

**İTÜ**



***CHZ 232 ZENGİNLEŞTİRME ÖNCESİ HAZIRLIK  
İŞLEMLERİ LABORATUVAR DENEY FÖYLERİ***

***-KIRMA-KURU ELEME***

***-ÖĞÜTME-YAŞ ELEME***

***-ENDÜSTRİYEL ELEME-KLASİFİKASYON***

# İÇİNDEKİLER

1. GENEL BİLGİLER..... Error! Bookmark not defined.
2. DENEYİN ADI- AMACI ..... Error! Bookmark not defined.
3. DENEYİN YAPILIŞI ..... Error! Bookmark not defined.
4. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE İSTENENLERError! Bookmark not defined.
5. KAYNAKÇA..... Error! Bookmark not defined.

Deney Adı: KIRMA-KURU ELEME

## 1. GENEL BİLGİLER

Kırma boyut küçültme işleminin ilk aşamasıdır. Cevherin içerdiği farklı minerallerin birini diğerinden serbest hale getirmek, prosese uygun boyut ya da yüzey alanı veya kullanım amacına uygun boyut sağlamak amacı ile yapılmaktadır. Kırmada uygulanan kuvvetler; darbe, sıkıştırma veya ezme, kesme ve sürtünme kuvvetleridir. Kırma işlemi için kullanılan cihazlar kırıcı olarak adlandırılır. Tanelere baskı, darbe ve kesme kuvveti uygulayarak onları daha küçük tane boyutlarına indiren mekanik araçlardır. Kırma makinaları özellikle ürün özellikleri, makina maliyetleri ve enerji kullanımı gibi dizayn özellikleri açısından bir gelişim içindedir. Bu nedenle çok çeşitli şekil, yapı ve boyutlarda makinalar cevher hazırlama işlemlerinde kullanılmaktadır. Kırma 200-0.5 cm arasındaki tane boyutlarına uygulanmaktadır. 200-10 cm arasında yapılan kırmaya iri kırma; 10-0.5 cm arasında yapılan kırmaya ise ince kırma adı verilmektedir. Çeneli, konili, merdaneli ve çekiçli kırıcılar cevher hazırlama tesislerinde en yaygın olarak kullanılan kırıcı tipleridir. İstenilen boyuta kırılmış malzemenin kırma devrelerinden alınması ya da malzemenin boyuta göre sınıflandırılmasında; uygulanan prosese, cevherin yapısına, boyutuna, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre değişik elekler kullanılır. Bunlar; elek yüzeyinin yapısına göre saç, tel örgülü ve paralel çubuklu elekler; çalışma şekline göre hareketsiz (sabit ızgara ve sabit kavisli elek) ve hareketli (hareketli ızgara, döner elekler, sallantılı elekler ve titreşimli elekler) olarak sınıflandırılmaktadır.

## 2. DENEYİN AMACI

Deneyde kullanılacak cevherlerin farklı laboratuvar tipi kırıcılarda kırılma ve boyut dağılım karakteristiğinin belirlenmesi.

## 3. DENEYDE KULLANILAN ALET VE EKİPMAN

- \* Laboratuvar tipi; çeneli, konili, merdaneli kırıcı, çekiçli kırıcılar
- \* Çeşitli açıklıklardaki laboratuvar elekleri
- \* Numune bölücüler
- \* Plastik ve emaye kaplar

#### 4. DENEYDE KULLANILAN NUMUNE

Vollastonit (Wi: 12.18 kwh/t)

##### Deney Esnasında Yapılacak İşlemler

- 1) Kırıcı çıkış açıklıkları ölçülerek ayarları yapılacaktır.
- 2) Her grup kendi cevheri ile kırma işlemini gerçekleştirecektir.
- 3) Giriş ve Çıkış ürünlerinin elek analizi yapılacaktır
  - a) Gruplar halinde gerçekleştirilecek deneylere ait raporlar her bir öğrenci tarafından ayrı ayrı hazırlanacaktır.
  - b) Deney raporlarının hazırlığında; deney grubu, deneyin adı, deneyi yapan öğrenci numarası ve adı soyadı'nın yer aldığı başlık sayfası olacaktır.
  - c) Konularla ilgili genel bilgiler ( Şekil, grafik ve diğer bilgilerle maksimum 5sayfa)
  - d) Deneysel Çalışmanın Açıklanması ( Deneysel çalışma sistematığı, yapılan çalışma ve ölçümler ve deney sonuçlarının değerlendirmesi kapsayacaktır)
  - e) Sonuçlar (Yorumlar ve genel değerlendirmeleri kapsayacaktır).
  - f) Deney raporlarının tümü tek bir dosya içinde ilgili Arş.Görevlilerine teslim edilmiş olacaktır.
  - g) Bireysel hazırlanacak raporların olabildiğince özgün olarak hazırlanmasına özen gösterilecektir. Benzer hazırlanmış raporların değerlendirilmesinde bu durum dikkate alınacaktır.

