri klasik siyanürleme yöntemi ile ekonomik olarak değerlendirilememektedir. Ancak, altın ve gümüş fiyatlarının sürekli olarak artışı bu kaynakların değerlendirilmesini gündeme getirmekte ve yapılan çalışmalar yığın liçi uygulamalarının bu konuda bir çözüm olabileceğini göstermektedir. Halen, tonda 1 gram dolayında altın içeren düşük tenörlü cevher ve artıklardan siyanürleme yoluyla altının kazanılması konusunda yığın liçi uygulamaları (Pizarro ve ark., 1987; McClelland ve ark., 1983; Lefler, 1981) başarıyla sürdürülmektedir.

Yığın liçi, geçirimsiz bir zemin (asfalt, plastik vb.) üzerinde hazırlanan bir yığın üzerine uygun bir çözücü gönderilerek (yağmurlama, boru ağı vb. sistemlerle) kazanılması düşünülen bileşeni çözeltiye alma işlemidir. Yığın hazırlanmadan önce malzemenin boyut küçültme, şlam atma vb. ön işlemlerden geçirilmesi durumundaki uygulamaya hazırlıklı yığın liçi, malzemenin herhangi bir ön hazırlık işlemine tabi tutulmaması durumundaki uygulamaya da doğrudan yığın liçi adı verilmektedir.

2. YIĞIN LIÇININ ÖNEMİ

Yığın liçinin en büyük avantajı ilk yatırım ve işletme giderlerinin çok düşük olmasıdır. Örneğin McAllister ve ark., (1974) tarafından 10 milyon tonluk bir hipotetik cevher kütlesi (0,04-0,01 ons Au/ton) dikkate alınarak yapılan bir çalışmada çeşitli altın üretim yöntemlerinin ilk yatırım ve işletme giderleri bakımından bir karşılaştırması yapılmıştır. Bu çalışmadaki değerlendirme iki farklı altın fiyatı, 5 /ons ve 100 j5 / ons, dikkate alınarak yapılmış olup elde edilen sonuçlar

Çizelge 1. Dört Alternatif Altın Üretimi Yönteminin İlk Yatırım ve İşletme Giderleri ile Gerekli Minimum Tenor Bakımından Karşılaştırılmaları

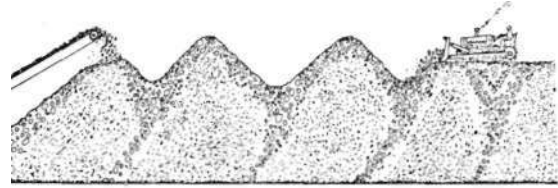
	Maliyet Faktörü		Gerekli Minimum Tenor, Ons Au/ton	
	İlk Yatırım	İşletme	80 \$/	100 \$/
Ters Akımda Su atma Klasik kanştırılmalı Liç- Merrill Crowe	1,00	1,00	0,056	0,042
Palp içinde Karbon Kanştırılmalı Liç- Elektro kazanım	0,75	0,94	0,045	0,035
Tank Liçi-Karbon Özümlemesi-Elektro- kazanım	0,52	0,79	0,033	0,029
Yığın Liçi-Karbon Özümlemesi-Elektro- kazanım	0,32	0,66	0,031	0,025

Çizelge 1'de verilmektedir. Bhappu ve Lewis (1975) tarafından aynı dört alternatif yöntem üzerinde ilk yatırım ve işletme giderleri, nakit akış analizi, geri ödeme zamanı vb. dikkate alınarak yapılan daha ayrıntılı bir çalışma da yığın liçinin tank (VAT) liçi ile birlikte en ekonomik yöntemler olduğunu ortaya koymaktadır.

