

Türkiye'de otojen öğütme uygulanması

Zeki M. DOĞAN (*)

: — GİRİŞ

Cevher hazırlamada öğütme, mineral tanelerinin serbestleşmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Öğütme ortamı ve enerji tüketiminden dolayı öğütme pahalı bir işlemdir. Öğütme ortamı olarak kullanılan çelik bilya ve çubuk sarfiyatı bazı hallerde toplam öğütme masrafının yarısını geçmektedir.

Otojen öğütme tuvenan veya birincil kırıcıdan geçirilmiş cevhere uygulanarak tane ufaltma işlemi bir kademede yerine getirilmektedir. Otojen öğütme devresinde yalnız birincil kırıcı olduğundan normal öğütmeye nazaran yatırım masrafı azalmaktadır. Bunun başlıca nedeni otojen değirmen yerine normal öğütme sistemlerinde çubuklu ve bilyalı değirmenle birlikte ikincil ve üçüncül kırıcılar bulunmaktadır.

P. Fahlstrom (1) yaş otojen Öğütmenin tuvenan cevhere uygulanmasını, işletme ve yatırım masraflarından sağladığı ekonomi nedeniyle önermektedir.

B. Marçhai (2) otojen öğütme için iki

kriter öngörmektedir: i) Cevherin özgül ağırlığı yüksek ve mineralojik yönden heterojen olmalıdır, ii) Cevher iri parçaları içermelidir.

Türkiye'de otojen öğütme ilk kez kuvarsite, sonradan bakır cevheri ve bakır cürufuna uygulanmıştır. Bunların her birinin aşınma indeksi yüksek olup birincil kırma işleminden sonra iri parçalar meydana gelmektedir.

Çelik bilyalardan demir karışmasını önlemek ve öğütme ortamı sarfiyatını azaltmak için otojen sistem kuvarsit öğütme işleminde tercih edilmiştir.

Etibank Murgul Rotasyon Tesisi öğütme c'evresinde çelik bilya ve astar sarfiyatı yüksek olduğundan Karadeniz Bakır işletmeleri bakır cevherine otojen öğütme sistemi öngörülmüştür. İlk yapılan testlerden otojen öğütme ile normal öğütmede çubuk, bilya ve astar sarfiyatından ibaret olan çelik tüketiminin altıda birine inilmesinin mümkün olacağı anlaşılmıştır. Ancak otofen öğütme enerji sarfiyatında di-

(*) Assoc. Prof. Dr., Maden Müh. Bölümü

O.D.TÜ., Ankara.

ger sisteme nazaran biraz artış olmaktadır.

Bakır cürufuna otojen öğütme uygulaması Outokumpu Oy Şirketi'nin Harjavalta Cüruf Flotasyon Tesisi gözönünde tutularak kararlaştırılmıştır (3).

2. OTOJEN ÖĞÜTME

2.1. Kuvarsit

Kuvarsit hafif beton malzeme imâlinde hammadde olarak kullanılmak üzere açık işletme yöntemiyle üretilmektedir. Kuvarsitin büyük bir kısmı (% 90-98) SiO₂ olup geri kalanı mika ve feldspattan ibarettir. Hâlen kuvarsit değirmene —250 mm. tane boyunda beslenmekte ve saatte 7-10 ton civarında % 70* - 90 mikrona 90 *pm*) öğütülmüş kuvarsit elde edilmektedir. Otojen değirmenin uzunluğu 3.5 m., çapı 3.25 m. olup açık devre halinde çalışmaktadır. Çıkış ucuna 1 mm açıklıklı spiral bir elek konmuş olup + 1 mm. fraksiyon atılmakta bu da beslenen şarjın yalnız % 2'sini meydan getirmektedir.

