



Ekonomik Metalurji



Doç. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU

2020 DERS 3

Ekonomik Metalurjisi

Metalurji Tanım Sınıflandırma

- Öğütme

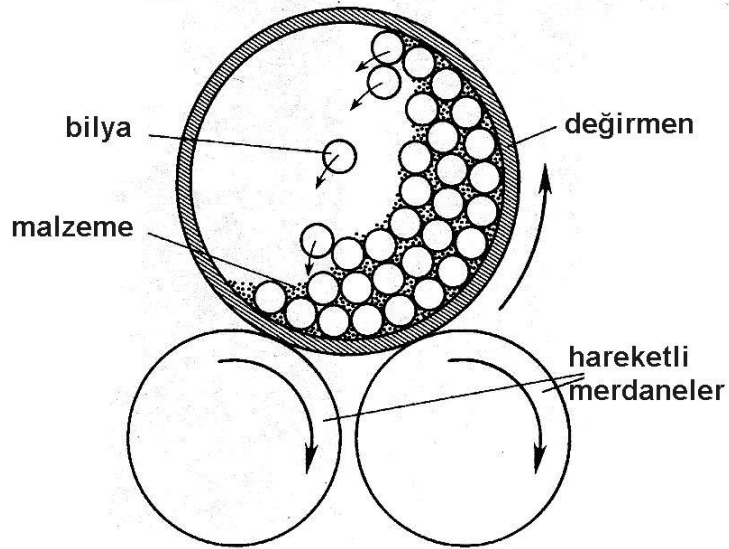
Malzeme boyutunu 5 mm'nin altına indirme işlemine öğütme adı verilir. Öğütme işlemleri 5-0,5 mm arasında kaba 500-50 μm arasında ince öğütme olarak ikiye ayrılır. 50-5 μm tane boyutu aralığında yapılacak öğütmeler çok ince öğütme, 5 μm altındaki öğütmeler kolloid öğütme olarak sınıflandırılır.

Ekonomik Metalurjisi

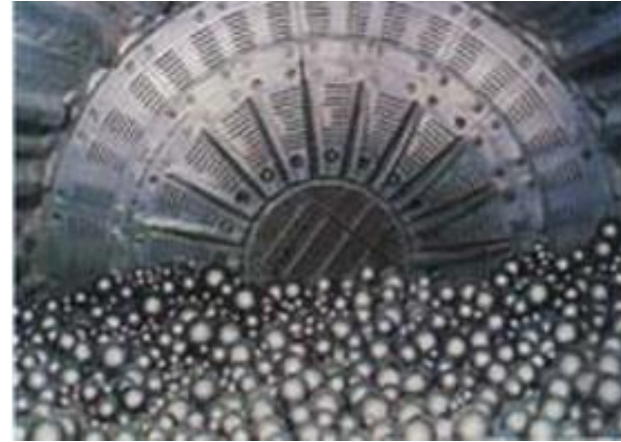
Metalurji Tanım Sınıflandırma

■ Mekanik Yöntemler - Öğütme

- Öğütme: sert bilyeler, çubuklar veya çekiçler ile yapılan mekanik darbe işlemidir.
- Gevrek malzemeler için kullanılır.