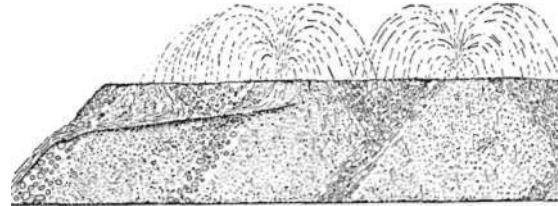
3. YIĞININ HAZIRLANMASI

Yığın liçinden başanlı sonuç alabilmek için yığının kuralına uygun olarak hazırlanması gerekmektedir. Bu nedenle, hazırlanan yığının yeterince geçirgen ve gözenekli olması aranan en önemli özelliklerdir. Yığının hazırlanmasında aşağıda belirtilen noktalara özellikle dikkat etmek gerekmektedir.

— Yığının hazırlanması sırasında ince ve iri taneli malzemelerin ayrışmaya uğraması büyük ölçüde engellenmelidir. Aksi takdirde üç çözeltisi iri tanelerin çok olduğu bölgelerde daha hızlı akacak ve ince tanelerin belli noktalarda birikmesi nedeniyle yatay yönde geçirgen olmayan bir bölge oluşmasına neden olacaktır. Bu durum sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmektedir.

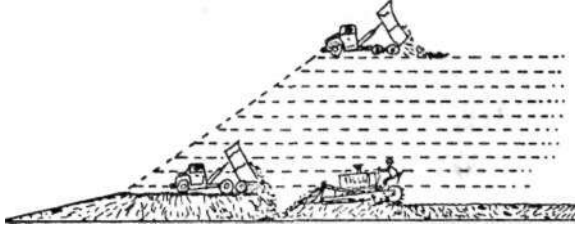


Şekil 1. Yığının hazırlanması sırasında ince ve iri tanelerin ayrışmaya uğraması



Şekil 2. Ayrışmaya uğramış tanelerin düzensiz çözelti akışı nedeniyle yatay yönde geçirimsiz bir tabaka oluşturarak liç verimini olumsuz yönde etkilemesi

— Şekil 3'de gösterildiği gibi yığının tabakalar halinde hazırlanmaması gerekir. Bu kurala uyulmaması durumunda, her tabakanın hazırlanması sırasında bir sıkıştırma söz konusu olacağı için yığının geçirgenliği ve gözenekliliği olumsuz yönde etkilenecektir.

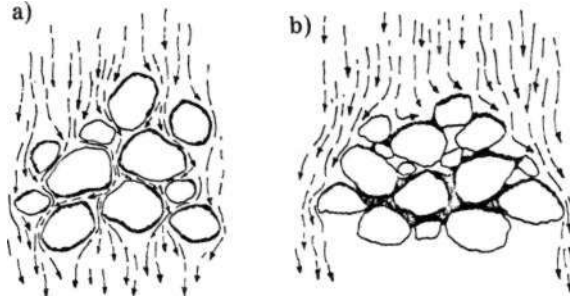


Şekil 3. Yığının tabakalar halinde hazırlanması gerekir.

— tnce taneli malzeme yığma mümkün olduğunca düzenli olarak dağıtılmalıdır. Özellikle -100 mesh tane büyüklüğündeki malzeme büyük sorunlara neden olmaktadır, tnce taneli malzemenin bol bulunması durumunda ayrışmayı büyük ölçüde önlemenin ve geçirgenliği de olumlu yönde etkilemenin tek yolu ince tanelerin iri tanelere bağlanmalarını (topaklaştırma) sağlamaktır.

3.1. Topaklaştırma

Bol miktarda kil ya da -100 mesh taneler içeren bir malzemenin yığın liçi için mutlaka bir ön işlemden geçirilmesi gerekmektedir. Bu ön işlemin amacı malzemeyi su ya da kireç, portland çimentosu vb. bağlayıcıların varlığında topaklaştırma işlemi ile (McClelland ve Hill, 1981; McClelland ve Eisele, 1982; McClelland ve ark. 1983; McClelland ve ark., 1985; Chamberlain, 1986) ince tanelerin iri tanelere bağlanmasını sağlamaktır. Ancak böyle bir işlem sonunda, Şekil 4'de gösterildiği gibi, yığındaki liç çözeltisinin akışına bir düzenlilik kazandırabilmektedir.



