

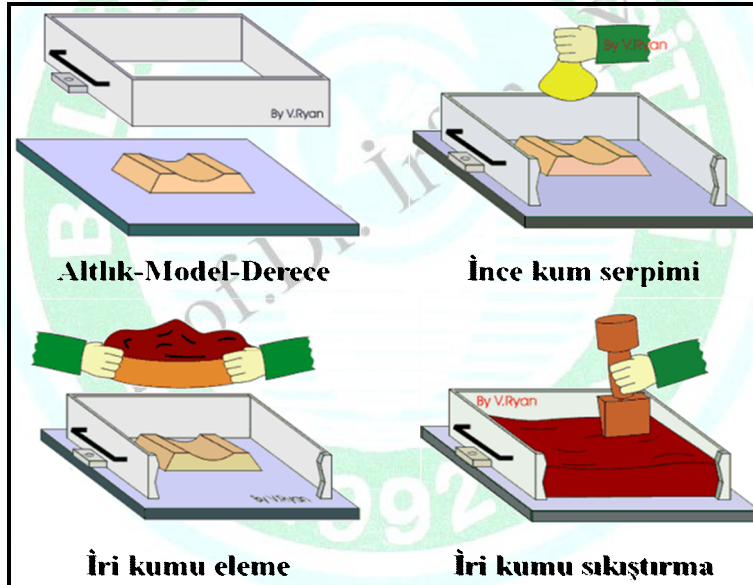
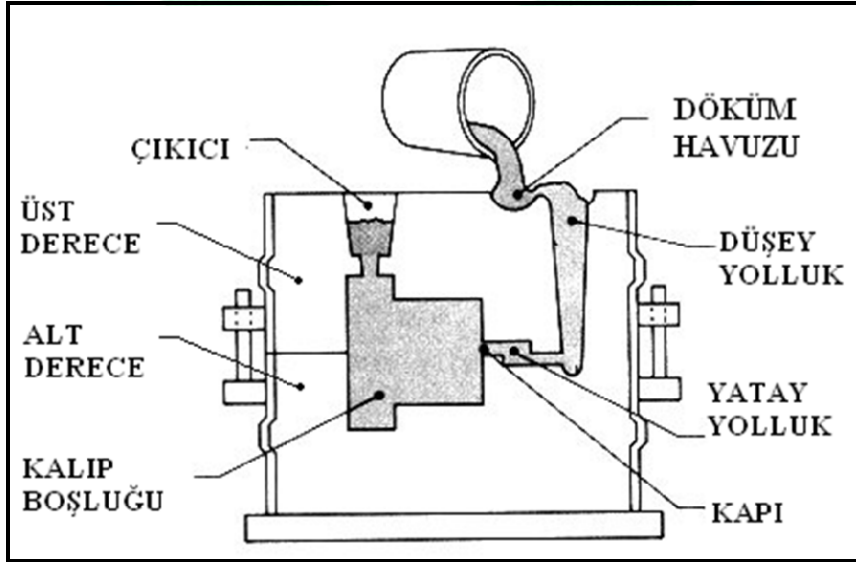
# Döküm Yolu İle İmalat

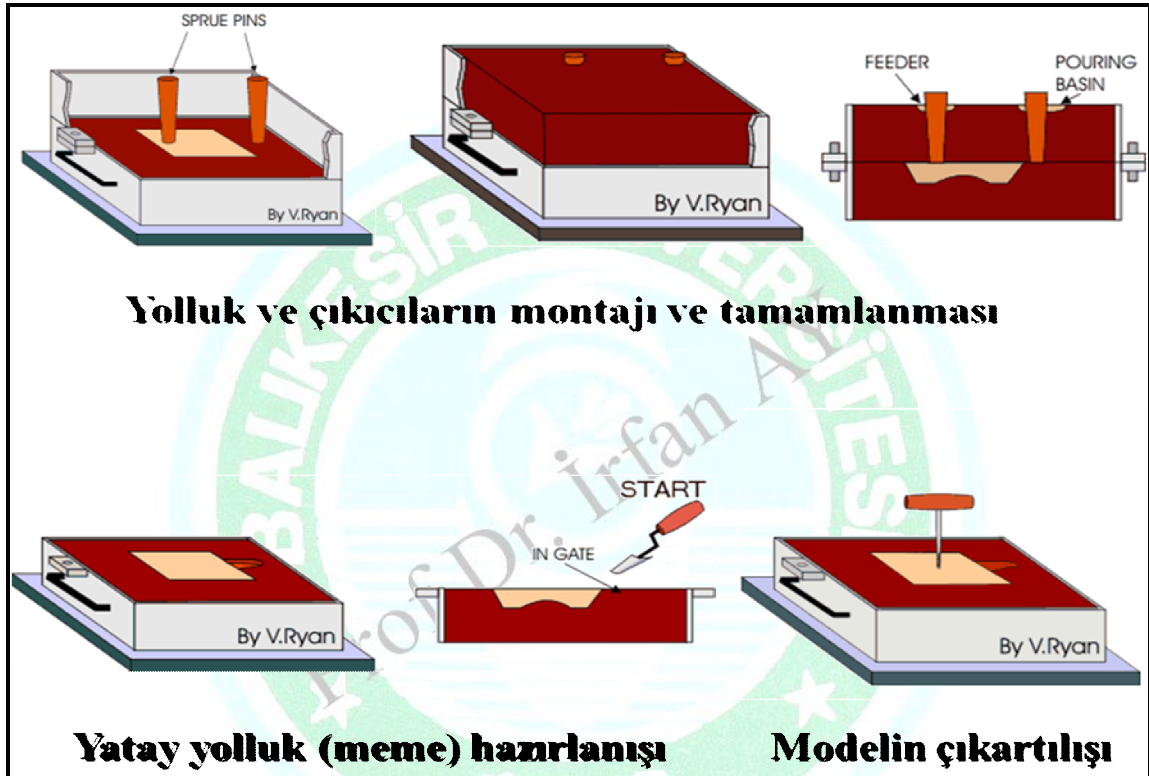
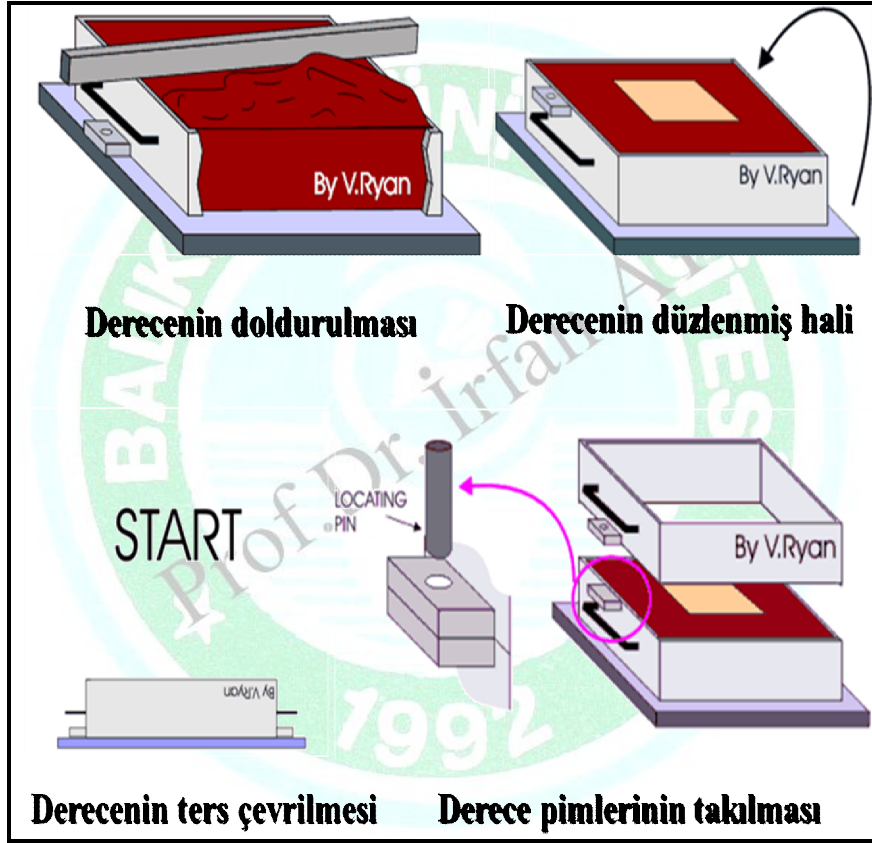
Tanımı: Eritilmiş sıvı metal veya alaşım çıkacak parçanın negatifi olan bir boşluğa dökülüp onu katılaştırmak suretiyle istediğimiz şekli elde etme yöntemine **döküm** adını veriyoruz.

