DÖKÜM YÖNTEMLERİ

Doç. Dr. Fehmi Nair
Erciyes Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü

Yrd. Doç. Dr. Afşın Alper Cerit
Erciyes Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü

Döküm: önceden hazırlanmış kalıpların içerisine metal ve alaşımların ergitilerek dökülmesi ve katılaştırılması işlemidir.

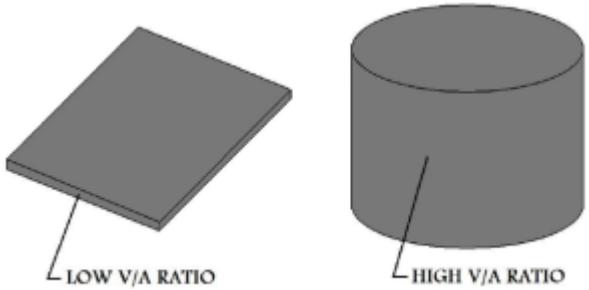
Döküm yönteminin diğer üretim yöntemlerine göre belirgin üstünlükleri

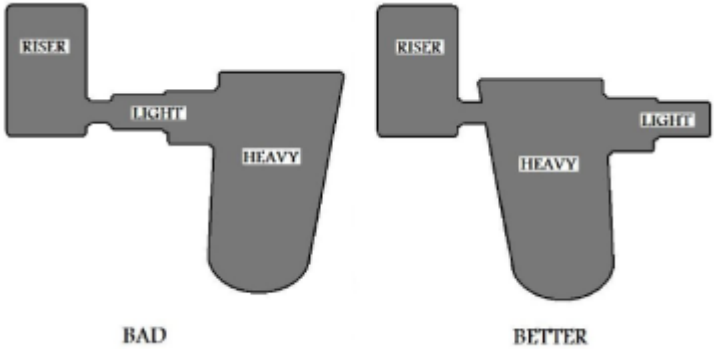
- Seri üretime uygundur. Seri üretim durumunda oldukça ekonomiktir.
- Hem çok büyük hem de küçük parçaların üretilebilir.
- Dökümle üretilen parçaların genellikle aşınma dayanımları daha iyidir.
- Titreşim sönümleme özellikleri (Dökme demirler) oldukça iyidir.
- Genellikle tüm alaşımların dökümü yapılabilmektedir.

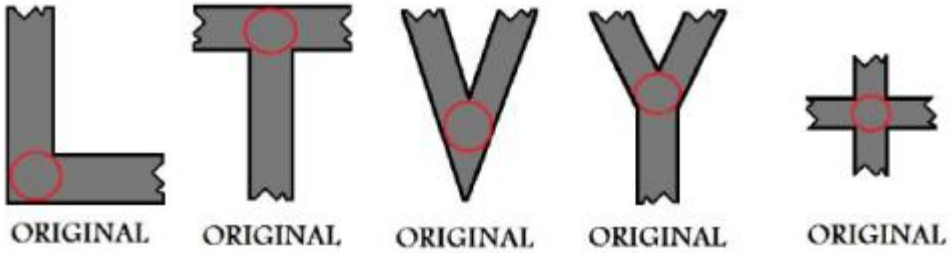
Döküm yönteminin diğer üretim yöntemlerine göre belirgin sınırları;

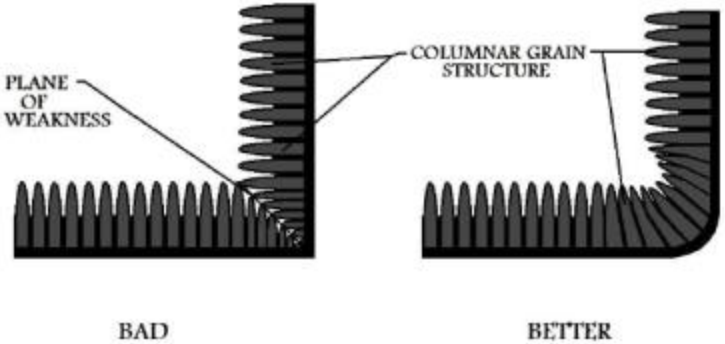
- Özellikle az sayıda küçük parça dökümlerinde, ekonomik değildir.
- Ergime sıcaklığı çok yüksek olan metaller (volfram ve tantal gibi) için uygun değildir.
- Çalışma ortamı temiz değildir. Genellikle çevreyi kirletir.
- Çok ince kesitlerin elde edilmesi oldukça güçtür.

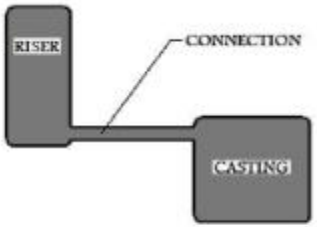
Döküm için tasarım kuralları



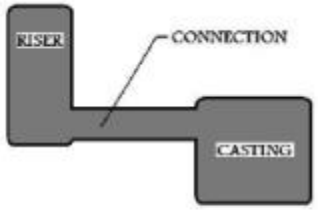




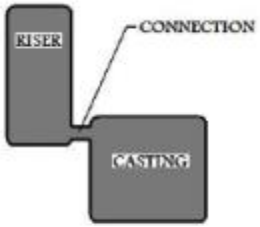




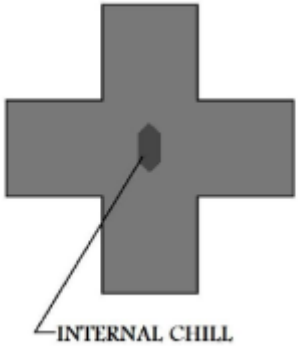
BAD
(PASSAGE WILL FREEZE)

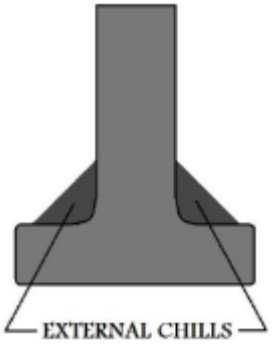


BAD
(WASTES MATERIAL)



BETTER

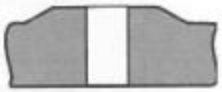




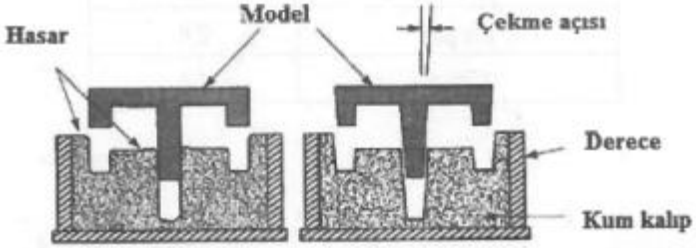
Kötü

Kötü

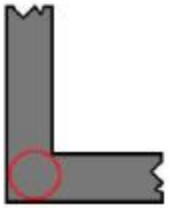
İyi



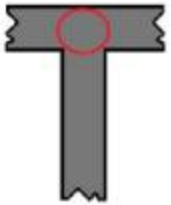
İyi



Kötü İyi



ORIGINAL



ORIGINAL

ORIGINAL

ORIGINAL

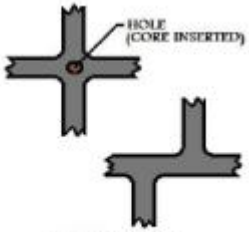
ORIGINAL

REDESIGN

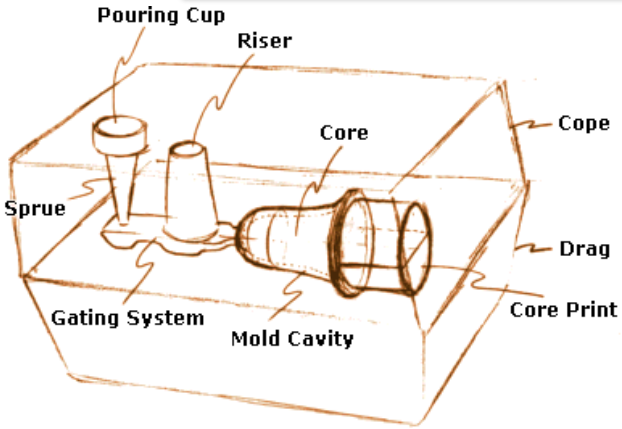
REDESIGN

REDESIGN

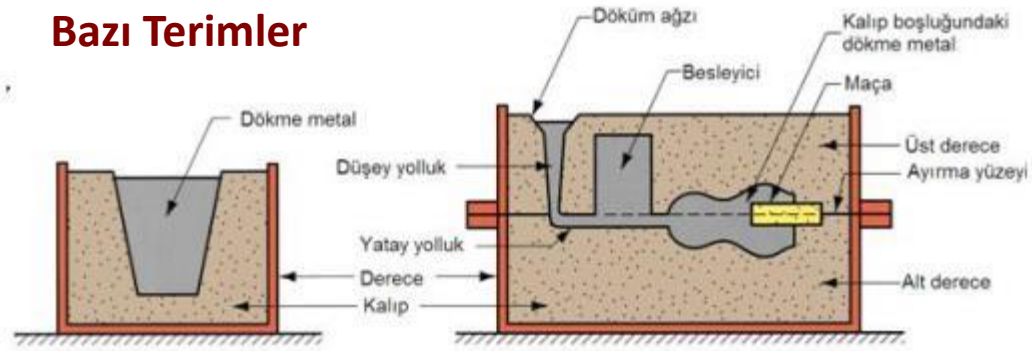
REDESIGN

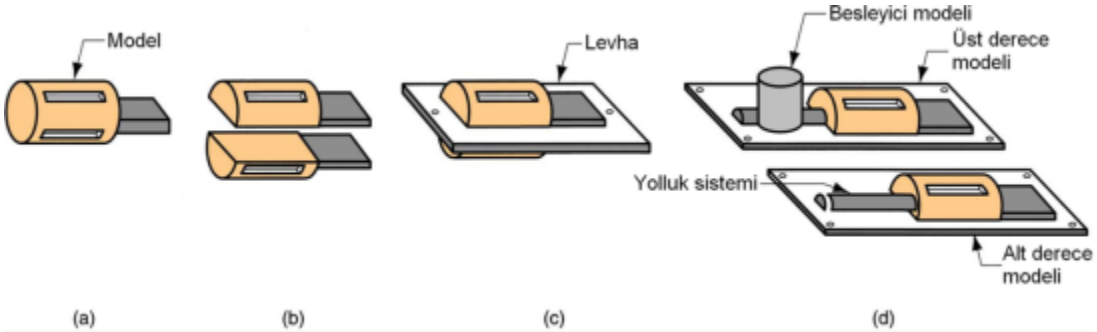


REDESIGN

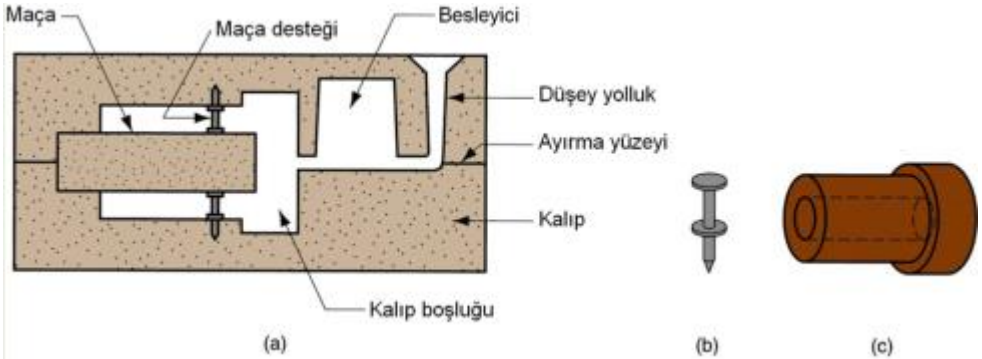


Bazı Terimler





(a) Serbest model
(b) Ayrık serbest model
(c) Çift taraflı Levhalı model
(d) Tek taraflı Levhalı modelleri



(a) Maça, kalıp boşluğunda maça destekleriyle tutulur
(b) muhtemel maça tasarımı,
(c) iç boşluklu döküm

Model

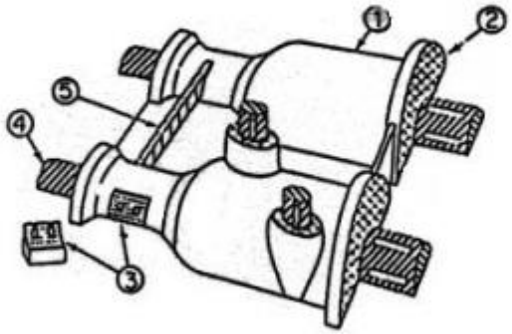
- ağaç, hafif metal veya plastik malzemelerden yapılan, dökülecek parçanın hemen hemen aynısı olan benzeridir.
- Modellerin yapılacağı malzemeler, genellikle dökülecek parça sayısına göre belirler. Az sayıda üretim için ağaç modeller yeterli olurken çok sayıda üretim için de uzun ömürlü olan hafif metal modeller tercih edilmektedir

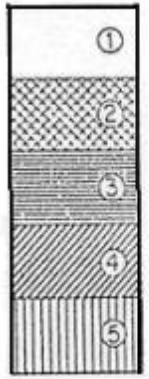
Model

Model Renkleri

Dökme Demir (DD)
model **Kırmızı renkte**
Dökme Çelik (DÇ)
model **Mavi renkte**
Demir Olmayan (DO)
model **Renksiz olarak bulundurulur.**

Model Renk kodları





SARI (dökümden sonra işlenmeyecek yüzeyler)

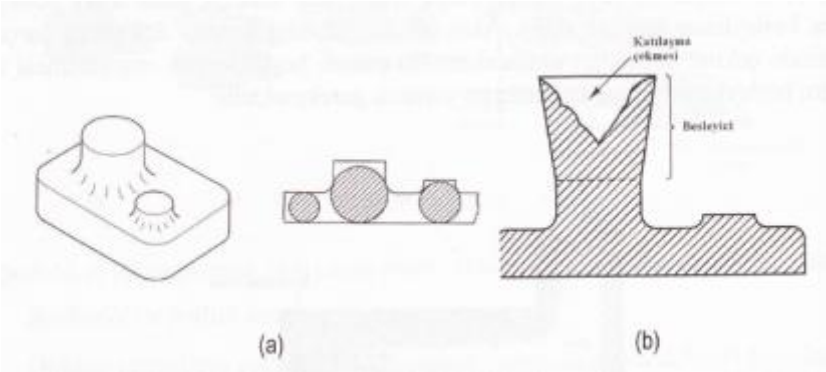
KIRMIZI (dökümden sonra işlenecek yüzeyler)

METALİK (serbest parçaların oturduğu yüzeyler)

SİYAH (maça yuvaları)

YEŞİL (modelin dayanımını arturmak için ilave takviye, kalıpta bıraktığı boşluk daha doldurulacak)

Besleyici ve Yolluk



a) Daire yöntemi ile en kalın kesitin (besleyici bağlantı yerinin) belirlenmesi,
b) Katılaşmış bir döküm parçada, katılaşma sonunda besleyici üzerinde oluşan katılaşma çekmesi

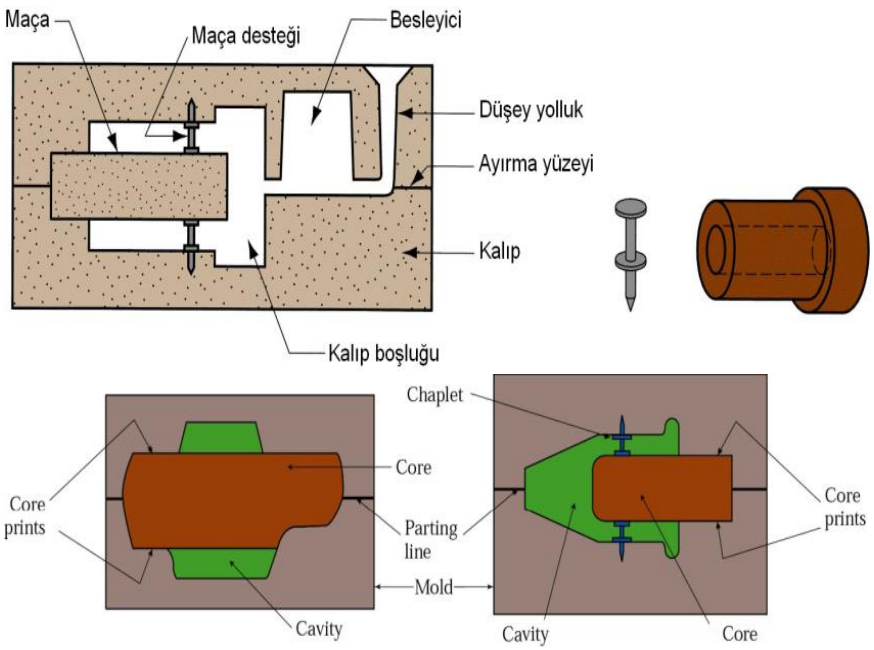
Ergitilmiş sıvı metali, kalıp boşluğuna ulaştıran kanallara yolluk denir. Yolluk genellikle havşa, dikey yolluk (gidici), topuk, yatay yolluk (cüruftuk), vb. kısımlardan meydana gelir. Yolluklar, yatay ve düşey olmak üzere çeşittir. Düşey yolluklar, yatay düzleme dik olarak yerleştirilir ve direkt olarak kalıp boşluğu ile temas etmez. Yatay yolluklar, yatay düzlemde bulunur kalıp boşluğu ile direkt temas halindedir.

Maçalar

Döküm parçalarının iç boşluklarını veya modelin kumdan sıyrılması sırasında bozulabilecek kalıp kısımlarını oluşturmak için kullanılan kalıp elemanları maça olarak adlandırılır.

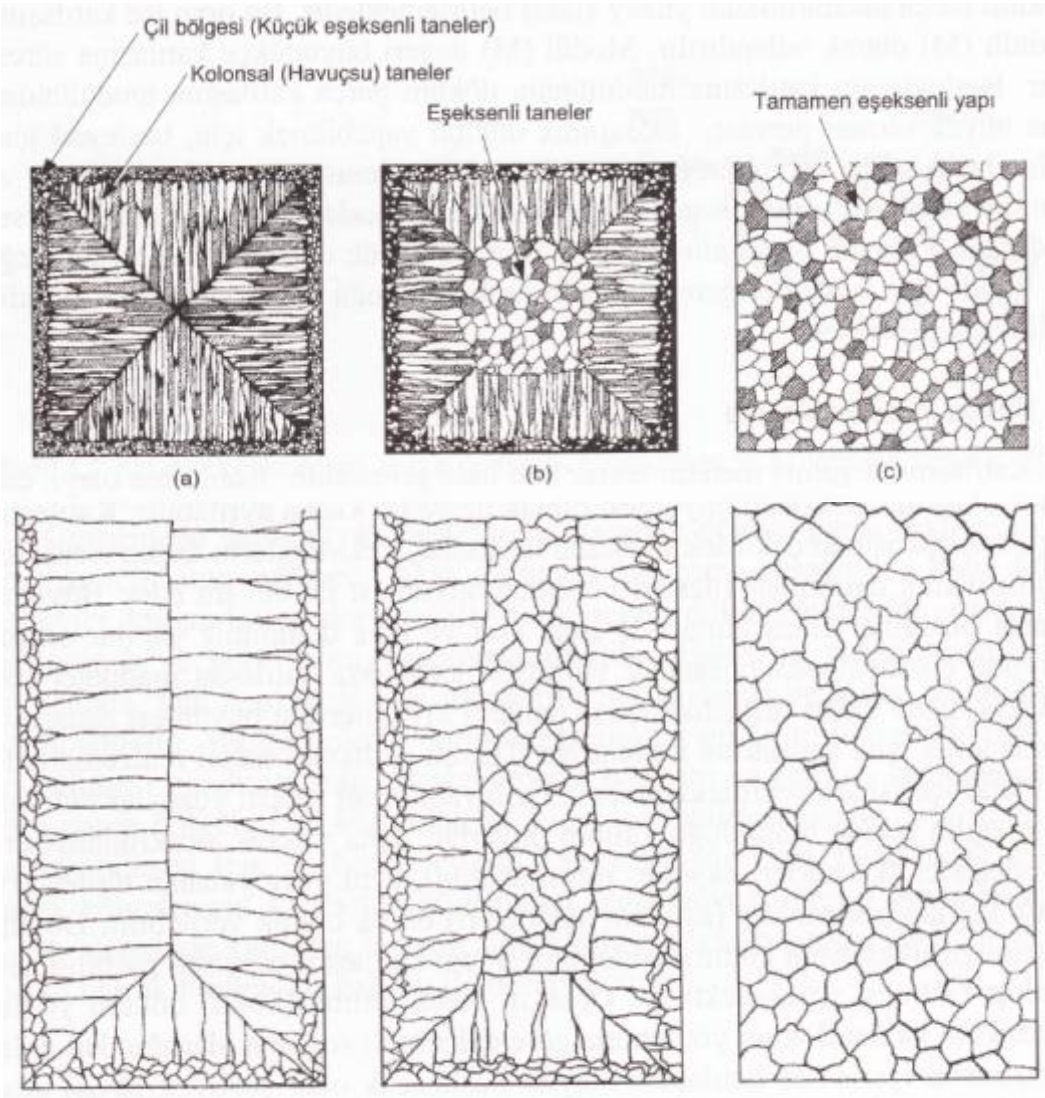
Bir maçadan istenilen özellikler şunlardır:

- yüksek sıcaklığa ve metal erozyonuna dayanıklıları olmalıdır.
- Döküm sonrası kolay dağılmalıdır.
- parçanın serbestçe büzülebilmesi sıkıştırılabilir veya dağılabilir olmalı.
- Gaz geçirgenliği yeterli olmalı, az gaz oluşturmalıdır.
- Çabuk pişmeli ve bu sırada biçimleri bozulmamalıdır,
- Yüzeyleri düzgün olmalıdır.
- Depolama sırasında özellikleri değişmemelidir



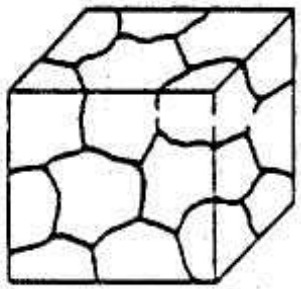
Katılaşma

- Katılaşma, ergimiş metalin tekrar katı hale gelmesidir. Katılaşma olayı, çekirdek oluşumu ve kristal büyümesi olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Katılaşma olayı, sıvı içerisinde çekirdek oluşumu ile başlar, çekirdeklerin düşen sıcaklıkla orantılı olarak dallantılar (dendrit) halinde büyümesi ile devam eder. Büyüyen dalların birbirine temas etmesiyle sona erer ve tane dediğimiz yapılar oluşur



