

PLASTİK MALZEMELERİN İŞLENME TEKNİKLERİ

ENJEKSİYON YÖNTEMİ İLE İŞLEME TEKNİĞİ

ENJEKSİYON MAKİNASI

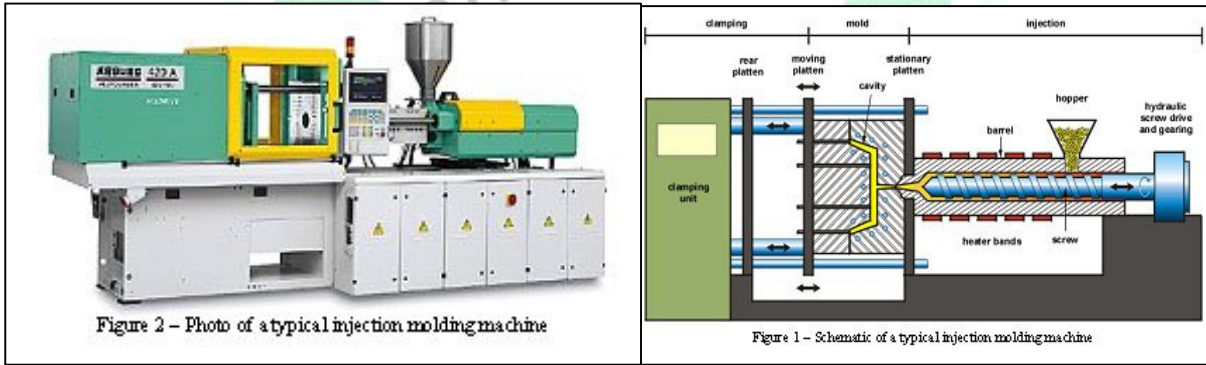
Bu yöntem genellikle “**termo plastik**”lere uygulanan şekil verme tekniğidir.

* Bu makine asıl olarak ;

1. Enjeksiyon kısmı

2. Kalıp bağlama kısmı olmak üzere iki ana bölümden oluşur.

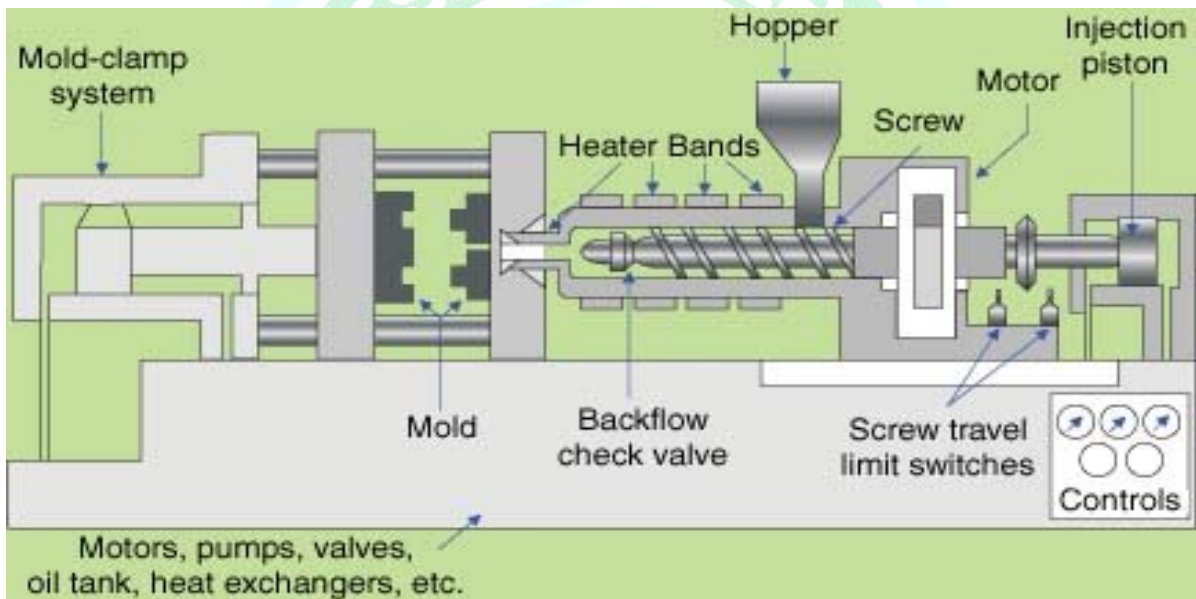
Ancak unutmamak gerekir ki bu yöntemle “**termoset**”ler de işlenir.



ENJEKSİYON MAKİNASININ PARÇALARI

Enjeksiyon Ünitesi :

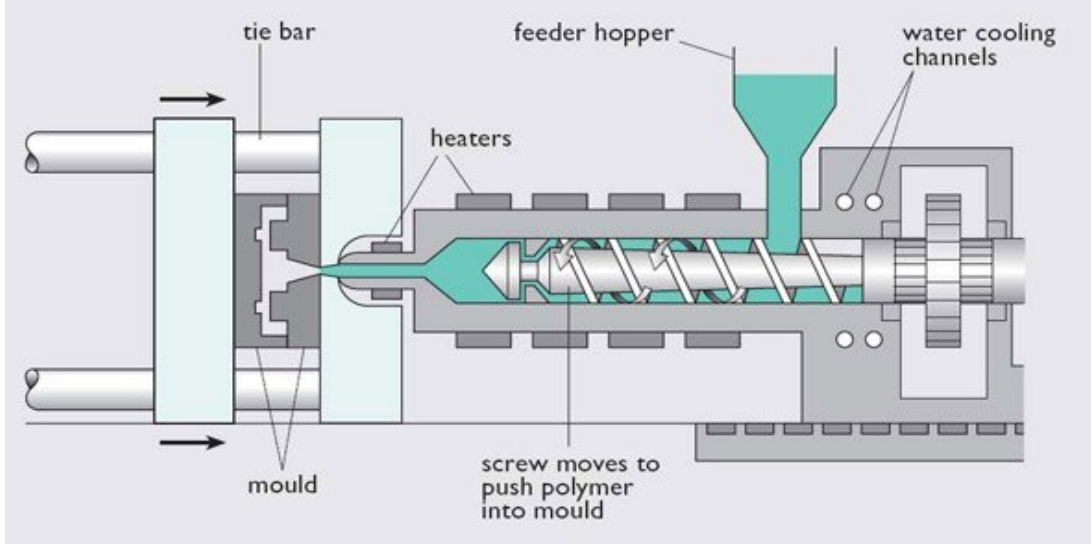
Bu üniteye **BESLEME HUNİSİ** , bir **SİLİNDİR** ve içerisinde **SONSUZ VİDA** , ayrıca silindirin dış kısmında **ISITICI** lar ve uç kısmında **MEME** mevcuttur.



