



Alüminyum Alaşımlarının Yüksek Basıncılı Dökümünde Kalıp Tasarım Kriterleri ve Proses Parametrelerinin İncelenmesi

Tufan ÖZAY



- 1978 yılında İstanbul'da doğmuştur.
- 1998 yılında Uludağ Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü mezunudur.
- 2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi yüksek lisans yapmıştır.
- 2016 yılında Beykent Üniversitesi, M.B.A. eğitimini tamamlamıştır.
- 1998 yılından bugüne kadar metal enjeksiyon yöntemi ile üretim yapan şirketlerde birçok sorumluluk yürütmüştür.

Yüksek basınçlı döküm yöntemi ile

- Alüminyum alaşımları
- Magnezyum alaşımları
- Çinko (Zamak) alaşımları
- Kurşun alaşımları
- Bakır alaşımları

endüstriyel olarak üretilebilmektedir.

Üretilen parça kalitesini etkileyen faktörler

- Ergiyik metal
- Döküm makinesi
- Döküm kalıbı
- Kalıp şartlandırıcı
- Yağlama ünitesi
- Proses parametreleri

olarak özetlenebilir.

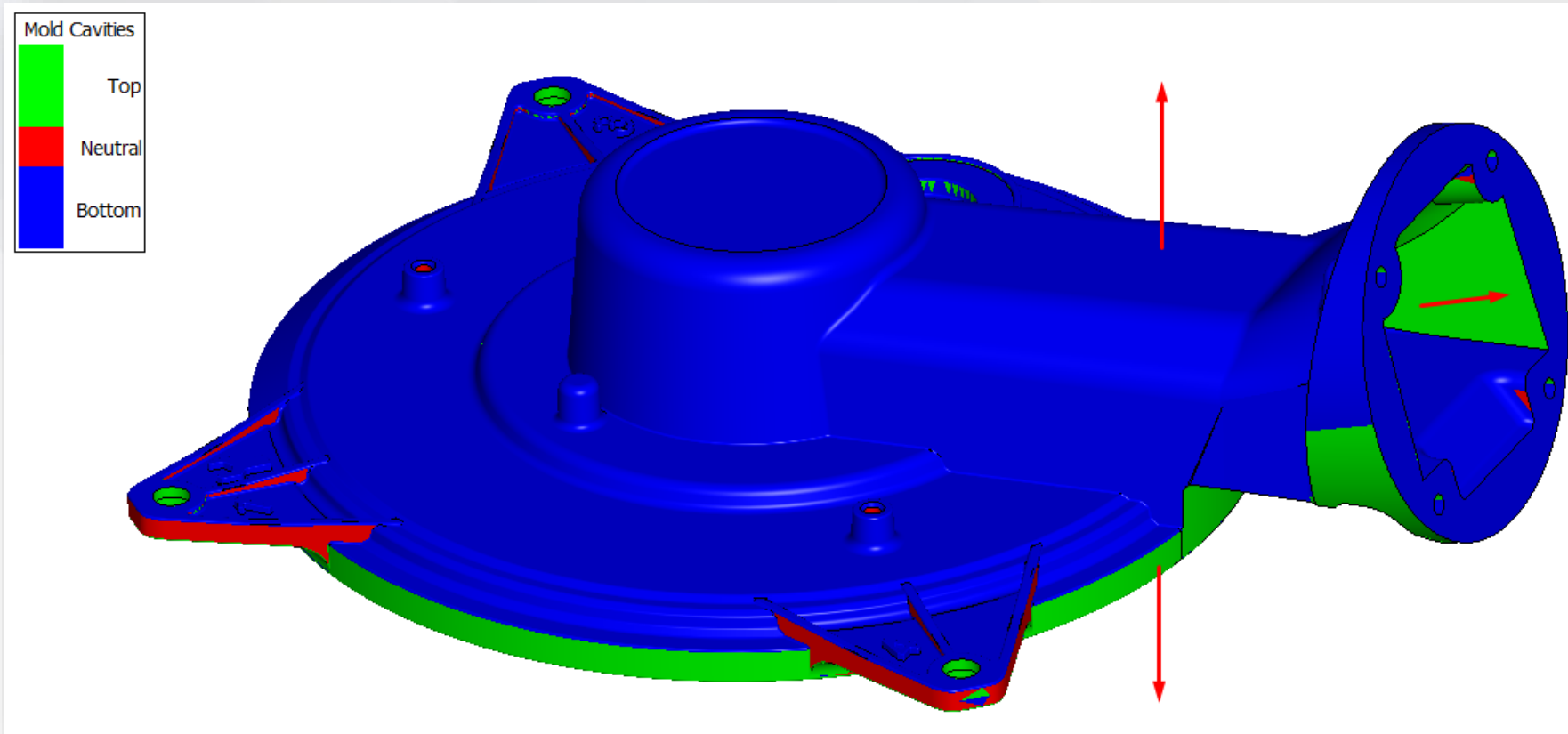
Kalıp Tasarım Kriterleri ve Proses Parametreleri