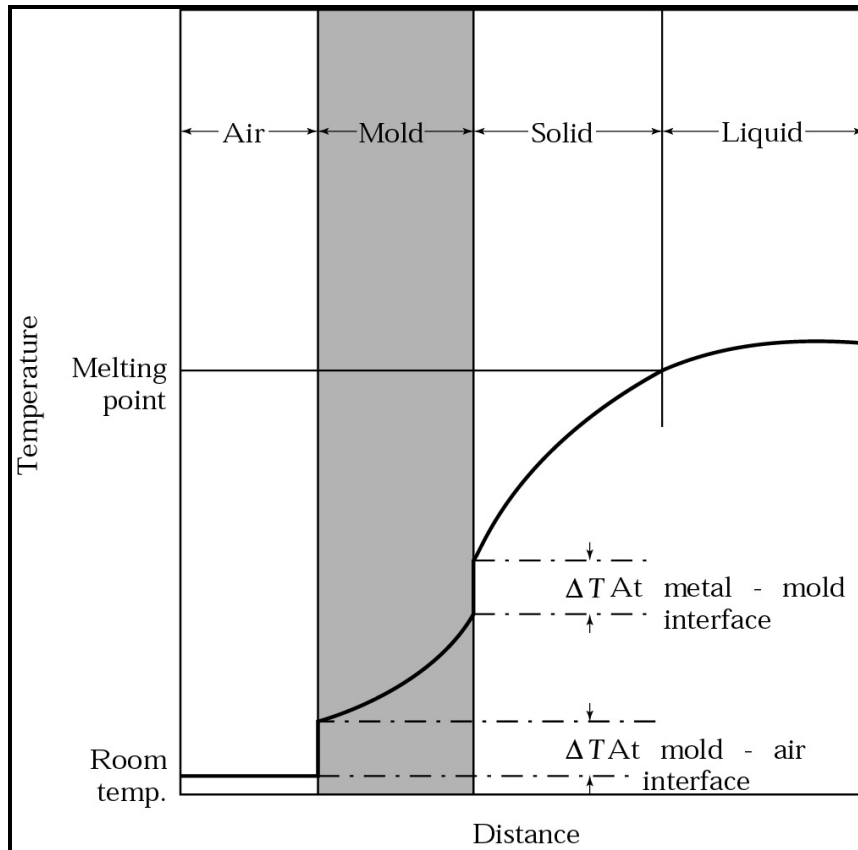
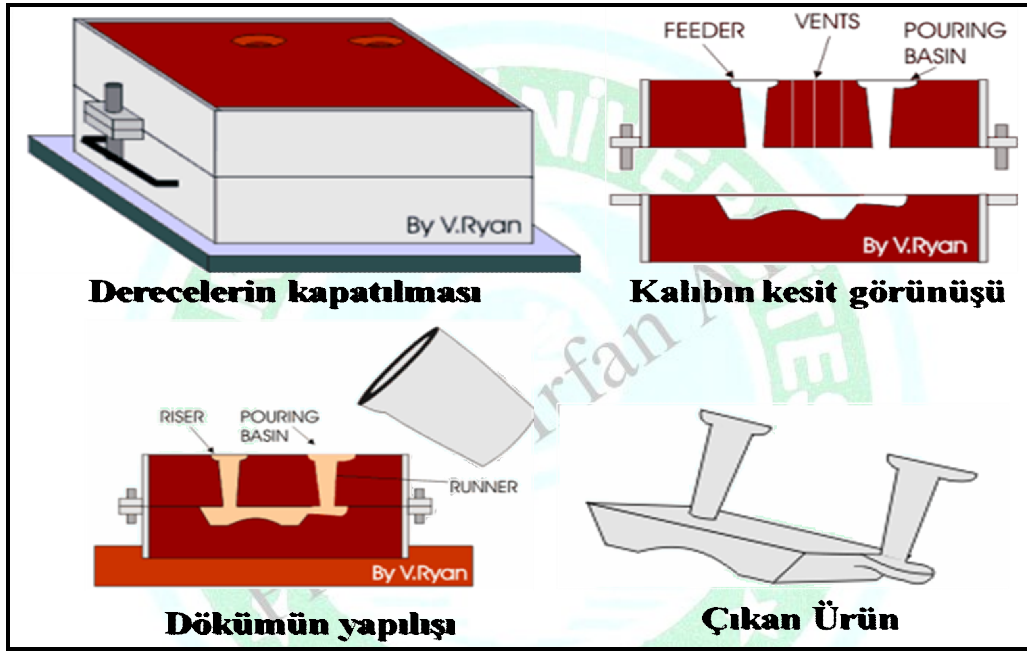
Döküm 4 aşamalı bir işlemdir.

1. Model yapmak
2. Maça Yapmak
3. Kalıp Yapmak – Sıvı metali dökmek ve katılaştırmak
4. Biten döküm parçasını temizlemek

## Kum Kalıba Döküm



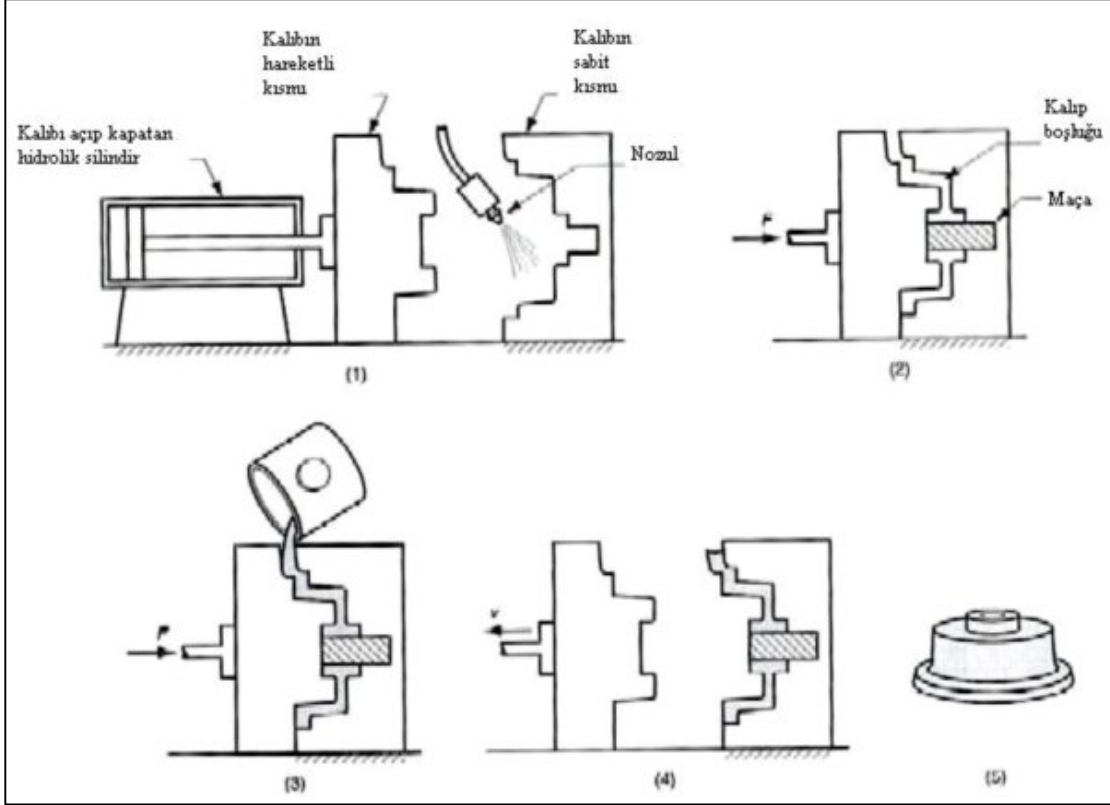




## Metal Kalıba Döküm

### Metal Kalıba (kokil kalıp) Döküm Nedir?

Metal kalıba döküm erimiş metali çelikten yapılmış bir kalıba dökerek boşluğu doldurma şeklinde yapılan bir işlemdir. Genellikle çok sayıda ve parça için kullanılır. Pahalı bir yöntemdir. Kalıp tekrar tekrar kullanılabilir. Kalıp malzemesi özel çeliklerden ve dökme demirlerden yapılır. Çıkan ürünün kalitesi kum kalıba döküm ürününden daha iyidir.

