

2. TANE KÜÇÜLTME

[\(Ref. e makaleleri\)](#)

Tane küçültme terimi, katı tanelerin kesilerek, kırılarak veya parçalanarak daha küçük boyutlardaki taneciklere ayrılmasını kapsayan tüm yöntemlere verilen ortak bir addır. Proses endüstrilerinde katılar değişik met odlarla, farklı büyüklüklerde taneciklere küçültülür; yöntem ve boyut, proses için gerekli koşullara göre seçilir. Küçük tanecikler, katının reaktivitesini artırır ve mekanik yöntemlerle istenmeyen maddelerin ayrılmasını sağlar.

Katılar çeşitli şekillerde küçültülür, ancak bunlardan en önemli olanları dört tanedir: (1) sıkıştırma, (2) darbe, (3) aşındırma veya ovalama, (4) kesme. Sıkıştırmayla kaba tanecikler, oldukça ince taneciklere parçalanır. Darbe yöntemiyle kaba, orta veya ince taneler elde edilebilir. Yumuşak ve aşındırıcı olmayan katılar aşındırmayla çok ince taneciklere ayrılır. Kesme işlemi, özel şekiller istendiğinde uygulanır.

Tane Küçültme Cihazları

Tane küçültücü cihazlar: kırıcılar, öğütücüler, ultra-ince öğütücüler, kesme makineleri, olarak dört grupta toplanır. Büyük katı malzemelerin küçük parçalara ayrılması kırıcılarda yapılır. Maden ocaklarından çıkan iri madenler önce birincil (primer) kırıcıdan geçirilerek 6-10 inçlik parçalara ayrılır ve ikincil (sekonder) kırıcıya gönderilir; burada 1/4 incilik taneciklere bölünür. Bu boyutlara düşürülen taneler öğütücülerde toz haline getirilir. Orta derecelerde öğütme yapan bir cihazdan çıkan katı tanecikler, 40 meşlik elekten geçebilecek büyüklüktedir. İnce öğüten bir cihaz, çoğu 200 mesh elekten geçen daha ince tanecikler verir. Ultra-ince öğütücüye 1/4 inçten daha küçük tanecikler verilebilir; alınan ürün 1- 50 mikron büyüklüğündedir. Kesiciler, 1/16-1/2 inç dolayındaki uzunluklarda özel boyutlu taneler elde etmekte kullanılır.

Tane küçültücü 4 grup makine aşağıdaki tiplerde olabilir:

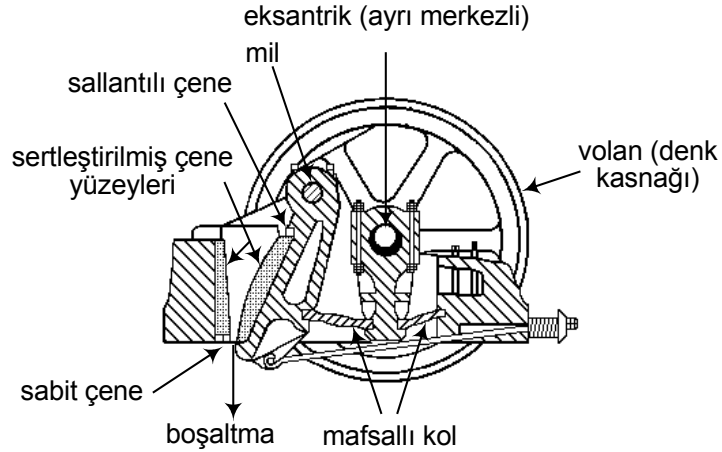
1. Kırıcılar (Kaba ve İnce): Çene (jaw) kırıcılar; döner (gyrator) kırıcılar; kırıcı silindirler.

2. Öğütücüler (Orta ve İnce): Çekiçli değirmenler (hammer mill), vurucular; silindiri-sıkıştırılmalı değirmenler (toplu ve silindiri); aşındırma değirmenleri; döner değirmenler (çubuklu, bilyalı, tüplü)
3. Ultra-İnce Öğütücüler: İçinde sınıflama yapabilen çekiçli değirmenler; akışkan-enerji değirmenleri.
4. Kesme makineleri: Bıçaklı kesiciler, oyucular, yarıcılar.

Bu cihazların herbiri farklı şekillerde çalışır. Kırıcılarda yavaş bir sıkıştırma yapılırken öğütücülerde darbe ve aşındırma ve bazan da sıkıştırma uygulanır. Ultra-ince öğütücüler aşındırma ilkesine göre çalışır. Kesme, oyma ve yarma işlemlerinde ise kesme etkisi ön plandadır.