Kalıp bağlama Ünitesi :

Meme' nin önünde bulunan bu ünite de bir **SABİT** bir de **HAREKETLİ PLAKA** vardır.Kalıbın yarısı sabit plakaya diğer yarısı da hareketli plakaya bağlıdır.Hareketli plaka ile kalıp açılır kapanır.Kalıbın sabit plakaya bağlanan kısmında **YOLLUK** bulunur, bu memeden aldığı erimiş plastiği kalıp boşluğuna iletmeyi sağlar.

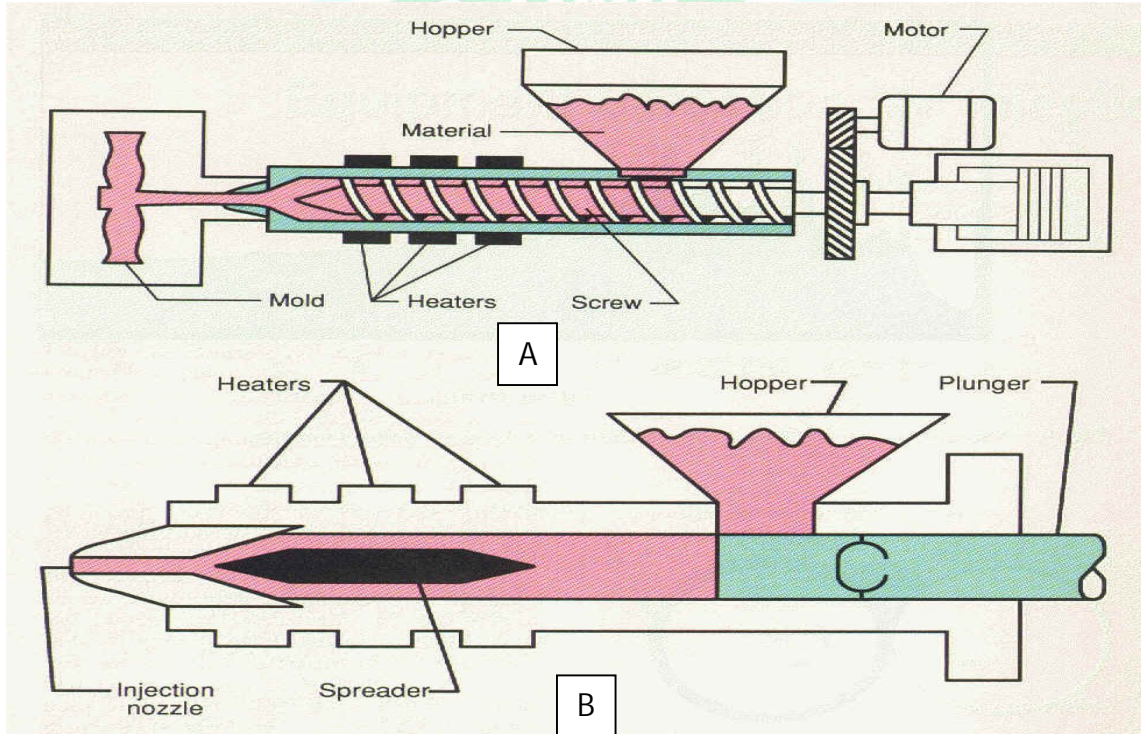
Bazı enjeksiyon sistemlerinde sonsuz vida yerine **PİSTON** kullanılarak erimiş plastik kalıba basılır.



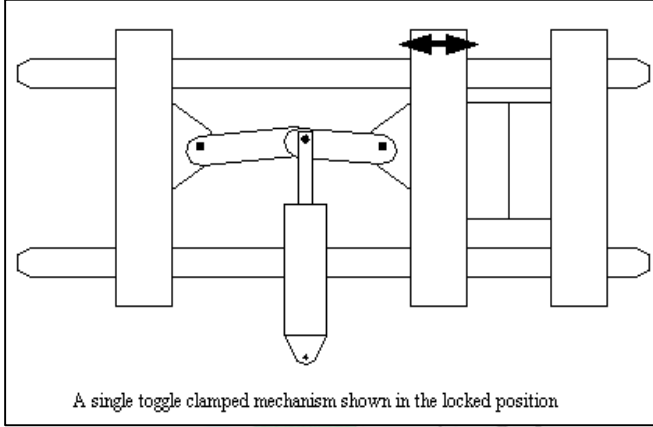
* İki tip enjeksiyon makinası vardır.

- Vidalı enjeksiyon (A)

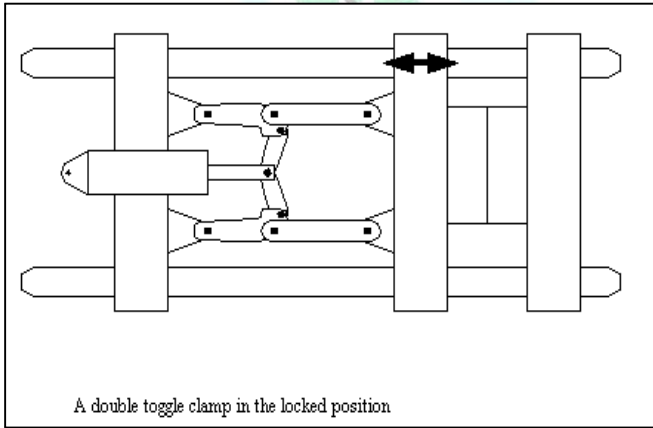
- Pistonlu enjeksiyon (B)



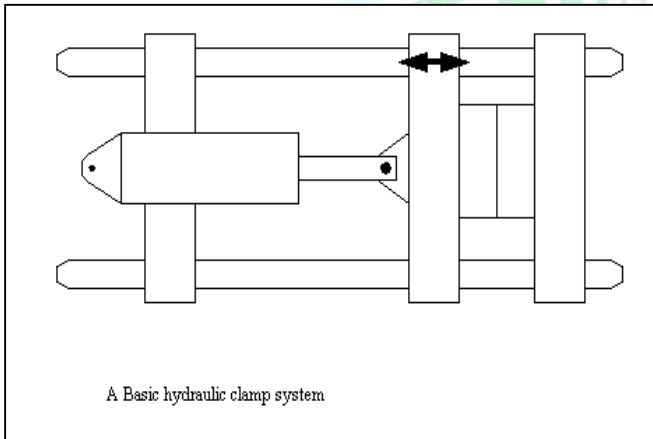
ENJEKSİYON MAKİNASININ PARÇALARI



Kalıp bağlama Ünitesi : Şekilden görüldüğü gibi kalıp bağlama ünitesi tek bir mafsal yardımı ile açılıp kapatılır.



