

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TEKNİK EĞİTİM FAKÜLTESİ
MAKİNE EĞİTİMİ BÖLÜMÜ**

HACİM KALIP TASARIMI VE UYGULAMA

(BİTİRME TEZİ)

HAZIRLAYANLAR : 161008811 Fatih ALTUNBAŞ
: 2702006 Fatih ALKAN
: 2702011 Mustafa AY

TEZ DANIŞMANI : Doç. Dr. Recep YENİTEPE

İstanbul - 2011

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TEKNİK EĞİTİM FAKÜLTESİ
MAKİNE EĞİTİMİ BÖLÜMÜ**

HACİM KALIP TASARIMI VE UYGULAMA

(BİTİRME TEZİ)

HAZIRLAYANLAR : 161008811 Fatih ALTUNBAŞ
: 2702006 Fatih ALKAN
: 2702011 Mustafa AY

TEZ DANIŞMANI : Doç. Dr. Recep YENİTEPE

KONTROL İMZASI :

JÜRİ ÜYELERİ :

İstanbul - 2011

ÖNSÖZ

Gelişen teknoloji ile kullanımı daha da yaygınlaşan plastiklerin, yine günümüzde en yaygın üretim yöntemi olan enjeksiyon kalıp yöntemi ile üretilmektedir. Bu tez çalışmamızda Enjeksiyon kalıplarını etrafıca ele aldık. Kalıp elemanlarını tanıdık. Kalıp tasarım ilkelerini anlatmaya çalıştık ve kalıp üretimi gerçekleştirdik.

Kalıp Uygulamasının tüm aşamasında, kalıp elemanlarının üretiminde kendi el emeğimiz olan bu çalışmamızın CNC işlerinde bize destek olan AKADEMİ KALIP Genel Müdürü Sn. Murat CIVRAZ'a üretim safhalarında bilgi ve tecrübelerini bizden esirgemeyen ve gerekli araç ve gereci bize temin eden ASET PLASTİK Kalıphane sorumlusu Sn Mustafa DEMİR'e , tez danışmanımız Sn Doç Dr. Recep YENİTEPE'ye sonsuz teşekkürlerimizi sunar bu çalışmamızın konu ile ilgilenen herkesin yararına olmasını temenni ederiz

ÖZET

Her geçen gün gelişen teknoloji ve yazılımlar yardımıyla hızlı, güvenilir ve kaliteli üretim yapmak başarılı olmak adına önemlidir. En yaygın üretim şekli olan plastik enjeksiyon yöntemi için de bu geçerlidir. Hız ve kaliteyi yakalamak için kontrolden tasarıma, tasarımdan üretime, üretimden analize her aşamada bilgisayar kullanılarak üretim süresi ve maliyeti minimuma indirgenebilir.. Ayrıca plastik enjeksiyon kalıpları ve çeşitleri tanıtılmış; bu kalıpların yolluk sistemleri, soğutma sistemleri, itici sistemleri, Kısacası plastik enjeksiyon metoduyla üretim konusunda teorik bilgiler verilmiştir. Daha sonra bu teorik bilgiler desteğiyle örnek bir ürünün kalıbı üç boyutlu program kullanılarak tasarlanmıştır. Yapılan tasarımın önce akış analizi yapılmış ve muhtemel karşılaşılabilecek sorunlar tespit edilmiştir. Bu sorunlara çözümler üretilip gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra kalıbın yapısal analizi incelenmiş ve kalıbın maruz kaldığı yükler karşısında nasıl davranacağı ve ne derece güvenilir olduğu kontrol edilmiştir. Son olarak ta bu tespitler doğrultusunda gerekli önlemler alınarak üretilen kalıptan elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

ABSTRACT

In recent days advances in manufacturing and software technology enable to make fast, accurate and high quality production. It is the same for plastic injection which is the one of the most common and well known manufacturing process. For getting high quality and fast manufacturing rates it is important to use computer in all phase of production such as design, quality, manufacture and analysis. Moreover production time and cost can be reduced with the usage of computer. Apart from these types of plastic injection moulds, runner systems, cooling, ejection and slider systems are explained and some theoretical informations are given. After that the mould is designed for a commercial product with CAD program .Some solutions are proposed after simulation and mould is redesigned according the simulation results. Moreover structural analysis is made to find how safety is the mould under process loads.

KISALTMA LİSTESİ

PA	Poliamid
PA6	Poliamid 6
PC	Policarbonat
PE	Polietilen
PET	Polietilen Terephalat
PMMA	Polimetilmetakrilat
POM	Polioksimetilen
PP	Polipropilen
PS	Polistiren
PSU	Polysulfon
PTFE	Politetrafloretilen
PVC	Ploiviniklorür
P-V-T	Basınç-Hacim-Sıcaklık
SAN	Stirol Akrl Nitril
TS	Türk Standartları
UV	Ultraviyole

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil 1 Değişik enjeksiyon kalıpları	3
Şekil 2 Dört Gözlü Bir Kalıp	4
Şekil 3 Dişi Kalıp(solda) ve Erkek Kalıp(sağda)	5
Şekil 4 4 ve 8 Gözlü Standart Yolluk	6
Şekil 5 8 Gözlü Kavisli Yolluk ve 24 Gözlü Dairesel Yolluk	6
Şekil 6 32 Gözlü Az Gramajlı Standart Yolluk	7
Şekil 7 Sıra Tipi Düz Yolluk	7
Şekil 8 Yolluk Kesitleri	7
Şekil 9 16 Gözlü Bir Kalıpta Yolluk Sistemi	8
Şekil 10 Erkek kalıbın soğutulması	9
Şekil 11 Erkek Lokmanın Soğutulması	10
Şekil 12 Soğutma Sistemi Su Bağlantıları(Soğuk – Sıcak)	10
Şekil 13 İtici Sisteminin Görünümü	11
Şekil 14 Dişi Plaka	12
Şekil 15 Erkek Plaka	12
Şekil 16 Erkek Lokma	13
Şekil 17 Dişi Lokma	13
Şekil 18 Destek Plakası	14
Şekil 19 İtici Plakası	14
Şekil 20 Çeşitli İtici Pimler	15
Şekil 21 İtici Pimlerin Kalıpta Yerleşimi	15
Şekil 22 Yolluk Çekme Pimi	16
Şekil 23 Geri İtici Pim	16
Şekil 24 Yolluk Burcu	17
Şekil 25 Yolluk Flanşı	17
Şekil 26 Üst Bağlantı Plakası	18
Şekil 27 Alt Bağlantı Plakası	18
Şekil 28 Kolon Pimi	19
Şekil 29 Burç	19
Şekil 30 Yolluk sistemi	28
Şekil 31 gösterilen küresel temas yüzeyinin boyutları aşağıdaki genel koşullar çerçevesinde saptanır	29
Şekil 32 Kontak bölgesinin doğru ve yanlış tasarımları	29
Şekil 33 Yolluk çekicinin bulunduğu yerde görülen plastik yoğunlaşması	29
Şekil 34 Sıyırıcı plakalı çekici B) İtici pimlerle beraber çekici uygulaması	30
Şekil 35 Yumuşak ve sert malzemeye göre yolluk iticilerinin yerleşimi	30
Şekil 36 Yay ile sıkıştırılmış yolluk burcu	31
Şekil 37 Kalıba gömülmemiş meme	33
Şekil 38 Sıcak yolluk	34

Şekil 39 Giriş kesitleri ve yolluk üzerindeki pozisyonları.....	36
Şekil 40 Nokta (solda) ve tünel (sağda) girişler için önerilen boyutlar	37
Şekil 41 Ergimiş malzemenin değişik pozisyonlardaki girişlerde izlediği akış yolu	37
Şekil 42 Uzun kenarda konumlandırılmış giriş	38
Şekil 43 Kısa kenarda konumlandırılmış giriş.....	38
Şekil 44 Parça kalitesi üzerinde giriş pozisyonunun etkisi.....	38
Şekil 45 Deliklerin ve kanalların ardında oluşan birleşme hatları.....	39
Şekil 46 Çoklu nokta, kenar girişler ve eşit akış boylan prensibi.....	39
Şekil 47 Direk giriş	40
Şekil 48 Yolluk burcu kullanılan (solda) ve yolluk girişi kalıba işlenen (sağda) yolluk girişi	40
Şekil 49 Dairesel dağıtım kanallı kenar giriş.....	41
Şekil 50 Üniform akış hızı için ayarlanmış kenar giriş	41
Şekil 51 Disk girişler	42
Şekil 52 45° açılı disk giriş	42
Şekil 53 Halka giriş ve çekirdek destekleri	43
Şekil 54 Dairesel kesitli halka giriş	43
Şekil 55 Kare kesitli halka giriş	44
Şekil 56 İç halka giriş	44
Şekil 57 Tünel giriş.....	45
Şekil 58 Otomatik yolluk iticili tünel giriş	45
Şekil 59 Eğri tünel giriş	46
Şekil 60 Tünel giriş ile içten giriş	46
Şekil 61 Tavsiye edilen kalıp soğutma kanalları çap ve hatve değerleri	47
Şekil 62 Soğutma borulu bir çok kaviteli kalıp ve soğutma suyu bağlantıları	50
Şekil 63 Çekirdeklerin seri soğutulması	50
Şekil 64 Spiral soğutma kanalının tasarımı	51
Şekil 65 Doğrusal soğutma kanalları (Dairesel parçalar için kötü bir tasarım)	51
Şekil 66 Dikdörtgensel parçalar için spiral soğutma kanalı tasarımı	51
Şekil 67 Ekonomik bir soğutma sistemi örneği	52
Şekil 68 Büyük yüzeyler için farklı soğutma kanallarının paralel dizilişi.....	52
Şekil 69 Çekirdek soğutulmasında kullanılan paralel soğutma kanalları.....	52
Şekil 70 Bir kutu kalıbında soğutma sistemi	53
Şekil 71 Kalıp stroku, açıklık ve ürün yüksekliği.....	54
Şekil 72 İtici sistemi	56
Şekil 73 İtici pim tipleri	56
Şekil 74 Pim ve bıçakların pozisyonu	57
Şekil 75 Standart boru formatları	57
Şekil 76 İtici boru pozisyonları.....	58
Şekil 77 Standart valf başlıklı itici format ve takılma metottan	58
Şekil 78 Sıyırma halkası ve plakası	59
Şekil 79 Hava destekli karışık itici metodu	59

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Tablo 1 Yolluk Kesitleri	32
Tablo 2 Kavite Girişlerini Etkileyen Faktörler	34
Tablo 3 Çeşitli malzemelerin enjeksiyon ve kalıp sıcaklıkları	47
Tablo 4 Çekirdek soğutma teknikleri	49

RESİM LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Resim 1 Kalıplanacak Parça Perspektif Görünüşleri	60
Resim 2 Kalıp Ayrım Çizgisinin Görünmesi.....	62
Resim 3 Dişi Çekirdek	62
Resim 4 Erkek Çekirdek	63
Resim 5 Göz Adedi ve Ürünün Kalıba Yerleşimi	64
Resim 6 Kalıbın Boyutlandırılması	65
Resim 7 Yolluk Girişi	66
Resim 8 İtici Yerlerinin Görünümü	66
Resim 9 Geri itici ve Yolluk Çekicinin Görünümü	67
Resim 10 İtici Sisteminin Genel Görünümü	67
Resim 11 Derin Çekirdek Soğutma	69
Resim 12 Soğutma Simülasyonu	69
Resim 13 Soğutma Simülasyonu	70
Resim 14 Erkek Plaka Soğutma	70
Resim 15 Dişi Plaka İmalat Aşaması 1	72
Resim 16 Dişi Plaka İmalat Aşaması 2	72
Resim 17 Dişi Plaka İmalat Aşaması 3	73
Resim 18 Dişi Plaka İmalat Aşaması 4	73
Resim 19 Dişi Plaka İmalat Aşaması 5	74
Resim 20 Dişi Plaka Üretimden Sonra	74
Resim 21 Dişi Plaka Arka Kısmı, Delikler Etrafına Açılan Kanal.....	75
Resim 22 Oringler ve Bakır Parçalar	75
Resim 23 Erkek Plaka İmalat Aşaması 1	76
Resim 24 Erkek Plaka İmalat Aşaması 2	76
Resim 25 Erkek Plaka İmalat Aşaması 3	77
Resim 26 Erkek Plaka Üretimden Sonra	77
Resim 27 Destek Plaka İmalat Aşaması	78

Resim 28 Destek Plakası Üretimden Sonra ve Montaj Hali	78
Resim 29 Bağlantı Plaka İmalat Aşaması.....	79
Resim 30 Bağlantı Üst Plakası Üretimden Sonra	79
Resim 31 Bağlantı Alt Plakası Üretimden Sonra	80
Resim 32 İtme Alt Plaka İmalat Aşaması.....	80
Resim 33 Üst İtme Plakası İmalat Aşaması.....	81
Resim 34 İtme Plakalarının Üretimden Sonra Montajı	81
Resim 35 İtme Ayağı İmalat Aşaması	82
Resim 36 İtme Ayakları Bağlantı Şekli	82
Resim 37 İtme Ayakları Üretimden Sonra	83
Resim 38 Konik Kitleme Montajı.....	83
Resim 39 Dişi Kısım Montajı	84
Resim 40 Erkek Plaka Montajı	84
Resim 41 İtici Pim ve Plakaların Montajı.....	85
Resim 42 İtme Ayaklarının Montajı	85
Resim 43 Dişi ve Erkek Kısım Montajı.....	86
Resim 44 Kalıp Montaj Yapılmış Hali	86
Resim 45 Kalıp Markalama	87
Resim 46 Kalıpta Mapa Kullanılması.....	87

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET	I
ABSTRACT.....	I
KISALTMALAR.....	II
ŞEKİL LİSTESİ	III
ÇİZELGE LİSTESİ	VI
 BÖLÜM I.	 1
1. Giriş ve Amaç.....	1
 BÖLÜM II.	 7
2. Plastik Enjeksiyon Kalıpları	2
2.1. Tanım.....	2
2.2 Kalıbın Fonksiyonu.....	2
2.3 Kalıp Çalışma Sistemi.....	3
2.4 Kalıp Elemanları.....	4
2.4.1 Kalıp Elemanları	4
2.4.2 Kalıp Yardımcı Elemanları	11
2.5. Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Kullanılan Plastik Malzemeler.....	24
 BÖLÜM III.	 28
3. Kalıp Tasarımı.....	28
3.1. Bilgisayar Destekli Tasarımın Önemi	28
3.2. Plastik Ürün Tasarım.....	30
3.3. Plastik Enjeksiyon Kalıp Tasarım İlkeleri.....	32
3.3.1 Genel Bilgi.....	32
3.3.2 Plastik Enjeksiyon Kalıpları.....	33
3.3.3 Plastik Enjeksiyon Kalıbının Fonksiyonları	35
3.3.4 Kalıp Sınıflandırma Kriterleri	36
3.3.5 Kalıp Tasarımının Temel Prosedürü	39
3.3.6 Kavitelerin Yerleşimi	41
3.4 Yolluk Sistemleri ve Tasarımı	45
3.5 Yolluk Girişlerinin Tasarımı	59
3.6 Soğutma Sistemi	74
3.7 İtici Sistemi	88
 BÖLÜM IV	 60
4. Uygulama.....	60
4.1 Genel Giriş	60
4.2 Kalıplanacak Parça	60
4.3 Malzeme Seçimi ve Parçanın Fiziksel Özellikleri	61
4.4 Parçanın Kalıplanması	61
4.4.1 Kalıp Ayrım Çizgisinin Belirlenmesi	61
4.4.2 Dişi ve Erkek Çekreğinin Oluşturulması	62
4.4.3 Göz Sayısının Belirlenmesi ve Parçanın Kalıpa Yerleştirilmesi ...	63
4.4.4 Kalıbın Boyutlandırılması	64
4.4.5 Yolluk ve Yolluk Giriş Dizaynının Belirlenmesi	65

4.4.6 İtici Sisteminin Belirlenmesi	66
4.4.7 Soğutma Sisteminin Belirlenmesi	68
4.4.7.1 Dişi Plakanın Soğutulması	68
4.4.7.2 Erkek Plakanın Soğutulması	70
4.4.8 Standart Kalıp Elamanlarının Belirlenmesi	70
4.5 Kalıp Elamanlarının İmalat Aşaması	71
4.5.1 Dişi Plakanın İmalat Aşaması	71
4.5.2 Erkek Plakanın İmalat Aşamaları	73
4.5.3 Destek Plakanın İmalat Aşamaları	75
4.5.4 Bağlantı Plakalarının İmaalt Aşamaları	76
4.5.5 İtme Üst ve Alt Plakası İmalat Aşamaları.....	76
4.5.6 İtme Ayaklarının İmalat Aşamaları.....	77
4.6 Kalıp Montajı	83

KAYNAKLAR	78
EKLER	79
ÖZGEÇMİŞLER.....	100

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Plastikler günümüzde, hayatımızın her alanına girmiş bulunmakta ve giderek kullanım alanı artmaktadır. Hiç şüphesiz üretilebilirlik, hammaddeye kolay erişim, seri üretime yatkınlık gibi özellikler plastiğin bu denli yaygınlaşmasında önemli rol oynamaktadır. Ev eşyalarından otomotive, gıda sanayinden savunma sanayine, birçok alanda plastikler kullanılmaktadır. Plastiklerin bu kadar geniş kullanım alanının olması, plastiklerin çok sayıda çeşidinin olduğunun göstergesidir. Günümüzde 400 den fazla plastik çeşidi vardır ve bu sayı yapay müdahalelerle giderek artmaktadır.

Plastik çok çeşitli yöntemlerle şekillendirilerek kullanıma hazır hale getirilmektedir. Bunlardan en yaygın kullanılanı iste enjeksiyon kalıpcılığı yöntemidir. Bu yöntemde prensip olarak, olmasını istediğimiz şekilde metal bloklara açılan boşluklara ergimiş plastiğin doldurulması esasına dayanır.

Eskiden kalıpcılık uğraş ve emek isteyen bir işti, bu nedenle ülkemizde yeteri kadar gelişmemiştir. Bu işle uğraşan kişilerin eğitim seviyesinin düşüklüğü, bu konuda araştırmaların kısıtlı olması, kalıpcılığın gelişmesine engel olmuştur. Yapılan çalışmalar yapboz yöntemi ile ustaların tecrübelerine kalmıştır. Kalıpcılık çok geniş bir alana yayılmış araştırılması gereken bir uzmanlık alanıdır. Bu nedenle kalıpcılık konusunu ele almayı uygun gördük

Bu çalışmamızda enjeksiyon kalıplarının kısımları, bu kısımların işlevleri ve çeşitleri, enjeksiyon kalıbının tasarımı, tasarımda dikkat edilmesi gerekenler incelenmiştir. Ayrıca enjeksiyon kalıplarında kullanılan plastik türlerine değinilmeye çalışılmıştır.

2. HACİM KALIPLARI (ENJEKSİYON KALIPLARI)

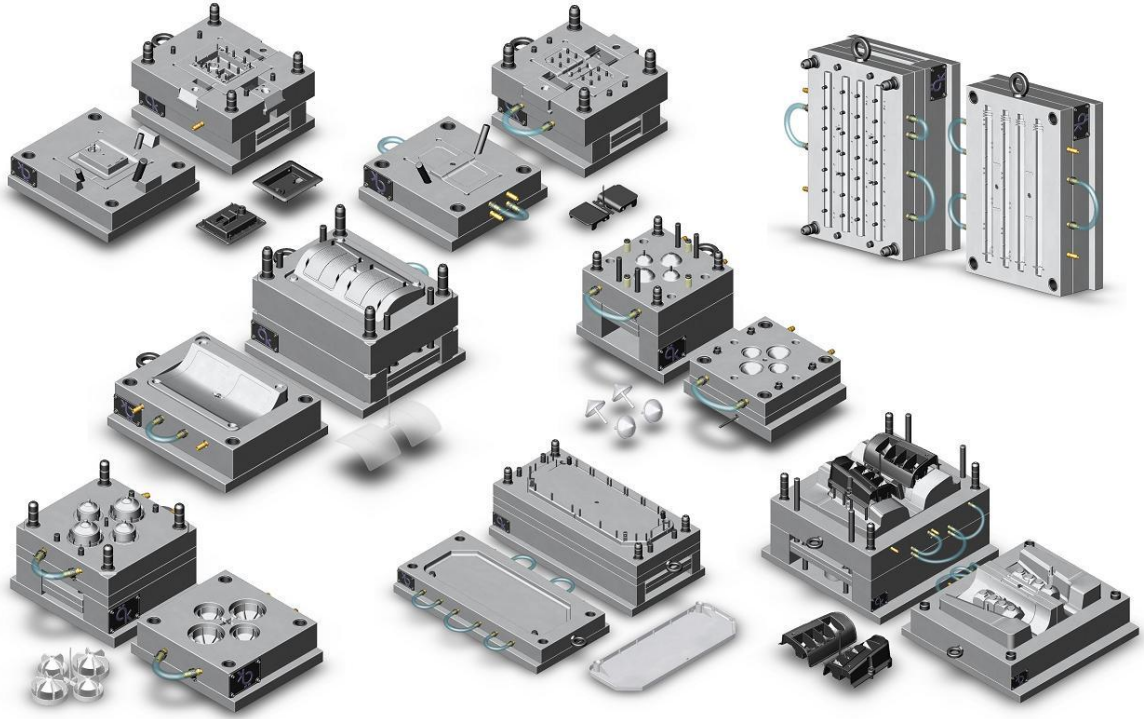
2.1 Tanım

Kalıplanacak parça boyutlarına ve şekline uygun boşluğu bulunan ve ergitilmiş plastiğini enjeksiyon metoduyla boşluğa doldurulmasını ve soğutularak şekil almasını sağlayan sistemdir. Şekil 1.1’de enjeksiyon kalıplarından örnekler verilmiş, şekil 1,2’de ise bu kalıplarla üretim yapan enjeksiyon makinesi gösterilmiştir.

Enjeksiyon makinesi, ergitilmiş plastiği kalıbın içine enjekte eder ve kalıp içine açılan boşluğun içinde soğuyup şekil almaya kadar bekletilmesini sağlar. Plastiklerin kalıplanmasında hazne içinde plastik hammadde rezistanslar vasıtasıyla ısıyla ergitilir ve kalıp içine açılan boşluğa enjekte edilir. Kalıba enjekte edilen ergitilmiş plastiğin soğutulması ise kalıp içine açılan su kanalları ile olur. Bu kanallarda çoğunlukla su kullanılır. Ancak bazı durumlarda başka sıvılar da (yağ vb.) kullanılabilir. Bir enjeksiyon makinesinin en önemli elemanlarından biri kalıptır. Enjeksiyon işlemi kalıba yapılır. Enjeksiyon makinesiyle bir ürün imal etmek için ürünün yapısına uygun bir kalıbın kullanılması şarttır.

2.2 Kalıbın Fonksiyonu

1. İçine enjekte edilen ergitilmiş plastiği soğuyup sertleşene kadar muhafaza etme.
2. Ergitilmiş malzemeye son şeklini vermek
3. Eriyik malzemenin tüm boşluklara homojen bir şekilde dağılmasını sağlamak.
4. Eriyik malzemeye son şeklini vermek.
5. Malzemenin düzgün ve hızlı bir şekilde soğutulmasını sağlamak (termoset veya kauçuk işleniyorsa kalıbın ısıtılması gereklidir).
6. Ürünün rahatça dışarı çıkarılmasını sağlamak.



Şekil 1 Değişik enjeksiyon kalıpları

2.3 Kalıp Çalışma Sistemi

Parça geometrisini oluşturan kalıp boşluğudur; bu boşluk da iki temel parçadan oluşur; Erkek (Core) ve Dişi (Cavity). Enjeksiyon tezgâhından kalıp boşluğuna eriyik plastiği bir yolluk sistemi ile gelir. Parçayı hızlı ve dengeli katılaştıran, sağlıklı bir ısı transferi gerçekleştiren bir soğutma sistemi vardır. Soğuyup sertleşen ürün kalıp açıldıktan sonra bir itici sistemi ile kalıptan ayrılır. Kalıp çalışma yönünden farklı yönlerdeki geometrik detaylar (ters açılar) için maça sistemi kullanılır.

Ürünün son şeklini aldığı yer kalıp boşluklarıdır. Kalıp boşluklarının yerleştirilmesi ve düzenlenmesinin işlem akışına ve parça kalitesine önemli derecede etkisi vardır.