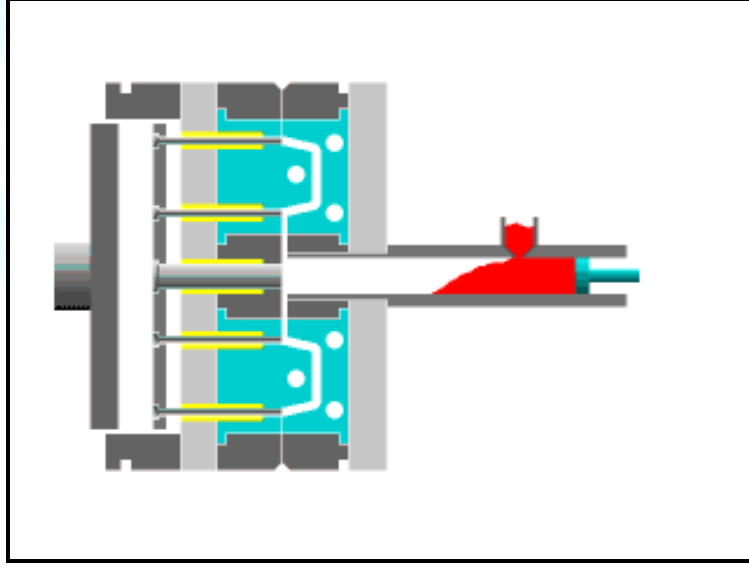


Bir kadın figürünün metal kalıpta dökümü

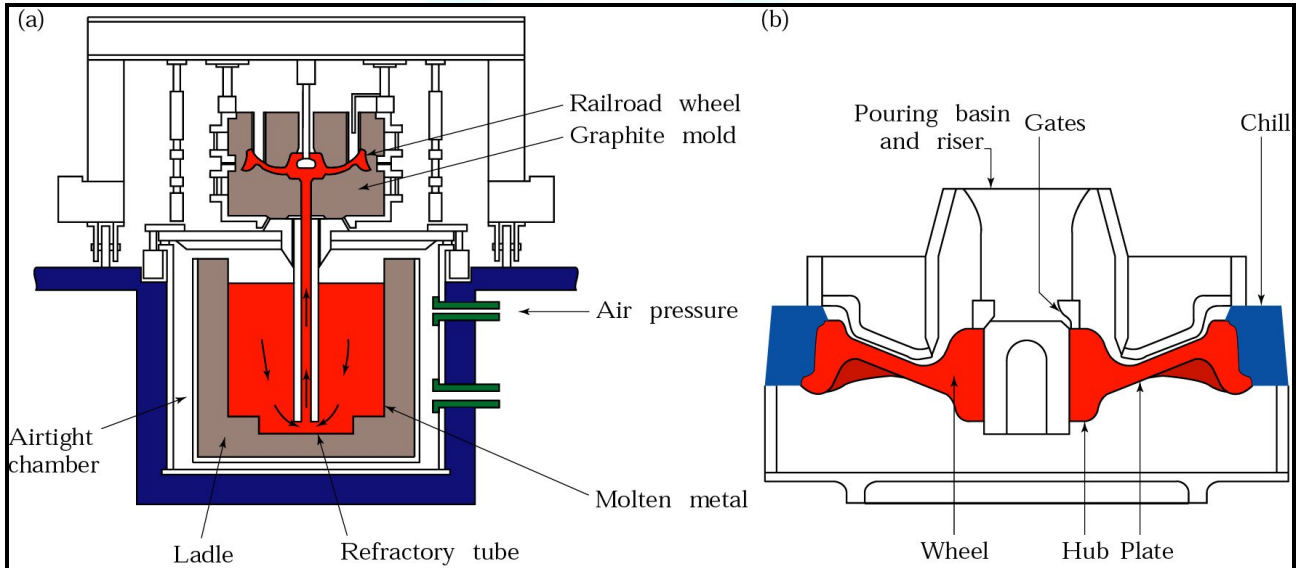


### Basınçlı Döküm Nedir?

Metalden yapılmış bir kalıba çok yüksek basınçta sıvı enjekte edilir. Katılaşma sona erinceye kadar basınç uygulamaya devam edilir. Çok karışık parçalar dökülür. Saatte 100-800 parça/saat üretim yapılır. 10-80 atmosfer basınç uygulanır. Çıkan ürün için talaşlı işleme ihtiyacı yoktur. Hızlı soğuma nedeniyle parçaların mukavemeti yüksek olur. En az 5000 parça ve üzeri için uygundur. Erime sıcaklığı 1000 ° C nin altındaki metaller için uygundur. Çoğunlukla küçük parçalar üretilir.

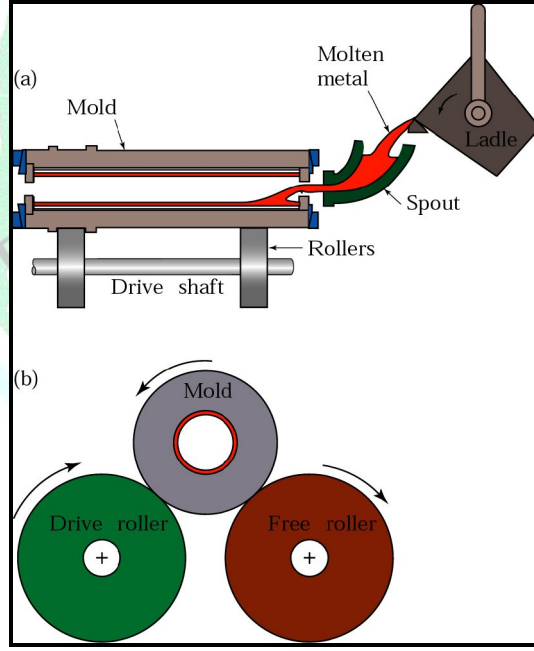


Basınçlı Döküm Animasyonu

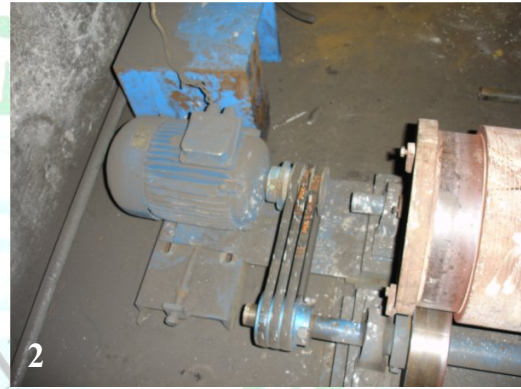


### Savurma (Santrifüj) Döküm Nedir?

Savurma döküm yönteminde erimiş metal, bir eksen etrafında döndürülen kalıplar içine dökülerek biçimlendirilir. Merkezkaç kuvvetlerinin oluşturduğu basınç, metalin kalıp cidarına homojen olarak dağılmasını, parçanın dışının kalıbın iç şeklini almasını sağlar. Oluşan yüksek merkezkaç kuvveti sayesinde dökülen sıvı metal içinde bulunan düşük yoğunluklu kum ve çürük tanecikleri, metal olmayan kalıntılar ve gazlar dönme eksenine doğru sürüklenir. Dolayısıyla bu yöntemle parça yüzeyinin gözeneksiz temiz ve ince taneli olarak elde edilmesi mümkün olur.



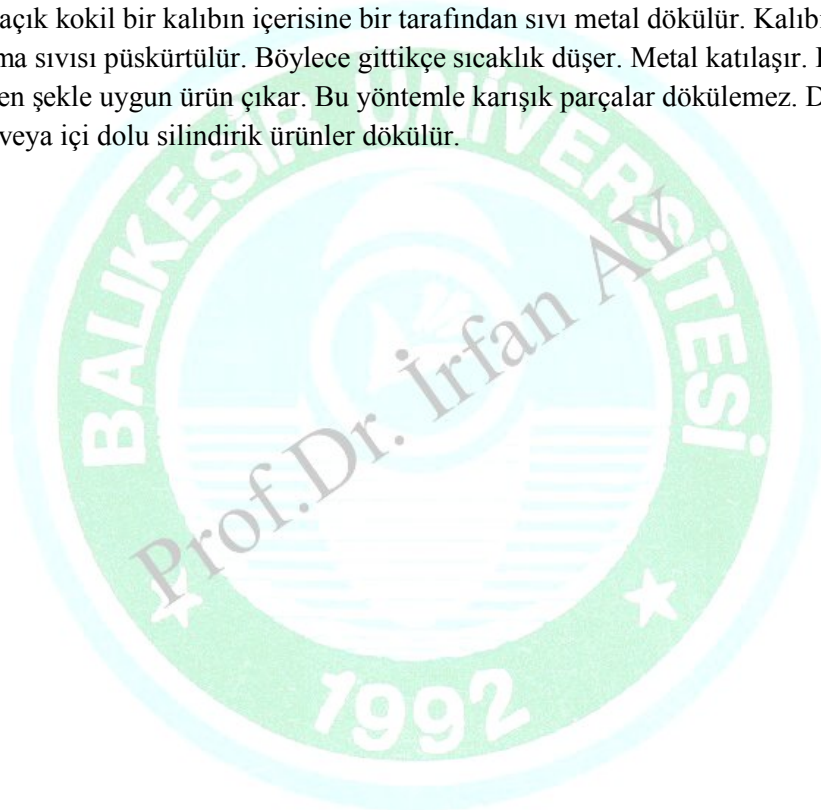
**Savurma dökümün şematik gösterimi**



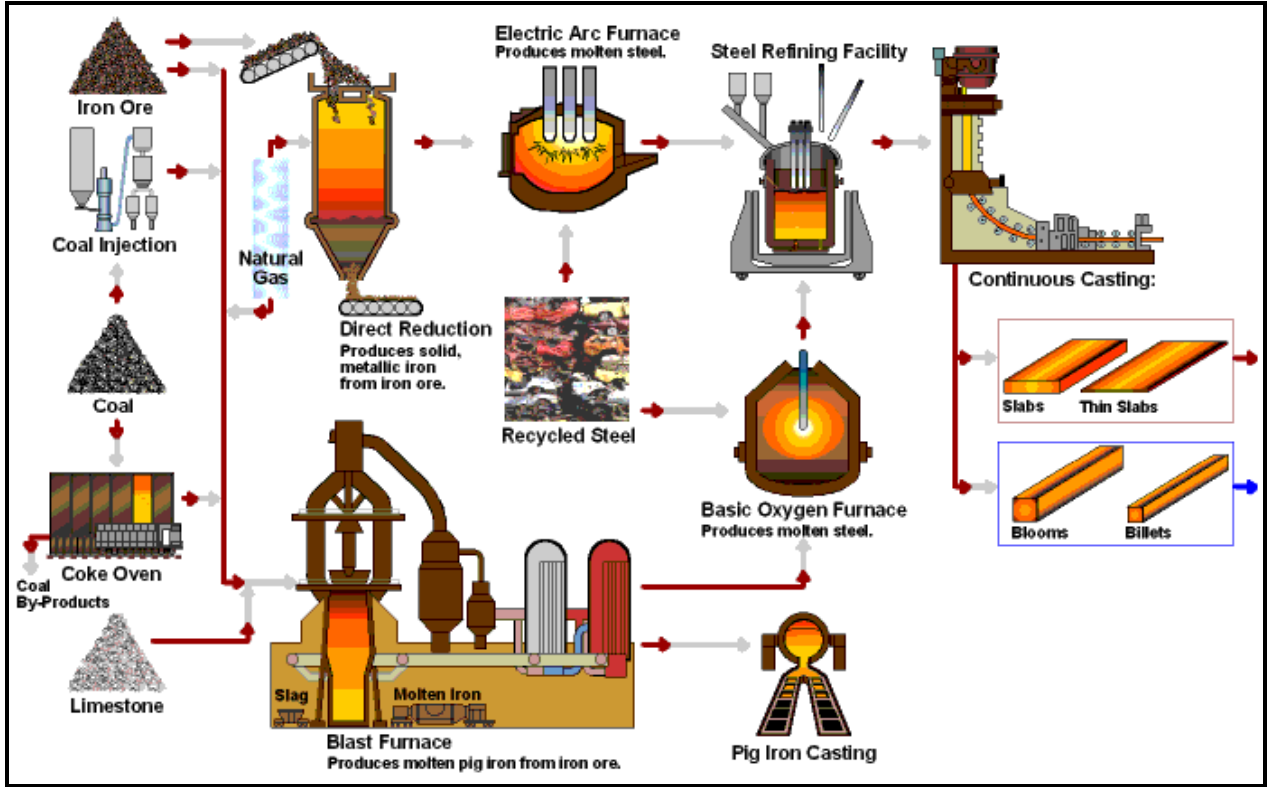


### Sürekli (continous) Döküm Nedir?

İki ucu açık kokil bir kalıbın içerisine bir tarafından sıvı metal dökülür. Kalıbın içinden geçerken soğutma sıvısı püskürtülür. Böylece gittikçe sıcaklık düşer. Metal katılaşır. Kalıbın diğer tarafından istenen şekle uygun ürün çıkar. Bu yöntemle karışık parçalar dökülemez. Daha çok sac, şerit, levha tipi veya içi dolu silindirik ürünler dökülür.





