

**KAVURMA**

Kavurma işleminde sülfatlar vb. parçalanıyor. Oksitleyici, redükleyici vs.

**Kavurma kalsinasyon karşılaştırması**

Kavurma ve kalsinasyonun nihai sonucu aynı olmasına rağmen, metal cevherlerinden metal elde etmek için kullanılan iki farklı işlemdir. İki işlemin nihai sonucu, bir cevherin bir oksit cevherine dönüştürülmesidir. Kavurma, cevherin havanın varlığında ısıtılması işlemidir. Çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen gaz-katı reaksiyonları içerir. Kalsinasyon hava veya oksijende yüksek sıcaklıklara ısıtılır. Bununla birlikte, buradaki hava ya da oksijen miktarı sınırlıdır. Bu nedenle kavurma ve kalsinasyon arasındaki temel fark, kavurma, aşırı hava veya oksijen varlığında cevherin ısıtılmasını içerirken, kalsinasyon, sınırlı hava veya oksijen varlığında cevherin ısıtılmasını içerir.

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Pirometalurji>

[Kavurma](https://tr.wikipedia.org/wiki/Kavurma_(metalurji)) işleminde, katı malzeme sıcaklık etkisiyle belli kimyasal değişimlere uğrar. Kavurma işlemi sırasında, metal temel olarak oksitlenir.

Kavurma işleminin en tipik uygulaması sülfürlü metallerde görülebilir. Sülfürlü metaller, kimyasal yapıları sebebiyle, ileri rafinasyonda ve [yüksek fırınlarda](https://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C3%BCksek_f%C4%B1r%C4%B1n) problem çıkartmaktadırlar. Ayrıca tepkimeye girme süreleri uzun olduğu için enerji ve zaman giderlerini arttırmaktadırlar. Ancak kavurma işlemi ile, metal sülfürün üzerine O2 üflenmesiyle malzeme tepkimeye girer. Tepkime sonunda SO2 gazı oluşurken, metal oksitlenmiş olarak reaksiyondan çıkar. Bu işlem sırasında, metaldeki tüm sülfür oksitlenirse, bu olaya “*Tam kavurma (dead roasting)*” adı verilir. Bazı durumlarda ise, kavurma işlemi ön hazırlık olarak tercih edilir ve metaldeki tüm sülfürün oksitlenmesi istenmez. Bu tür kavurmaya da “*Kısmi kavurma*” adı verilir. Bunun dışında ikiden fazla metalin ortamda olduğu durumlarda, bir metal oksitlenirken, diğeri sülfat formuna dönüşür. Buna da “*Selektif kavurma*” denir.

**Kavurma** (vikipedi) işlemi, [oksijen](https://tr.wikipedia.org/wiki/Oksijen) gazı ve katıların yüksek sıcaklıkta tepkimeye girmesi olarak tanımlanabilir. [Cevheri](https://tr.wikipedia.org/wiki/Cevher) oksitlemek için uygulanan bir yöntemdir. Genelde ön işlem olarak uygulanan kavurmanın temel amacı; gaz ile tepkimeye sokulan katının, safsızlaştırma ve ileri [rafinasyon](https://tr.wikipedia.org/wiki/Rafinasyon" \o "Rafinasyon) işlemlerinde daha kolay ve hızlı tepkimeye girmesini sağlamaktır.

Kavurma işlemi genellikle, ergitme öncesi [sülfürlü](https://tr.wikipedia.org/wiki/S%C3%BClf%C3%BCr) cevherlere uygulanır. Kavurma işlemi sonrası cevher oksitlenmiş olur. Kavurmanın genel tepkimesi şu şekildedir:

Kavurma Cevher mineralleri metallere dönüştürülmek üzere her zaman uygun kimyasal ve fiziksel koşullarda değildir. Oksitli bileşikler (oksitler) kükürtlü bileşiklere (sülfürlere) oranla daha kolay ve uygun bir şekilde metal haline indirgenebilir. Bir metal sülfat, klorür veya oksit halinde bulunuyorsa daha kolay çözündürülebilir. Metalik cevherlerin yapılarında çeşitli amaçlarla kimyasal değişimler gerçekleştirmek üzere ergime sıcaklığının altında, ergime olmaksızın göreceli yüksek sıcaklıkta ve uygun atmosfer altında işlenmesine “KAVURMA” denir.