Kalıplar birtakım özelliklere göre sınıflara ayrılabilir.

Bu özellikler;

- ☐ İşlenen malzeme,
- ☐ Kalıbın temel tasarımı,
- ☐ İtici sistemi,
- ☐ Yolluk sistemi,
- ☐ Kalıp boşluğu sayısı,
- ☐ Kalıp büyüklüğü şeklinde sıralanabilir.

2.4 Kalıp Elemanları

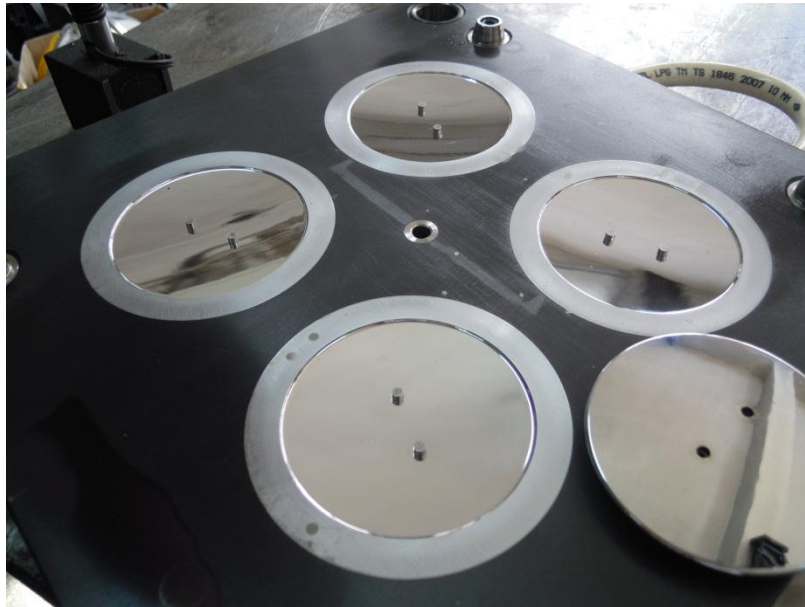
Plastik enjeksiyon kalıbı birçok elemandan bir araya gelir. Her bir elemanın kalıp içinde ayrı bir görevi vardır. Her eleman kullanılacak kalıp sistemine üretilcek malzemeye göre ayrı ayrı tasarlanır ve imal edilir.

Kalıp elemanları denildiği zaman, bir kalıbın üzerinde bulunan bütün parçalar akla gelmektedir. Bunlar Bağlantı plakaları, erkek ve dişi plaka, erkek ve dişi lokma, destek plakası itici plakası, itici pimleri, itme ayakları, yolluk burcu, yolluk flaşı ve diğer standart elemanlar (cıvatalar, kolon pimleri, burçlar, vs)

2.4.1 Kalıp Elemanları

2.4.1.1 Kalıp Boşluğu (Göz)

Kalıp boşluğu, kalıbın içinde erimiş plastiğin gönderildiği ve soğutulduğu kısımdır. Kalıpta 1 adet boşluk var ise buna Tek Gözlü, birden fazla boşluk varsa Çok Gözlü kalıp denir. Kalıp boyutu genellikle içindeki boşluk (göz) sayısı ile ifade edilir. Kalıp boşluğu, kalıbın kapanması esnasında kalıbın erkek ve dişi kısmının oluşturduğu boşluktur.



Şekil 2 Dört Gözlü Bir Kalıp

2.4.1.2. Erkek Kalıp

Kalıbın erkek kısmı, kalıbın iç kısmını oluşturur. Bu şekilde kalıp boşluğunun oluşmasını da sağlar. Erkek kalıba hareketli plaka da denilmektedir. Erimiş polimerin soğuması sırasında, çekme karakteristiğinden dolayı soğuyan baskı, kalıbın erkek kısmı üzerine çekilir, kalıbın dişi kısmından ayrılır. Bu çekme karakteristikleri kalıbın içinden parçanın atılması için iticilerin, erkek kısımda yerleştirilmesine sebep olur. İtici sistemi makinenin hareketli plakasının arkasına yerleştirildiği için genellikle kalıbın erkek kısmı makinenin hareketli plakasının olduğu tarafa monte edilir.

2.4.1.3. Dişi Kalıp

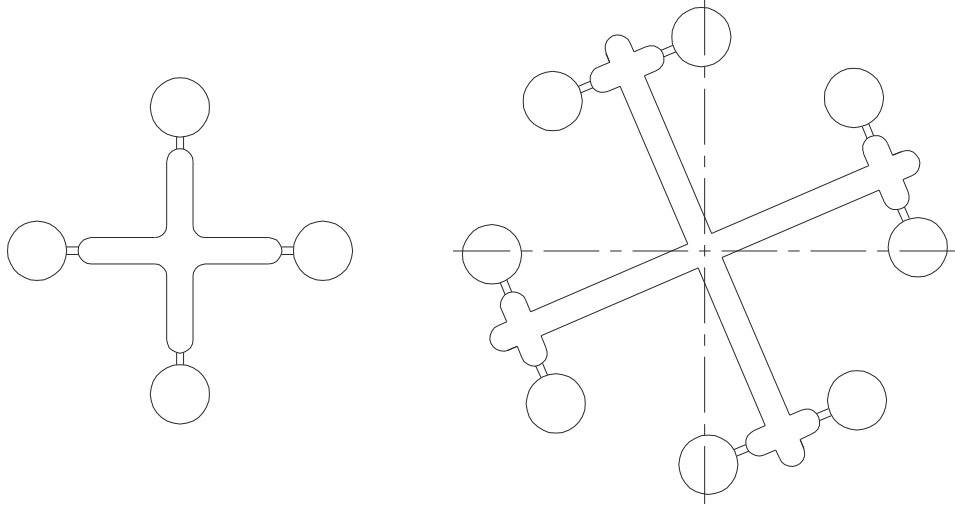
Baskının dış yüzeyini bilirler. Erkek kısmı gibi, tek plaka üzerine yerleştirilir. Yerleştirildiği plakaya da kalıbın dişi plakası (sabit plakası) denir. Kalıbın dişi plakası, genellikle makinenin hareketsiz plakası üzerine monte edilir. Kalıp besleme sistemi (yolluk sistemi) genellikle kalıbın dişi kısmının üzerine yerleştirilir. Çünkü makinenin enjeksiyon ünitesi bu taraftadır. Kalıp tasarımcıları itici sistemini erkek kalıba, besleme sistemini de dişi kalıp tarafına koyarlar.



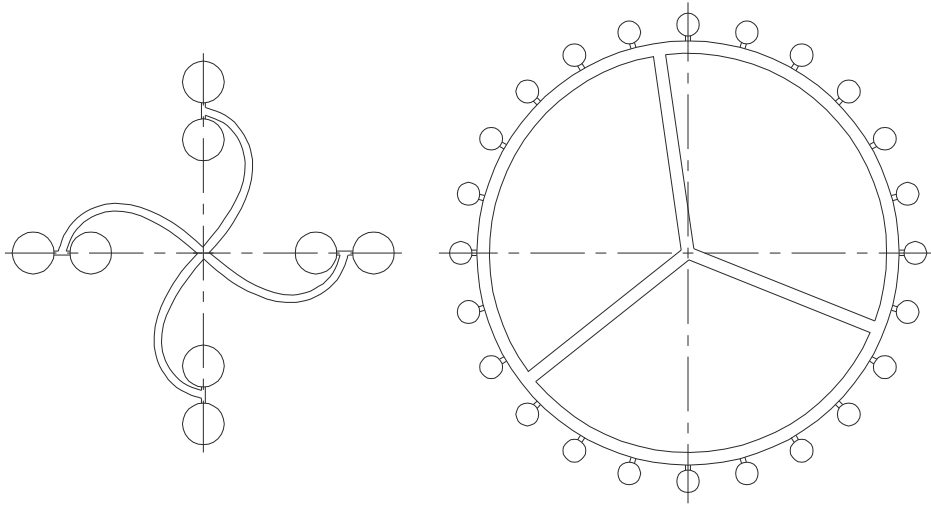
Şekil 3 Dişi Kalıp(solda) ve Erkek Kalıp(sağda)

2.4.1.4. Yolluk sistemi

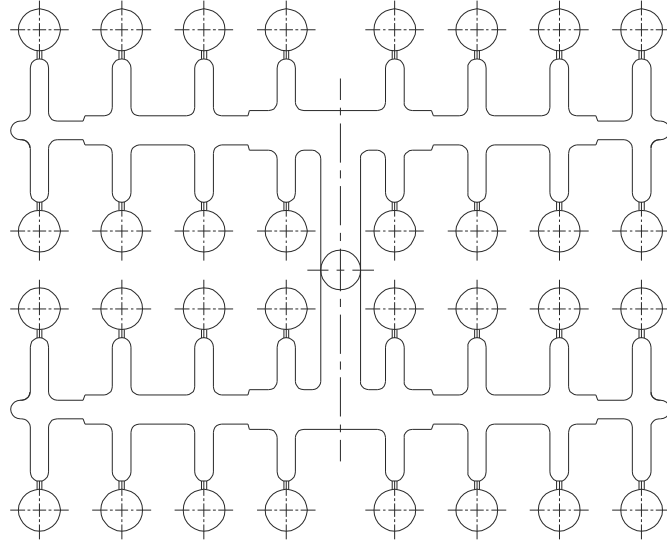
Ergimiş plastiğin basınç yardımıyla kalıp boşluğuna dolması için gereken yollar sistemidir. Ana yol ve bağlantı yollarından oluşur. Göz adedi sayısına ve yerleşimine göre çeşitli şekillerde olabilir.



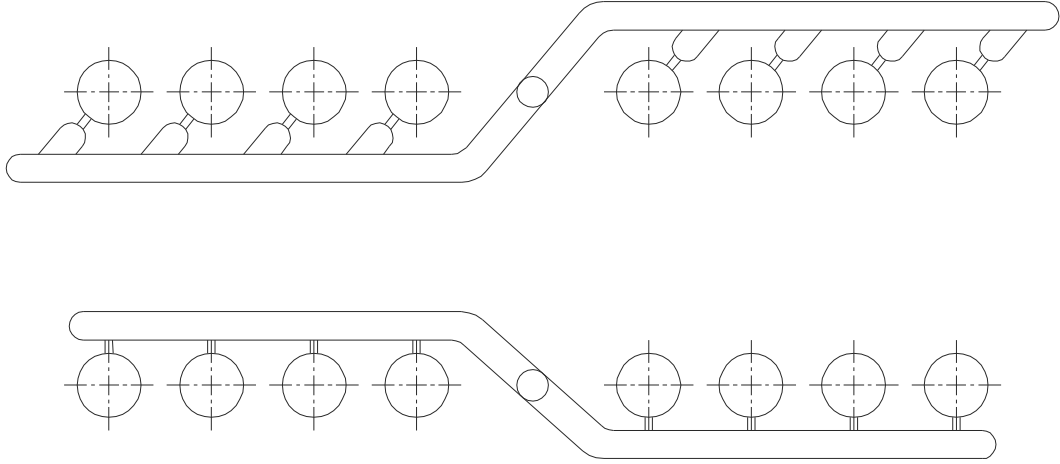
Şekil 4 4 ve 8 Gözlü Standart Yolluk



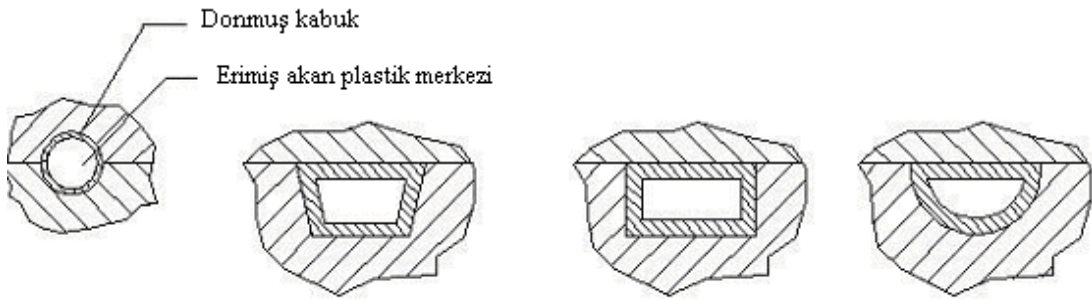
Şekil 5 8 Gözlü Kavisli Yolluk ve 24 Gözlü Dairesel Yolluk



Şekil 6 32 Gözlü Az Gramajlı Standart Yolluk



Şekil 7 Sıra Tipi Düz Yolluk



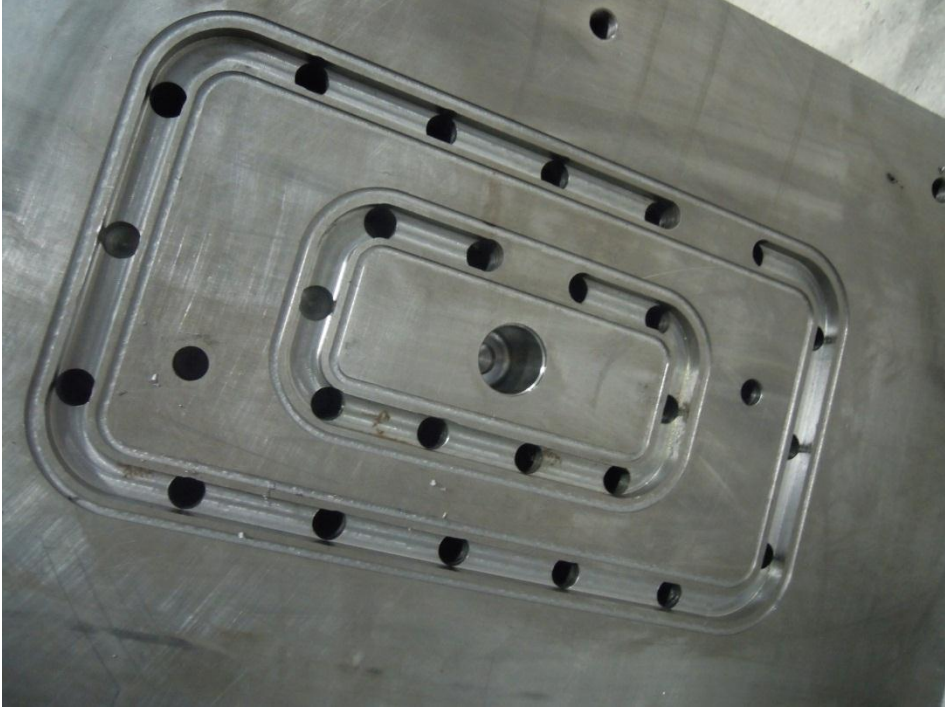
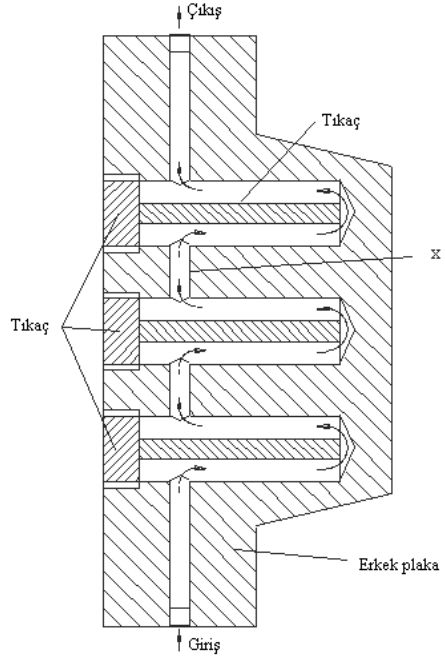
Şekil 8 Yolluk Kesitleri



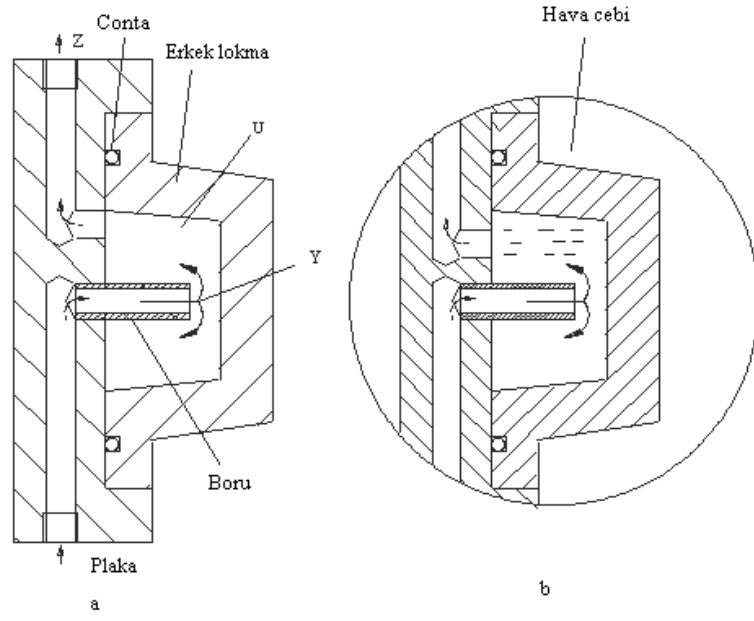
Şekil 9 16 Gözlü Bir Kalıpta Yolluk Sistemi

2.4.1.5. Soğutma Sistemi

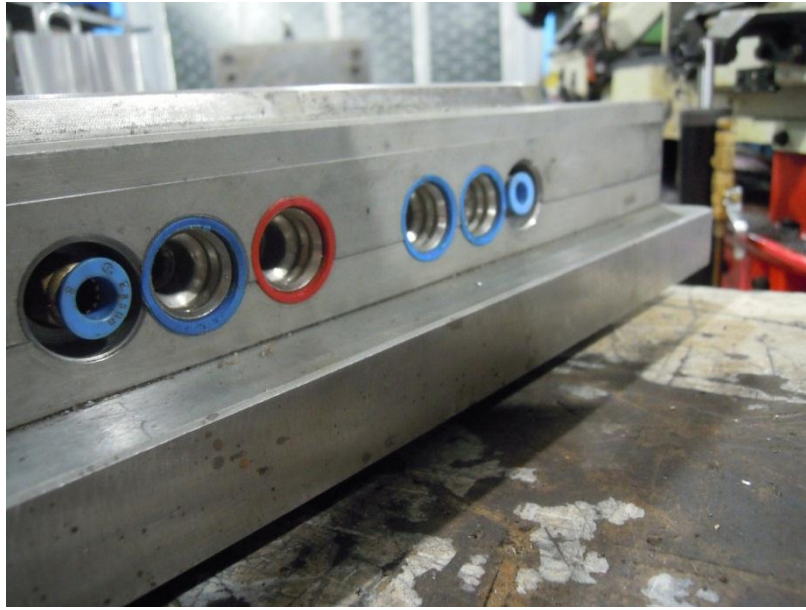
Kalıp boşluğuna dolan plastiğin soğutulmasını sağlayan sistemdir. Soğutma sistemi parçanın kalitesini doğrudan etkiler dengeli ve tam soğutulmayan parçalar tam sertleşmediği için kalıptan ayrıldıktan sonra çarpılmaya maruz kalabilir. Ayrıca kalıbın çalışması sırasında kalıp ergimiş plastiğin sıcaklığıyla bir süre sonra ısınmaya baslar. Kalıbın ısınması kalıbın çalışma performansını, çevrim süresini ve parça kalitesini etkiler. Seri üretimde aynı kalitede ürün elde edebilmek için aynı kalıpta sabit değerlerle (sabit kalıp sıcaklığı, sabit eriyik sıcaklığı, basınç, hız) çalışılması gerekmektedir. Bunun için kalıbın sürekli sabit sıcaklıkta kalabilmesi için kalıp çekirdeği ve kasası soğutma sistemi ile soğutulması gerekmektedir. Ayrıca kalıbın dolma esnasında en sıcak erimiş plastik, kalıp girişinde ve en soğuk erimiş plastik, yolluk girişinden en uzak noktadadır. Soğutma suyunun sıcaklığı, bu kanallardan geçtikçe artar, bundan dolayı baskıda eşit soğuma sağlamak için, kalıbın sıcak bölgelerine soğuk sıvı, parçanın soğuk bölgelerine sıcak sıvı girişi sağlamak gerekir.



Şekil 10 Erkek kalıbın soğutulması



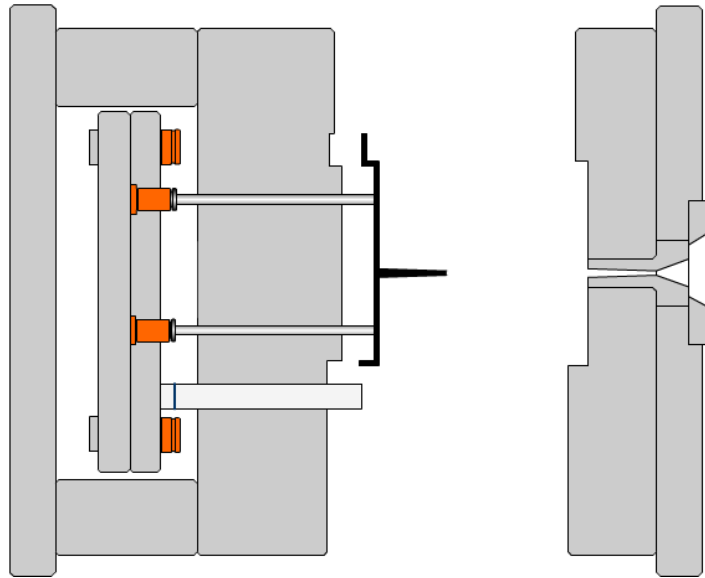
Şekil 11 Erkek Lokmanın Soğutulması



Şekil 12 Soğutma Sistemi Su Bağlantıları(Soğuk – Sıcak)

2.4.1.6. İtici sistemi

Kalıp boşluğunu dolduran plastiğin kalıp içinde soğuduktan sonra kalıptan ayrılabilmesi için iticiler ve bu iticileri harekete geçiren itici blokları kullanılmaktadır. Bu itici bloğunu da harekete geçiren enjeksiyon makinesindeki itici barlarıdır (pimleridir). Bu itici barları kalıbın en dış plakasına açılan pim deliklerinden geçerek itici bloğuna teması ile plakanın ve dolayısı ile iticilerin hareketini sağlar. Kalıptaki itici bloğunun dengeli olması gerekmektedir. Parçaların kalıptan düzgün biçimde çıkması için bu şarttır. Sadece itici bloğunun dengeli olması yeterli değildir, itici bloğuna bağlı iticilerin boylarının da eşit olması gerekmektedir.

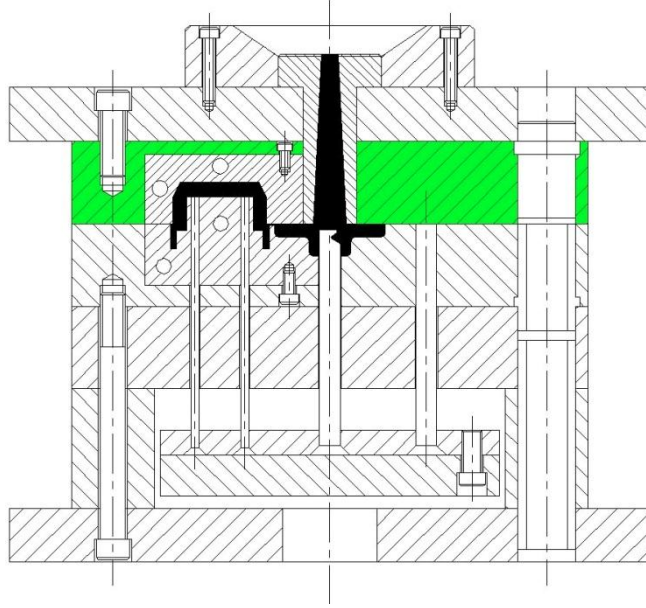


Şekil 13 İtici Sisteminin Görünümü

2.4.2 Kalıp Yardımcı Elemanları

2.4.2.1 Dişi plaka

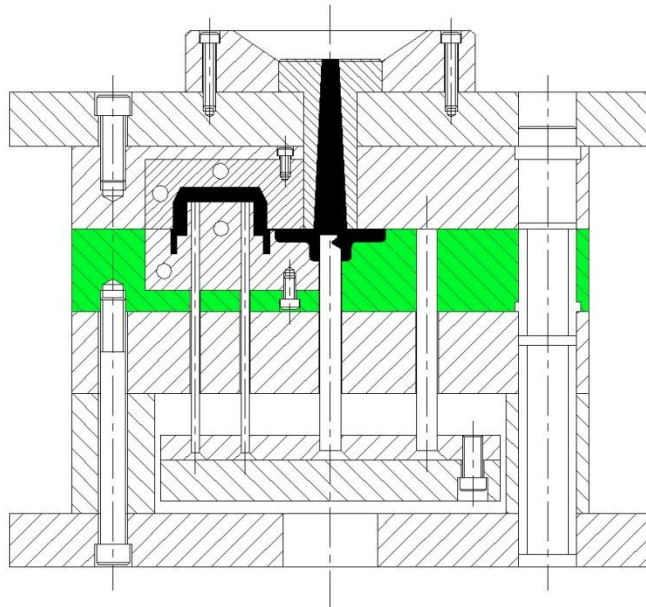
Dişi kalıp genellikle kalıplanan parçanın dış , kozmetik kısmını çıkaran temel kalıp elemanıdır. Dişi çekirdeklerin olduğu tarafa dişi kalıp denir. Dişi çekirdekler genellikle ön ısıtım işlemi görmüş çeliklere işlenir. Kalıplanan ürünün özelliğine göre dişi çekirdekte kullanılacak uygun çelik seçilir. Genellikle kalıplanan plastik ürünlerin kozmetik tarafı dişi kısmı oluşturur. Bu sebeple kalıbın dişi çekirdekleri daha fazla tesviye işçiliği gerektirir.