Kalıp bağlama Ünitesi : Şekilden görüldüğü gibi kalıp bağlama ünitesi çift bir mafsal yardımı ile açılıp kapatılır.



Kalıp bağlama Ünitesi : Şekilden görüldüğü gibi kalıp bağlama ünitesi basit bir hidrolik sistem yardımı ile açılıp kapatılır

ENJEKSİYON MAKİNASI (Videoyu izle!!!)

Sistemin çalışması :

- * Toz veya granül haldeki plastik reçine sıvı hale gelinceye kadar ısıtılır.
- * Basınç uygulanarak sıvı polimer bir “meme” içersinden kalıp içine gönderilir.
- * Kalıp içindeki “yolluklar” sıvı plastik akışını kontrol ederler.
- * Kalıp içindeki malzeme katılaşıncaya kadar basınç altında tutulur.
- * Kalıp açılır, iticilerle ürün kalıptan dışarı alınır.

Günümüzde ; PE , PS, PP, ABS, SAN, Naylon gibi pek çok polimer bu yöntemle işlenir.

* Enjeksiyon işlemi **ISI** ve **BASINÇ** uygulanarak yapılıyor.

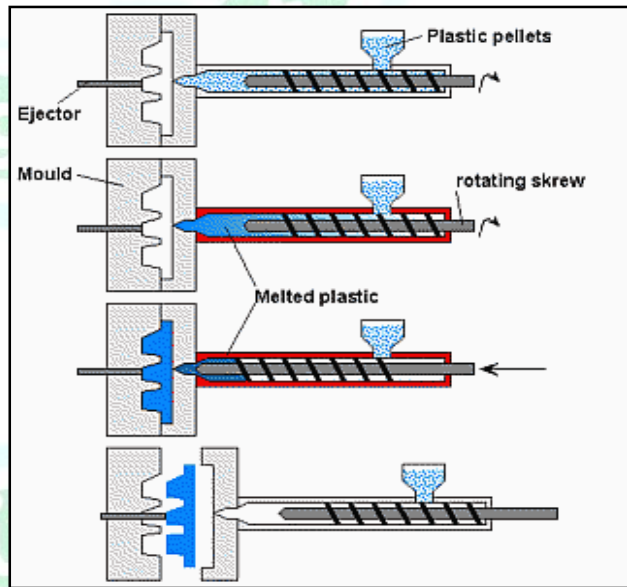
* PS için bu ısı 163 -260 ° C ,
SAN için bu ısı 191 -270 °C

PP için bu ısı 204 – 288 ° C
, PE için bu ısı 149 -260 ° C

* Basınç olarak ise;

Pistonlu enjeksiyon
makinalarında 1000 – 2000 bar

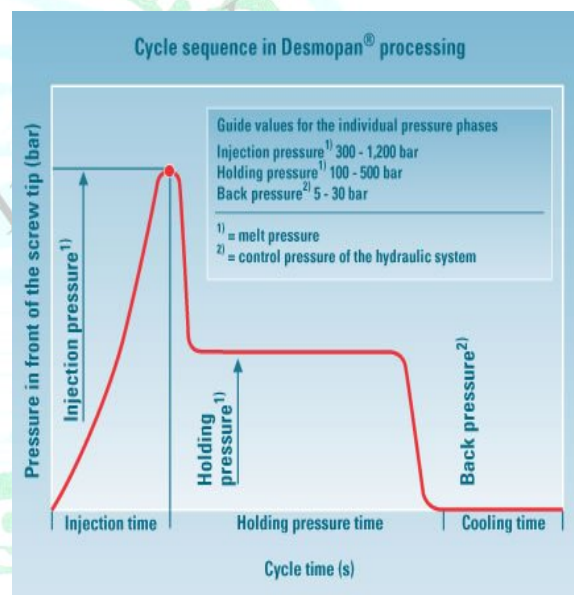
Sonsuz vidalı
makinalarda 500 – 1200 bar



Bu basınçların meme deliği önündeki basınçlar olduğu unutulmasın.Kalıp yolluklarında ve kalıp boşluğundaki basınç daha düşüktür.

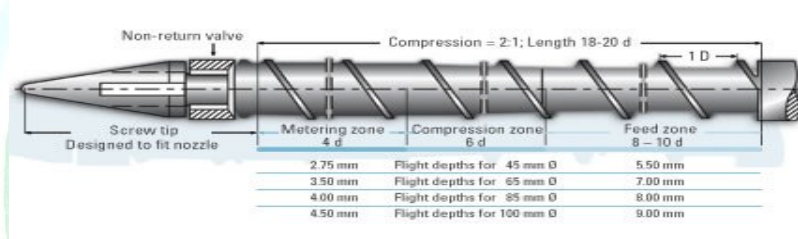
* Bu işlemde **sıcaklık**,silindir boyunca farklı,püskürtme memesinde farklı, kalıp içinde farklı seviyededir.Örnek :**Naylon 66** için sıcaklık dağılımı şöyledir.**Kalıpta** 80-120 ° C , Meme ucunda 280-300 ° C , Silindir önünde 300-320 ° C ,silindir merkezinde 300-320 ° C ,Besleme **hünisi girişinde** 280-320 ° C dir.

* Soğutma kademesi için :



- Kalıp sıcaklığı 80 ° C olmalı, fakat kristalin yapısı oluşması ve iyi mekanik özellikler elde etmek için kalıp sıcaklığı 120 ° C önerilir.

ENJEKSİYON VİDASI-(HELEZON) (I) : İşlenecek plastik malzemenin “türüne”ve “üretim hızı”na bağlı olarak silindir ve vida boyutları seçilir.



* Vidanın dönme hızı , erimiş reçineyi kalıp boşluğuna itme hızı önemlidir.Bu hız ; plastiğin kristalize olmasını önleyeceği için,daha iyi yüzey kalitesi sağlayacağı için yüksek olmalıdır.

* Reçine nemli olmamalıdır.Vidayı ve silindiri oksitler.

* Vida **BESLEME** ,**SIKIŞTIRMA** ve **ERİYİĞİ TAŞIMA** kısımlarından oluşur.



* Termoplastikler işlenecekse (Silindir boyu / Çap) oranı L/D 15/1 veya 20/1 olan silindirler kullanılır.

* Enjeksiyon vidası **Besleme** , **Sıkıştırma** ve **eriyiği taşıma** bölgelerinden meydana gelir.

* Enjeksiyon vidasının dış çapı sabittir. Ancak vida dişlerinin yükseklikleri farklıdır.Besleme bölgesinde yüksek , sıkıştırma bölgesinde daha düşüktür.