Şekil 4. Topaklaştırma işlemine tabi tutulmuş (a) ve tutulmamış (b) tanelerden oluşan kütle içinden çözelti akışı

Topaklaştırma işlemi, temel olarak aşağıda belirtilen adımlardan (Clem, 1982) oluşmaktadır.

- Cevherin kırılması

- Kırılmış cevherin 4-12 kg/ton dolayında portland çimentosu (ya da başka bir bağlayıcı) ile kanştırılması
- Malzemenin birbirine bağlanmasına yetecek miktarda (yaklaşık ağırlıkça % 10) su ya da siyanür çözeltisi eklenmesi
- Topakların 24-48 saat boyunca kuru hava ortamında kür işlemine tabi tutulması.

4. MALZEMENİN YIĞIN LIÇİNE UYGUNLUĞU

Düşük tenörlü altın ve gümüş cevherlerinin siyanürleme yoluyla yığın liçi işlemine tabi tutulabilmeleri için aşağıda belirtilen özellikleri taşımaları gerekir.

- Cevherdeki altın tanecikleri tercihen çok ince tane boyunda olmalıdır.
- Cevherdeki altın ve gümüş tanecikleri doğal gözenekliklerine bağlı olarak ya da boyut küçültme işleminden sonra siyanür çözeltisinden kolaylıkla etkilenmelidir.
- Cevherde, kısmen oksitlenmiş Cu, Fe, Zn, As ve Sb sülfürler gibi, siyanür tüketen safsızlıklar bulunmamalıdır.
- Cevherde karbonlu bileşikler bulunmamalıdır. Bu bileşikler altın ve gümüş siyanürleri yüzeylerine soğurarak liç verimini olumsuz yönde etkilemektedirler.
- Ortamda bulunması mümkün organik bileşikler, yağlar, flotasyon reaktifleri vb. maddeler oksijen tüketimine neden olacakları için özünme tepkimesi etkinliğini azaltmaktadırlar.
- Cevher içinde asit oluşturan bileşikler ve liç çözeltisinde de C_0_2 bulunmamalıdır. Bu tür bileşikler zehirli HCN gazı oluşumuna neden olmaktadır. Bu etki kireç ya da sodyum hidroksit eklemesi ile pH 10-11 arasında tutularak önlenmektedir. Ancak, asit oluşturan bileşik miktarının artması kireç tüketiminin artmasına neden olmaktadır.
- Cevherin kil ya da çok ince taneli malzeme içeriğinin yığındaki çözelti akış hızını ve düzenini bozucu miktarlarda olmaması ya da aglomerasyon yoluyla önlem alınması gereklidir.

4.1. Yığın Liçine Başlamadan Önce Yapılması Gereken Deneyler

Çoğu kez malzemenin kimyasal ve mineralojik analiz sonuçları yığın liçinin uygun olup olamayacağı konusunda genel bir bilgi vermekle birlikte uygulamaya başlamadan önce bir takım optimizasyon deneyleri yapmak gerekmektedir. İlk olarak laboratuvarda kanştırmalı liç deneyleri, bunu izleyen yine laboratuvar ölçeğinde kolon testi çalışmaları ve son olarak da pilot çapta küçük bir yığın

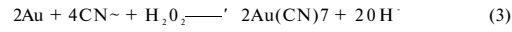
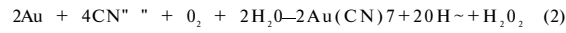
üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalardan olumlu sonuç alınması üzerine büyük çaplı yığın uygulamasına geçilmektedir.

5. SİYANÜRLEME

Altın ve gümüş cevherlerine yığın liçi uygulamasında yığın üzerine ton çözelti başına 0,45-1,80 kg. siyanür içeren çözelti gönderilmekte ve klasik siyanürleme sürecindeki aynı çözünme tepkimesi geçerli olmaktadır. Toplam tepkime Tepkime 1'de verildiği şekilde ifade edilmektedir.



Bu tepkimenin ise ara ürün olarak H_2O_2 oluşumundan geçtiği (Tepkime 2-3) bilinmektedir. Benzer tepkimeler gümüş için de geçerli olup, çözünme mekanizmasının elektrokimyasal olduğu ileriye sürülmektedir.