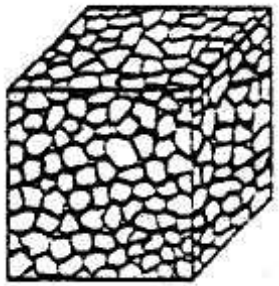
Kare kalıpta katılaşmış dökümlerde tane yapıları. a) Saf metaller, b) alaşımlı metaller, c) çekirdekleyici kullanılarak elde edilmiş tamamen eş eksenli yapı,

Taneler



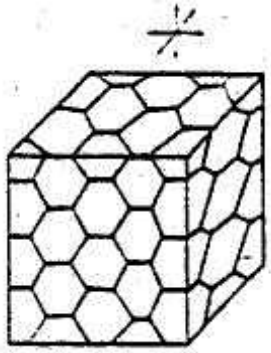
İRİ TANELER

- Zayıf Mukavemet
- Yavaş Soğuma Hızı
- Düşük Alt Soğuma
- Düşük Çekirdeklenme Hızı



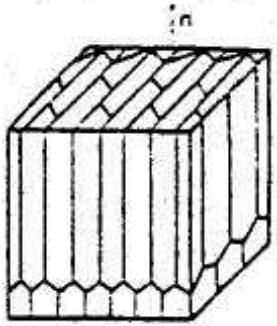
İNCE TANELER

- Yüksek Mukavemet
- Yüksek Soğuma Hızı
- Yüksek Alt Soğuma
- Yüksek Çekirdeklenme Hızı



EŞEKSENLİ TANELER

- İzotrop Katı
- Yavaş Soğuma Hızı
- Düşük Alt Soğuma
- Sabit Tane Büyüme Hızı



YÖNLENMİŞ TANELER (SÜTÜNSAL)

- Anizotrop Katı
- Yüksek Soğuma Hızı
- Yüksek Alt Soğuma
- Yüksek Tane Büyüme Hızı

Katılaşma Süresi

Toplam katılaşma suresi :Dökümden sonra katılaşma icin gerekli süredir.

$$t_{ks} = C_m (V/A)^n$$ → *Chvorinov Kuralı*

V = dökümün hacmi;
A = dökümün yüzey alanı;
n = üstel sayı (tipik değeri = 2); ve
Cm kalıp sabiti

Chvorinov Kuralındaki Kalıp Sabiti

• *Cm kalıp sabiti aşağıdakilere bağlıdır:*
– Kalıp malzemesi
– Döküm metalinin ısıl özellikleri
– Ergime sıcaklığına oranla döküm sıcaklığı
• Belirli bir döküm işlemi için *Cm değeri, parça* şekli çok farklı olsa bile, aynı kalıp malzemesi, metal ve döküm sıcaklığı kullanılan önceki deneysel verilere dayanabilir

Chvorinov Kuralının Anlamı

• Daha yüksek bir hacim/yüzey oranına sahip bir döküm, düşük oranlı olana göre daha yavaş soğur.
– Ergimiş metali kalıp boşluğuna beslemek için, besleyicinin *tks değerinin ana dökümün tks* değerinden daha büyük olması gerekir.
• Besleyici ve dökümün kalıp sabitleri birbirine eşit olacağından, ana dökümün önce katılaşması için, besleyicinin daha büyük hacim/yüzey oranına sahip olacak şekilde tasarlanması gerekir.

Döküm Yöntemleri

- Kum kalıba döküm — **%60**
- Hassas döküm — **%7**
- Basınçlı metal kalıba döküm — **%9**
- Basınçsız metal kalıba döküm — **%11**
- Savurma döküm — **%7**
- Kabuk kalıba döküm — **%6**

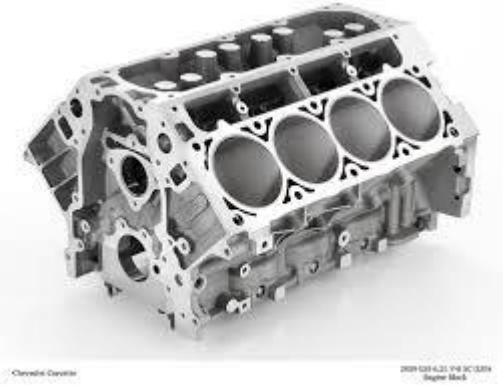
Döküm Yönteminin Belirlenmesinde

- Malzeme özellikleri
- Parçanın şekli
- Parça sayısı

Döküm Yöntemleri

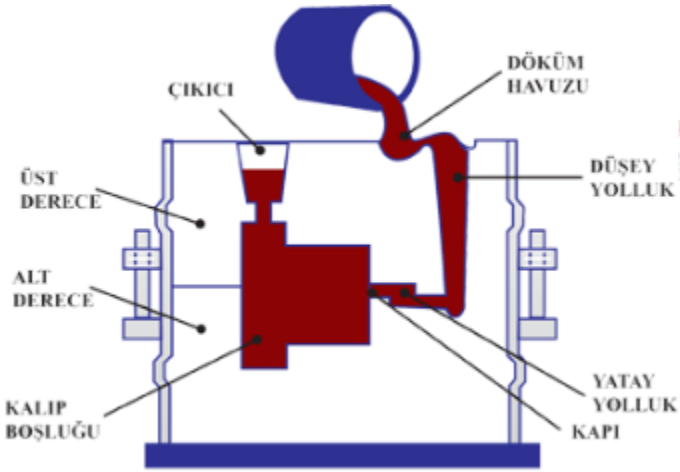
- Tek kullanımlık kalıplar
  - Dökümden sonra kalıplar bozulmak zorundadır
  - Dökümden sonra kalıplar bozulmak zorundadır
  - Tek kalıba birden fazla parça dökülebilir
  - Karmaşık ve büyük parçalar kolaylıkla dökülebilir
  - Kalıp yapma süresi uzun, Üretim süresi fazla
- Çok kullanımlık kalıplar
  - Kalıplar genellikle metal
  - Çok sayıda döküm ihtiyacında kullanılır
  - Üretim hızı yüksek ve ekonomik
  - Kalıp en az iki parçalı olmak zorunda, açılıp kapanmalı
  - Her döküm parça geometrisine uygun değil

Kum Kalıba Döküm

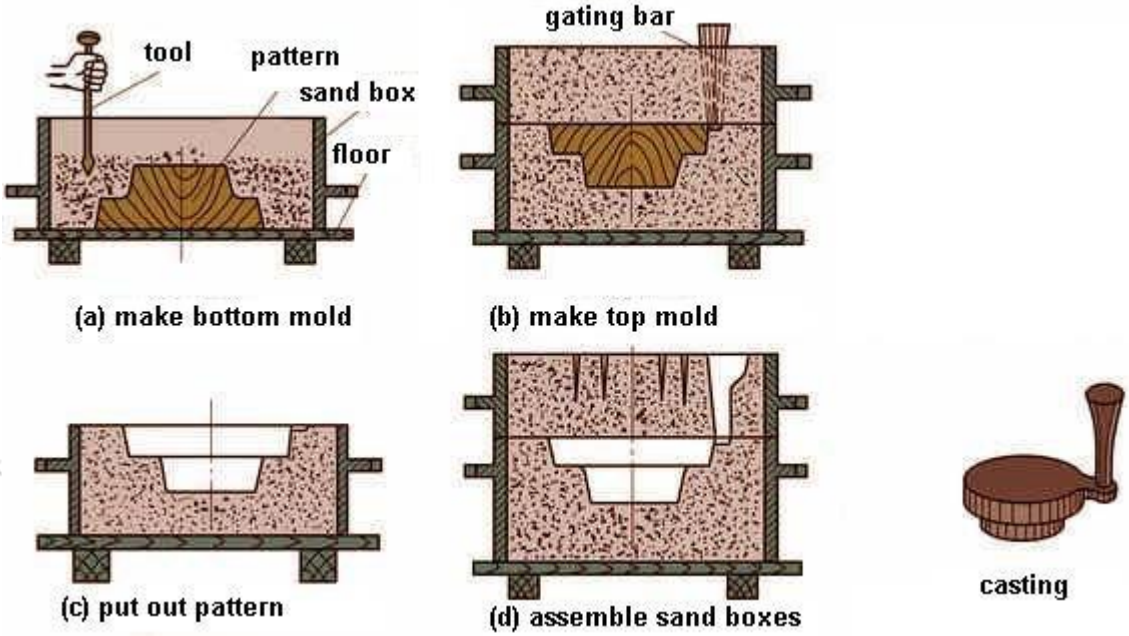


Kum Kalıba Döküm

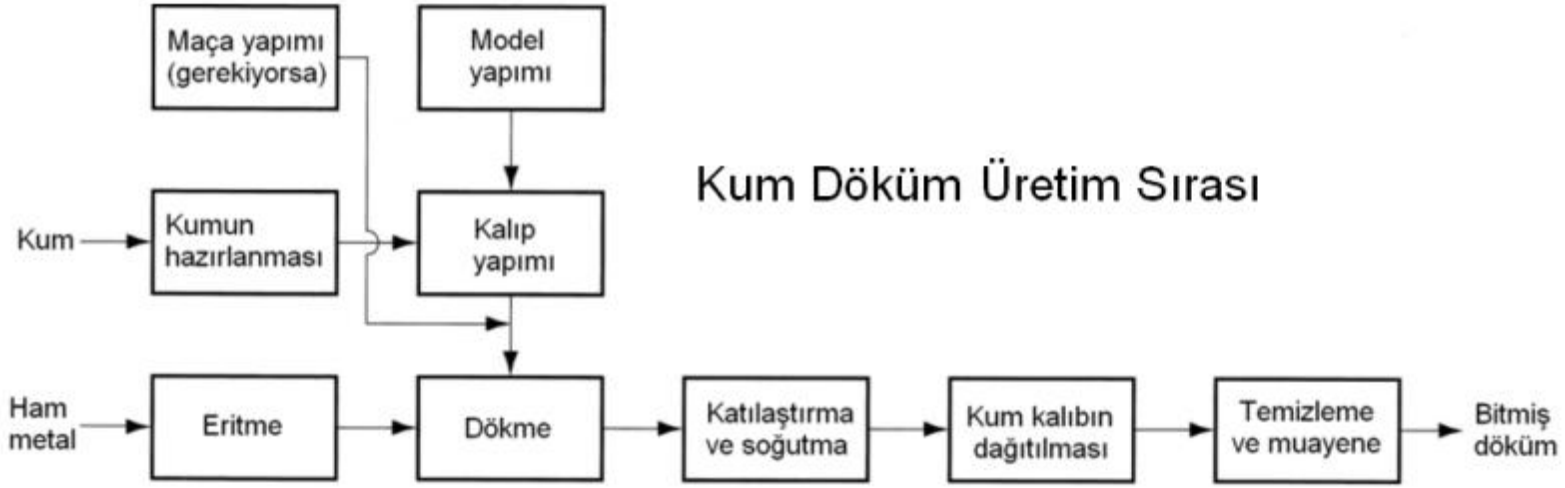
- ✓ Ergitme ocağı
- ✓ Ergitilecek metal
- ✓ Model
- ✓ Maça
- ✓ Kum
- ✓ Derece



KUM KALIBA DÖKÜM ŞEMASI

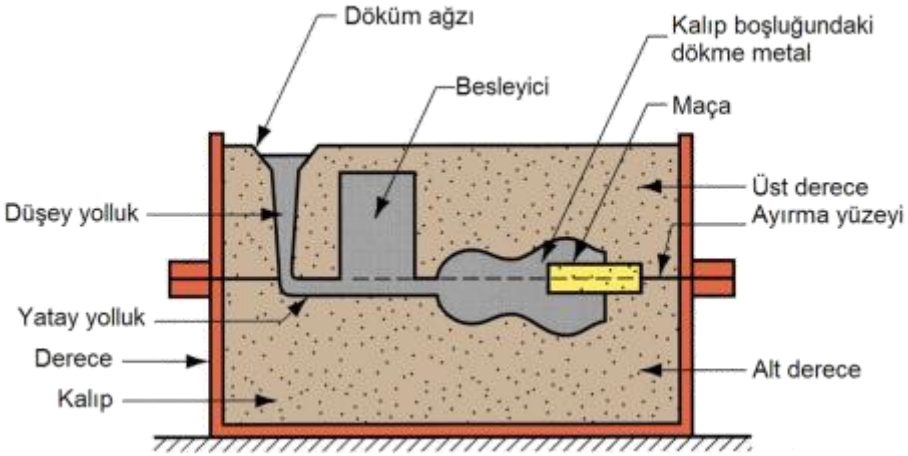


Kum Döküm Üretim Sırası

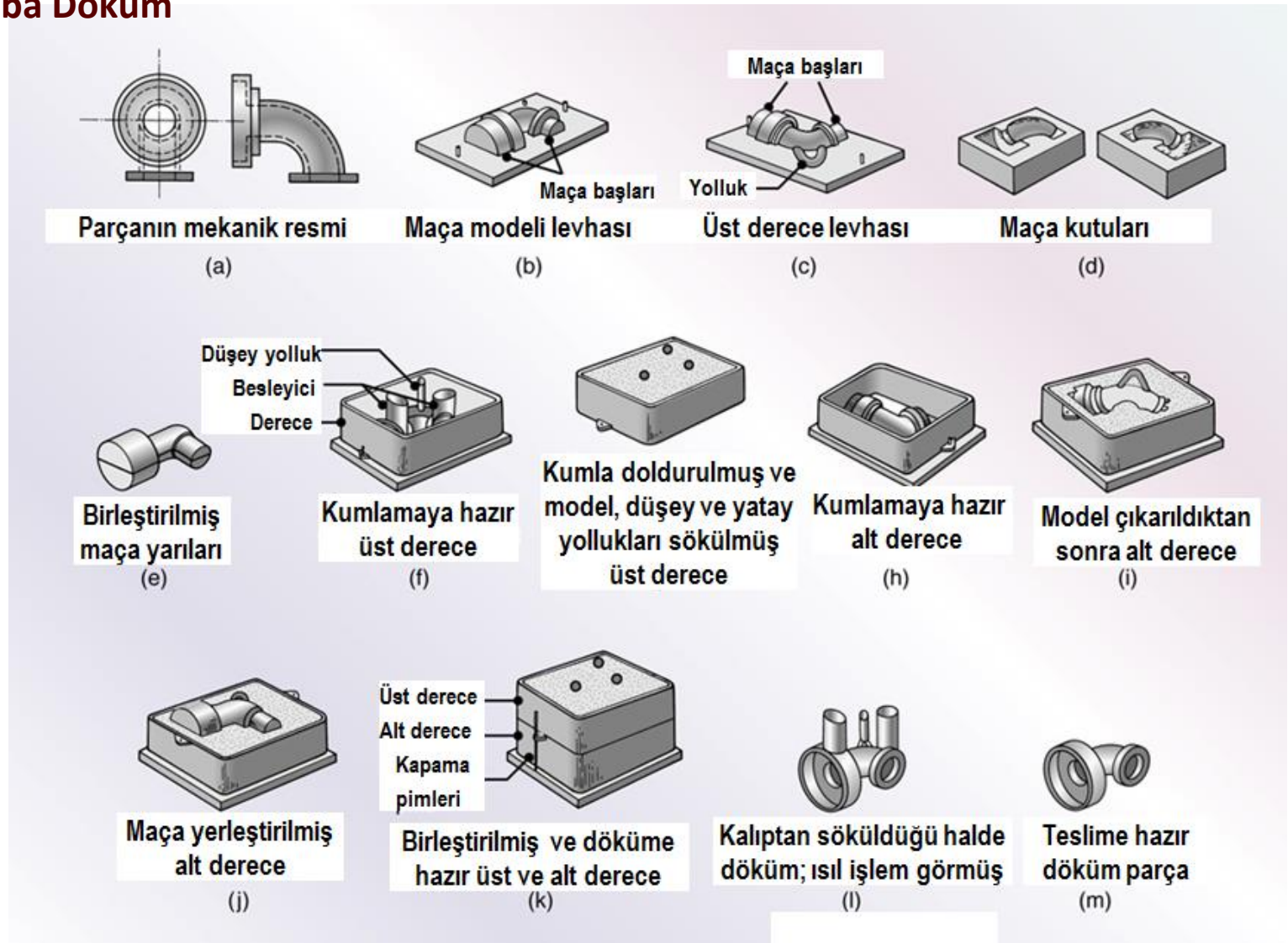


Kalıp kumu içindeki temel maddeler

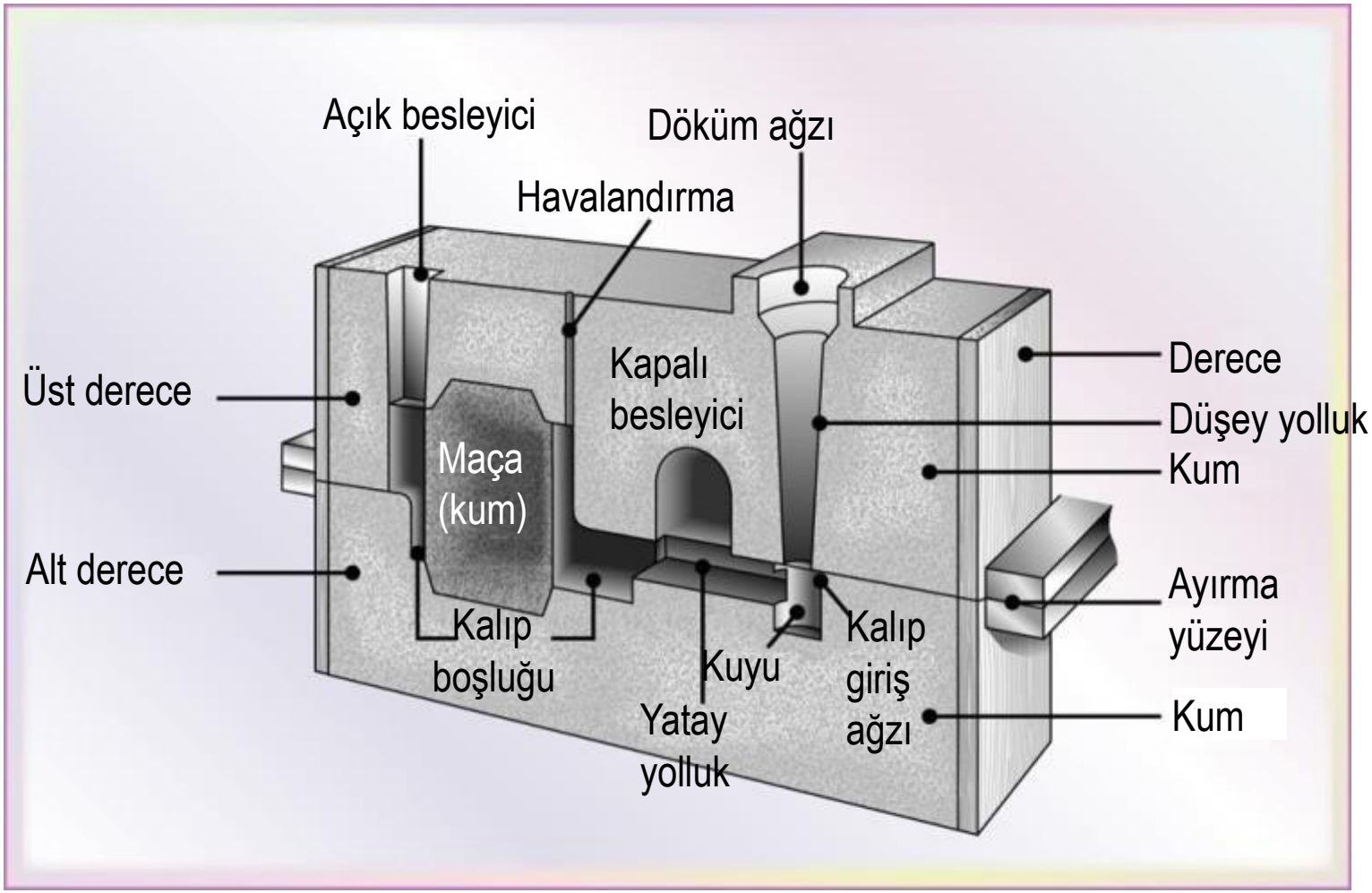
a)Kum: % 50 - 95. Demir oksit, alkali oksitler,kireç
b)Kil: % 2 – 50
c)Su: Kuma % 1.5 - 8 oranında katılır.
d)Diğer katkı maddeleri: Mısır unu, Öğütülmüş zift, Yumuşak kömür tozu, Talaş, Silis tozu, Demir oksit.