* Vida malzemeleri ; **4140** takım çeliği , **D2** çeliği üzeri kromla, ve karbid'le kaplanmış, nitrasyonla ısıl işlem yapılmıştır.

* **Baskı oranı** = Besleme diş yük / enjk.diş yük

* Termoplastikler için bu oran 2/1 ile 3,5/1 ara sında değişir.



ENJEKSİYON VİDASI –(III)-VE TERMOSETLER

* “**Termoset**”lerin enjeksiyonla işlenmeleri “**termoplastik**”lerden farklıdır.

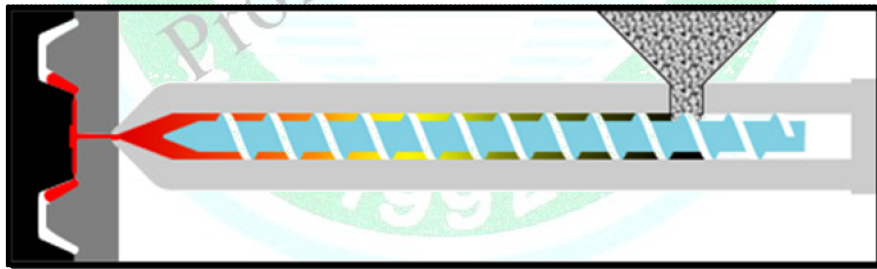
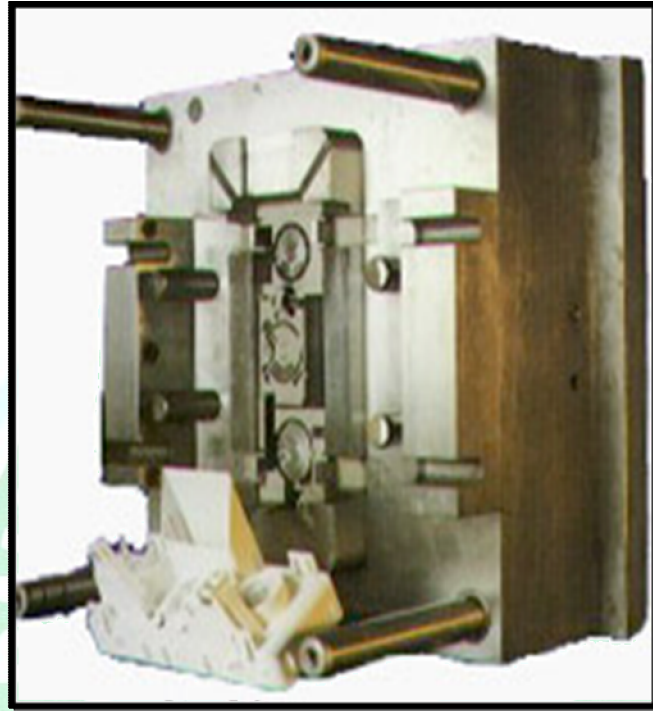
1. Termoset silindir içersine gelir.Isıtılır,yumuşar **140 N/mm² (MPa)** basınçla kalıp içersine enjekte edilir.Kalıbın yaklaşık % 90 ı doldurulur.

2. Sonra basınç **70 N/mm² (MPa)** düşürülür.Bu basınçta 10-15 saniye tutulur.

3. Kalıp daha önceden yaklaşık **150-200⁰ C** ısıtılır.Bu sıcaklıkta polimerizasyon işlemi devam eder “**network ağ oluşumu**”na fırsat tanınır.Böylece yapı termoset yapıya dönüşür.

4. Termosetler için **L/D** oranı **12/1** ile **16/1** arasında değişir.**Baskı oranı** da **1.0** civarındadır.

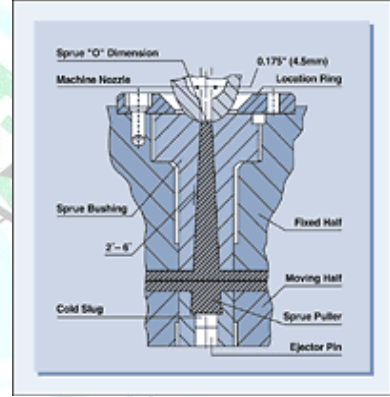
5. Termoset’lerde en önemli sorun ; plastik, ısıtıcı silindirden memeye ve kanala oradan da kalıp içine basılırken sertleşip donması ve memeyi tıkama ihtimalidir.



PÜSKÜRTME (Enjeksiyon) MEMESİ

* “Meme” enjeksiyon makinasına ait iken, “yolluk” kalıba aittir.

* Meme’ler değişik şekillerde olabilirler.Püskürtme memesinin şekli kalıp içerisindeki yollukla uyumlu olmalıdır.



* Memeler ayrı parça şeklinde imal edilip, helezonun ucuna vidalanırlar.

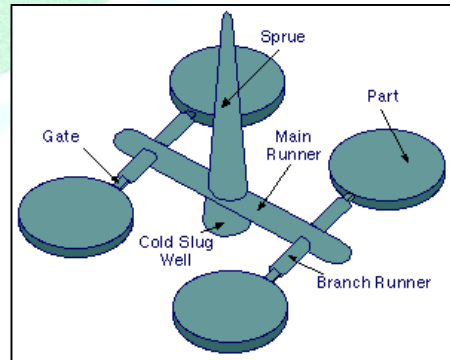
YOLLUK SİSTEMLERİ : Erimiş plastiği memeden geçtikten sonra kalıp içindeki boşluklara dağıtımını sağlayan “kanallara” yolluklar adını veriyoruz.

Yolluktan beklenti ,sıvı plastiği kalıp boşluğuna dengeli şekilde doldurmasıdır.Bunun için kalıp tasarımında yolluk dizaynı çok önemlidir.

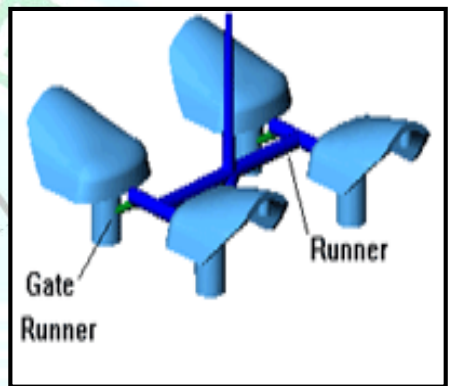
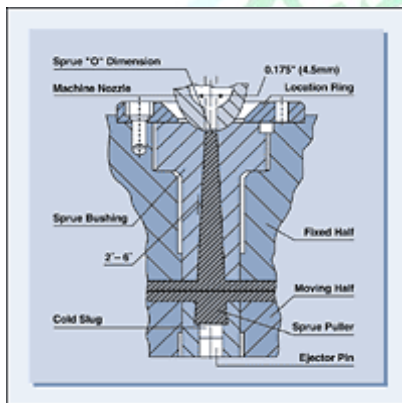
Günümüzde iki tip yolluk revaçtadır.