#### 5. RAPORDA İSTENİLENLER

##### RAPOR YAZMA TEKNİĞİ

Başlık Sayfası

Deney grubu:

Deneyin adı:

Adı soyadı:

Öğrenci numarası:

1. Genel Bilgiler Numune hazırlama, numune bölme, boyut küçültme işlemleri ve kullanılan kırıcılar, eleme hakkında teorik genel bilgi verilir (max. 2 sayfa).
2. Deneyde kullanılan kırıcılar Kullanılan 4 kırıcının da el ile çizimi, çeşitleri ve kullanıldıkları alanlar.
3. Deneyle İlgili Bilgiler Deneylerde kullanılan malzeme ve yöntem ayrıntılı olarak aşağıdaki başlıklar altında anlatılacaktır.
  - 3.1. Kullanılan Alet ve Malzeme Deneyde kullanılan aletler ve malzemeler yazılacaktır.

3.2. Deneyin Yapılışı Deneyin yapılışı sırası ile ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

3.3. Deney Sonuçları

- 1) Deneyler sonucunda yapılan elek analizlerinden faydalanarak giriş ve çıkış ürünlerinin elek analizi çizelgeleri oluşturulacak ve toplam elek altı eğrileri çizilecektir.
- 2) Eğrilerden d50 ve d80 boyutları çizilerek gösterilecektir.
- 3) Eğrilerden Boyut Küçültme Oranları (B.K.O) (giriş d80 / çıkış d80) hesaplanacaktır.
- 4) Eğrilerden m ve k modülleri bulunarak “Ortalama Tane Boyutları” hesaplanacaktır.
- 5) Ortalama tane boyutu çizelgesi oluşturularak yapılan elek analizinin ortalama tane boyutu hesaplanacaktır. ( $\Sigma X.N/100$ )
- 6) Bond İş İndeksi formülü ile enerji hesaplaması yapılacaktır. ( $W_i = 15,3$ )
- 7) Deney Sonuçlarının Tartışılması Elde edilen sonuçlar yorumlanacaktır. Kırıcılar kıyaslanacaktır.

## 6. KAYNAKÇA (ÖRNEK)

[1] Önal G., Ateşok G., Perek K.T., 2014, Cevher Hazırlama El Kitabı, Yurt Madenciliği Geliştirme Vakfı

## Deney Adı: ÖĞÜTME-YAŞ ELEME

**1.GENEL BİLGİLER**

Öğütme, kırma sonrası boyut küçültme işleminin son aşamasıdır. Cevherin içerdiği farklı minerallerin birini diğerinden serbest hale getirmek, prosese uygun boyut ya da yüzey alanı veya kullanım amacına uygun boyut sağlamak amacı ile yapılmaktadır. Öğütmede uygulanan kuvvetler; darbe, sıkıştırma veya ezme, kesme ve sürtünme kuvvetleridir. Öğütme işlemi için kullanılan cihazlar değirmen olarak adlandırılır. Değirmenler, öğütme devrelerinde, öğütülecek cevhere ve öğütme sonrası istenilen ürünün boyutuna göre seçilir. Bilyalı, çubuklu, otojen ve valsli değirmenler cevher hazırlama tesislerinde en yaygın olarak kullanılanlarıdır. Öğütme, prosesin akışına ve cevherin durumuna göre yaş ya da kuru olarak yapılır. Öğütme şekline göre, sistemdeki sınıflandırıcı ve diğer proses makinaları seçilir. Kuru öğütme, yaş öğütme ile karşılaştırıldığında yaklaşık 1.3 kat daha fazla güç gerektirir. İstenilen boyuta öğütülmüş malzemenin öğütme devrelerinden alınması ya da malzemenin boyutuna göre sınıflandırılmasında; uygulanan prosese, cevherin yapısına, boyutuna, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre değişik sınıflandırıcılar kullanılır. Bunlar; hidrosiklonlar, mekanik sınıflandırıcılar (spiral sınıflandırıcılar, taraklı sınıflandırıcılar, katı merkezkaç sınıflandırıcılar), havalı sınıflandırıcılar olarak bilinmektedirler.

**2. DENEYİN AMACI**

Laboratuvar tipi çelik ve seramik bilyalı değirmenlerde çeşitli parametrelerin öğütme performansına etkisinin belirlenmesi.

