

BESLEYİCİ TASARIMI

TÜDÖKSAD 11. ULUSLARARASI DÖKÜM KONGRESİ
6-8 EKİM 2022

Mehmet ÖZGÜL
TRAKYA DÖKÜM SAN. VE TİC A.Ş

Revizyon No : 1

Toplam Sayfa:24

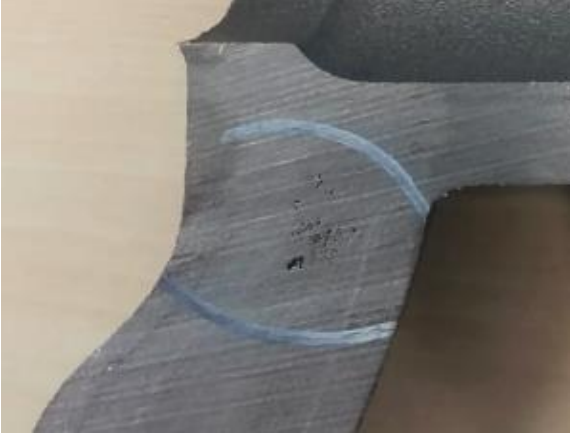
BESLEYİCİ TASARIMI

İÇERİK

- Dökümde Çekinti Problemleri
- Katılama-Temel Bilgilendirme
- Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

Dökümde Çekinti Problemleri

İstenilen mekanik özelliklerin karşılanabilmesi için parçanın döküm hatasız (sound casting) üretilmesi oldukça önemlidir. Böylelikle parçanın daha kaliteli ve daha ucuz üretilmesi sağlanabilir.



Micro Shrinkage



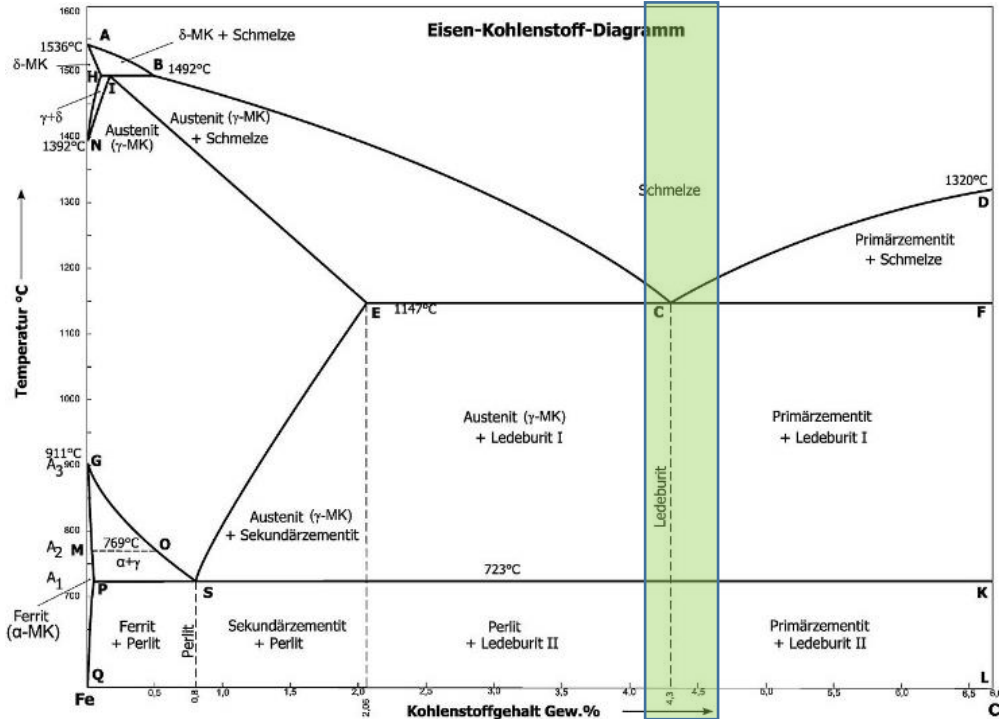
Macro Shrinkage



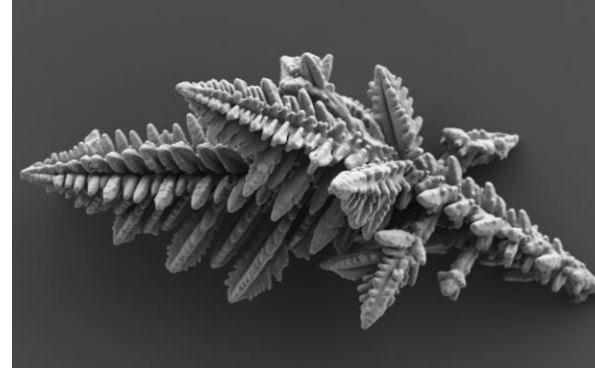
Surface Sunk

Metalürjik faktörlerin yanında yolluk ve besleyici tasarımları çekinti hatasının önlenmesinde kritik rol oynar.

