



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**LABORATUAR FÖYÜ**

**CEVHER HAZIRLAMA DENEYİ**  
**Yrd.Doç.Dr. Fatih ERDEMİR**

**TRABZON**

**2016**

## CEVHER HAZIRLAMA DENEYİ

**DENEYİN AMACI:** Cevher hazırlamada kırma, öğütme ve boyuta göre ayırma kademelerinin incelenmesi, proses parametrelerinin saptanması.

### TEORİK BİLGİLER

**Cevher:** Doğrudan doğruya veya bazı işlemler sonucu zenginleştirilerek endüstride tüketim yeri bulunabilen ve ekonomik değeri olan bir veya birkaç mineralden oluşmuş kayadır. Cevher, metal üretiminin hammaddesini teşkil eder. Değerli mineraller metalik elementleri içermiyorsa cevher tabiri yerine endüstriyel hammadde deyiimi kullanılır.

**Mineral:** Mineral doğal şekilde oluşan homojen, belirli kimyasal bileşime sahip ve belirli bir kristal öz yapıları olan inorganik kristalleşmiş katı bir cisimdir. Konsantre: Cevher hazırlama veya zenginleştirme işlemleri sonucunda oluşan ve ham cevherden ayrıştırılması hedeflenen minerallerin zenginleştirilmesi yöntemiyle elde edilen ürüne denir.

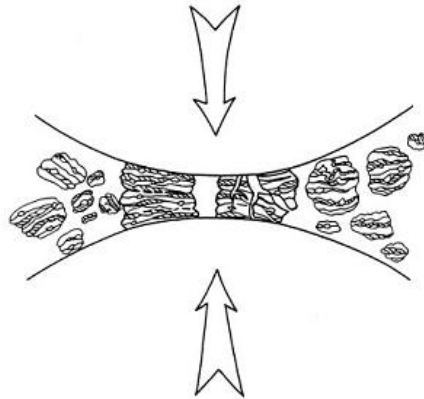
**Tenör:** Bir cevher içerisindeki metal yüzdesidir.

**CEVHER HAZIRLAMA (ZENGINLEŞTİRME):** Tabiatta bulunan düşük tenörlü cevherin içerisindeki ana metal mineralinin yüzdesinin yükseltilmesi işlemidir. Ana metal minerali ile gang minerallerinin farklı özelliklerinden yararlanılarak mineraller birbirinden kısmen ayrılarak cevher hazırlama veya zenginleştirme işlemi ile gerçekleştirilir. Cevher hazırlama ekonomik ve teknolojik sebeplerden dolayı uygulanır. Cevher Hazırlamayı Gerektiren Teknolojik Nedenler Bazı cevherlerin, teknolojik olarak üretilebilmesi için belli koşulları (tane boyutu, tenör ve element içeriği) sağlaması gerekmektedir. Ocaklardan üretildiği şekilde ekonomik olmayan bir cevherin ekonomik duruma getirmek, (Örneğin, %5 Pb içeren bir cevherden doğrudan kurşun metal üretmek hiçbir zaman ekonomik değildir. Cevher hazırlama işlemleri ile kurşun tenörü %60'a çıkarılarak ekonomiklik sağlanır. Ocaklardan üretildiği şekilde ekonomik olan bir cevherin ekonomikliğini daha da arttırmak. Örneğin, %50 Fe içeren bir cevherden doğrudan pik demir üretmek ekonomik olmaktadır fakat demir tenörünün %50'nin üstüne çıkarılması ekonomikliği daha da artırır.

**KIRMA:** Kırıcılar yardımı ile yapılan kaba boyut küçültmedir. Kaba Kırma (ortalama 100 mm tane boyutu) ve ince Kırma(1-10 mm tane boyutu) olmak üzere iki aşamada uygulanır. 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 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.