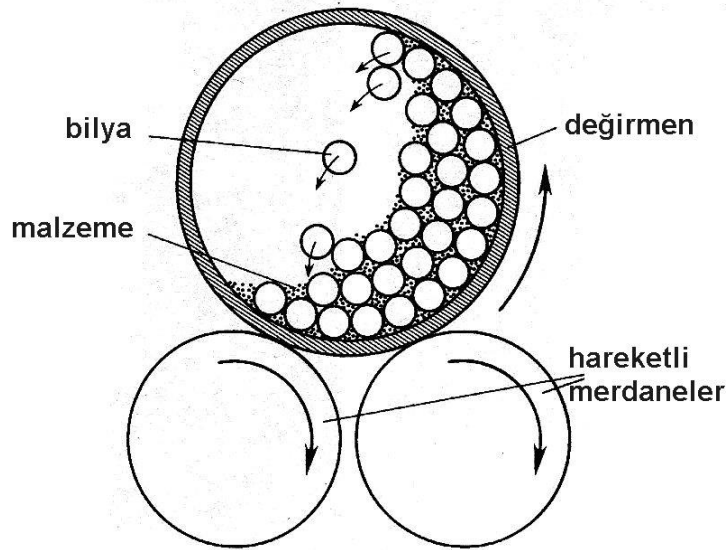


Kavanoz tipi değirmen



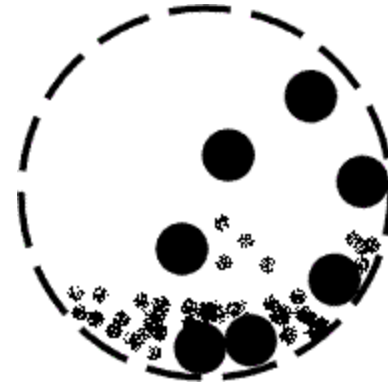
■ Mekanik Yöntemler

□ Öğütme:



$$\sigma = \sqrt{\frac{2Er}{D}}$$

Darbe gerilmesi malzemedeki kusurlara bağlıdır.

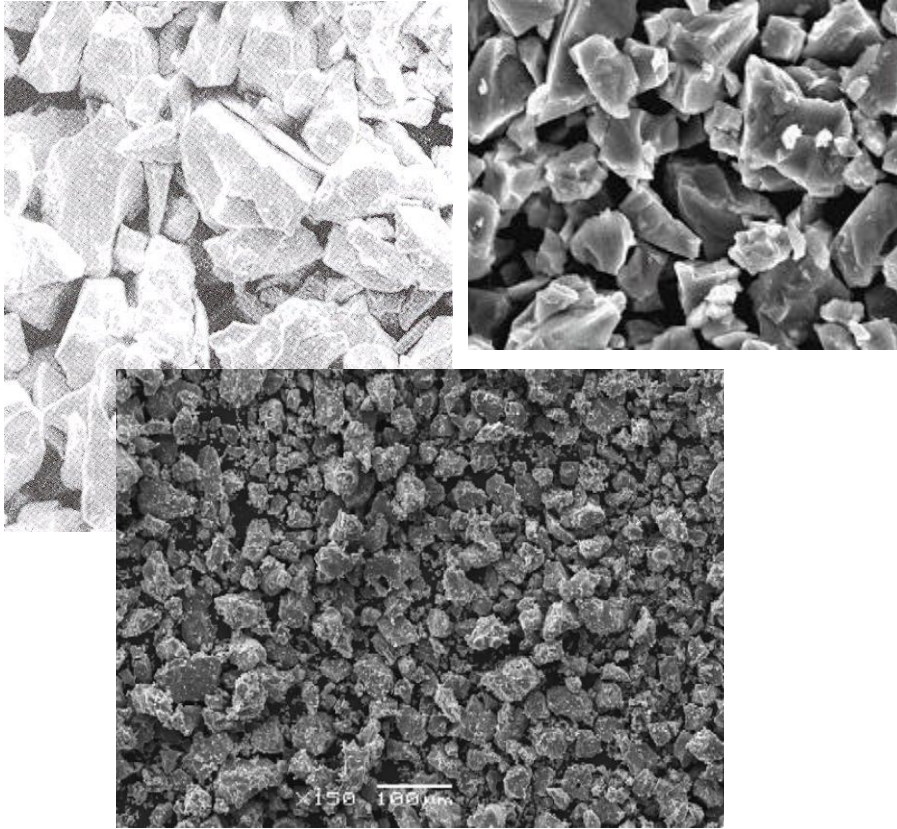


Ekonomik Metalurjisi

Metalurji Tanım Sınıflandırma

■ Mekanik Yöntemler

□ Öğütme:



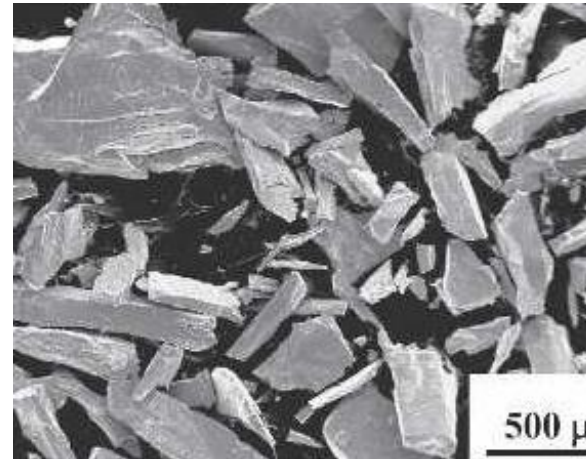
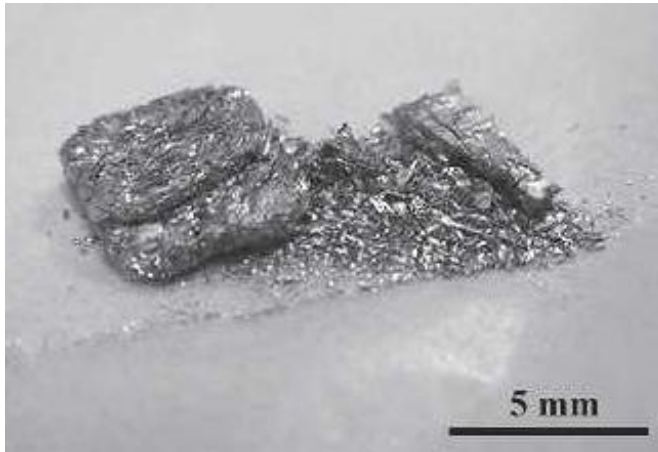
Sünek malzemeler için uygun değil.
Çözüm?
Titanyum örneği... Hidrür oluşumu



Hidrülenmiş Nb

■ Mekanik Yöntemler

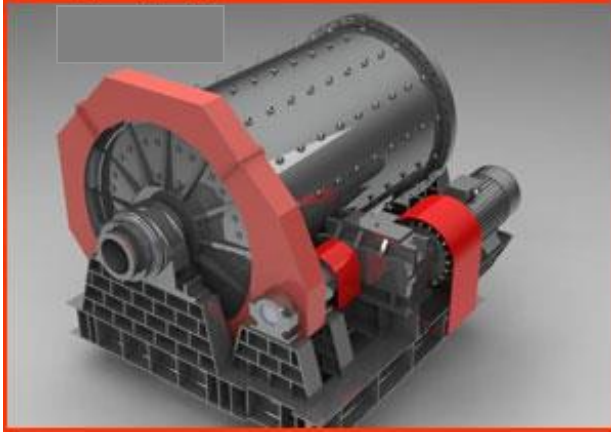
- Öğütme:



Ekonomik Metalurjisi

Metalurji Tanım Sınıflandırma

- **Mekanik Yöntemler**
 - Öğütme:

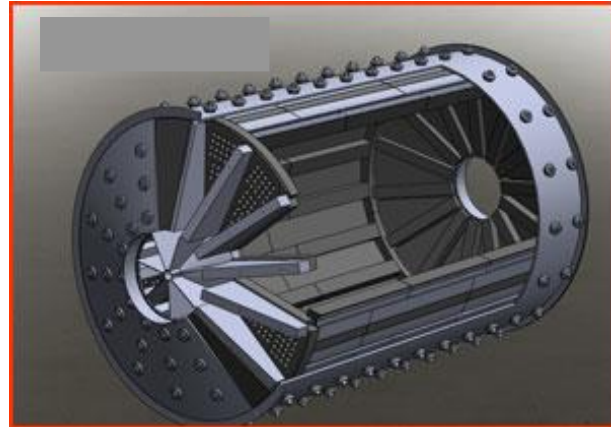


Kavanozun dönme hızı önemli.
Enerjinin büyük bir kısmı ses ve ısıya dönüşür, verim düşük

En uygun öğütme için:
Bilya çapı malzeme çapının yaklaşık 30 katı
Bilyalar kavanozun yarısını doldurmalı
Öğütülecek malzeme kavanozun yaklaşık %25'ini doldurmalı

Elde edilen malzeme sert, düzensiz şekillidir.