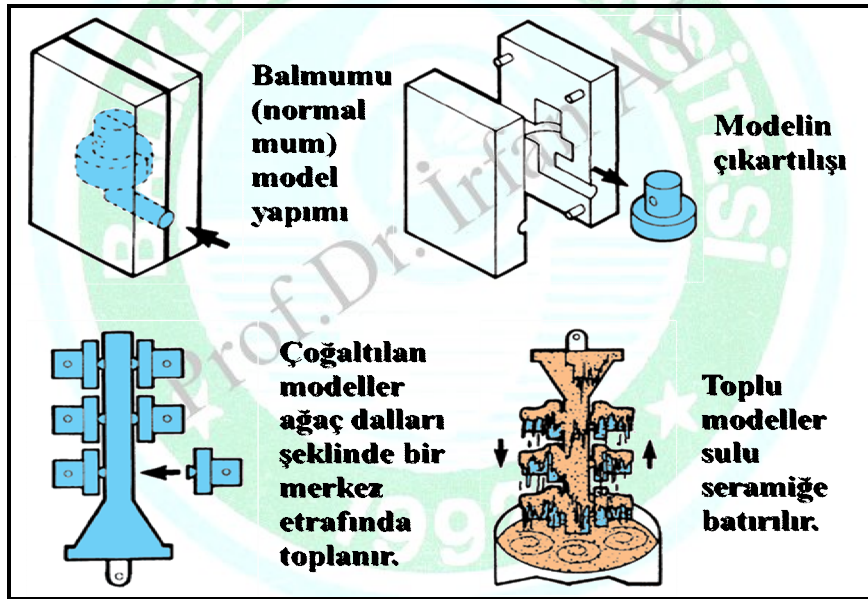


Sürekli (continous) Döküm

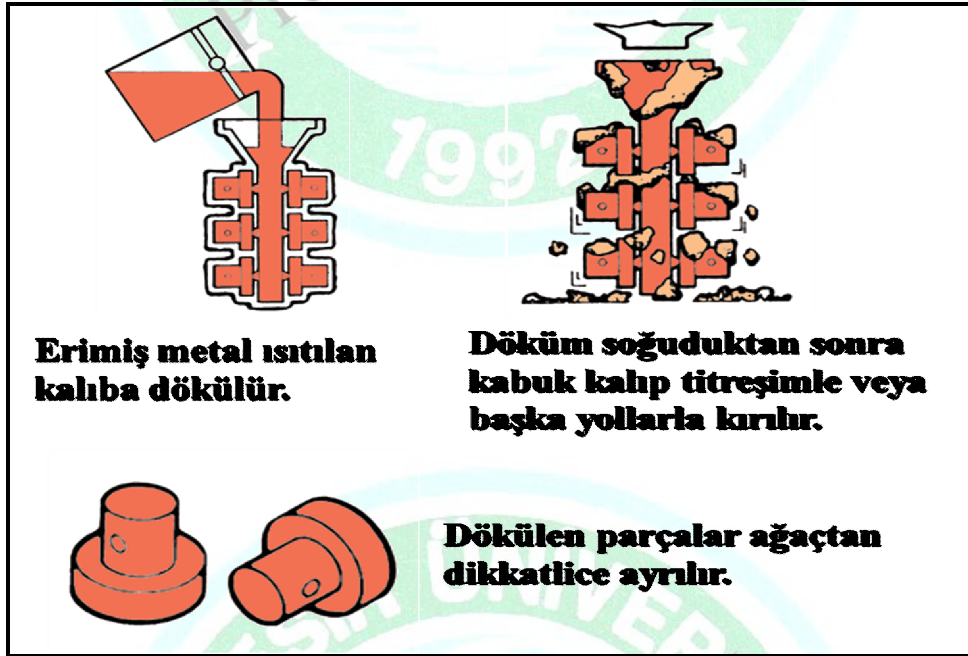
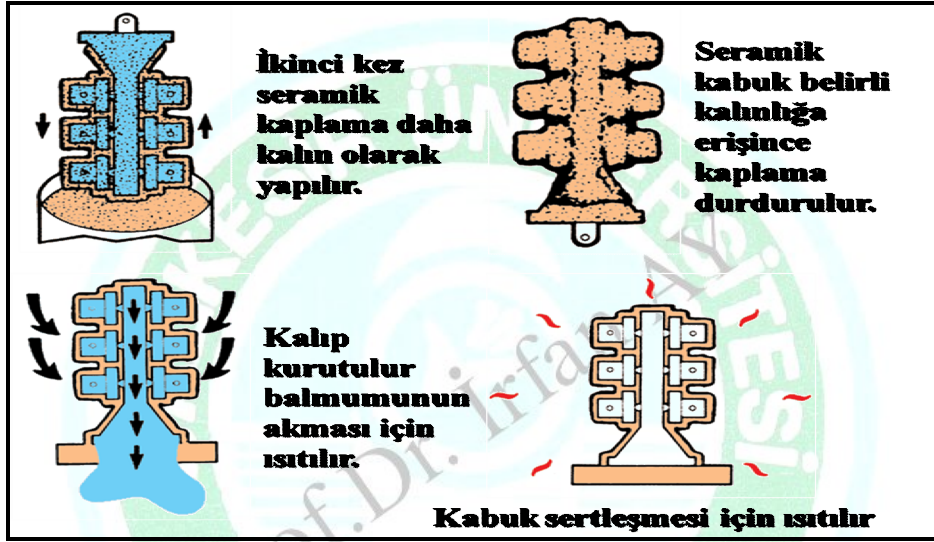
Hassas Döküm Nedir ?

(“Invesment Casting” , “Ceramic Shell Casting” (seramik kabuk dökümü) veya “Lost Wax Process” (kaybedilmiş mum prosesi)) terimleri aynı döküm şeklini ifade eder.

**Prensibi:** Mum ve benzer modeller kullanılarak hazırlanan kalıpların ısıtılması ve eriyen model malzemesinin kalıptan dışarı akıtılarak kalıp boşluğunun oluşturulmasıdır.



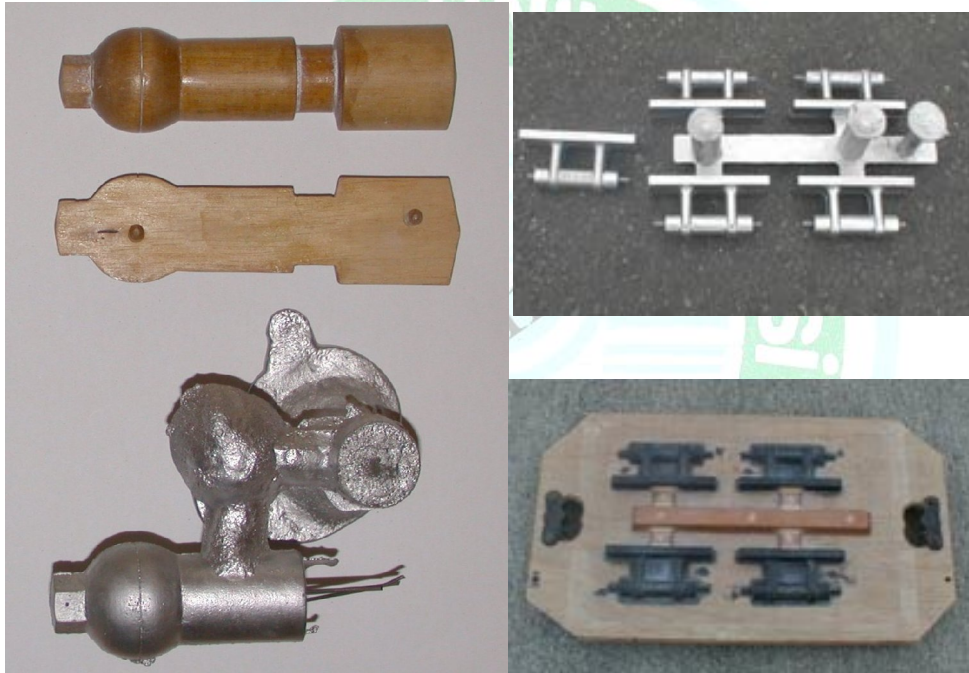




### Model Yapımında Dikkat Edilecek Parametreler

- Çekme Payı:** Dökülmüş sıvı metal katlaşırken kendini çeker ve döküm parçasının boyutu küçülür ve bu nedenle modellerin çekme payı kadar büyük yapılması gerekir. Çekme payları dökme demir için, %1 dökme çelik için %2, demir olmayan malzemeler için %1-2 alınabilir.
- İşleme Payı:** Parçaların resimlerinde boyutlar parçaların işlenmiş şekline göre verilir. Kuma dökülen parçaların çoğu da mutlaka talaş kaldırılarak işlenir. Bu nedenle modeller işleme payı kadar büyük yapılırlar. Çekme payı fazla verilirse işçilik artar, az verilirse cidar kalınlığı işlemeye yetmeyebilir. Bunun için en uygun işleme payı verilmelidir. (DÇ 2-3 mm, DO 3-5 mm gibi)