İlk yıllık çalışmada beslenen kuvarsitin % 5'i + 200 mm. ve % 75'i —200 mm. olarak tutulmuş ve değirmenin hızı % 75 kritik hızda şartnameye uygun öğütülmüş ürün alınmış ve ton başına enerji sarfiyatı 26-30 Kw - saat olmuştur. Bir yıl sonra kuvarsitin öğütme özelliğinde değişiklik olunca değirmen kapasitesi 6 - 7 ton saate azalmış, enerji sarfiyatı ton başına 35-40 Kw. saata çıkmış ve öğütülen ürün % 90'ı —90 p m. tane boyunda elde edildiğinden şartnamede öngörülenden daha ince öğütülmüş kuvarsit meydana gelmiştir. Açık işletme ocağı derinleştirilince kuvarsit daha kompakt bir hal aldığından ürünün % 50'si — 90 p m. olarak birz daha kalınlaşmıştır. Bunun üzerine beslenen cevher —150 mm. olarak ayarlanmış 6 - 7 ton - saat kapasitede % 75 - 80'—90 p m. olan öğütülmüş ürün elde edilmiştir.

Açık ocakta üretilen kuvarsitin fiziksel özelliği öğütme özelliğini etkilemektedir. Kuvarsite uygulanan otojen değirmen ve Öğütmeye ait veriler 1 numaralı Tablo'da gösterilmiştir.

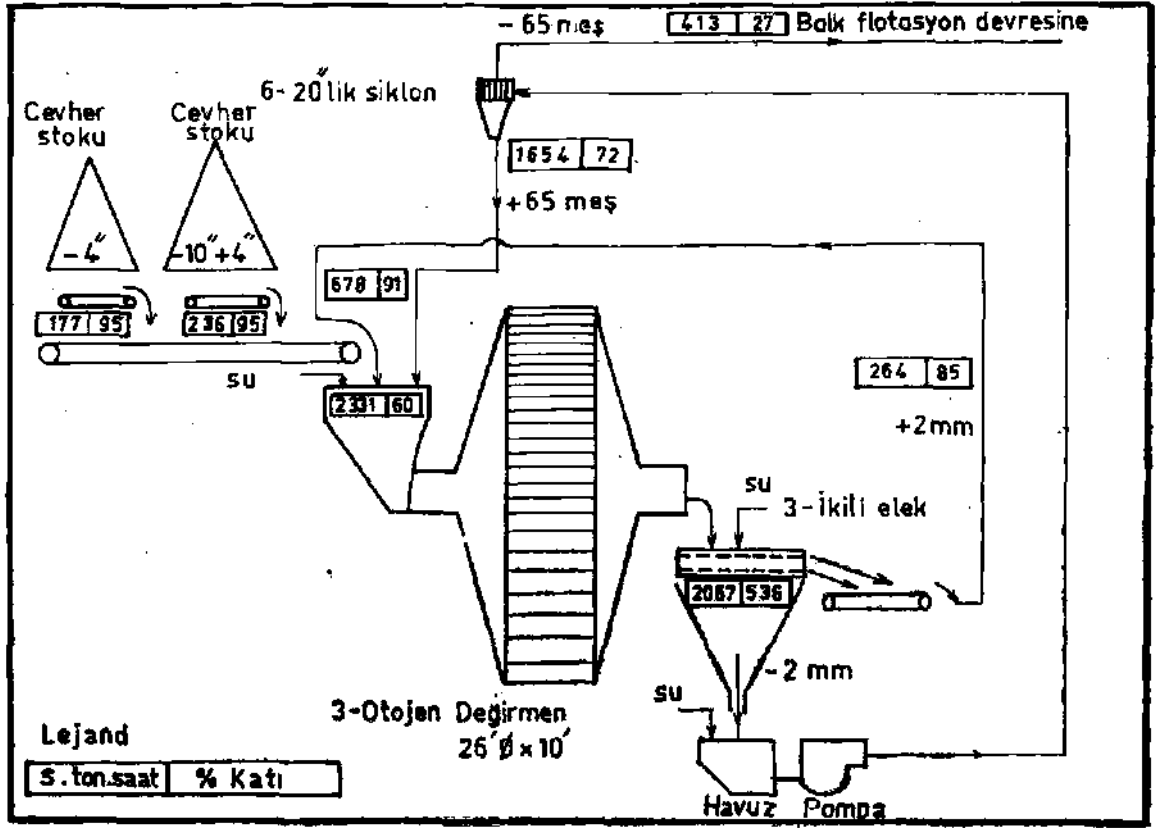
2.2. Bakır Cevheri (5), (6), (7)

Murgul - ÇakmakKaya konsantratörünün günlük kapasitesi 9000 tondur. Damar ve Co km ak kaya cevherlerini zenginleştirmek üzere kurulmuş bu tesiste ortalama cevher tenörü % 1.31 Cu'dur. Cevher kalkopirit ve pirit m in era 11 eriyle silisli bir gangü içerir. Konsantratöre beslenen cevherin 6000 tonu % 1.08 Cu'lu ÇakmakKaya ve 3000 tonu da % 1.75 Cu' tenörlü Damar açık işletme ocağından temin edilmektedir. Konsantratörde yılda % 17 Cu içeren 210.000 ton bakır konsantresi ve % 45 S içeren 230.000 ton pirit konsantresi üretilmesi projelendirilmiştir.