Katılaşma



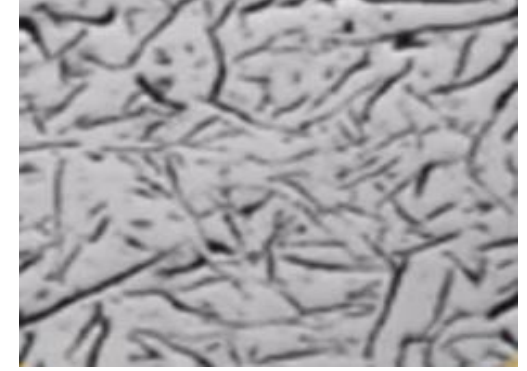
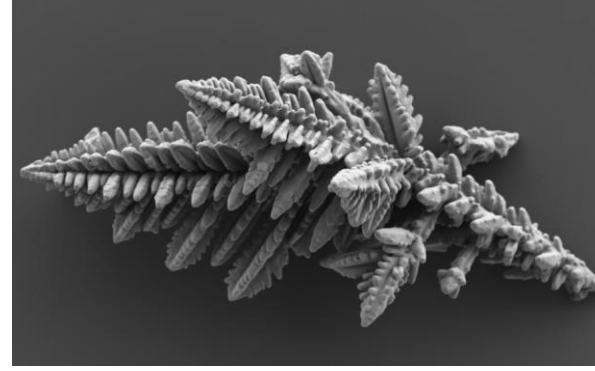
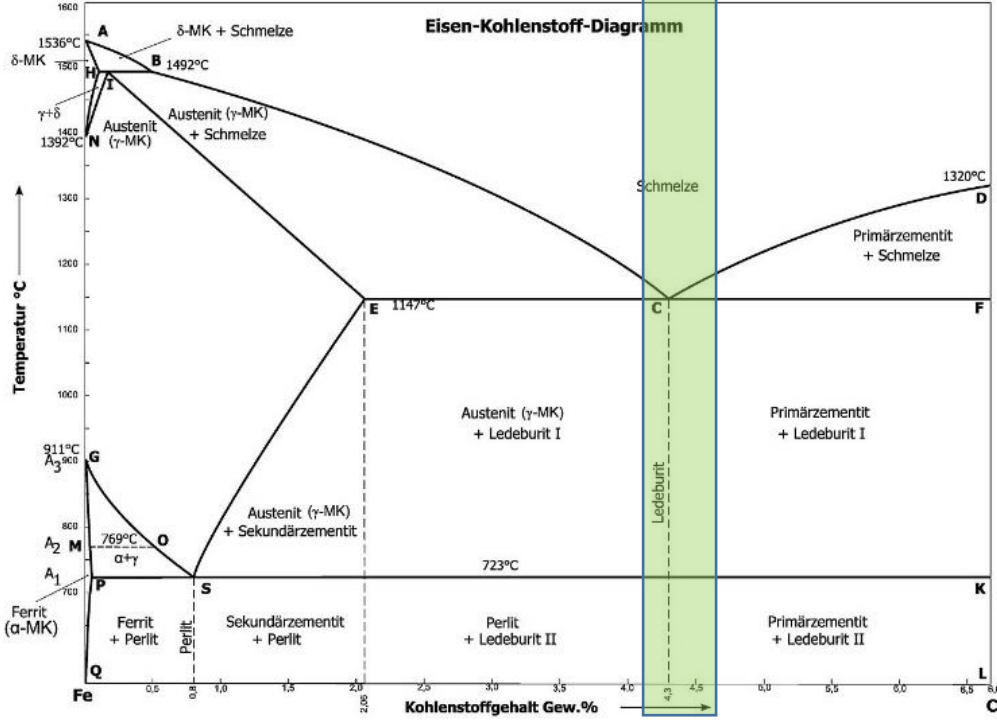
Demir – Karbon Denge Faz Diyagramı



Eriyik malzeme katılaşırken öncelikle çekirdekleşme gerçekleşir. Daha sonra, oluşan çekirdekler büyür ve yayılır. Bu süreç sonunda oluşan mikroyapı, malzemenin fiziksel özelliklerini etkileyecektir.

Eriyik malzemenin katı hale geçme sürecine katılaşma denir. Çekinti hatasını önleyebilmek için katılaşma mekanizmasını anlamamız ve buna uygun parça ve yolluk dizaynını oluşturmamız gerekmektedir. Döküm prosesi, temel olarak katılaşma prensiplerine dayanır.

Katılaşma

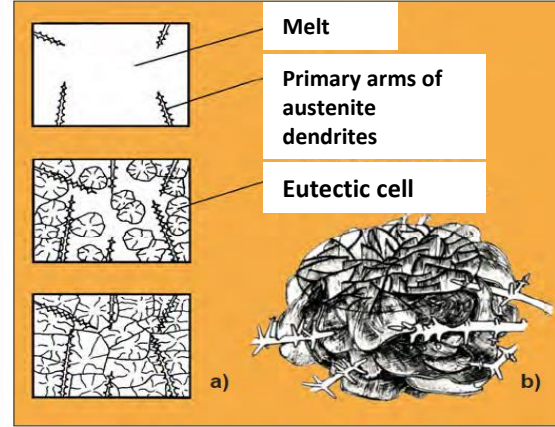
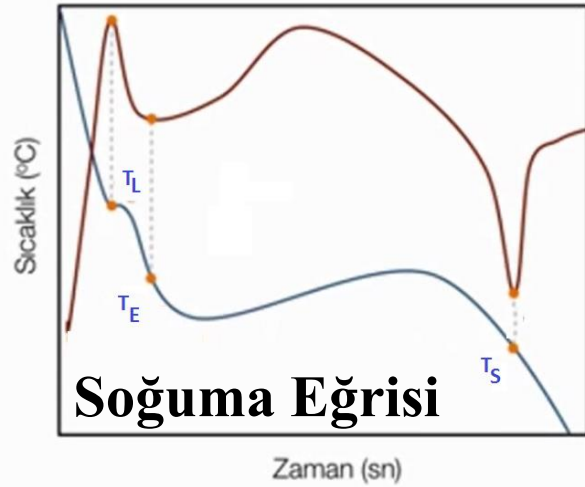


Demir, birçok elementten farklı olarak, katılaşırken allotropik faz değişimlerine uğrar.