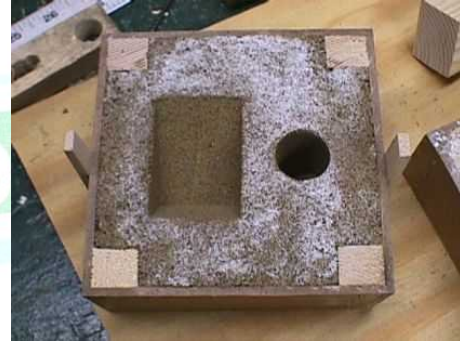
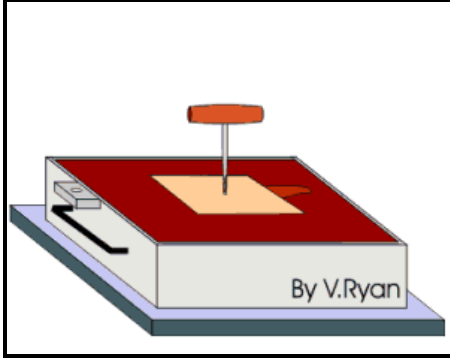
DÖKÜM MALZEMESİ	ÇEKME PAYI (MM/M)	MALZEME VE MODEL BOYUTLARI (MM)	İŞLEME PAYI (MM)		
			DELİK	YÜZEYLER	ÜST YÜZEY
Kır dökme demir	10	Dökme demir < 150	3	3	5
Beyaz dökme demir	20	150 - 300	3	3	6
Temper dökme demir (siyah)	15	300 - 500	5	4	6
Basit karbonlu çelik	21	500 - 900	6	5	6
Mangan çeliği	30	900 -1500	8	5	8
Alüminyum alaşımları	13	Dökme çelik < 150	3	3	6
Bakır alaşımları	15	150 - 300	5	5	6
Magnezyum alaşımları	15	300 - 500	6	6	8
Kurşun	26	500 - 900	7	7	10
Çinko	14	900 -1500	8	7	13
		Demir dışı metaller < 75	2	2	2
		75 - 200	2	2	2
		200 - 300	3	2	3
		300 - 500	3	3	3
		500 - 900	3	3	4
		900 -1500	4	4	5



Üstte ağaç model altta ise dökülmüş parça görülmektedir

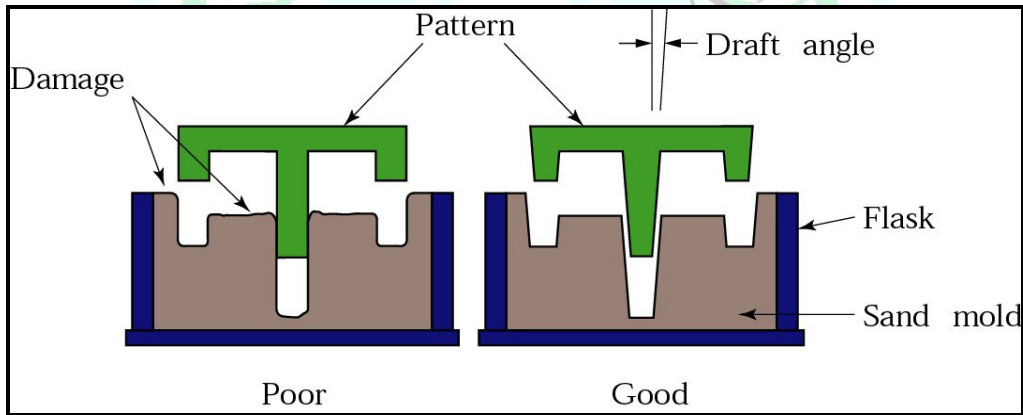
### 3. Modellerin Kalıptan Sökülmesi:

Modellerin kalıbın içinden kalıbı bozmadan çıkartılması gerekir. Bir bütün halinde yapılan modellerde bu zor olabilir. Bunu kolaylaştırmak için iki veya daha fazla sayıda parçalı model yapılır.



### 4. Modellerin konik yapılması

Kenarları dik olan modeller kalıptan çıkartılırken temas yüzeyi fazla olduğu için kalıp yüzeyleri bozulabilir. Bu teması azaltmak için modeller sıyrılmaya doğrultusunda 1-2° eğimli yapılırlar.





### 5. Model Malzemeleri

- a) **Seramik Model:** Basit şekilli ve çok az sayıdaki parçaların dökümünde kullanılır. En çok ta alçıdan yapılırlar.



Alçıdan yapılmış araba modeli

- b) **Ağaç Model:** En çok kullanılan model tipidir. Kullanılacak ağaçların kuru sert ve dayanıklı olması gerekir. Bu iş için çam, gürgen ve ıhlamur kullanılır. Ağaç model yapıldıktan sonra kesinlikle nem almamalıdır. Büyük ağaç modellerin içi boştur.



Ağaçtan yapılmış araba modeli

- c) **Metal Model:** Modelin uzun süre dayanması gerekiyorsa ve seri imalatta kullanılacaksa o zaman metal model kullanılır. Bu modeller yapılmadan önce ağaçtan modelleri yapılır. Sonra metal modeller imal edilir. Bu işlemde hem ağacın çekme payı hem de metal modelin çekme payı hesaba katılmalıdır. Metal modeller dökme demir, bronz ve alüminyumdan yapılırlar.



Bronz, alüminyum ve dökme demir modelleri

Karakteristikler	Ağaç	Alüminyum	Çelik a	Plastik	DökmeDemir
Makinede işlenebilirlik	E	G	F	G	G
Aşınma Direnci	P	G	E	F	E
Mukavemet	F	G	E	G	G
Ağırlık b	E	G	P	G	P
Tamir Edilebilirlik	E	P	G	F	G
Direnç:					
Korozyona karşı c	E	E	P	E	P
Şişmeye karşı c	P	E	E	E	E

a E, Mükemmel; G, iyi; F, zayıf; P, kötü.  
b operatörün yorulma faktörü  
c su ile.

### 6. Model Renkleri

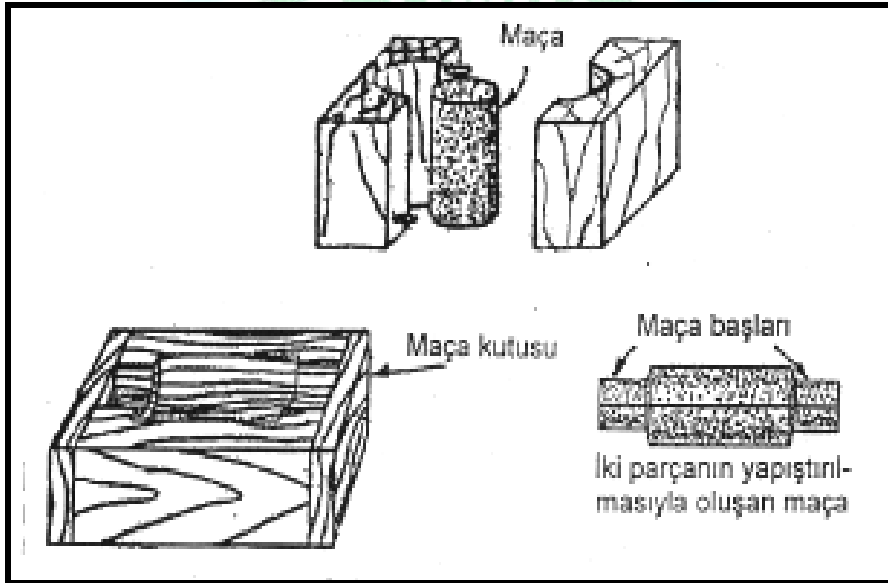
Dökme Demir (DD) model **Kırmızı** renkte

Dökme Çelik (DÇ) model **Mavi** renkte

Demir Olmayan (DO) model **Renksiz** olarak bulundurulur.

## Kum Kalıp İçin MAÇA

### Maça Sandığına Maça İmalatı

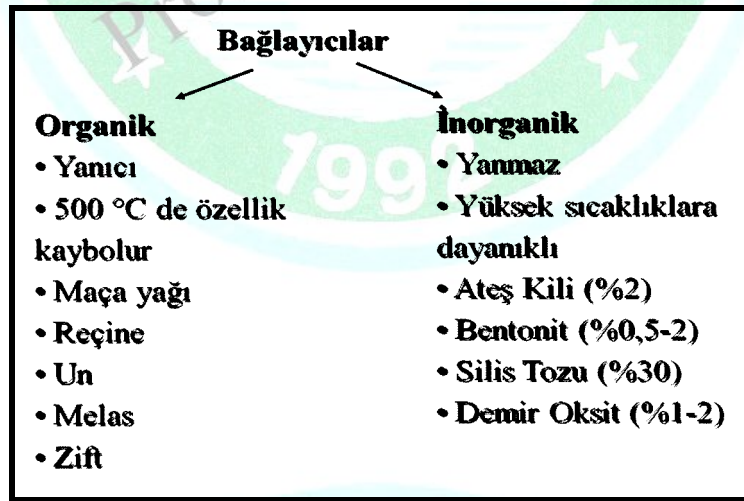


### Maça Nedir?

İçi boş çıkacak parçaların döküldükten sonra boş çıkabilmesi için dökülen parçanın bu boş kısmının şeklini oluşturan negatif parçalara maça denir. Maça malzemeleri çoğunlukla kumdur. Fakat bu kumlar kalıp kumundan farklıdır. En önemli farkta kalıp kumundaki kil yerine bağlayıcıların kullanılmasıdır. Bağlayıcılar iki grupta toplanırlar organik ve inorganik. Maça kumlarında su da bulunur fakat su bağlayıcı görevi yapmaz. Çok enteresandır su katılmadığı takdirde bağlayıcılar görev yapmaz. Az su katılırsa maçalar piştikten sonra istenen özellik elde edilemez. Çok su katılırsa pişme süresi uzar. Yüzeyde kabuklaşma olur ve bağlayıcılar katmerleşir.