1.Soğuk yolluklar (normal yolluklar)

2.Sıcak yolluklar



Sıcak Yolluklar

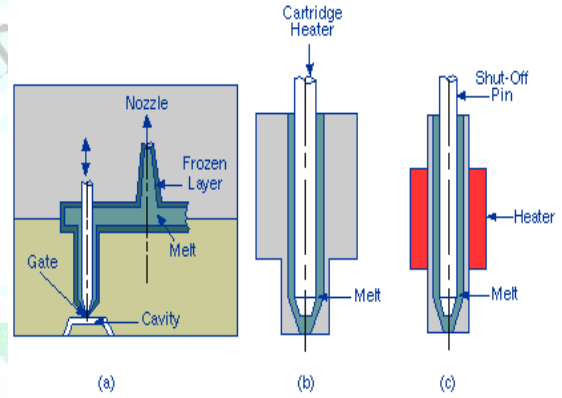
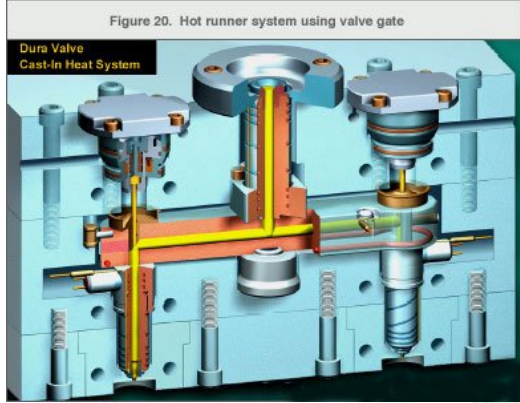


Soğuk yolluk(Normal yolluk sistemini ifade ettiği için ayrıca bahsedilmeyecektir.)

SICAK YOLLUKLAR : Bu yöntemde , yolluklar içten ve dıştan ısıtılmaktadırlar.Sebebi de memeden kalıp boşluğuna giderken reçinenin donma ihtimalini ortadan kaldırmaktır.

* Sıcak yolluklar, kolay çıkması için kesik koni biçiminde yapılmışlardır. Koniklik açısı $2-6^{\circ}$ arasındadır.

* Sıcak yolluktan istenen, kalıp boşluğunu tam doldurmadan, reçine yolda katılaşmasın.Basınç çok düşmesin.Temiz bir enjeksiyon sağlasın.

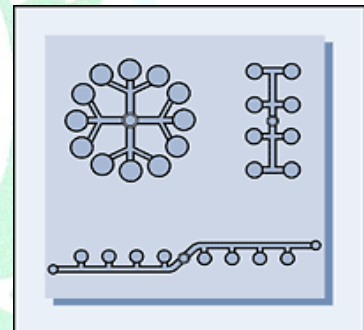
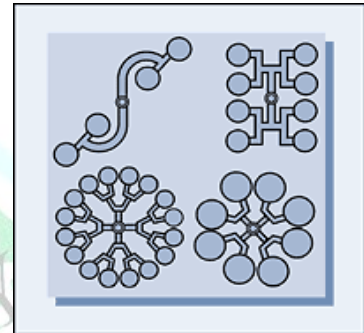


SICAK YOLLUK – Yolluk Şebekesi

* Çok boşluk olan kalıplarda, yolluk sistemi “**yolluk şebekesi**” oluşturur.Bir “**ana yolluk**” bir de boşluklara giden “**dağıtım yolluk**”ları mevcuttur.

Yolluk şebekesinin tasarımında dikkat edilecek hususlar şunlardır.

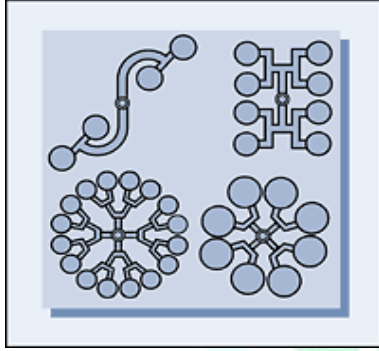
- * Ana yolluk kısa,dağıtım yollukları kısa olmalıdır.
- * Reçine boşluğa yön değiştirmeden girmelidir.
- * Ana yolluktan sonra tüm yollar eşit uzunlukta olmalıdır.
- * Tüm dağıtım yolluklarının kesitleri toplamı,ağız kısmındaki kesite eşit olmalı.
- * Kalıp boşlukları aynı anda doldurulmalı, aynı anda tıkanmalıdır



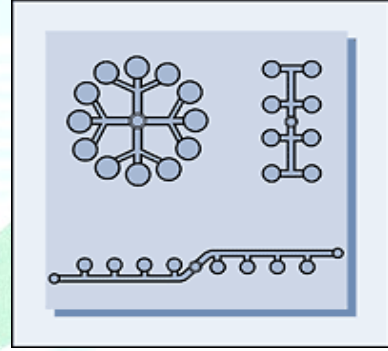
Yukarıdaki kurallara uyulursa “**DENGELİ YOLLUK ŞEBEKESİ**” uyulmazsa “**DENGESİZ YOLLUK ŞEBEKESİ**” oluşur.

* Dengesiz yolluk şebekesinde boşluklar eşit doldurulmaz,her boşluk için ayrı bir soğutma zamanı gerekir. O zaman da ;

- Boşluklar tam doldurulmaz,
- “**Büzülme farkı**” çarpıklıklara sebep olur,
- Her üründe farklı özellik ortaya çıkar,



Dengeli yolluk



Dengesiz yolluk

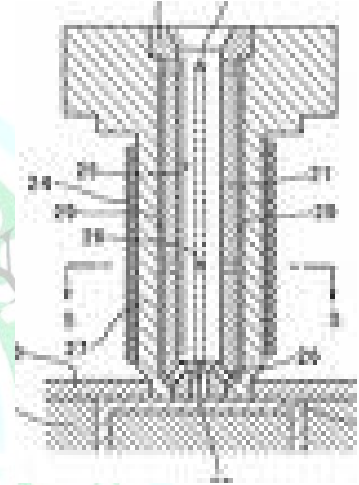
Soğuk yolluk ve sıcak yolluğun dışında başka sistemlerde vardır.

YOLLUKSUZ KALIPLAR

* Bu kalıplar, meme kanalının kalıp boşluğuna kadar uzantısı biçiminde olan yolluklardır.