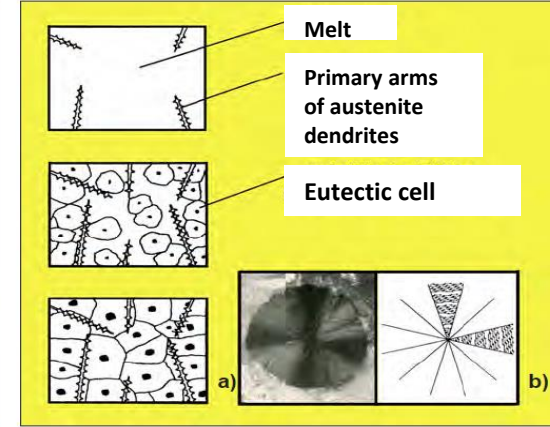
Dökme demir, genelde ötektik veya ötekiğe noktasına yakın miktarda yüzde karbon içerir.

Ergitilmiş demir, önce östenite sonra karbon yüzdesine bağlı olarak perlite, ferrite ya da sementite dönüşür. Bu fazlar tek başlarına ya da aynı anda görülebilirler. Dökme demirde, sementit oluşumundan ziyade karbonun grafit olarak çökmesi tercih edilir. Grafit, lamellar (yapraksı) ya da daha küresel yapılar oluşturabilir.

Katılaşma



GJL

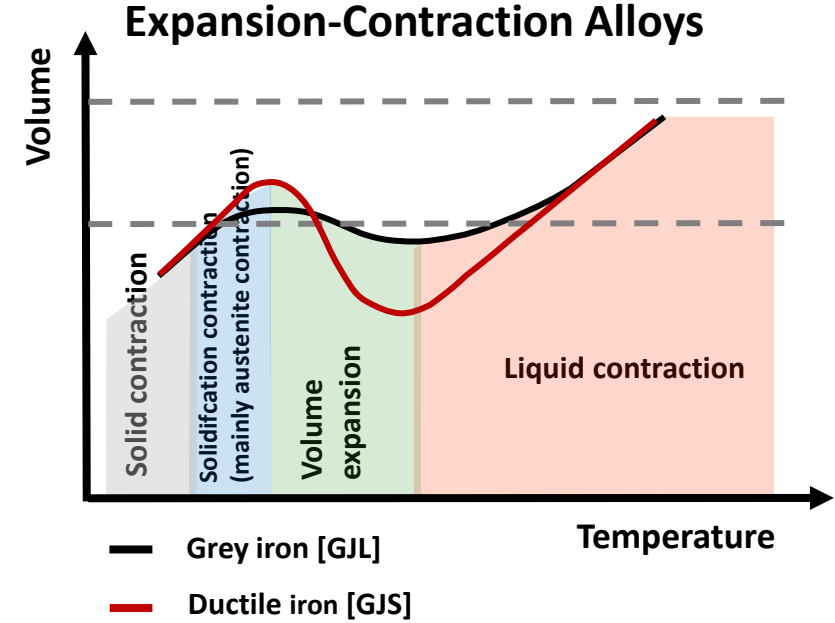
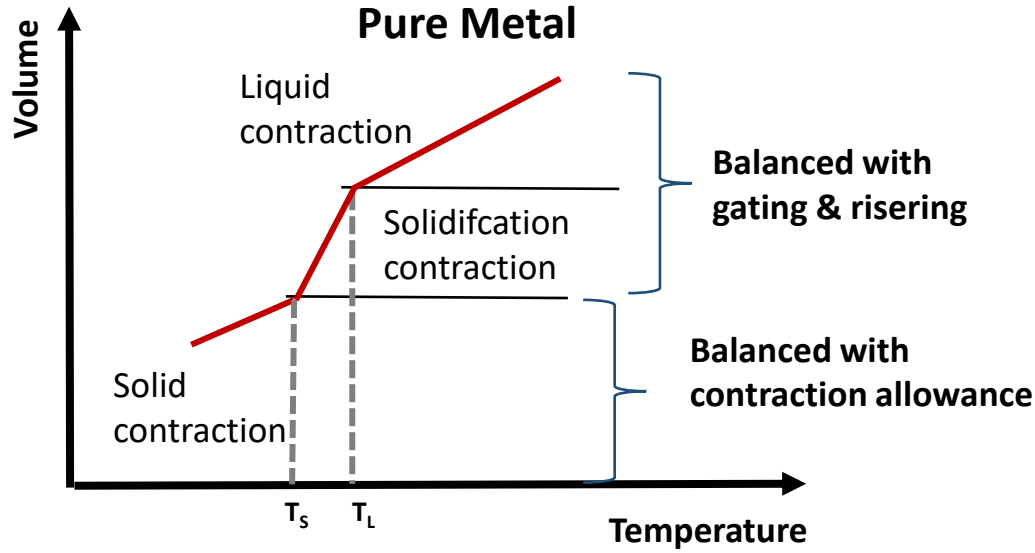


GJS

Ötektik altı katılaşmada liquidus sıcaklığına ulaşıldığı anda denritik östenit fazı oluşmaya başlar. Katılaşan östenit kristalleri daha düşük miktarda karbon içermektedir. Soğuma devam ettikçe sıvıdaki karbon miktarı artmaya devam edecektir. Çünkü östenit içerisinden atılan karbon sürekli sıvı içerisinde birikmektedir.

Ötektik dönüşüm sonrası karbon /grafit sıvıdan ayrışarak östenit fazı üzerinde ortaya çıkar. Grafitin yoğunluğu düşük olduğu için hacimsel genleşme meydana gelir. Ötektik dönüşüm sonrası katılaşma ısısının salınması nedeni ile sıcaklığın da yükseldiği gözlemlenir. Ötektoid noktasına kadar katılaşma devam eder.