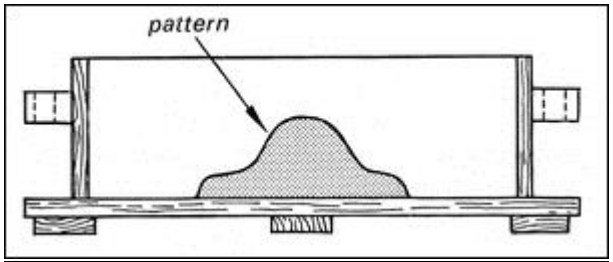
Kum Kalıba Döküm

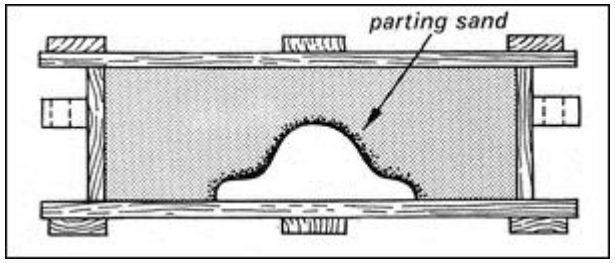


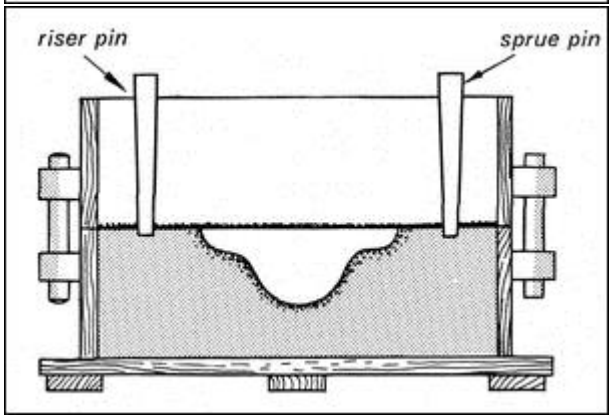
Kum Kalıba Döküm

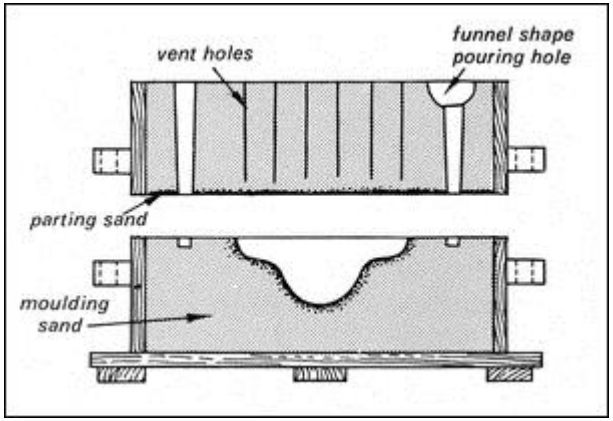


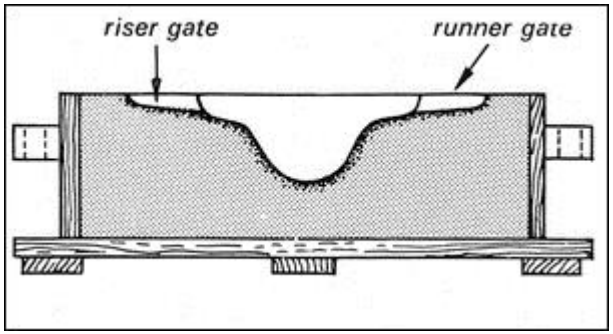
Kum Kalıba Döküm Uygulama

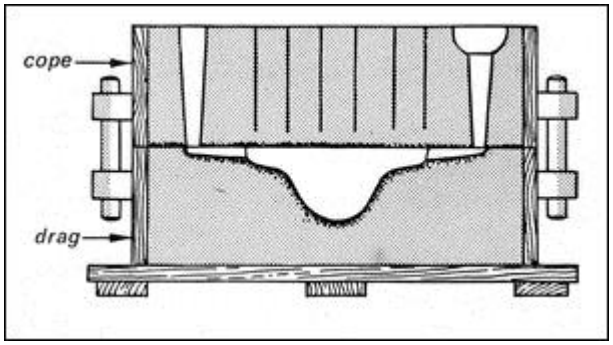


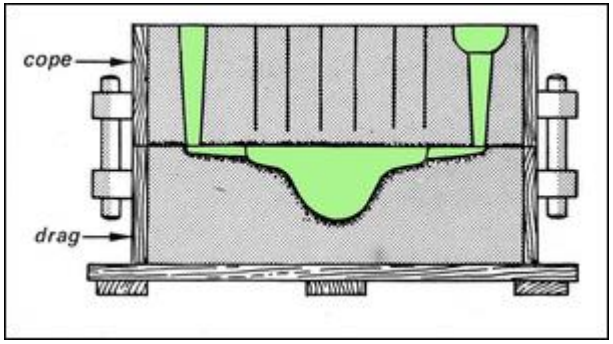




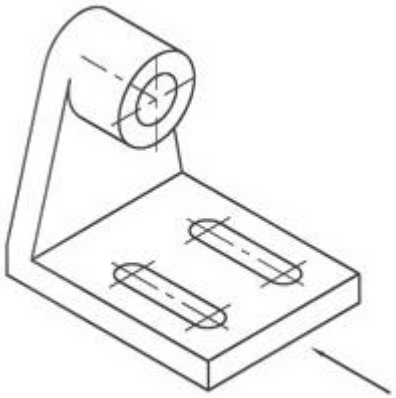


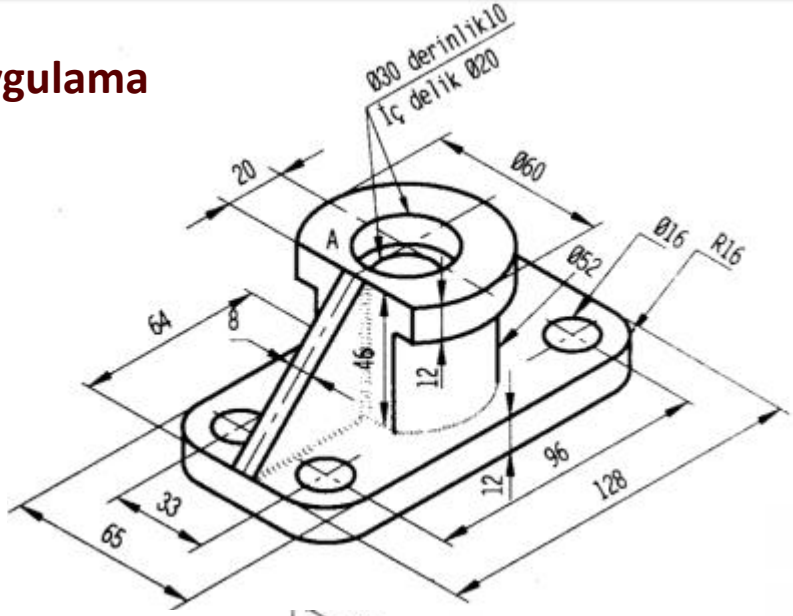


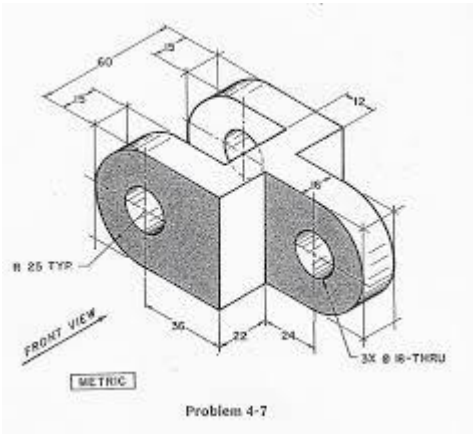


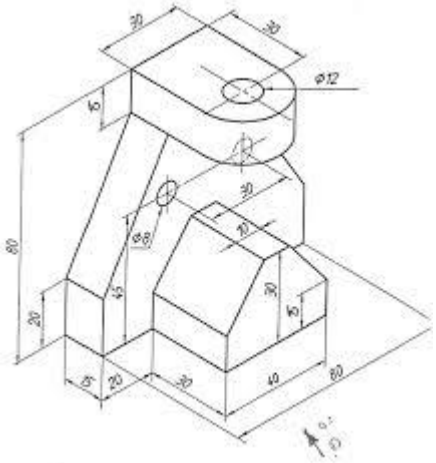


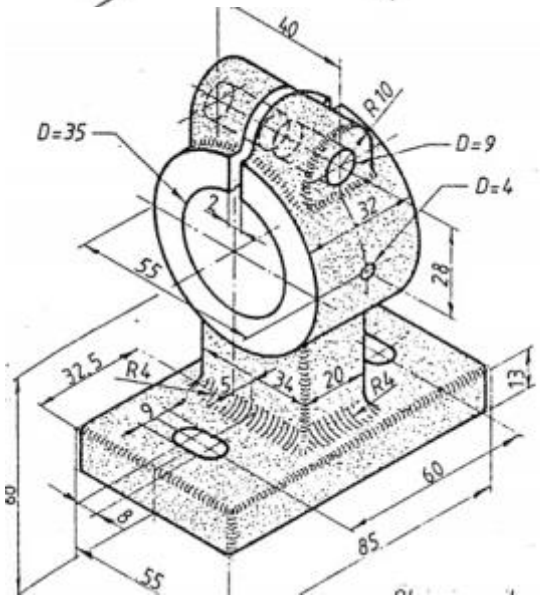
Kum Kalıba Döküm Uygulama

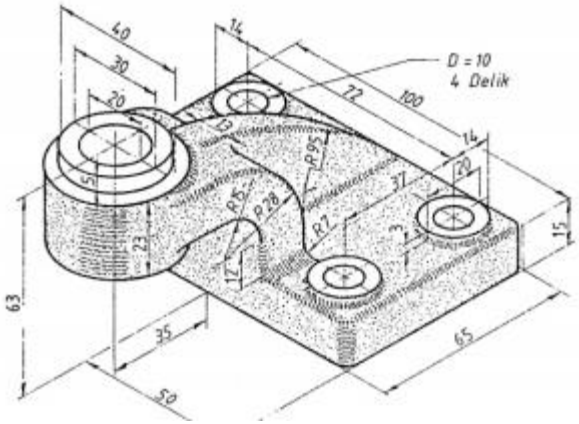












Kum Kalıba Döküm Uygulama

Kum Kalıba Döküm Uygulama

Yaş Kum Kalıba Döküm

Demir-çelik, bakır, aluminyum dökümde kullanılır

İyi bir kalıp kumunda, genellikle aşağıdaki özellikler bulunmalıdır.

- Yüksek sıcaklıklara dayanım,
- Döküm parçalarda daha iyi yüzey kalitesi veren küçük tane boyutu,
- Döküm esnasında oluşan gaz çıkışını sağlayacak geçirgenlik
- Yuvarlak tanelere göre daha iyi bir kalıp dayanımı veren karmaşık tane

Yaş kum kalıba döküm yönteminin üstünlükleri:

- Genelde düşük kalıp ve kalıplama maliyeti
- Çok büyük parçaların dökümüne uygundur
- Karmaşık şekilli parça üretimi
- Çoğu metalin dökümüne uygun olması

Yaş kum kalıba döküm yönteminin sınırları:

- Kalıp dayanımının düşük olması ve taşıma sırasında bozulma
- Düşük boyut hassasiyeti ve yüzey kalitesi

Kuru Kum Kalıba Döküm

400 °C aşılmamalıdır

Kuru kum kalıba döküm yönteminin üstünlükleri:

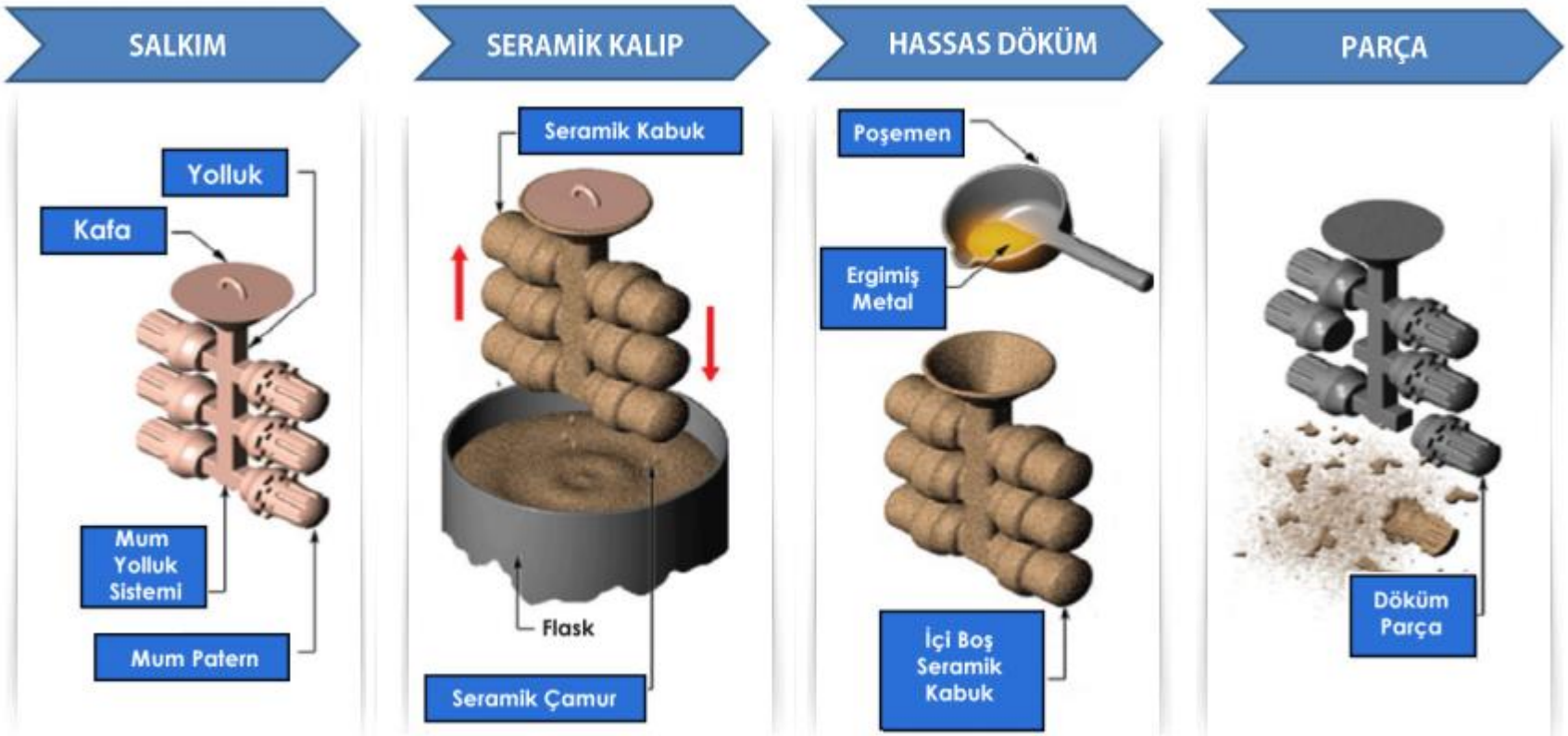
- Kalıp dayanımı ve ergimiş metal erozyonunu dayanımı daha yüksektir,
- Kalıplar taşınırken bozulma tehlikesi daha azdır,
- Döküm sırasında su buharı nedenle ortaya çıkan döküm kusurları oluşmaz,
- Gaz geçirgenliği daha iyidir,
- Daha düşük taneli kumlar kullanılabildiği için, daha az yüzey pürüzlülüğü sağlanabilir.

Kum kum kalıba d.küm yönteminin sınırları:

- Yaş kalıba göre kalıp hazırlama süresi ve maliyeti yüksektir

Hassas Döküm (investment casting, kuyumcu dökümü**)**

- Alüminyum ,bronz, magnezyum alaşımları, dökme demir, paslanmaz çelik, takım çeliği
- Yüksek ergime sıcaklığına sahip metallerin dökümü için elverişlidir
- Türbin kanatları, silah parçaları, karmaşık geometrili dökümler
- Otomotiv, uçak, askeri endüstrilerde kullanılır



Hassas Döküm

üstünlükleri:

- İnce detayları olan çok karmaşık parçalar üretimi
- Çok farklı döküm malzemelere uygunluğu
- Yüksek dayanıma sahip parça üretimi
- Oldukça iyi yüzey kalitesi ve ölçü tamlığı
- Normalde ilave bir işleme ihtiyaç yoktur
- Mum model tekrar tekrar kullanılabilir

sınırları:

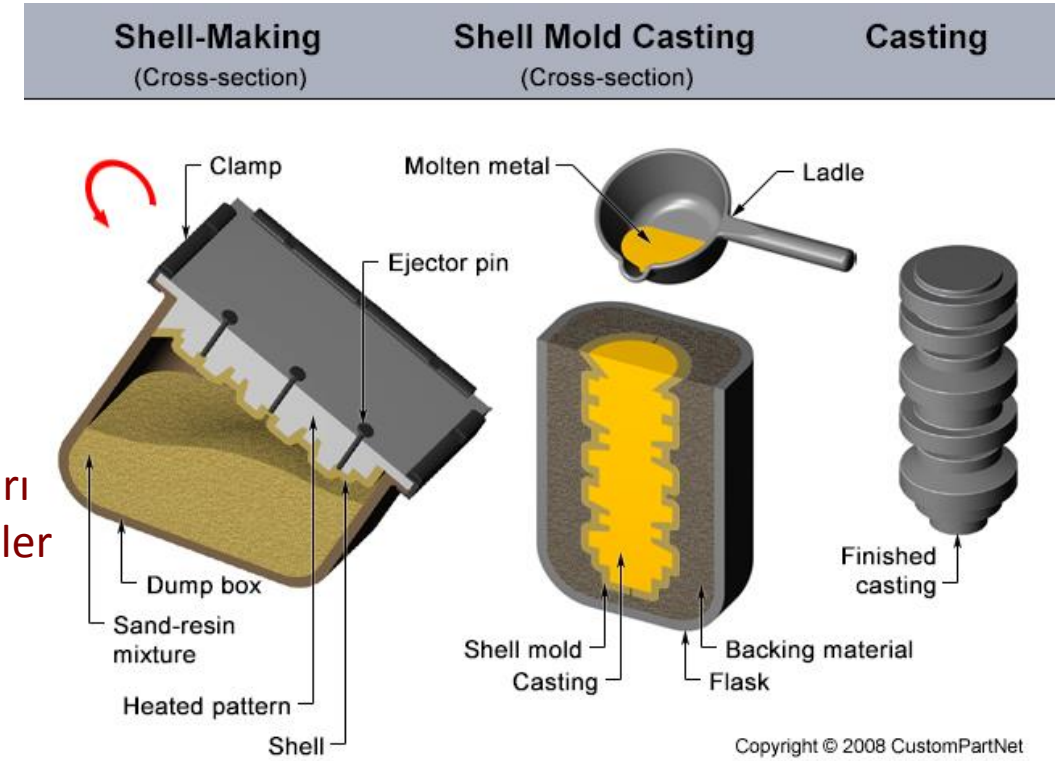
- Üretim sürecinin çok zaman alması
- Nispeten pahalı üretim olması

Uygulama alanları

- Türbin kanatları
- askeri silah parçaları
- boru tesisat parçaları
- kilit parçaları
- el takımları
- Kuyumculuk
- tıp teknolojisi

Kabuk Kalıba Döküm

- Tek kullanımlıktır.
- Metal dökümü için uygundur.
- Dişli muhafazası, silindir kafası, bağlama çubuğu ve manivela kolu gibi küçük ve orta büyüklükteki parçalar dökülür.
- Dökme demir veya çelikten arzu edilen şekli verecek model yarımları üretilir. Nadiren alüminyum modeller de kullanılmaktadır.
- Model 175-370 °C ısıtılır. Reçineli kum modele yapışır.
- Kabuk fırında 350 °C'de pişirilir.
- Kabuk modelden çıkartılıp birleştirilir.



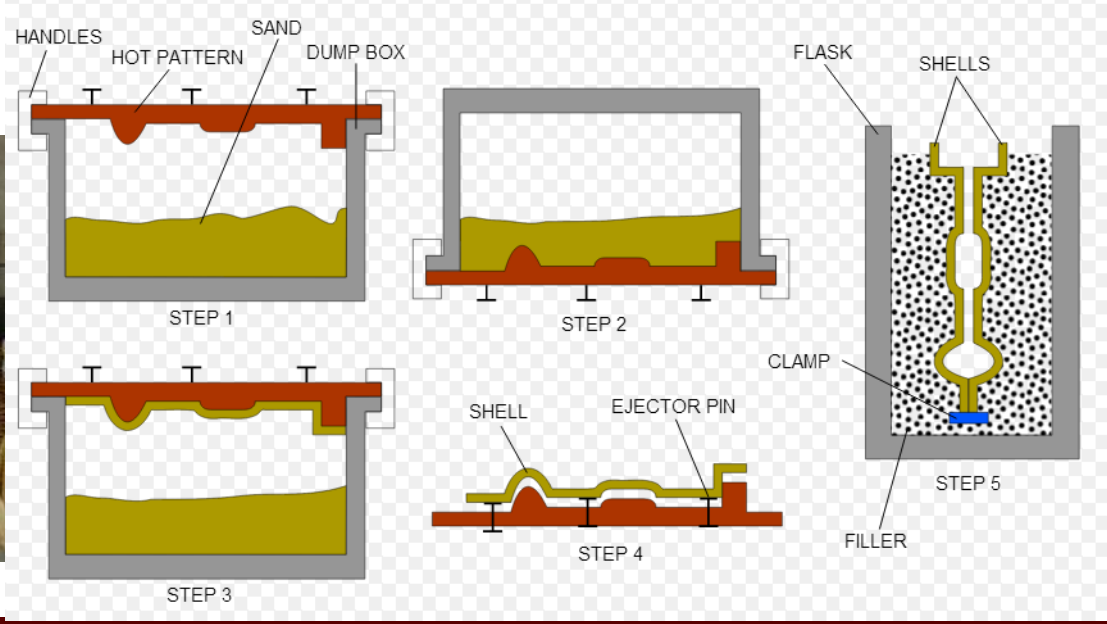
Kabuk Kalıba Döküm

Kabuk kalıba döküm yönteminin üstünlükleri:

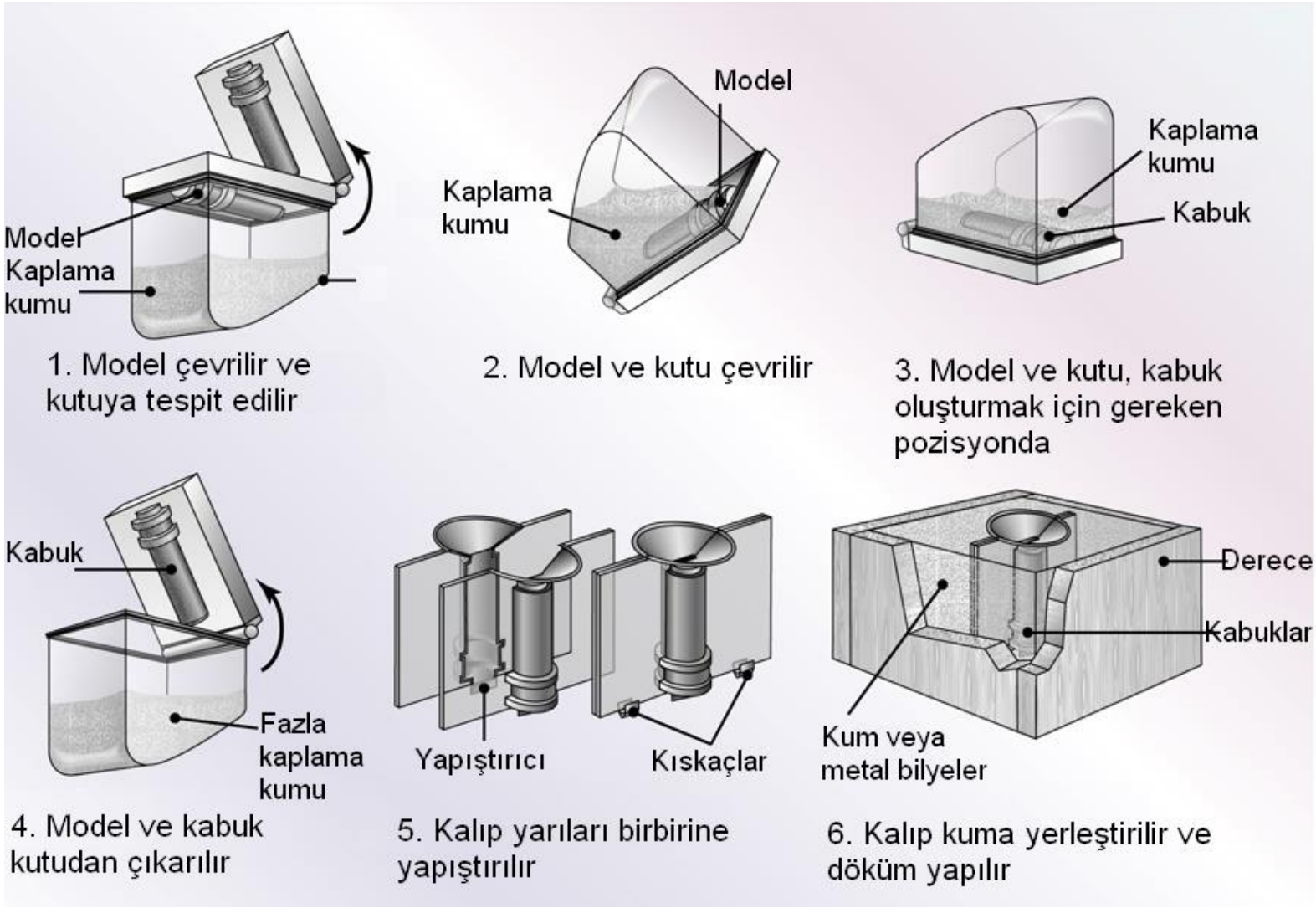
- İnce detayları olan karmaşık parçaların üretimi
- Çok iyi yüzey kalitesi
- İyi boyutsal tamlık
- İkinci bir işlem genelde gerekmez
- Seri üretime uygunluk
- Düşük işçilik maliyeti
- Çok az artık (hurda) oluşumu

Kabuk kalıba döküm yönteminin sınırları:

- Yüksek donanım ve model maliyeti



Kabuk Kalıba Döküm



Alçı Kalıba Döküm

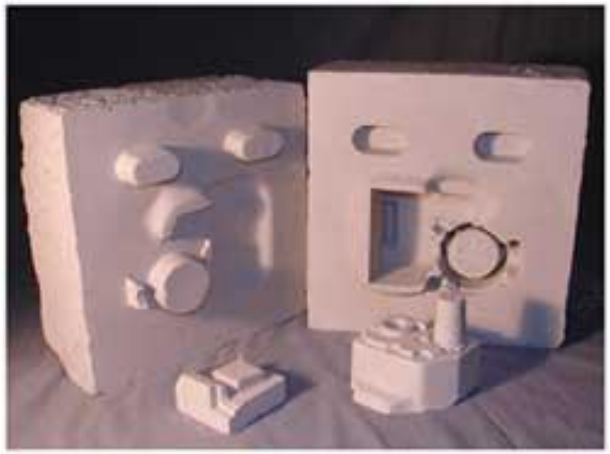
- alçı taşı ve kalsiyum sülfat, talk, kum, asbest, sodyum silikat ve su karışımından elde edilen bir harç kullanılır.
- Alçının dayanımı düşük olduğundan, bu yöntemle genellikle 10 kg'dan daha düşük olan parçalar üretilir.

Alçı kalıba döküm yönteminin üstünlükleri:

- İyi boyutsal tamlık ve yüzey kalitesi
- İnce kesitli dökümlere uygunluk

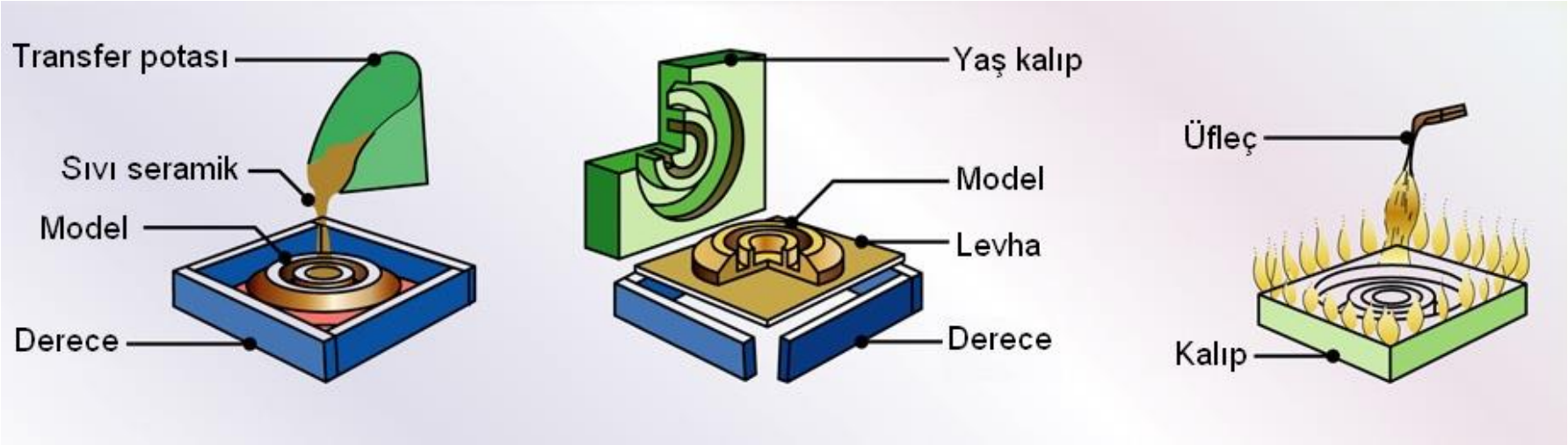
Alçı kalıba döküm yönteminin sınırları:

- Alçı içindeki nem bazı problemlere neden olmaktadır
- Nemin uzaklaştırılması için kalıp fırınlanmalıdır,
- Fırınlama süresi aşıldığında kalıp dayanımı azalır
- Alçı kalıplar yüksek sıcaklıklara dayanamazlar. Bu nedenle, ancak düşük ergime sıcaklığına sahip metaller için kullanılabilmektedir.



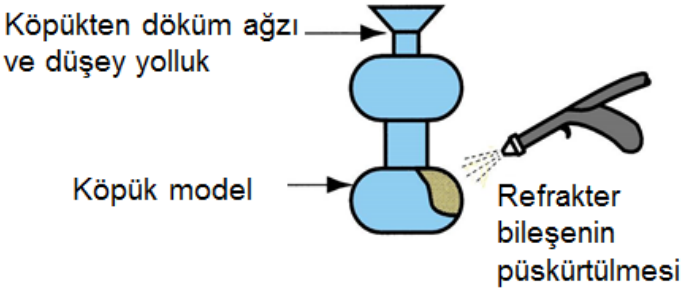
Seramik Kalıba Döküm

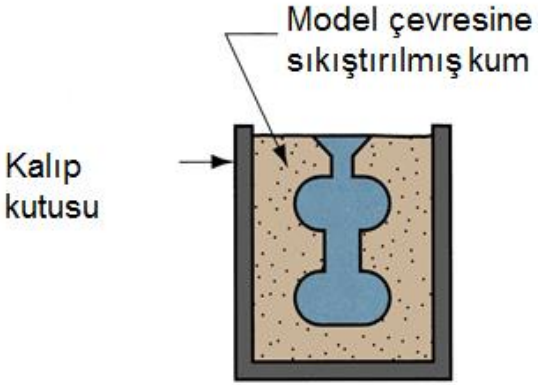
- Seramik kalıba döküm yöntemi, alçı kalıba döküm yöntemine oldukça benzerdir. Tek fark, kalıp malzemesi olarak alçı yerine yüksek ısıya dayanıklı refrakter malzeme kullanılmıştır.
- Alçı, plastik, ağaç veya kauçuk malzemeden yapılan modellerin üzerine seramik çamuru dökülür. Sertleşen seramik kalıplar modellerden ayrılarak yaklaşık 1000 °C de fırınlanır. Bu kalırlar, dökme çelikler, dökme demirler ve diğer yüksek sıcaklık alaşımları için kullanılabilmektedir.
- Pahalı bir yöntem olmakla beraber ikincil üretim işlemleri (ör. Talaşlı imalat) genellikle elimine edilebilmektedir. Bu yöntemle üretilen tipik parçalar, paslanmaz çelik ve bronzdan yapılan kompresör çarkları, kompleks kesme takımları ve plastik kalıp takımlarıdır.



Dolu kalıba döküm

- Bu yöntem, kalıptan çıkarılması zor veya oldukça karmaşık şekilli parçaların çapaksız olarak dökülmesini mümkün kılmaktadır. Bununla beraber, model maliyeti genelde yüksektir.
- Alüminyum, dökme demir, çelik, nikel ve bakır gibi belli alaşımlar bu yöntem ile üretilebilmektedir





Dolu kalıba döküm yönteminin üstünlükleri:

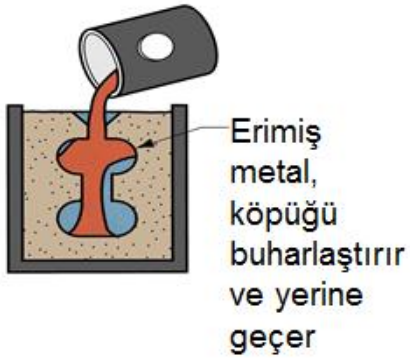
• Modelin kalıptan çıkarılmasına gerek yoktur

• Yaş kuma ve iki parçalı kalıba gerek duymaması nedeniyle basit ve hızlı kalıp yapımı,

Dolu kalıba döküm yönteminin sınırları:

• Her döküm için yeni bir modele ihtiyaç duyulması

• İşlemin ekonomikliği, büyük ölçüde model üretim maliyetine bağlıdır.

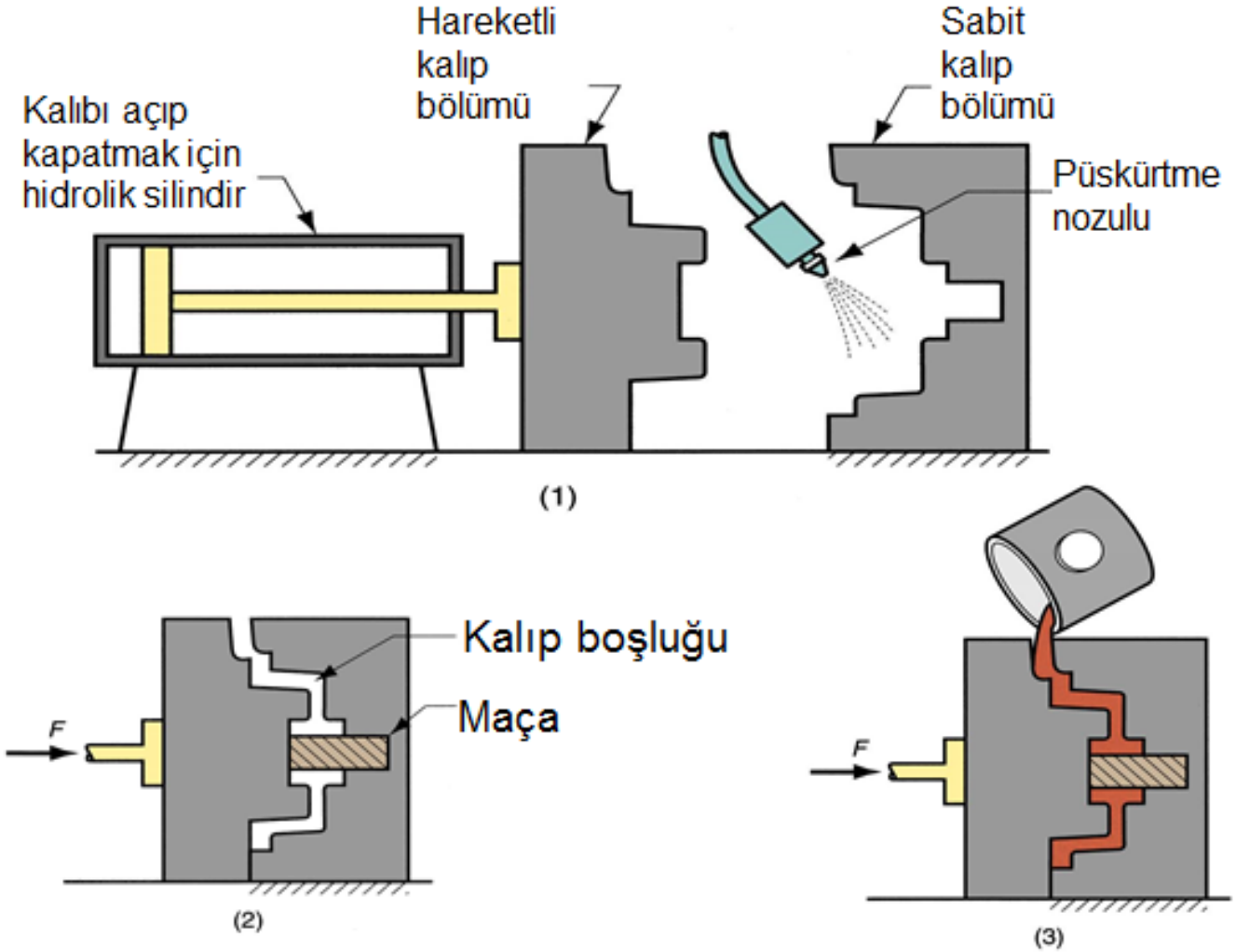


Kokil (Metal) Kalıba Döküm

- ✧ Basınçsız Döküm
- ✧ Boşaltma Döküm
- ✧ Düşük Basınçlı Döküm
- ✧ Vakumlu Döküm
- ✧ Basınçlı Döküm
- ✧ Savurma (Santrifüj) Döküm
- ✧ Sıkıştırma Döküm
- ✧ Sürekli Döküm
- ✧ Ektrüzyon Tekniğiyle Döküm

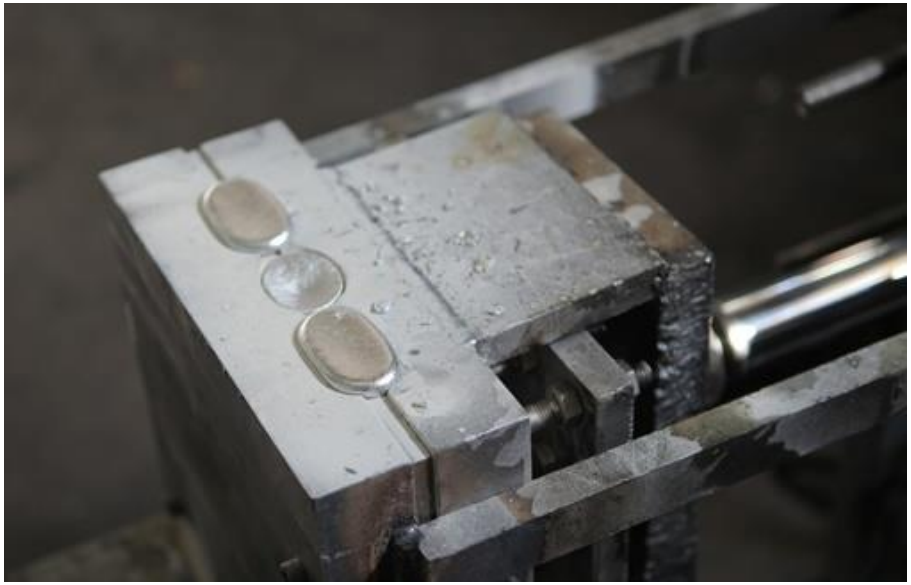
Çok kullanımlık kalıba döküm (metal kalıba döküm) yöntemleri, talaş kaldırma işçiliğinin, malzeme sarfiyatının az olması, seri üretime uygun olması, kum kalıpta döküme göre yüzey kalitesi ve mukavemet özellikleri daha iyi olması gibi nedenlerle endüstri alanında çok kullanılmaktadır.

Kokil Kalıba Döküm



Basınçsız Döküm

- Metal kalıp (çelik-dökme demir)
- Defalarca kullanım
- Sıvı metal yerçekimiyle kalıbı doldurur
- Küçük basit benzer cidar kalınlığındaki parçaların üretiminde tercih edilir
- Demir dışı metal (Al, Cu, Mg vb.)
- Piston, boru tesisat parçası, otomotiv, mermi, uçak parçası, mermi, füze



Basınçsız Döküm

- Kalıp hazırlama: 150-260 C kalıp ön ısıtma, ayırıcı
- Kalıp montajı: en az iki parçalı kalıp, maça
- Döküm: ergimiş metal potadan kalıba dökülür
- Soğutma: ergimiş metal kendi halinde soğumaya bırakılır
- Kalıp açma: metal katılaştıktan sonra iki parçalı kalıp ayrılır
- Kesme taşlama: döküm parça üzerindeki yolluk besleyici kesilir, gerekirse taşlanır

Daimi metal kalıba döküm yönteminin üstünlükleri:

• Çok iyi boyutsal kontrol ve yüzey kalitesi

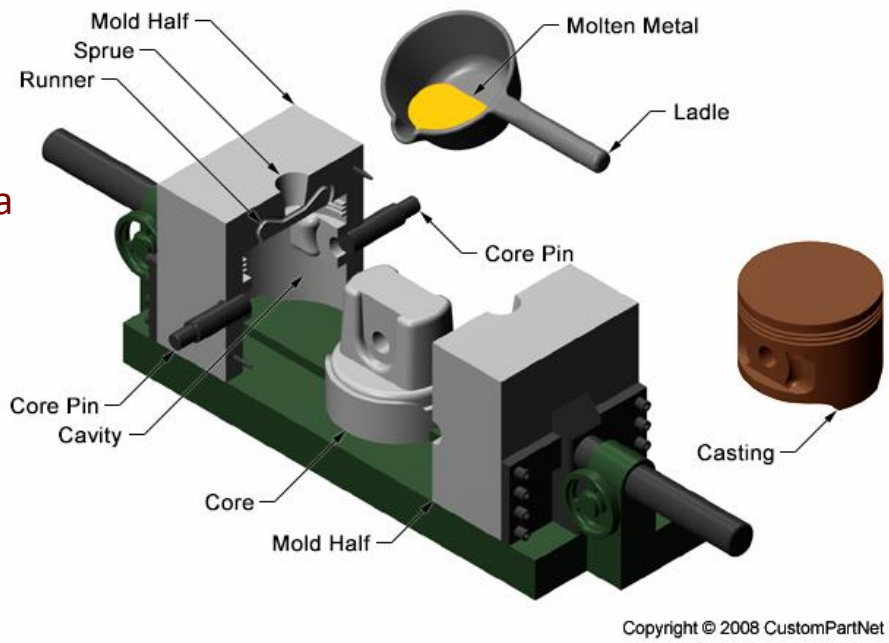
• Metal kalıp nedeniyle daha hızlı katılaşma ve bunun sonucunda da da ince taneli ve dayanımı yüksek parça üretimi

Daimi metal kalıba döküm yönteminin sınırları:

• Genellikle kullanımı düşük ergime sıcaklığına sahip metaller ile sınırlıdır

• Kalıpların açılıp kapanabilmesi gerektiği için, kum döküm tekniğine göre daha basit parça geometrileri için kullanılabilmektedir.

• Yüksek kalıp maliyeti

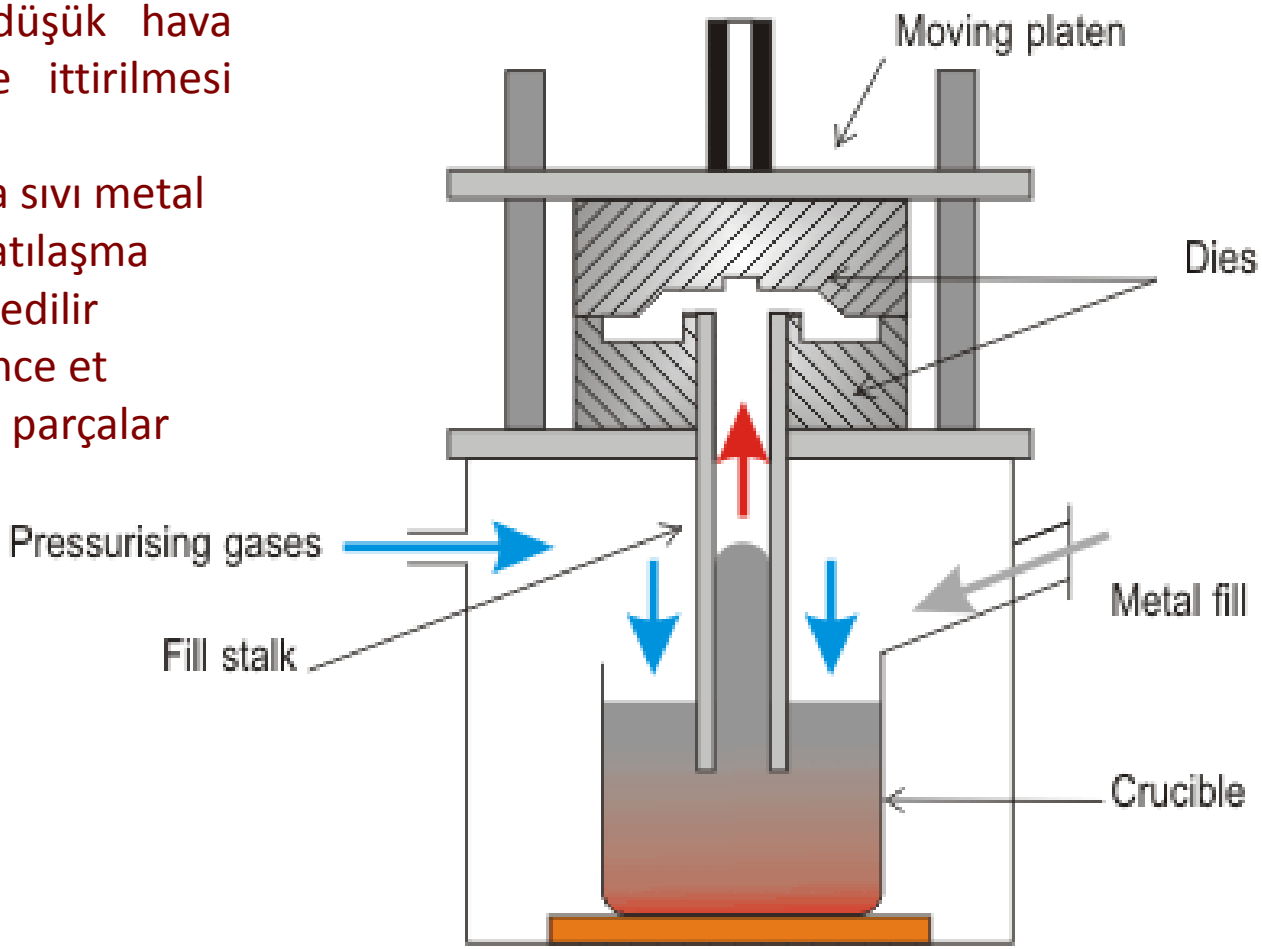


Boşaltma Döküm

- maça kullanılmadan içi boş parça dökmek amaçlanır
- Kalıp içerisindeki sıvı metal yüzeyi kısmen katılaştıktan sonra merkezdeki metalin geri akıtılması prensibine dayanır.
- metal kalıp yüzeyi daha soğuk olduğundan, katılaşma yüzeyde başlayıp içe doğru ilerler.
- Kabuğun kalınlığı, katılaşma süresi göz önüne alınarak ayarlanmalıdır
- Boşaltma döküm yöntemi ile kalay, kurşun gibi ergime noktası düşük olan metallerden heykel, lamba tabanı ve bazı oyuncaklar yapılır.
- parçalarda, dayanımdan ve içyapının görünümünden ziyade dış görünüm önemlidir.