Birincil kırma işlemi 10 pus (25 cm.) çıkış açıklığına ayarlanmış 48" x 72" boyutundaki bir çeneli kırıcıda yapılmaktadır. Çeneli kırıcının kapasitesi 530-580 ton -saat olup günde iki vardiyeye çalışmaktadır. Kırma işleminden sonra şarj elenerek —25 + 10 cm. ve —= 10 cm. lik fraksiyonlara ayrılarak ayrı ayrı stok edilmektedir. Öğütme devresinin akım şeması 1 numaralı Şe.lil'de görülmektedir.

Öğütme kısmında 26 ayak çapında 10 ayak uzunluğunda Allis - Chalmers firması tarafından imâl edilmiş üç adet birinci otojen değirmen vardır. Otojen değirmenlere 165 ton saat —10 cm. ve 210 ton — 25 + 10 cm.lik fraksiyonlar olmak üzere toplam 375 ton - saat cevher beslenmektedir. Öğütülen ürün 2 mm. aralıklı sarsıntılı elekten geçirilerek + 2 mm'lik fraksiyon bantla değirmenlere yeniden şarj edilmektedir. —2 mm'lik fraksiyonlara su eklendikten sonra siklonlara beslenmektedir. Siklonlarda ayrışma 65 meş üzerine yapılmış olduğundan siklon üstü — 65 meşlik fraksiyon balk flotasyon selülilerine verilmektedir. Siklon altı + 65 meşlik *ürün* ise otojen değirmenlere dönmektedir.

Bu tesis 1973 yılında faaliyete başlamış olup öğütme devresi şimdiye kadar günde 9000 ton kapasiteye erişmemiştir. 1973 de ortalama rakam günde 4000 ton civarında iki otojen değirmen çalışmıştır. 1975 yılında günde 8000 tona ulaşılmış, ortalama



Şekil.1- Bakır Cevheri Öğütme Devresi

mo değer ise 6000 ton civarında kalmıştır. Öğütme devresinde meydana gelen arızalar aşağıda gösterilmiştir.