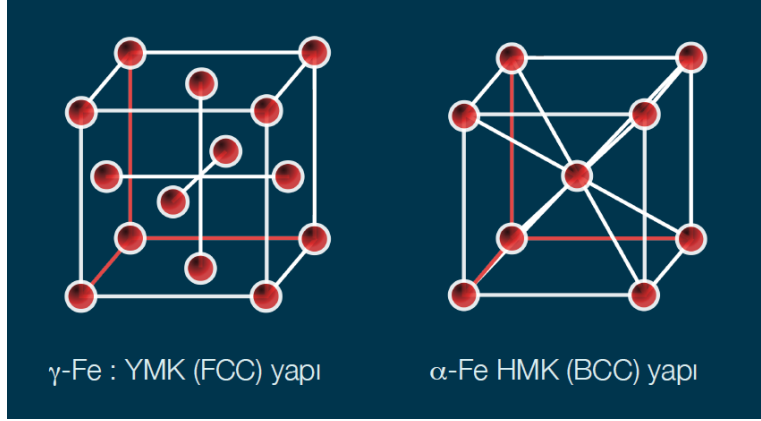
Katılaşma



Katılaşma esnasında, sıvı halden katı hale geçilirken her zaman çekinti oluşur. Bu esnada düzensiz ve yüksek enerjiye sahip sıvı atomlarının enerjileri azalır ve hacimleri küçülür.

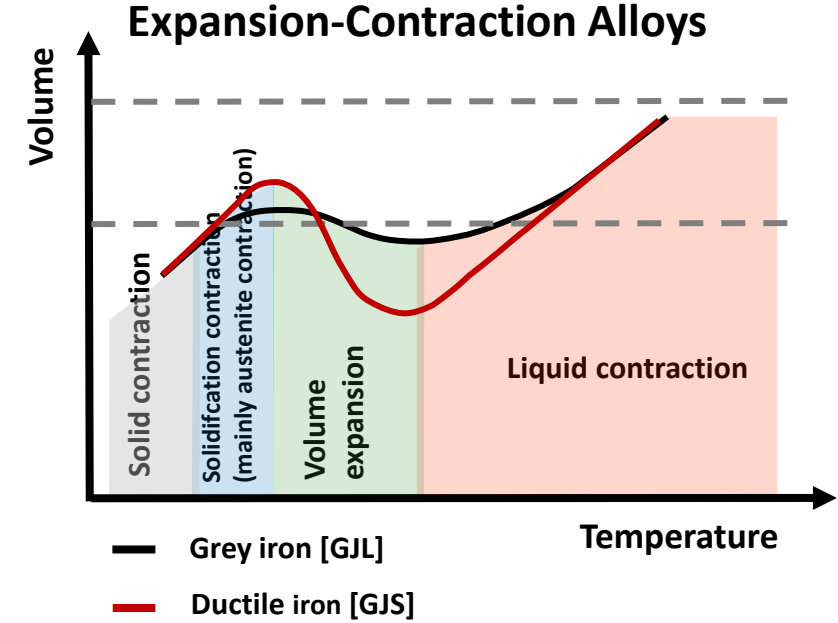
Sıvı metalin hacminde liquidus sıcaklığına kadar azalma, çekme olur. Bu çekintiyi takviye etmek kolaydır.

Katılaşma

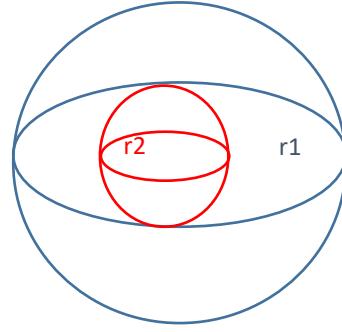
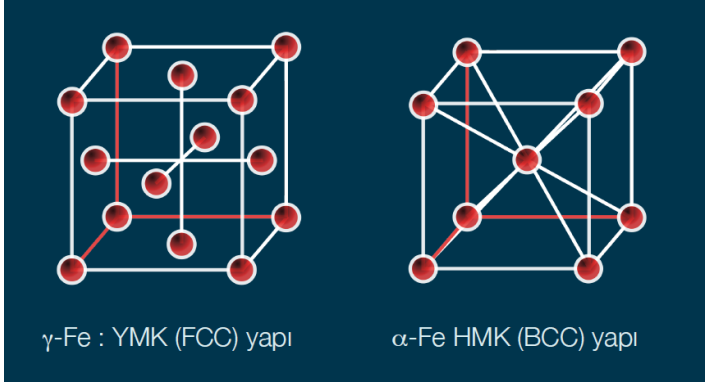


Östenit yüzey merkezli kübik (Face Centered Cubic) yapı iken, ferrit hacim merkezli (Body Centered Cubic) yapı sergilemektedir.

Sıvı metal katı hale dönüşürken her zaman hacimde değişiklik olur. Çünkü sıvı halde düzensiz olan atomlar daha kararlı ve düzenli atom dizilimine geçerler. Hem allotropik dönüşüm oluşması hem de oluşan dendritlerin besleme mesafesini kısaltmasından dolayı artık çekintiyi kompanse etmek zorlaşır.



Katılaşma



$$\text{Küre hacmi : } v = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V2 = 0,032 \cdot V1$$

$$r2 = r1 (0.032)^{1/3}$$

$$r2 = 0,31 r1$$

Dökme demir sıvı halden katı hale geçtiğinde yaklaşık %3,2 oranında çekme görülür. Bu çekmeden dolayı oluşan boşluk küre radiusunun %31'i kadardır.

Son olarak katı metal, oda sıcaklığına soğurken çekmeye devam edecektir. Bu çekme miktarı modele çekme payı verilerek karşılanmaktadır.

Besleyici Tasarımı

Bir parçanın yolluk ve besleyici sistemi iyi tasarlanmış ise yalın üretim yapılması sağlanabilir. Böylelikle, ürünler maksimum verimlilik ve minimum işçilik ile en kısa zamanda sevke hazır hale getirilebilir.