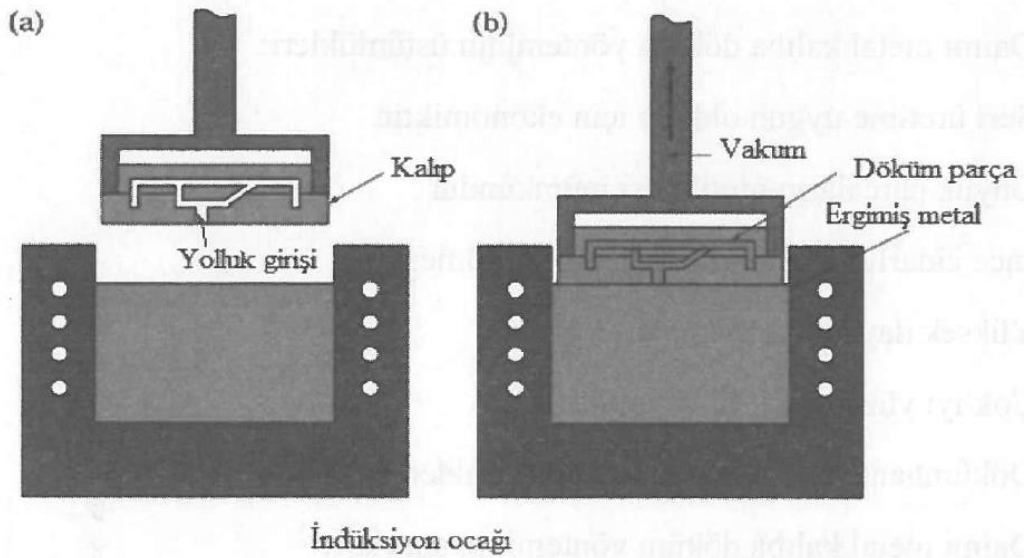
Düşük Basınçlı Döküm

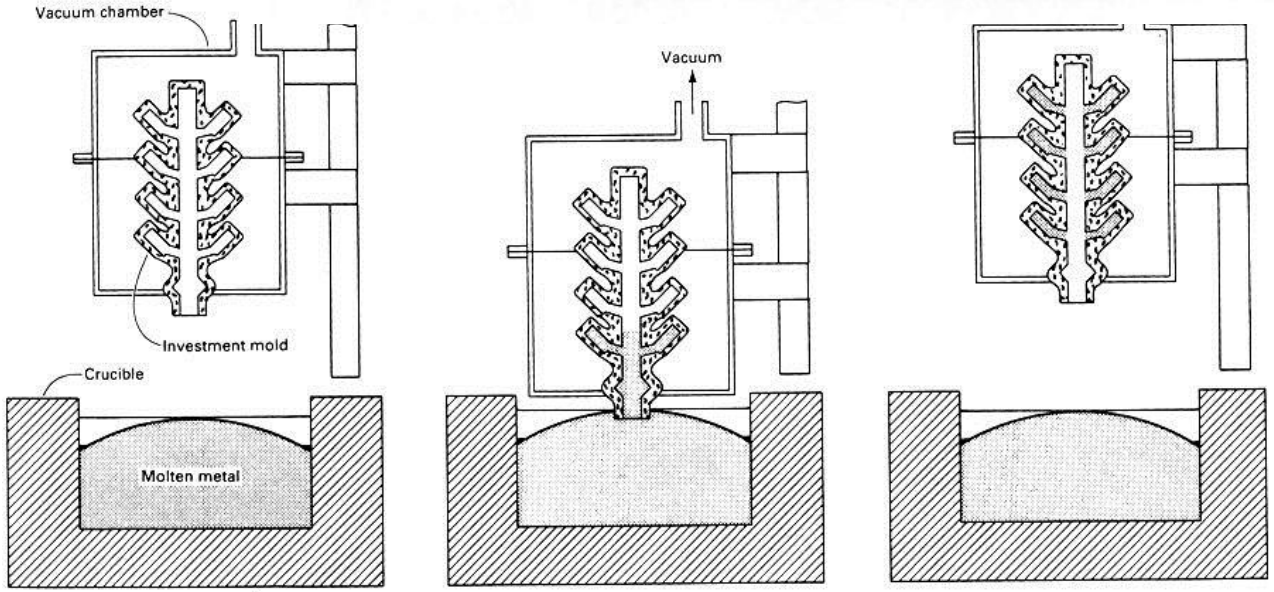
- Ergimiş metalin kalıba dökülmesi yerine, sıvı metalin düşük hava basıncı (< 1 bar) ile ittirilmesi prensibine dayanır.
- Bu basınç uygulamasına sıvı metal kalıbı doldururken ve katılaşma devam ederken devam edilir
- Ayrıca daha hassas ve ince et kalınlığına sahip döküm parçalar elde edilebilmektedir



Metal Kalıba Vakumlu Döküm

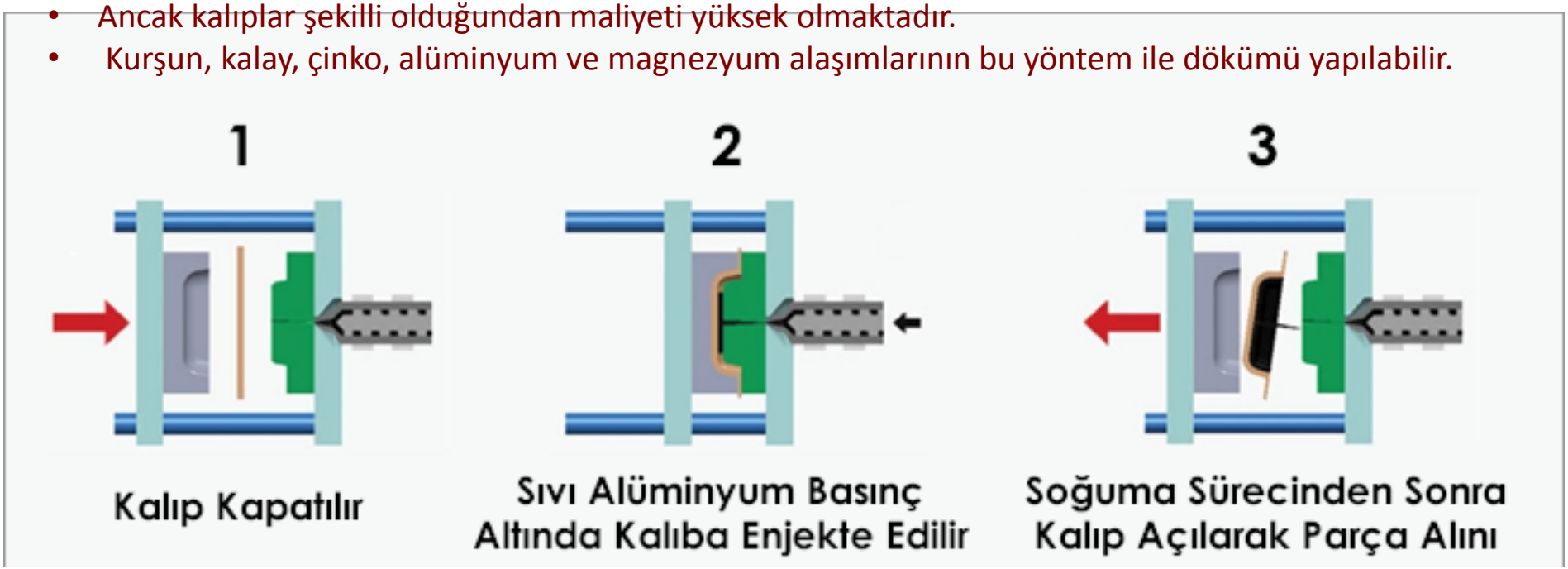
- Alçak basınçlı dökümün bir çeşidi olan vakumlu kalıcı kalıba döküm sıvı metalin kalıba vakumla doldurulması esasına dayanır.
- Alçak basınçlı döküm yerine vakumun kullanılmasının çeşitli avantajları vardır; gaz gözenekleri ve ilgili kusurlar azaltılır ve bu sayede daha yüksek dayanımda döküm parçası elde edilir





Basınçlı Döküm

- Sıvı metal basınç altında hızla bir biçimde metal kalıba doldurulur.
- Katılaşma tamamlanıncaya kadar basınç uygulanmaya devam edilir
- kalıp açılarak itici çubuklar yardımıyla parça kalıptan çıkartılır.
- Genellikle dökülecek malzemenin ergime sıcaklığı, 1000°C'nin altındadır ve uygulanan basınç 10-80 atmosfer arasında değişir.
- Bu işlemden sonra üretilen döküm parçalarına genellikle talaşlı imalat uygulanmaz.
- 5.000-100.000 adet döküm (seri üretim) yapılabilir.
- Ancak kalıplar şekilli olduğundan maliyeti yüksek olmaktadır.
- Kurşun, kalay, çinko, alüminyum ve magnezyum alaşımlarının bu yöntem ile dökümü yapılabilir.



Basınçlı Döküm

Daimi metal kalıba döküm yönteminin üstünlükleri:

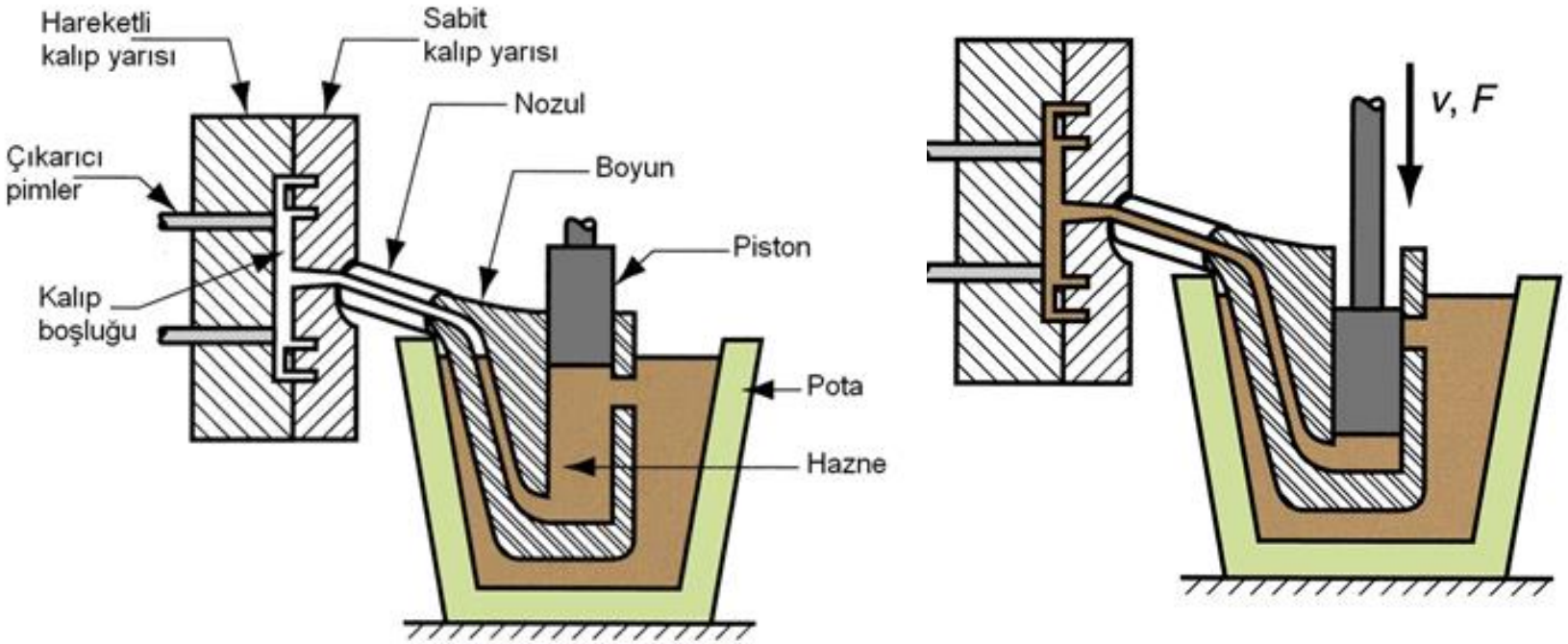
- Seri üretime uygun olduğu için ekonomiktir
- Büyük parçaların üretilmesi mümkündür
- İnce cidarlı parçaların şekillendirilebilmesi
- Yüksek dayanıma sahip parça üretimi
- Çok iyi yüzey kalitesi ve tamlık
- Dökümhane hurdasının kolaylıkla yeniden kazanımı

Daimi metal kalıba döküm yönteminin sınırları:

- Genelde düşük ergime sıcaklığına sahip metallerle sınırlıdır
- Yüksek takım ve donanım maliyeti
- Sınırlı kalıp ömrü
- Uzun ön hazırlık süresi
- Döküm sonrası kesme ve taşlama ihtiyacı

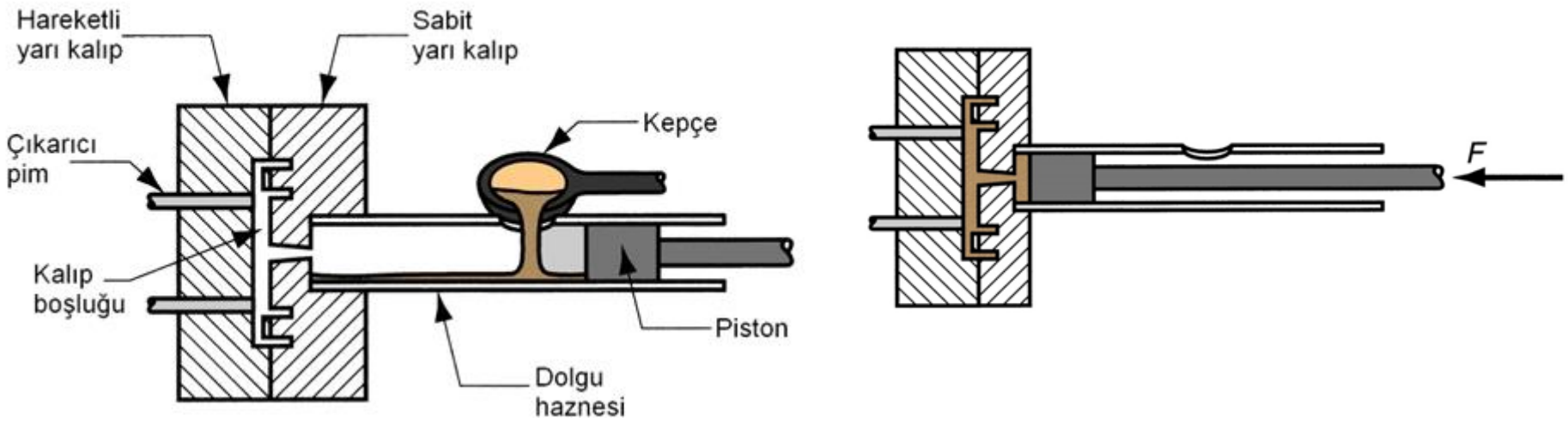
Sıcak Kamaralı Metal Kalıba Döküm

- Kalay, kurşun ve çinko gibi düşük sıcaklıkta eriyen metallerin dökümünde kullanılan bir yöntemdir.
- Bu yöntemde hazne potanın içinde bulunur. Erimiş metalin içindeki hazneye dolan sıvı metal bir piston veya basınçlı hava yardımıyla kalıp boşluğuna basılır.
- Bu yöntemle ancak ergime sıcaklığı nispeten düşük olan çinko, kalay, kurşun ve magnezyum gibi metallerin dökümü yapılır.



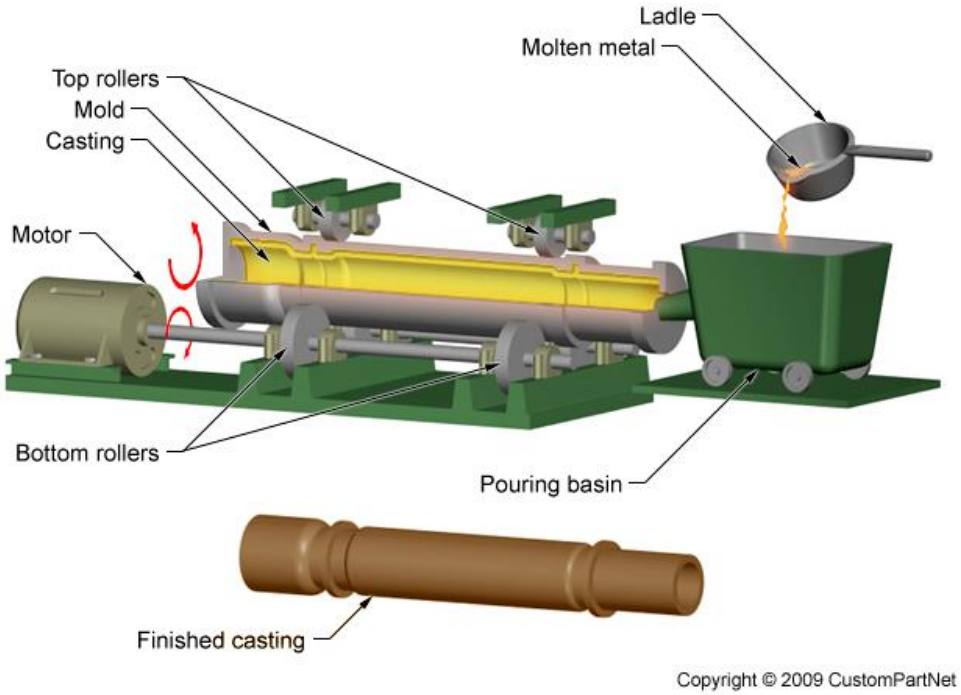
Soğuk Kamaralı Metal Kalıba Döküm

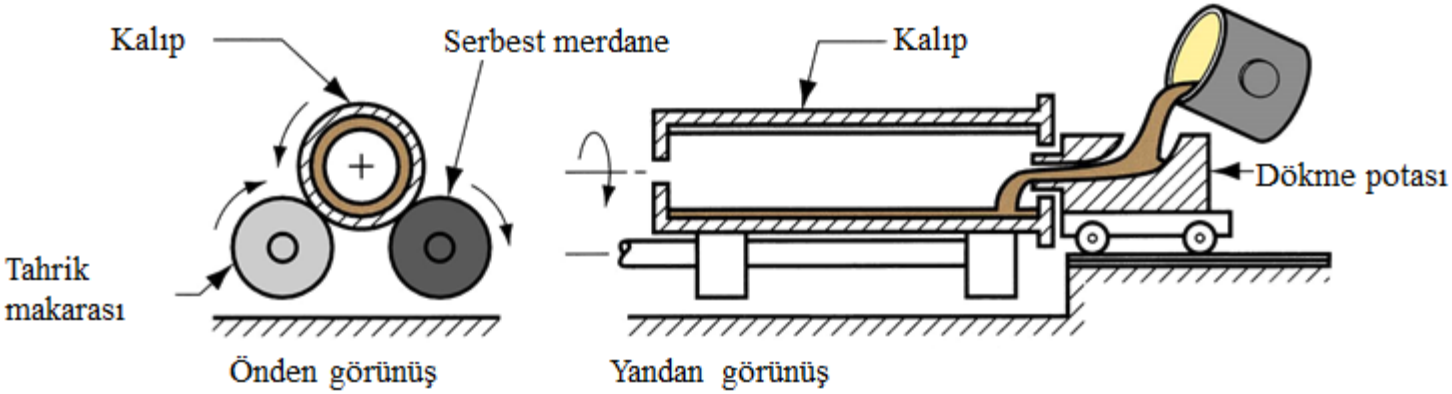
Yüksek sıcaklıkta eriyen ve makinenin çalışan parçaları ile sürekli temas halinde bulunması sakıncalı olan alaşımlarda (bakır, alüminyum ve magnezyum alaşımları) soğuk hazneli basınçlı döküm yöntemi kullanılır



Savurma Döküm

- erimiş metal, bir eksen etrafında döndürülen kalıplar içine dökülür.
- Merkezkaç kuvvetlerinin oluşturduğu basınç metalin kalıp cidarlarına homojen olarak dağılmasını, parçanın dışının kalıbın iç şeklini almasını sağlar.
- Parçalar: borular, tüpler ve halkalar

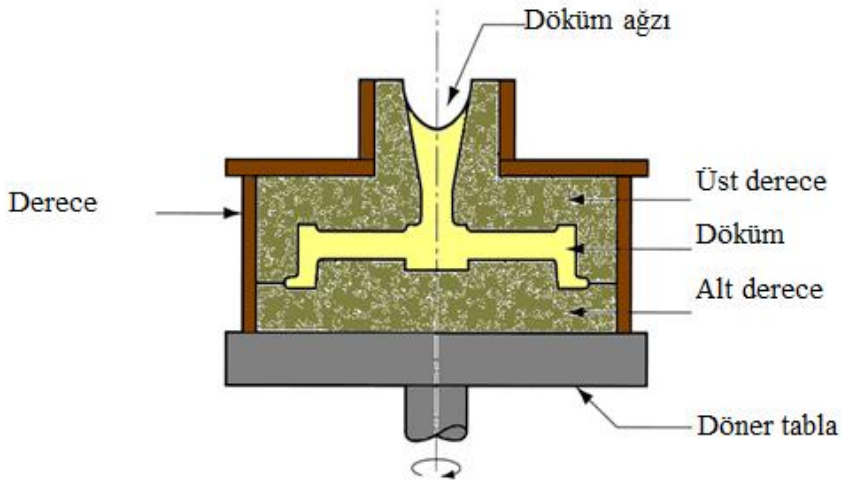




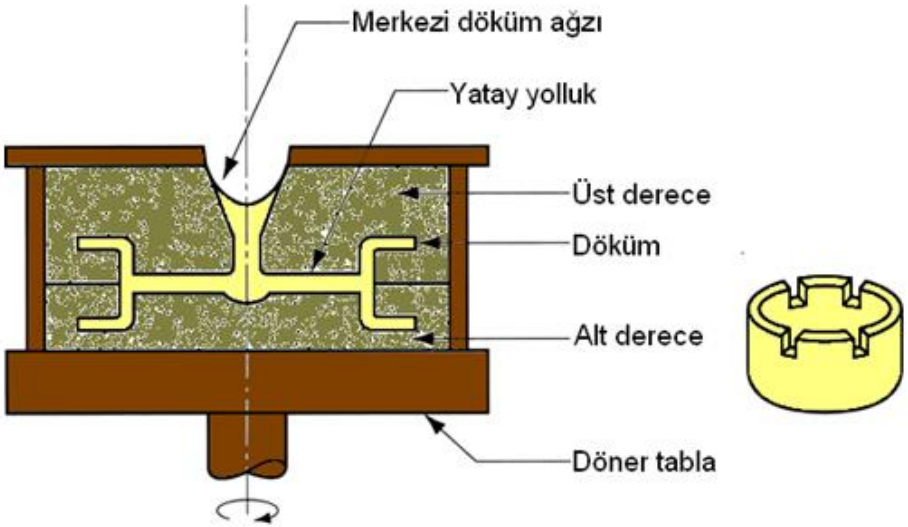
Katılaşma

- Kalıplar, merkezden metal besleyecek besleyicilerle birlikte tasarlanır.
- Son dökümdeki metalin yoğunluğu, dönüş merkezine oranla dış kesitlerde daha büyüktür.
- Çoğunlukla, kalitenin en düşük olduğu kısım olan, dökümün merkezi talaşlı işlenerek uzaklaştırılan parçalarda kullanılır
- Örnekler: tekerlekler ve makaralar

- Kalıplar, parça boşlukları dönme ekseninden uzak olacak şekilde tasarlanarak erimiş metalin merkezkaç kuvvetiyle bu kalıp boşluklarına dağıtılarak dökülür.
- Küçük parçalar için kullanılır
- Diğer savurma döküm yöntemlerinde olduğu gibi parçanın radyal simetrik olması gerekmez.