Geometrik Kriterler

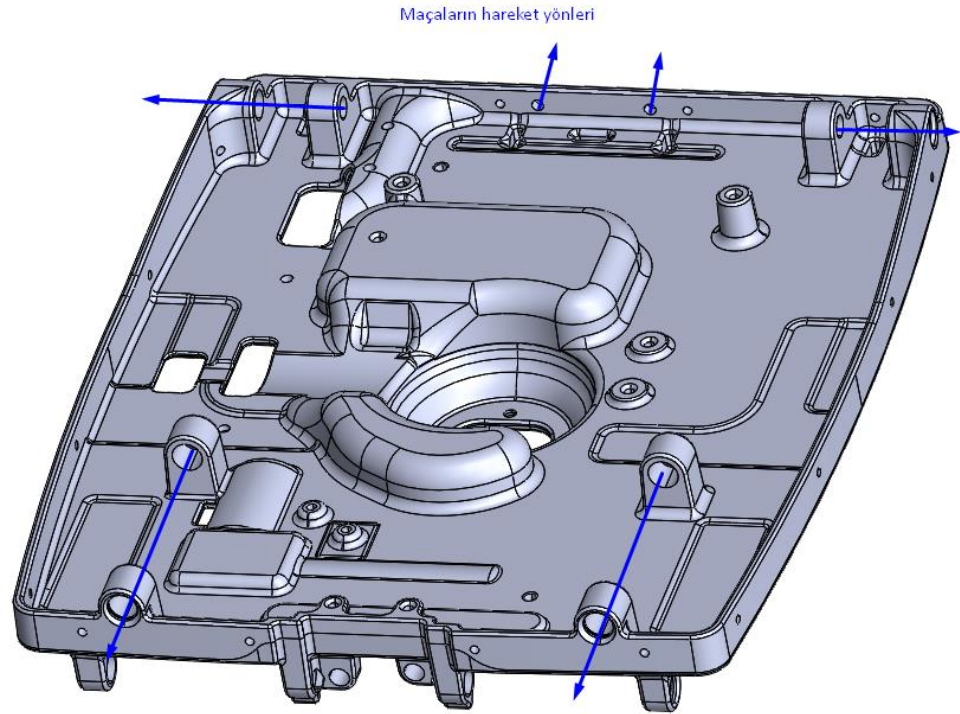
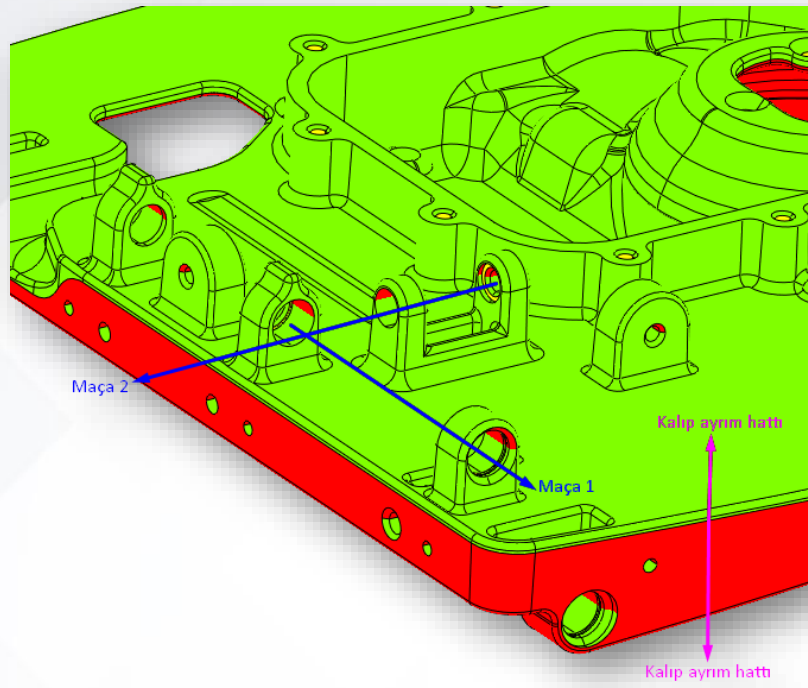
Burada incelenecek olan parça geometrisi ve bu geometrinin kalıp tasarımına etkileridir.