Şekil 14 Dişi Plaka

2.4.2.2 Erkek Plaka

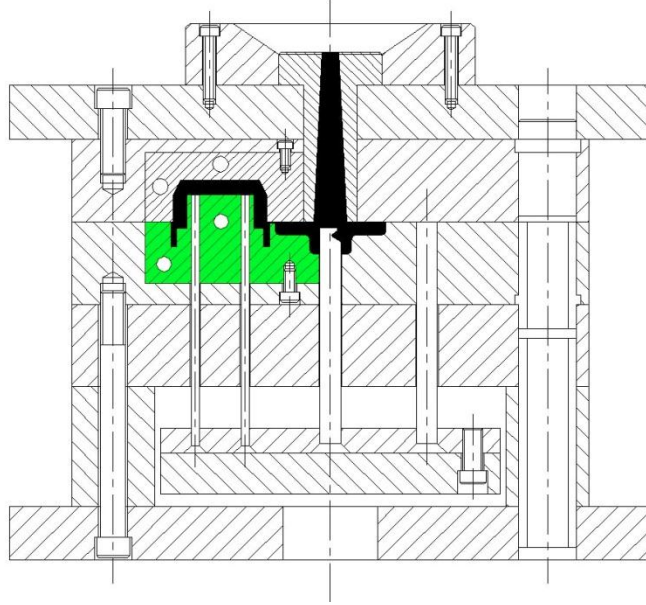
Kalıbın erkek kısmı, kalıbın iç kısmını oluşturur. Bu şekilde kalıp boşluğunun oluşmasını da sağlar. Kalıp erkek kısmının bulunduğu kalıp yarımına, erkek plaka veya kalıbın erkek kısmı denir. Erimiş polimerin soğuması esnasında, çekme karakteristiğinden dolayı soğuyan baskı, kalıbın erkek kısmı üzerine çekilir, kalıbın dişi kısmından ayrılır. Bu çekme karakteristikleri kalıbın içinden parçanın atılması için iticilerin, bu kısımda yerleştirilmesine sebep olur. İtici sistemi makinenin hareketli plakasının arkasına yerleştirildiği için genellikle kalıbın erkek kısmı makinenin hareketli plakasının olduğu tarafa takılır.



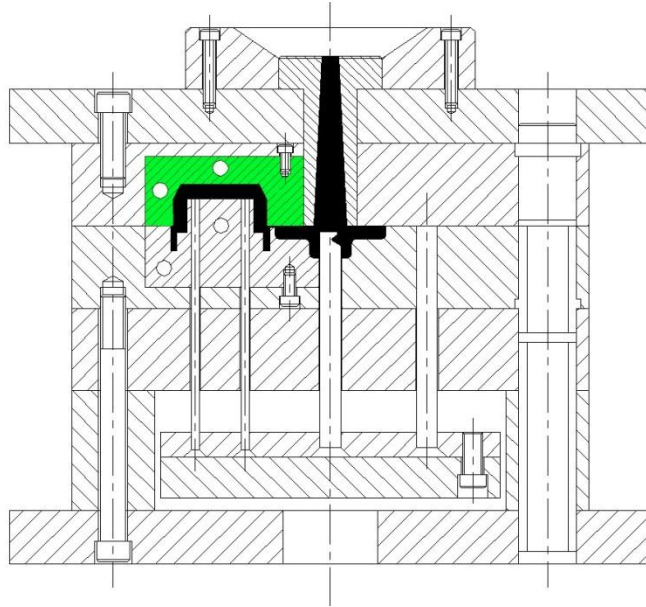
Şekil 15 Erkek Plaka

2.4.2.3 Dişi ve erkek lokmalar

Kalıp boşluğu, kalıbın içinde erimiş plastiğin gönderildiği ve soğutulduğu kısımdır. Kalıp bir boşluk ihtiva ettiğinde buna tek gözli, birden fazla boşluk ihtiva ettiğinde çok gözli denir. Kalıp boyutu genellikle içindeki boşluk sayısı ile ifade edilir. Kalıp boşluğu, kalıbın kapanması esnasında kalıbın erkek ve dişi kısmının oluşturduğu boşluktur



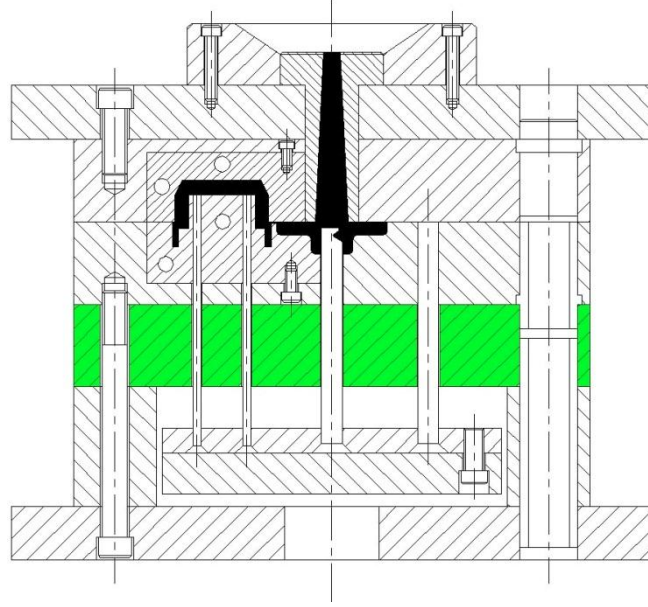
Şekil 16 Erkek Lokma



Şekil 17 Dişi Lokma

2.4.2.4 Destek Plakası

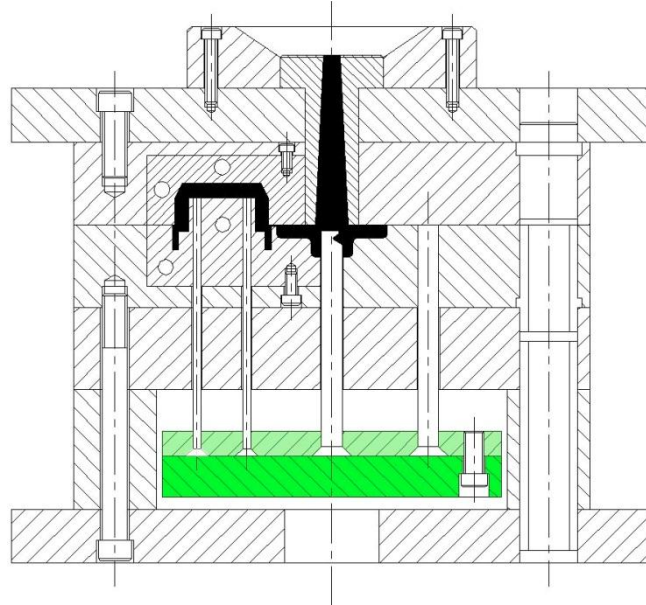
Erkek plakaya desteklik görevi görür. Enjeksiyon kalıpları yüksek basınç altında çalıştıkları için zamanla sehim verebilirler. Bu olumsuzluğu azaltmak veya ortadan kaldırmak için destek plaka kullanılır



Şekil 18 Destek Plakası

2.4.2.5 İtici plaka:

İtici pimleri üzerinde taşıyan plakadır. Enjeksiyon makinesinden aldığı hareketi itici pimlere aktarır. İtici pimleri bir bütün olarak dengeli olarak ileri hareket ettirir.



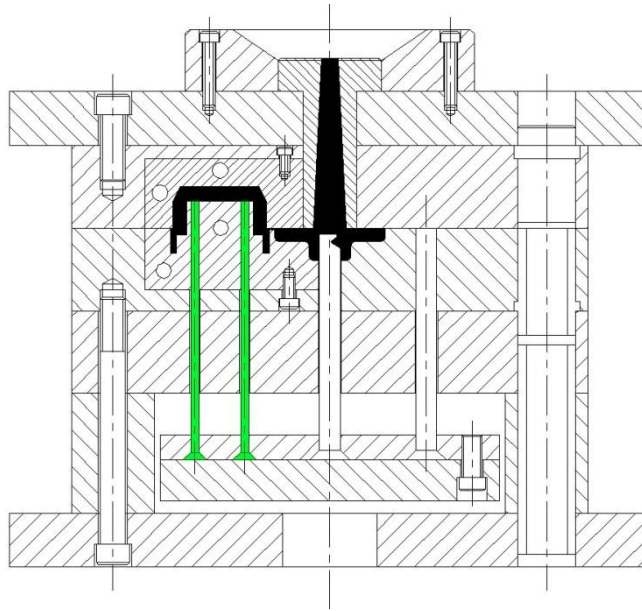
Şekil 19 İtici Plakası

2.4.2.7 İtici pimler ve çubuklar

Parçanın kalıptan iterek ayrılmasını sağlayan çubuklardır. Bu çeşit parçalar kalıbın erkek kısmı üzerinde sürekli sürtünmeden dolayı eskir. Modern kalıp parçaları üzerinde olan bu iticiler ve itici bıçakları, standart parça olarak kullanılır. Standardizasyon, kalıp bakım ve imalatını ucuzlatır



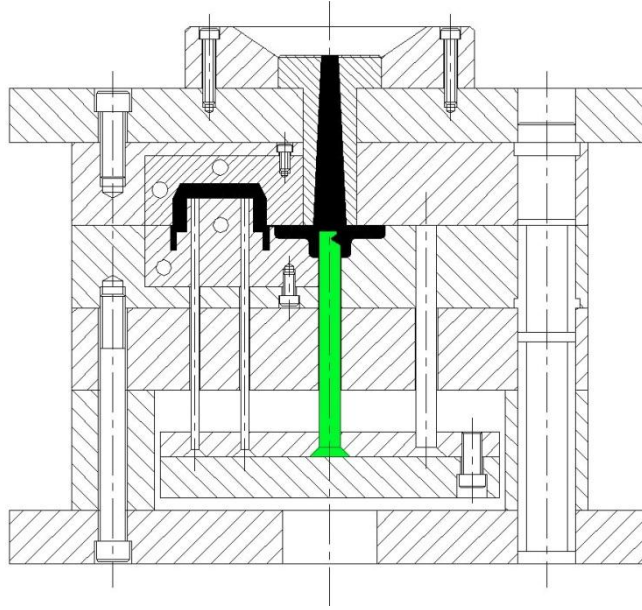
Şekil 20 Çeşitli İtici Pimler



Şekil 21 İtici Pimlerin Kalıpta Yerleşimi

2.4.2.7.1 Yolluk Çekme Pimi

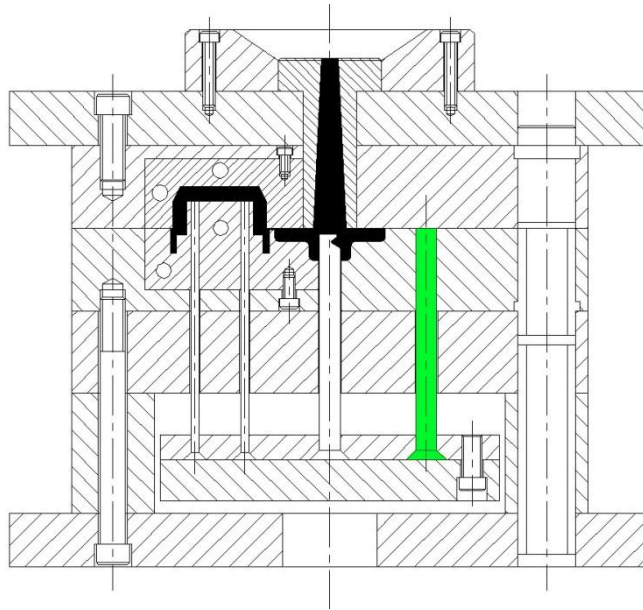
Yolluğun açık olan alt kısmına doğrudan doğruya yerleştirilmiştir. İtici sistem ürünü kalıptan ayırdıktan sonra yolluktaki malzemenin burçtan dışarı çekilmesinde kullanılır.



Şekil 22 Yolluk Çekme Pimi

2.4.2.7.2 Geri İtme Pimi

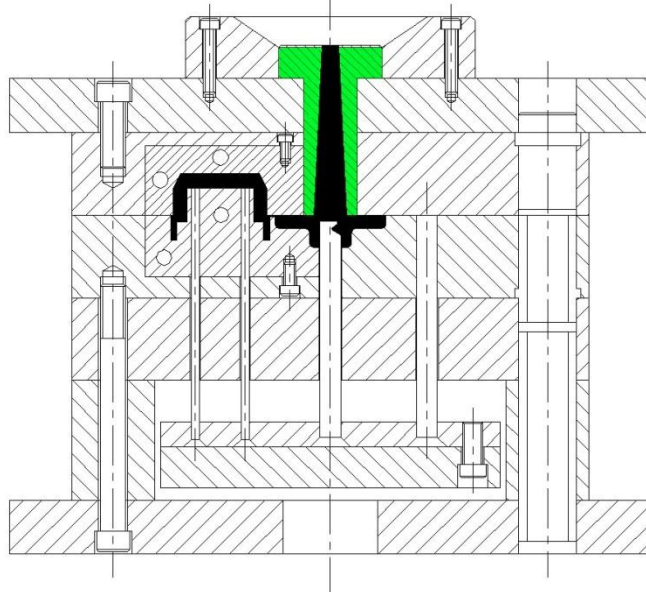
Kalıp kapanması esnasında, itici plakaların geri gel meşini sağlar. Destek pimleri ilave olarak itici plaka sistemine kılavuzluk yapar. İtme mesafesi, bu iki parçanın yüksekliği ile belirlenir. İtici bağlama plakasına yerleştirilmiştir. İtici bağlama ve itici plakalarını hareket ettirir.



Şekil 23 Geri İtici Pim

2.4.2.8 Yolluk burcu

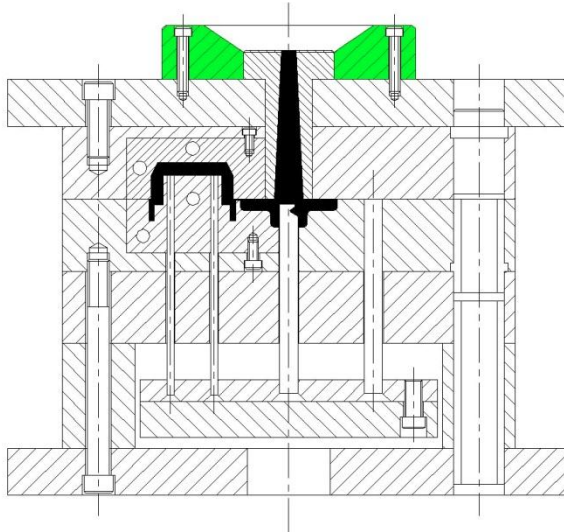
Silindirik bir parça genellikle kalıbın dişi kısmına yerleştirilir. Enjeksiyon ünitesinin kalıbı doldurması için, giriş noktasıdır. Diğer görevi de makine memesi ile burç arasındaki sızıntıyı en aza indirmektir. İçeri eğimli baş kısmına sahiptir. Bu kısım çok iyi parlatılır. Eğlendirilerek soğumuş yolluk girişinin kalıp açılması esnasında, parçanın makineden ayrılmasını sağlar. Kalıbın erkek kısmıyla beraber atılmasını sağlar.



Şekil 24 Yolluk Burcu

2.4.2.9 Yolluk flanşı

Dişi kalıp plakasının arkasına açılmış yuvarlak boşluk içine konulan merkezleme halkasıdır. Bunun fonksiyonu kalıbı sabit plakaya yerleştirmektir. Bu sabitleme halkası hassas bir parçadır. Enjeksiyon ünitesi ile yolluk burcunun aynı merkezde olmasını sağlar. Olmaması halinde kullanımı esnasında memeden polimer sızması olur. Sabitleme halkası ilave olarak, yolluk burcunun üzerinde yerleştirilebilir

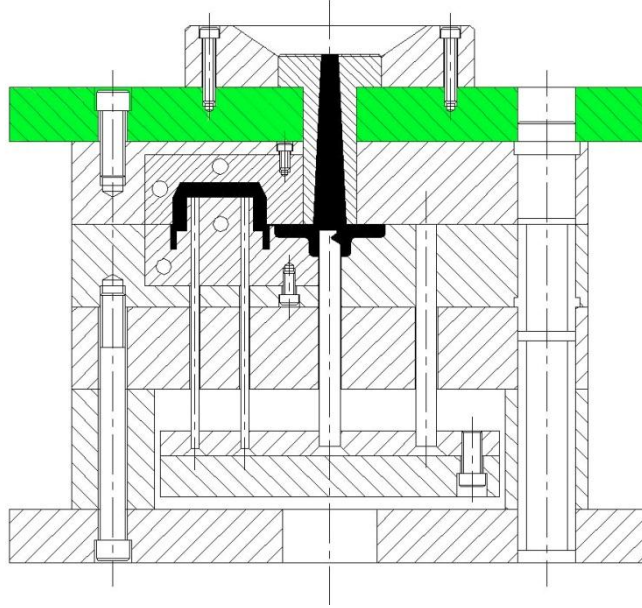


Şekil 25 Yolluk Flanşı

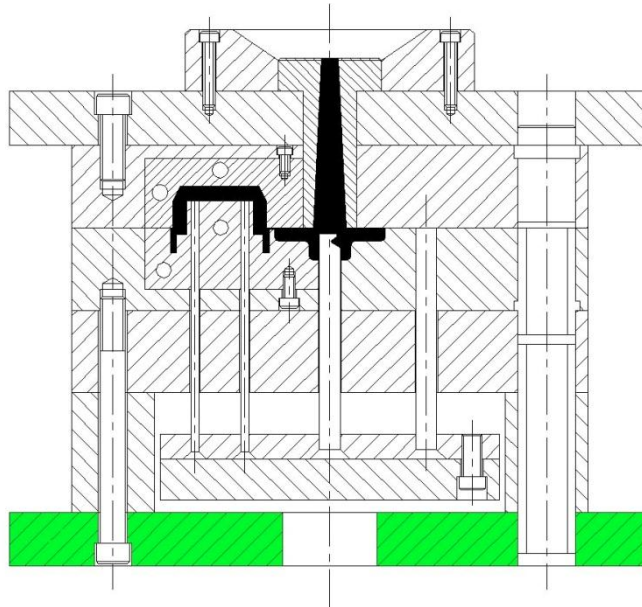
2.4.2.10 Bağlantı plakaları

Burada kalıp ayırım çizgisi kalıbın erkek ve dişi kısmının yapılma hassasiyetine bağlıdır. Sonuç olarak; arka plakanın ayırım çizgisine bağlıdır. Arka plaka genellikle aşağıdaki fonksiyonlar için kullanılır:

- Her iki kalıp parçasını bir arada tutan bağlantı yeri olarak,
- Kalıbı makine plakasına bağlamak için yer temin etmesi,
- Kalıp yapımında sertliği sağlaması,
- Bağlantı destek kalıplarının boyutu bir kalıptan diğerine standardize edilir



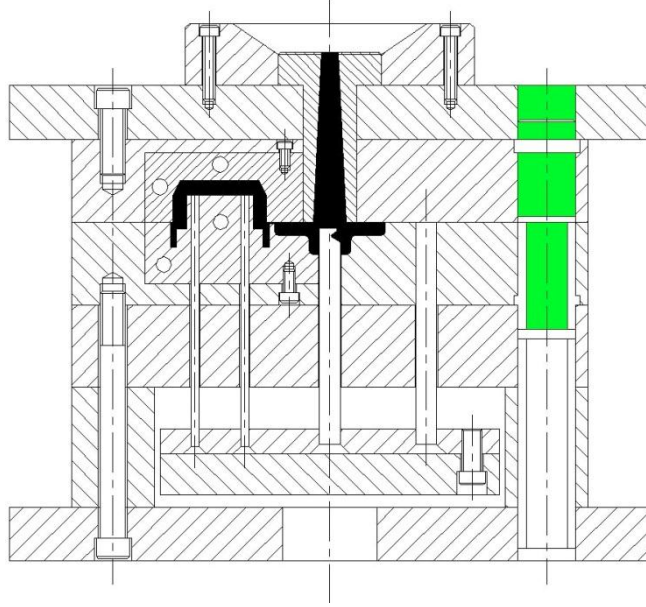
Şekil 26 Üst Bağlantı Plakası



Şekil 27 Alt Bağlantı Plakası

2.4.2.11 Kılavuz Pimler

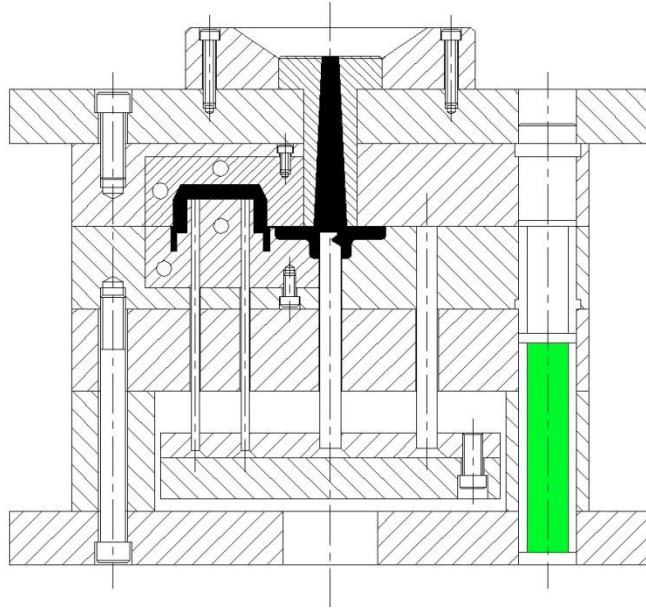
Sulanmış ve taşlanmış pimler plakaların birine pres edilmiştir. Kalıp takımının iki yarım kısımlarını tam ayarında (sağa-sola kaçmamaları için) tutar.



Şekil 28 Kolon Pimi

2.4.2.12 Burçlar

Sulanmış ve taşlanmış burçlar plakaların birine pres edilmiştir. kılavuz pimlere yataklık yaparlar.



Şekil 29 Burç

2.5. Enjeksiyon Kalıplarında Kullanılan Plastikler

2.5.1 Polipropilen (PP)

2.5.1.1. Özellikleri

- * Çekme mukavemeti en yüksek termoplastiklerden biridir ve çekme gerilimi 3,5 kg/mm²'dir. Bu lastik katkı maddeleriyle güçlendirildiğinde çekme gerilimi 112,5 kg/ mm²'den 386 kg/mm²'ye kadar yükseltilebilir.
- * Kırılganlığı azdır.
- * İyi bir aşındırma özelliğine sahiptir ve sürtünme kat sayısı ortadadır.
- * Isıya karşı dirençlidir ve 150 C°'nin altındaki buhardan etkilenmez.
- * Açık havaya karşı yüksek dirençlidir.
- * Kimyasal asitlere karşı dirençlidir ve sulandırılmış asitlerden etkilenmez.
- * Elektrik iletkenliği olmadığı için iyi bir izolasyon malzemesidir.
- * Yoğunluğu az olan (0,89 g/cm³) termoplastiklerdendir.
- * Kolayca kaynak edilebilir, talaşlı işlenebilir. Uygun yapıştırıcılarla yapıştırılabilir, baskı ve markalama yapılabilir.