Kavurma Cevher mineralleri metallere dönüştürülmek üzere her zaman uygun kimyasal ve fiziksel koşullarda değildir. Oksitli bileşikler (oksitler) kükürtlü bileşiklere (sülfürlere) oranla daha kolay ve uygun bir şekilde metal haline indirgenebilir. Bir metal sülfat, klorür veya oksit halinde bulunuyorsa daha kolay çözündürülebilir. Metalik cevherlerin yapılarında çeşitli amaçlarla kimyasal değişimler gerçekleştirmek üzere ergime sıcaklığının altında, ergime olmaksızın göreceli yüksek sıcaklıkta ve uygun atmosfer altında işlenmesine “KAVURMA” denir.

Kavurma Cevher mineralleri metallere dönüştürülmek üzere her zaman uygun kimyasal ve fiziksel koşullarda değildir. Oksitli bileşikler (oksitler) kükürtlü bileşiklere (sülfürlere) oranla daha kolay ve uygun bir şekilde metal haline indirgenebilir. Bir metal sülfat, klorür veya oksit halinde bulunuyorsa daha kolay çözündürülebilir. Metalik cevherlerin yapılarında çeşitli amaçlarla kimyasal değişimler gerçekleştirmek üzere ergime sıcaklığının altında, ergime olmaksızın göreceli yüksek sıcaklıkta ve uygun atmosfer altında işlenmesine “KAVURMA” denir.

Metalurjik Kavurma Çeşitleri:

- Oksitleyici Kavurma (Tam kavurma, Kısmi kavurma)

- Redükleme Kavurması

- Klorürleştirme Kavurması

- Kalsinasyon Kavurması

- Sinterleme Kavurması

- Buharlaştırma kavurması

Cevherin içerisindeki bazı bileşikleri daha sonra uygulanacak üretim metalurjisi işlemlerine uygun hale getirmek amacı ile cevherin belirli bir gaz atmosferi içerisinde ergime olmaksızın yüksek sıcaklığa ısıtılmasıdır.

KAVURMA TİPLERİ

Kavurma tipleri, cevherin içerisinde bulunduğu gaz ortama dört değişik tiptir.

* Oksitleyici Kavurma
* Sülfatlayıcı Kavurma
* Redükleyici Kavurma
* Klorürleyici Kavurma

OKSİTLEYİCİ KAVURMA

* Cevherin oksitleyici hava ortamı içerisinde yüksek sıcaklığa ısıtılmasıdır. Sülfür minerali içeren bir cevher, oksitleyici ortamda ısıtıldığında metal sülfürler metal oksitlere dönüşür ve kükürt kısmen giderilir.
* Oksitleyici kavurma reaksiyonu:

MS + 3/2 O2 = MO + SO2

Oksitleyici Kavurma: Oksitleyici kavurma, genel olarak sülfürlü cevher ve konsantrelerin: pirometalurjik işlem öncesi minerali bir indirgeme reaktifi ile kolaylıkla indirgenebilen oksit haline dönüştürmek; “S” uçurmak suretiyle bir sonraki işlem için metal tenörünü yükseltmek; Sulu ortamda kolayca çözünebilecek oksitler haline dönüştürülmesi için yapılır. Sülfürlerin kavrulması sırasında tüm kükürdün uçurulması söz konusu ise bu tür kavurma işlemine “tam kavurma” (dead or sweat roasting), yalnızca bir kısmının uçurulması durumunda ise “kısmi kavurma” (partial roasting) adı verilir. Tam kavurma, metal oksit “C” veya “H” ile indirgenecekse uygulanır. Kısmi kavurma sonrası kükürt, mineralin orijinal yapısında kalmakta veya sülfat bileşikleri oluşturmaktadır. Bir kısmi kavurma olan sülfatlama kavurması, suda veya zayıf asidik çözeltilerde kolay çözünebilen sülfatlar elde etmek için yapılır.