- Kalıp ayırım hattı; Kalıbı oluşturan iki ayrı çelik grubunun kesişim bölgelerinden oluşur.



Geometrik Kriterler

- Maça tasarımı ve sayısı; Kalıp bloğunu oluşturan ana çelik grubuna dik yönde bulunmayan ve ayrım hattı ile çıkamayacak bölgelerin tasarımı ve adedi.



Geometrik Kriterler

- Kalıp göz sayısı; Bu sayıyı belirlemek için parçanın yıllık talep miktarının karşılanabilmesi optimum şekilde hesaplanmalıdır.
- Bu hesaba, maça tasarımı ve yolluk tasarımı konuları dahil edilerek bir değerlendirme yapılmalıdır.

Toplam Çalışma Süresi	
Yıllık Çalışma Haftası	48 hafta
Haftalık Çalışma Günü	6 gün
Günlük Çalışma	21 saat
Yıllık Çalışma Süresi	21.772.800 saniye

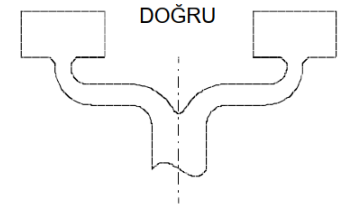
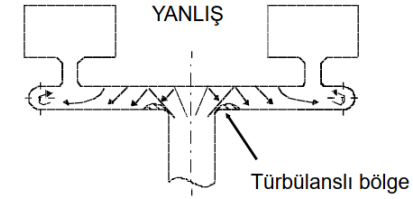
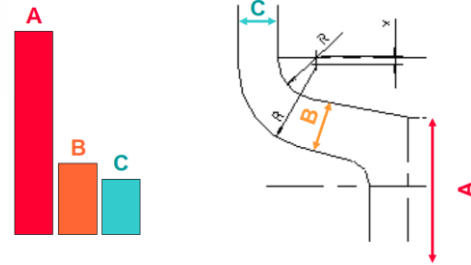
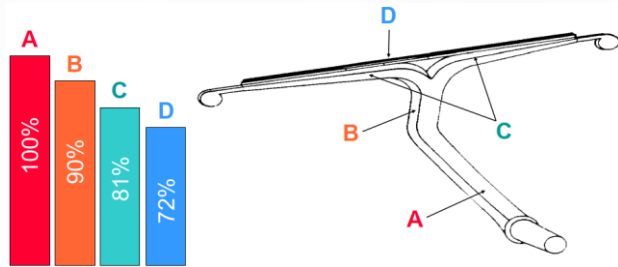
$$\text{Yıllık Sipariş Miktarı} \div \left[\left[\frac{\text{Yıllık Çalışma Süresi (s)}}{\text{Çevrim zamanı (s)}} \right] \times \text{Göz sayısı} \times \text{OEE} \right]$$

Geometrik Kriterler

- Yolluk tasarımı ; Basıncılı dökümde kalıp tasarımının en önemli konularından biridir.
- Günümüzde gelişmiş simülasyonlar ile tasarım doğrulamaları yapılabilmekte ve hatalar üretilmeden önlenabilmektedir.

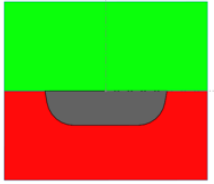
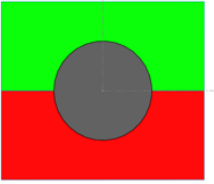
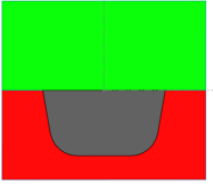
Bu konu içinde alt başlık olarak