* Bu kalıplar “**yalıtılmış yolluk sistemleri**” ve “**sıcak yolluk sistemleri**” olmak üzere iki ayrı sistem kullanırlar.

- Yalıtılmış sistemde reçinenin geçtiği kanallar çok geniş tutulmuş tur.Yolluk cidarında katlaşmış bir reçine tabakası oluşur.Bu da yalıtım görevi yapar.Böylece iç kısımlar sıvı kalır.



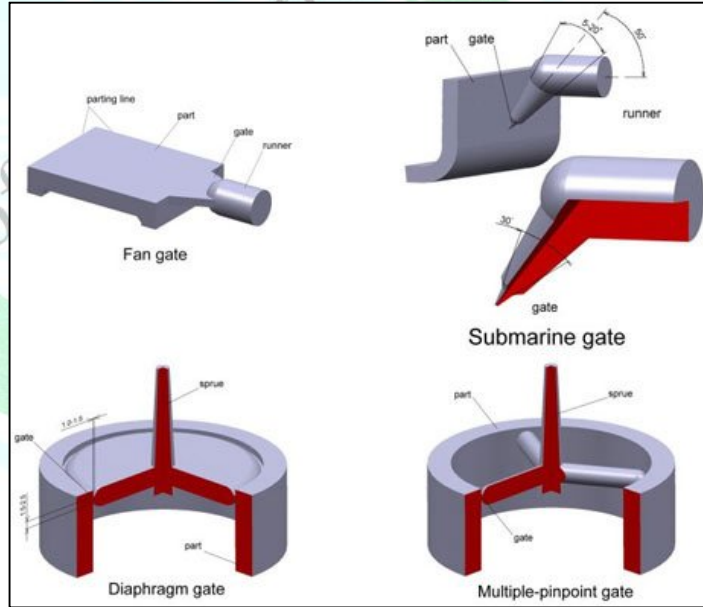
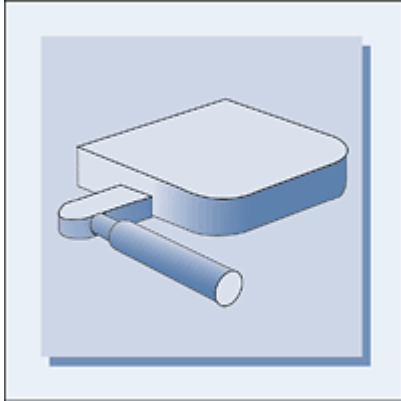
* Bu sistemlerin soğuk yolluklara karşı şu üstünlükleri vardır :

- İş hızlı yapılır ,
- Parça kalitesi iyileşir
- Yolluk fireler kalkmıştır, -- Reçine içinde kesme gerilmeleri azalır.
- Kalıp aşınması azalmıştır,



AĞIZ SİSTEMLERİ-(I)-

- * **Ağız sistemi** , memenin yolluğa ve yolluğun da kalıp boşluğuna giriş yerine denir.
- * Bu giriş “**açık**” veya “**daralmış**” biçimde olabilir.
- * Açık ağız’larda kalıp boşluğuna direkt girilirken, daralmış ağızlarda belli bir kesit küçülmesinden sonra kalıp boşluğuna girilir.



AĞIZ SİSTEMLERİ-(II)-

* Açık ağızlarda parçayı yolluktan ayırmak için kesme yapmak gerekirken, daralmış yolluklar da parça yolluktan kolayca ayrılır. Açık ağız da **büyük iz**, daralmış ağızda **küçük iz** kalır.

* Ağız tasarımında ;

= **Görünüş** : Ağızlar mümkünse parçanın görünmeyen yerlerine konulmalı,

= **Gerilmeler** : Ağız’lar parçanın yüksek gerilme doğacak kısımlarına yerleştirilmemelidir.



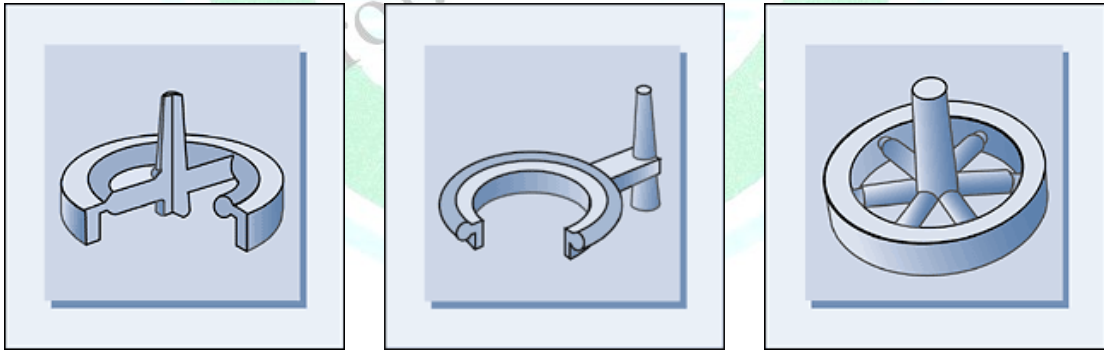
AĞIZ SİSTEMLERİ-(III)-

* **Basınç** : Ağız'lar parçanın en kalın kesitine yerleştirilmelidir.Par çayı çıkartmak için basınç uygulandığında zarar görmesinler.

* **Yönlenme** : Reçine molekülleri akış yönünde kendilerini yönlendirirler, buda tek ekseninde mekanik özelliği artırırken, diğer yönlerde düşürür.Bu yönlenmeyi biraz azaltmak gerekir. O zaman ağız reçine kalıp boşluğuna girdiği anda akışı saptıran bir engelin olduğu yere konmalıdır.

* **Çarpıklık olayı** :Yanlış boyutlandırılmış ağız'lar, kalıp boşluğunda uygun olmayan akış meydana getirirler.Bunun sonucu ;

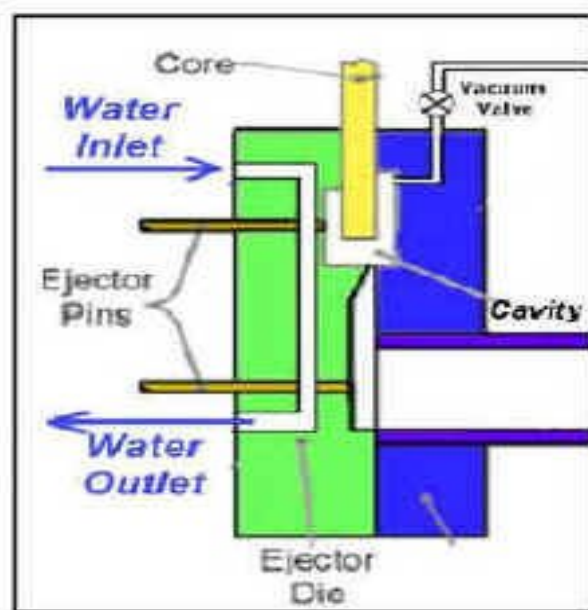
-- Üründe “kaynak çizgileri”, “çarpıklık” ve “eğilme” oluşur.