\*Kalkosin (Cu2S) ve sfaleritin (ZnS) tam veya kısmi kavurma reaksiyonları aşağıdaki gibidir:

Cu2S + O2 = Cu2O + SO2 (az oksijen, tam kavurma)

Cu2S + 2O2 = 2CuO + SO2 (çok oksijen, yük. sıcak. ve uzun süre)

ZnS + O2 = ZnO + SO2 (900 – 1100°C)

ZnS + 2O2 = ZnSO4 (500 – 600°C, kısmi kavurma)

SÜLFATLAYICI KAVURMA

* Cevher içerisindeki sülfür bileşiklerini sülfat bileşiklerine dönüştürmek amacı ile yapılan kavurma tipidir. Oksitleyici kavurmanın özel bir durumunda yani ortamda SO2 gazının artması , sıcaklığın düşmesi ve Fe2O3 ‘ ün katalitik etkisi sonucunda gerçekleşir.Hidrometalurji uygulaması öncesinde kolay çözünen sülfatları elde etmek için yapılır.
* Sülfatlayıcı Kavurma Reaksiyonları:

SO2 + 1/2O2 = SO3

MO + SO3  = MSO4

REDÜKLEYİCİ KAVURMA

* Metal oksit mineralleri içeren cevherin redükleyici bir madde veya redükleyici bir gaz ortamında yüksek sıcaklığa ergime olmaksızın ısıtılmasıdır.

Örnek : Demir cevheri 900-1000o C’ kömür veya redükleyici bir gaz ( CO veya H2 ) ile ısıtılır ve sünger demir elde edilir.

DEMİR CEVHERİNDEN SÜNGER DEMİR ÜRETİMİ  
( REDÜKLEYİCİ KAVURMA REKSİYONLARI)

3Fe2O3+CO(veya H2) =2Fe3O4+CO2(veya H2O)

Fe3O4  + CO (veya H2) = 3FeO + CO2 (veya H2O)

FeO + CO (veya H2) = Fe + CO2 (veya H2O)

KLORÜRLEYİCİ KAVURMA

KLORÜRLEYİCİ KAVURMANIN TANIMI

Cevherin klorürleyici bir madde (NaCl) veya Klorür gazı ortamında yüksek sıcaklığa ısıtılmasıdır.

KLORÜRLEYİCİ KAVURMA REAKSİYONU

MS +2NaCl+ 2O2 = MCl2(g) +Na2SO4

KAVURMA FIRINLARI

* Çok Katlı Kavurma Fırını
* Püskürtmeli Kavurma Fırını
* Akışkan Yataklı Kavurma Fırını
* Yüksek Basınçlı Kavurma Fırını

( Sinter Makinası)

İndirgeyici Kavurma: MeS + O2 = Me + SO2 Metal sülfürlerin doğrudan indirgenmesi amacıyla nadiren uygulanır, zira bu reaksiyon Ni-S-O sistemindeki gibi çok düşük (PO2) değerleri ve yüksek sıcaklıklar gerektirmektedir. Aşağıdaki gibi durumlarda uygulanmaktadır: Çözünmeyen metal bileşiklerinin karbon, CO, H2 gazları reaksiyonu sonucu, çözünebilen bileşiklere dönüştürülmesi veya doğrudan indirgeme, örneğin;

2MnO2 + C = 2MnO + CO2

2Mn3O4 + C = 6MnO + CO2 Asitte kolay çözünür

SnO2 + CO = SnO + CO2

SnO + CO = Sn + CO2

UO3 + H2 = UO2 + H2O (700 – 900°C)

Fe2O3 + 3CO = 2Fe + 3CO2 (doğrudan indirgeme)

Klorlayıcı Kavurma: Metalurjik bir süreçte halojenürlerin (Cl, F, I gibi halojen bileşiklerinin) kullanılmasının nedenleri:

a) Halojenürlerin metal içindeki düşük çözünürlükleri saf metal üretimini olanaklı kılar.

b) Yüksek buhar basınçları, buhar fazında ayrımı ve arıtmayı mümkün hale getirir.

c) Düşük ergime noktaları ve yüksek elektrik iletkenliği özellikleri nedeniyle yüksek sıcaklık-elektroliz süreçlerini olanaklı hale getirir.

d) Halojenürlerin sulu çözeltilerdeki yüksek çözünürlükleri bileşiklerin ayrılmasını ve arıtılmasını sağlamaktadır.

