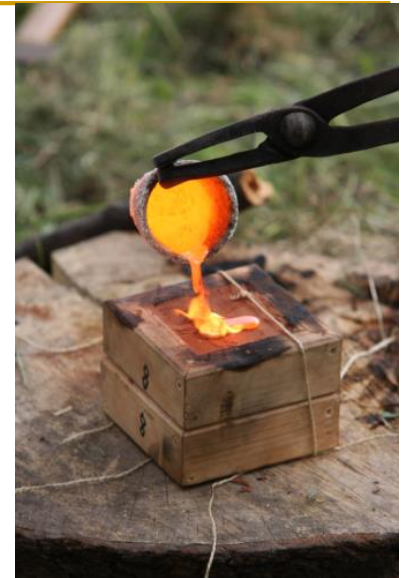


Mühendislik Malzemeleri

2019-2020 BAHAR



DERS 7



- Malzemelerin üretim teknikleri metal ve metal olmayan malzemeleri nihai ürün şekline dönüştürme işlemleri olarak ifade edilebilir.
- Üretimde kullanılan teknikler bir yarı mamül veya nihai parça imalatına yönelik olabilir.
- Üretim yöntemi ne olursa olsun, mühendisler kullanım şartlarına göre en uygun malzemeyi en uygun geometrik şekilde tasarlarlar.
- Bu tasarım tek bir parçadan veya farklı parçaların birleşimi ile ürüne dönüştürülür.



Mühendislik Malzemeleri

Malzeme Üretim Teknikleri

- Dolayısıyla işe bir hammadde ile başlanır.
- Hammadde doğal da olabilir geri dönüşüm ürünü de olabilir.

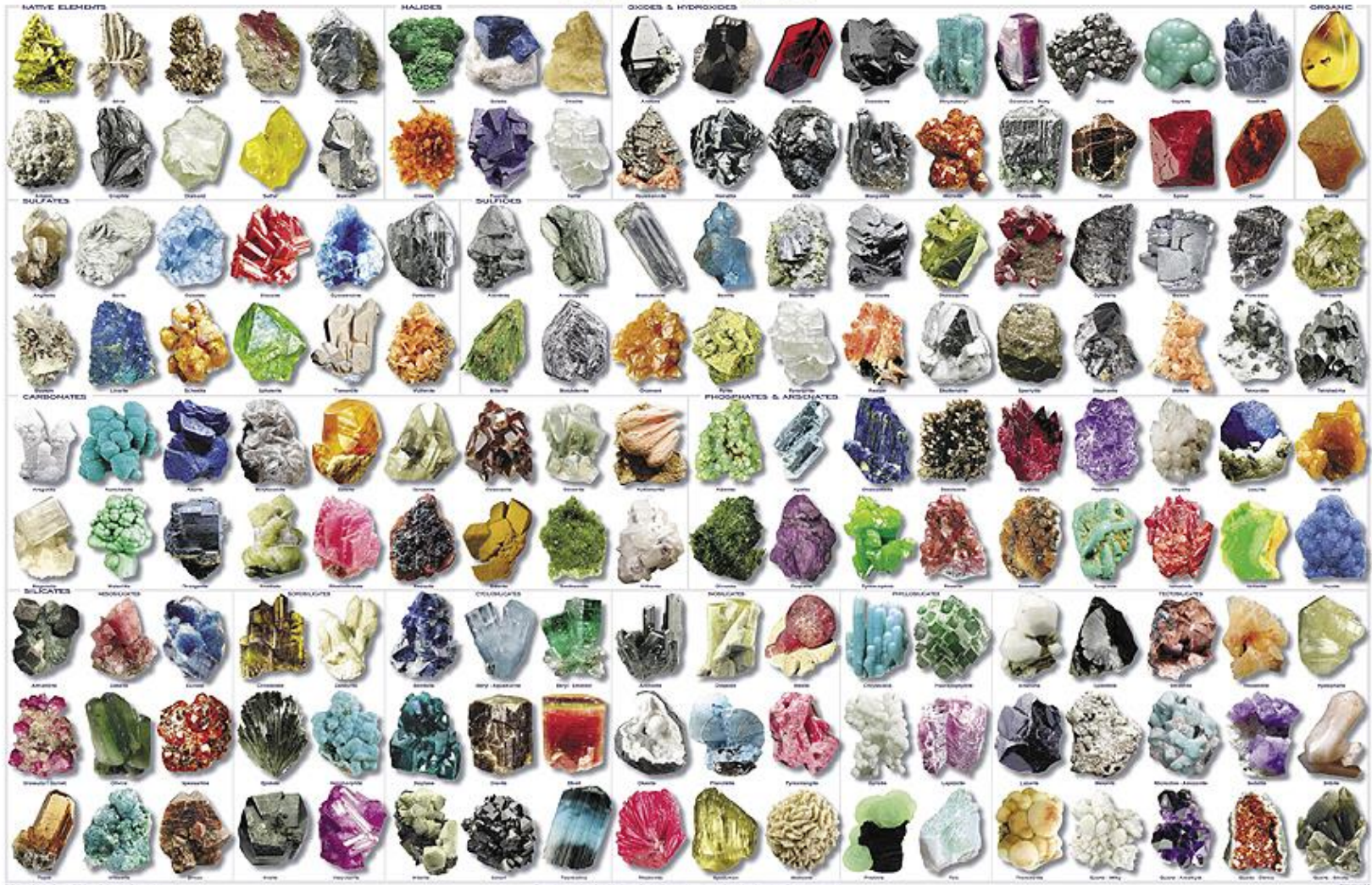


- Doğal olarak elde edilen hammaddelerin kaynağı cevherlerdir. Geri dönüşüm ürünlerinin de aslında kaynağının cevher olduğunu dile getirmeye gerek yok!!
- Cevherler farklı elementlerin değişik formları halinde doğa bulunurlar.
- Bu formlar minerallerdir. Mineraller doğal olarak oluşur, herhangi bir parçası bütününe özelliklerini taşır. Belirli bir kimyasal formülleri vardır.
- Buradan yola çıkarak cevher ve mineral kavramları aynıymış gibi gözükebilir.
- Fakat her cevher mineralden oluşur ama her mineral cevher vasfı taşımaz.
- Metalurjik açıdan mineraller ancak teknolojik faydalanma sağlıyorsa cevher olarak nitelenebilir.