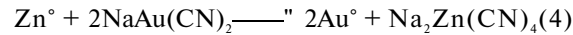
Yukarıda tepkimelerden de açıkça anlaşılacağı gibi çözünme oksijen ortamında gerçekleşmektedir. Oksijen gereksinimi ya yığına gönderilmeden önce siyanür çözeltisini oksijenle doyurma ya da doğrudan yığma oksijen enjeksiyonu (Hughes, 1980; Worstell, 1987) şeklinde sağlanmaktadır.

5.1. Altın ve Gümüş Kazanımında Kullanılan Yöntemler

Altın ve gümüş içeren liç çözeltisi bir havuzda toplandıktan sonra, aşağıda belirtilen yöntemlerden birisi kullanılarak, altın ve gümüş kazanımı amacıyla değerlendirilmektedir.

5.1.1. Merrill-Crowe Çöktürme Yöntemi

Altın ve gümüş içeren siyanür çözeltisi berraklaştırma ve oksijenin uzaklaştırılması (de-aeration) işlemlerine tabi tutulduktan sonra ortama çinko tozu eklenmektedir. Bu işlem sonucunda, Tepkime 4'de belirtildiği gibi altının ve benzer şekilde de gümüşün çökmesi sağlanmaktadır.



Çözeltiden oksijenin uzaklaştırılmaması durumunda çökelen altın ve gümüşün serbest siyanürle tepkimeye girerek çözünmesi söz konusudur.

5.1.2. Sodyum Sülfürle Çöktürme Yöntemi

Bu yöntem, cevherdeki Ag/Au oranının çok

yüksek olması durumunda tercih edilmektedir. Altın ve gümüş içeren siyanür çözeltisine sodyum sülfür eklenerek gümüş, seçimli olarak gümüş sülfür halinde çöktürülmektedir. Filtrasyon yoluyla gümüşün ayrılmasının ardından altın içeren çözelti genellikle karbon yüzeyine soğurma yoluyla değerlendirilmektedir.

5.1.3. Aktif Karbon Yüzeyine Soğurma Yöntemi

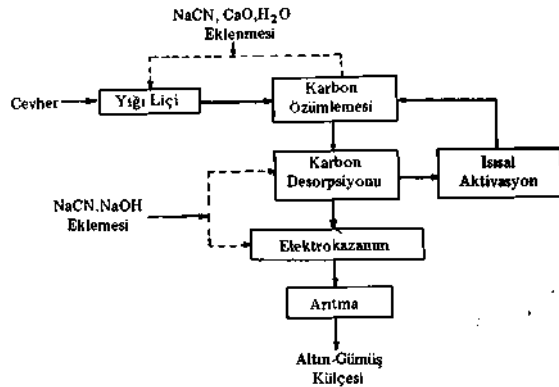
Bu yöntemde, yaklaşık 1000 m²/gr. yüzey alanına sahip aktif karbonun siyanür çözeltilerindeki altın ve gümüş iyonlarını yüzeyine soğurma özelliğinden yararlanılmaktadır. Aktif karbonun yaklaşık 30 000 ppm siyanür kompleksi halindeki altını soğurma kapasitesi olduğu bilinmektedir. Bu uygulama aktif karbon kolonlarından geçirme ve palp içinde karbon (CİP) olmak üzere başlıca iki şekilde yapılmaktadır.

Altın ve gümüş bakımından doygunluğa erişen aktif karbon % 1 NaOH ve % 0,1 NaCN içeren çözelti ile yıkanarak desorpsiyon işlemine sokulmaktadır. Sıcaklık ve basıncın artırılması ile yıkama çözeltisine alkol eklenmesinin yıkama süresini kısalttığı ifade edilmektedir (Ross ve ark., 1973; Heinen ve ark., 1976; Fast, 1987).

Altın ve gümüşün desorpsiyonu işleminden sonra seyreltik HNO_3 , su ve % 1 NaOH çözeltisi ile yıkanan karbon yaklaşık 30 dakika süreyle 650°C dolayında aktifleştirilerek tekrar kullanılabilir hale getirilmektedir.