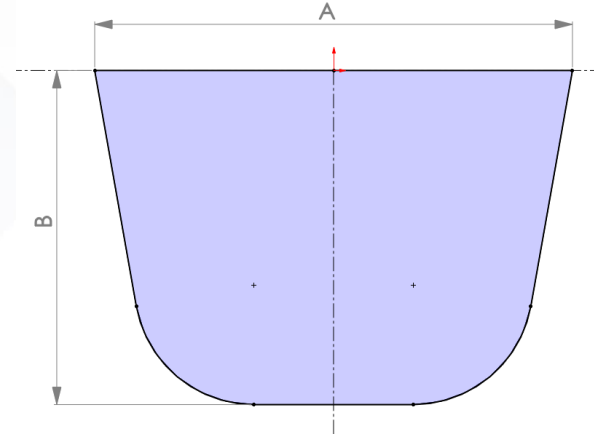
- Laminer akış, türbülanslı akış
- Yolluk kesit geometrisi
- Düz giriş tipli yolluklar
- Fan giriş tipli yolluklar
- Tanjant giriş tipli yolluklar
- Karma giriş tipli yolluklar



Geometrik Kriterler

- Yolluk tasarımı

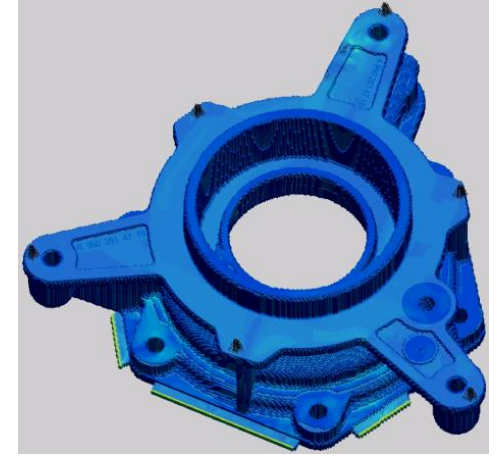
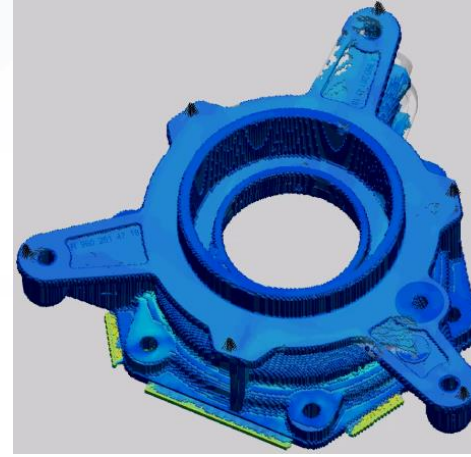
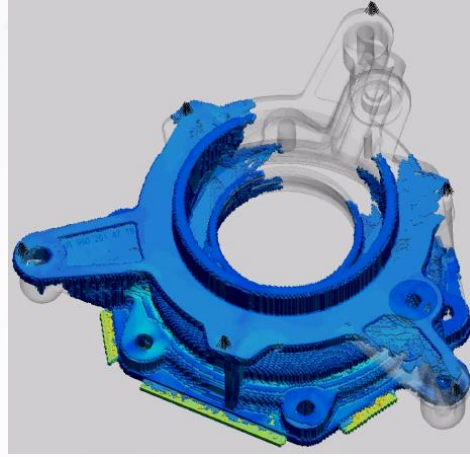
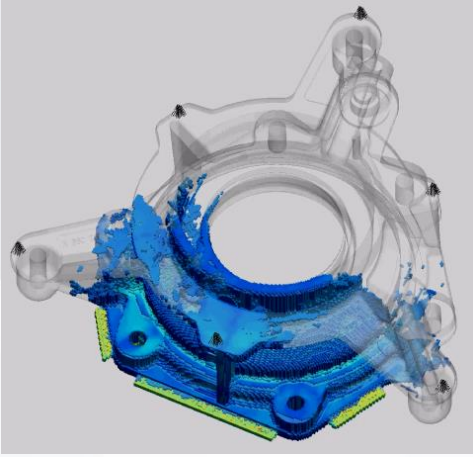
Düzlemsel Kesitli Yolluk	Silindirik Kesitli Yolluk	Trapezoidal Kesitli Yolluk
		
Geniş yüzey	Dar yüzey	Optimum yüzey
Yüksek ısı kaybı	Az ısı kaybı (geç soğuma)	Optimum ısı kaybı
Yüksek akış direnci	Düşük akış direnci	Optimum soğuma zamanı
Akış açısından tercih edilmez	Optimum akışı sağlar	Optimum akış direnci
Üretimi kolay	Üretimi zor	Üretimi kolay