Mühendislik Malzemeleri

Malzeme Üretim Teknikleri

MINERALS



- Cevherler farklı elementlerin değişik formları halinde doğa bulunurlar.
- OKSİTLER



ZİNSİT
ZnO



MANYETİT
Fe₃O₄



BOKSİT
Al₂O₃.nH₂O

- Cevherler farklı elementlerin değişik formları halinde doğa bulunurlar.

- KARBONATLAR



CaCO_3



CALAMINE, ZnCO_3



SİDERİT, FeCO_3

- Cevherler farklı elementlerin değişik formları halinde doğa bulunurlar.
- HALOJENÜRLER



CaF_2 , FLUORİT



KRİYOLİT, Na_3AlF_6



NaCl

- Cevherler farklı elementlerin değişik formları halinde doğa bulunurlar.
- SÜLFÜRLER



PbS, GALENİT



PİRİT, FeS₂



CINNABAR, HgS
Zincifre

- Cevherler farklı elementlerin değişik formları halinde doğa bulunurlar.
- SÜLFATLAR



$PbSO_4$, ANGLESIT



BARITE, $BaSO_4$

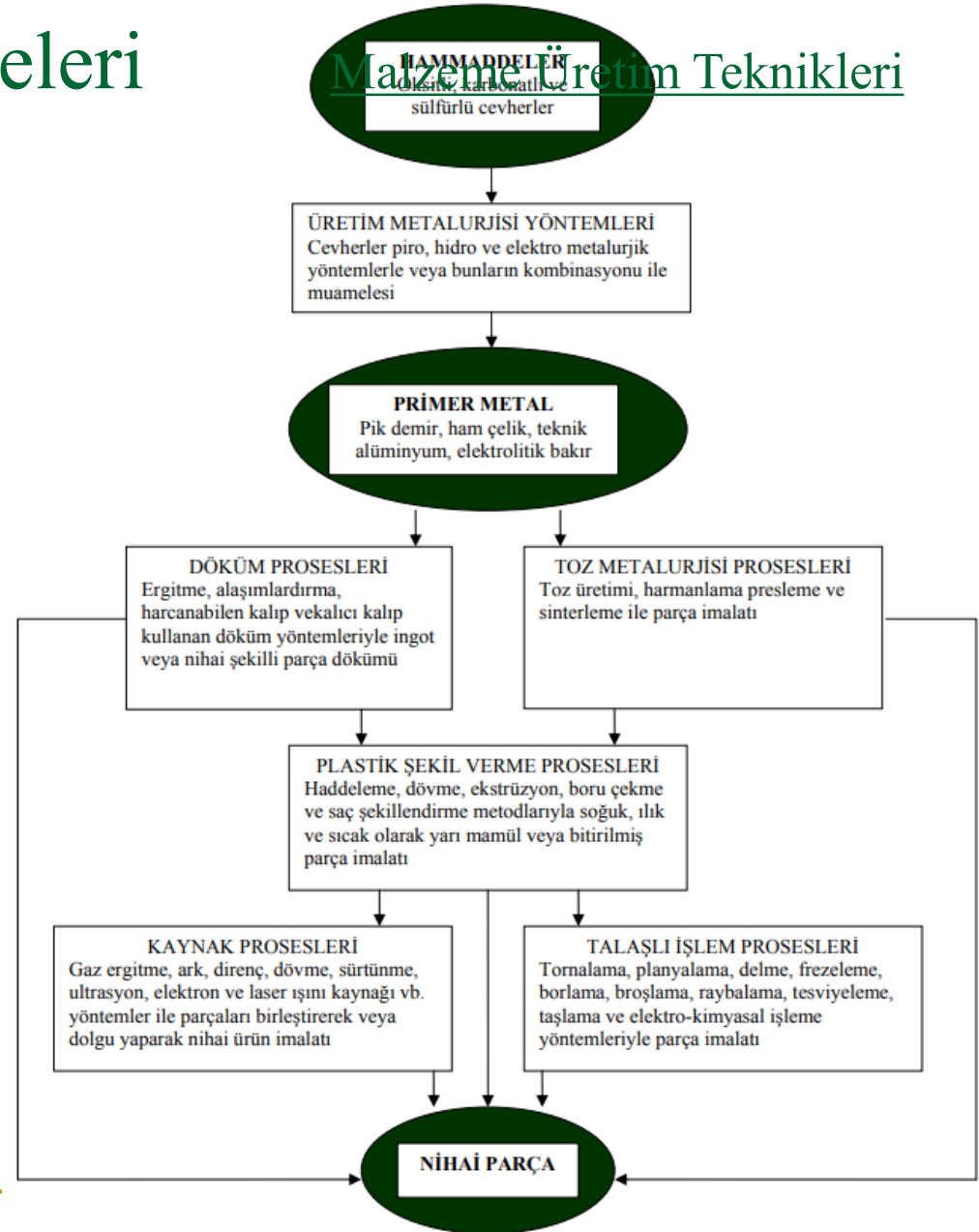


$CaSO_4 \cdot 2H_2O$, JIPS
Alçıtaşı

Mühendislik Malzemeleri

Malzeme Üretim Teknikleri

- Bu cevherler (hammaddeleler) üretim metalurjisi yöntemleri ile işlenerek primer metallere elde edilir.
- Ticari veya yüksek safiyetli bu ürünler çoğu kez alaşımlandırılarak endüstriyel metalurji yöntemleri olarak adlandırılan üretim yöntemleri ile bazen bir adımda bazen de birkaç adımda nihai şekilli ürünlere dönüştürülürler.



