

CIVA ÜRETİMİNDE FLOTASYON

Mehmet Ali KAÇI (**)

Özet :

Yurdumuzda cıva üretimi günden güne artan bir önem kazanmaktadır. Madencilik sektörümüzde katkısı yıldan yıla artmakta olan bu cevherlerin en ekonomik ve randımanlı şekilde üretilmesi zorunlu olmaktadır.

Bugüne kadar yurdumuzda pirometalürjik yoldan cıva üretimi takip edilen yegâne yol olmuştur. Bu metodla işlenen çeşitli tenö ve miktarlardaki cevherinden elde edilen randımanlar hakkında yeterli ve güvenilir kaynaklara dayanan neticeler sıhhatle derlenememektedir. Çeşitli işletme ilgilileri ile yapılan temaslarda yüksek ve düşük randımanlar bahis konusu edilmiştir.

Banı'lımana paralel olarak yatırım ihtiyaçları ve işletme maliyetleri de cıva üretimindeki önemli ekonomik unsurla« etkilemektedir.

Alışıl gelmiş pirometalürjik cıva istihsali ile flotasyon yolu ile cıva üretiminin bazı incelemelere dayanarak mukayesesi bu yazının esasını teşkil etmektedir.

Yakıda dünyadaki tatbikattan elde edilen neticeler ile yurdumuzda tesadüf edilen cevherlerin tenor, mineralojik yapı, diğer özellikleri özetlenerek flotasyon metodunun tatbiki ile sağlanabilecek faydalar da açıklanmaktadır.

Giriş :

Sinabar ve metalik cıva 23 asırdan daha fazla bir zamandanberi kullanılmaktadır. 1850 yılına kadar Almaden (İspanya), İdria (Yugoslavya) ve Santa Barbara (Peru) maden yatakları dünya cıva istihsalini ellerinde tutmuşlardır. Mezkûr tarihten itibaren de Almaden, İdria, Monte Amiata (İtalya) ve Kalifornia (ABD) dünya istihsalinin büyük bir kısmını karşılamıştır.

Zengin yatakların günümüze kadar istismar edilmiş olması ve dünya cıva İstihlâkinin artması düşük tenörlü cıva tezahürlerinin de istismarını mücbir kılmıştır. Diğer taraftan sabit izabe masrafları karşısında düşük tenörlü cevherlerin işlenebilmesi ancak cıva fiyatlarının yükseldiği periyotlara inhisar etmiştir.

Düşük tenörlü cıva cevherlerinin de ekonomisini sağlamak gayesiyle 1871 yılından itibaren cevher zenginleştirme ameliyesi tatbikatına başlanmıştır (1). Sinabar'ın cevherde ekseriyetle ince kristalin olması yüzünden tatbik edilen

(*) Mineral Yüksek Mühendisi. Metağ Mühendislik Limited Şti. İSTANBUL.

gravite zenginleştirmesi randımsız olmuş ve bu sistem az tatbikat görmüştür. 1918'den sonra cıva cevherlerine flotasyon tatbikatı başlaması üzerine (1) yüksek randımanlar ile cıva konsantresi istihsal edilmiş ve muhtelif cıva işletmelerine flotasyon tesisleri ilğve edilmiştir.

1969 yılına kadar dünya cıva istihsalı (2) + (3) 20.240.000 şişeyi (698.280 ton) bulduğu tahmin edilmektedir. Diğer taraftan 1962 yılı bilgilerine göre (4) dünya cıva rezervi görünür 1.100.000 şişe (37.950 ton) ve muhtemel 2.100.000 şişe (72.450 ton) olarak belirtilmiştir. Bu bilgiler 1962 yılına kadar tesbit edilmiş yataklara inhisar etmektedir. Mezkûr tarihten bu yana dünyanın muhtelif yerlerinde yeni yataklar bulunduğu gibi memleketimizde de yeni yataklar tesbit edilmiş ve bilinen maden yatağı rezervlerinin vüsatlarının daha büyük oldukları görülmüştür. Tabiatile bu durum cıva fiyatlarını etkilemekte ve düşük tenörlü cevher yataklarının istismarını mücbir kılmaktadır. Tesis ve işletme masraflarının daha düşük olması nedeni ile cıva istihsalı için düşük tenörlü cevherlere dönülmesi halinde flotasyon tatbikatı bir mecburiyet olacaktır.

Cıva Flotasyonu :

Sinabar flotasyon metodu ile zenginleştirilmeye müsait olan minerallerin başında gelenlerdendir. Bu yüzden çok yüksek randımanlarla ve kolaylıkla yüzdürülmesi mümkündür. Sinabar flotasyonu, operasyon şartlarında titiz bir kontrole ihtiyaç göstermemektedir. Cevherin durumuna ve İstenilen konsantrinin tenörüne bağlı olarak tek kademe bir kaba konsantre veya kaba konsantrasyonu müteakip bir temiz konsantre kademesile matlup zenginleştirme elde edilebilmektedir.