**ÖĞÜTME:** Öğütücüler yardımı ile yapılan ince boyut küçültmedir (0,1 mm tane boyutu altı). 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 sistematığında sünek-sünek veya sünek-gevrek toz kombinasyonları kullanılıyorsa, öğütmenin ilk aşamasında partiküller yumuşaktır ve birbirleriyle kaynaklaşma eğilimleri yüksektir. Bu aşamada parçacık boyutu büyüyerek başlangıç parçacık boyutunun üç katı büyüklüğe ulaşabilir. Öğütmenin bu aşamasında kompozit parçacıklar başlangıç toz karışımlarının çeşitli kombinasyonlarını içeren tabakalaşmış bir yapıya sahiptir (Şekil). Öğütme işlemi sırasında bilyelerin birbirleriyle çarpışması sırasında bilyelerin merkezleri doğrultusunda arada kalan tozlar, darbe etkisiyle plastik deformasyona maruz kalırlar. Bunun sonucunda tozlarda ezilme olur ve tozlar lamelleşirler. Bu çarpışmalar esnasında arada kalan toza bir miktar darbe enerjisi yüklenir. Yüklenen darbe enerjisi sebebiyle toz parçacıkları levhalaşır, birbiriyle kaynaklaşır, kırılır ve tekrar kaynaklaşır. Bu darbe kuvveti toz parçacıklarını deformasyona uğratarak sertleşmelerine ve kırılmalarına sebep olur. Öğütme işlemi için kullanılan cihazlar değirmen olarak adlandırılır. Değirmenler, öğütme devrelerinde, öğütülecek cevhere ve öğütme sonrası istenilen ürünün boyutuna göre seçilir. Bilyalı ve çubuklu 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.



Bilya – toz – bilya çarpışmalarının şematik gösterimi.

**ELEME:** Eleme katı bir malzeme karışımını elekler kullanarak farklı boyutlardaki bileşenlerine ayırma işlemidir. Eleme işleminde kullanılan elekler büyüklüklerine göre sınıflandırılırken "mesh numarası" kavramı kullanılır. Mesh numarası bir ekte birim alan ( $\text{in}^2$  veya  $\text{mm}^2$ ) başına düşen delik sayısını göstermektedir. Eleme ile elek altı ve elek üstü olmak üzere iki ürün elde edilir. Endüstriyel elekler elemenin yapıldığı yüzeyin sabit veya hareketli olmasına göre "sabit elekler" ve "hareketli elekler" olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Sabit eleklerin en basit şekli ızgaralardır. ızgaralar büyük boyutlu malzemelere en uygun olan tiptir. Genellikle eğik olarak yapılırlar ve üzerlerindeki malzemenin aşağı doğru inerken ızgara aralıklarından düşen parçaların ızgara üstünde kalandan ayrılmasını sağlarlar. Hareketli eleklerde tıkanmayı azaltmak amacıyla ızgaralara çeşitli hareketler verilmektedir. Bu hareketler ile malzeme hem bir yöne doğru itilir hem de eleme kolaylaştırılmış olur.



Eleme Cihazı



Elek ve Yüzeyi

## DENEYİN YAPILIŞI

1. Değirmenden çıkan ürünlerin elek analizi yapılacaktır.
2. Tane boyut dağılımı belirlenecektir.
3. Elek analizinin sonuçları Tablo 'da gösterilen çizelgeye kaydedilecektir.

Tablo. Elek analizi verileri ve hesaplamaları

Elek Çapı (mm)	Ağırlık		Kümülatif Eleküstü %	Kümülatif Elekaltı %
	gr	%		
<b>Toplam</b>				

4. Deneyler sonucunda yapılan elek analizlerinden faydalanarak giriş ve çıkış ürünlerinin elek analizi çizelgeleri oluşturulacak ve toplam elek altı eğrileri çizilecektir.

5. Çizilen iki doğruların kesişim noktasından ortalama tane boyutunu tespit ediniz.

6. Teorik ortalama tane boyutunu aşağıdaki formül ile bulup, doğruların kesişim noktasından bulunan ve teorik olarak hesaplanan ortalama tane boyutlarını kıyaslayınız. Teorik Ortalama

Tane Boyutu =  $\sum(X.M) 100$  X=Elek açıklığı veya çapı (tane boyutu ile aynıdır) M=% tane sınıf ağırlığı

7. Eğrilerden d50 ve d80 boyutları çizilerek gösterilecektir.

8. Elde edilen sonuçlar yorumlanacaktır.

## **KAYNAKLAR**

Çilingir, Y., Metalik Cevherler ve Zenginleştirme, ZKÜ, 1999.

Önal, G., Cevher Hazırlama El Kitabı, iTÜ, 1998.

Özdağ, H., Cevher Hazırlama, ESOGÜ, 1989.

Suryanarayana, C., Mechanical alloying and milling, Progress in Materials and Science, 46 (2001) 1-184.