İyi bir yolluk dizaynının sağlayacağı avantajları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

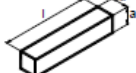
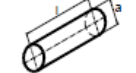
- Daha kaliteli (sound) döküm parça elde edilmesi,
- Yüksek plaka verimliliği ve düşük maliyet ile döküm yapılması,
- Düşük döküm sakatı,
- Düşük ergitme maliyeti,
- Minimum taşlama ve yolluk ayırma işçiliği,
- Ek İşçiliklerin ortadan kaldırılması.
- Çevrim hızının kısaltılması.

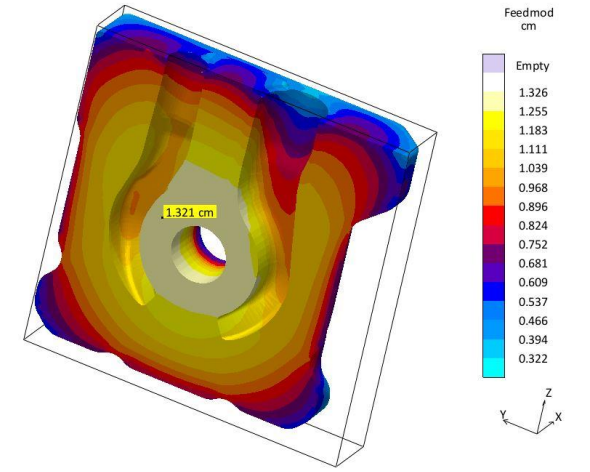
Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

- Besleyici parçadan önce katılaşmamalıdır.
- Besleyici modülü parça modülüne eşit ya da büyük olmalıdır.

$$\text{Modulus} = \frac{\text{Volume of Casting}}{\text{Cooling Surface Area}}$$

- The more heat content, the slower the cooling rate
- The more surface area the faster cooling rate.

Simple Forms		
Geometrical Form	Description	Solidification Modulus M (cm)
	Cube	$\frac{a}{6}$
	Sphere	$\frac{a}{6}$
	Bar with square cross section.	a) $\frac{a}{4}$
	a) with infinite length b) with finite length	b) $\frac{a \cdot l}{2(a+2l)}$
	Bar with circular cross section, cylinder	a) $\frac{a}{4}$
	a) with infinite length b) with finite length	b) $\frac{a \cdot l}{2(a+2l)}$



Parçanın maçalı olması, soğutucuların kullanılması, model plaka yerleşimi gibi ısı dağılımını etkileyen faktörlerden dolayı **modülün** simülasyon programları ile hesaplanması daha doğru sonuç verecektir.

Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

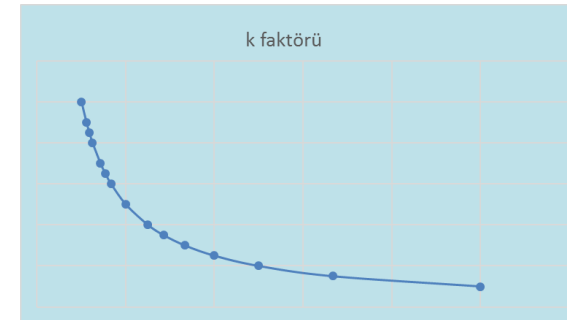
$$M_{\text{feder}} = k \cdot M_{\text{Casting}}$$

k faktörü dökümhanelerin döküm pratiğine göre belirlenmelidir. Proses dizaynı ve şartlarına göre değişebilir.

- Soğuk ya da sıcak besleyici olması
- Hurda tipleri ve oranları
- Alaşım elementleri ve oranları
- Ergitme pratiği
- Döküm metotları

Genel olarak k faktörü aşağıdaki gibi alınabilir.

- 0.7-1.1 for hypoeutectic grey irons
- 0.8-1.2 for ductile irons
- 1.2-1.5 for malleable irons
- 1.2-1.5 for steels



Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

- Besleyici, çekintiyi kompanse edecek kadar yeterli sıvı metal içermelidir.

$$\varepsilon.V_f \geq \alpha (V_c + V_f)$$

Gerekli Hacim : $\alpha (V_c + V_f)$

Beslenebilecek Metal Miktarı: $\varepsilon.V_f$

V_c : Parça Hacmi

V_f : Besleyici hacmi

ε : feeder efficiency

α : çekme yüzdesi

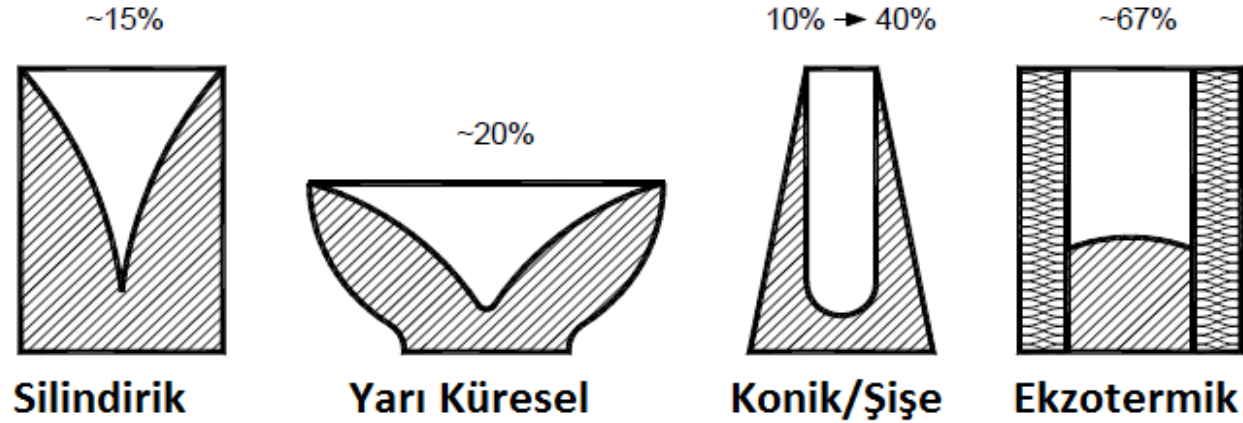
Örneğin, %14 besleyici verimliği olan kum kalıp için ;
verim alüminyum için %50 iken, çelik parça için yaklaşık %78 ‘dir.