Siyanür çözeltisinden kazanılan altın uygun bir yöntemle (elektroliz, ergitme vb.) saflaştırılmakta ve artık çözelti de siyanür derişimi ve pH'ı ayarlandıktan sonra tekrar liç devresinde değerlendirilmektedir.

Yığın liçi-karbon özümlemesi-elektrokazanım yönteminin genel bir akım şeması Şekil 5'de verilmektedir.



Şekil 5. Yığın Liçi uygulamasının genel akım şeması

5.2. Çevre Sorunları

Siyanürleme işleminde kullanılan siyanür bileşiklerinin çok toksik olmalarından ötürü ciddi önlemler almak gerekmektedir. Çevreye verilen artık çözeltilerdeki siyanür miktarının 0,02 ppm'in altında olması istenmektedir. Yığın liçi uygulamalarında çok yağmur yağması durumunda çevreye çok ciddi siyanür kaçakları olabilmektedir. Artık çözelti genellikle kalsiyum hipokloritle işleme sokularak ortamdaki serbest siyanür ve ağır metal siyanürlerinin uzaklaştırılması yoluna gidilmektedir. 1 kg kalsiyum hipoklorit yaklaşık 2 kg serbest siyanürü oksitleyebilmektedir (Mathre ve De Vries, 1981).

6. SONUÇ

Uygulamanın hazırlıklı ya da doğrudan yığın liçi şeklinde gerçekleştirilmesine bağlı olarak yığın liçi işleminin maliyeti değişmektedir. Clem (1982) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 30 000 tonluk hipotetik bir yığın liçi için Çizelge 2'de verilen maliyet değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada cevherin boyut küçültme ve topaklaştırma işlemine tabi tutulduğu, ton cevher başına 0,45 kg siyanür ve 1,36 kg kireç (ya da portland çimentosu) tüketildiği ve liçi çevriminin de 30 gün olduğu varsayılmıştır. Çizelge 1 ve Çizelge 2'deki değerler dikkate alındığında yığın liçi uygulamasının cevherin uygun olması durumunda en ekonomik altın ve gümüş üretimi yöntemi olduğu açıktır. Ancak, bu uygulamalarda iklime bağlı olarak aşağıda belirtilen iki sorunla karşılaşmaktadır.

Çizelge 2. 30 000 Tonluk Yığın Liçi-Siyanürleme İşleminin Tahmini Maliyeti

	Maliyet/Ton Cevher (S)
Geçirimsiz tabakanın hazırlanması	0,80
Boyut küçültme ve aglomerasyon	1,85
Cevherin geçirimsiz tabaka üzerine yerleştirilmesi	0,50
Kimyasal reaktifler	0,75
Yığın liçi işlemleri	0,85
Karbon desorpsiyonu-Yeniden kazanım	0,12
Diğerleri	0,50
TOPLAM	5,37

- Kış aylarının soğuk geçtiği bölgelerde altın ve gümüşün çözünürlüğünde büyük düşüşler olmaktadır. Başka bir deyişle liçi çözeltisi sıcaklığının 10°C'in altına düşmemesi gerekmektedir. Bu nedenle, kışların soğuk geçtiği bölgelerde uygulamaya bir süre ara vermek ya da bu süre içerisinde tank liçi uygulaması yapmak yoluna gidilmektedir. Henüz pek yaygın olmamakla birlikte çözeltiyi belli bir sıcaklığa ısıtarak yığına gönderme konusunda da çalışmalar yapılmaktadır.
- Nem oranının düşük ve sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde ise buharlaşma sonucu yığına püskürtülen çözeltilerin % 15-25'i kaybedilmekte ve bu da maliyetin artmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde, son yıllarda, altın ve gümüş konusu giderek önem kazanmaktadır. Bu konuda Etibank tarafından 122,4 ton Ag/yıl kapasiteli Kütahya-Gümüşköy 100. Yıl Konsantrasyon ve İzabe Tesisi işletmeye alınmış bulunmaktadır. Bunun yanında, Anglo American Corp. of S. Africa, Ranger and Exploration, Greenwich Resources PH., Annapurna Exploration, Preussag, Cominco, Jica, Cosmos, BGR ve FMC (Weekly Special Ebareport, 1989) vb. 21 yabancı firma altın aramak amacı ile başvuru yapmış olup, halen bir kısmı çalışmalarını yoğun bir şekilde sürdürmektedirler. MTA tarafından da Alman firması BGR ile ortak olarak başlanan "Kars Civarında Plaser Tipi Altın Yatakları Arama" projesi şu anda MTA tarafından sürdürülmektedir. (Sayılı, 1989). Snia Techint adlı İtalyan firması ile "Menderes Masifinde Arsenopiritlere Bağlı Altın Zuhurlarından Hidrometalurjik Yöntemlerle Altın Eldesi" ve Jica ve MMAJ aracılığı ile de Japonlarla birlikte Batı Anadolu'da "Baz Metal ve Altın Aramaları" projeleri başlatılmış bulunmaktadır. Ayrıca, Birleşmiş Milletler ile "Epitermal Altın Yatakları Arama" projesine 1989 yılında başlanmak üzere hazırlıklar tamamlanmış bulunmaktadır.