2.5.1.2. Uygulama Alanları

En çok ev aletlerinin yapımında, hastahane ve fizik laboratuvarı aletleri, pil koruyucu kutusu, taşıma çantası, sandalye ve sehpa, çöp sepeti, çamaşır makinesi merdanesi pedal, su tesisatı bağlantı elemanları (manşon, körtapa vb), otomotiv sanayiinde kopolimer olarak akümülatör gövdesi, elektrik kablosu, ayakkabı topuğu, halat ve boru yapımında kullanılır.

2.5.2. Polikarbonat (PC)

2.5.2.1. Özellikleri

- * Yoğunluğu 1,2 g/cm³'tür.
- * Boyutsal ölçülerinde değişiklik olmayan en iyi termoplastiklerdendir. Çekme payı % 0,0125 mm'den azdır.24
- * 140 C°'ye kadar sıcaklıklara karşı dayanıklıdır.
- * Şeffaftır ve ışık kırılma indeksi 1,586'dır.
- * Mekanik özellikleri çok iyidir, çekme dayanımı 668 kg/cm²'dir.
- * 60 C°'ye kadar olan sıcak sudan etkilenmez. Ayrıca gres, makine yağı, deterjan ve asitlere karşı dirençlidir.

- * Elektrik iletkenliği yoktur. Bu nedenle iyi bir izolasyon malzemesidir ve rutubetten etkilenmez.
- * Şeffaf olmasına rağmen bütün renkler verilebilir.
- * Işıktan ve açık havadan etkilenmeyen bir malzemedir.

2.5.2.2. Uygulama Alanları

Hafif, dayanıklı ve saydam oluşu nedeniyle sinyal lambaları dahil otomotiv sanayinde, sokak ve trafik lamba kapakları, pencere camı, elektronik ve telekomünikasyon parçaları, büro ve iş makineleri gövdeleri, gıda ambalajında, ev alet ve takımları, reklam panoları, inşaat ve dekorasyon yapımında kullanılmaktadır.

2.5.3. Polietilen (PE)

2.5.3.1. Alçak Yoğunluklu Polietilen (AYPE)

2.5.3.1.1.Özellikleri

- * Süt beyaz renktedir.
- * Kimyasal maddelere ve korozyona dayanıklıdır.
- * Işığa ve açık havaya dayanıklı değildir. Katkı maddeleri katılarak bu problem ortadan kalkar.
- * 80-85 C°'ye kadar kullanılabilir. Yüksek sıcaklıkta giderek yumuşar ve parçalanır.
- * Yoğunluğu 0,91 g/cm³'tür.
- * Mekanik dayanımı orta derecede olup uzaması ve darbe dayanımı yüksektir. Çekme dayanımı 100-300 kg/cm²'dir.
- * Elektrik yalıtımı çok iyi olup yüksek frekanslı yerlerde teflon grubu plastiklerden hemen sonra gelen uygun bir malzemedir.
- * Levha ve parça halinde sıcak hava ve diğer yöntemlerle kaynak edilebilir. Sıcak dikişle yapıştırılabilir.

2.5.3.1.2.Uygulama Alanları

- * Ambalaj torbaları, sera örtüleri, şişe, bidon, beyaz eşya, oyuncak, çeşitli makine parçaları yapımında kullanılır.25

2.5.3.2. Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE)

2.5.3.2.1.Özellikleri

Suya, kimyasal maddelere karşı direnci iyidir.

- * Işığa ve açık havaya karşı dayanıklı değildir. Katkı maddeleri katılarak bu problem ortadan kalkar.
- * Mekanik özellikleri çok iyi olup özellikle darbe ve çekme dayanımları yüksektir.
- * Çekme dayanımı 225-350 kg/cm², sıcaklık dayanımı 100 C° üzerindedir.
- * Elektriksel uygulamalara da çok elverişlidir.

2.5.3.2.2. Uygulama Alanları

* Basınçlı borular, gaz dağıtım boruları, şişe, bidon, beyaz eşya, makine parçaları, oyuncak, elektrik ve elektronik eşya, suya dayanıklı olduğundan tekne, depo ve poşet torba yapımında kullanılır.

2.5.4 Polivinil Klorür (PVC)

2.5.4.1.Özellikleri

- * Yoğunluğu 1.4 g/cm³'tür.
- * Kimyasal etkilere ve aşınmaya karşı direnci fazladır.
- * Kolayca renklendirilebilir.
- * Çekme dayanımı 140-240 kg/cm²'dir.
- * Açık havadan etkilenmez ve su emme özelliği yok denecek kadar azdır.
- * Elektrik yalıtma özelliği iyidir.

2.5.4.2.Uygulama Alanları

* Yalıtım malzemesi olarak ince zil tellerinde, kalın yer altı kablolarında, boru, elektrik süpürgesi parçaları, elektrik bağlantı setleri, dalgıç ayakkabıları, oyuncak, koltuk ve yatak süngerleri, teyp sanayi, ince film halinde kâğıt ve kumaş gibi maddelere kaplanabilmekte, dosya kapakları, döşemecilik ve tıbbi cihazların yapımında kullanılmaktadır.

2.5.5. Polistiren (PS)

2.5.5.1.Özellikleri

- * Yoğunluğu 1,05 g/cm³'tür.
- * Şeffaf ve renksizdir. Işık kırılma indeksi 1,59'dur. Bütün renkler verilebilmektedir.
- * Mekanik özelliği iyidir ve çekme direnci 4,9 kg/mm²'dir.
- * Açık havadan etkilenmez ve kapalı yerde çevreye çok iyi uyum sağlar.
- * Cam tozu ile güçlendirildiğinde çekme payı miktarı yok denecek kadar azdır.
- * Üretimi kolay ve zaman alıcı değildir.
- * Elektrik yalıtma özelliği iyidir.²⁶

2.5.5.2. Uygulama Alanları

- * Paketleme işlerinde, oyuncak, ev eşyası, tarak, kapak, kullanılıp atılan tabak, çöp sepeti, ışıklandırma panosu, teyp kaseti, döşemecilik, çeşitli makine aksamaları, telefon, bilgisayar, elektrik ve elektronik endüstrisi için gerekli parçalarda, gıda ve tekstil sanayinde kullanılır.

2.5.6. Akrilonitril Butadien Stiren (ABS)

2.5.6.1.Özellikleri

- * Yoğunluğu 1,04 g/cm³'tür.
- * Mekanik özelliği çok iyidir.
- * Çekme dayanımı 560 kg/cm², cam elyaf katkılı 773 kg/cm², karbon elyaf katkılı 1125 kg/cm², ABS-PC alaşımında 635 kg/cm²'dir.
- * Sertlik darbe dayanımı ve uzama değerleri de bu değişime paralel olarak artar veya azalır.
- * İyi bir yüzey kalitesine sahiptir.
- * Aşınmaya karşı direnci fazladır.
- * İyi bir elektrik izolasyon malzemesidir.
- * Su ve rutubetten etkilenmez.
- * Nem alma özelliğinden dolayı kullanmadan önce 2 saat kadar 80-90 C°'de kurutulur.

2.5.6.2.Uygulama Alanları

- * Televizyon ve güç donanımı kabinleri, anahtar (switch) kutuları, ızgara ve gövde panelleri, takım çantası, tıbbi emme pompaları, dekoratif eşya, oyuncak, telefon gövdeleri, büro-iş makineleri gövde ve parçaları, boru ve bağlantıları, depo ve soğutucu iç astarları, çanta ve bavul (sert görünümde), tüfek dipçikleri, hassas ölçülü askeri amaçlı (antitank plastik mayın) ürünler, bina inşaat malzemeleri ve eğitim malzemeleri yapımında kullanılır.

2.5.7. Polisülfon

2.5.7.1. Özellikleri

- * Yoğunluğu 1,25 g/cm³'tür.
- * Çekme, basma ve sürünme dayanımları çok yüksektir.
- * Işık kırılma indeksi 1.633'tür.
- * Bu polimerden yapılan ürünler özelliklerini -150C°'den 300C°'ye kadar bir yıldan fazla bir süre koruyabilir.
- * Asit, baz ve tuz çözeltilerine direnç gösteren malzeme deterjan, yağ ve alkollerden etkilenmez.

2.5.7.2. Uygulama Alanları

- * Tıbbi araç gereçler, gıda üretim donanımı, elektriksel bağlantılar, otomotiv sektöründe sigorta ve anahtar yuvaları, bobin gövdeleri, TV elemanları, korozyona dayanıklı borular, pompalar, filtre elemanları, kamera ve saat gövdeleri, batarya yalıtma plakaları, uzay ve havacılık sektöründe kullanılmaktadır.

3. KALIP TASARIMI

3.1 Bilgisayar Destekli Tasarımın

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) adından da anlaşılacağı gibi bilgisayar yardımı ile tasarım yapma eylemidir. Bilgisayar destekli tasarımın insan hayatının birçok alanında, sağlık sektöründe, ulaşımda, mimarlıkta, bilim kurgu filmlerinde kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Mühendislik uygulamalarında, tasarım ile birlikte esas olarak analiz ve üretim metotlarının önemi bilinmektedir. Tasarımı yapılmış bir parçanın analiz ve üretim simülasyonu bilgisayar ortamında üç boyutlu geometrik modelleme ile yapılmaktadır. Bu sebeple, tasarımın üç boyutlu geometrik modelleme ile yapılması tasarımın görsel olarak sunulmasına, analiz yazılımlarının kullanılmasından önce veri hazırlanmasına, analiz yazılımlarının kullanılmasından sonra sonuçların değerlendirilmesine ve bilgisayar destekli üretime olanak sağlamaktadır.

3.1.2 Plastik Parça ve Kalıp Tasarımında CAD Uygulamaları

Plastik parça ve kalıp tasarım teknolojisi yıllar boyu gelişme göstermiş ve bununla birlikte birçok problem ortaya çıkarmıştır. Günümüzde kullanılan birçok kalıp tasarımları, uzun yıllar gelişme ve büyüme gösteren plastik endüstrisinde pratik yapmış; uzman, sanatkar ve usta tarafından deneme yanılma yöntemleriyle ortaya çıkmıştır. Plastik endüstrisinin gelişmesiyle birlikte polimer malzemelerin anlaşılması ve proses parametrelerinin değiştirilmesi ile gösterdikleri reaksiyonlar hakkındaki bilgilerde de gelişme meydana gelmiştir. Sonuç olarak, şimdiye kadar sanat olarak düşünülen plastik tasarımındaki birçok olgu hakkında, plastik teknolojinin gelişme göstermesiyle, açıklama elde edilmiştir. Geçmişte elde edilmiş bu kurallar günümüzde çeşitli analiz araçlarına aktarılmış ve bilgisayarlar yardımıyla hızlı, verimli, hassas ve kaliteli plastik tasarımına olanak sağlanmıştır.

Plastik teknolojinin gelişmesine paralel olarak ta CAD ve CAM konuları da yüzyılın en önemli gelişmesi olmaya aday hale gelmiştir. Geçmişte analiz ve bilgi işleme amaçlı kullanılan bilgisayarlar günümüzde tasarım işleminin temeline yardımcı olmakta ve grafiksel mühendislik bilgileri oluşturmaktadır.

Günümüzde CAD teknolojisi mühendislik tasarımına tamamiyle farklı bir metot getirmiştir. Öyle ki, CAD 'in uygulamadaki kabul edilebilirliğine karşı çıkanlar olmuştur. Tasarımdaki

bu farklı metodoloji tasarım bürolarında eski yöntemlerle tasarım yapan insanlar için anlaşılması ve kabul etmesi zor kavramları ortaya çıkarmıştır. Bütün bunlara rağmen CAD, plastik tasarım fonksiyonlarının hızını ve verimini arttırarak bir devrim gerçekleştirmektedir.

3.2. Plastik Ürün Tasarımı

Kaliteli bir ürün elde edebilmek için ürün bir çok süreçten geçer. Bu süreçlerden kaliteyi en belirleyici olan süreç ürün tasarım sürecidir. Başarılı bir ürün tasarımı kalıp tasarım sürecini kısaltır ve kolaylaştırır. Başarılı kalıp tasarımı da üretimin kalitesini belirler. Ürün tasarım sürecinde kalıptan önce parçanın prototipi yapılarak gerekli testler yapılmalıdır

3.3 Plastik Enjeksiyon Kalıp Tasarım İlkeleri

3.3.1 Genel Bilgi

Kalıp tasarımı, parçanın teknik resminin, bir örneğinin veya modelinin tasarımcıya verilmesi ve kalıplanacak olan parçaya ait tasarım verilerinin oluşturulması ile başlayan bir süreçtir.

Ayrıca kalıbın birlikte çalışacağı makine kavite sayısı ve eğer verilmemişse parçanın üretileceği hammaddenin seçimi de ilave olarak gerekli olan bilgilerdir. Bu bilgiler kalıp dizaynı için gerekli olmakla birlikte yeterli değildirler. Bunlara ilave olarak aşağıdaki soruların da cevaplandırılması gereklidir.

- Seçilen plastik malzemenin kalıplanabilme karakteristiği,
- Üretim adeti
- Ürünün nerede ve nasıl kullanılacağı,
- Ürün başka parçalarla birlikte mi çalışacak veya kullanılacak (toleranslar)
- Çekme,
- Çıkış açıları,
- Ne tür bir yolluk sisteminin gerekli olduğu,
- Kavite giriş noktaları, akış ve birleşme hatları, itici izleri,
- Yüzey kalitesi.
- Parça üzerinde istenen yazılar veya şekillerin olup olmaması,
- Kalıp için gerekli başka ekipmanlar,

- Kullanılacak makinenin tonaj, parça büyüklüğü ve plastik kapasitesinin uygunluğu,
- Parçanın kalıptan alınmasının ne şekilde olacağı (otomatik veya elle)
- Proje süresi

3.3.2 Kalıp Tasarımının Temel Prosedürü

Bir hacim kalıbın tasarımı yapılırken bütün koşullar göz önüne alınmalıdır.Çünkü bir kalıp ve o kalıbın gerçekleştirdiği operasyon çeşitli koşulları gerçekleştirmek zorundadır.

3.3.2.1 Kalıp boyutlarının belirlenmesi

Kalıp boyutları öncelikli olarak kalıbın birlikte kullanılacağı makinenin boyutlarına bağlıdır.Genellikle varolan veya belirli bir makinenin boyutları, tasarımcının uyması gereken sınırlamalar getirir. Bu sınırlamalar:

- Maksimum malzeme miktarı : Plastik ünitesinin bir çevrimde kalıp içine sevk edebileceği ergimiş malzeme miktarı.
- Plastikleştirme hızı : makinenin her birim zaman için plastikleştirebileceği malzeme miktarı
- Kilitleme kuvveti : Kalıp boşluğu içinde meydana gelen maksimum basıncı yol açacağı reaksiyon kuvvetini karşılayan kuvvet makine kolonları arasında kalan maksimum makine plakaları alanları maksimum enjeksiyon basıncıdır.

3.3.2.2 Göz sayısının belirlenmesi

İlk olarak maksimum teorik kavite sayısı belirlenir. Bu hesaplama makinenin vida çapı ve vida hareket miktarından hesaplanmış makinenin maksimum kapasitesinin kullanılacağı varsayımına dayanmaktadır.

3.3.2.3 Kalıpta çekme ve etkileri

Sadece parça resmi ve malzemesi belli olduğunda parçada meydana gelecek çekmelerin kim tarafından göz önüne alınacağı ve uygun çekme değerlerinin seçileceği bilinmelidir. Bazı durumlarda parça tasarımcısı çekme miktarlarını belirler ve kritik kalıp ölçüleri için gerekli ölçüleri sağlar. Bu genellikle daha önce veya deneysel olarak benzer parçalarla çalışılmış olması durumunda söz konusudur.

Diğer bir nokta kalıbın farklı çekme özelliklerin sahip farklı malzemelerle kullanılıp kullanılmayacağıdır. Eğer kalıp %0.6 oranında çekme miktarına sahip polistrene göre

tasarlanıp imal edilmişse, polipropilen gibi çekme oranı %1.5 olan başka bir malzeme ile de kullanılabilir ancak daha yüksek çekme oranından dolayı parça daha küçük olacaktır. Ayrıca kalıpta kullanılan farklı malzemelerinde ne tür etkilerinin olabileceğinin bilinmesi gerekir çünkü bunlar parçanın yüzey kalitesini ve kalıp yüzeylerini etkiler.

3.4. Yolluk Sistemleri ve Tasarımı

Yolluk sistemi plastik ünitesinden gelen ergimiş malzemenin kavitelere sevk edilmesini sağlar. Konfigürasyonu, boyutları ve parça ile olan bağlantısı kalıbın dolma işlemi dolayısı ile de parçanın kalitesi üzerinde oldukça etkilidir. Bir yolluk sistemi genellikle farklı kısımlardan oluşur. Aşağıdaki şekil (Şekil 30) bir yolluk sistemini oluşturan kısımları göstermektedir. Bu kısımlar şunlardır;

- Yolluk girişi
- Yolluklar (birincil (ana) ve ikincil (tali) yolluklar)
- Parça girişi



Şekil 30 Yolluk sistemi

Yolluk burcu ergimiş malzemeyi plastik ünitesinden alır ve genellikle kendisine dik olan ayırma yüzeyi boyunca ona kılavuzluk eder.

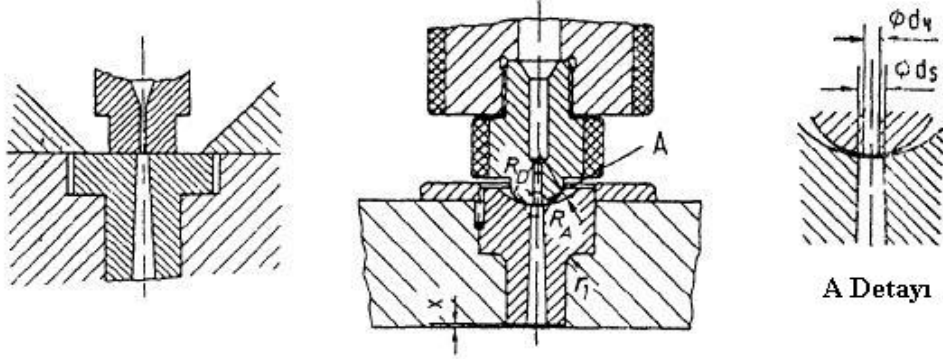
Yolluklar, yolluk girişini parça girişine veya girişlerine bağlarlar. Yolluğun ana amacı özellikle çok kaviteli kalıplarda kavitelerin aynı zamanda ve aynı şartlar (eş sıcaklık ve basınç) altında dolmasını sağlamaktır.

Parça girişleri ise yollukla kavite arasındaki geçişi sağlarlar. Yolluğun parçadan kolayca ayrılabilmesi ve ayrıldıktan sonra bıraktığı izin parça görünümünü etkilememesi için parça

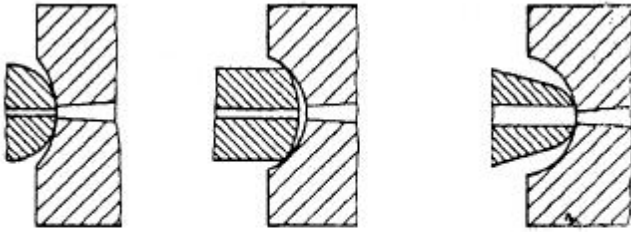
3.4.1. Yolluk Girişi

Yolluk girişi genellikle yolluk burcu içinde şekillendirilir. Kalıp kapandıktan sonra ve makine plastik ünitesinin lülesi, kalıp ve plastik ünitesi arasındaki geçiş noktasını dışarıya izole edecek şekilde ileri doğru itildiğinde, malzeme plastik ünitesinden yolluk girişine doğru

akar. Bu olay kalıbın bu bölgede lokal olarak önemli ölçüde yüklenmesine neden olur ve bu bölgenin diğer kısımlara göre daha çabuk aşınmasına neden olur. Bu nedenle yolluk burcu çelikten yapıp sertleştirilir ve kalıba insert olarak takılır. Böylelikle aşındığı zaman kolaylıkla değiştirilebilir.



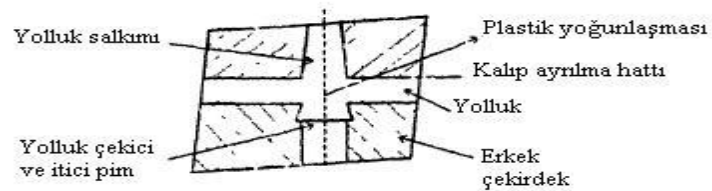
Şekil 31 gösterilen küresel temas yüzeyinin boyutları aşağıdaki genel koşullar çerçevesinde saptanır.



Şekil 32 Kontak bölgesinin doğru ve yanlış tasarımları

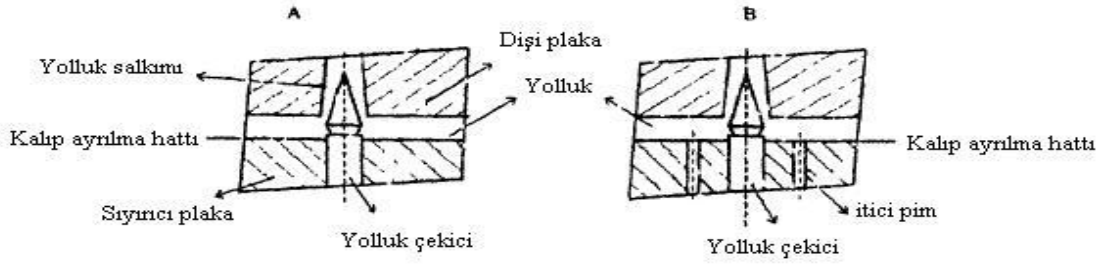
3.4.2. Yolluk İtici ve Çekiciler

Yolluk çekiciler kalıp açıldığında plastik ürünle beraber yolluğun ve yolluk salkımının erkek çekirdek üzerinde kalmasını sağlamak üzere itici deliğinin bir kısmında ters açı verilerek yaratılan bölümdür.



Şekil 33 Yolluk çekicinin bulunduğu yerde görülen plastik yoğunlaşması

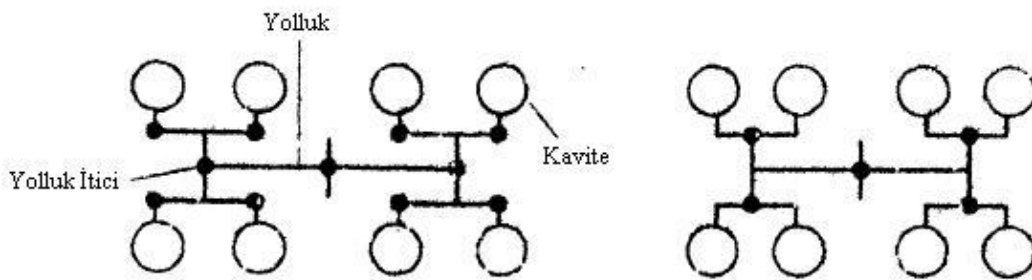
Yukarıda bahsedilen plastiğin çekici etrafında yoğunlaşmasını önlemek için gösterildiği gibi değişik konfigürasyonlar uygulanabilir. Böylece çekici etrafında plastik kütlelerinin artması önlenir ve bu bölgenin soğuma verimi artmış olur.



Şekil 34 Sıyrıcı plakalı çekici B) İtici pimlerle beraber çekici uygulaması

3.4.3. Yolluk Çekicilerin Sayısı ve Yerleşimi

Yolluk çekicilerin sayısı ve yerleşimi kullanılan plastik malzemeye bağlıdır. Tasarımcı bu sayıyı minimumda tutmaya çalışmalıdır. Çünkü ilave her yolluk çekici kalıp maliyetini, işçiliğini ve süresini arttıracaktır. Ayrıca kalıp plakasında çok sayıda delik açmak plakadan geçirilecek su kanallarını olumsuz etkileyecektir. Genellikle sert veya tok plastik malzemeler kullanılıyorsa daha az yolluk çekici veya iticiye ihtiyaç duyulur. Yolluk et kalınlığı plastik ürünün et kalınlığından her zaman daha fazla olduğu için yolluğun geçtiği bölgede aşırı ısınma gözlenecektir. Bu bölgenin ardından su kanalı geçirilerek etkili bir soğutma yapılmalıdır. Oysa burada kullanılan yolluk itici veya çekiciler için açılan delikler istenildiği gibi su kanalı geçirilmesine izin vermeyecektir. Yumuşak veya oldukça esnek plastik kullanıldığında sert, tok plastiğe göre çok daha fazla yolluk çekici kullanmak gerekir. Dengeli yolluk dağılımı kalıbın dolmasını nasıl etkiliyorsa, dengeli bir yolluk itici sistemi kurmak da plastik ürünün kalıptan dengeli bir şekilde çıkması için önem taşır. Yolluğun kalıptan ürünle beraber uzaklaştırılamaması kalıbın güvenliği için büyük tehlike yaratabilir.