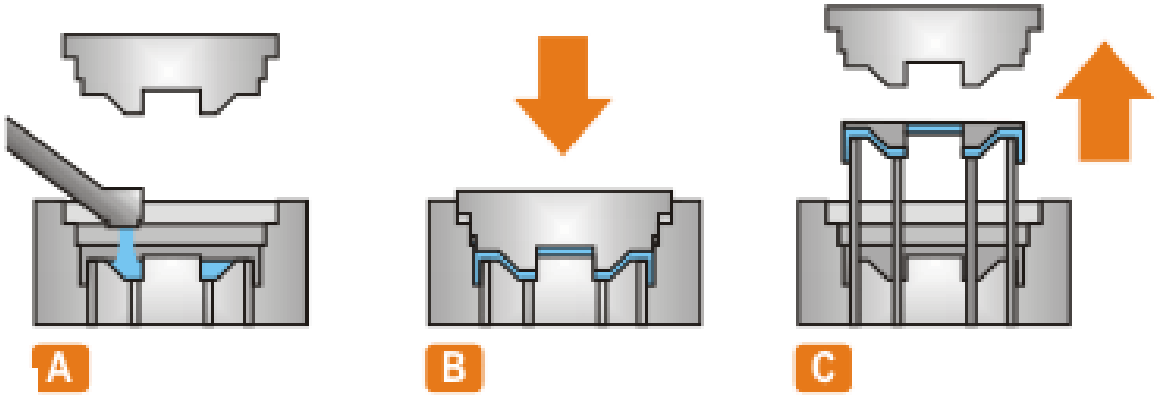
Savurmalı döküm yöntemi



(a) (b)

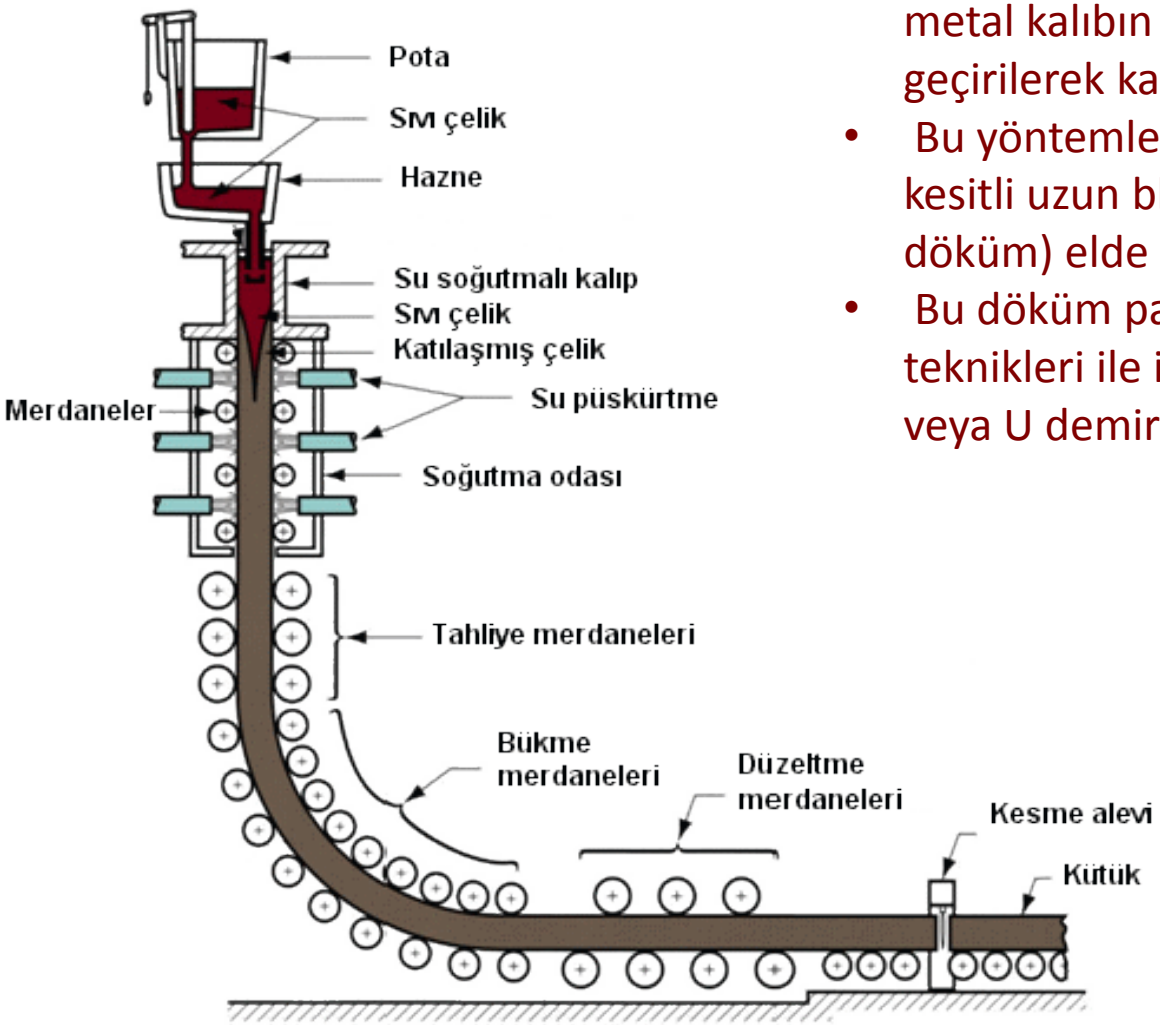
Sıkıştırma Döküm

- ergimiş sıvı metal bir pota yardımıyla alt metal kalıpların içerisine doğrudan dökülür
- prese bağlı üst bir metal kalıp yardımıyla sıkıştırılır
- katılaşma bitinceye kadar basınç uygulanmaya devam edilir.
- Döküm parça katılaştıktan sonra üst kalıp açılır ve döküm parça kalıp içerisinden çıkarılır



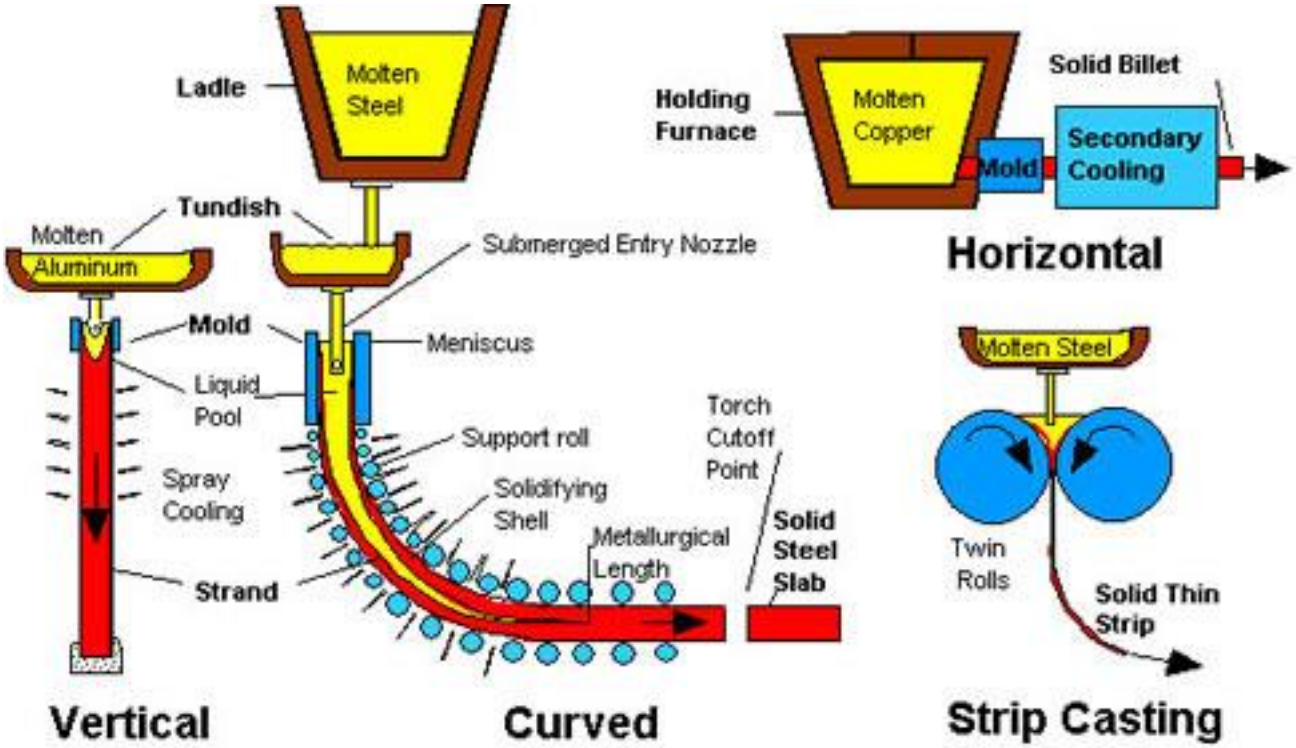
Toyota

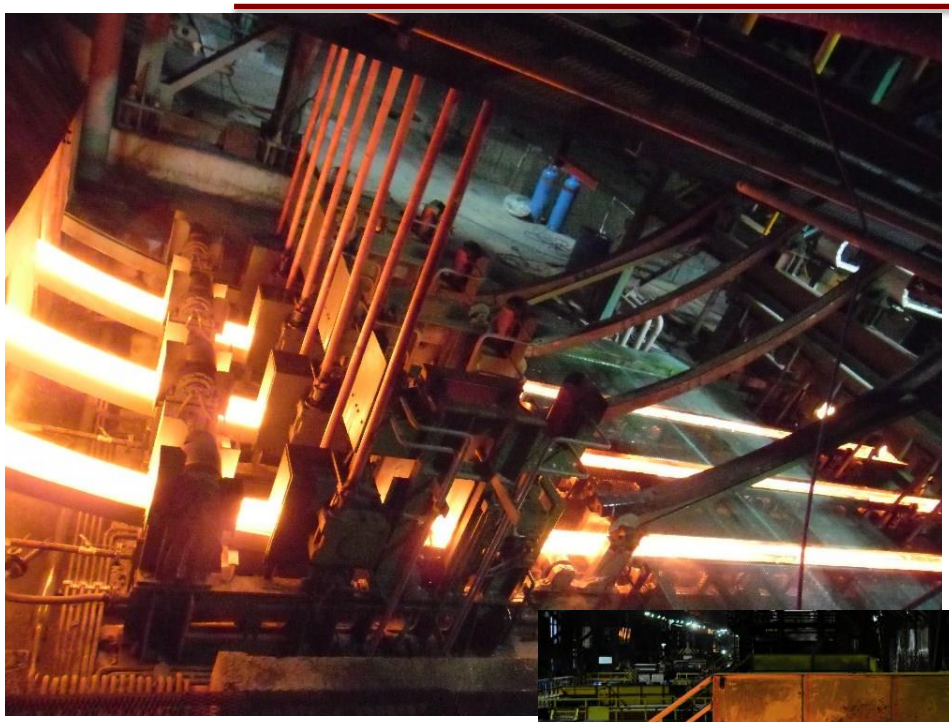
Sürekli Döküm

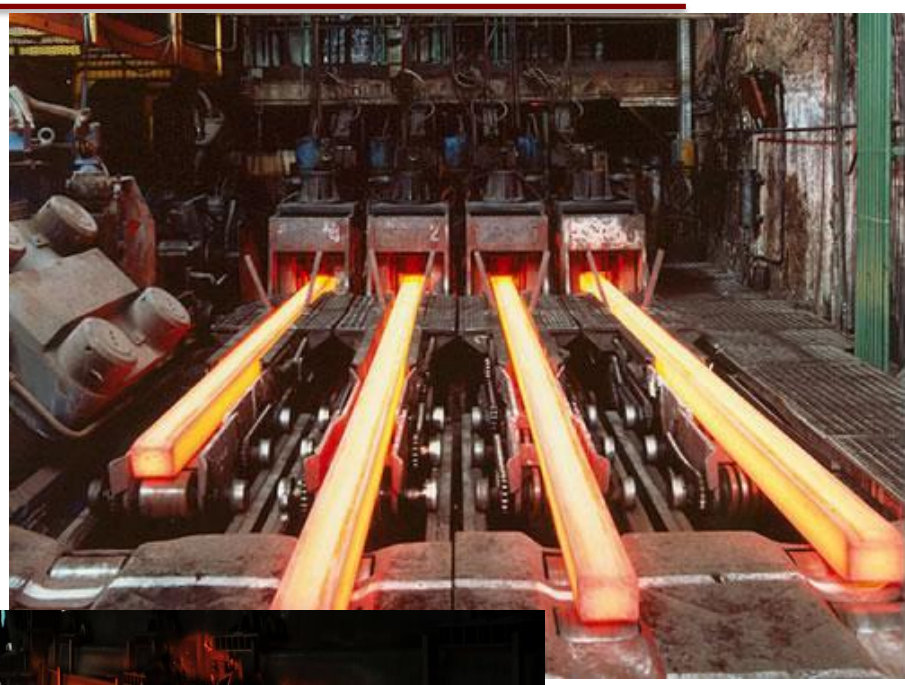


- ergimiş sıvı metal su ile soğutulan uzun bir metal kalıbın (Bakır kokil) içerisinden geçirilerek katılaştırılır ve kalıbın şekli verilir.
- Bu yöntemle genelde dikdörtgen veya kare kesitli uzun blok şekilli döküm parçalar (slab döküm) elde edilir.
- Bu döküm parçalar daha sonra haddeleme teknikleri ile ince sac, I demiri, ray demiri veya U demiri gibi şekillere getirilmektedir.

Sürekli Döküm



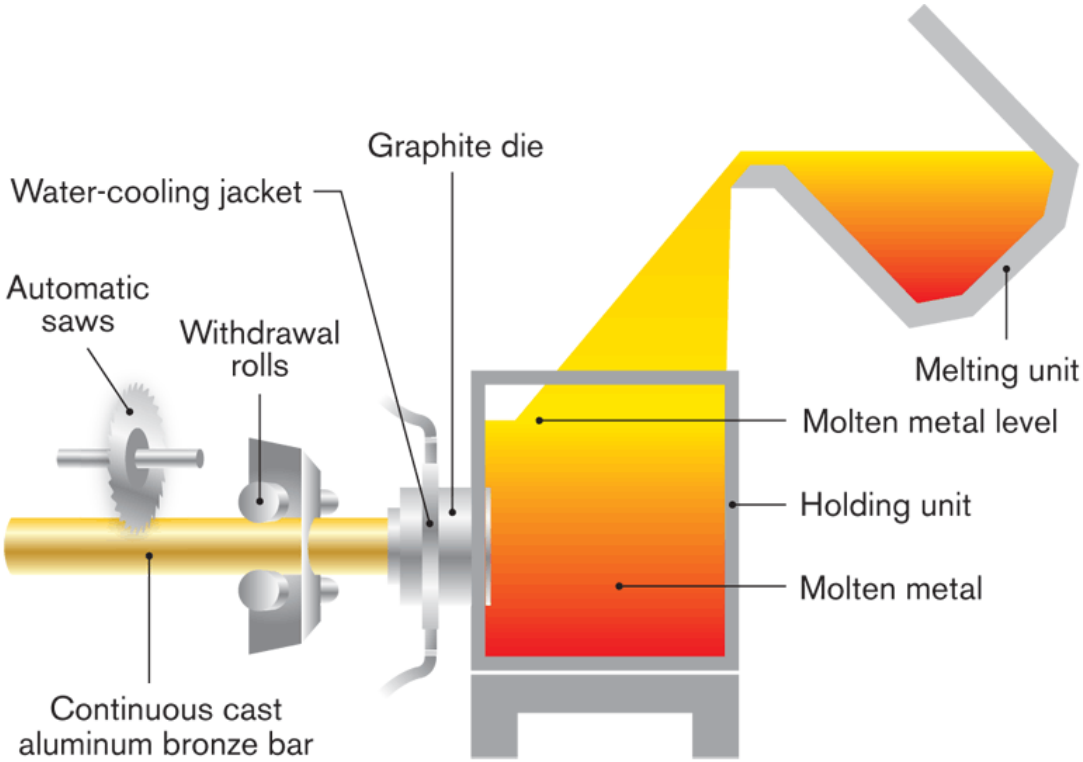




F. Nair
A. Cerit

Ekstrüzyon Tekniğiyle Döküm

- Ergitilmiş sıvı metal öncelikle bir geçiş potası içerisine dökülür
- potaya bağlı olan su soğutmalı bir metal kalıbın içerisinden geçirilerek parçalara şekil verilir.
- çok uzun çubuk şekilli metal parçaları seri bir şekilde üretilebilmektedir.
- Örneğin çeşitli kalınlık ölçülerinde dolu metal çubuklar (ör. İnşaat demirleri) ile dikişsiz metal bomlar bu yöntemle yaygın olarak üretilmektedir.
- Üretilecek parça şekline göre geçiş potası önündeki matris kalıbın değiştirilmesi yeterli olacaktır.



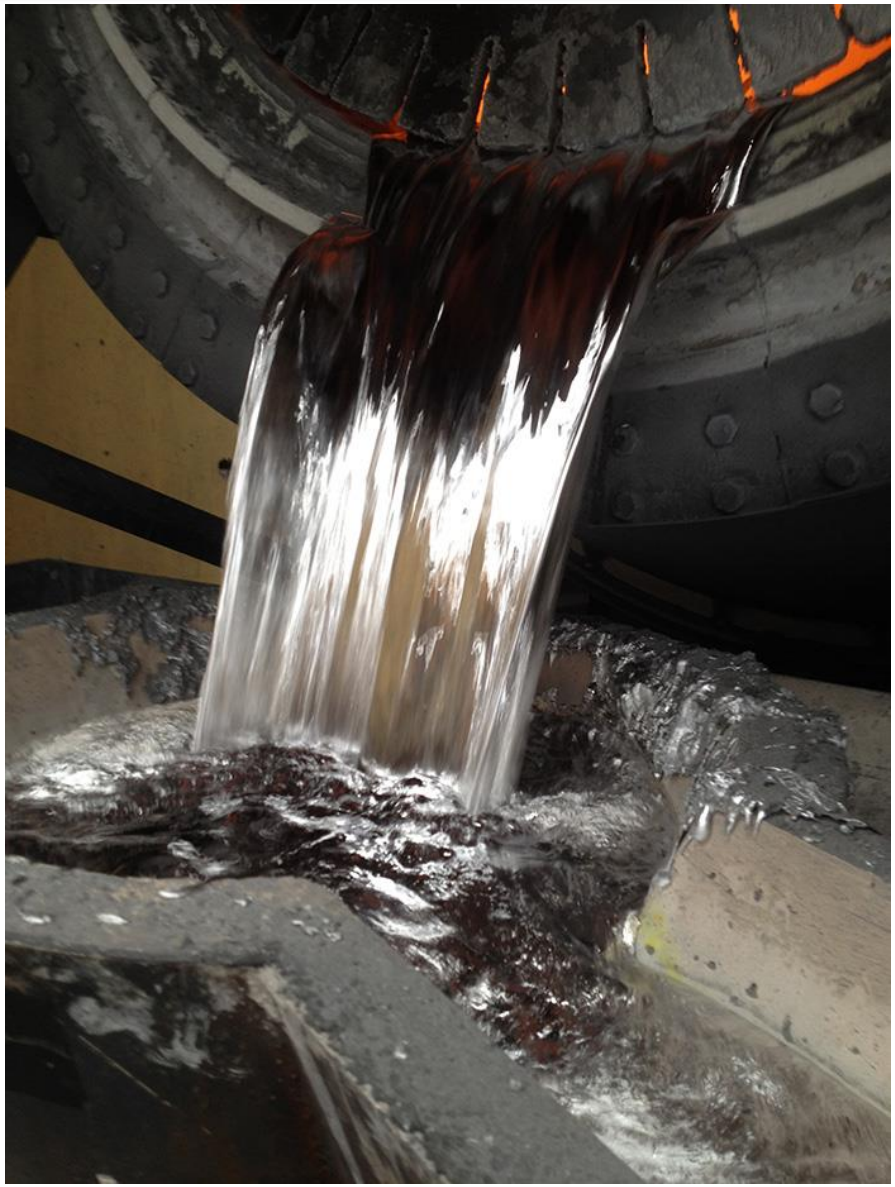
Metallerin Ergitilmesi ve Ergitme Ocakları

Ergitilecek metal veya alaşıma, döküm atölyelerinin ve dökülecek parçaların durumuna göre oldukça farklı metal ergitme ocakları kullanılmaktadır.