Flotasyon tatbikatını yapmış olan tesislerden dokuzu hakkında derlenen bilgilere göre, bunlardan ikisi Exploradora de Mercurio de Huitzucó ve Beneficiadora de Mercurio Sain Alto Meksikada ve yedisi Sulphur Bank Syndicate, Cloverdale Mining Co., New Idria, Bretz Mill, Bottle Creek Mill, United Mercury Co., Holly Minerals Corp. ABide kurulmuşlardır. Bu tesislerin günlük kapasiteleri :

2 adedinin50 ton/gün
3 «125 ton/gün
2 «150 ton/gün
2 «300 ton/gün'ün üzerindedir.

Bu tesislerin işledikleri cevher tenörleri >% 0.05 - 0.67 Hg arasında tahavül etmektedir.

Cloverdale Mining Co. hariç flotasyon randımanları % 90 - 95.4 arasında tahavül etmekte ve konsantre tenörleri ise % 30-50 Hg mertabesini bulmaktadır. Bu tesislerde işlenen cevher tenörlerinin düşüklüğü ve konsantre tenörlerinin yüksekliği nedeniyle 200:1 - 40:1 arasında bir konsantrasyon nisbeti sağlanmaktadır.

- (1) Bureau of Mines, Bulletin 222 L. H. Duschak, C. N. Schuette.
- (2) D. M. Liddell Handbook of Nonferrous Metallurgy.
- (3) Banaz Cıva Projesi Fizibilite ön Etüdü MET AG — Haz. 1970.
- (4) John E. Shelton, Mercury, Bureau of Mines preprinted from Bulletin 630

1927'den bu yana kurulmuş olan bu tesislerden Sulphure Bank Syndicate dört sene çalıştırdıktan sonra, cevherin fazla miktar element kükürt ihtiva etmesi ve kükürdün cıva konsantresile gelmesi yüzünden, devreden çıkartılmıştır. Diğerleri ise bugüne kadar çalıştırılmaktadırlar. Mezkûr tesislere ait performans neticeleri ekteki Tablo 1'de gösterilmiştir.

Diğer taraftan muhtelif cevherler ile Bureau of Mines'ta yapılan laboratuvar flotasyon deneyleri de çok ilgi çekicidir. Malûm olduğu veçhile çalışma şekli ve çalışılan miktardan azlığı yüzünden, tesis neticelerinin laboratuvara nazaran daha üstün olacağı söylenebilir. Kaldı ki, toplanan bilgilerde laboratuvar neticelerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Ekteki Tablo 2/de muhtelif ABD cevherleri ile yapılan laboratuvar flotasyon deney neticeleri verilmiştir.

Tablo 1'de bahsolunan Holly Minerals Corporation, Hermes ocağının cevherini işlemektedir. Aynı ocağın daha yüksek tenörlü cevher ile yapılan laboratuvar deney sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Laboratuvar da daha yüksek tenörlü cevher ile çalışılmasına rağmen tesis neticelerinin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır, özet olarak •

	Cevher tenoru % Hg	Konsantre tenoru % Hg	Randıman %
Tesisten	0,41	48,6	94,2
Laboratuvar deneylerinden	0,51	32,0	93,0

elde edilmiştir.

Yukarıdaki verilenler tesis ve laboratuvar performans farkları hakkında söylenileni teyid etmektedir. Denenmiş olan cevherlerin tenor dışındaki özellikleri de aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

New Idria cevheri silisli gang içinde sinabar, Red Devil cevheri ankerit, dolomit, muskovit ve kuvars içinde stibnit ve sinabar Black Butte ve Hermes cevherleri ile silisli gang içinde disemine sinabar realgar orpiment, Lucky Five cevheri silisli opalize sinabar (sinabar sürme halinde) Zane Gray cevheri altere volkanik kayalar (camsı yapıda feldspatlar ve biraz kil) içinde sinabar; Orlon, Elkhead I + n cevherleri ise dekompoze olmuş killi kaolinit ve montmorillonit gang matrisi içinde sinabar şeklindeki tezahürlerdir .

Tenörler ise % 0.08 ile % 3.78 Hg arasında değişmektedir. 11 cevherden yalnızca üçü % 0.8 Hg tenorun üzerindedir. Randımanlar ise % 73.6 ile % 98.3 arasında değişmektedir.