Kırıcılar

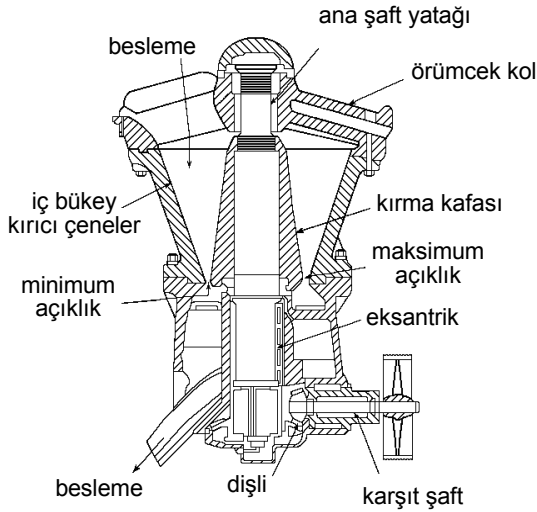
Şekil-1 de çok kullanılan bir çene kırıcının (Blake kırıcı) şematik diyagramı görülmektedir. Bu makinede, iki mafsallı kola bağlı olan bir kısım, eksantrik (merkezden sapan) mil ile hareket ettirilir; mafsallı kollardan biri hareketli (açılır-kapanır) çeneye, diğeri makine kasasına bağlıdır. Mil, hareketli çenenin üst kısmındadır. Ürünün büyük kısmı, V nin tabanından boşaltılır. Bazı makinelerde besleme açıklığı 72-96 inç dolayındadır; 6 ft çapında kaya parçalarını kırabilir. Ürün en fazla 10 inç büyüklüktedir ve makinenin kapasitesi 1000 ton/saat tir. Daha küçük olan ikincil kırıcılarla tane büyüklüğü 1/4-2 inç e kadar indirilebilirler; kapasite daha düşüktür.



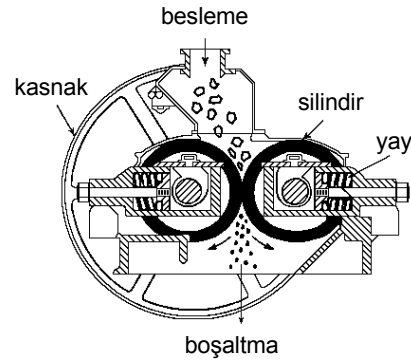
Şekil-1: Blake çene kırıcı.

Döner (gyratory) kırıcılarda işlem, aralarındaki bazı noktalarda malzemenin sürekli olarak kırıldığı dairesel çenelerle yapılır. Huni biçiminde ve üstü açık bir kasa içinde konik bir döner kırıcı kafa vardır. Şekil-2 de görüldüğü gibi kırıcı kafa, makinenin üst kısmındaki ağır bir şafta bağlıdır. Şaftın alt ucu bir eksantrikle hareket ettirilir. Kırma kafasının altı sabit duvara doğru yaklaşır ve uzaklaşır. Katı parçalar V-şeklindeki boşluktan geçerken kafa ve kasa arasında kırılır. Kırıcı kafa şaft üzerinde serbestçe dönebilecek konumda olduğundan, kırılan malzemenin verdiği sürtünme kuvvetiyle yavaşça döner. Kırıcı kafanın hızı 125-425 dönme/dak dır. En büyük döner kırıcılar 3500 ton/saat kapasitededir.

Kırıcı Silindirlerde yatay eksene paralel olarak dönen iki silindir bulunur (Şekil-3). Silindirler arasına giren katı taneler sıkıştırma ile kırılır. Silindirler birbirine doğru dönerler ve hızları aynıdır; tipik boyutlar 24 inç çap ve 12 inç yüzeyden, 78 inç çap ve 36 inç yüzeye kadar değişir. Silindirlerin dönme hızı 50-300 rpm arasında değişir. Bu tip kırıcılar ikincil kırıcılardır; beslenen katı tanelerin boyutları 1/2-3 inç, elde edilen ürün 1/2 inç-20 mesh aralığındadır.



Şekil-2: Bir döner kırıcının şematik görünümü.



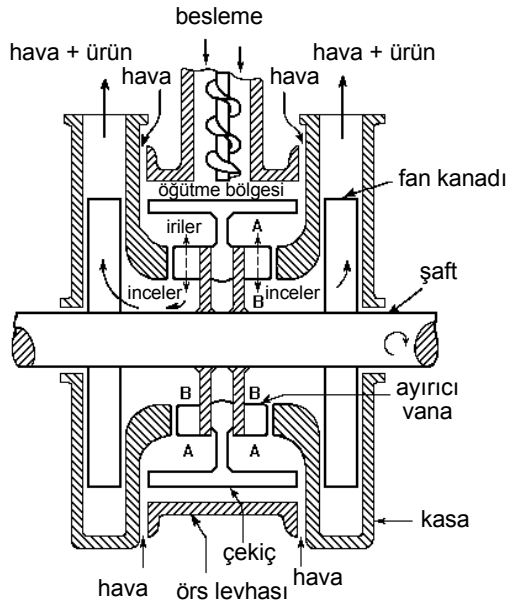
Şekil-3: Bir silindirli kırıcının şematik görünümü.