Trapez yollukta A / B oranı olarak 1 / 0,6 - 0,8 olmalıdır

Geometrik Kriterler

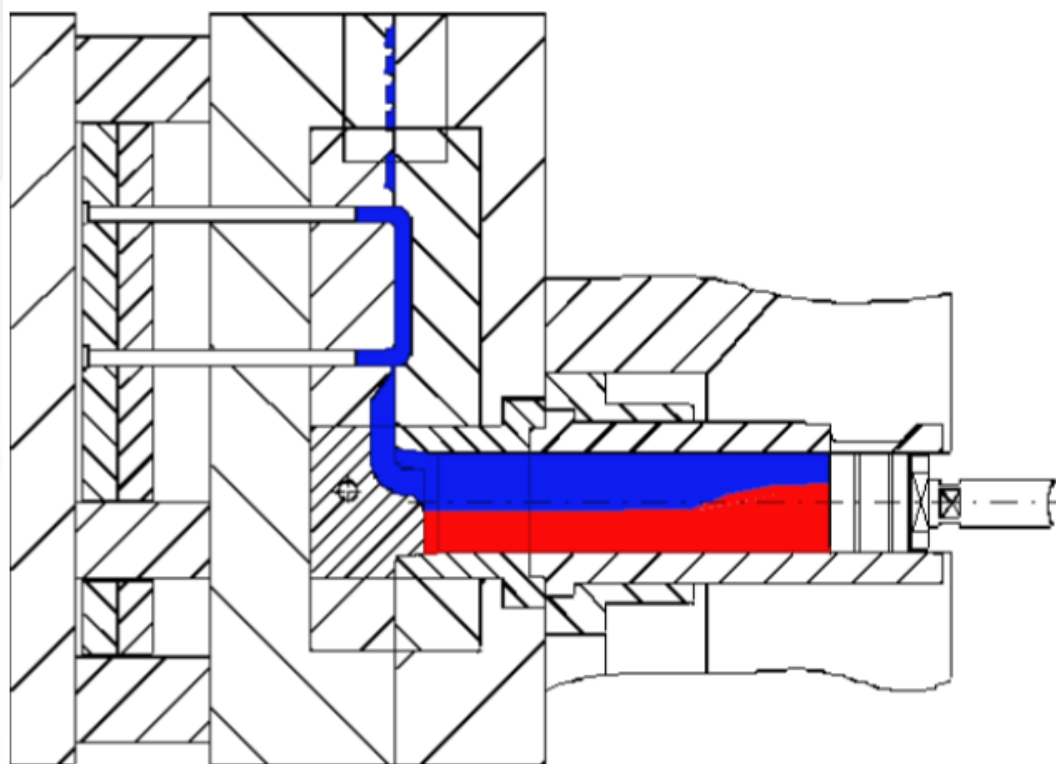
- Kalıp dolumu;
Günümüzde simülasyon programlarının gelişmesi ve kullanımının artması sonucunda incelenebilen bir kavram olmuştur.



Geometrik Kriterler

- Hava tahliye tasarımı;
Yüksek basınçlı döküm prosesi sırasında en çok mücadele edilen konulardan biri de döküm kalıbı içindeki havanın sıvı metalle karışmadan veya sıvı metal içine hapsolmeden kalıp dışına atılmasıdır.

Kalıp içinden tahliye edilmesi gereken hava (mavi renkte)



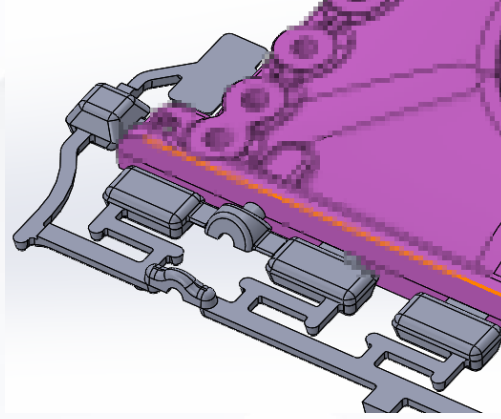
- Hava tahliye kanalları
- Taşma cepleri
- Menderes ile
- Chilvent ile
- Vakum yöntemi

Metal enjeksiyon kalıplarında kullanılan hava tahliye yöntemleridir.