### Maça Kumları

Maça kumları = Si (%80-90)+Bağlayıcılar+su (%3-7)+Kil (%1 den az)



### Maçaların Pişirilmesi

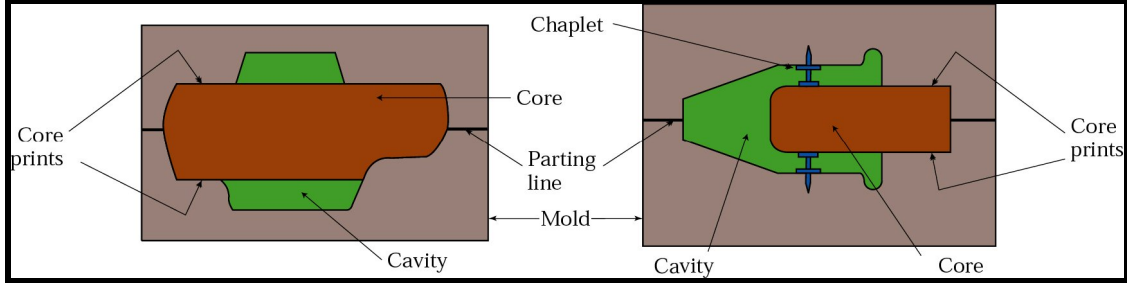
Bağlayıcıların özelliklerini ortaya çıkartmak için maçaların 2 ile 6 saat süreyle 200-250°C sıcaklıkta pişirilmesi gerekir böylece sertleşmiş dayanıklı maçalar meydana gelir. Az pişen maçalar sarı renkte, çok pişen maçalar koyu sarı-kahverengi rengindedirler. Normal maçalar hava dolaşımı düzgün olan adi fırınlarda pişirilir. Maçaları sert yapmak için oksijen gereklidir. Fırına taze hava verilir. Özel bağlayıcıların kullanıldığı maçalar 90-140 °C sıcaklıkta bir elektrik pişirme fırınında pişirilir ve pişme süreleri birkaç dakikayı geçmez.





### Maçaların Yerleştirilmesi

Maçalar döküm esnasında sıvı metalin içinde kalırlar sıvı metal maçanın üzerine ağırlığının 3-5 katı kadar bir kaldırma kuvveti etkisi yaratır. İşte maçaların bu kuvveti karşılayacak şekilde desteklenmesi gerekir. Bunun için maçalar maça başlarıyla ve içlerine teller yerleştirilerek asılmak suretiyle desteklenirler.

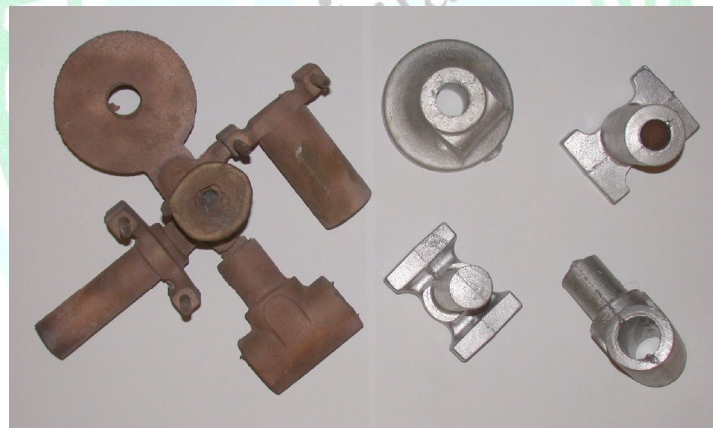
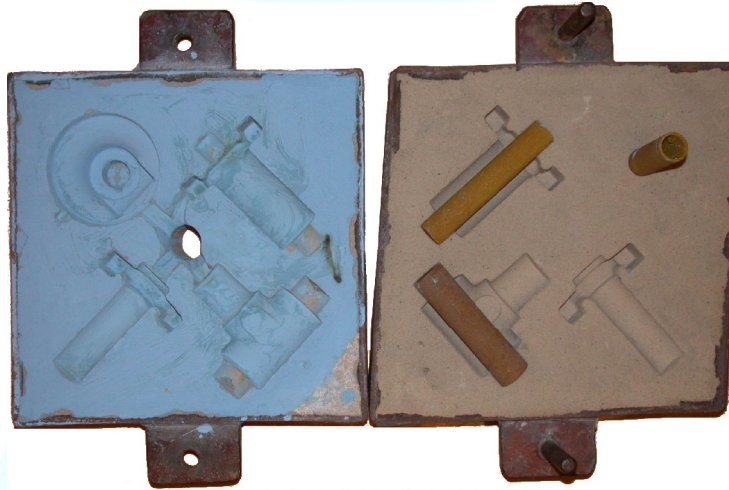


### Maçaların Döküm Parçasının İçinden Çıkarılması

Maçalar sıvı metal katılaştıktan sonra dökülmüş olan parçanın içine pnömatrik çekiç veya normal çekiçle sarsılarak çıkartılmaya çalışılırlar. Maçaların dağılma özelliğinden istifade edilerek iç kısım boşaltılır. Maçaların karışık tipte olanları için basınçlı su kullanılır.

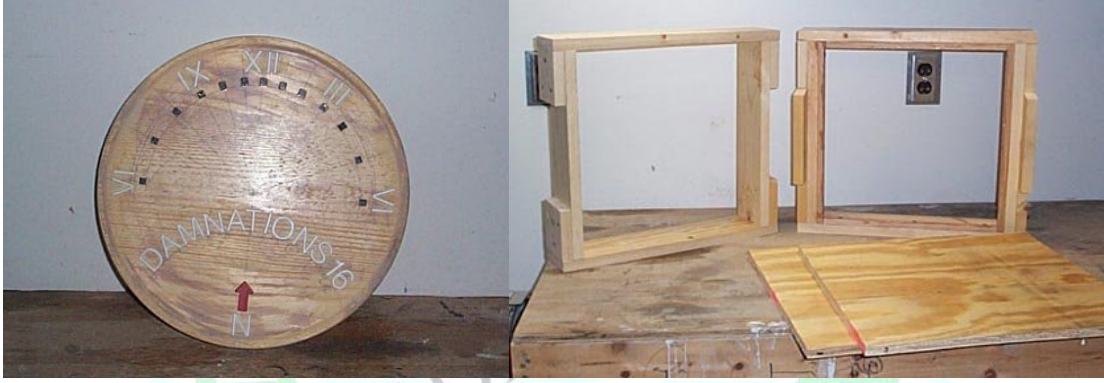
### Maçalara Bağlı Oluşan Hatalar

- **Maçaların yapışması** : Maça kendisi, maça sandığında yapılıırken sandığa yapışabilir. Bunun önüne geçmek için önceden sandığın yüzeyine benzin sürülür.
- **Maçalarda karıncalaşma** : Gaz geçirgenliği az olan maçaların yüzeyinde karıncalaşma oluşur.
- **Maçaların yüzmesi** : Maça başı yeterli yapılmayan, iyi şekilde desteklenmeyen maçalar, sıvı metalin içinde yüzebilirler.
- **Maçaların kırılması** : Maçalarda yeterli mukavemet yoksa sıvı metal maçayı kırabilir.
- **Maçalarda damarlar** : Maçanın üzerindeki küçük çatlaklara sıvı metal girerek parça yüzeyinde çıkıntılı damarların meydana gelmesine sebep olular.
- **Maçalarda çatlaklar** : Pişirme sırasında maçada çatlama olmuşsa o maça kesinlikle kullanılmamalıdır.



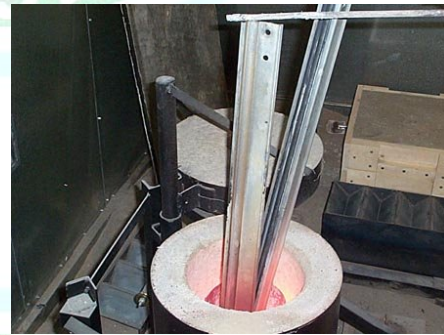


## Kalıp Kumları İle Kalıp Yapımı



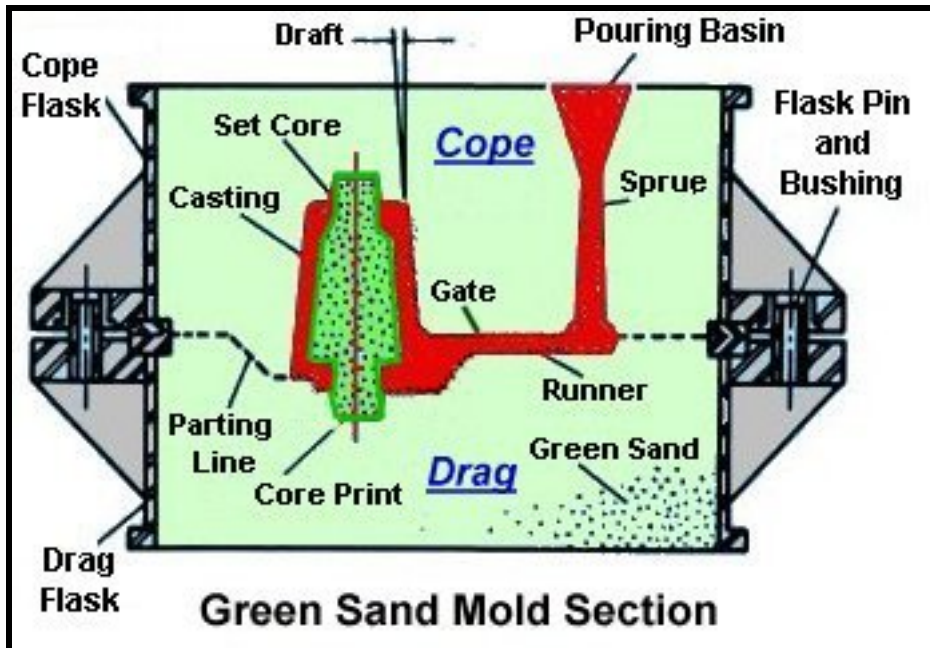


İMALAT YÖNTEMLERİ I  
Prof.Dr. İrfan AY





Güneş Saatinin Döküm Safhaları





## KALIP KUMLARI

Kalıp yapımında kullanılan kalıp malzemesi kumlardır. Kalıp kumu, **silis + kil + rutubet** ten oluşur. Kalıp malzemesi olan kumun esas görevi sıvı metal dökülüp de katılaşınca kadar boşluğu bozulmadan muhafaza etmektir. Bu nedenle kalıp kumu aşağıdaki isteklerimizi yerine getirmek zorundadır.