DÖKÜM

- Döküm prosesleri kalıbın şeklini alan sıvı metalin akışkanlığını kullanır.
- Saf metal veya alaşımlar ergitilir, bir kalıp boşluğuna dökülür ve katılaşır.
- Bu nedenle tek bir adımda basit veya karmaşık şekilli parçalar ergitme yoluyla rahat bir şekilde üretilebilirler.



PLASTİK ŞEKİL VERME PROSESLERİ

- Plastik deformasyonla şekillendirme proseslerinde ve talaşlı işlemlerde mekanik enerji kullanılarak malzemelerde katı halde şekil değişimi gerçekleştirilir.
- PŞV yöntemleri primer ve sekonder olarak iki gruba ayrılabilir.
- Primer yöntemlerde ingot, bilet, bar formlarda dökülen malzemeler hadde, ekstrüzyon ve dövme işlemleri ile sac, levha, profil, tel, çubuk gibi yarı mamül formlara dönüştürülür.
- Sekonder proseslerde ise, parçalar nihai şekle sac işleme usulleri ile dönüştürülürler.



TALAŞLI ŞEKİLLENDİRME

- Talaşlı imalat prosesleri şekli, boyutları ve yüzey kalitesi önceden belirlenmiş parçaların metal işleme makinalarında kesme operasyonu (talaş kaldırma) ile şekillendirilmesini kapsar.
- Mükemmel hassasiyet elde edilir.
- Malzeme kayıpları fazladır.



- Tornalama
- Frezeleme
- Delme
- Planyalama
- Borlama
- Broşlama
- Raybalama
- Taşlama
- Testere ile kesme.

KAYNAK

- Karmaşık şekillerin basit parçalardan imaline imkan tanır.
- Kaynak ve lehimleme ana birleştirme teknikleridir.
- Kaynak, metalik veya plastik malzemelerin ısı, basınç veya her ikisinin birlikte etkisi altında bir malzeme ilavesi ile veya ilave malzeme kullanmadan gerçekleştirilen bir birleştirme işlemidir.

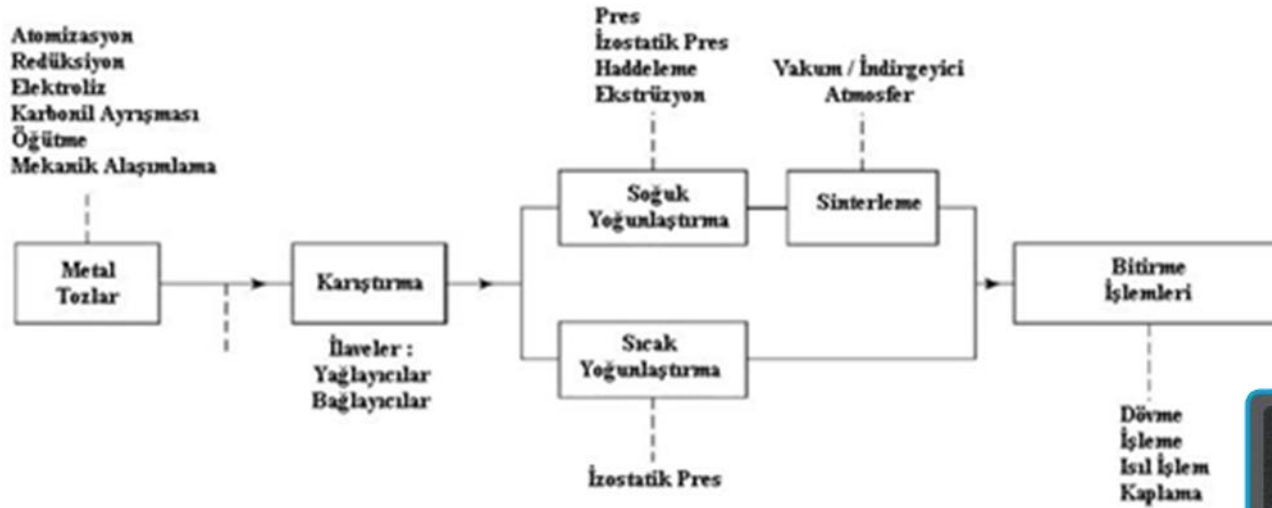


Lehimleme, aynı veya farklı cinsten iki metalik parçanın kendileri ergimeden, ergime derecesi daha düşük olan bir ilave malzemenin (lehim alaşımı) ertitilmesiyle birleştirilmesi işlemine denir.



TOZ METALURJİSİ

- Karmaşık şekillerin basit parçalardan imaline imkan tanır.



Erimiş metalin, elde edilecek parçanın şekline sahip bir kalıp boşluğuna, yerçekimi veya basınç uygulanarak doldurulup katılaşacağı yönetime döküm denir.

Döküm yöntemiyle ürünlerin şekillendirilmesi çoğu zaman diğer yöntemlere göre çok daha ucuza mal olmaktadır. Bu açıdan döküm yöntemi çok avantajlıdır.