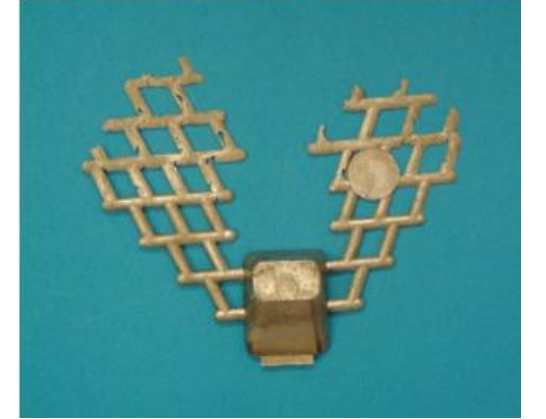
Geometrik Kriterler



Hava tahliye kanalları



Taşma cepleri



Menderes



Chilvent

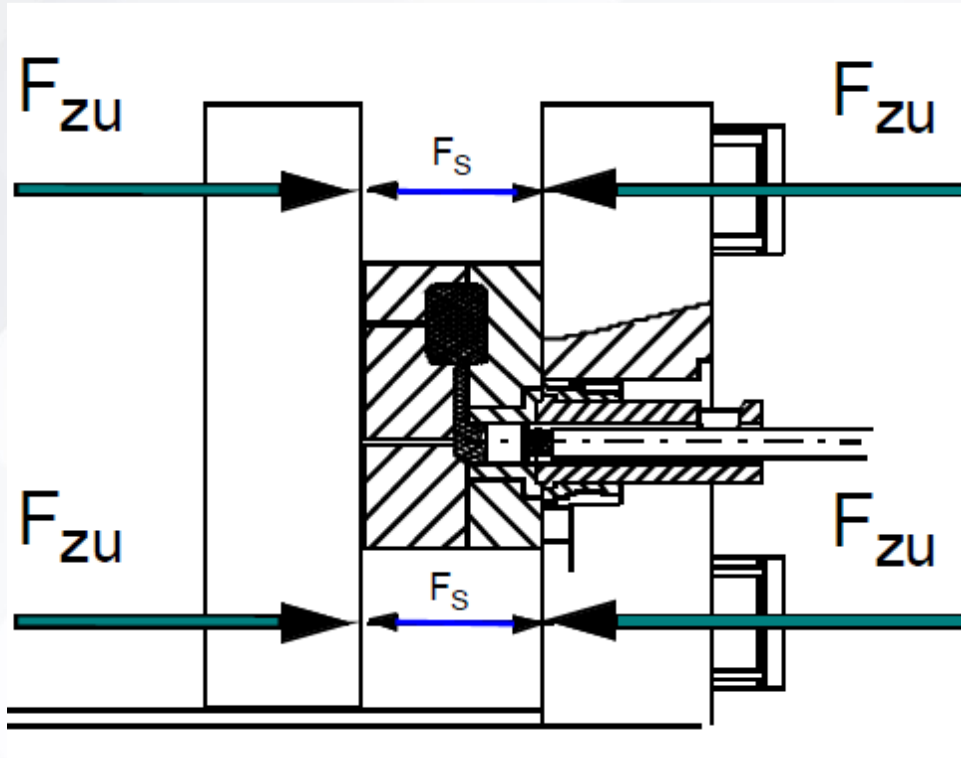


Vakum valfi

Matematiksel Kriterler

- Kilitleme kuvveti;

İki ayrı çelik yarisından oluşan döküm kalıbı, enjeksiyon prosesinin dolum ve sıkıştırma fazları esnasında hidrostatik bir basınca maruz kalır. Bu basınç ise iki ayrı çelik grubunu birbirinden ayırmaya çalışan bir kuvvet oluşmasına sebep olur. Bu çelik gruplarının bir arada durmasını sağlayan kuvvete « kilitleme kuvveti » denir.