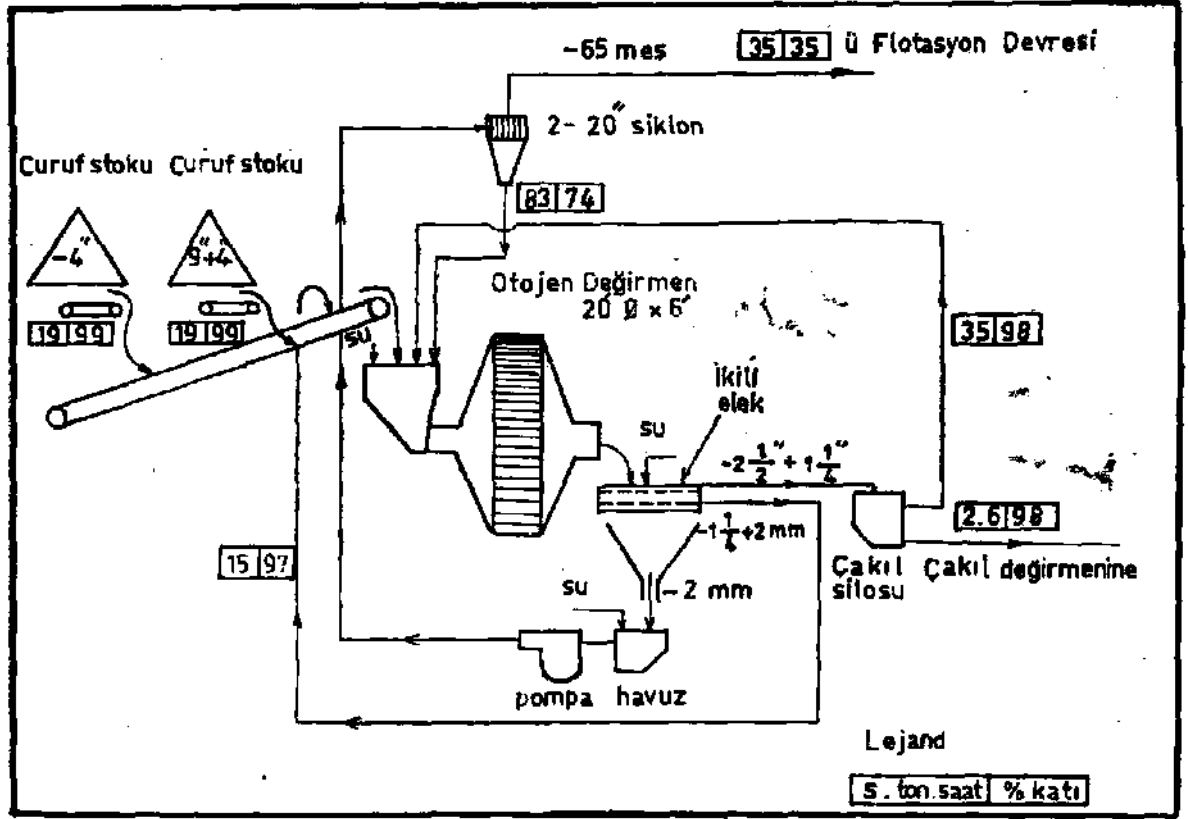
- i — Su Darlığı (Yazın 120 gün yağış olmamaktadır)
- ii — Lifter - barların değişimi.
- iM — Siklon pompa arızası,
- iv — Bant arızası,
- v — Elektrik kesintisi.

Tesis ilk faaliyete geçtiği zaman öğütme otomatik kontrol uygulanmıştır. Ancak sonradan fazla durmalardan dolayı otomatik kontrol devreden çıkartılmıştır. F. Bond (8) otojen öğütmede öğütme ortamının çabuk aşınması nedeniyle otojen sisteminin verimli olarak çalışmasında otomatik kontrolün zorunlu olduğunu öne sürmektedir.

2.3, Bakır Cürufu

Bakır cürufuna uygulanan öğütme devresi iki numaralı Şekilde görülmektedir. Bakır cürufu Flotasyon tesisinde konverter ve flaş izabe cürufları sırasıyla % 5 Cu ve % 2 Cu içermekte ve beraberce konsantre edilmektedir.

Cüruf önce 24* X 36" boyutunda 9 pusluk çıkış açıklığına ayarlanmış bir çeneli kırıcıdan geçirilmektedir. Kırma işleminden sonra cüruf elenerek —22 + 10 cm. ve —10 cm.'lik fraksiyonlara ayrılıp ayrı ayrı stoklanmaktadır. Otojen değirmen 20 ayak çapında ve 6 ayak uzunluğunda olup toplam beslenen cüruf 38 ton - saattir. Değirmen şarjının yarısı —22 + 10 cm.'lik ve diğer yarısında 10 cm.'lik fraksiyondan oluşmaktadır, öğütülmüş cürufun sarsıntılı elekten geçirilerek elde



Şekil 2 - Bakır Curufu Öğütme Devresi

olunan + 2 mm.'lik fraksiyonu bantta değirmene yeniden beslenmektedir. —2 mm.'lik fraksiyon ise su ilâvesiyle 65 meş çırışmaya ayarlanmış iki siklona pompalanmaktadır. Siklon üstü —65 meş'lik curat flotasyon devresine verilmekte, sikleri altı -f 65 meş'lik cüruf ise otojen değirmene yeniden şarj edilmektedir.

Bakır cürufuna uygulanan otojen öğütme devresinde şimdiye kadar bir problemle karşılaşmış değildir.

Kuarsit, bakır cevheri ve bakır cürufuna uygulanan birincil otojen öğütme değirmenlerinin işletmeleriyle ilgili veriler 1 numaralı Tablo'da açıklanmıştır.