1. **Mukavemet** : Kalıbın dökümü esnasında sıvı metalin basıncı ile bozulup bozulmadığını temsil eder. 3 çeşit mukavemet vardır.
  - a) **Yaş Mukavemet** : Kalıbın içine sıvı metal dökülür dökülmez kalıp kumunda henüz nem varken kalıbın şeklini muhafaza edebilmesine kumun yaş mukavemeti diyoruz.
  - b) **Kuru Mukavemet** : Erimiş metal kalıba dökülünce kumun rutubeti buharlaşır gider işte kum kalıbın kil ve silisle birlikte bu haldeyken sıvı metalin basıncına dayanmasına kuru mukavemet diyoruz.
  - c) **Sıcak Mukavemet** : Erimiş metal kalıp içersinde epey uzun bir vakit kaldıktan sonra kumun sıcaklığı, erimiş metal sıcaklığına eşit olduğu anda sıvı metalin basıncına dayanmasına sıcak mukavemet diyoruz.
2. **Ateşe Dayanıklılık** : Kalıp kumları ateşe dayanıklı değilse taneler birbirine yapışır ve topak bir hale dönüşürler. Böyle bir durumda sıcak metal kalıbı parçalar ve dışarı çıkar. İşte döküm sıcaklığında kalıbın bozulmasına kumların topaklanmasına ateşe dayanıklılık diyoruz. Dökme demir için bu sıcaklık 1300 °C civarındadır.
3. **Gaz Geçirgenliği** : Sıvı metal kalıbın içine döküldüğünde kalıp içinde var olan veya tam döküm esnasında reaksiyonla yeni oluşan gazların geçebilmesine izin verebilecek kabiliyette olmasına kumun gaz geçirgenliği adını veriyoruz. Gaz geçirgenliği yetersiz ise ürünün yüzeyi kabarcıklı ve gözenekli olur.
4. **Akıcılık** : Kumun kalıbın şeklini alabilmesi için kil ve rutubetle takviyeli şekilde belirli bir akıcılığa sahip olması gerekir. Aksi taktirde kalıbın şekli olan negatif boşluk temin edilemez.
5. **Düzgün Yüzey** : Döküm parçalarının yüzeylerinin düzgün olması, ancak ince taneli kumların modelin kalıplanması esnasında yüzeye dökülmesiyle gerçekleşir.
6. **Yeniden Kullanma** : Eritilmiş metal kalıbın içine döküldüğünde ilk temas eden kum taneleri aşırı bir şekilde çatlayıp parçalanmadan ve topaklanma olmadan kalabilmelidir. Çünkü ileride yeni kalıp hazırlanırken bu kumların yeniden kullanılması gerekecektir.
7. **Süneklik** : Bu terim kalıp kumlarının yüksek sıcaklıklarda fazla sertleşmeden kalabilmeyi ifade eder.
8. **Plastiklik** : Kalıp kumlarının kalıbın şeklini alabilmesi için plastik yapıda olması gerekir bu da ancak kil ve rutubetin desteğiyle sağlanır.



## KALIP KUMUNUN BİLEŞENLERİ

Kalıp kumları silis (kum), kil ve nemden oluşur.

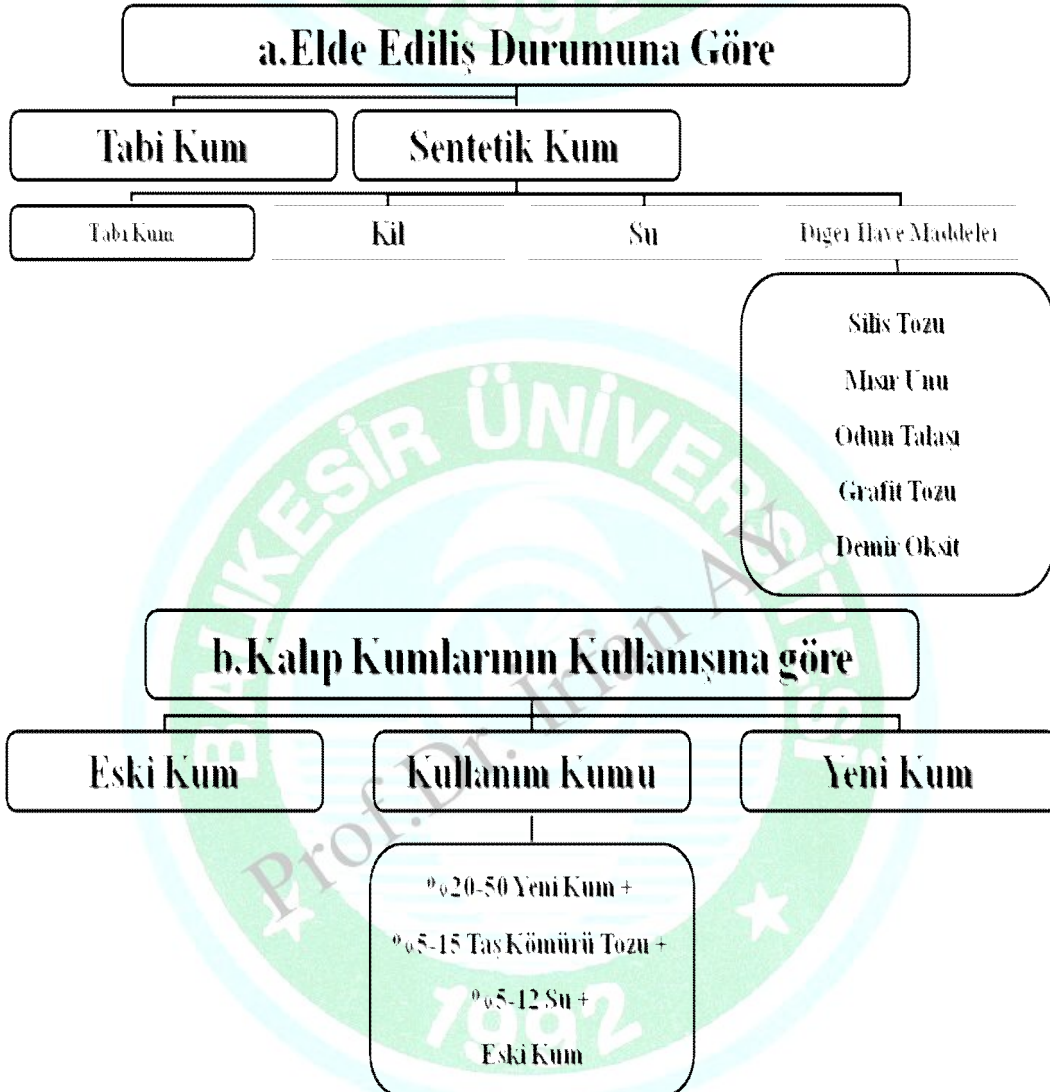
**Silis (kum)** : Kumun esas bileşenidir. Kalıp kumunun **%70-95'i** silistir. 1700 °C ye kadar erimeden kalabilir. Silisli kumlar oval, yuvarlak, düzgün yüzeyle bazen de pürüzlü bir şekilde bulunurlar.

**Kil (çamur)** : Kum tanelerini tutkal gibi bağlayıcı vazife görür. Kuma plastiklik kazandırır. Kalıp kumunun içinde istenen şartlara göre **%2-50** oranında kil bulunur. Metalin yüksek sıcaklığı nedeniyle yanmış bir kil tutkal özelliğini kaybeder.

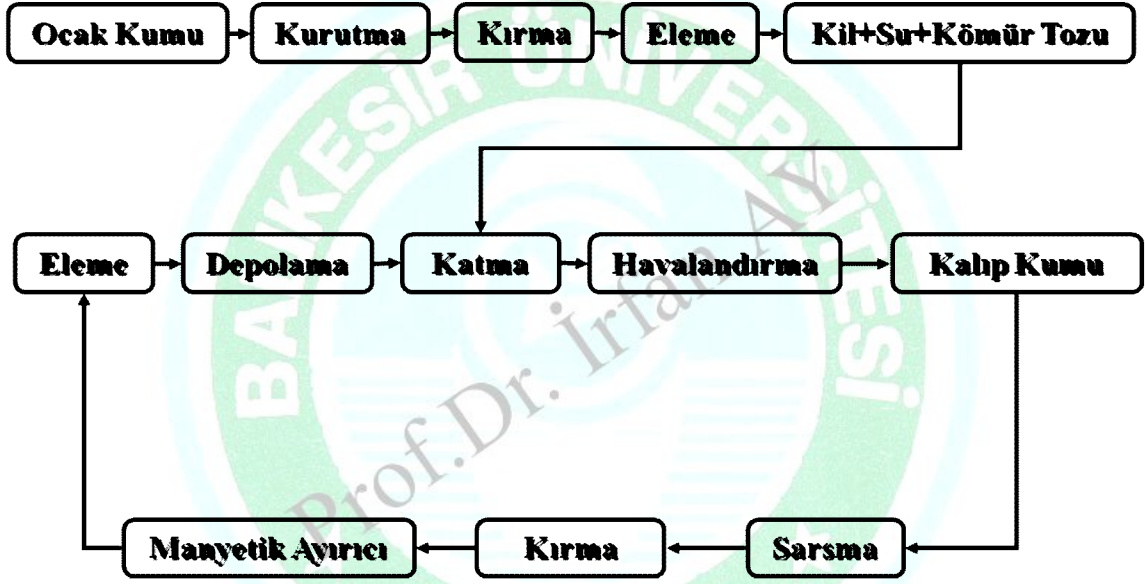
**Su (nem)** : Kalıp kumlarının içinde **%1,5-8** arasında nem bulunur. Nemin görevi kille beraber kuma plastiklik ve mukavemet özelliği kazandırmaktır.