ENJEKSİYON KALIPLARINDA SOĞUTMA (I)

* Bilindiği gibi önce ısınan sonra da doğal soğuyan bir cisimde A/G oranı ne kadar büyükse cisim o kadar hızlı soğur. (A : Cismin yüzeyi G . Cismin ağırlığı) Bu oran düşükse cisim geç soğur.

* Enjeksiyon işleminde soğumanın çabuk olması için su ile soğutma yapılır.Kalıp içine su kanalları açılır, ısı transfer edilerek reçine soğutulur.



* Kalıp içine açılacak su deliği kanalları, bilerek kaba işlenir ki “**türbülanslı akış**” elde edilsin. Zira türbülanslı akış, laminar akıştan 3-4 misli daha iyi soğutma yapar.

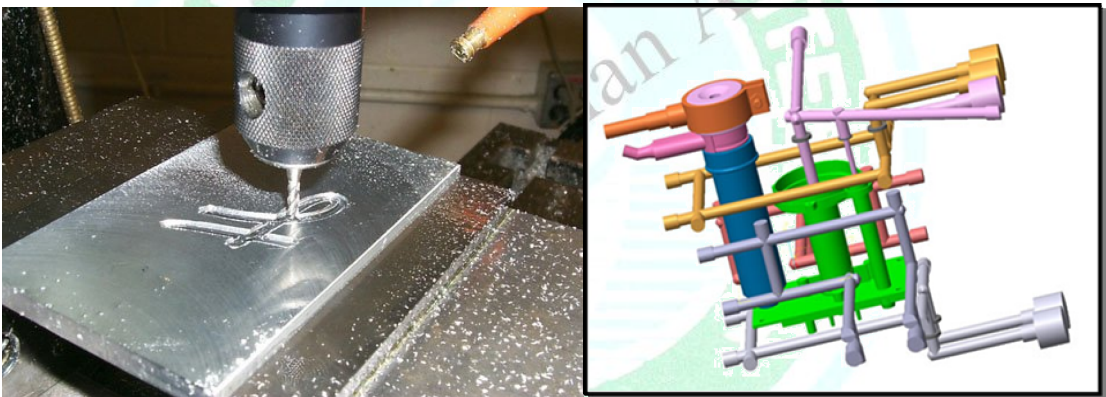
* Kalıp içine açılacak soğutma kanallarının, merkezler arası mesafelere eşit, fakat kalıp boşluğuna yakın yerlere açılması gerekir.



Türbülanslı akış

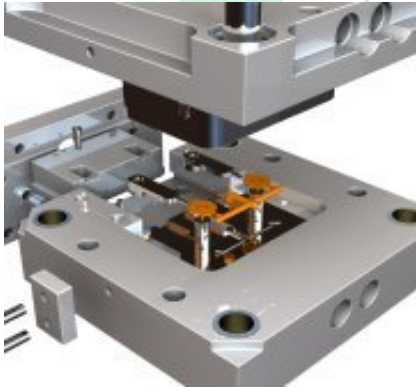
* Kalıplarda iyi soğutma elde etmek için :

- Kalıp boşluğu etrafında bağımsız bir soğutma devresi olmalı.
- Su kanalları mümkünse kısa yollu olmalı
- Akışa karşı direnç oluşturacak farklı kanal kesitlerinden kaçınılmalı
- Kalıba yeterli sayıda soğutma kanalı yerleştirilemeyen durumlarda “**ısı iletimi**” çeliğinkinin 2-4 katı daha yüksek olan **Berilyum Bronz’undan** yapılmış kalıplar kullanılır.



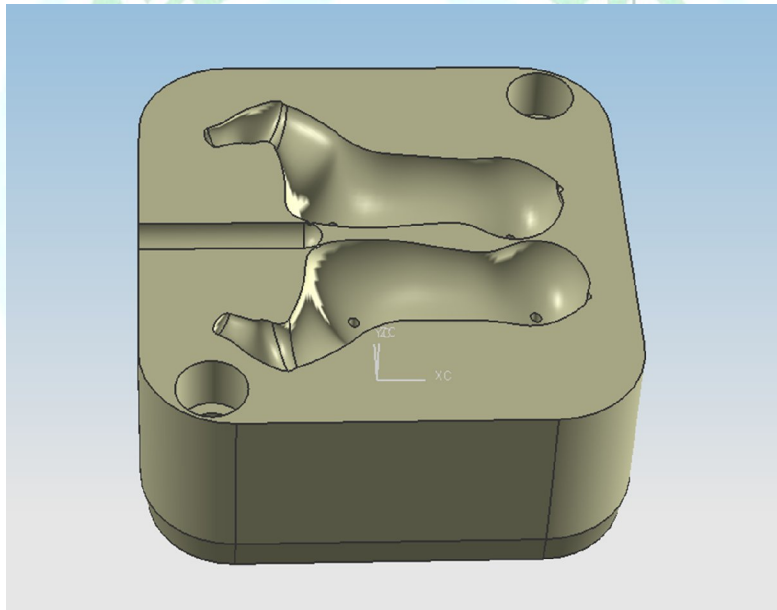
ENJEKSİYON KALIP MALZEMELERİ

- * Plastik kalıp malzemesi seçilirken ;
 - Aşınmaya karşı dayanıklı olması,
 - Darbe ve yorulmaya karşı dayanıklı olmalı,
 - Talaş kaldırma yöntemi ile kolay işlenmeli,
 - Isıl işlem sonrası kararlılık göstermeli,
 - Korozyona karşı dayanıklı olması istenir.



KALIP MALZEMELERİ - (II)

* Yukarıdaki özellikleri en iyi karşılayan malzeme “**çelikler**”dir.Hafif olmaları sebebiyle bazı durumlarda “**alüminyum**” malzemeler de kullanılmaktadır.Yaygın bir kanı “**çelik kalıplar pahalıdır**” bu düşünce doğru değildir.Kalıbın işlenmesi pahalıdır.Çelik kalıpların malzeme fiyatı toplam kalıp maliyetinin % 10 ‘u kadardır.