TABLO 1. TÜRKİYEDE OTOJEN ÖĞÜTME VERİLERİ			
Tesis	Ytong kuvarsit Öğütme devresi	Çakmakkaya Flotasyonu	Samsun curuf Flotasyonu
Cevher	Kuvarsit	Bakır	Bakır curufu
Özgü ağırlığı	2.55	2.87	3.91
Sınıflandırma	—	Siklon	Siklon
Öğütme	Otojen	Otojen	Otojen
Değirmen boyutu, çapı- uzunluğu			
Ayak	10.7 x 11.5	26 x 10	20 x 6
Metre	3.25 x 3.5	8 x 3	6.1 x 1.8
Değirmen sayısı	1	3	1
Kapasite max.			
Ton-saat	10	375	38
Beslenen cevher boyu	- 25	% 44 - 10cm	% 50 - 10cm
Öğütülmüş cevher	% 70 - 90µm	% 56 - 25+10cm	% 50 - 22+10cm
Enerji tüketimi		% 62 - 74µm	% 62 - 74µm
Kw-saat-ton ürün	26	26- 30	20- 22
Her bir değirmen HP	250	3000	1000
Değirmen hızı,			
% kritik hız	76	73	75
Devreden yük,			
% max	—	4 6 0	365
% Katı	50	60	67
I. Ton cevher için			
Astar sarfiyatı gram ton	500	200-250	250-310

3 — SONUÇLAR

- i. Yüksek aşınma indeksi gösteren kuvarsit, bakır cevheri ve bakır cürufu otojen öğütmeye müsaittir.
- ii. Normal öğütme ile karşılaştırıldığında, öğütme devresinde yalnız otojen değirmen ve birincil kırıcı içerdiğinden otojen sistem yatırım ve işletme masraflarında ekonomi sağlamaktadır.
- iii. Otojen öğütme, Türkiye'de kuvarsit ve bakır cürufuna başarıyla uygulanmaktadır. Bakır cevherinde ise projede belirtilen kapasiteye henüz ulaşılamamıştır. Bunun sağlanması için otojen değirmenlerin verimli çalışmaları

rında zorunlu olan otomatik kontrol devreye yeniden konmalıdır;

TEŞEKKÜR

Yazar, Karadeniz Bakır İşletmeleri A. Ş. Genel Müdür Muavini Sayın H. Kazanoğlu ve Maden Yüksek Mühendisi Sayın O. Kızılsencer'e gösterdikleri yakın ilgi ve ve rilerden dolayı teşekkür eder; Türk Ytong Şirketi Müdürlüğüne de kuvarsit öğütülmesi konusundaki verdikleri bilgilere teşekkürü bir borç bilir. Son olarak Öğretim Görevlisi Maden Yüksek Mühendisi Sayın I. Bayraktar'a konuyla ilgili faydalı tartışmalardan dolayı şükranlarını sunar.

BİBLİYOGRAFİK TANITIM

- 1 — Fahlstrom P.: «Autogeneous Grinding at Vassbo», World Mining, Sept 1962, pp. 0-34.
- 2 — MarĖchal B.: «La Fragmentation Quasi - Autogene en Vol Seche — Etude des Principaux Parametres». Revue de L'Industrie Minerale, 1969. pp. 274 - 290.
- 3 — Tanner H., and T. Heikkinen: «Crushing and Grinding at Outokumpu», Trans. IV th. I.M.P.C, Stockholm 1957, pp. 122 - 138.
- 4 — Turhan D.: «Türkiye'de Hafif Beton Malzeme İmâli ile Madencilik Faaliyetleri İçine Giren Yeni Bir Kol Üzerinde Düşünceler», I. Türkiye Madencilik ve Teknik Kongresi Neşriyatı, Şubat 1969, Sahife 205 - 208.
- 5 — Aksoy S., ve S. Giray: «Karadeniz Bakır Projesi Genel Tanıtımı», Türkiye Mühendislik Haberleri, Nisan 1973, Sahife 42 - 55.
- u — Aksoy S.: «Karadeniz Bakır Projesi», I. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi Neşriyatı, Şubat 1969, Sahife 59-69.
- 7 — Ethem M.Y.: «Black Sea Copper Operates Mines, Mills and Smelter», World Mining, September 1974, pp. 52 - 55.
- 0 — Bond F.: «Autogenous Grinding Evolution» Mining Congress Journal, June 1967, pp. 48-54.