Bu üç ana unsurun dışında kalıp kumunda yabancı maddeler bulunabilir, fakat iyi bir kalıp kumundaki yabancı maddelerin oranı **%8'i** geçmemelidir.

## KALIP KUMLARININ SINIFLANDIRILMASI



KUM HAZIRLAMA SIRASI



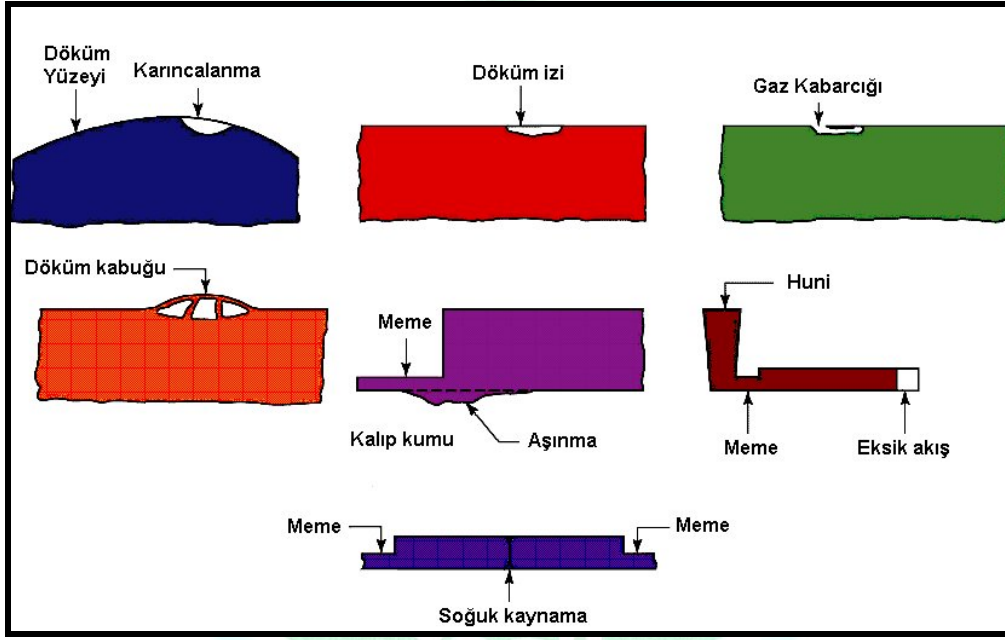
**Kalıp Kumu Deneyleleri**

1. Yaş Basma Mukavemeti
2. Yaş Kesme Mukavemeti
3. Kuru Çekme ve Eğme Mukavemeti
4. Gaz Geçirgenliği
5. Kil Miktarı
6. Tane Büyüklüğü
7. Rutubet
8. Ateşe Dayanıklılık

**Kalıp Kumuna Bağlı Döküm Hataları:**

1. **Karınçalanma** : Gaz geçirgenliğinin azlığı
2. **Metal Nüfuziyeti** : Kum yağlı ve gözenekli olması
3. **Kalıp Çatlama** : Yetersiz sıcak mukavemet
4. **Genişleme** : Kumun çok yumuşak olması
5. **Kopma** : Kum tanelerinin iyi yapışmaması
6. **Pürüzlü Yüzey** : Kumun zayıf, rutubetin az olması
7. **Çizgili Yüzey** : Kum taneciklerinin çok sert olması

## DÖKÜM HATALARI

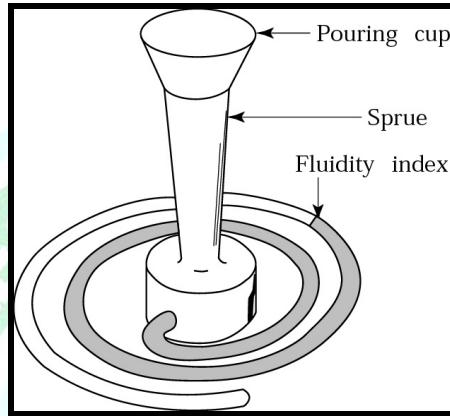
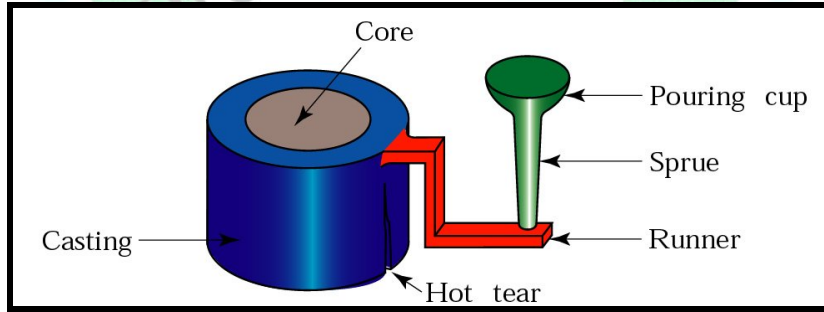
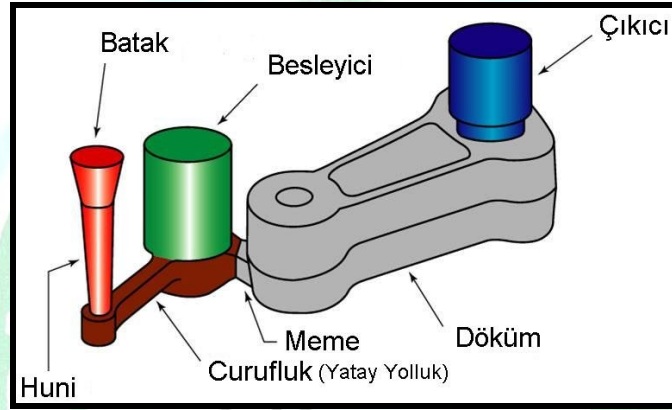


Kalıp kumları **elde edilişlerine göre** iki türlü sınıflandırılır:

1. **Tabii Kum** : Deniz veya göl kenarlarında veya ocaklardan çıkartılan kumdur. Kil miktarı ocaktan çıktığı anda ne kadarsa o kadarı muhafaza edilir. Getirildikten sonra gerektiği kadar su ilavesi yapılır. Bu kumların avantajlı tarafları ucuz olmaları ve kolay hazırlanmalarıdır. Dezavantajları ise özelliklerini çabuk kaybetmeleridir.
2. **Sentetik Kum** : Tabii kuma silis tozu, demir oksidi, mısır unu, odun talaşı, grafit gibi maddelerin katılmasıyla bazı özellikleri arttırmak için hazırlanan kum çeşididir. Bu kumun tabii kuma göre avantajı daha düzgün tane boyutlu oluşu, daha az su ve daha az kil ilave isteği göstermesidir. Tabii kumda %6-8 nem bulunurken sentetik kumda bu oran %3 kadardır.



## YOLLUK SİSTEMİ



**Tanım :** Kalıbın boşluğunu sıvı metalle doldurmak için açılan kanal sistemine **yolluk sistemi** denir. Yolluk sistemi dört kısımdan meydana gelmiştir.

1. **Batak :** Sıvı metalin etrafa sıçramamasını ve huniye düzgün bir şekilde girmesini sağlar. Aynı zamanda kısmen curuf tutucu vazifesi görür. Zira curufun yoğunluğu düşük olduğu için oksitler daima üstte kalır. Yolluk sisteminde kesitler sıraya göre azalmalıdır. Huni, curufluk ve meme kesitleri arasında 5-4-3 gibi oran olmalıdır.
2. **Huni :** Batağa dökülen sıvı metalin kalıba gitmesi için açılan düşey silindirik kanala huni adı verilir ve boyu curufluğa kadar uzanır.

3. **Curufluk** : Bataktan kurtulan curufları tutmak için yatay şekilde ve yamuk kesitli bir kanaldır. Buraya düşen sıvı metal yatay şekilde hareket edeceği için curuflar hep üstte kalacaktır. Ağır olan metal hep alttan gidecektir.
4. **Meme** : Curufluğun altında ve curufluğa dik durumda yatay olarak açılan eşkenar üçgen kesitli yolluğa meme adı verilir. Meme sayısı ihtiyaca göre 1-2-3 ve daha fazla olabilir. Huni ve curufluk için model kullanırken meme yapımı elle veya kaşık kullanılarak açılır.
5. **Çıkıcı** : Döküm sırasında kalıptan havanın ve döküm esnasında da ortaya çıkan gazların çıkmasını sağlayan aynı zamanda sıvı metalin fazla olan kısmını alan ve kalıp içerisinde yükseldiğini gösteren kısma çıkıcı denir. Çıkıcılar çoğunlukla dökülen parçanın en üst noktasına yerleştirilirler.
6. **Besleyiciler** : Sıvı metal katılaştırken kendini çeker, bu çekme sırasında dökülen malzemede boşluk kalmaması için metalin çok çeken kısımlarını takviye etmek gerekir. Bunun için kalıbın dışındaki çıkıcılara ilaveten, özellikle büyük parçaların dökümünde fazladan sıvı metal gereklidir. Bu da besleyicilerle karşılanır.