**3.DENEYDE KULLANILAN ALET VE EKİPMAN**

- \* Çelik ve seramik bilyalı laboratuvar tipi değirmenler
- \* Çeşitli açıklıklardaki laboratuvar elekleri
- \* Mezür ve emaye kaplar

**4.DENEYDE KULLANILAN NUMUNE**

Kırma Deney Serisinde elde edilen merdaneli kırıcı çıkışı -2 mm wollastonit numunesi

**5. DENEYİN YAPILIŞI**

Grup1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
PKO: 60%	PKO: 60%	PKO: 70%	PKO: 60%
Bilya komp: 1/3+1/3+1/3	Bilya komp: 1/3+1/3+1/3	Bilya komp: 1/3+1/3+1/3	Bilya komp: 1/2+1/2
Süre: 5+15 dk	Süre: 5+15 dk	Süre: 5+15 dk	Süre: 5+15 dk
Çelik Değirmen	Seramik Değirmen	Seramik Değirmen	Seramik Değirmen

## DENEY ESNASINDA YAPILACAK İŞLEMLER

- 1) Değirmen ölçüleri (boyut, hacim) belirlenecektir.
- 2) Her grup kendi cevheri ile öğütme işlemini gerçekleştirecektir.
- 3) Giriş ve çıkış ürünlerinin elek analizi yapılacaktır
  - a) Gruplar halinde gerçekleştirilecek deneylere ait raporlar her bir öğrenci tarafından ayrı ayrı hazırlanacaktır.
  - b) Deney raporlarının hazırlığında; deney grubu, deneyin adı, deneyi yapan öğrenci numarası ve adı soyadının yer aldığı başlık sayfası olacaktır.
  - c) Konularla ilgili genel bilgiler ( şekil, grafik ve diğer bilgilerle maksimum 2 sayfa)
  - d) Deneysel çalışmanın açıklanması ( deneysel çalışma sistematığı, yapılan çalışma ve ölçümler ve deney sonuçlarının değerlendirilmesi kapsayacaktır)
  - e) Sonuçlar (yorumlar ve genel değerlendirmeleri kapsayacaktır).
  - f) Deney raporlarının tümü tek bir dosya içinde ilgili arş. Görevlilerine teslim edilmiş olacaktır.
  - g) Bireysel hazırlanacak raporların olabildiğince özgün olarak hazırlanmasına özen gösterilecektir. Benzer hazırlanmış raporların değerlendirilmesinde bu durum dikkate alınacaktır.

## 6. RAPORDA İSTENENLER

- 1- Genel Bilgiler: Değirmenlerin kullanım alanları, çeşitleri.
- 2- Deneyin amacı - kullanılan alet ve malzemeler
- 3- Deneyin Yapılışı: Her bir grup için deneyde kullanılan değirmenler, değirmenlerin ölçümleri, bilya şarj hesabı, kritik hız, pülpte katı oranı hesabı, kullanılan elekler
- 4- Deney Sonuçları:
  - Deneyler sonucunda yapılan elek analizlerinden faydalanarak giriş ve çıkış ürünlerinin elek analizi çizelgeleri oluşturulacak ve toplam elek altı eğrileri çizilecektir.
  - Eğrilerden d50 ve d80 boyutları çizilerek gösterilecektir. - Eğrilerden boyut küçültme oranları hesaplanacaktır. (F80 = 1,2 mm)
  - Eğrilerden m ve k modülleri bulunarak “Ortalama Tane Boyutları” hesaplanacaktır.
  - Ortalama tane boyutu çizelgesi oluşturularak yapılan elek analizinin ortalama tane boyutu - hesaplanacaktır. ( $\Sigma X.N/100$ ) - Bond İş İndeksi formülü ile enerji hesaplaması yapılacaktır. ( $W_i = 10$ )
- 5- Deneyin yorumlanması: Seramik değirmen ve çelik değirmen ile yapılan deneyler kendi içlerinde ve birbirleri ile kıyaslanarak yorumlanacaktır.

## 7. KAYNAKÇA(ÖRNEK)

- [1] Önal G., Ateşok G., Perek K.T., 2014, Cevher Hazırlama El Kitabı, Yurt Madenciliği Geliştirme Vakfı

## Deney Adı: ENDÜSTRİYEL ELEME + SPİRAL KLASİFİKATÖR - HİDROLİK KLASİFİKATÖR + SİKLON

### 1.GENEL BİLGİLER

Çeşitli büyüklükteki tanelerin karışımından meydana gelen bir malzemede taneleri, endüstriyel çapta, büyüklüklerine göre birbirinden ayırmaya “Endüstriyel Eleme” denir. Farklı boyut, şekil ve özgül ağırlığında olan tanelerin durgun veya akışkan bir ortamda farklı hızlarla çökmelerinden yararlanarak yapılan boyuta göre ayırma işlemine ise “Klasifikasyon” adı verilir. Endüstriyel çapta, kuru eleme, daha ziyade 1 mm’den iri boyutlarda; yaş eleme ise 0.2 mm’den iri boyutlarda yapılır. Yaş eleme de titreşimli elekler kullanılarak, 0,074 ve hatta 0,044 mm’ye kadar eleme yapılabilir. Klasifikasyon (0,8 ila 0,003) mm arasında tane boyutlarında uygulanabilmektedir. Klasifikasyon ise, 800 mikron ile 3 mikron tane boyutlarına uygulanır. Klasifikasyon işlemini gerçekleştirmek için kullanılan cihazlar şunlardır;