MTA tarafından belirlenmiş ve en son durumu gösteren ülkemiz altın cevheri rezervleri Çizelge 3'te verilmektedir. Bu çizelgeden de açıkça anlaşılabileceği gibi ülkemizde bir altın ve gümüş potansiyelinden söz etmek mümkün olup, başlatılmış bulunan çalışmaları daha da hızlandırarak bu kaynakların değerlendirilmesi yoluna gidilmelidir.

KAYNAKLAR

- BHAPPU, R.B., LEWIS, F.M., 1975; "Gold Extraction from Low Grade Ores- Economic Evaluation of Processes", Mining Congress Journal, s. 38-41.
- CHAMBERLIN, P.D., 1986; "Agglomeration: Chaap Insurance for Good Recovery When Heap Leaching Gold and Silver Ores", Mining Engineering, s.1105-1109.

- CLEM, B.M., 1982; "Heap Leaching Gold and Silver Ores", Engineering and Mining Journal, 184 (4) s. 68-76.
- FAST, J.L., 1987; "Glycol Stripping- A Viable Option for Recovering Gold from Carbon", Engineering and Mining Journal, 188 (6), s. 48-49.
- HEINEN, H.J., PETERSON, D.G., LINDSTROM, R.E., 1976; "Gold Desorption from Activated Carbon with Alkaline Alcohol Solutions", World Mining and Metals Technology (Editör: A.Weiss, AIME, New York), Chapter 33, s. 551-564.
- HUGHES, R.M., 1980; Air Mix Agitation for the Extraction of Metals from Leachable Ores, US Patent No: 4, 190,436.
- LEFLER, CA., 1981; "Leaching Practices at Smoky Valley Mine", (Gold and Silver- Leaching Recovery and Economics, Editörler: W.J.Schlitt, W.C.Larson, J.B.Hiskey), Proceedings from the 110 AIME Meeting, Illinois, Society of Mining Engineers of AIME, s. 51-55.
- MATHRE, O.B., DE WRIES, F.W., 1981; "Destruction of Cyanide In Gold and Silver Mine Process Water", (Gold and Silver- Leaching, Recovery and Economics, Editörler: W.J.Schlitt, W.C.Larson, J.B.Hiskey), Proceedings from the 110 AIME Meeting, Illinois, Society of Mining Engineers of AIME, s.77-82.
- MCALLISTER, J.A., LEWIS, F.M., BHAPPU, R.B., 1974; Leaching of Low Grade Gold Ores- Economic Evaluation of Available Processes, Paper Presented at the AIME Annual Meeting, Dallas, AIME 74-AS-55.
- MCCLELLAND, G.E., HILL, S.D., 1981; "Silver and Gold Recovery from Low Grade Resources", Mining Congress Journal, s. 17-41.
- MCCLELLANÜ, G.E., EISELE, J.A., 1982; "improvements in Heap Leaching to Recover Silver and Gold from Low-Grade Resources", BuMines RI 8612,26s.
- MCCLELLAND, G.E., POOL, D.L., EISELE, J.A., 1983; "Agglomeration- Heap Leaching Operations in the Precious Metals Industry", BuMines IC 8945, 16s.
- MCCLELLAND, G.E., POOL, D.L., HUNT, A.H., EISELE, J.A., 1985; "Agglomeration and Heap Leaching of Finely Ground Precious Metal Bearing Tailings", BuMines IC 9034, 11s.
- PÍZARRO, R.S., PATO, V.V., RICAFAFART, L.R., 1987; "Masbate Gold Operation is Site of First Commercial Heap Leaching Plant in Phillippines", Mining Engineering, 39 (7),s. 853-856.
- ROSS, J.R., SALISBURY, H.B., POTTER, G.M., 1973; "Pressure Stripping from Activated Carbon", AIME Annual Meeting, Chicago, Illinois, 15 s.
- SAYILI, S., 1989; Kişisel Görüşme, MTA Maden Etüd ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- WORSTELL, J.H., 1987; "Enhance Heap Leaching Rates with Air Injection into the Heap", Mining Magazine, s. 40-41.
- ... 1989. Weekly Special Ebareport- A Survey of Turkish Business, Industrial Investment and Contract Markets, Issue No: 870, Vol. 103, s. 21-22.