Özellikle toz topraklarının dağıtılması amacıyla kullanılır
Borürler, karbürler, nitrürler, oksitler, intermetalikler bu yolla üretilebilir.

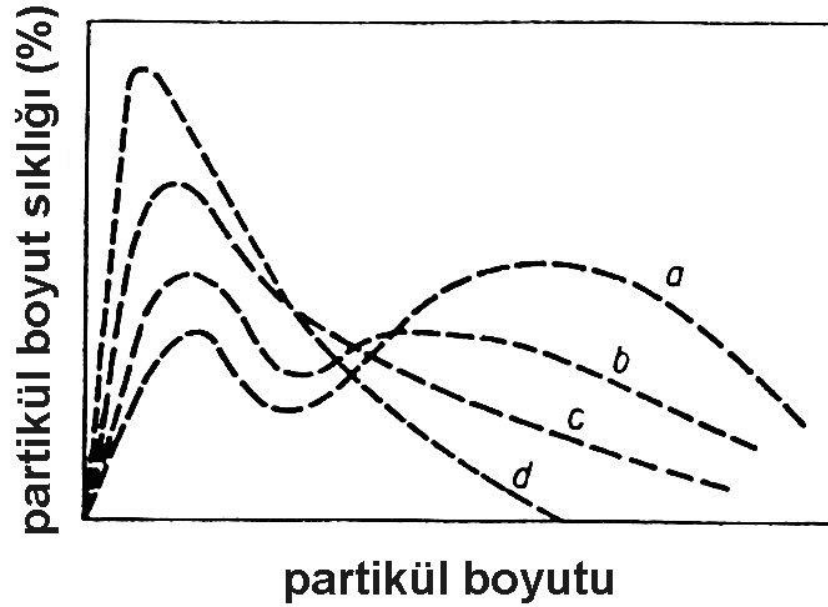


Ekonomik Metalurjisi

Metalurji Tanım Sınıflandırma

■ Mekanik Yöntemler

- Öğütme:



Mekanik ayırma sonucunda bir tozun partikül boyut dağılımında değişim. a orjinal partikül boyut dağılımı; b, c ve d öğütme süresinin artmasıyla partikül boyut dağılımında meydana gelen değişim ($b > c > d$).

Sınıflandırma

Kırılmış veya öğütülmüş cevherin sınıflandırılması elekler veya diğer sınıflandırıcılarda yapılır. Genellikle parçacık boyutu 30-40 mm'den 1 mm'ye kadar olan malzemeler eleklerle sınıflandırılırken 1 mm'nin altındaki boyutların sınıflandırılmasında su veya hava gibi akışkanlardan istifade edilen diğer sınıflandırıcılar kullanılmaktadır. Sınıflandırmanın temel maksatları şu şekilde sıralanabilir.

- Cevheri cevher zenginleştirme yöntemine uygun gelecek şekilde sınıflamak
- Kırma ve öğütme devresini kontrol etmek
- Endüstrinin istediği özelliklerde ürün elde etmek.

Sınıflandırma, Eleme

- Eleme, kırılan veya öğütülen malzemeyi tane boyutuna göre sınıflandırmak için mekanik kuvvetler yardımıyla delik boyutu ve sayısı standart olan bir ortamdan (elek) geçirme işlemidir.
- Cevher hazırlama tesislerinde eleme sabit veya hareketli sistemlerde yapılır.
- Sabit eleme için eğimli ızgaralar kullanılmaktadır. Ancak çoğu kere ızgaralara tıkanmaları önlemek için mekanik bir hareket verilir. Hareketli eleklerden tambur elekler ve titreşimli eleyiciler geniş uygulama alanları bulmaktadırlar.
- Laboratuvarlarda yapılan küçük çaplı eleme işlemlerinde 50 gr numune için eleme süresi 15 dakikadır.