Şekil 35 Yumuşak ve sert malzemeye göre yolluk iticilerinin yerleşimi

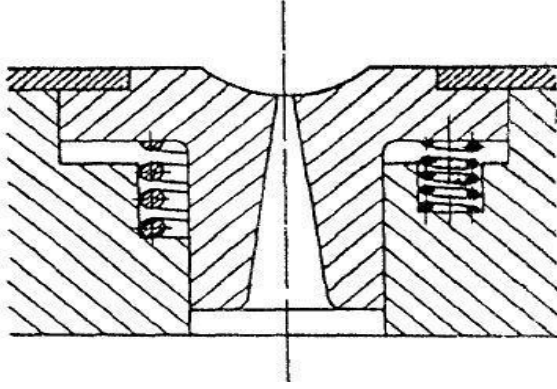
Şekil 3.9'de solda yumuşak malzemeye göre, sağda ise daha sert malzemeye göre yolluk iticilerin yerleşimi görülmektedir.

Yolluğun otomatik olarak üründen koparılıp kalıptan çıkarılabilmesini sağlayan metotlardan biri de üç plakalı kalıp tasarımı yapmaktır, iki plakalı kalıplarda tünel yolluk girişi kullanıldığında yolluk otomatik olarak üründen kopar. Fakat her ürüne tünel yolluk girişi

yapmak mümkün olmayabilir. Bununla beraber yolluğun otomatik olarak atılması istendiğinde üç plakalı kalıp tasarımı iyi bir çözüm olacaktır. (Kamber, 2003)

Yolluk girişini yolluk burcundan ayıran ancak daha az kullanılan bir başka yöntem de aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. (Şekil 3.10) Yolluk burcu bir yay tarafından sıkıştırılmaktadır.

Kalıp dolduktan sonra plastik ünitesi lülesi yolluk burcundan ayrılır ayrılmaz yay veya yaylar yolluk burcunu geriye doğru iterek yolluk girişinden ayrılmasını sağlarlar. Şekilde iki farklı tasarım gösterilmektedir. Birincisinde büyük bir yay tek başına kullanılırken ikincisinde çevresel olarak sıralanmış küçük yaylar kullanılmaktadır. Bu yöntem sadece plastik ünitesinin vida kısmının içinde bulunduğu silindirik kısmın ileri geri hareket ettiği makinelerde kullanılabilir.



Şekil 36 Yay ile sıkıştırılmış yolluk burcu

3.4.4 Yolluk Kavramı Ve Tanımı

3.4.4.2 Yolluk sistemlerinin sınıflandırılması

Kendisinden beklenenleri yerine getirmesi için yolluk sisteminin tasarımında tasarımcı daha basit veya daha zor olan çeşitli seçeneklere sahiptir. Bu yüzden aşağıdaki tasarım çözümlerinden herhangi birini seçebilir.

- I. Yolluklar parça üzerinde kalırlar ve daha sonra kesilirler.
- II. Yolluklar parçadan otomatik olarak ayrılırlar ve ayrı olarak kalıptan çıkartılırlar.
- III. Yolluklar parçadan otomatik olarak ayrılırlar ancak kalıp içinde kalırlar.

3.4.4.3 Yollukların tasarımı

Yolluklar, yolluk girişini kavite girişleri ile kaviteye bağlar. Malzemeyi ergimiş halde iken aynı halde, aynı sıcaklıkta, aynı basınçta ve aynı zamanda kavitelere dağıtılmalıdır.

Plastikleşmiş malzeme soğutulmuş kalıbın yolluklarına büyük bir hızla girer. Kalıp duvarlarına yakın olan malzemedan ısı hızla çekilir ve malzeme soğuyarak katılaşır. Bu

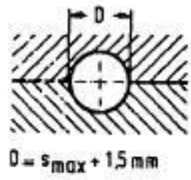
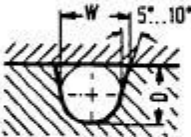
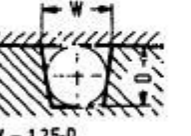
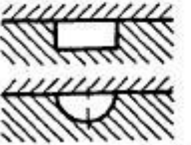
durum kanalın merkezinde akan malzeme için bir ısı yalıtım tabakası meydana getirir.

Kaviteyi doldurmak için akan plastik, sıcak akışkan bir çekirdek haline gelir. Bu sıcak çekirdek parça tamamen katı hale gelene kadar korunmalıdır. Enjeksiyondan sonraki tutma safhasındaki tutma basıncı ancak bu halde katılaşma süresince meydana gelecek olan hacimsel çekmeyi kompanse edebilmek için tam olarak etkiyebilir.

Bu gereksinim yolluğun geometrisini belirler. Malzeme tasarrufu ve soğuma koşullarından dolayı yüzey/hacim oranı oldukça küçük olmalıdır. Yolluğun boyutları, parça büyüklüğüne, kalıbın tasarımına ve kalıplanan plastik malzemenin cinsine bağlıdır. Genel bir kural olarak, artan parça boyutu ve cidar kalınlığı ile yolluk kesiti arttırılmalıdır. Büyük kesitler akışa gösterilen direncin kesit alanı ile ters orantılı olması nedeniyle ince kesitlere göre kalıbın daha kolay dolmasını sağlar. Düşük viskoziteye sahip plastikler de daha uzun veya ince kesitli yolluklara (daha uzun akış boylarına) izin verirler.

Bunların yanında parçanın mümkün olduğunca ekonomik üretilme gereksinimi söz konusudur. Yolluk artık malzeme miktarını ve parça boyutuna göre büyük ise muhtemelen soğuma zamanını da etkiler. Bu yüzden gerekli yolluk çapı Hagen-Poiseuille yasasının yardımı ile de dikkatli bir şekilde hesaplanmalıdır. Yolluktaki basınç kaybı da bu şekilde hesaplanabilir.

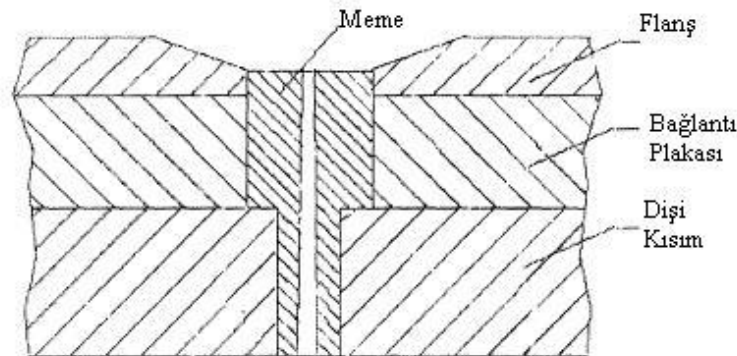
Yolluk kesitleri

 $D = s_{\max} + 1,5 \text{ mm}$	<u>Avantajlar:</u> Kesit alanına göre en küçük yüzey, yavaş soğuma hızı, düşük ısı ve sürtünme kayıpları, kanal merkezinin en son donması nedeniyle tutma basıncının etkili bir şekilde iletilebilmesi <u>Dezavantajlar:</u> Her iki kalıp yarısına işlenmesi zor ve pahalı
	<u>Avantajlar:</u> Dairesel kesite en iyi yaklaşım, tek bir kalıp yarısına kolayca işlenebilme <u>Dezavantajlar:</u> Dairesel kesite göre daha fazla ısı ve malzeme kaybı
 $W = 1,25-D$	Parabolik kesite alternatif <u>Dezavantajları:</u> Parabolik kesite göre daha fazla ısı ve malzeme kaybı
	Kaçınılması gereken istenmeyen kesitler

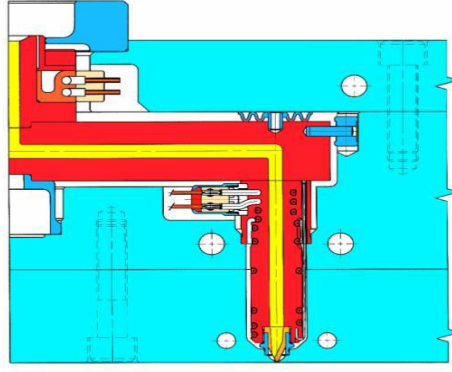
Tablo 1 Yolluk Kesitleri

Yolluğun yüzey kalitesi kalıplanan plastiğin cinsine bağlıdır. Katılarak ısı yalıtımı yapan katı kabuğun akan sıvı malzeme tarafından yerinden alınıp götürülmemesi için parlatılmamış yolluk yüzeyinin avantaj olduğu düşünülebilir. Ancak PVC, polikarbonat ve poliasetal gibi bazı plastikler için parçada oluşabilecek hatalardan kaçınmak için yolluk yüzeyinin çok iyi parlatılması hatta krom kaplanması gereklidir.

Standart yolluklar doğrudan kalıp plakaları üzerine açılırlar. Bu yüzden sıcaklıkları kalıp sıcaklığı ile aynıdır. Yolluk içindeki malzeme enjeksiyondan sonra katılır ve her çevrimden sonra parça ile birlikte kalıptan çıkartılmalıdır. Termoplastik malzemelerin yollukları kırma makinelerinde kırılarak tekrar hammadde olarak kullanılırlar.



Bir termoplastik kalıbının sıcak yolluk sistemi ayrı ve ısıtılan bir manifold olarak karakterize edilir. 180 °C den fazla olan sıcaklığı ile termoplastik malzemenin ergime sıcaklığı aralığındadır ve bu yüzden ortalama kalıp sıcaklığından 20 ile 120 °C daha sıcaktır. Manifold içindeki yolluklar ergimiş malzemeyi makine plastik ünitesi lülesinden kavite girişlerine kadar sıcaklık kaybı olmadan taşırlar.



Şekil 38 Sıcak yolluk

3.5 Yolluk Girişlerinin Tasarımı

Kavite girişleri (giriş) kaviteyi (ya da parçayı) yolluğa bağlar. Genellikle tüm sistemin en ince bölümüdür. Boyutu ve yeri çeşitli gereksinimler göz önüne alınarak belirlenir. Girişin yerini, şeklini ve boyutunu belirleyen faktörler aşağıda belirtilmiştir. Genel olarak giriş küçük, kalıplanması basit ve parçadan kolayca ayrılabilir şekilde olmalıdır. Parçaya, onu distorsiyona uğratmayacak ve görünüşünü bozan izler bırakmayacak şekilde bağlanmalıdır. Girişin parça üzerindeki yeri bu yüzden özel bir önem kazanmaktadır.

Kavite girişini etkileyen unsurlar	
Parça ile ilgili unsurlar	Geometri Cidar kalınlığı Parçanın yüklenme yönü Boyutsal, kozmetik ve mekanik kalite istekleri Akış boyu/Cidar kalınlığı oranı
Kalıplanacak malzeme ile ilgili unsurlar	Viskozite Sıcaklık Akış Karakteristiği Katkı Maddeleri Çekme
Diğer unsurlar	Distorsiyon Birleşme hatları Kalıptan çıkarılma kolaylığı Parçadan ayrılma Maliyetler

Tablo 2 Kavite Girişlerini Etkileyen Faktörler

Giriş çeşitli konfigürasyonlardan herhangi birine sahip olabilir. Nokta giriş veya kenar giriş şeklinde olabilir. İleride daha detaylı olarak anlatılacak olan yolluk girişi ile aynı olan direk giriş şeklinde özel bir formda olabilir. Bu durumda giriş sistemin en dar noktası olmaz ve parçadan ayrılması için ilave bir kesme işlemi gereklidir.

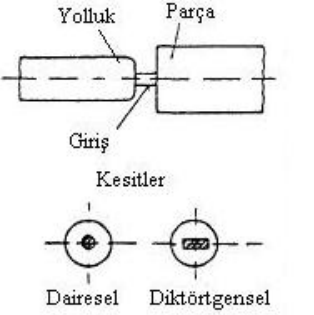
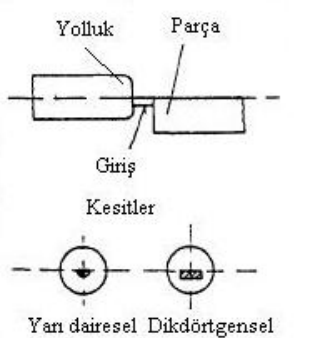
Bütün diğer giriş türleri sisteme birtakım kısıtlamalar getirirler ve sistem kolay kalıplama ve ayrılma yönünden gerçekleşmesi daha zor bir hal alır. Malzeme, yolluklar yada girişler gibi dar kanallarda akarken, akışa karşı ciddi bir dirençle karşılaşır. Enjeksiyon basıncının bir kısmı bu direnci yenmek için kullanılır ve ergimiş malzemenin sıcaklığı fark edilebilecek bir şekilde artar. Bu çok istenen bir durumdur çünkü;

- Kaviteye giren ergimiş malzeme daha akışkandır ve kaviteyi daha iyi doldurur,
- Giriş civarlarındaki malzeme ısıdığı için girişteki donma gecikir.

Optimum giriş boyutları malzemeyi ısıl olarak hasara uğratmayacak ve çok yüksek basınç kayıplarına neden olmayacak şekilde olmalıdır. Giriş boyutları hesaplama ile veya deneme baskısı sırasında deneme yoluyla saptanır. Bu esnada yolluklar da dengelenebilir. Bunun anlamı her girişin ergimiş malzemenin kavitelere aynı zamanda girmesini sağlayacak şekilde yapılmasıdır. Bu şartın önemi aşağıdaki şekillerde gösterilen hatalı üretilmiş parçalarda kolaylıkla görülebilir. Pratikte özellikle çok kaviteli kalıplarda girişler önce gereğinden küçük yapılır. Daha sonra denemeler esnasında elde edilen verilerle girişler bütün kaviterler üniform olarak dolana kadar genişletilir. Bu işlem oldukça fazla uzmanlık ve mekanik üretim yeteneği gerektirmektedir. Bu zaman alıcı işlem günümüzde yerini yolluk sisteminin boyutlarının hesaplama ile bulunması yöntemine terk etmiştir. Bu durumda bütün girişler aynı boyutta olmaktadır.

Aşağıda girişlerin uygun yerlerini ve boyutlarını göstermektedir. Giriş dairesel, yan dairesel veya dikdörtgensel şekilde olabilir. En uygun olanı dikdörtgensel olanıdır.

Kalıptan en kolay ayrılabilen ise yarı dairesel olanıdır.

	Merkezi giriş Dairesel kesitin küçük yüzey-hacim oranı ısı ve sürtünme kayıplarını azaltır, Her iki kalıp yarımında işlenmeyi gerektirir ki bu da pahalı bir işlemdir. Dikdörtgensel kesitte bu maliyetler yüzünden sınırlayıcıdır. Merkezi pozisyon yolluğun parçadan ayrılmasını zorlaştırır ve ilave işlem gerektirebilir. Giriş jetting olayına neden olabilir.
	Merkezden kaçık giriş Girişin merkezden kaçık pozisyonu işlenmesini kolaylaştırır. Kalıptan çıkması ve parçadan ayrılması kolaydır. Kavite duvarı ile aynı hat üzerindeki giriş jetting olayını engeller.

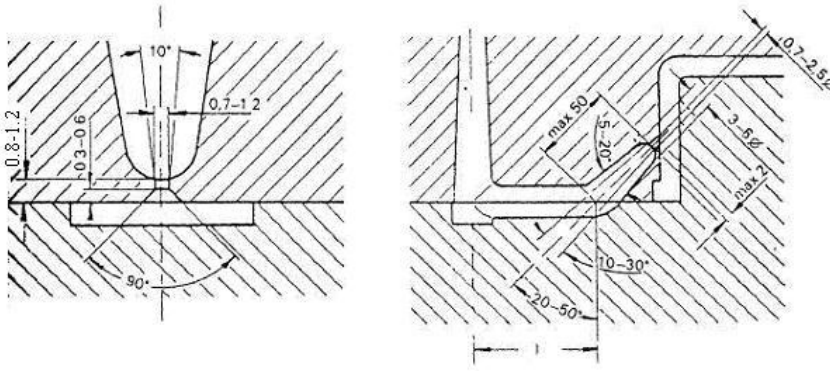
Şekil 39 Giriş kesitleri ve yolluk üzerindeki pozisyonları

Girişin yolluğa en iyi şekilde bağlanması da yine aynı şekilde gerçekleşmektedir. Bu bağlantı tek başına kalıbın dolması süresince kavite içindeki, en iyi akış karakteristiğini sağlamaz.

Bazı plastiklerde donmuş olan yüzey tabakası yerinden koparak kavite içine taşınır ve parçada istenmeyen izlere neden olur. Ergimiş plastik kavite içine jet halinde de girmemelidir ancak giriş orifisinden başlayarak kaviteyi üniform şekilde doldurmalıdır. Jet halinde kaviteye giren malzeme, arkasından gelen malzeme tarafından tekrar ertilemediği için, parçanın görünümünü bozan izlere neden olur. Kritik olmayan hallerde geçiş bölgesinde yapılacak olan bir geçiş yarıçapı bu etkiyi azaltacaktır.

Nokta ve tünel girişler için ise önerilen boyutlar aşağıdaki şekilden bulunabilir.

Daha önceden de bahsedildiği gibi girişin boyutları kalıplanacak malzeme ve parçanın kesit kalınlığı tarafından belirlenir. Daha büyük viskoziteli ve daha kalın kesitli parçalarda daha büyük giriş kullanılır. En kalın kesit giriş boyutunu belirlediği için girişin buraya konulması tek mantıklı çözümdür. Eğer giriş en kalın kesitten yapılmazsa parçada boşluklar ve çökme izleri meydana gelir. Bunun nedeni giriş bölgesinin gereğinden önce dolmasından dolayı tutma basıncının etkiye süresinin çok kısa olmasıdır.



Şekil 40 Nokta (solda) ve tünel (sağda) girişler için önerilen boyutlar

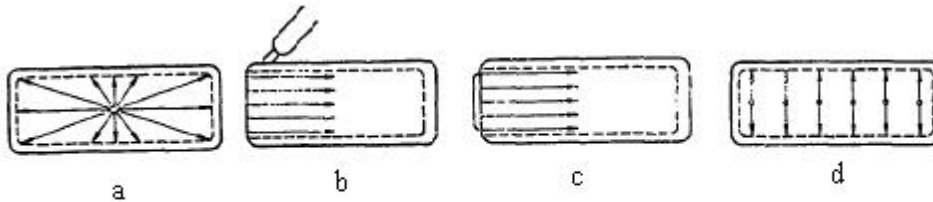
Parçanın kalitesi de girişin parça üzerindeki yeri tarafından belirlenir. Bu konu bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

3.5.1 Girişin parça üzerindeki yeri

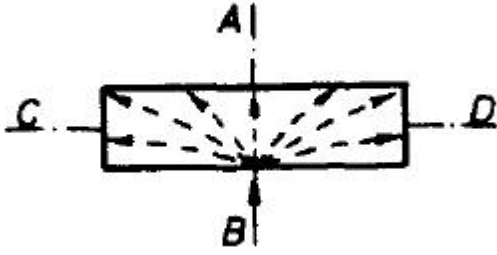
Girişin pozisyonu kavite içindeki malzeme akışının doğrultusunu tespit eder. Akış doğrultusundaki fiziksel özellikler ve çekme çoğu durumda akışa dik doğrultuda olanlardan farklıdır. Bu durum moleküllerin oryantasyonundan kaynaklanmaktadır. Bu oryantasyonu derecesi özellikle ince cidarlı parçalarda daha fazladır. Çekme ve kırılma dayanımları için en iyi değerler akış yönünde aide edilirken, akışa dik doğrultuda tokluğu azalır ve gerilmelerden dolayı meydana gelen çatlak oluşumu eğilimi artar. Aşağıdaki şekiller farklı giriş yerlerinin akış yolunu ve parçanın dayanımını nasıl etkilediğini göstermektedir.

Kalıp yapılmadan önce parça üzerindeki yüklemelerin ve asal gerilmelerin saptanması gerekir. Bu durum elyaf takviyeli malzemeler için daha da önemlidir çünkü elyaflar parçanın maruz kaldığı maksimum çekme gerilmesi ile aynı doğrultuya sahip olmalıdır. Takviye olarak kullanılan elyaflar ancak bu doğrultuda gerektiği gibi yük taşıyabilirler. Takviye edilmemiş yüksek viskoziteli malzemelerde çekme, oryantasyon yönü ile aynı yönde olur

Eğer elyaf takviyeli malzemelerde akışa dik doğrultuda bir oryantasyon varsa parçada distorsiyonlar oluşur. Ancak bu durum olayın sadece bir yanıdır.

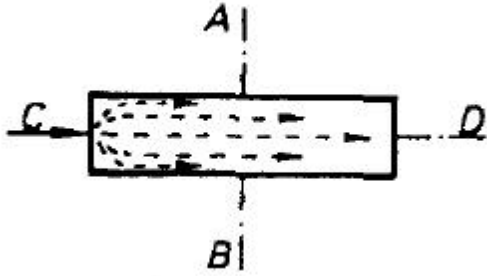


Şekil 41 Ergimiş malzemenin değişik pozisyonlardaki girişlerde izlediği akış yolu



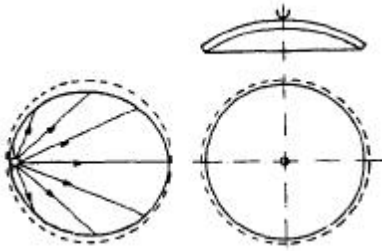
Şekil 42 Uzun kenarda konumlandırılmış giriş

Şekil 3.20'te görüldüğü üzere moleküler oryantasyon akış yönüne diktir C-D kesitindeki mekanik dayanım A-B kesitinden fazladır.



Şekil 43 Kısa kenarda konumlandırılmış giriş

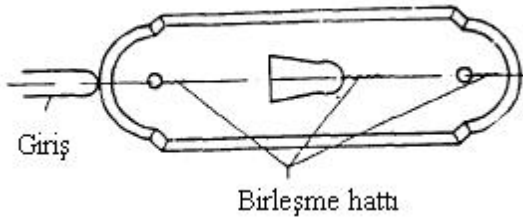
Şekil 3.21'da moleküler oryantasyon akış yönüne diktir. A-B kesitindeki mekanik dayanım C-D kesitinden fazladır.



Şekil 44 Parça kalitesi üzerinde giriş pozisyonunun etkisi

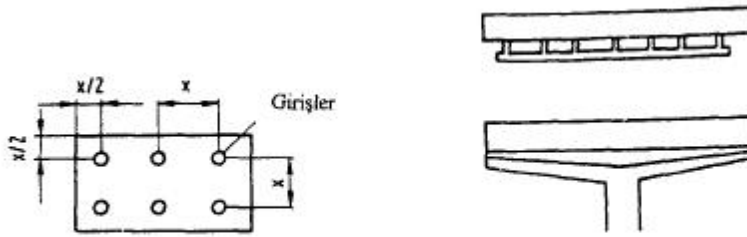
Öte yandan ergimiş malzemenin farklı taraflardan akarak birleştiği yerlerde kaynak hatları oluşur. (Şekil 3.22). Bunlar her zaman görünüş bozukluklarına yol açarlar ve likid kristal yapıdaki malzemelerde veya elyafla takviye edilmiş malzemelerde mekanik olarak çok zayıf bölgelerdir. Kaynak hatlarına daha yakın girişlerde malzeme daha sıcak olacağından daha iyi bir birleşme meydana gelir. Bu durum özellikle dolmanın devam ettiği veya tutma basıncı

altında birleşme bölgesinden malzeme akışının devam ettiği durumlar için geçerlidir. Bu durumda mekanik özellikler daha iyi olacaktır.