İstenilen özelliklere sahip ve sağlam bir döküm elde etmek için altı ana ilke göz önünde tutulur:

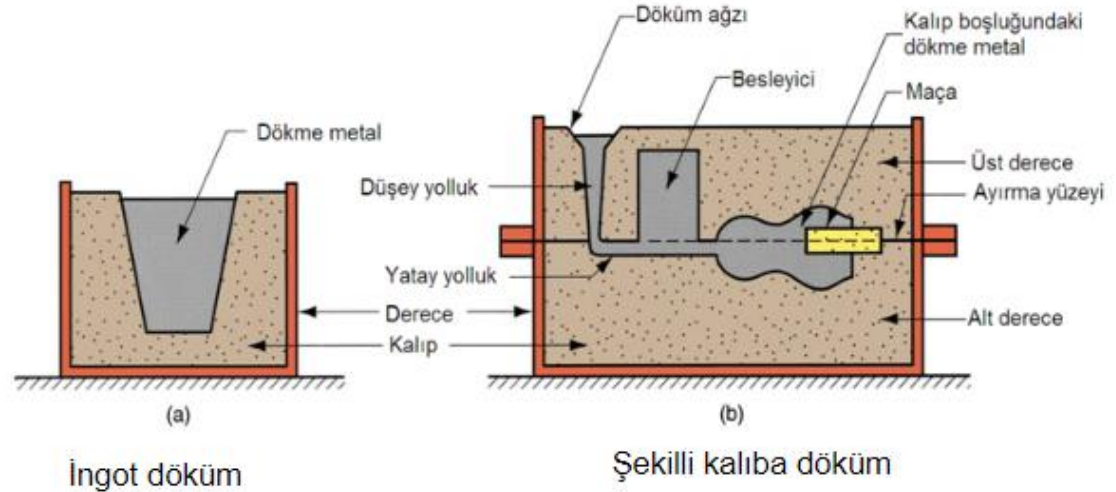
1. Uygun döküm yöntemini seçimi
2. Seçilen yöntemle göre kalıp dizaynı (yolluk ve besleyici hesaplamaları: optimum dizayn ve çekilme boşluğunu engelleyecek şekilde besleme)
3. Kalıp ve maçaların hazırlanması, özelliklerini belirlenmesi ve kontrolü
4. İstenilen alaşımın hazırlanması, uygun ergitme ünitesinin seçilmesi, ergitme için gerekli işlemlerin yapılması
5. Sıvı metalin kalıba uygun şekilde ve akışkanlıkta girişinin sağlanması
6. Çekirdeklenme, katılaşma ve dolayısıyla döküm yapısının kontrolü

Döküm genel olarak aşağıdaki adımlardan oluşur

1. Metalin ergitilmesi
2. Kalıba dökülmesi
3. Katılaşmaya bırakılması
4. Kalıbın açılıp/bozulup parçanın alınması

Dökümhane = kalıpların ve maçaların yapılması, erimiş metalin eldesi ve taşınması, döküm işleminin yapılması ve kalıpların bozulması, bitmiş dökümlerin temizlenmesi için donatılan yer

Döküm işini yapan işçiler dökümcü olarak adlandırılır



Döküm; cevherden elde edilen metal ve alaşımlarının İNGOT adı verilen bloklar halinde dökülebildiği gibi, çok kompleks parçalar da tek bir işlemle imal edilebilmektedir.

Bir Dökümhanenin Bölümleri

Uygulanan kalıplama yöntemine ve döküm tekniğine bağlı olarak değişmekle birlikte **genel bir fikir vermek amacıyla kum esaslı kalıp kullanan** dökümhaneyi inceleyelim:

- Modelhane
- Eritme ve döküm
- Kalite kontrol
- Maça bölümü
- Kalıp bozma
- Kalıplama
- Bitirme

Döküm de kullanılan kalıbın tekrar kullanılıp kullanılmamasına göre sınıflandırma

1. Bozulabilir kalıp yöntemleri – kalıp, parçayı çıkarmak için dağıtılır
 - ❑ Üstünlüğü: daha karmaşık şekiller mümkündür
 - ❑ Eksikliği: dökümün kendisinden çok kalıbı yapma süresinin uzunluğu nedeniyle üretim hızı genellikle düşüktür
2. Kalıcı kalıp yöntemleri – kalıp metalden yapılır ve çok sayıda döküm için kullanılabilir
 - ❑ Üstünlüğü: yüksek üretim hızları
 - ❑ Eksikliği: kalıbı açmak gerektiğinden geometriler sınırlıdır

Döküm Yoluyla Şekil Vermenin Avantajları

- İçten ve dıştan karmaşık olan şekiller döküm yolu ile kolaylıkla elde edilir ve talaş kaldırma ve kaynak gibi işlemlere çok az veya hiç ihtiyaç olmayabilir.
- Yapıda basitlik kazandırır, istenilen şekiller tek parça halinde elde edilebilir.
- Büyük miktarda seri üretime uygun olup çok sayıda belirli parça kısa zamanda dökülebilir.
- Yüksek tonajlı parçalar diğer yöntemlerle üretimi zor ve ekonomik değildir.
- Döküm işlemi, diğer şekil verme yöntemleri veya işlemlerine nazaran en ekonomik olanıdır.

Döküm Yoluyla Şekil Vermenin Dezavantajları

- Ergitme için yüksek sıcaklıklara çıkılması gerekiyor
- Yüksek sıcaklıkların doğurduğu reaksiyonların riskleri
- Kullanılan enerji genellikle elektrik olup en pahalı enerji durumundadır
- Dökümhanelerin ilk yatırım maliyeti çok yüksek
- Metal, refrakter ve sarf malzemeleri çok pahalı
- Döküm hatalarını belirlemek zor ve tecrübeli ekip gerekiyor.
- Dökülen parça sayıları çok yüksek: ürün kontrol ve takibinde güçlük çıkartabiliyor.
- Sürekli çalışma zorunluluğu var
- Çevre sorunları-iş kazaları sorunu yüksek