a) Çöktürme Havuzları

b) Çöktürme Konileri

c) Hidrolik Klasifikatörler

d) Taraklı Klasifikatörler

e) Spiral Klasifikatörler

f) Hidrosiklonlar Hidrosiklon içi boş, üst kısmı silindirik ve alta doğru konikleşen bir tüpten oluşmaktadır. Süspansiyon, besleme borusu tarafından basınç alttan verilir. Teğetsel şekilde üst kısma gelen çamursüspansiyonu, silindirik kısmın yapısı nedeniyle dönmeye başlar. Hızla dönen süspansiyonki iri taneler santrifüj güçler tarafından siklonun dış çeperine doğru yönelerek alt çıkıştan (apex) dışarı atılır. İnce taneler ise alt çıkışa aktarılan iri tanelerin akımının ters yönünde oluşan bir girdapla yukarı doğru yükselerek üst çıkıştan (vortex finder) dışarı alınırlar. Hidrosiklon prosesine etki eden parametreler siklon çapı, besleme borusu çapı, alt konik bölümünün açısı, üst ve alt çıkış çapları, besleme basıncı ve süspansiyon yoğunluğudur.

### 2. DENEYİN AMACI

a) Laboratuvarlarda bulunan mevcut klasifikasyon cihazlarının gösterilerek mekanizmaları hakkında bilgi vermek

b) Kuvars numunesinin pilot çaplı titreşimli eleklerle yapılacak eleme işlemleri neticesinde eleme verimlerinin belirlenmesinin yanısıra ince boyutlu kuvars numunelerinin Mozley siklonuyla boyuta göre sınıflandırılarak sonuçların değerlendirilmesi

### 3.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

#### 3.1. Endüstriyel Eleme Deneyleri

Önceki deney serilerinden elde edilen malzemelerle “Pilot Tip Titreşimli Elek” kullanılarak başlıca “Hız”, “Besleme Miktarı” “Frekans” gibi parametrelerin etkileri incelenip, 0,5 mm boyutunda gerçekleştirilen endüstriyel eleme işlemi neticesinde elek altı oranlarına göre “Eleme Randımanları” hesap edilecektir.



### 3.2. Klasifikasyon Deneyleri

Klasifikasyon Deneylerinde ise Değirmen+ Spiral Klasifikatör tanıtılarak öğütme ve spiral klasifikatörün birlikte kullanımını gösterilecektir. Ardından hidrolik klasifikatörün pilot çaplı örnekleri tanıtılarak çalışma prensipleri ve parametreleri incelenecektir. Bir diğer deneyde ise boyut dağılımı belli olan numune %10 PKO'da kil kum karışımı malzeme siklona beslenerek, apex genişliği ve besleme basıncı gibi parametreler değiştirilecektir. Bu parametrelerin değişimi ile ayırmadaki etkinlik gözlenecektir.

### 4. İSTENENLER

- Klasifikasyon ve Endüstriyel Eleme İşlemleri hakkında genel bilgi veriniz.
- Deney sırasında tanıtılan cihazları şematik olarak çizerek, uygulamaları hakkında genel bilgi veriniz.
- Deneylerin yapılışını anlatarak deney sırasında gözlemlerinizi yazınız.
- Deney sonucunda elde edilen siklon altı malzeme (%67 miktarca), ve siklon üstü malzeme (%33 miktarca)'nin yapılan elek analizleri aşağıda verilmiştir. Buna göre siklon performansını tromp eğrisi çizerek değerlendiriniz.

$$E_p = \text{Hata faktörü} = \frac{d_{75} - d_{25}}{2}$$

Boyut Aralığı, mm	Siklon Altı Malzeme (%)	Siklon Üstü Malzeme (%)
-0.300+0.212	34,00	2,00
-0.212+0.150	32,00	5,00
-0.150+0.106	24,40	9,00
-0.106+0.074	6,50	8,00
-0.074+0.038	2,10	20,00
-0.038	1,00	56,00
<b>TOPLAM</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

### 5. KAYNAKÇA(ÖRNEK)

[1] Önal G., Ateşok G., Perek K.T., 2014, Cevher Hazırlama El Kitabı, Yurt Madenciliği Geliştirme Vakfı