Çizelge 3. Türkiye Altın Rezervleri

	T E N ö R L E R					R E Z E R V		
	Au	Ag	Cu8-	ZnB-	Pb8-	Görünür	Muhtemel	Mümkün
a) Kuvars-Altın damarları İzmir-K.Yaka-Arapdağı	3 gr/ton-Eser	48 gr/ton						125.000 ton
Ç.kale-Kirazh-Kartaldağ	52 gr/ton							50.000 ton
Ç.kale-Kirazlı-Madendağı	5,8 gr/ton							15.000 ton
Elazığ-Baskil-Nazaruşağı	2,4 gr/ton	4,2 gr/ton	2					49.000 ton
b) Kuvars-Altın-Arsenopirilt Damarları İzmir-Ödemiş-Küre	1,1-8 gr/ton	1-3 gr/ton					96.000 ton	
c) Silisifiye,Ezik Zon Hatay-Kiseçkköy	4 gr/ton							450.000 ton
d) Listvenit Zonları								
Bursa-İnegöl-Sülüklüköy	0,7-28 gr/ton						25.740 ton	
e) Plaser yatakları								
Manisa-Salihli-Sart	96 mgr/m ³							20.000.000 m ³
Kars-Kağızman-Darphane	0,1 gr/m ³ den az							9.000.000 m ³
Kırklareli-İğneada-Mert golü	500 mgr/m ³							100.000 m ³
Hatay/Akılıçay	0,5 gr/m den az							50.000 m ³
f) Bakır-Pirit Yatakları								
Artvin-Borçka-Akarşen	1,5 gr/ton	28 gr/ton	3.2			662.043 ton		
Artvin-Murgul-Anayatak	0,17 gr/ton	2.6 gr/ton	1.32			23.370.000 ton		
Kastamonu-Küre-Aşıköy	2.48 gr/ton	10 gr/ton	1.69			13.673.000 ton	1.565.000	
Elazığ-Maden-Anayatak	1 gr/ton	20 gr/ton	1.77			13.582.000 ton		
g) Kurşun-Çinko yatakları								
Niğde-Ulukışla-Bolkardağı	3.12 gr/ton	140 gr/ton	1.0	2.3		152.000 ton		
Niğde-Ulukışla -(Mağara)	10.4 gr/ton	335 gr/ton	4.7	5.4		240.000 ton		
Balıkesir-Ed remi t-Altınoluk	5 gr/ton	25 gr/ton	6.7	8.2				242.000 ton
TOPLAM: 810.740 ton (altının birincil olduğu yatakları), 29.150.000 m ³ (altının birincil olduğu plaser yatk.) 240.000 ton (Pb-Zn ile birlikte plaser-Bolkardağı).								