α : %3,2 for steel

α : %7 for alüminyum

Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

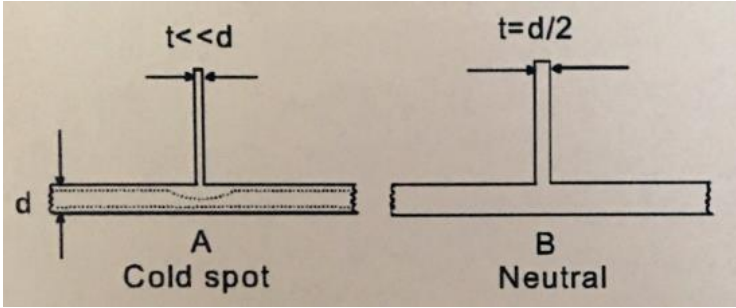
Besleyici ağırlığı plaka verimini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Aynı modüllü en düşük ağırlığa sahip geometri küredir. Fakat parça geometrisi, plaka yerleşimi ve proses şartlarına bağlı olarak farklı besleyici tipleri kullanılabilir.



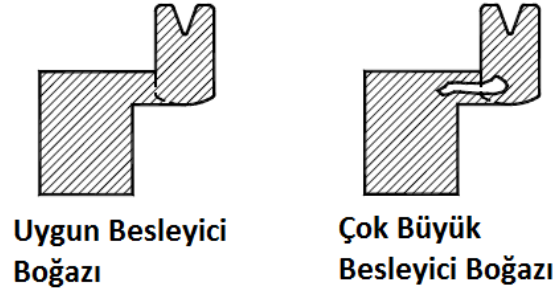
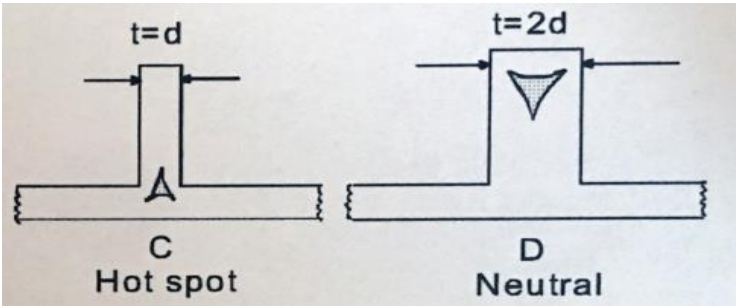
Besleyici tipine bağlı olarak, besleyici efficiency değişmektedir. Besleyici verimliliği arttırılarak yüksek plaka verimi elde edilebilir.

Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

- Besleyici ile parçanın birleşme yerinde hot spot yaratılmamalıdır.



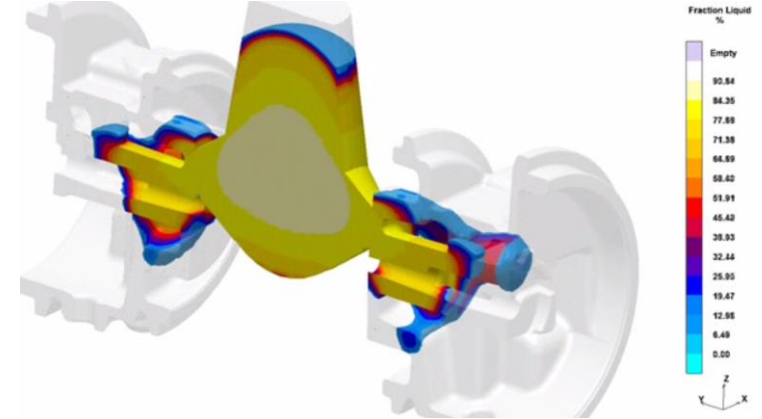
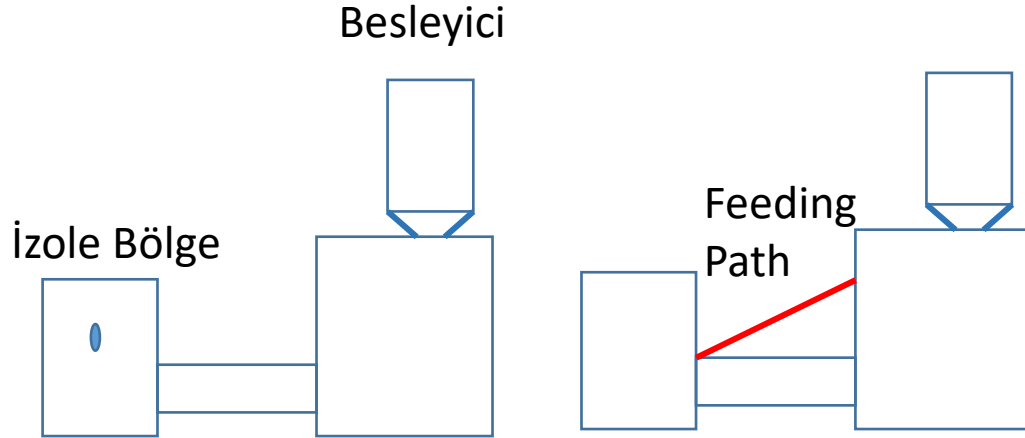
$$M_{\text{neck}} = \frac{M_{\text{Feeder}}}{3}$$



Besleyici boğazı parça ile besleyici arasında kaldığı için daha uzun süre sıvı kalır. Her iki taraftan ısıya maruz kalır.

Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

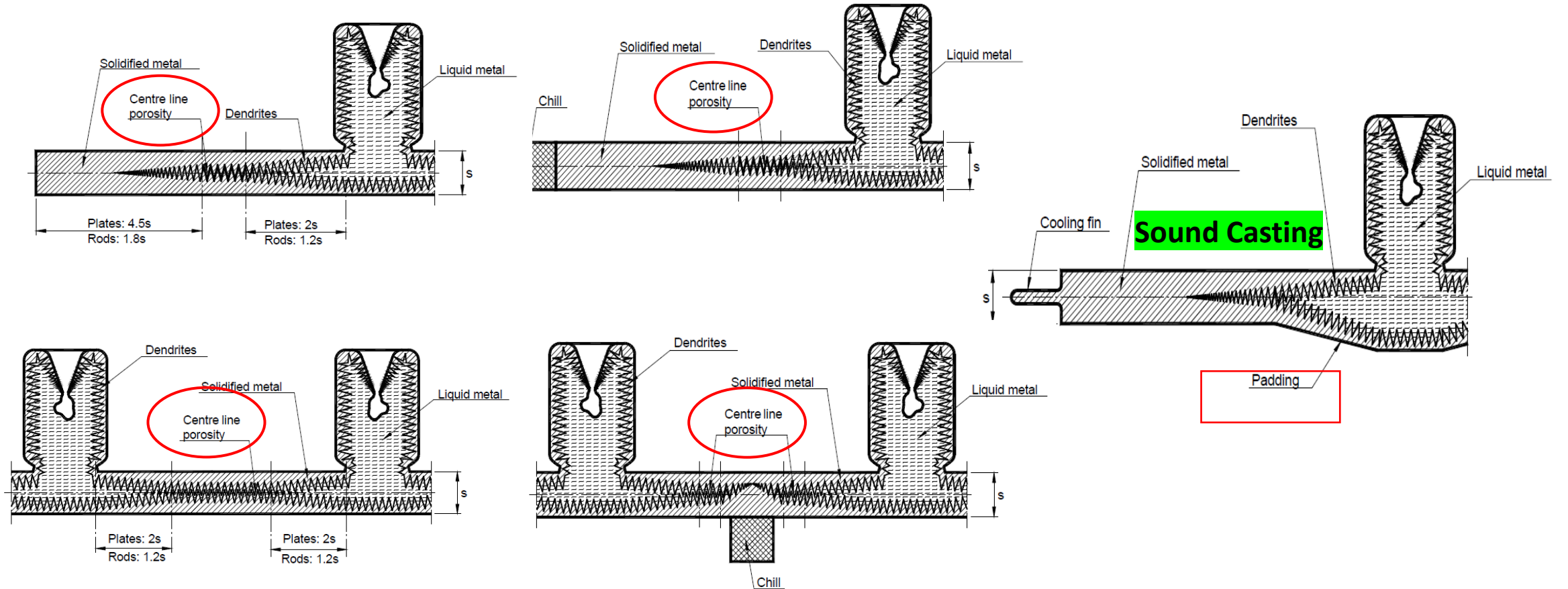
- Feeding path açık olmalıdır.



Besleyici ile beslenmek istenen bölge arasında sıvı metal bağlantısı olmalıdır. Buna göre katılaşma yönlendirilmelidir.

İzole bölgeler oluşmamasına dikkat edilmelidir. Bu durumlarda üretim maliyetinin artmaması için dizayn değişikliği değerlendirilmelidir.

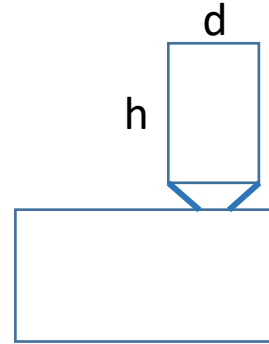
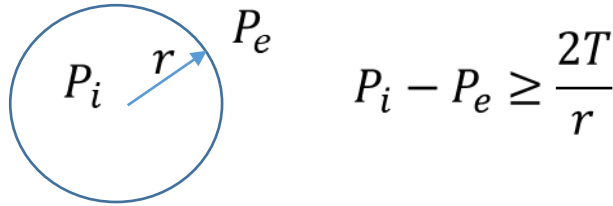
Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar



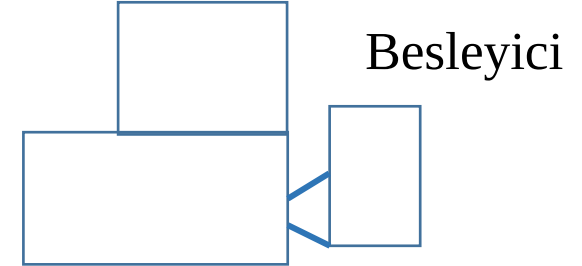
Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

- **Besleyici çekinti oluşmasını engelleyecek basıncı oluşturabilmelidir.**

Katılaşan sıvı üzerine basınç uygulanırsa, hatanın oluşması güçleşir. Böylelikle hatanın çekirdeklenmesi ve büyümesi engellenebilir.