İTÜ Maden Fakültesi Cevher Hazırlama Laboratuvarlarında buyüünde yapılmış bazı deneylerin sonuçları ekteki tablo : 3'te gösterilmiştir. Bu deneyler Germencik, Sızma, Banaz ve Türkönü cevherleri üzerinde olup cevher tenörleri % 0,036ı, Hg ile •% 1,46 Hg arasındadır. Flotasyondan elde edilen randımanlar ise % 40 ile % 98.5 arasında değişmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus alt hududu teşkil eden düşük randımanın flotasyonun tatbik kabiliyetini denemek üzere tenörü anormal derecede düşük olan bir numuneye ait olmasıdır.

TABLO : 1
Sinabar Flotasyon Tesisleri Performansları

Tesis	Yeri	C e v h e r			Konsantre		Artık		Randı- man	Kon- santr. Nisbeti
		Günlük Tonaj	% Hg	Mineral	Ton/ Gün	Tenör % Hg	Ton/ Gün	Tenör % Hg		
Exploradora de Mer- curio de Huitzoco	(1) Guerrero Meksika	160	0,24	Livingstonite (Ci- va sülfentimonit)	4	7 - 11	156	—	90	40 : 1
Beneficiadora de Marcurio	(2) San Alto, Zaca- tecas Meksika	50	0 67	Sinabar ve Meta- sinabar	0.7	46.21	49,3	0,03	95,4	72 : 1
Cloverdale Minin Co.	(1) Cloverdale Calif. USA	520	0 05				—	—	50	—
Bretz Mill, Arentz- Comstock Ventur	(3) Malheur, Oregon USA	150	—		—	30 - 50	—	—	90+	—
Bottle Creek Mill Tri- angle Mining Co.	(3) Winnemucca Nevada, USA	125	—		—	30 - 50	—	—	90+	200 : 1
United Mercury Comp.	(3) Lovelock Nevada, USA	125	—		—	30 - 50	—	—	90+	—
Hilly Minerals Corporation	(4) Yellow Pine, Idaho USA	Pilot	0,41	Sinebar realgar, orpimend pirit rasenopirit	—	46,8	—	0,024	94,2	—

- (1) A. F. Taggart, Handbook of Mineral Dressing, 2 - 207.
(2) Denver Equip. Co. publication. Bulletin No. M4 -B24.
(3) Keith Kuntz World Mining 10 (1957) No. 10. Sayfa 48 - 50.
(4) E Oberbillig, Min. World 20 (1958) No. 2 Sayfa 53 - 56

TABLO : 2
Muhtelif A.B.D. Cevherleriyle yapılmış Flotasyon Deney Sonuçları

Referans	Deneyi yürüten	Cevherin orijini	Cevher		Konsantre		Ara Mahsul		Artık		Randıman %
			Ağırlık %	Tenör % Hg	Ağırlık %	Tenör % Hg	Ağırlık %	Tenör % Hg	Ağırlık %	Tenör % Hg	
Duschak - Schuette Bur. of Mines, Bull. 222	Varley	New Idria San Benito	100,0	0,76	2,9	21,40	14,0	0,38	83,1	0,04	87,6 (95,3)
» , » »	»	Goldbanks mine Winnemucca	100,0	3,78	10,6	31,30	32,4	1,06	57,0	0,44	84,8 (93,6)
Wells and Sterling Bur. of Mines, R. I 5433	Wells	Red Devilmine Steelmute	100,0	151	7,1	20,2	—	—	92,9	0,07	95,7
Town, McClain, Stickney Bur. of Mi- nes, R. I. 5598	Town	Hermes, Idaho	100,0	0,51	1,5	32,0	15,6	0,07	82,9	0,03	93,0 (95,2)
» » »	»	Black Butte Oregon	100,0	0,16	3,9	3,1	13,5	0,04	82,6	0,02	84,7 (88,5)
» » »	»	Lucky Five	100,0	0,27	1,9	10,7	15,6	0,11	82,5	0,06	75,3 (81,8)
» » »	»	Zane Gray	100,0	0,14	1,4	7,6	8,3	0,07	90,3	0,03	75,7
» » »	»	Orion (düşük tenörlü)	100,0	0,09	3,2	2,52	4,2	0,02	92,6	0,01	88,9 (90,8)
» » »	»	Elkhead I	100,0	0,14	1,8	6,15	10,0	0,06	88,2	0,03	77,3 (81,5)
» » »	»	Elkhead II	100,0	0,08	25,8	0,23	—	—	74,2	0,03	73,6
» » »	»	Orion (Yüksek tenörlü)	100,0	2,79	17,8	15,20	30,4	0,11	51,8	0,09	97,1 (98,3)