Zenginleştirme

Zenginleştirme, değerli mineralleri değersiz olanlardan ayırma işlemidir. Bu ayırma işlemi minerallerin fiziksel ve kimyasal farklılıklarından istifade etmek suretiyle yapılmaktadır. Zenginleştirme işlemi sonucunda kazanılan değerli ürüne **konsantre** değersiz ürüne ise **atık** denmektedir.

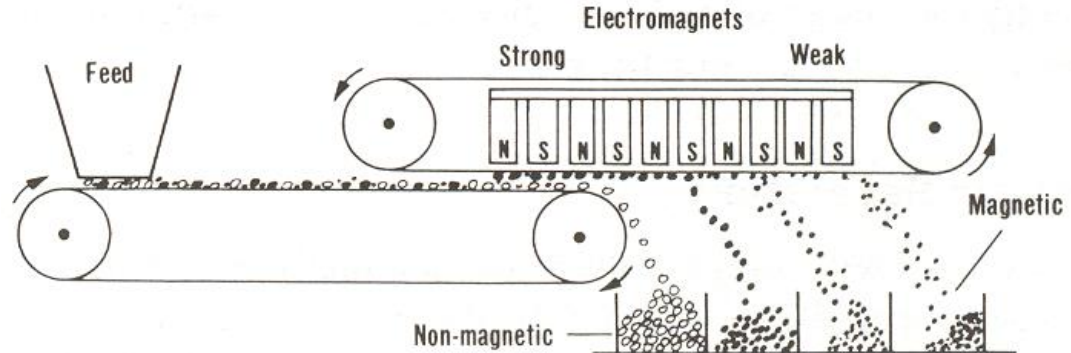
Cevher zenginleştirmek suretiyle değerli mineraller daha az bir kitlede toplanmış olurlar. Böylece; nakliye, ergitme masraflarından da tasarruf sağlanacağı gibi zararlı olan bazı yabancı maddeler metal taşıyan kitlelerden ayrılmış olur ve daha sonraki ergitme işlemlerinde yapılacak cürufta daha az metal kaybı verilmiş olur.

Cevher zenginleştirme metotları tatbik edilmemiş olsaydı, halen çalışılan bir çok madenler cevher yatağı vasfını kazanamazdı. Konsantrelerin direkt olarak ergitilmesi, cevhere nazaran tonajın çok azalması ve metal tenörünün yükseltilmesi neticesi kazanç sağlamaktadır. Aynı zamanda ergitme safhasında kullanılan katık maddelerinin tüketimi de çok azalmış olacaktır.

Ekonomik Metalurjisi

Metalurji Tanım Sınıflandırma

- Zenginleştirme
- Ayırıcılar



- Flotasyon, günümüzde kullanılan en yaygın cevher zenginleştirme metotlarından biridir. Bu yöntemle yeterli tane boyutuna getirilmiş düşük tenörlü cevherlerden, ekonomik olarak metal üretimi yapılabilecek tenörde konsantreler elde etmek mümkündür.
- Flotasyonla cevher zenginleştirmenin temel prensibi, ince öğütülmüş malzemeyi suyla karışım haline getirmek, ilave kimyasal maddelerle değerli yada gangı (atık) yüzey kimyası açısından hidrofob (suyla ıslanmayan) veya hidrofil (suyla ıslanan) yapmak ve hidrofob ürünü pulp içinde yaratılan hava köpükleriyle yüzdürmektir. Yüzdürülecek cevherin tane boyutu minerallerin yoğunluk ve özelliklerine bağlıdır. Genellikle 0,20-0,04 mm civarında öğütülmüş cevherler başarıyla yüzdürülebilmektedirler.

Üretim Metalurjisi

- Cevher hazırlama
- **Pirometalurji**
- Hidrometalurji
- Elektrometalurji



Pirometalurji

Pirometalurji, yüksek sıcaklıklar gerektiren bir ekstraktif metalurji metodu diye tarif edilebilir.