F_{zu} : Kilitleme kuvveti F_s : Açma kuvveti

S : Emniyet katsayısı

$$F_{zu} \text{ (kN)} = F_s \text{ (kN)} \times S$$

A_s : Kalıp açma yönündeki direkt ve endirekt yüzeyler toplamı

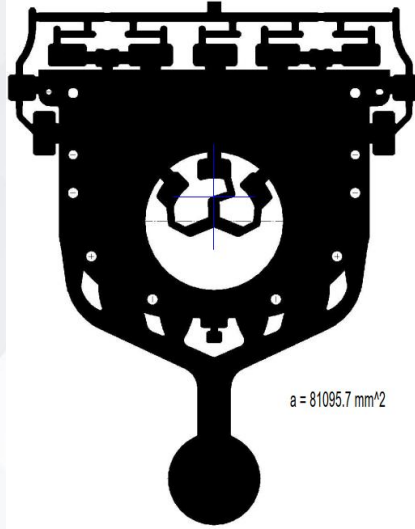
P : Kalıp içi sıkıştırma basıncı

$$F_s \text{ (kN)} = A_s \text{ (cm}^2\text{)} \times P \text{ (bar)} \quad (1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2)$$

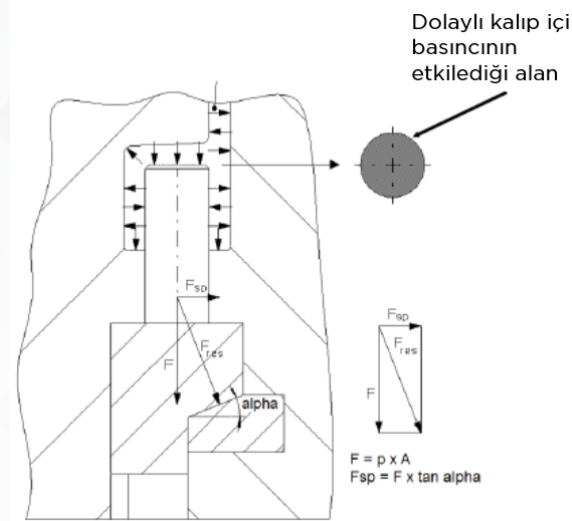
$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = A_d \text{ (cm}^2\text{)} + A_{id} \text{ (cm}^2\text{)}$$

Matematiksel Kriterler

- Kilitleme kuvveti;



Direkt yüzeyler



Endirekt yüzeyler

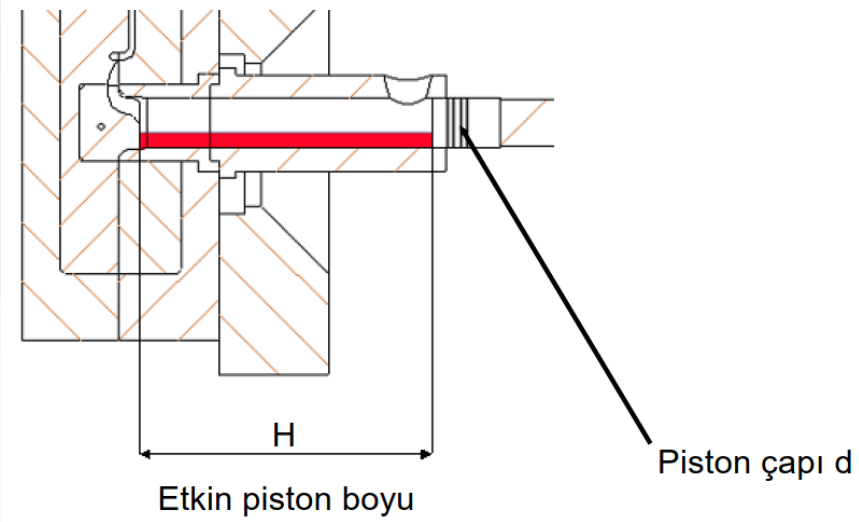
Döküm Parçası Kalite Seviyesi	
Parça Beklentisi	Alüminyum İçin Önerilen Kalıp İçi Sıkıştırma Basıncı (bar)
Mekanik yük etkisinde <u>çalışmayan</u> parça	400 - 600
Mekanik yük etkisinde <u>çalışan</u> parça	600 - 800
Basınç altında çalışan parça	800 - 1200
Geniş yüzeyli ince et payına sahip parça	600 - 800

Kalıp içi spesifik basınç değerleri

Matematiksel Kriterler

- Hazne doluluk oranı;

Sıvı metal hacminin toplam hazne hacmine oranına “hazne doluluk oranı” adı verilmektedir.



Yapılan çalışmalara göre hazne doluluk oranının % 40-60 arasında seçilmesi, olumlu sonuçlar vermektedir.

Matematiksel Kriterler

- Proses parametreleri;

Basıncılı döküm, oldukça hassas bir yöntem olmasının yanı sıra parça kalitesini ve mekanik özellikleri etkileyen birçok faktörü de bünyesinde barındırmaktadır.