() Kaba konsantrasyon randımanı

TABLO : 3
Muhtelif Cevherlerimizle Yayınış Florasyon Deney Sonuçları

Referans	Deneyi yürüten	Cevherin orijini	Cevher		Konsantre		Ara Mahsul		Artık		Bardıman %
			Ağırlık %	Tenör % Hg	Ağırlık %	Tenör % Hg	Ağırlık %	Tenör % Hg	Ağırlık %	Tenör % Hg	
İTÜ Maden Fakültesi Cevh. Hazırlama Kürsü. çalışması	Suna Atak	Germencik	100,0	1,00	2,0	50,00	4,0	0,35	94,0	0,02	96,9 (98,2)
> > > >	Suna Atak	> >	100,0	0,30	0,8	32,50	3,2	0,30	96,0	0,02	89,8 (93,3)
İTÜ Maden Fakültesi Diploma travayı, Tem. 1969	Abidin Temel	> >	100,0	0,80	7,0	10,81	23,3	0,13	69,7	0,017	94,6 (98,6)
İTÜ Maden Fakültesi Diploma travayı Haz. 1969	Mehmet Arpacı	Sızma (zayıf cevher)	100,0	0,22	0,75	19,00	14,05	0,51	85,20	0,007	64,7 (97,5)
İTÜ Maden Fakültesi Cevher Kürsüsü çalış. Haz. 1970	Suna Atak Güven Önal	Banaz-Baltalı (Eski pasalar)	100,0	0,30	1,92	14,90	—	—	98,08	0,014	95,5
İTÜ Maden Fakültesi Diploma travayı, Tem. 1970	Hikmet Bilge	Türkönü (Ödemis)	100,0	0,28	1,87	13,84	11,60	0,06	86,53	0,013	93,6 (95,9)
İTÜ Maden Fakültesi Diploma travayı, Tem. 1970	Atilla Tuncay	Türkönü (Ödemis)	100,0	1,46	9,70	14,71	—	—	90,30	0,036	97,81
> > > >	>	>	100,0	0,33	0,77	31,84	8,80	0,84	90,43	0,027	74,65 (97,22)
> > > >	>	>	100,0	0,036	0,67	2,13	18,71	0,01	80,62	0,019	39,94 (57,77)

() Kaba konsantrasyon randımanı

Flotasyon tatbikatının cıva üretiminde muhtelif yönlerden avantaj sağlayıcı ve durumu islâh edici etkileri bulunmaktadır.

Flotasyonun sağladığı faydaların başında daha ekonomik oluşu gelmektedir. Cıva kansantresi elde etmekle müteakip işlemlere girecek olan tonaj 1/50 1/200 oranında azalmış olacaktır. Maliyet yönünden ise 1970 senesi ilkbaharında detaylı olarak yapılmış bir mukayese etüdü neticelerini vermek uygun mütalea edilmiştir. Bahis konusu olan durumda, günde 150 ton., % 0,3 Hg tenörlü cevher işleyecek bir tesisin direkt izabe ve flotasyon ve retort cıva izabesi arasında mukayese yapılması idi. Her iki şart için tesislerin 15 senede amorti edilecekleri gözönüne alınarak madencilik, nakil ve tesislerin diğer yan ve yardımcı tesisleri hariç tutularak cevher işleme masrafları mukayese edilmiştir.

Direkt İzabe Flotasyon + Betört

1 ton cevher işleme masrafı	65,40 TL.	54,90 TL.
-----------------------------	-----------	-----------

Böylece flotasyon lehine ton cevher başına 10,50 TL bir avantaj sağlanacağı hesaplanmıştır. Yılda 50.000 ton cevher işleneceğine göre yüda 500.000 TL üstünde bir tasarrufun yapılabileceği görülmektedir. Diğer taraftan, cevherin flotasyonu bozucu özellikleri olmaması halinde, flotasyon randımanının direkt İzabe tesislerinin verdikleri randımanlardan düşük olmadığı görülmektedir. Düşük tenörlü, yüksek rutubetli, tozlu ve diğer sülfür cevherlerini ihtiva eden tezahürlerde flotasyon tatbikatı bilhassa bariz randıman üstünlüğü sağlamaktadır.

Bugüne kadar memleketimizde tesadüf olunan cıva yataklarının genellikle düşük tenörlü ve flotasyona elverişli olduğu anlaşılmaktadır.

Netice olarak cıva cevherlerinin flotasyonuna gidilmekle küçük rezervlerin değerlendirilmesi sağlanabileceği gibi büyüklerde de yatırım ve işletme masraflarında tasarruflar sağlanacaktı. Günlük işlenen tonaj arttıkça bahis konusu tasarruflar da artmış olacaktır.