Pirometalurji işlemlerinde gerekli olan ısı yakıt yakmak suretiyle karşılanmaktadır. Yakıt yanması sonucu elde edilen ısı ile birlikte çıkan indirgeyici (indirgeyici) gazların mineralleri indirgemesi ile metaller elde edilmektedir.

Cevherler, konsantreler, ara ürünler, yakıtlar, katkı maddeleri ve havanın oksijeni piro-metalurji işlemlerinin hammaddesini teşkil etmektedir. Pirometalurjinin ürünleri metaller, alaşımlardır.

Hidrometalurji

- Cevher hazırlama
- Pirometalurji
- **Hidrometalurji**
- Elektrometalurji



Hidrometalurji

Sulu ortamlarda yapılan işlemlerle, cevher, konsantre, kalsine v.s. maddelerin çözümlü metalerin sonradan ayrılması diye tarif edilebilir. Hidrometalurji işlem kademeleri çoğu zaman cevher zenginleştirme işlem kademelerini (öğütme, sınıflandırma, filtrasyon) içine almaktadır.

Hidrometalurji bir bakıma laboratuvarlarda kullanılan sulu üretim metotlarının endüstriyel ölçüde tatbikidir. Uygun sulu solüsyonlar kullanılmak suretiyle mineral içindeki metal çözünmekte ve metal içermeyen gang minerali ise çözünmeksizin artık malzemedede kalmaktadır. Metallerin bu şekilde uygun solüsyonlarla çözünmesine **liç** denmektedir. İnce taneli ham maddeler, mekanik karıştırıcılardan veya basınçlı havadan faydalanmak suretiyle solüsyon ile devamlı surette karıştırılarak liç yapılır. Liç işlemi tamamlandıktan sonra çözelti artıklardan ayrılmak (filtre etmek vs.) suretiyle zengin liç solüsyonu elde edilir.

Hidrometalurji

Bu solüsyondan metalin elde edilmesi ařaęıdaki řekillerde olabilir.

- a) Kimyasal çökeltme
- b) Elektroliz
- c) Çözeni buharlařtırmak

Hidrometalurjideki işlem basamakları

1. Cevher, konsantre v.b maddelerin hazırlanması
2. Metal içeren mineralin liç edilmesi
3. Zengin liç solüsyonunun çözünmeyen artıklarının ayrılarak alınması
4. Li solüsyonundaki metalin çökeltilmesi
5. Çökeltinin işlenip satılır hale getirilmesi (ergitme, tasfiye ve döküm vb.)

Elektrometalurji

- Cevher hazırlama
- Pirometalurji
- Hidrometalurji
- **Elektrometalurji**



Elektrometalurji

Elektrometalurji : Cevher veya metal ihtiva eden her çeşit ham madde içindeki metalleri elektrik enerjisinden faydalanarak üretmeye elektrometalurji denir. Gerçekte Elektro–metalurji elektro–kimyanın bir kısmını teşkil etmektedir. Elektro–metalurjide elektro–kimya metotlarının metallere tatbiki söz konusudur.

Elektro-kimyanın iki temel bölümü vardır.

1. Elektroliz (Elektrik enerjisi, elektroliz yapmak için kullanılmaktadır.)
2. Elektrotermik (Elektrik enerjisi, tamamen ısı temin etmek amacıyla kullanılmaktadır)

Elektrometalurji

Elektroliz : Elektrięin sulu veya eriyik elektrolitlerden geğmesiyle meydana gelen kimyasal ayrışma neticesi katot da metal iyonlarının ve anot da metalik olmayan iyonların serbest hale gelmesi olayıdır.

Elektrotermik : Elektrik enerjisinin ısı temini maksadıyla kullanılmasıdır. Elektrik fırınları elektrotermik tatbikatı olarak, aşağıda verilen maksatlar için kullanılmaktadır

- Ergitme
- Arıtma
- Alařım yapma
- Muhtelif metal veya alaşımların döküm maksadıyla eritilmesi için