Metal ergitme ocaklarını, genellikle kullanılan ısı kaynağı göz önüne alınarak aşağıdaki şekilde üç genel gruba ayrılabilir.

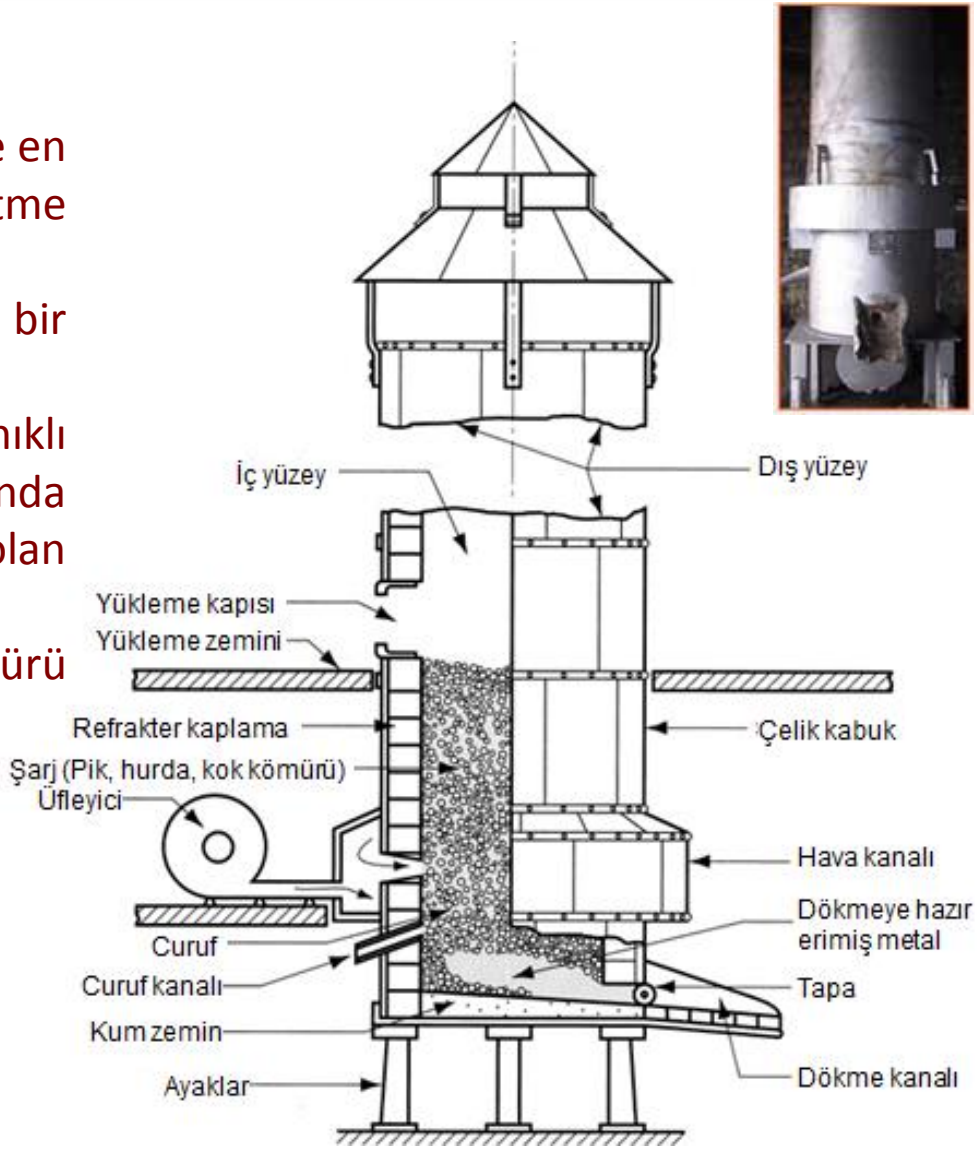
- Kupol ocakları
- Pota ocakları
- Elektrik ocakları

Malzemeler	Ergime sıcaklıkları
Kalay	232 °C
Kurşun	327 °C
Çinko	419 °C
Magnezyum	650 °C
Alüminyum	658 °C
Prinç alaşımları	1082 °C
Dökme demir	1088–1260 °C
Dökme karbon çeliği	1371 °C



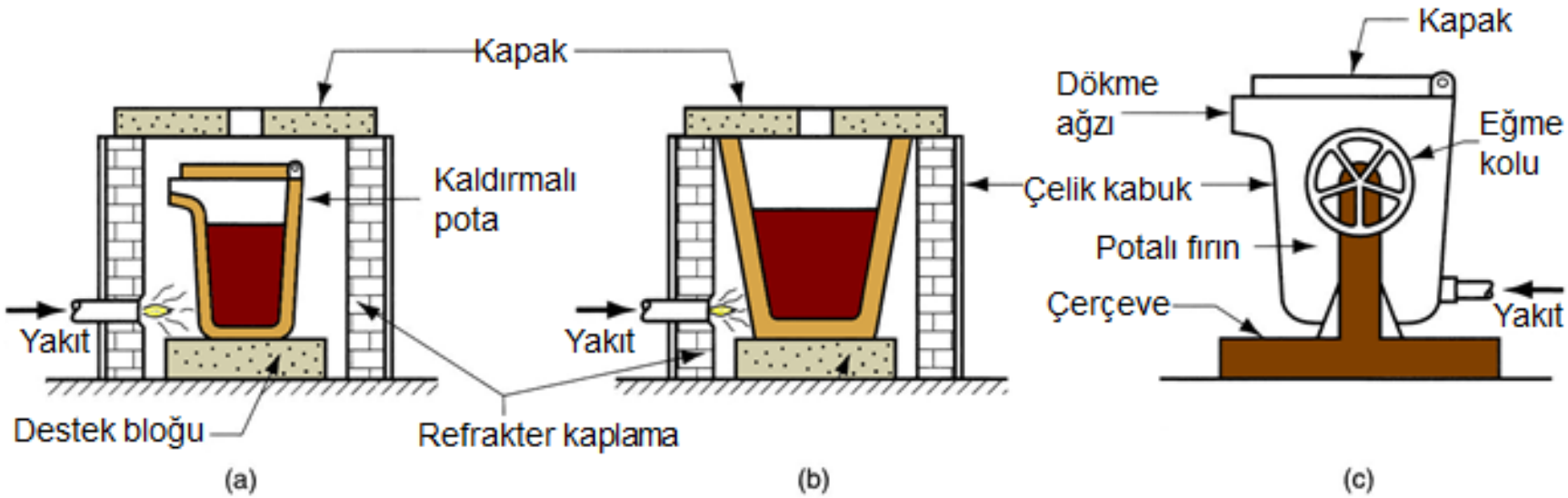
Kupol Ocakları

- Dökme demir (pik döküm) ergitilmesinde en çok tercih edilen ve en ekonomik ergitme ocağı kupol ocağıdır.
- Kupol ocağı, yüksek fırının küçültülmüş bir benzeridir diyebiliriz.
- Çelik sacdan yapılmış, içi ateşe dayanıklı refrakter tuğlalar ile kaplanmış, dışında tüyerleri (hava üflemek için nozullar) olan dikey olarak çalışan bir ocaktır.
- Bu ocaklarda ısı kaynağı olarak kok kömürü kullanılmaktadır.



Pota Ocakları

- Demir olmayan metal ve alaşımların ergitilmesinde kullanılan ergitme ocaklarıdır.
- Ergitme esnasında çoğunlukla sıvı yakıt (mazot, fueloil vb.) kullanılmakla beraber bir elektrik rezistans yardımı ile çalışan pota ocakları da mevcuttur. Sıvı yakıt alevi, bir brülör yardımıyla pota çevresine doğru yönlendirilir.
- Ergitme işlemi ocak tabanına yerleştirilen çelik sac, dökme demir, grafit potalarda yapılır.
- Pota ocakları çelik, dökme demir, bakır, alüminyum, magnezyumlarının ergitilmesinde kullanılır.



Elektrik Ocakları

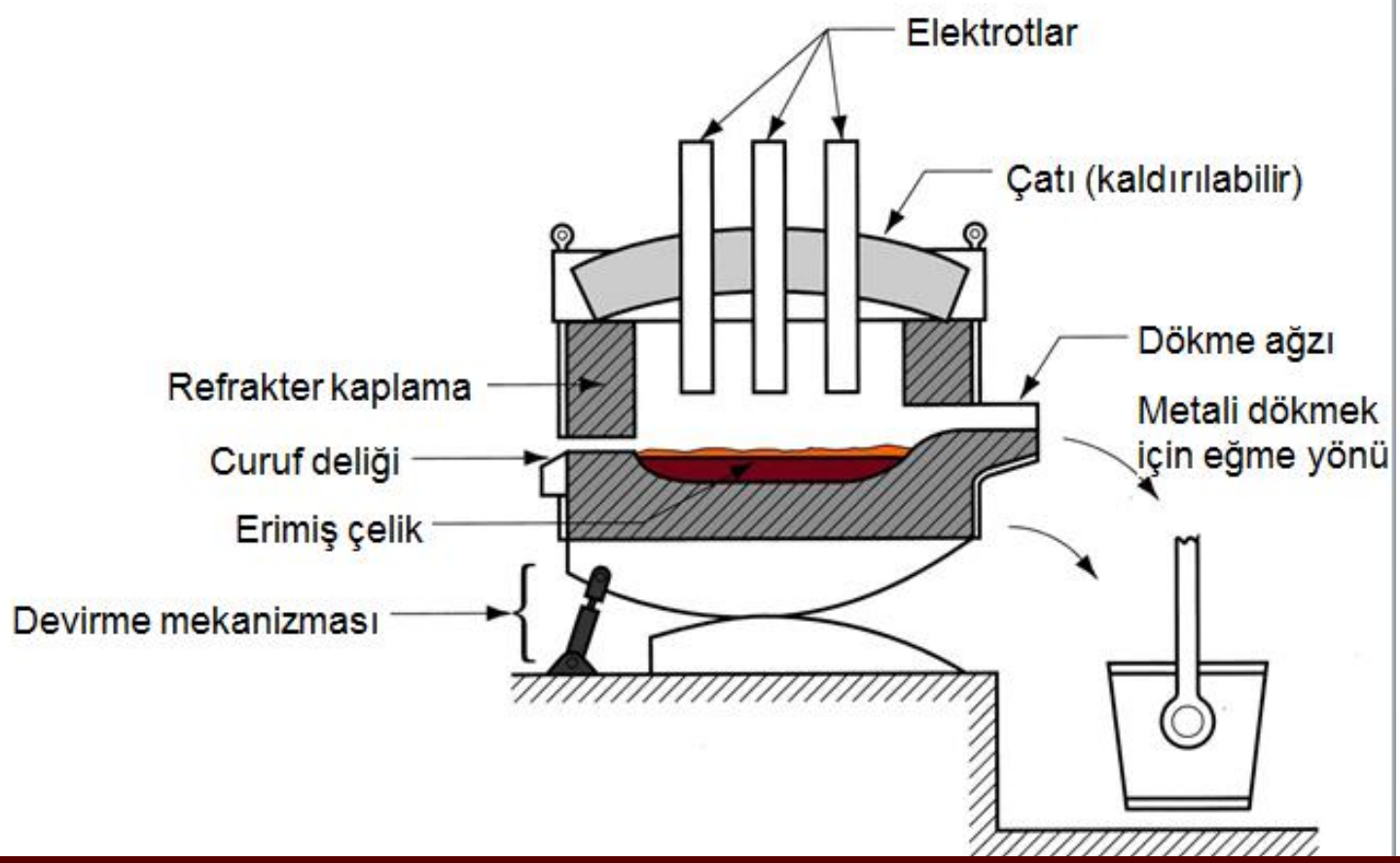
Bu ocakların diğer ocaklara göre belirgin üstünlükleri vardır.
Bu nedenle her geçen gün kullanımları artmaktadır.

Elektrik ocaklarının bazı üstünlükleri;

- Yüksek sıcaklıklar elde edilebilir (3000-3500 °C)
- Ocakların sıcaklık ayarları ve kontrolü oldukça kolaydır
- Kullanımı kolaydır,
- Genelde her çeşit metal ve alaşımlar için kullanılabilmektedir
- İstenen bileşimde alaşım yapmak daha kolaydır
- Temizdir ve metal kayıpları oldukça azdır

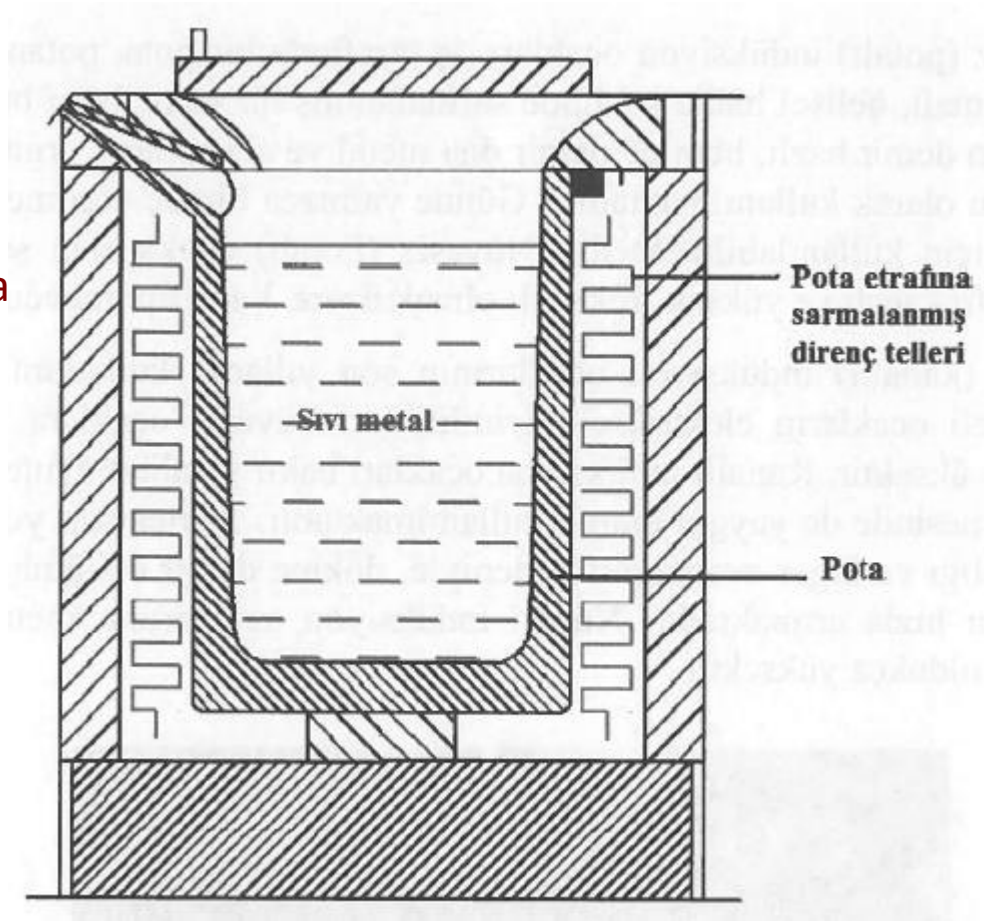
Elektrik Ark Ocakları

Dökme demir ve çelik ergitilmesinde yaygın kullanılır. Elektrik ark ocaklarında, elektrot olarak üç dikey karbon (grafit) çubuk kullanılmaktadır. Bu elektrotlar ile ocağa konulan metal arasında oluşturulan elekrik arkları ve buna bağlı yüksek ısı yardımıyla metal ergitilir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı, çalışma esnasında ortay çıkan çok büyük gürültüdür.



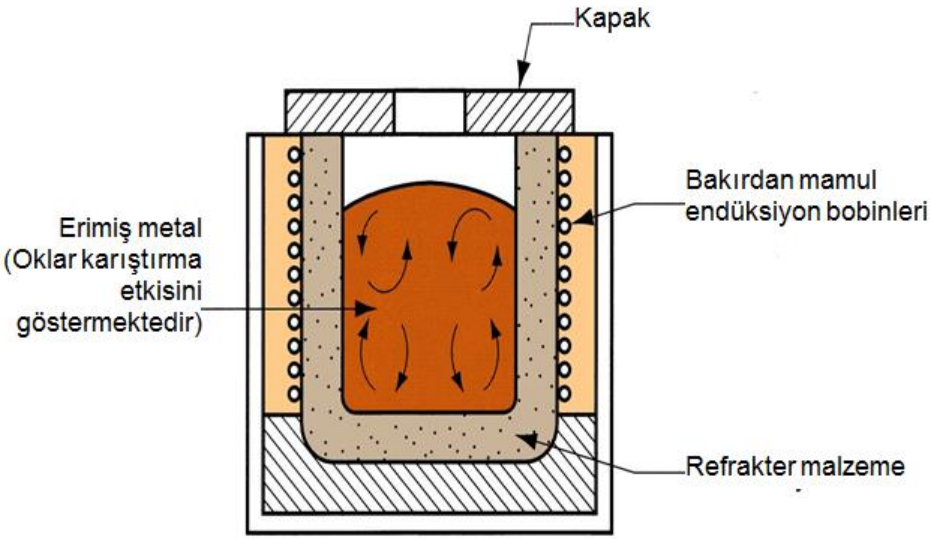
Direnç Ocakları

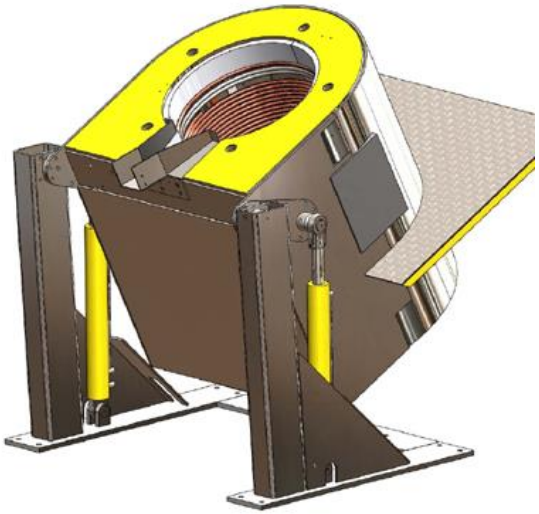
- Bir potanın etrafına sarılan direnç tellerinde meydana gelen ısı ile potada metali ergitme prensibine dayanır.
- Direnç ocakları genellikle düşük sıcaklıklarda ergiyen alaşımlarda kullanılır. 1100°C'den daha yüksek sıcaklıklar için kullanılmaz.



İndüksiyon Ocakları

- hem demir alaşımları hem de demir olmayan metal ve alaşımların ergitilmesinde kullanılanılır.
- Üretilen çelik kalitesi oldukça iyidir.
- Pota dışındaki endüksiyon bobininden geçirilen alternatif akım, sürekli yön değiştiren elektromanyetik değişken alan meydana getirir. Malzeme içerisinde oluşan bu endüktiv elektrik alanı ise malzemenin öz direnci vasıtası ile ısı enerjisine dönüşür.
- Özellikle önemli alaşımlı çeliklerin (ör. volfram-kobaltlı ve nikel-kromlu çeliklerini başarılı bir şekilde ergitir.





Döküm Parçalarda Kalite Kontrol

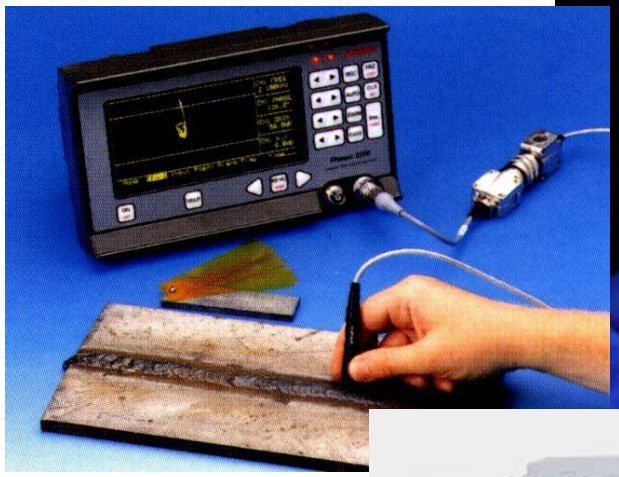
Yapı süreksizlikleri, boyut ve biçim kontrolü

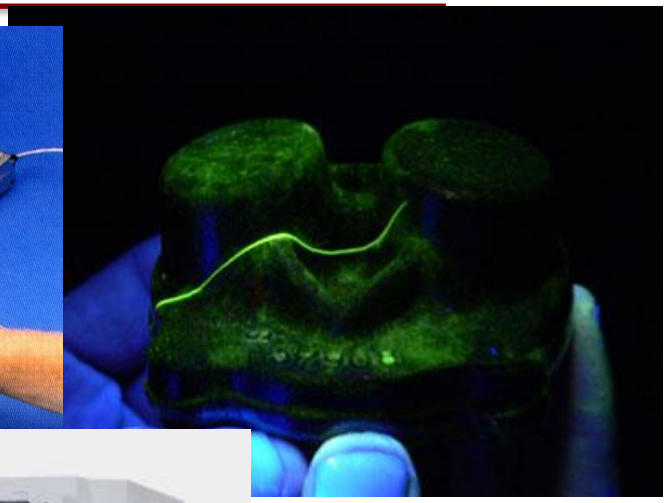
- Gözle, vurarak veya tahribatsız muayene yöntemleri ile yapılmaktadır. Eksik döküm, büyük çatlaklar, kum düşmesi, pislik ve cüruf durumu, gaz boşlukları, kalıp bozulmaları gibi büyük kusurlar gözle tespit edilebilir. Parçaya bir cisimle vurarak çıkan ses, sağlam parça sesi ile karşılaştırılarak parçanın içinde görülmeyen hatalar tahmin edilebilir. Veya gözle görülemeyen yüzey çatlakları için penetrasyon yöntemi (çatlak içine boya emdirme), manyetik toz yöntemi, ultrason veya röntgen yöntemler kullanılmaktadır

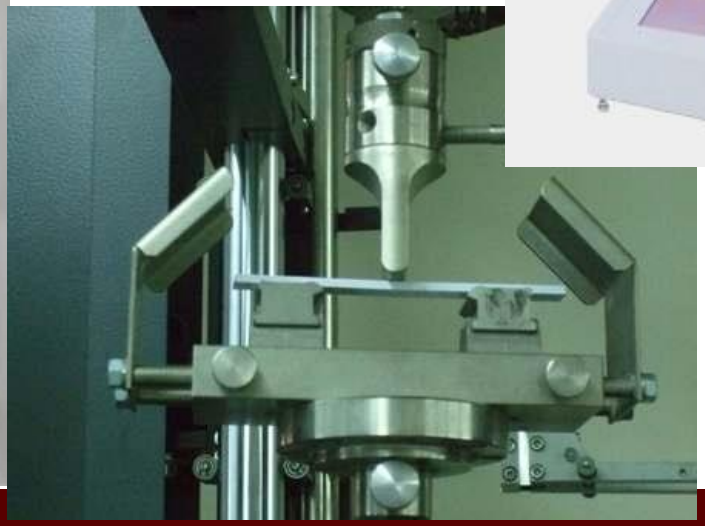
Kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerin kontrolü

- Potadaki sıvı metalden veya dökülen bir parça üzerinden döküm parçanın kimyasal bileşimi analiz edilebilir. Malzeme yoğunluğunun tespit edilmesi ise malzemenin içyapısında bulunan muhtemel boşluklar hakkında fikir verebilmektedir. Malzeme üzerinde yapılacak sertlik ölçümü, çekme, basma, eğilme ve darbe deneyi gibi bazı tahribatlı malzeme muayene yöntemleri ile de malzemenin mekanik özellikleri tespit edilebilir. Bu deneylerde numunelerin hangi kısımlardan alındığı oldukça önemlidir. Özellikle aynı döküm parça üzerindeki kalın ve ince kesitli mekanik özellikleri, soğuma hızına bağlı olarak oldukça farklı olabilmektedir.

