



ATARÜRK ÜNİVERSİTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÜRETİM METALÜRJİSİ ANA BİLİM DALI
Üretim Metalürjisi Laboratuvarı Deney Föyü

KIRMA VE ÖĞÜTME

KIRMA VE ÖĞÜTME

1- AMAÇ

Bu deneyde, cevher hazırlama işlem kademelerinden olan kırma ve öğütmenin cevher numunesi üzerine tatbiki ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2- TEORİK BİLGİ (KIRMA İŞLEMİ)

Ekonomik değere sahip mineraller, farklı maden işletme yönetimleriyle üretilerek yan kayaçları ile birlikte tüvenan (taş, toprak karışık halde) malzeme olarak elde edilmektedir. Tüvenan malzeme değerli ve değersiz mineralleri bir arada bulundurlar. Tüvenan malzemeyi tüketim amacına uygun hale getirmek amacıyla küçültülmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan tüm boyut küçültme işlemleri; **ufalama** olarak değerlendirilmektedir. Malzemenin istenen orandan daha büyük olması enerji maliyetini artırır, aşırı ufalamaya tabi tutulmasıyla birlikte ise maliyet artırıcı etkinin yanısıra zenginleştirme işlemimi olumsuz yönde etkilemektedir. Değerli ve değersiz minerallerin birbirlerinden ayrılması için cevher parçalarının belirli tane iriliğine (Serbestleşme Tane İriliği) indirilmesi gerekmektedir.

Kırma işlemi, ufalamanın ilk basamağını teşkil etmektedir. 200-1 cm tane boyutlarındaki cevherlere uygulanır. Kırma işlemi iki kısma ayrılır; İri kırma (Primer kırma) 200-15 cm tane boyutundaki cevherlere uygulanır. İnce kırma ise (Sekonder kırma) 15-1 cm tane boyutundaki cevherlere uygulanır. Kırıcılar boyut küçültme oranlarına göre de farklılık gösterirler.

Birincil kırıcılar olarak genellikle; -Çeneli kırıcı –Jiratör kırıcılar –Şoklu kırıcılar kullanılmaktadır.

İkincil kırıcılarda ise; -Konik kırıcılar –Merdaneli kırıcılar kullanılmaktadır.

Ufalama işleminde amaç;

- Cevher içindeki mineralleri serbest hale getirmek.
- Belirli tane iriliğinde malzeme elde etmek.
- Minerallerin birbirinden ayrılması sırasında, en uygun tane iriliğine ulaşmasıdır.

Kırma işleminden önce genellikle ufalama boyutundan küçük taneler bir elekten ayrılır ve yalnız iri taneler kırıcıya beslenir. Daha sonra her iki ürün birleştirilerek aynı işlemler diğer kırma devresinde tekrarlanır. Kırıcılar boyut küçültme oranlarına göre de farklılık gösterirler. Boyut Küçültme Oranı (B.K.O) genellikle Basit Ufalama Oranı ile ifade edilir;

Basit Ufalama Oranı = $\frac{\text{Besleme Malının Maksimum Tane İriliği}}{\text{Kırılmış Malın Maksimum Tane İriliği}}$ Denklemiyle gösterilir.



KIRMA VE ÖĞÜTME

TEORİK BİLGİ (ÖĞÜTME İŞLEMİ)

Öğütme boyut küçültme işleminin son basamağıdır. Öğütmenin yapılaş amacını şu şekilde sıralamak mümkündür. Öğütme, yüzey büyütme, istenilen tane iriliğinin elde edilmesi ve mineralleri serbest hale getirme gibi belirli maksatlarla yapılır.

- Yüzey büyütme: Öğütme sonucu doğal olarak özgül yüzey alanı artar. Bazı cevher zenginleştirme işlemlerinde, özellikle öğütülen malzeme kimyasal işleme tabi tutulacaksa, özgül yüzeyin önemi artar. Bununla birlikte sinterleme, briketleme ve koklaştırma gibi işlemlerde de reaksiyon hızı özgül yüzey ile direkt olarak ilgilidir.
- İstenilen tane iriliğinin elde edilmesi: Genelde ayırma işlemlerinin başarısı işleme tabi tutulan malzemenin tane iriliğine bağlıdır. Örneğin flotasyon ile zenginleştirme işlemlerinde tane iriliğinin 10-200 mikron arasında, manyetik ayırma işlemlerinde ise 0,040-1,2 mm arasında olması istenir.
- Minerallerin serbest hale gelmesi: Cevher içindeki değerli ve değersiz minerallerin birbirinden yüksek verim ve yüksek mineral yüzdesi ile ayrılabilmesi, ancak yeterli ölçüde bir serbestleşme ile mümkündür.

Laboratuvar dışında öğütme sürekli bir işlemdir. Değirmenden çıkan ürünün tane iriliği, kullanılan öğütücü ortamın cinsine ve miktarına, öğütme süresine ve değirmenin dönme hızına (kritik hız) bağlı olarak değişir. Öğütücü malzeme çelik, özel alaşımlı ve seramik bilyalar, çelik veya özel alaşımlı çubuklar, çakıllar ve cevherin kendisi kullanılabilir.