Döküm kavramları

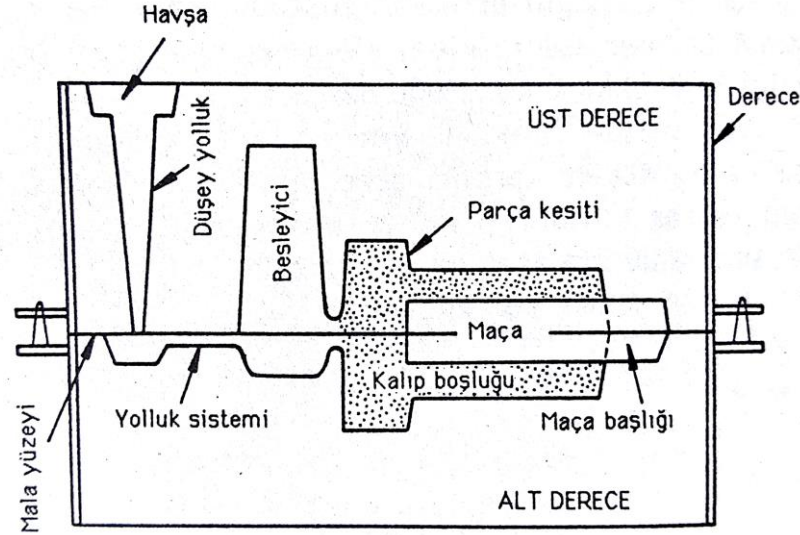
Döküm işlemine üretilecek parçanın kopyası olan model imalatı ile başlanır.

Bir derece içine yerleştirilen modelin etrafı kalıp malzemesi ile doldurulur.

Kalıp malzemesi dövülerek sıkıştırılır.

Model kalıptan çıkarılır.

Parçanın iç kısmında boşluklar isteniyorsa maça kullanılır.



Döküm kavramları

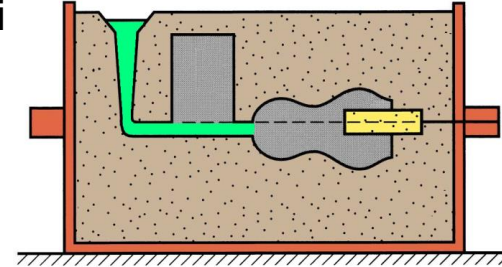
Model + maça = Döküm

Kalıp malzemesi ile maça, içerisinde sıvı metalin döküldüğü ve katılaşıp parçanın oluştuğu kalıp boşluğunu meydana getirir.

Derece, kalıp malzemesinin ve imal edilecek parça modelinin yerleştirildiği kısım

Yolluk sistemi, sıvı metali döküm potasından kalıp boşluğuna ulaştırmaya yarayan kanallardan oluşan bir ağıdır.

Besleyici katılma büzülmesini karşılamak üzere kalıp içinde oluşturulan sıvı metal depolarıdır. Besleyicideki sıvı metal, katılma esnasında çekilme boşluklarını doldurur. Dolayısıyla, oluşacak herhangi bir boşluk döküm parçanın dışına alınarak besleyici ve yollukta yer alması sağlanır. Atmosfere kapalı olanları besleyici açık olanlarına çıkıcı denir



Döküm kavramları

Havşa, yolluk sisteminin başlangıcıdır. Sıvı metalin kalıpla ilk temas ettiği noktadır.

Havşadan sonra dikey yolluk gelir.

Dikey yolluğun altında topuk vardır.

Ardından yatay yollukla gelir.

Mala yüzeyi alt ve üst dereceleri birbirlerinden ayırır.

Döküm terimi, sıvı metalin kalıba döküldüğü ve katılaştığı zamanın tümünü ve prosesin tüm adımlarını birlikte tanımlar.

Döküm Yöntemleri

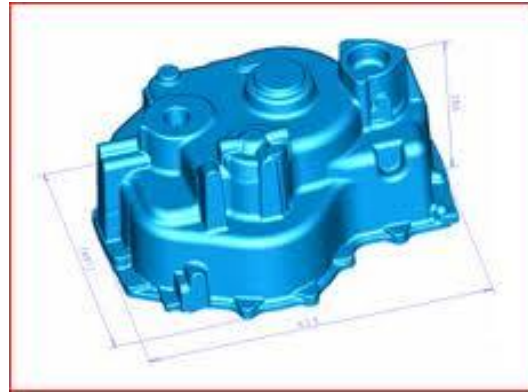
HARCANAN KALIP DÖKÜM YÖNTEMLERİ

- Kum kalıba döküm
- Kabuk kalıba döküm (shell molding)
- Hassas döküm (investment casting)
 - Seramik kalıp
 - Alçı kalıba döküm

KALICI KALIP KULLANAN DÖKÜM YÖNTEMLERİ

- Metal (kokil) kalıba döküm
 - Basınçlı döküm
- Savurma (santrifuj) döküm
 - Sürekli (kontinü) döküm

Model; dökülecek şeklin tahtadan, metalden veya uygun bir malzemeden hazırlanmış kopyasıdır. Ayrıca alçı, plastik ve balmumu da model malzemesi olarak kullanılmaktadır



Model için çoğunlukla kuru, sert ve gözeneksiz ahşap malzemeler seçilir.

Metal modellerin ömürleri daha uzundur.

Modellerin aşınması söz konusu ise malzeme olarak alüminyum, pirinç, bronz, kır dökme demir, çelik kullanılabilir.

Plastik malzemelerden hazırlanan modeller aşınmaya karşı tahta modellerden daha dayanıklıdır. Kalıptan kolay sıyrılırlar ve hasara uğradıklarında kolayca tamir edilebilirler.