Bu çeşit bir kavurma ile H2SO4 üretimi için kavrulmuş pirit artıklarındaki Cu, Zn, Pb, Ag ve Au’ın asitte çözünür bileşiklere dönüştürülmesi mümkündür. Bu sırada demir, oksit halinde kalır. Çeşitli miktarlarda Pb, Ni, Cu, Zn, Co, As ve S içeren pirit sinteri, yaklaşık %10 NaCl ile karıştırılır ve 500–600 oC sıcaklıkta havada kavrulur;

MeS + 2NaCl + 2O2 = MeCl2 + 2Na2SO4

PbO + 2HCl = PbCl2 + H2O

CuO + S + O2 + 2NaCl = CuCl2 + Na2SO4

Demir oksit kolayca klorür oluşturmaz, oluştursa bile;

3MeO + 2FeCl3 = 3MeCl2 + Fe2O3

reaksiyonu kuvvetle sağa yönelmiştir. Kavrulan üründe değişen miktarlarda SO2, HCl ve Cl2 oluşur. Kavrulan ürün ardından asit içinde çözülerek demir dışı metaller kazanılır.

Demir dışı metallerin uçucu klorür bileşiklerine dönüştürülmesi için uygulanır. Böyle bir işlem göreceli yüksek sıcaklıklarda kalsiyum klorür veya klor gazı yardımıyla gerçekleştirilir. “kalsiyum klorür” için şu reaksiyonlar geçerlidir,

(sıcaklık yaklaşık 1250 oC civarındadır);

MeO + CaCl2 = MeCl2 (g) + CaO

2MeS + 2CaCl2 + 3O2 = 2MeCl2 (g) + 2CaO + 2SO2 (g)

“Klor” gazı kullanıldığında, (sıcaklık yaklaşık 900–1000 oC);

2MeO + Cl2 (g) = 2MeCl2 (g) + O2 (g)

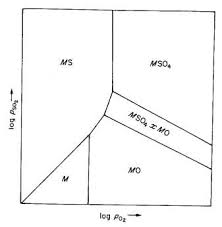
MeS + Cl2 (g) + O2 = MeCl2 (g) + SO2 (g)

Sinterleyici Kavurma: Sinterleme kavurması, kimyasal ve fiziksel değişimin bir arada olması bakımından yalnızca kimyasal değişimin söz konusu olduğu kavurma işleminden farklılık göstermektedir. Yüksek fırın uygun büyüklükte parça boyutu gerektirir ve bu nedenle sülfürlü Fe veya Pb cevherlerine sinterleme kavurması uygulanır. İnce kurşun sülfür konsantreleri düşey fırında izabe öncesi 800– 950 oC sıcaklıkta uygulanan sinterleme kavurması işlemiyle iri parçalar haline getirilir. Bu sırada,

2PbS + 3O2 + SiO2 = PbO + PbO.SiO2 + 2SO2

reaksiyonuna göre düşük ergime noktalı ürün oluşmakta, karbonla indirgenebilen bir oksit bileşiği haline dönüşmektedir. Sinterleme kavurmasında, cevher içindeki “S” yakıt olarak davranır.

Buharlaştırıcı Kavurma: Sülfürlü cevherlerin kavurma işlemi, sülfürlerin oksit veya sülfata dönüşmesinin yanında uçucu bileşiklerin buharlaşmasına da olanak sağlamaktadır. Özellikle, iz elementler olarak Sb ve As içeren bir şarj malzemesinin (cevher veya konsantre) kavrulması sırasında baca tozlarında önemli miktarda bu metallerin oksitleri toplanır. Bu yolla Cd, As2O3, Sb2O3 ve ZnO gibi kolayca buharlaşabilen empurite elementleri uçurularak uzaklaştırılır. Örneğin, sülfürlerin 400 oC gibi düşük sıcaklıklarda ısıtılmasıyla oluşan As2O3 ve Sb2O3 oksitleri kavurmanın son aşamalarında katı halden sıvı hale geçmeden doğrudan buharlaşarak gaz fazına geçmektedir. Bunlar, torba filtreler kullanılarak işlem dumanından tekrar geri kazanılabilir. Zn ve Cd ise indirgeyici koşullar altında ısıtıldıklarında buharlaşmaktadır.



KAYNAKÇA

mmm.deu.edu.tr

uludagsözlük.com

polen.itu.edu.tr

hidrometalurji.blogcu.com

google görseller