Öğütme işlemi; -Çubuklu Değirmenler –Bilyalı değirmenler de yapılmaktadır.

Öğütme işlemlerinde öğütülecek malzemenin değirmen içinde kalma süresi öğütmeyi etkileyen en önemli faktördür. Malzemenin değirmen içinde öğütme süresinden fazla kalması durumunda enerji tüketimi çok artacaktır, az kalması durumunda ise malzeme istediğimiz boyuta inmeyecektir. Optimum öğütme süresi laboratuvarında değişik sürelerde öğütme yaparak tespit edilir. Öğütme işleminde açık devre olarak değirmen, kapalı devre olarak değirmen+klasifikatör veya değirmen+siklon kullanılmaktadır.

Dönme hızında kinetik enerjiyi sürtünme, kesme ve çarpma etkileri ile öğütülen malzemeye aktarır. Örneğin düşük hızlarda ilk iki hareket söz konusudur ve öğütmenin gerçekleşmediği bu duruma kaskat denir. Çok yüksek hızlarda ise ortamı oluşturan malzeme santrifüj kuvvetlerinin etkisi altında değirmenin iç çeperine yapışarak birlikte döner. Bu durumda öğütme olayı gerçekleşmez. Öğütmenin tam olarak olabilmesi için öğütücü ortamın, değirmen içinde maksimum seviyede; yerçekimi kuvvetinin santrifüj kuvvetini yenmesiyle, malzeme üzerine düşmesi gerekir. Değirmenin sesinin değiştiği ve öğütme olayının gerçekleştiği bu duruma katarakt denir. Bu optimum hıza kritik hız denir ve bu hız yerçekimi kuvvetinin santrifüj kuvvetine eşitlendiği hızdır ve değirmen çapıyla ters orantılıdır.

$$\text{Kritik Hız} = C_s = \frac{42,305}{\sqrt{D}}$$

C_s = Kritik Hız D = Değirmen astarları arası çap



KIRMA VE ÖĞÜTME

3- KULLANILAN CİHAZLAR ve MATERYALLER (KIRMA İŞLEMİ)

- Çeneli Kırıcı
- Konik Kırıcı
- Merdaneli Kırıcı
- Parça Cevher

KULLANILAN CİHAZLAR ve MATERYALLER (ÖĞÜTME İŞLEMİ)

- Bilyalı Değirmen
- Merdaneli Kırıcıdan çıkan kırılmış cevher

4- DENEYİN YAPILIŞI (KIRMA İŞLEMİ)

- Kırıcıya beslenecek malzemeyi hazırlayınız,
- Besleme malının elek analizini yapınız,
- Besleme malının maksimum tane boyutunu saptayınız,
- Malzemeyi çeneli kırıcıya besleyiniz. (Kırıcıya giriş açıklığından daha iri malzeme beslemeyiniz.),
- Kırma işlemi sonucunda kırma süresini tespit ediniz,
- Malzemeyi konik kırıcıya besleyiniz. (Kırıcıya giriş açıklığından daha iri malzeme beslemeyiniz.),
- Kırma işlemi sonucunda kırma süresini tespit ediniz,
- Malzemeyi merdaneli kırıcıya besleyiniz. (Kırıcıya giriş açıklığından daha iri malzeme beslemeyiniz.),
- Kırma işlemi sonucunda kırma süresini tespit ediniz,
- Kırıcıları temizleyiniz,
- Kırıcıdan aldığınız ürünün elek analizini yapınız,

DENEYİN YAPILIŞI (ÖĞÜTME İŞLEMİ)

- Öğütme yapılacak değirmen ve öğütücü ortamı temizleyiniz,
- Değirmene yeterli miktarda öğütücü ortam (bilya veya çubuk) koyunuz (Değirmen hacminin %40-50si kadar),
- Kırılmış malzemenin elek analizini yaparak değirmene besleyiniz,
- Değirmenin dönüş hızını Kritik hızın %60-90'ı olacak şekilde ayarlayınız,

$$\text{Kritik Hız, } C_s = \frac{42,305}{\sqrt{D-d}} \text{ (dev/dk)} \quad D:\text{Değirmen çapı, (m); } d:\text{Bilya çapı, (m)}$$

- Öğütülmüş ürünün elek analizini yapınız.

5- DENEY RAPORUNDA İSTENİLEN BİLGİLER (KIRMA İŞLEMİ)

- Cevher hazırlamada kullanılan kırıcıların çalışma prensibini anlatınız,
- Kırıcının boyut küçültme oranını bulunuz,
- Besleme malının ve kırılmış malzemelerin kümülatif elek altı eğrilerini çizerek yorumlayınız,



ATARÜRK ÜNİVERSİTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÜRETİM METALÜRJİSİ ANA BİLİM DALI
Üretim Metalürjisi Laboratuvarı Deney Föyü

KIRMA VE ÖĞÜTME

DENEY RAPORUNDA İSTENİLEN BİLGİLER (ÖĞÜTME İŞLEMİ)

- Besleme malının ve öğütülmüş ürünün kümülatif elek altı eğrisini aynı grafik üzerine çiziniz.
- Besleme malının ve öğütülmüş ürünün %80'inin geçtiği elek açıklığını bulunuz.