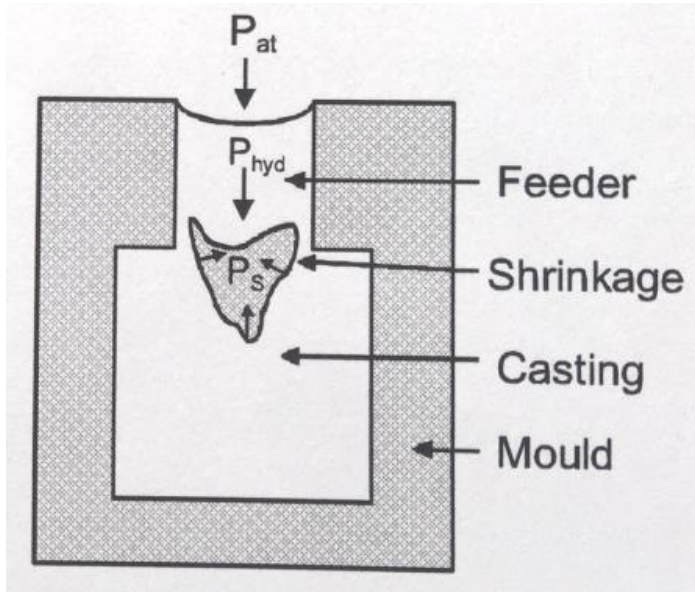
$$p = \rho gh$$
$$h : d \sim 1,5-2$$



Besleyici parça yüksekliğini geçmelidir.

Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

- Besleme metalinin akması için yeterli basınç farkı olmalı ve akış doğru yönde olmalıdır.

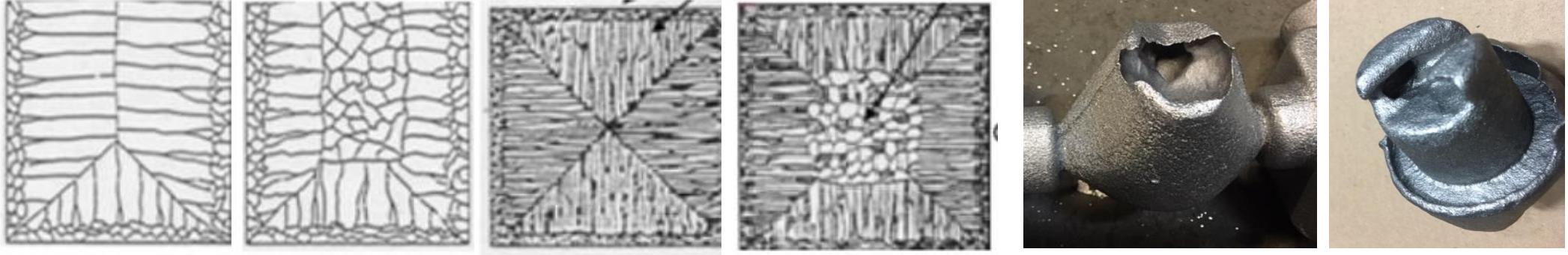


$$\text{Driving Force} = P_{atm} + P_{hyd} + P_s$$

Positive Negative

Besleyicideki net basınç parçadan yüksek olmalıdır.

Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar



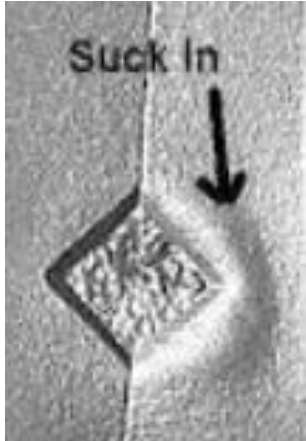
İlk katılaşma anında dış yüzeyde kabuk oluşur ve giderek kalınlaşır. Katılaşmadan dolayı oluşan hacimsel azalma geri kalan sıvı içerisinde tensile stress oluşturur. Bu iç emme, vakum, katılaşan kabuktan daha kuvvetli ise, kabuğun içe doğru çökmesine neden olur. Basınç kabuğu kırmak için yeterli değilse geri kalan sıvıyı parçalayarak boşluk oluşmasına neden olur.

Bu basınç besleyicinin tepesinde kırılmaya neden olur ise atmosferik basınç besleyici içerisindeki sıvı metale etki eder. Buda sıvı metalin besleyiciden parçadaki çekintiye doğru akması için basınç farklılığı oluşturur.

Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

Öte yandan, parçada hot spot olan bölgede en son katılaşılan metal bulunur. Bu bölgedeki hydrostatic tensile strength döküm parça kabuğunda çökmeye neden olursa atmosferik basınç bu sefer parça içindeki sıvı metale etki eder. Bu durumda basınç farklılığı, eğilimi, parçadan besleyiciye doğru olur ve besleyici çalışmaz.

Bu hatanın oluşmaması için besleyici boyu uzatılmalı ya da besleyicide hot spot oluşturacak dizaynlar uygulanmalıdır. Böylelikle besleyicide kabuk oluşması geciktirilir ve kabuğun daha kolay kırılması/delinmesi sağlanır.

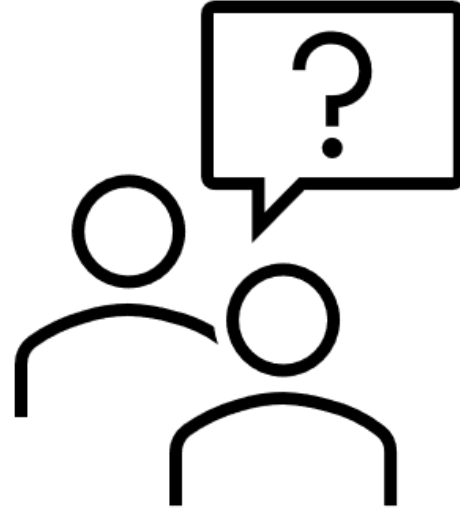


Besleyici Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlar

- Gerçekten besleyici kullanmanın gerekli olup olmadığı değerlendirilmelidir.

Besleme ihtiyacı olmayan parçalarda besleyici kullanılması çekintiye neden olabilir. Aynı zamanda bu durum döküm verimliliğini ve işçiliğini olumsuz etkileyecektir.

SORULAR





TRAKYA DÖKÜM

“your casting development partner”

TEŞEKKÜR
EDERİZ.