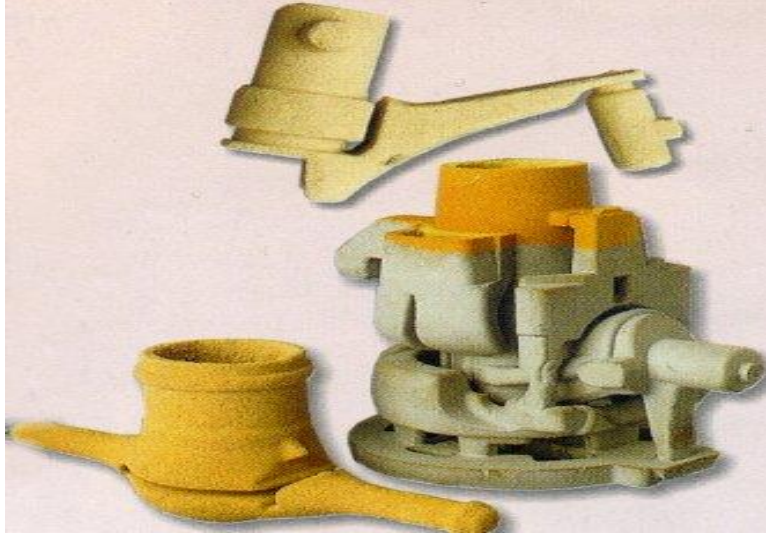
Plastik modellerin yüzey kalitesi daha iyidir ve daha ucuzdur.

Dolu kalıp yönteminde kullanılan köpüklerde plastik grubuna girer.

Dökümden önce kalıptan çıkartılmazlar, ergiyik metalle temasa geçtiklerinde gaz haline geçerek kalıbı terk ederler.

Hassas döküm tekniğinde mum veya plastik modeller kullanılır. Kalıplama sırasında düşük sıcaklıklarda ergitilerek kalıptan boşaltılırlar.

Maçalar, dökülecek parça içindeki boşluk veya deliklerin çıkarılabilmesi amacı ile kalıp içerisine yerleştirilen ve kalıbın diğer yerlerine göre daha fazla sıvı maden ile temas halinde oldukları için daha yüksek mekanik özellik ve daha yüksek sıcaklığa dayanım gösterecek tarzda kum ve bağlayıcı karışımı ile hazırlanan kum kütleleridir.



Maça malzemesi karışımının esasını silis, zirkon, olivin ve kromit gibi kuşlar oluşturur.

Kuşlara ilave organik ve inorganik bağlayıcılar kullanılır

Organik: reçineler, maça yağları ve tahıl ürünleri

Tahıl esaslı bağlayıcılar (mısır unu, buğday unu, nişasta) çoğunlukla maça yağları ile birlikte kullanılır.

İnorganik: kiler, sodyum silikat, çimento

İnorganik bağlayıcıların üstünlüğü döküm sırasında gaz oluşturmamaları, zayıf yönleri ise dökümden sonra kolay dağılmamalarıdır.

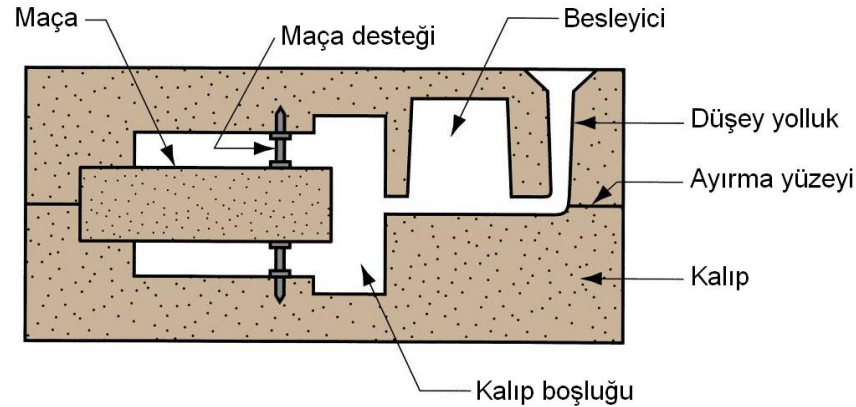
Maçalarda kullanılan kum tane boyutu aralığı önemlidir

Genellikle kumun %80-90 lık kısmının 50-100 mesh arasında olması istenir.

Maça kumlarının boyutu kalıp kumlarından daha kabadır.

Maçaların yerleştirilmesinde kalıba dolacak sıvı metalin uygulayacağı kaldırma kuvveti düşünölmeli ve gerektiğinde maça desteklerinden faydalanılmalıdır.

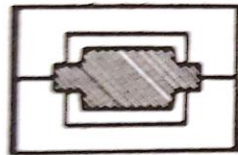
Maçanın kalıptaki yerleşimi ve tasarımı



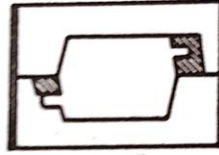
Maça, kalıp boşluğunda maça destekleriyle tutulur

Maçalar, iç boşluk eldesi yanısıra farklı amaçlarla da kullanılabilir.

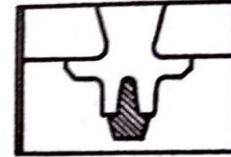
- İç boş şekiller için
- İnce çıkıntılar için
- Derin yarıklar için
- Tamamı maçadan yapılmış kalıp



(a)



(b)



(c)