Bu faktörler hiç kuşkusuz proses parametreleri ile yakından ilişkilidir.

Kusursuz bir kalıp tasarlanıp imalatı gerçekleştirilse bile, döküm prosesi esnasında yanlış seçilen parametreler, doğru tasarımların bile hatalı ve kötü mekanik özelliklere sahip olacak şekilde üretilmesine sebep olabilmektedir.

Bu yüzden parça kalitesini ve mekanik özellikleri etkileyen unsurların başında proses parametreleri gelmektedir.

Proses parametreleri olarak;

- Döküm sıcaklığı
- Kalıp sıcaklığı
- Dolum süresi
- 1. faz piston hızı
- 2. faz piston hızı
- 3. faz piston basıncı

sayılabilir.

Termal Kriterler

Kalıp içinde olan ısı dağılım günümüzde simülasyon programları ile öngörülebilmektedir. Yoğun ısı üreten bölgelere ilave termal sistemler eklenebilmektedir.

- Termoregülatör hatları (sulu veya yağlı tip)
- Spot soğutma hatları
- Jet Cooling hatları

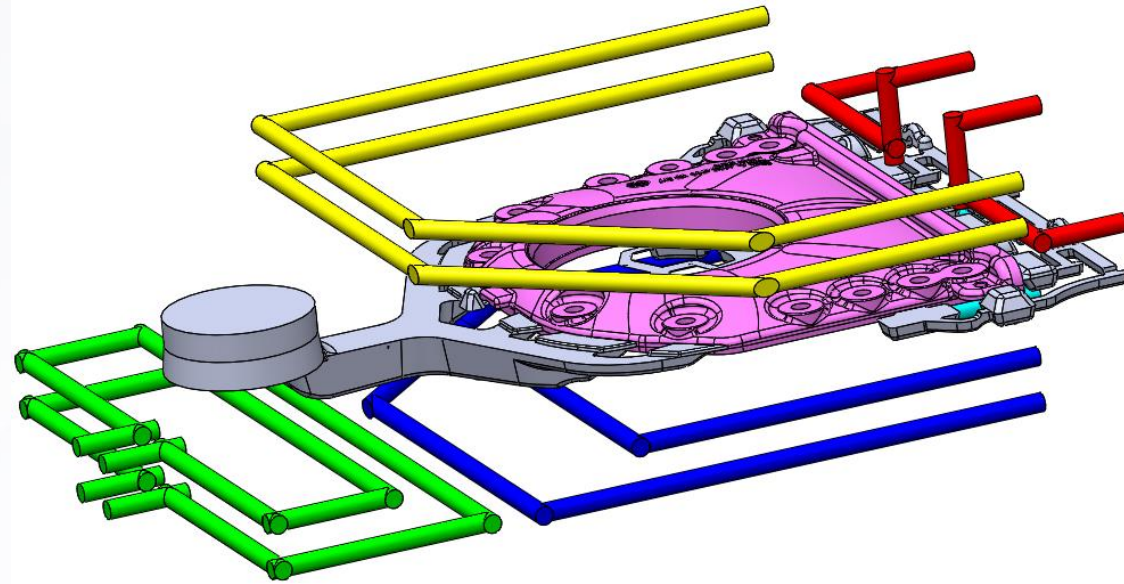
Bu ısı dağılım kalıbın denemeleri sırasında termal kameralarla kontrol edilebilmekte ve yapılan çalışmaların sonuçları izlenebilmektedir.

Kalıpların ilk devreye alınmasında kalıp ömrü ve performansı için ön ısıtma önem arz etmektedir. Bu işlem, kalıpta bulunan termoregülatör hatlarından sıcak akışkan (yağ veya su) geçirilerek yapılır. Sonrasında bu hatlar kalıp yüzeyinden ısı çekmek için görev yapar.

Spot soğutma ve Jet Cooling hatları ise daha çok kontrollü katılaşma istenen yerlerde kullanılır.

Tüm bu termal sistemler birlikte kalıp üzerinde ısı dengeyi sağlamalıdır. Bu ısı denge istenen kalite seviyesinde parça üretiminde çok önemli konuların başında gelmektedir. Burada ki dengesizliklerin parça kalitesine direkt etkisi vardır.

Termal Kriterler





TEŞEKKÜRLER & THANK YOU