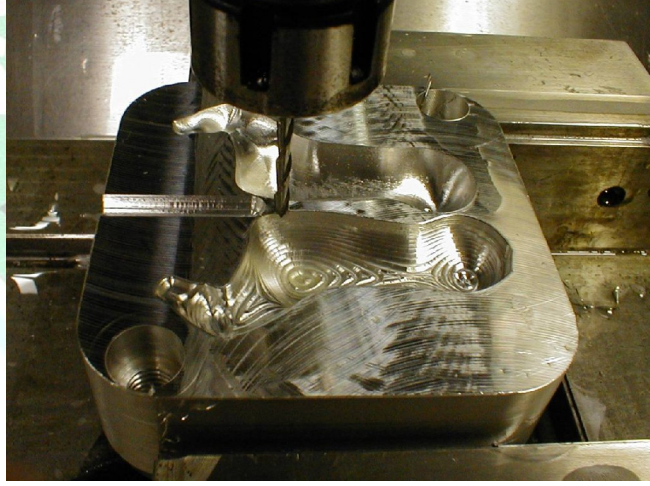


KALIP MALZEMELERİ- (III)

* En çok kullanılan Alaşımli kalıp malzeme cinsleri şunlardır.

1. **45NiCr6 - 310 HB** (DIN 1.2710 – AISI P20) : Tok, çok iyi parlatılabilen bir çeliktir.Enjeksiyon ve ekstrüzyon kalıpları için uygun bir malzemedir.

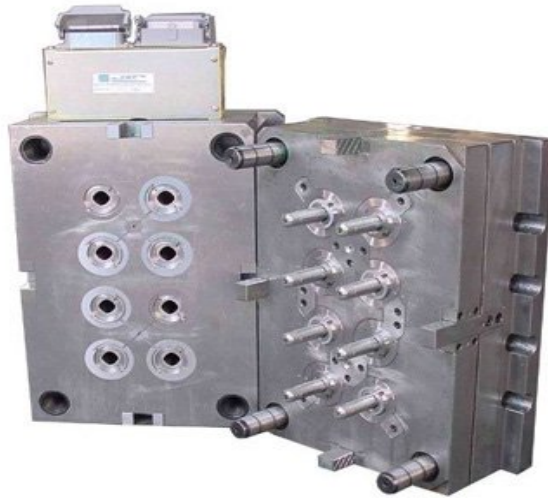
2. **X36CrMo17 -340 HB** (DIN 1.2316 – AISI 420F) : Talaş kaldırması çok iyi,yorulma mukavemeti ve korozyon direnci yüksek olan bir “**paslanmaz çelik**”tir.



3. **X42Cr13 – 52 HRC** (DIN 1.2083 – AISI 420) : Korozyon direnci iyi,parlatma özelliği iyi,tam sertleşebilen “**paslanmaz**” çeliktir.

4. **X40CrMoV5 1 -52 HRC** (DIN 1.2344 – AISI H13) :Aşınma mukavemeti iyi,parlatma özelliği iyi, tam sertleşebilen “**paslanmaz**” çeliktir.

5. **X155CrVMo12 1 – 60 HRC** (DIN 1.2379 –AISİ D2) : Aşınma mukavemeti iyi,uzun ömürlü küçük ve karmaşık kalıpların yapımında kullanılan “**paslanmaz çelik**”tir.



PLASTİKLERİN KALIPLAMA ESNASINDA RENKLENDİRİLMELERİ

- * Plastikler, estetik açıdan çok değişik ve en güzel şekilde renklendirilirler.
- * Renklendirme, 1)- “**hazır renkli polimer granür**”leri ile
2)- “**kalıplama esnasında renklendirme**” yapılır.

* 1 . “**HAZIR RENKLİ POLİMER GRANÜRLERİ**” ile renklendirmede granürler enjeksiyon makinası besleme hunisi icine atılır,eritilir ve kalıp içine basılır.

Bu yöntemde granürler, daha önceden renkli hale karıştırıcılar vasıtasıyla getirildiklerinden **AYRICA YENİ BİR İŞLEM YAPMAYA GEREK YOKTUR.**



* 2 . **KALIPLAMA ESNASINDA RENKLENDİRME ;**

- 1)- Katı renkli granürler
- 2)- Toz renklendiriciler
- 3)- Sıvı renklendiriciler

Granül veya toz , karıştırıcıda harmanlandıktan sonra besleme hunisine konur,ürün renkli çıkar.Sıvı renklendirmede ürün çıktıktan sonra fırça ile yüzey renklendirilir. Fakat pek tavsiye edilmez.

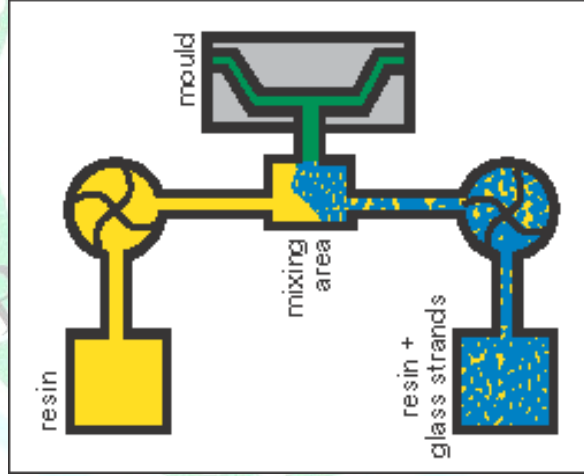


REAKSİYONLU ENJEKSİYONLA KALIPLAMA

RIM NEDİR ?

1960 lı yıllarda BAYER firmasının polüüretan'ın “enjeksiyon kalıplama” yöntemiyle üretilme tekniğidir.

* Bu yöntemle üretilen parçaların fiziksel özellikleri “yüksek mukavemet” ve “düşük ağırlık” olarak kendini gösterir.



RIM (REACTION INJECTION MOULDING)

* (RIM) METODU İLE KALIPLAMA NASIL YAPILIR?

Poliüretan'ın enjeksiyon kalıplama yöntemi ile imalatında 2 farklı yapıda SIVI bileşen kullanılır. Bunlardan birincisi, İSOYANATA diğeri ise POLYOL sıvılarıdır. Bu iki sıvı ayrı ayrı depolardan yaklaşık 1500-3000 Psi arasında bir basınçla karışma odasına gelir. Yüksek bir hızda yoğun bir şekilde karışır. Karışma odasından karışım yaklaşık atmosfer basıncında kalıba içine akar. Kalıp içinde sıvı egzotermik kimyasal reaksiyona girer. Böylece poliüretan kalıbın şeklini alarak şekillenir.

* **Sonuçta** , flexible halden, katı hale kadar değişik katılıkla poliüretanlar elde edilir. Çıkan parçaların yoğunlukları 0,2 ila 1,6 arasında değişir.