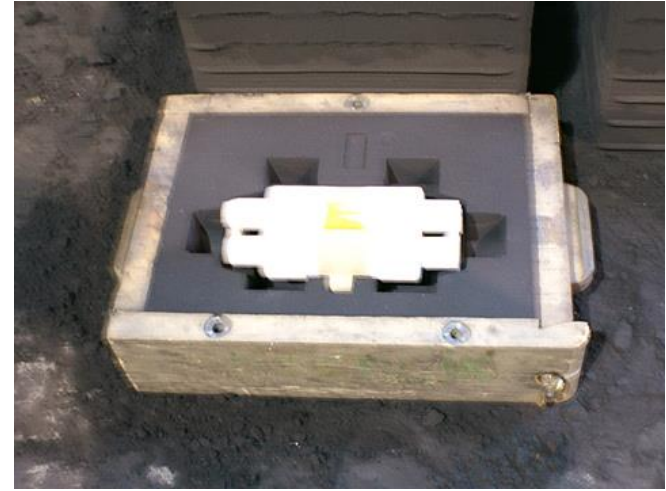
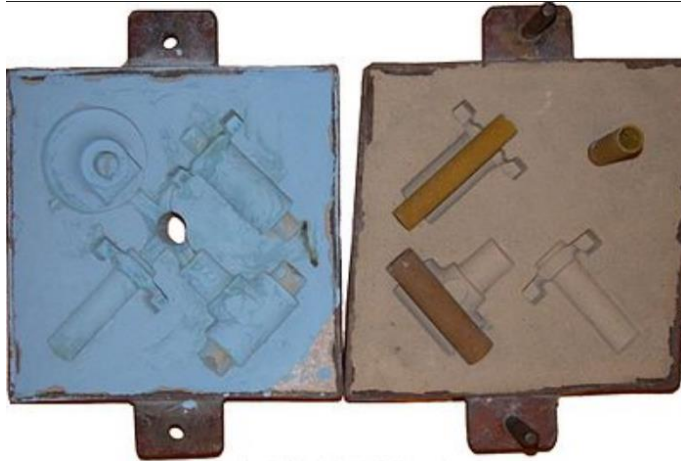


(d)

Maçalar, tamamıyla sıvı metal ile temas halinde olacaklarından metal sızmasına engel olmalı ve aşağıdaki özellikleri taşımalı

- a. Yüksek sıcaklığa ve metal erozyonuna dayanımı yeterli seviyede olmalı
- b. Döküm sonrasında dağılabilme özelliği yüksek olmalı
- c. Gaz geçirgenliği yeterli olmalı ve döküm sırasında mümkün olduğu kadar az gaz oluşturmalı
- d. Kolayca pişirilebilmeli ve boyutsal kararlılığı yüksek olmalı
- e. Yüzeyleri düzgün olmalı
- f. Depolama sırasında özelliklerini koruyabilmeli

Kalıplama; Model ve maça imalini takiben kum, bağlayıcı (kil), su ve diğer katkı maddelerini el veya kum hazırlama makinelerinde karıştırılarak hazırlanan karışım ile dökülecek parçanın kum içinde negatif bir boşluğunu meydana getirme işlemidir.



Kalıp kum karışımları ve bileşimleri

- Ana kütleği oluşturan ve refrakterliği sağlayan kum tanecikleri
- Taneleri bir arada tutan bağlayıcı (kil, çimento, reçine)
- Diğer katkılar



Kum

- Boyutları 0,05 ile 2 mm arasında mineral partiküllerinden oluşan yığına kum denir.
- Döküm kumlarının çoğu SiO_2 bileşimindedir.
- Ancak kum terimi sadece silis veya kuvars gibi belirli bir minerali kapsamaz.
- Zirkon, olivin, kromit ve öğütülmüş seramik mineralleri de boyutları yukarıdaki sınırlar içinde ise kum olarak nitelendirilebilir.

Silis kumu (SiO_2)

- Doğada nehir, göl ve diğer sular ile eskiden yer altı sularının bulunduğu bölgelerde bulunur.
- SiO_2 tanelerine ilaveten çok az miktarlarda feldspat, mika, ilmenit veya manyetit gibi mineralleri de içerebilir.

Zirkon kumu (Zr-SiO_4)

- Tüm kumlar içinde en yüksek ısı kararlılığına ve en düşük ısı genleşmeye sahip olan kum
- Kalın cidarlı ve yüksek alaşımlı çeliklerin dökümünde tercih edilir. Yüksek iletkenliği sıvı metalin hızlı katılaşmasını sağlar. Ergime noktası yüksek metallerin kumu zirkon kumundan hazırlanır.

Olivin kumu ($\text{Mg-Fe}_2\text{SiO}_4$)

- Silis kumuna göre dayanımı daha yüksektir ve ısıl genişmesi daha düşüktür.

Kromit kumu ($\text{FeO.Cr}_2\text{O}_3$)

- Kimyasal kararlılığın ve yüksek ısıl etkilere dayanımın istendiği yerlerde kullanılır.

Kum şekil, boyut ve dağılımı

Şekil yuvarlak veya köşeli olabilir. Yuvarlak olanlarda temas yüzeyleri az olduğundan az miktarda bağlayıcı kullanılması yeterlidir ve geçirgenliği yüksektir. Kalıplanabilirliği (akıcılığı) yüksektir. Köşeli tanelerin dayanımı yüksektir.

Tane boyutu ve dağılımı geçirgenlikte önemlidir.

Geçirgenlik tane boyutu ile doğru orantılı artar.

Tane boyut dağılımı aralığı genişledikçe geçirgenlik azalır.

Yüzey kalitesi üzerinde de etkisi büyüktür.

Bağlayıcı

Kuma sonradan katılan veya kum içinde kil gibi doğal olarak bulunan ve kum taneciklerinin birbirlerine tutunmasını sağlayarak kalıp malzemesine dayanım kazandıran malzemelerdir.

%80-90 kum + % 8-14 kil + % 2-6 su

Organik bağlayıcı: reçine, yağ

İnorganik bağlayıcı: kil, (bentonit, kaolin vb)

Katkı maddeleri

Kömür tozu, talaş, zift, selüloz

Bunlar geçirgenliği arttırmak, genleşme sonucu oluşabilecek biçim değişikliklerini azaltmak, döküm sonrası dağılabilme özelliklerini iyileştirmek amacıyla ilave edilirler.

Kum karışımları

Kum karışımları el ile veya makinelerle hazırlanır.

Hazırlanan kumların kalıplamaya ve döküme uygunluğunun tespiti için kalıplama öncesinde ve sonrasında aşağıdaki testler yapılır.