Öğütücüler

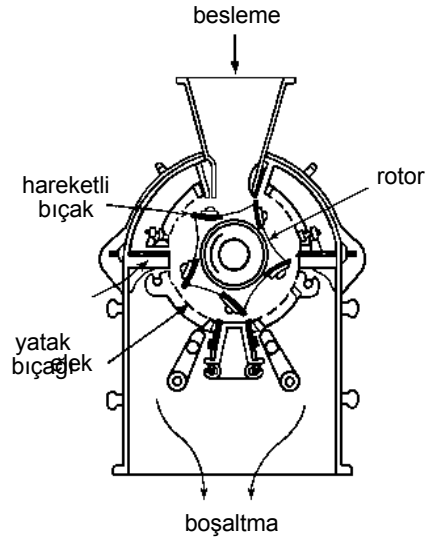
"Öğütücü" terimi, katı maddelerin boyutlarının küçültülmesi amacıyla yararlanılan orta ağırlıkta makineler için kullanılır. Bir kırıcıdan alınan ürün, çoğu kez bir öğütücüye verilerek toz haline kadar küçültülebilir. Bu tip makineler, "Güç Üniteleri" bölümü, "Pulverizörler" ve "Tanecik Katılarla İlgili İşlemler" bölümü, Darbe-döndürmeli karıştırıcılar" başlıkları altında incelenmiştir.

Ultra-ince Öğütücüler

Sanayide kullanılan toz halindeki katı maddelerin büyüklükleri 1-20 mikron arasındadır ve tümü standart 325 mesh (44 mikron açıklık) elekten geçer. Bu derece ince tanecikler yapan değirmenlere ultra-ince öğütücüler denilmektedir. İç veya dış sınıflamalı çekiçli değirmenler ve akışkan enerjili veya jet değirmenler, ultra-ince kuru toz taneciklerinin elde edilmesinde kullanılan cihazlardır.



Şekil-4: Mikro atomizerin çalışma ilkesini gösteren şematik diyagram.



Şekil-5: Bir döner bıçaklı kesicinin şematik görünümü.

Şekil-4 de görülen mikro-atomizer, iç sınıflamalı (ayırılmalı) bir çekimli değirmendir. İki rotor disk arasına bir dizi hareketli çekiç yerleştirilmiştir. Rotor şaftında ayrıca, iki fan bulunur; bunlar havayı, şekilde görülen yönlerde çekip boşaltarak ürünün toplayıcıya gitmesini sağlarlar. İstenilen incelikten daha büyük olan tanecikler rotor diski üzerindeki radyal supaplarla ayrılır. Öğütme odacığında katı taneciklere büyük bir dönme hızı kazandırılır. Kaba taneler, santrifüj kuvvet etkisiyle oda duvarı üzerinde toplanırlar. Hava akımı ince tanecikleri öğütme bölgesinden alarak AB yönünde şaft boyunca taşır. Ayırıcı vanalar tanecikleri BA yönünde fırlatır. Bir taneciğin ayırıcı vanalardan geçip geçmemesi, hangi kuvvetin (havanın yarattığı çekme kuvveti ve vanaların yarattığı santrifüj kuvvet) etkin olduğuna bağlıdır. İstenilen incelikteki tanecikler boşaltma kanalına taşınırken, iriler öğütme odasına geri dönerler. Tanecik büyüklüğü rotor hızı veya büyüklüğüyle ve ayırıcı vanaların sayısı ile ayarlanır. Bunlar saatte 1-2 ton 1-20 μ arasında toz üretim yapabilir; enerji gereksinimi 50 hp.sa/ton dolayındadır.

Kesme Makineleri

Bazı malzemeler sıkıştırma, darbe veya aşındırma yöntemleriyle küçültülemezler; yapışkan veya elastiktirler, veya taneciklerin belirli boyutlarda olması istenebilir. Bu gibi durumlarda malzemenin kesme yöntemiyle küçültülmesi gerekir.

Bu amaçla kullanılan makinelerden biri, Şekil-5 de görülen döner bıçaklı kesicidir. Cihaz, silindirik bir odacıkta, 200-900 rpm hızla dönen yatay bir rotordan oluşur. Rotor üzerinde 1-7 sabit bıçak ve bunlara çok yakın mesafede 2-12 adet hareketli bıçaklar bulunur. Kesilecek parçalar odacığın üst kısmından verilir, dakikada birkaç yüz kez kesilir ve dipte bulunan 3/16-5/16 inç açıklıklı bir elekten geçerek dışarı çıkar. Bazan hareketli (uçuşan) bıçaklar, sabit yatak bıçaklarıyla paralel konumdadırlar; beslenen katının özelliklerine bağlı olarak, bazan da açılı konumda yerleştirilirler.