Döküm Parçalarda Kalite Kontrol







F. Nair
A. Cerit

Döküm Hataları

- **Çekme boşlukları:** Katılaşma sırasında, sıvı metal ile beslenemeyen kalın kesitlerde oluşan ve genellikle cidarları pürüzlü olan boşluklardır.
- **Gaz boşlukları:** Kalıp boşluğunda var olan veya sıvı metal içinde çözünmüş gazların metali ve kalıbı terk edememesi sonucu parça içinde veya yüzeyinde oluşur.
- **Kayma:** Kalıplama sırasında model parçalarının veya kalıp kapama sırasında kalıp parçalarının konumlarından kayması sonucu ortaya çıkan biçim değişiklikleridir.
- **Çapak:** Bölüm yüzeyine sıvı metalin sızması sonucu oluşur.
- **Soğuk birleşme:** Kalıp içinde önceden katılaşmış bölgelerin daha sonra gelen sıvı metal cephesi ile birleştiği ve aradaki oksit tabakası nedeniyle kaynamanın tam olmadığı bölgelerde görülür.
- **Sıçramalar:** Döküm sırasında sıçrayarak kalıp cidarlarında katılaşan ve daha sonra kalıba dolan sıvı metalle soğuk olarak birleşen metal parçacıklarıdır.
- **Eksik döküm:** Dökülen sıvı metalin kalıbı tam doldurmaması sonucu oluşur. Döküm sıcaklığının düşük olması, gaz geçirgenliğinin yetersizliği, parça kesitlerinin kullanılan kalıp türü ve malzeme için çok dar olması başlıca nedenlerdir.
- **Şişme:** Kalıp dayanımının yetersiz olduğu bölgelerde sıvı metalin basıncının etkisiyle kalıpta yerel biçim değişiklikleri olur.
- **Metal penetrasyonu:** Sıvı metalin kum tanecikleri arasına sızması nedeniyle pürüzlü bir yüzey ortaya çıkar. Bu hatayı önlemek için ince kum kullanılmalı, kalıp daha fazla sıkıştırılmalı ve kalıp boşluğunun yüzeyine kömür tozu serpilmelidir.

Döküm Hataları

Kalıp genişlemesi: Döküm sırasında kalıp kumu taneciklerinin genişlemesi ve oluşan basma gerilmeleri sonucu kalıp yüzeyinde çatlama ve dökülmeler ortaya çıkabilir.

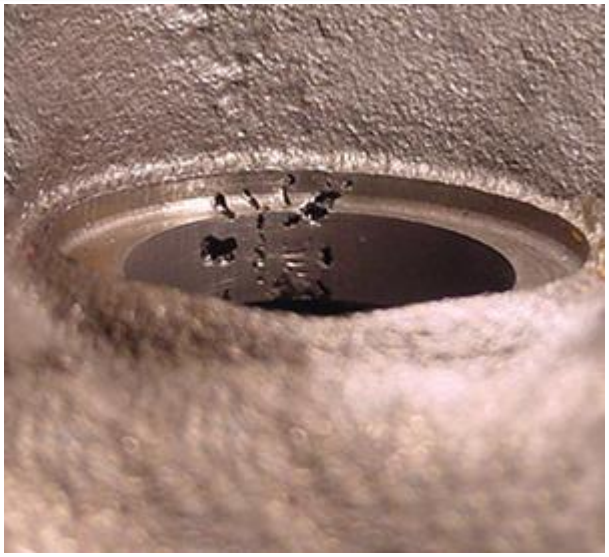
Segregasyon: Parça içinde, malzemenin kimyasal bileşimi bakımından yerel farklılıkların oluşmasıdır.

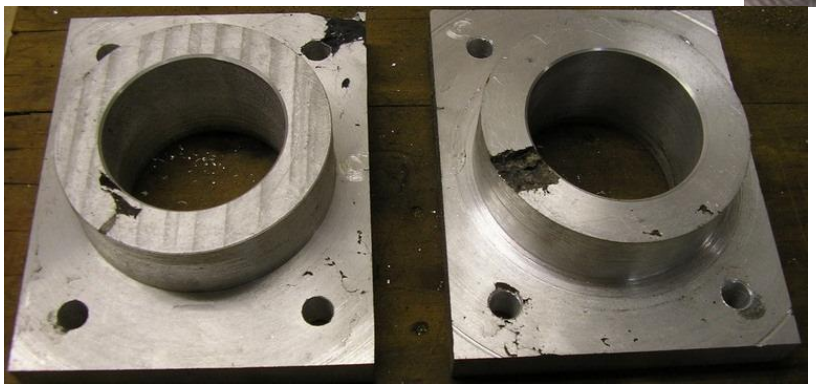
Kirlilikler: Cüruf, oksit, kum parçacıkları gibi yabancı maddelerin sıvı metale karışmasıyla, genellikle parça yüzeyinde gözle görülebilir kusurlar ortaya çıkar.

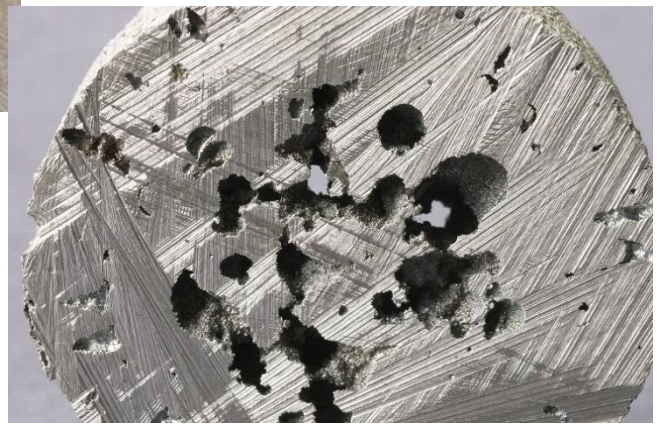
Kum tanelerinin yüzeye kaynaması: Döküm sıcaklığının çok yüksek seçilmesi veya bağlayıcı kilin refrakterliğinin yeterli olmaması durumunda kalıp kumu tanecikleri parçanın yüzeyine kaynar ve parça yüzeyi camsı bir görünüm alır.

Sıcak yırtılma, çatlaklar ve çarpılmalar: Katılaşma tamamlanmış, ancak hala sıcak olması nedeniyle yeterli dayanıma sahip olmayan döküm parçalar, kalıp içinde soğurken büzülme serbestçe gerçekleşemez ve iç gerilmeler ortaya çıkar ise kritik kesitlerde sıcak yırtılmalar oluşur. Bu iç gerilmeler daha düşük sıcaklıklarda soğuk çatlaklara veya çarpılmalara da neden olabilir.

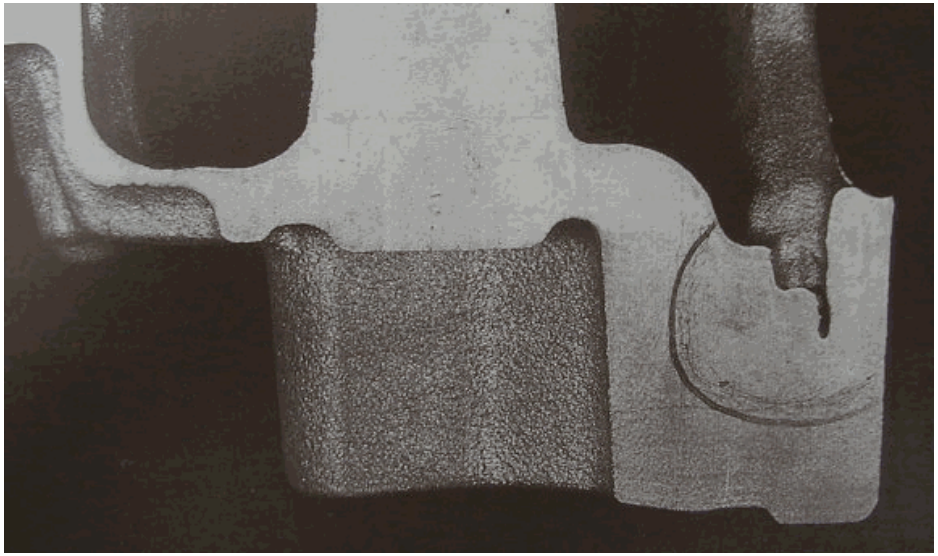
Döküm Hataları

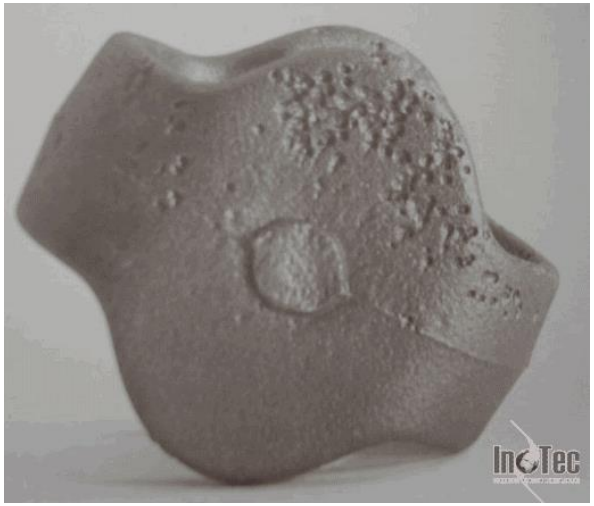




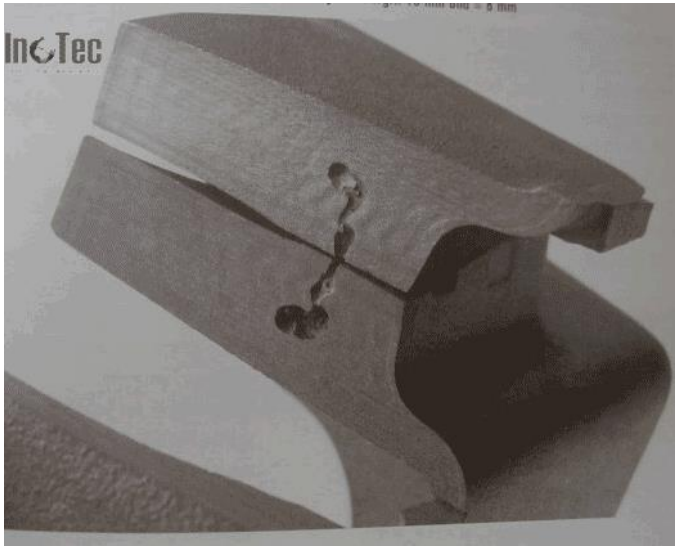


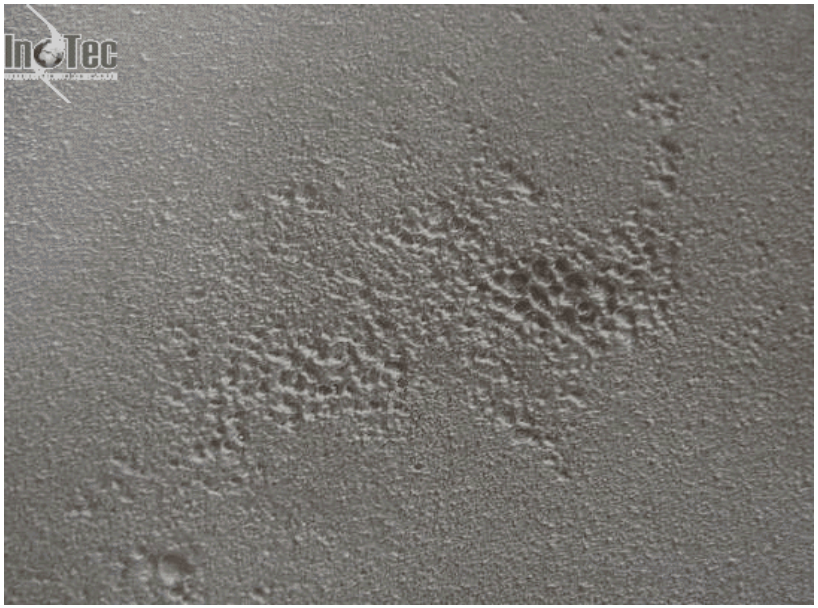
Döküm Hataları

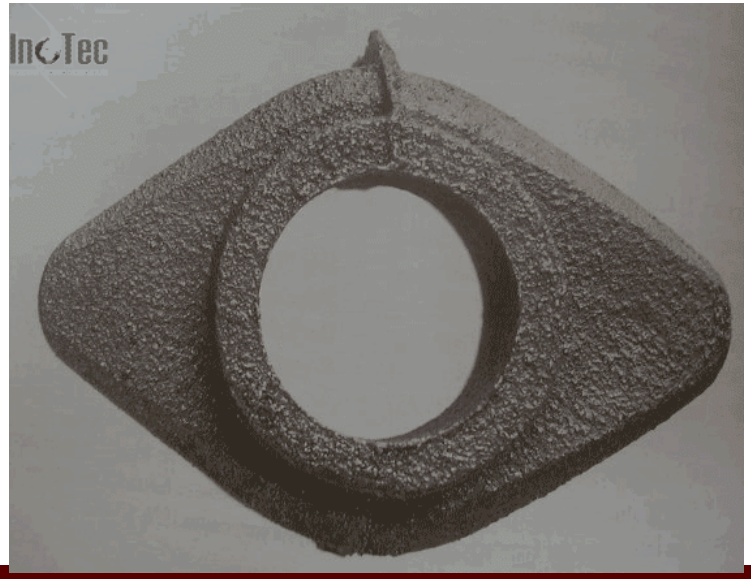


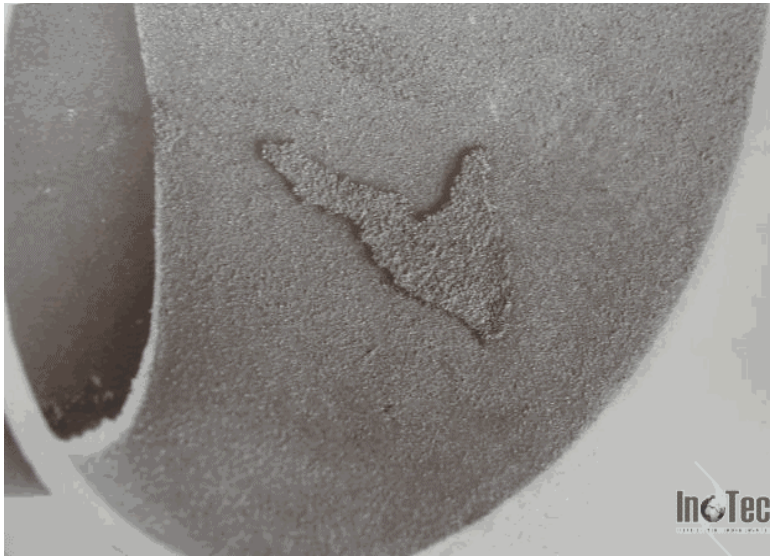


Döküm Hataları

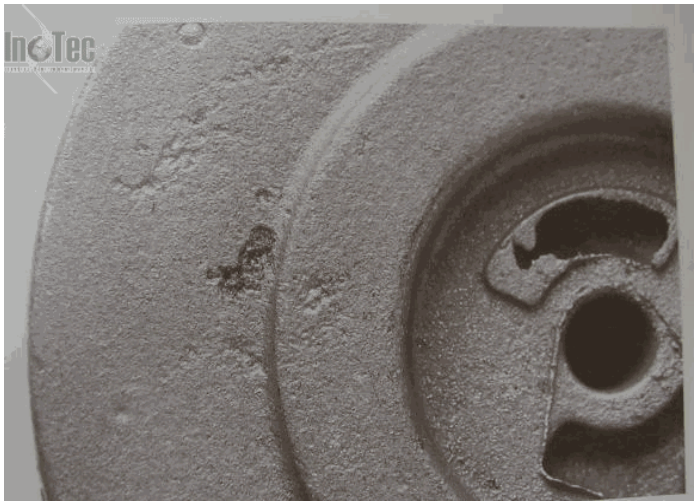


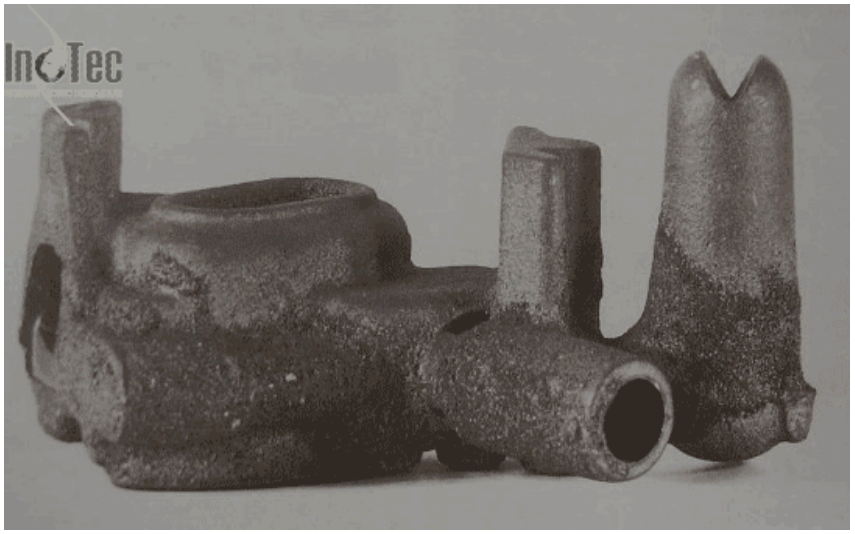
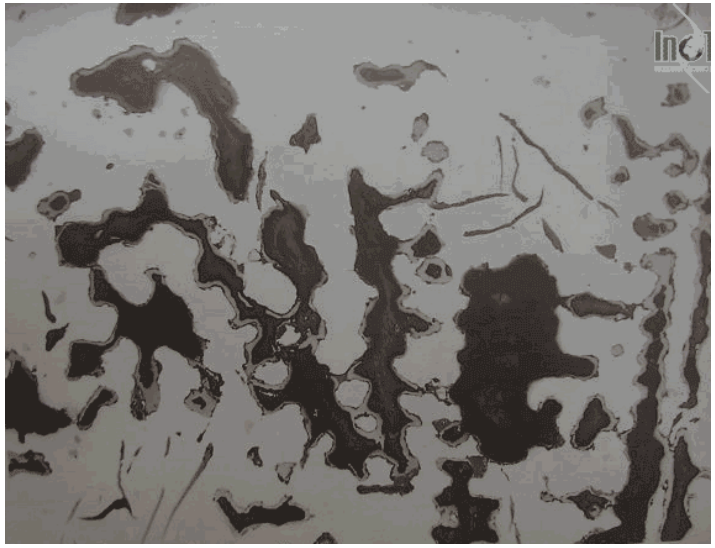
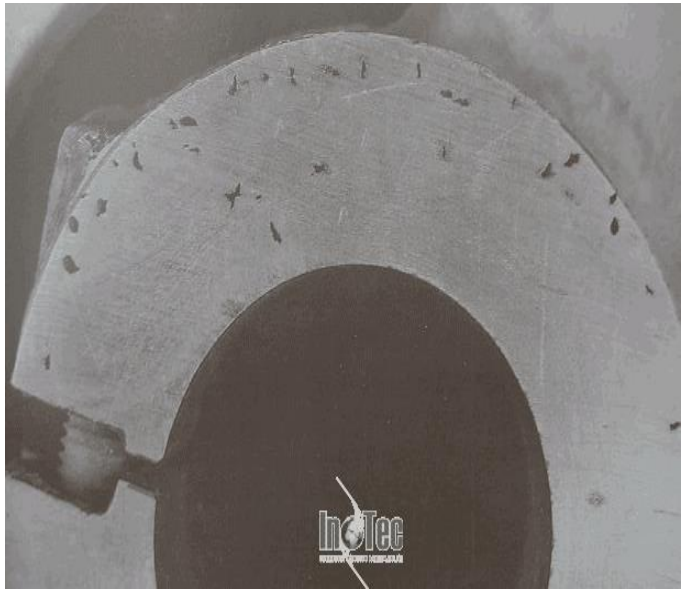






Döküm Hataları





Döküm Hataları