Şekil 45 Deliklerin ve kanalların ardında oluşan birleşme hatları

Büyük yüzey alanına sahip veya yanal federleri olan parçalarda üniform soğuma ve aynı anda ergimiş malzemenin homojenliğini arttırmak için parçanın bir kenarından diğerine birden fazla giriş yerleştirilebilir. Eğer birleşme hatları ve girişler arasındaki mesafe kısa ise birleşme daha iyi olacak ve parça bir bütün olarak daha uygun özelliklere sahip olacaktır.



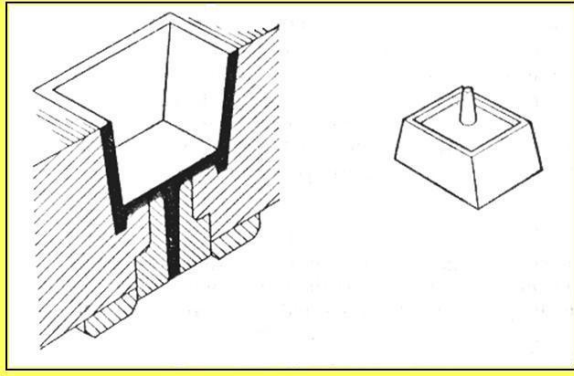
Şekil 46 Çoklu nokta, kenar girişler ve eşit akış boyan prensibi

Yukarıdaki şekil bu duruma ait örnekleri göstermektedir. Kolay ve muhtemelen otomatik olarak parçadan ayrılabilen çoklu nokta giriş genellikle tercih edilir. Öte yandan kenar giriş bu tür parçalar için daha iyi özellikler sağlar.

3.5.2 Giriş Çeşitleri

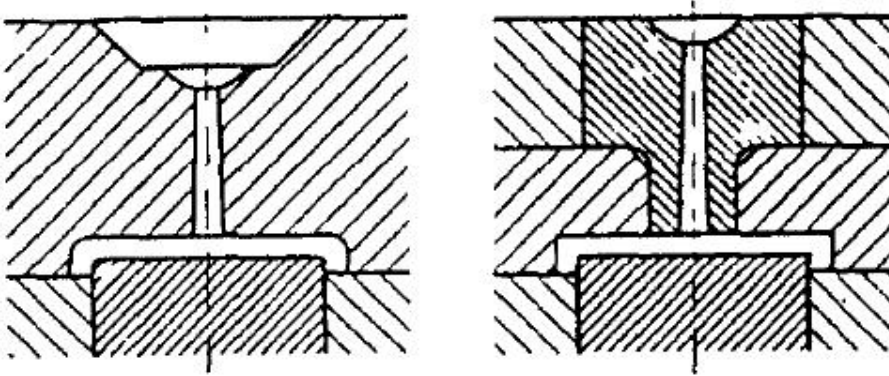
3.5.2.1 Direk giriş

Direk giriş en basit ve en eski giriş çeşididir. Dairesel bir kesite sahiptir, kesiti gittikçe artar ve en büyük kesitine ulaştığı yerde parça ile birleşir. Direk giriş parçanın her zaman en kalın kesitinde olmalıdır. Uygun boyutlarda yapıldığında parçanın katılaşması süresince tutma basıncı etkin olur ve hacimsel çekmenin kompanze edilmesi için kalıp içine katılaşma süresince ilave malzeme transfer edilebilir. Bu durumda parçada boşluklar ve çökmeler meydana gelmez.



Şekil 47 Direk giriş

Yolluk girişinin iki şekilde elde edilebileceği akılda tutulmalıdır. Eğer bir yolluk burcu kullanılacak ise parçada engellenmesi çok zor olan bir iz bırakacaktır. Eğer bu istenmiyorsa, bu dezavantajı ortadan kaldırabilmek için yolluk girişi doğrudan sabit kalıp plakasına açılır.



Şekil 48 Yolluk burcu kullanılan (solda) ve yolluk girişi kalıba işlenen (sağda) yolluk girişi

3.5.2.2 Kenar giriş

Kenar giriş öncelikle geniş yüzeylere ve ince et kalınlıklarına sahip parçalarda kullanılır.

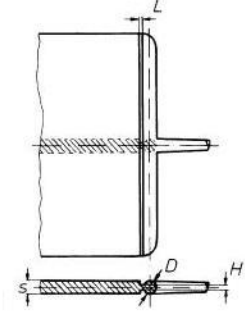
Aşağıda sayılan avantajlara sahiptir.

- Bütün parça genişliği boyunca paralel oryantasyon (özellikle optik parçalar için önemli)
- Her durumda akış doğrultusunda ve yanal doğrultuda üniform çekme
- Parça yüzeyinde istenmeyen giriş izlerinin bulunmaması.

Yolluk girişini terk eden ergimiş malzeme önce kaviteyi dar bir kısım ile yolluk sistemine bağlayan ilave dağıtıcı kanala girer. Bu dar kesitli bölge kalıbın dolması süresince bir boğaz görevi görür. Böylece malzeme kaviteye girmeden önce kanal malzeme ile dolar.

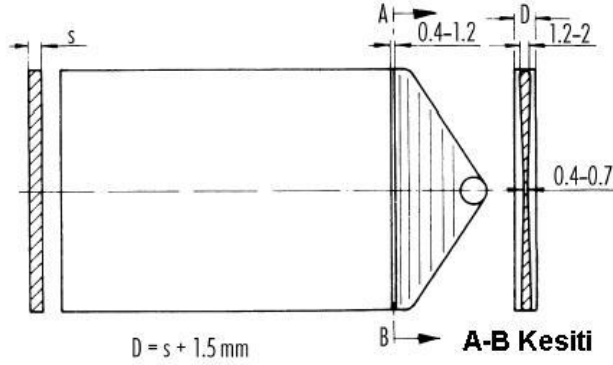
Bu tür bir boğazın genişliği viskozite değiştiğinde modifiye edilebilmelidir.

Dağıtıcı kanal genellikle dairesel bir kesite sahiptir. Aşağıdaki şekildeki bağıntılar boyutları belirler. Bu boyutlar kenar girişin bir varyantı olan ve daha sonra bahsedilecek olan halka girişin boyutları ile mukayese edilebilir.



Şekil 49 Dairesel dağıtım kanallı kenar giriş

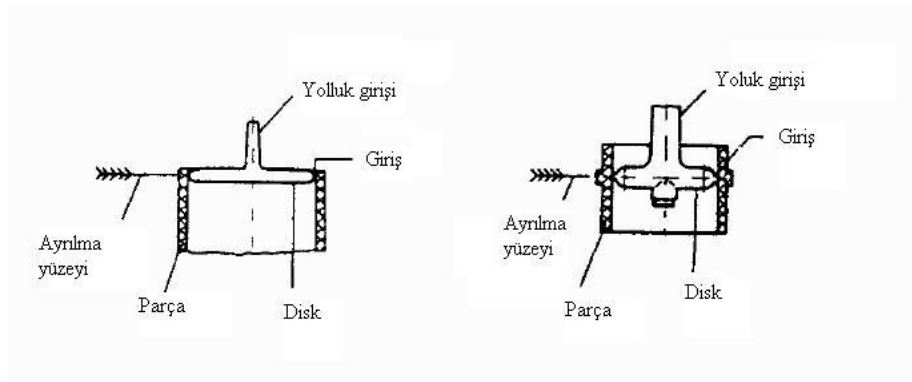
Dairesel kanalın yanı sıra bazen balık kuyruğu şeklinde bir kanal ile de karşılaşılabilir. . Bu şekilde bir giriş daha fazla işçilik ve daha fazla malzeme sarfiyatı ile birlikte kavite içinde plastik malzemenin paralel olarak akması sonucu beraberinde mükemmel bir parça kalitesini de getirmektedir.



Şekil 50 Üniform akış hızı için ayarlanmış kenar giriş

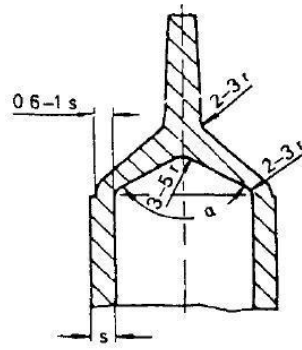
3.5.2.3 Disk giriş

Disk giriş silindirik parçaların tüm kesitlerinin üniform şekilde dolmasını sağlayan bir giriştir. Disk düzlemsel bir daire şeklinde veya 45° lik tepe açısına sahip bir koni (şemsiye giriş) şeklindedir ve ergimiş malzemeyi parçanın en büyük çapı üzerinden bütün parçaya yayar. Böylece parçadaki birleşme hatlarının oluşumu dezavantajı ortadan kalkar. Eğer parça girişi birkaç yerden yapılmışsa bu hatların oluşması engellenemeyebilir. Bunun yanı sıra disk giriş ile olası distorsiyonlardan da kaçınılmış olur.



Şekil 51 Disk girişler

Şemsiye giriş parçaya direk veya bir geçiş kısmı ile bağlanabilir. Hangi türün seçileceğine parçanın cidar kalınlığına bakılarak karar verilir. Diskin tasarımı yukarıdaki de gösterildiği gibi diskin yerine göre değişir. Böylece disk giriş çıkıntıları veya girintileri olan silindirik parçaların maça olmadan kalıplanabilmesine izin verir.

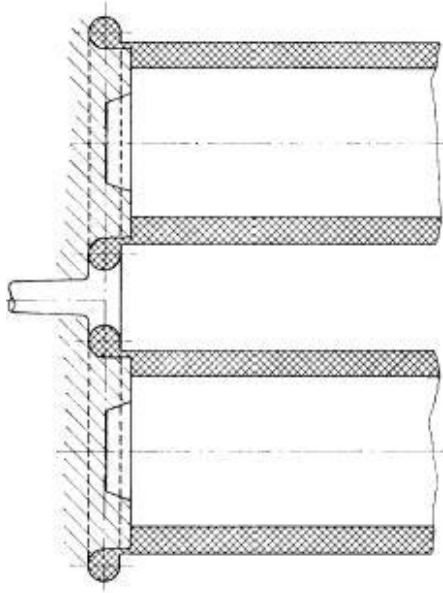


Şekil 52 45° açılı disk giriş

3.5.2.4 Halka giriş

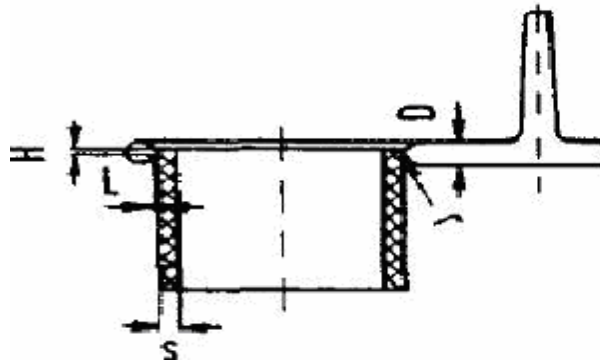
Halka giriş uzun oldukları için her iki tarafları da çekirdek tarafından desteklenen uzun silindirik parçaların kalıplanmasında kullanılır.

Ergimiş malzeme yolluk girişinden sonra parçaya ince bir kanal ile bağlanan ana kanala girer . İnce kanal dar bir kesite sahiptir ve kalıbın dolması süresince bir boğaz görevi görür. Böylece, boğazdan geçerek kaviteye ulaşan malzeme önce ana kanalı doldurur. Halka giriş içinde bir birleşme hattı olmasına rağmen bu birleşme hattının etkisi boğazın ince kesiti tarafından sınırlanarak kompanze edilir ve birleşme hattı ya çok zor fark edilir yada hiç fark edilmez.

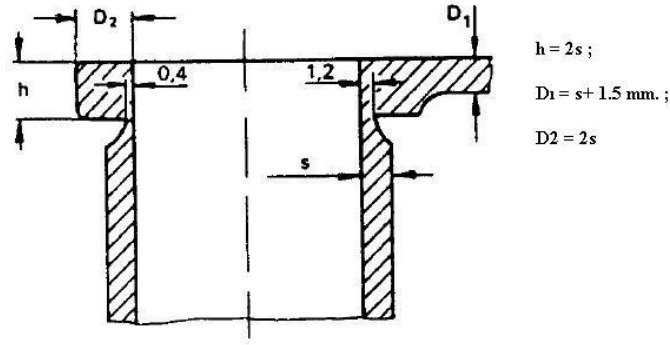


Şekil 53 Halka giriş ve çekirdek destekleri

Bu girişin özel avantajı parçayı oluşturan çekirdeklerin her iki uçtan da desteklenmesine olanak sağlamasıdır. Bu durum göreceli olarak uzun (boy/çap oranı 5/1 den büyük olan) silindirik parçaların cidar kalınlığı sabit kalarak kalıplanabilmesini sağlar. Halka giriş silindirik parçaların kalıplandığı birden fazla kaviteli kalıplarda da kullanılır. Disk giriş de tasarım olarak halka girişe benzemesine rağmen ne kalıbın çok kaviteli olmasına ne de çekirdeklerin her iki uçtan desteklenmesine izin verir. Halka girişin boyutları kalıplanan plastiğin türüne, parçanın ağırlığına, boyutlarına ve akış boyuna bağlıdır. Aşağıdaki şekil dairesel kesitler için genellikle literatürde rastlanan boyutları göstermektedir. Halka girişler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi farklı türde kesitlere de sahip olabilirler. Bu tür kesitlerin tasarım için gerekli veriler yine aynı şekilde gösterilmiştir.

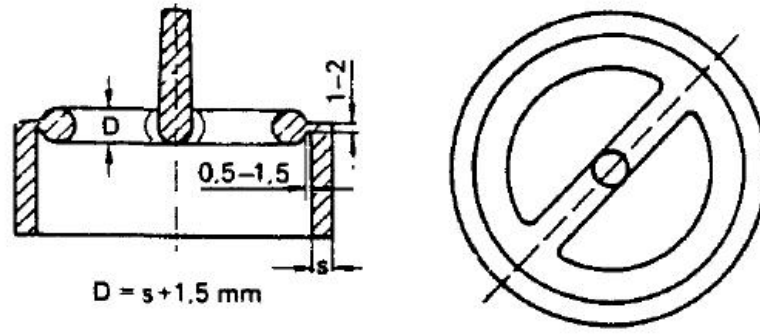


Şekil 54 Dairesel kesitli halka giriş



Şekil 55 Kare kesitli halka giriş

Yukarıdaki şekillerde (Şekil 8.20) gösterilen halka girişler literatürde dış halka giriş olarak adlandırılır. Aşağıdaki şekilde (Şekil 8.21) gösterilen halka giriş ise iç halka giriş olarak adlandırılır. İki birleşme hattının oluşmasına neden olan bu tür halka girişin işlenmesi daha pahalıdır ve çekirdeklerin her iki uçtan da desteklenmesi daha kompleks bir hal alır.



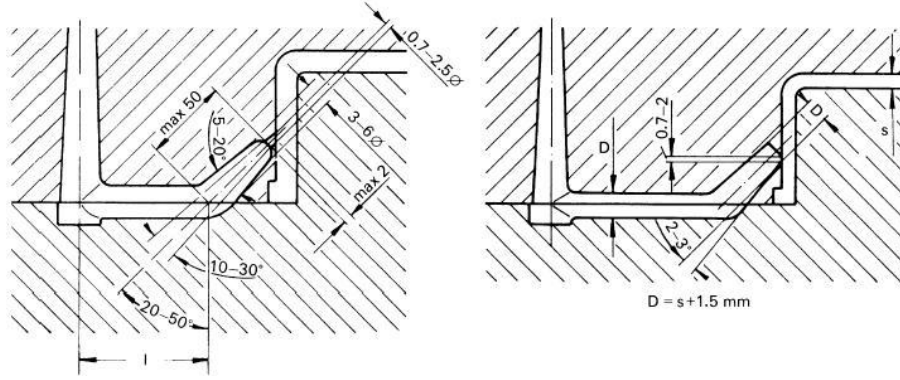
Şekil 56 İç halka giriş

3.5.2.5 Tünel giriş

Tünel giriş öncelikle yandan giriş yapılabilecek küçük parçaların üretimi için çok kaviteli kalıplarda kullanılır. Tek ayırma yüzeyi olan kalıplar için yolluğu parçadan otomatik olarak ayırabilen tek giriş şekli tünel giriştir. Parça ve yolluk ayırma yüzeyi üzerinde aynı düzlemedirler. Yolluk kaviteye yakın olan bir noktaya kadar açılı olarak devam eder. Açılı kısım konik şekilde daralarak kavite girişindeki dar kanala bağlanır. Kavite duvarına açılmış olan tünele benzeyen kanal kavite ve tünel arasında keskin bir kenar oluşturan dar bir açı meydana getirir. Bu keskin kenar parçayı yolluk sisteminden ayırır.

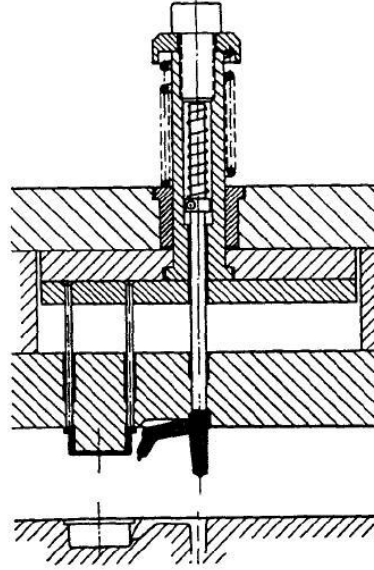
Tünel için iki tasarım seçeneği vardır. Tünel ya bir noktasal giriş ile parçaya bağlanır yada keskin köşeli kanalın bir köşesi kaviteye patlatılarak oluşan delikten bağlantı sağlanır. İlk halde parçaya geçiş dairesel, ikinci de ise eliptiktir. İkinci bahsedilen tür daha yavaş

soğuduğu için tutma basıncı için daha uzun bir zaman sağlar. İşlenmesi de bir pantograf çakısı ile bir seferde yapılabildiği için pahalı değildir.



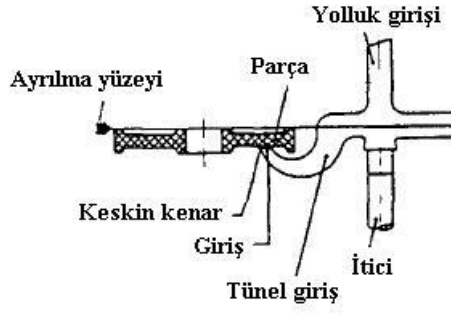
Şekil 57 Tünel giriş

Parçanın kalıptan çıkarılması için parça ve yolluk sistemi hareketli kalıp yansında kalmalıdır. Bu parça ve yollukta bir girinti yapılarak gerçekleştirilebilir. Eğer bir girinti yapmak mümkün değil de kase şeklinde parçalarda olduğu gibi kalıp sıcaklık farkından yararlanılarak parça hareketli kalıp yansında bırakılabilir. Eğer kesici kenar sabit kalıp yansında ise parça yolluk sisteminden kalıp açılır açılmaz ayrılır. Ardından parça ve yolluk kalıptan çıkartılır.

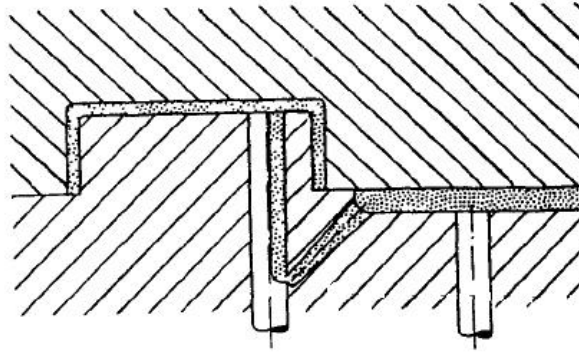


Şekil 58 Otomatik yolluk iticili tünel giriş

Bu sistem sünek malzemeler için sorunsuz olarak çalışır. Kırılgan malzemeler için ise kalıbın açılması süresince oluşan engellenmesi mümkün olmayan eğilmeden dolayı kırılma riski vardır. Bu yüzden yolluk sisteminin kalın yapılarak kalıptan çıkarılma süresince sıcak, dolayısı ile daha esnek kalmasının sağlanması tavsiye edilir.



Şekil 59 Eğri tünel giriş



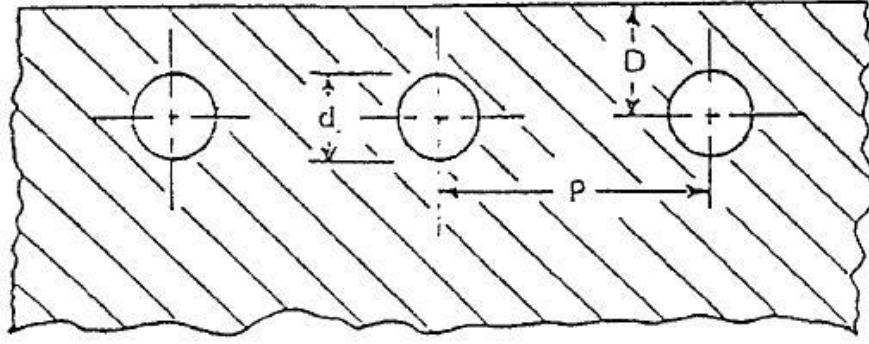
Şekil 60 Tünel giriş ile içten giriş

3.6. Soğutma Sistemi

3.6.1 Genel Bilgi

Kalıp tasarımında en önemli etkenlerden birisi de yeterli ve uygun kalıp soğutmasıdır. Bütün plastik enjeksiyon kalıplarında, sıcak kalıplar da dahil olmak üzere, kalıbın diğer bir görevi ergimiş plastiğin soğumasını sağlamaktır. Kalıp tasarımında soğutma sisteminin ayrı bir önemi vardır. Sıcak kalıpta erimiş plastik, kolayca akmasına rağmen, baskının soğuyup kalıptan dışarı atılabileceği sıcaklığa düşme süresi uzar. Bunun tersi olarak, soğuk kalıpta erimiş plastiğin soğuması çabuk olur, bazı durumlarda kalıbı doldurmadan soğuyup sertleşir. Bu iki durum arasında bize en uygun baskı süresini elde ederiz.

Hızlı soğuma proses maliyetini düşürecek, her yerde aynı olan soğuma parça üzerinde oluşan farklı çekmeleri, iç gerginlikleri, kalıp ayırma problemlerini azaltacak ve ürün kalitesini arttıracaktır. Kalıp soğutma işlemi yeterli ve uygun şekilde yerleştirilecek soğutma kanalları ile sağlanır. Bu kanalların yerleşimi kalıbın şekli ile uyumlu olmalı ve oyuk duvarlarına mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır. Soğutma kanallarının kalıp yüzeyinden olan uzaklığı arttıkça ısı transferinin veriminde azalma olur ve kanallar arası mesafe arttıkça kalıp yüzeyindeki sıcaklık dağılımı değişir.



Şekil 61 Tavsiye edilen kalıp soğutma kanalları çap ve hatve değerleri

Malzeme	Enjeksiyon Sıcaklığı (°C)	Kalıp Sıcaklığı (°C)
Polietilen(PE)	170-320	0-70
Polistiren(PS)	200-250	0-60
Polyamide (Naylon)	240-320	40-120
Acrylonitrile- styren	230-260	50-80
Polikarbonat(PC)	280-310	85-140
Poliasetal	180-230	70-130
Polipropilen(PP)	180-280	0-80
ABS	180-240	50-120

Tablo 3 Çeşitli malzemelerin enjeksiyon ve kalıp sıcaklıkları

Tabloda görüldüğü gibi plastik malzemelerin enjeksiyon ve kalıp sıcaklıkları oldukça geniş bir aralıkta bulunmaktadır. Bu sebeple tasarımcının ve malzeme tedarikçisinin tecrübeleriyle tavsiye ettiği en uygun sıcaklıklar seçilmelidir. Tecrübeli bir kalıp tasarımcısı kalıplanan ürüne ait plastik malzemenin fiziksel özelliklerinin ve görünüşünün soğutma sistemine bağlı olarak nasıl değişeceğini bilmelidir. Örneğin kalıplanan ürün kırılğan veya yetersiz parlaklıkta olmasının sebebi çok hızlı soğuma veya çok düşük kalıp sıcaklığı olabilir. Çok yavaş soğumada veya kalıp yeterli soğuklukta olmaması halinde ise üründe istenmeyen kristalleşme gözlenebilir.