- Yaş ve kuru mukavemet
- Geçirgenlik
- Nem ve kil miktarı
- Sertlik
- Plastiklik
- Sıcak mukavemet
- Sinterleşme noktası
- Deformasyon
- Isıl kararlılık
- Akıcılık
- Elastiklik
- Tekrar kullanılabilme (Reklamasyon)
- Dağılma

Kum Kalıba Döküm

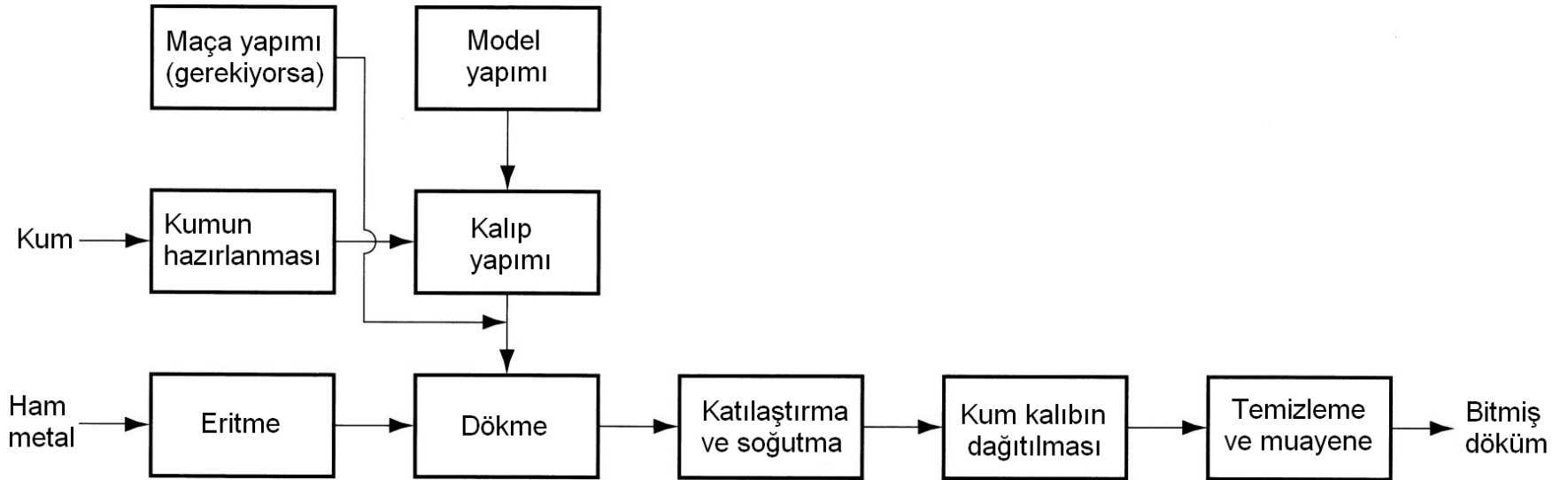
- Kum kalıba döküm en çok kullanılan döküm yöntemlerinin başında gelmektedir.
- Çok farklı büyüklükteki parçalara uygulanışı ve kalıplama maliyetinin az oluşu nedeniyle tercih sebebidir.
- Kum kalıba döküm yöntemi el kalıplama ve makine yardımıyla kalıplama olarak iki bölüme ayrılır.

Kum Kalıba Döküm

- Döküm işlemi esnasında yer çekimi kuvvetinden yararlanır. Yöntem, döküm parçalarının tek veya küçük çaplı seri üretimi için uygundur.
- 400 tona kadar parçaların dökümü mümkündür. Makineler yardımıyla gerçekleştirilen kum kalıba döküm yönteminde; kalıp kumuna çeşitli makineler kullanılarak şekil verilir. Yine burada da döküm, yerçekimi kuvvetinin etkisiyle gerçekleştirilir. Bir kaç gramdan birkaç tona kadar parçaların dökümü mümkündür.

Kum Kalıba Döküm

Kum kalıba dökümde işlem basamaklarının şematik gösterimi



Kum Kalıba Döküm

Yaş kum kalıba döküm

Kum kalıba döküm daha çok yaş kum kalıba yapılır. İhtiva ettiği nem nedeniyle yaş terimi kullanılır. Yaş kum; SiO_2 tanecikleri, kil, su ve diğer ilavelerin meydana getirdiği plastik bir karışımdır.

YAŞ KUM KALIBIN BAŞLICA AVANTAJLARI;

- Büyük fleksibilitesi,
- Su ve diğer ilavelerin tazelenmesi ile defalarca kullanılabilmesi
- En ucuz kalıplama yöntemi oluşudur.

YAŞ KUM KALIBIN DEZAVANTAJLARI;

- Kalıbın daha yüksek mukavemet ve erozyon direncine sahip olması gerektiği durumlarda
- Daha yüksek boyut hassasiyeti ve yüzey kalitesini istendiği durumlarda tercih edilmez.

Kum Kalıba Döküm

Kuru kum kalıba döküm

Yaş kum ile hazırlanan kalıp fırında 150 – 350 °C arasındaki bir sıcaklığa ısıtılarak mukavemet kazandırılır. Bileşimindeki kilin tüm suyunu kaybetmemesi için 400 °C üzerine çıkılmamalıdır. Aksi halde kilin bağlayıcılık özelliği azalır ve mukavemet düşer.

Avantajları:

Dayanımı ve metal erozyonuna karşı direnci yaş kumdan daha yüksektir. Bu nedenle taşınırken bozulma tehlikesi azdır.

Yaş kum kalıba dökümdeki kadar nem miktarının kontrolü kritik değildir.

Döküm sırasında buharlaşma meydana gelmeyeceğinden döküm hataları daha azdır.

Gaz geçirgenliği daha iyidir.

Kurutma işleminin zaman alması ise dezavantajdır. Aynı zamanda maliyetlidir.