Soğutma sıvısı olarak genellikle su kullanılır. Kullanılan suyun kireçli olması kalıbın uzun süreli çalışmasında soğutma kanallarının tıkanmasına yol açabilir. Ayrıca kanal çeperini kaplayan kireç tortusu ısı transferini olumsuz etkileyecektir. Kalıp çıkışında ısınan su kapalı bir çevrim ile soğutma kulesine veya kulelerine gönderilerek kuleler vasıtasıyla sıcaklığı düşürülür ve soğumuş olarak tekrar kalıbın soğutma kanalları girişine gönderilir. Bazı plastik

malzemelerde ise ABS veya PC gibi kullanılacak soğutma suyu kalıba girmeden bir ısıtıcıdan geçirilerek sıcaklık belli bir seviyeye getirilir. Çünkü kalıbın sağlıklı çalışabilmesi için kalıbın belli bir sıcaklıkta tutulması gerekmektedir. ABS ve PC kalıp içerisinde çok çabuk akıcılığını kaybettiği için kalıbın sıcak tutulması plastiğin ikisini kolaylaştıracaktır.

Su ile soğutmanın uygun olmadığı veya su ile soğutmanın kalıba ve kalıplanan parçaya zarar verdiği hallerde, basınçlı havayla soğutulur. Basınçlı havayla yapılacak kalıp soğutma sisteminde basınçlı hava, kalıp içerisine açılan kanalları dolaşarak kalıptan ayrılır. Soğutma etkisi, su soğutmalı sisteme oranla daha yavaştır. Bu nedenle genellikle et kalınlığı az ve kalıp sıcaklığının çok fazla değişmesi gerekmeyen kalıplama işlemlerinde, basınçlı havalı soğutma sistemi kullanılır.

3.6.2 Soğutma Sisteminin Tasarımı

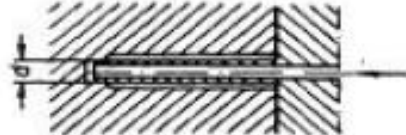
Enjeksiyon kalıbı, hızlı ve her yerde aynı olacak şekilde soğutulmalıdır. Soğutma devresi, bazen soğutma kanalının kalıptaki diğer kanallara yakın delinmemesi gerektiğinden karmaşık hale gelebilir. Kalıp plakasında birçok delik mevcuttur, örneğin; burç delikleri, itici pim delikleri, lokma delikleri vb. Soğutma kanalının diğer deliklere emniyetli olarak ne kadar yakın açılacağı delinecek soğutma kanalının uzunluğuna büyük ölçüde bağlıdır. Derin delerken delmenin daima belirlenen yolundan kaçma eğilimi gösterdiği (düz delinmediği) görülür. Genelde 150mm'lik deliklerde kullanılan kural, soğutma kanalının herhangi bir deliğe 3mm'den daha yakın delinmemesidir. Daha uzun soğutma kanalları için bu uzaklık 5mm'dir. Kalıp tasarımında soğutma ünitesinin de var olacağı düşünülerek kalıpta bulunacak komponentlere ve iticilere tolerans verilmelidir veya soğutma devresinde en iyi pozisyonu yakalamak için, dizayn esnasında bunu mümkün olduğunca erken planlamak gerekir.

Soğutma kanalları yüzeye uzak olursa gerekli soğuma istenen sürede yapılamayacaktır. Eğer soğutma kanalları yüzeye çok yakın olursa soğuma süresi azalır fakat yüzey sıcaklığı plastiğin akışkanlığını olumsuz yönde etkileyecek şekilde azalmış olur ve ürünün yüzey kalitesi kötü olur. Soğutma kanallarının arasındaki mesafeler yüzeye olan mesafeleri dikkatlice hesaplanmalıdır. Ayrıca kalıbın alt ve üst tarafındaki soğutma da dengeli olmalıdır çünkü kalıptan çıktıktan sonra farklı sıcaklıkta olan alt ve üst yüzeylerde deformasyon oluşur. Soğutucu kanallarının boyutları kanal içerisinde türbülans olacak şekilde tasarlanmalıdır. Yanlış soğutma sistemi parçada çarpılmalara, iç gerilmeler oluşmasına, doldurma problemlerine ve parçada izler oluşmasına sebep olabilir. Ayrıca soğutma sistemi, çevrim süresini etkileyen en önemli parametredir zira kalıpta bekleme süresinin yaklaşık %80'i soğuma sürecine ayrılır.

3.6.3 Soğutma Kanallarının Tasarımı

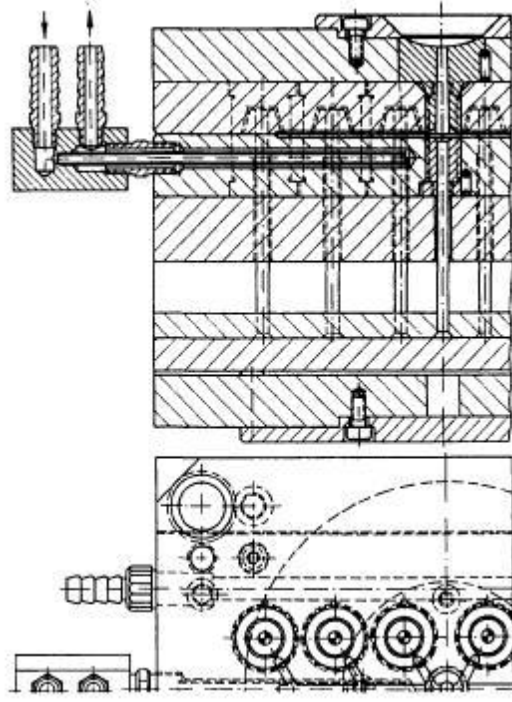
3.6.3.1 Çekirdekler ve Dairesel Kesitli Parçalar için Soğutma Sistemleri

Parçada tüm kesitlerde ve özellikle de kritik kesitlerdeki gerekli ısı akısını sağlamak için önemli zorlukların aşılması gerekebilir. İnce bir kalıp çekirdeği bahsedilen bu zorlukların aşılması gereken karakteristik bir örnektir. Artan soğuma zamanı gibi yol açacağı ciddi sonuçların farkına varılmadığından dolayı veya üretimden kaynaklanan sebeplerden dolayı bu tür çekirdekler çok sık olarak özel bir soğutma önlemi alınmaksızın bırakılırlar. Soğuma kalıp gövdesinden çekirdeğin uç kısmına doğru olur. Enjeksiyon ve itici zamanları arasındaki zamanın azalması ile azalan çekirdeğin soğuma zamanı dolayısıyla ayrı bir soğutma yapılmadığı için çekirdeğin sıcaklığının artması kaçınılmaz olur. Parçanın kalıptan çıkarılma sıcaklığını çekirdek sıcaklığı olarak tanımlamak mümkündür. Eğer çekirdeğin tabanı tam olarak soğutulursa, çekirdeğin ucu ile tabanı arasında istenmeyen bir sıcaklık farkı oluşur. Çekirdek duvarı ile soğutucu arasındaki sıcaklık farkının yüksek olması kalıbın kararlı ısı dengeye gelmesini önler bozar..

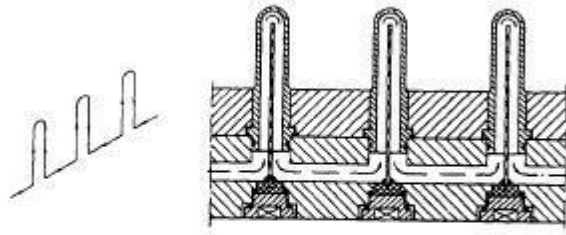
Şekil	Çekirdek çapı veya genişliği	Tasarım
a	$\geq 3 \text{ mm}$	
b	$\geq 5 \text{ mm}$	
c	$\geq 8 \text{ mm}$	

Tablo 4 Çekirdek soğutma teknikleri

Soğutma boruları sadece çekirdeklerin soğutulmasında değil aynı zamanda soğutma kanallarının delinemeyeceği düz kalıp kısımlarında da kullanılırlar.



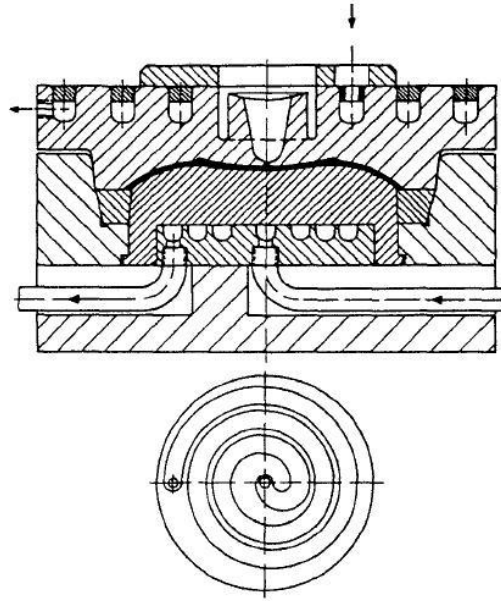
Şekil 62 Soğutma borulu bir çok kaviteli kalıp ve soğutma suyu bağlantıları



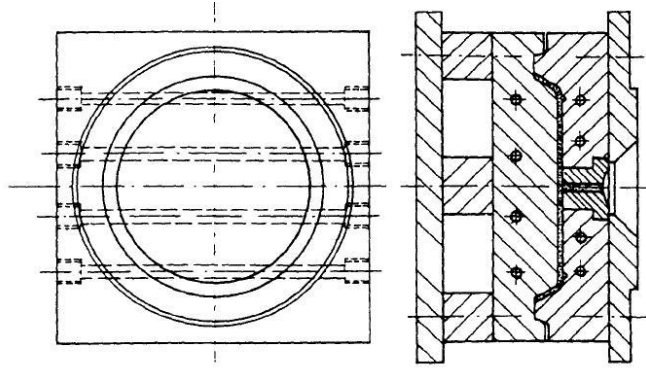
Şekil 63 Çekirdeklerin seri soğutulması

3.6.3.2 Düzlemsel parçalar için soğutma sistemleri

Dairesel parçalar için pratikte başarı ile kullanılan sistem aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Soğutucu merkezden (girişin tam karşısı) parçanın kenarına spiral bir kanal içinde akar. Bu sistem en sıcak noktada, parça ve soğutucu arasındaki en yüksek sıcaklık farkını sağlar. Soğutucu spiral kanal boyunca akarak sıcaklığı yükselirken ergimiş malzeme de akış boyundan dolayı aynı oranda soğur. Sıcaklık farkı gittikçe azaldığı için daha az ısı uzaklaştırılır. Bu da daha üniform bir soğuma sağlar

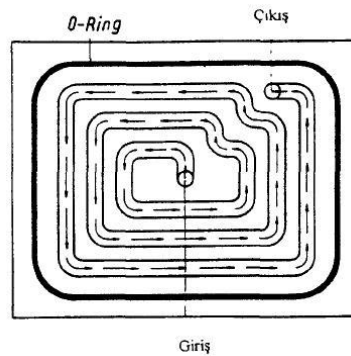


Şekil 64 Spiral soğutma kanalının tasarımı

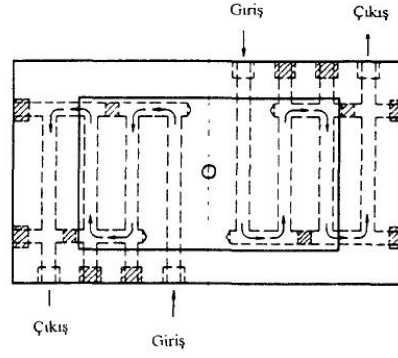


Şekil 65 Doğrusal soğutma kanalları (Dairesel parçalar için kötü bir tasarım)

Göreceli olarak daha pahalı bir soğutma sistemi de aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Soğutma kanalı, soğutucuyu spiral bir kanal içinde merkezden kenara doğru taşıyacak şekilde plakaya oyulmuştur. Bu sistem maliyetinden dolayı sadece merkezden girişli kalıplar için uygundur. Merkezden girişli dikdörtgensel parçalar için diğer soğutma sistemleri de aynı oranda etkilidir ve bunlar maliyet açısından daha avantajlıdır. Sistem kalıp plakasına delinmiş kör deliklerden meydana gelmiştir.

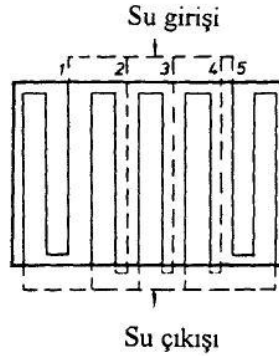


Şekil 66 Dikdörtgensel parçalar için spiral soğutma kanalı tasarımı



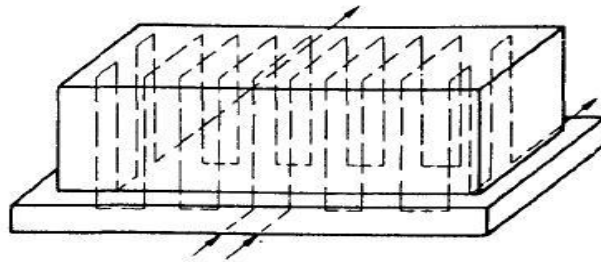
Şekil 67 Ekonomik bir soğutma sistemi örneği

Eğer parça yandan girişli ise soğutucu da yandan girebilir. Çok kaviteli kalıplarda yüksek kaliteli parçalar her kavite için aynı soğuma koşullarının sağlanması ile elde edilebilir. Bunun için de her kavite ayrı olarak soğutulmalıdır. Kavitelerin ayrı olarak soğutulması aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi çok sayıda soğutma devresinin paralel olarak dizilmesi ile elde edilir. Ancak bu tasarım eşit akış hızlarını tam olarak sağlayamadığı için ilave kontrollere ihtiyaç vardır.



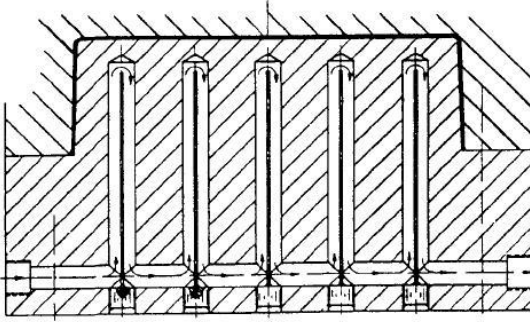
Şekil 68 Büyük yüzeyler için farklı soğutma kanallarının paralel dizilişi

Düz parçaların soğutulması için kullanılan bütün bu sistemler uygun düzenlemeler yapılarak kutu şeklindeki parçaların kalıplarının soğutulmasında da kullanılabilir. Girişin yeri soğutma kanallarının şeklini ve seri mi paralel mi olacağını belirler.



Şekil 69 Çekirdek soğutulmasında kullanılan paralel soğutma kanalları

Paralel sistem için bir örnek yukarıdaki şekilde bir buzdolabı çekmecesinin kalıbının soğutulmasında gösterilmiştir. Bu sistem kör ve patlayan delikler delinmesi suretiyle maliyet açısından uygun bir şekilde elde edilebilir. Soğutucunun istenen yoldan akması için kaynaklar ve tıkaçlar kullanılmalıdır. Bu işlem çekirdekte zayıf yada başka bir deyişle tehlikeli noktaların oluşmasına neden olur. Tıkaçlar, şeffaf parçalarda izlere sebep olabilirler ve kaynak işlemi de çekirdekte bitirme işlemleriyle giderilemeyecek distorsiyonlara neden olabilir. Bu yüzden dikdörtgensel çekirdeklerin soğutulması için de daha önce dairesel çekirdekler için kullanılan ve bir örneği aşağıdaki şekilde görülen sistem benzeri sistemler önerilmektedir.



Şekil 70 Bir kutu kalıbında soğutma sistemi

3.7. İtici Sistemi

3.7.1 Genel Bilgi

Plastik ürün kalıp boşluğunda soğuduktan ve kalıp açıldıktan sonra kalıptan çıkarılması gerekir. Bunun için her plastik enjeksiyon kalıplarında bir itici sistemi kullanılır.

İtici mekanizmasının çalışması iki türlü olabilir. Bunlar otomatik itme ve yan otomatik itme sistemleri olarak adlandırılabilir. Otomatik itme sisteminde itme olayının başlaması ve bitmesi tamamen otomatik olarak operatöre ihtiyaç duyulmaksızın olur. Genellikle kalıpların otomatik itme sistemiyle çalışması tercih edilir. Yan otomatik itme sisteminde ise operatörün her itme çevrimi bittikten emniyet kapısını açmak ve kalıp kapanmadan da kapamak zorundadır

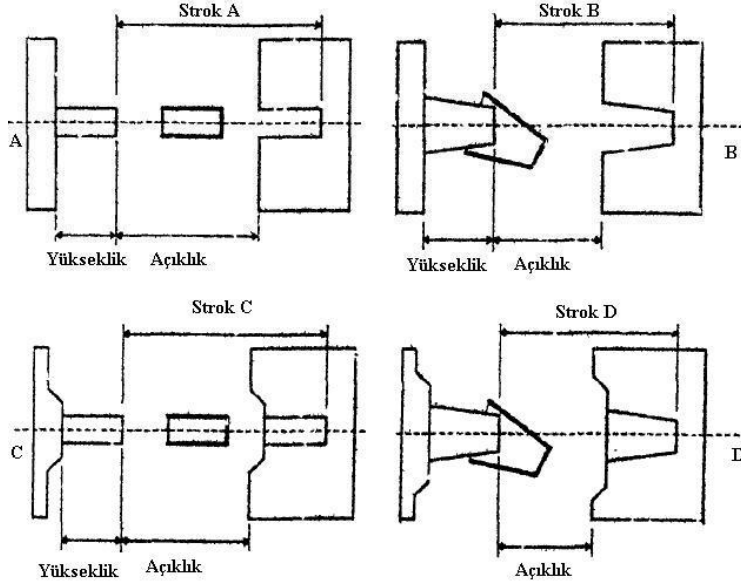
3.7.2 İtici Sisteminin Çalışması

İtme çevriminde temel kural kalıp açıldığında ürünün itme olayının gerçekleşeceği tarafta kalmış olmasıdır. Eğer ürüne yeterli ve doğru bir şekilde çıkış açısı verilmişse ürün

istenilen tarafta kalacaktır. Hatta ürünün kalacağı tararı garanti etmek için kalıbın uygun yerlerine ter aç verilebilir.

3.7.2.1 İtme Mesafesi

Erkek kalıp plakası ile dişi kalıp plakası arasında ürünün erkek forma takılmadan serbestçe düşebilmesi için yeri kadar açıklığın bulunması şarttır. Benzer şekilde eğer ürün elle veya robotla alınacak ise erkek ve dişi plakaların bu işlemi güçleştirmeyecek kadar birbirlerinden uzaklaşmış olmaları gerekir.



Şekil 71 Kalıp stroku, açıklık ve ürün yüksekliği

Şekil 75 A da görüldüğü gibi çok az çıkma açısına sahip derin ürünlerde ürünün maksimum uzunluğundan daha fazla bir itme uygulanmalıdır. B de ise oldukça büyük bir çıkış açısına sahip ürünün serbestçe düşmesi için daha az, bir açıklığın yeterli olacağı görülmektedir.

Açıklık miktarı daha az olacağı için strok da daha küçük olacaktır. Böylece kalıp daha hızlı çalışır ve çevrim zamanı daha düşük olur. Eğer erkek ve dişi çekirdek lokmalarında birbirlerini hizalamaya veya pozisyonlamaya yardım edecek açılı bir girinti ve çıkıntı kullanıldığında strok boyu açısız metoda göre artacaktır. Artış miktarı ise dişi taraftaki içe dönük açılı kısmın uzunluğu kadar olur. Bununla her iki durumda da açıklık mesafesi aynı kalır. Stroğun çok fazla olmasının çevrim zamanını uzatmanın haricinde herhangi bir mahsuru yoktur. Fakat özellikle ürün derinliği veya yüksekliği çok az olan kalıplarda strok mesafesinin mümkün olan en küçük değerde tutulması kalıbın hızlı çalışması açısından oldukça önemli bir husustur. Şekil 75 de kalıp stroku ürünün serbestçe düşebileceği kadar açıklığa sahip olmalıdır. A çıkış açısı az olan ürünün en az kendi boyu kadar açıklığı olmalıdır. B çıkış açısı

büyük ürünün açıklığı daha az olabilir. C hizalama açısının yüksekliği kadar strok artar. D büyük çıkış açısı strok mesafesini azaltır.

3.7.3 İtici Sisteminin Tasarımı

İtici sisteminin çok çeşitleri vardır, fonksiyon ve dizayn olarak. İtici metotlarının seçimi genelde bazı faktörlere bağlıdır. Örneğin,

- a) Dışarı atılacak parçanın dizaynına
- b) Parçanın estetik görünüşüne
- c) Üretimin ihtiyaçlarına

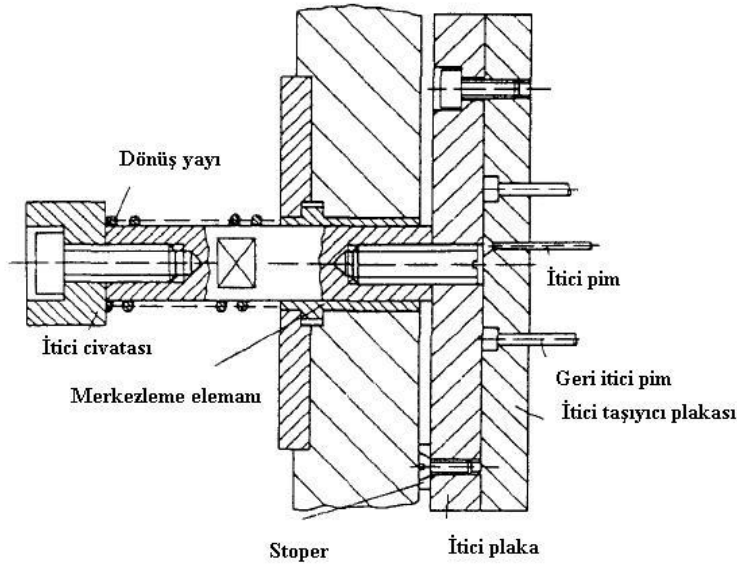
Parçayı ve kalıbı enjeksiyon baskı işlemi için tasarladığımız zaman, itici metotlarının seçimine dikkat edilmesi gerektiğini göz önüne almalıyız.

3.7.4 İtici Sisteminin Elemanları

İtici pimler ile birlikte itici taşıyıcı plakası, itici kapak plakası, stoperler ve geri dönüş mekanizmasının tamamı itici sistemini oluşturur. Eğer parçaya birden fazla itici pim etkiyorsa bunların hepsinin aynı anda etkimesi gerekir. Bu yüzden bütün iticiler itici taşıyıcı plakasına monte edilirler ve aynı anda hareket ettirilirlir. Diğerlerinden farklı hareket eden bir itici parçada hasara sebep olabilir.

İtici pimler itici kapak plakasına bağlı olan itici taşıyıcı plakası üzerinde bulunurlar. Bu plaka bir vidalı bağlantı ile makinenin itici sistemine bağlanır. Stoperler ise itici plakaların çalışma esnasında hareketlerini sınırlarlar.

İtici pimler kendilerini çalıştıkları deliklere göre ayarlayabilmek için itici taşıyıcı plakası içinde yeteri kadar yanal hareket yapabilmelidirler. Bu her plakanın işlem sırasında farklı sıcaklıklara sahip olması nedeniyle gereklidir. Plakalar iticiler tarafından taşınmamalıdır çünkü bu durumda plakalar eğilir ve bu da iticilerin sıkışmasına neden olur. Bu nedenle itici plakalar bir merkezleme sistemi ile merkezlenmelidir. Bunun için özel merkezleme pimleri kullanılabilir.



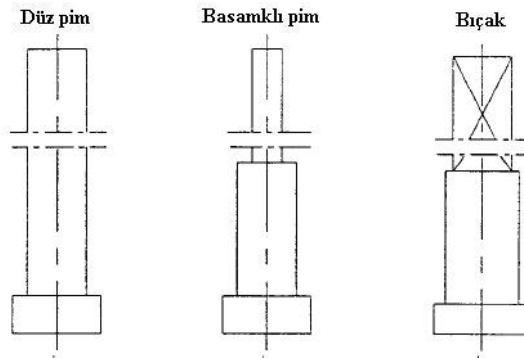
Şekil 72 İtici sistemi

3.7.5. İtici Çeşitleri

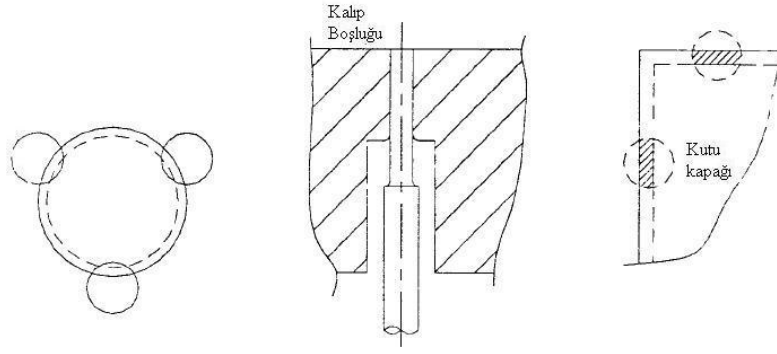
3.7.5.1 Pimler ve bıçaklar

İtici pimler, en ucuz itici sistemi sunarlar. Fakat bunların kullanımını sınırlıdır. Bu sınırlamalardan biri, ufak kesitlerinden dolayı, yüksek miktarda itici kuvveti baskıdaki bir noktaya uygulanır. Pimin yerleştirildiği noktadan dolayı parçada bozukluk veya kırılma olur, özellikle ince duvarlı parça veya kırılgan malzeme kullanıldığı zaman.

İtici pimler, standart kalıp parçası olarak genelde ucuz olduklarından dolayı ve standart format olarak metrik ve parmak ölçü birimlerinde bıçak, düz, basamaklı pim olarak Şekil 89 ve 90 da görüldüğü gibi üretilirler.



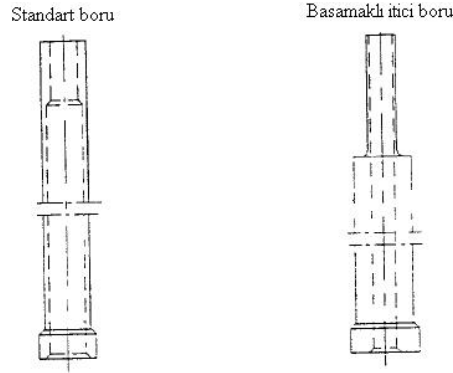
Şekil 73 İtici pim tipleri



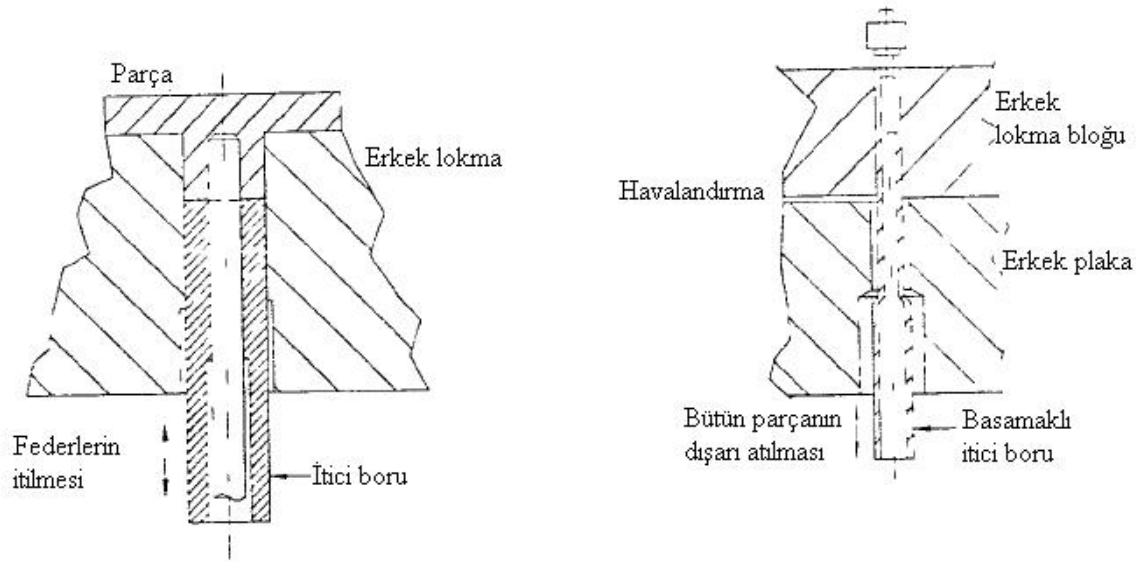
Şekil 74 Pim ve bıçakların pozisyonu

3.7.5.2 İtici bilezik

İtici bilezikler, belirli özellikteki parçaları dışarı atmak için kullanılırlar, örneğin, içi boş delikler. Ufak yuvarlak parça bir tane itici bilezik kullanılarak parçanın çevresinden itilirler, itici bilezik kullanmak, pim kullanmaktan daha pahalıdır ve kullanılmaları esnasında bilezik içinde ve dışında sürtünmeden dolayı daha hızlı eskime eğilimindedir. Standart pimlerle karşılaştırıldığında itici kuvvetler bileziğin daha geniş kesit alanına daha düzgün (eşit) şekilde dağıtılması ile birlikte kalıp havalandırmasını iki katna çıkararak daha etkin havalandırma da sağlar.



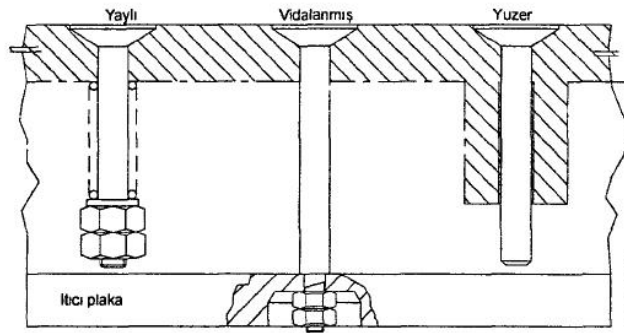
Şekil 75 Standart boru formatları



Şekil 76 İtici boru pozisyonları

3.7.5.3 Valf Başlıklı iticiler

Valf başlıklı iticilerin bir çok kullanım alanı vardır ve bir çok sebepten kullanılırlar. Çeşitli valf dizayn iticileri takılma veya çalıştırılma metotlarıyla birlikte ilgilenilir. Valf iticileri, itici kuvvetlerin transferinde daha geniş bir izdüşüm alanı sunar. Düz başlı dizayn ince duvarlı parçaların dışarı atılmaları sonucu, şekillerinin bozulmadan dışarı atılmasını temin eder. Esnek yumuşak polimerler ve parçalar, örneğin, YYPE şişe kapakları, bu tip itici kullanılarak parçanın dışarı atılmasına yardımcı olur. Yüzer valf iticiler dik enjeksiyon baskıda kullanılabilirler veya melamin kalıpta yer çekimini kullanarak, iticilerin hareketinden sonra tekrar geri dönmesini sağlar.

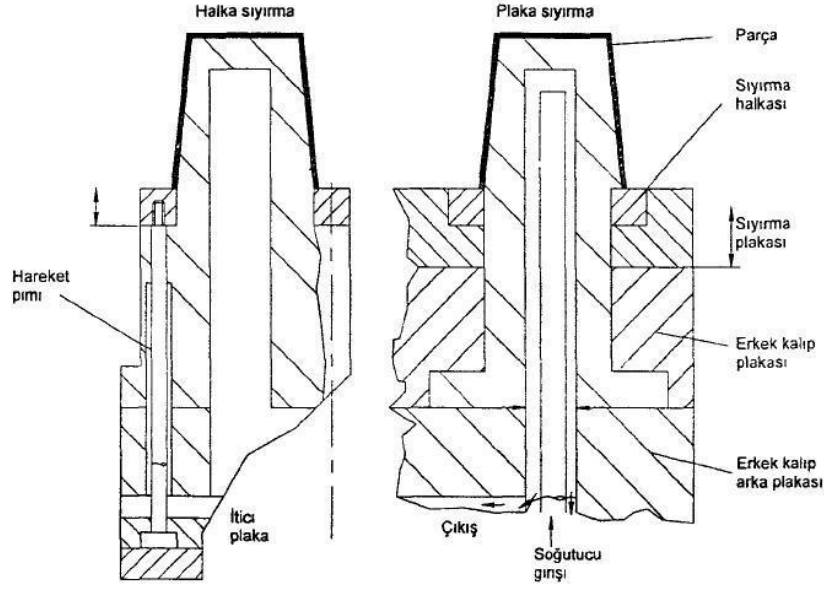


Şekil 77 Standart valf başlıklı itici format ve takılma metottan

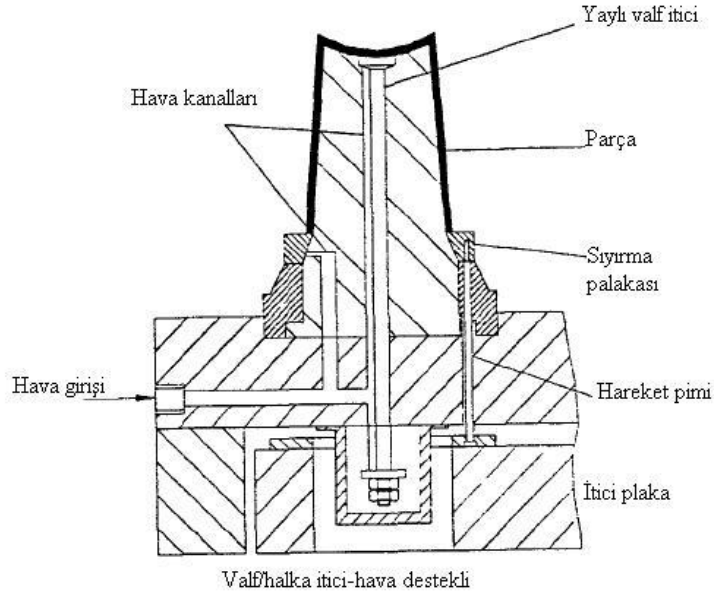
3.7.5.4 Flanş plakalı itici

Sıyırma halkası ve plakası, parçayı iterek yada çekerek erkek kalıptan dışarı atar genellikle parça tabanının çevresiyle bu plakanın kontak kurmasıyla yapılır. Parçanın sıyrılarak dışarı atılması esnasında, parçaya sağlanan destekle daha az bozulma gösterirler. Bu

çeşit enjeksiyon metodunu kullanmanın bir çok faydası vardır, bununla beraber kalıp erkek kısmını kaplayan, sıyırma halkasının boyutlarında artmanın sonucu kalıpta daha yüksek seviyede parça eskimesi oluşur.



Şekil 78 Sıyırma halkası ve plakası



Şekil 79 Hava destekli karışık itici metodu

3.7.5.5 Havalı itici

Çeşitli mekanik itici metot kombinasyonlarına ihtiyaç duyulduğunda, havalı iticiler de kullanılır. Hava mekanik itici sistemleri ile ilgili bir çok örnek termoplastik ve kauçuk endüstrisinde bulunur, örneğin, conta, yağ keçesi, diyafram vb. Büyük ince duvarlı parçaların kalıptan dışarı atılmasında, büyük izdüşüm alanlarından dolayı sıkça hava itici tekniği kullanılarak, parçaya zarar vermeden kalıptan dışarı atılır.

4. UYGULAMA

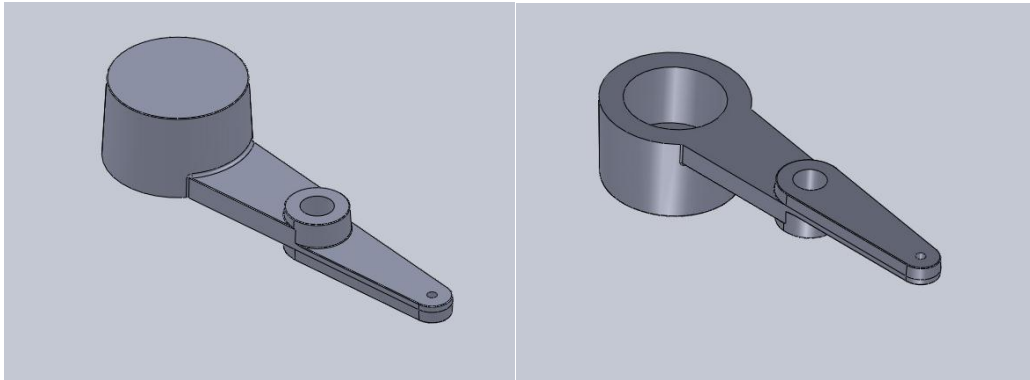
Çalışmanın şimdiye kadar olan kısmında genel olarak bir plastik enjeksiyon kalıbını tanımaya çalıştık. Kalıp nedir, ne işe yarar ve çalışma sistemi nedir gibi sorularımıza yanıt aradık. Kalıbın fonksiyonel bölümlerini, bu bölümlerin elemanlarını, bu elemanların işlevlerini incelemeye çalıştık, bu kalıplarda kullanılan plastik malzemeleri, bu malzemelerin özelliklerini ve kullanım alanlarına değindik. Bölüm 2 de ise Bölüm 1`de bahsettiğimiz kalıbı oluşturan fonksiyonel bölümleri, sistemleri inceledik. Kalıp tasarım aşamalarına, kalıp tasarımında dikkat edilmesi gerekenler hususları. Kalıpta olan yolluk sistemini, itici sistemini, soğutma sistemini, bu sistemlerin çeşitlerini, seçimini etkileyen faktörleri inceledik. Çalışmamızın bu aşamasında ise bu bilgilere dayanarak baştan sona bir kalıbın tasarımını yapacağız. Üretilmesine karar verdiğimiz bir numuneyi ele alıp, bilgisayar destekli tasarımından itibaren başlayarak, sırasıyla malzeme seçimi, kalıplandırılması, itici sistemi yolluk sistemi soğutma sistemlerine beraber karar verip çalışmamızı pratikle birleştirmiş olacağız.

4.1 Genel Giriş

Kalıp tasarımı ilk önce üretimi yapılacak parçanın bilgisayar ortamında CAD programı ile katı modelini oluşturulması ile başlar. Bilgisayar destekli kalıp tasarımı, kalıbın oluşturulmasında büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Kalıp üretim sürecine geçmeden önce sanal ortamda tüm kontroller daha sağlıklı bir şekilde yapılmaktadır. Böylece üretimde karşılaşılabilecek sorunlar minimuma indirilmektedir.

4.2 Kalıplanacak Parça

Resim 1`de de görülen parça, düzlem taşlama tezgahlarında kullanılan, atık talaşların uzaklaştırıldığı tamburun koludur. Parça çizimi ve ölçüleri EK 1 de verilmiştir.



Resim 1 Kalıplanacak Parça Perspektif Görünüşleri

4.3 Malzeme Seçimi ve Parçanın Fiziksel Özellikleri

Parça kullanıldığı yerde devamlı kuvvet etkisi altında kaldığı için yorulma olmaktadır sık sık kırılmaktadır. Parçanın yorulma ile kırılmaması için parçanın zayıf bölgeleri dahada güçlendirilmiştir. Bu parça ABS malzeme seçimi yaptık.Çünkü ABS malzeme yüksek çekme dayanımı, yüksek darbe dayanımı göstermektedir.Ayrıca parçanın kullanıldığı yerin nemlidir ve ABS malzemenin ise nemden etkilenmez.

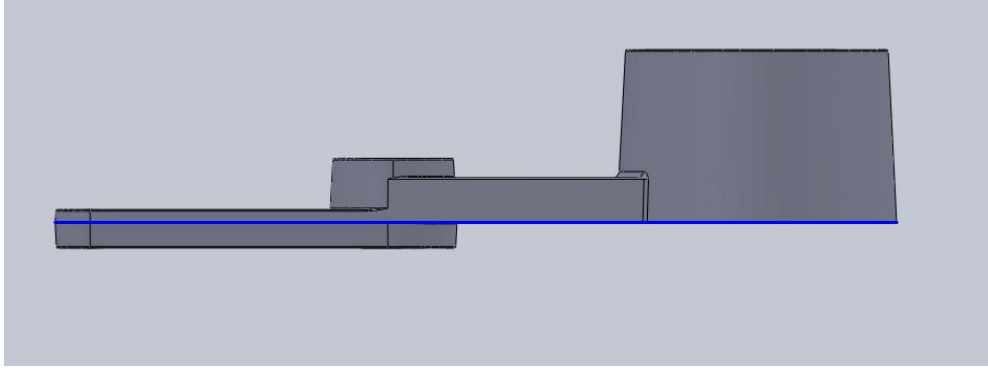
ABS Malzeme Özellikleri

- Yoğunluğu $1,04 \text{ g/cm}^3$ 'tür.
- Mekanik özelliği çok iyidir.
- Çekme dayanımı 560 kg/cm^2 , cam elyaf katkılı 773 kg/cm^2 , karbon elyaf katkılı 1125 kg/cm^2 , ABS-PC alaşımında 635 kg/cm^2 'dir.
- Sertlik darbe dayanımı ve uzama değerleri de bu değişime paralel olarak artar veya azalır.
- İyi bir yüzey kalitesine sahiptir.
- Aşınmaya karşı direnci fazladır.
- İyi bir elektrik izolasyon malzemesidir.
- Su ve rutubetten etkilenmez.
- Nem alma özelliğinden dolayı kullanmadan önce 2 saat kadar $80-90 \text{ C}^\circ$ 'de kurutulur.

4.4 Parçanın Kalıplandırılması

4.4.1. Kalıp Ayrım Çizgisini Belirlenmesi

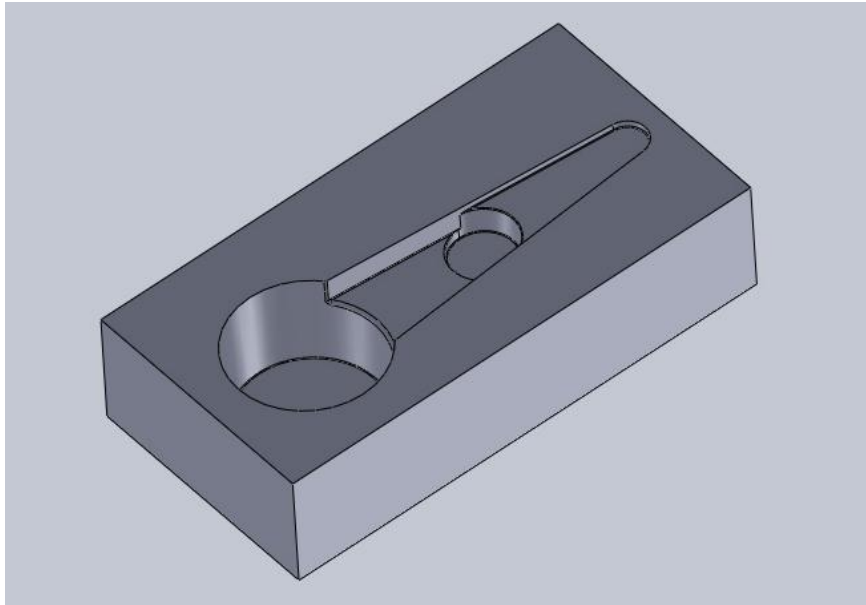
Kalıp ayrım çizgisi imalini düşünüldüğü plastik parçanın kalıbının dişi ve erkek kalıp boşluklarının birleştiği çizgidir. Kalıp ayrım çizgisi parçanın estetik görünümünü etkilemeyecek şekilde belirlenmelidir.Bunun için parçanın kullnıldığı yere bakılmalıdır. Parçamız bir makine parçası olduğu için estetik olarak kalıp ayrım çizgisini yerin önemli değildir. Fakat kalıp ayrım çizgisi, kalıp açılma yönüne göre ayarlanması gerekmektedir. Resim 2`de parçamız için belirlediğimiz kalıp ayrım çizgisi görünmektedir.



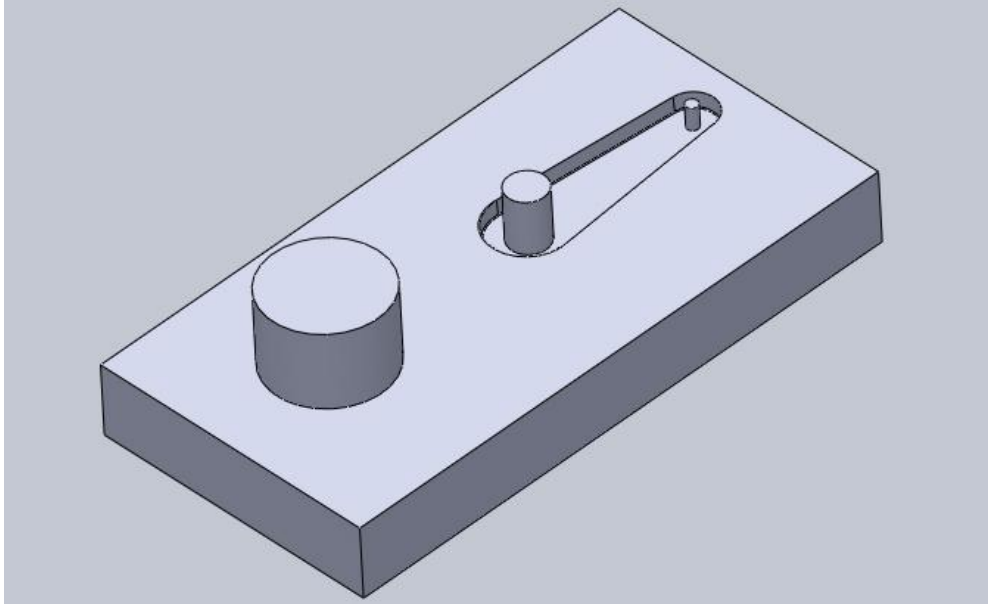
Resim 2 Kalıp Ayrım Çizgisinin Görünmesi

4.4.2 Dişi ve Erkek Çekirdeğin Oluşturulması

Dişi çekirdek ürünü dış yüzeylerini oluşturur. Tek parça veya birkaç parçadan meydana gelebilir. Daha sonra bu çekirdekler plakaya yerleştirilir erkek ve dişi plaka meydana gelir. Resim 3'de görünen dişi çekirdektir. Ürünün dış yüzeylerini oluşturur. Resim 4'de görünen ise erkek çekirdek resimde de görülen delik gibi iç yüzeyleri oluşturur.



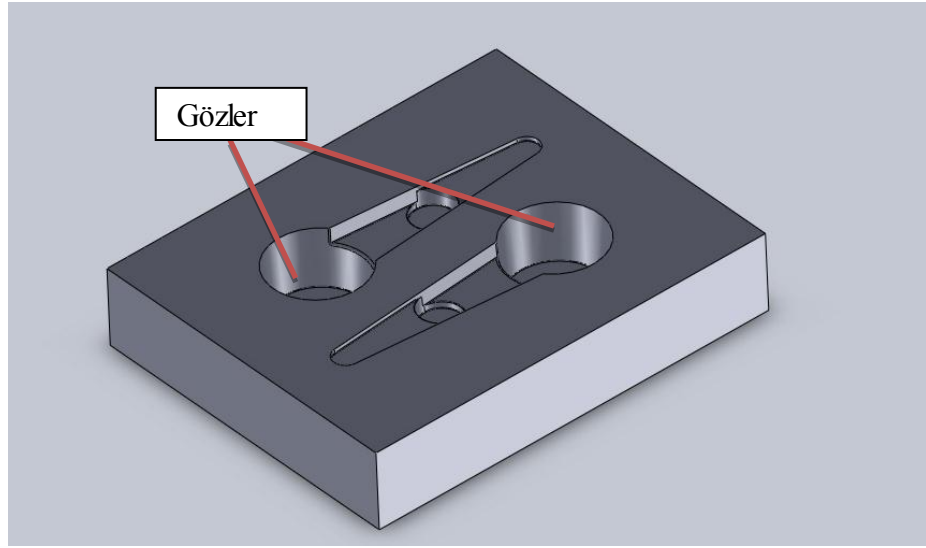
Resim 3 Dişi Çekirdek



Resim 4 Erkek Çekirdek

4.4.3 Göz sayısının Belirlenmesi ve Parçanın Kalıpa Yerleştirilmesi

Göz sayısı kalıbın bir seferde kaç ürün çıkaracağını belirtir. Göz sayısının belirlenmesinde parça kullanım adedi, parça geometrisi, kalıp ebatları, kalıp maliyeti, kalıp çalışma şekli gibi faktörler göz önüne alınmalıdır. Gereksiz geniş alana yerleştirme fazla malzeme israfı olacağından maliyetimiz arttıracak, kalıp boyutlarını büyüteceğinden kalıbın gereğinden fazla ağır olmasına neden olacak ve soğumayı olumsuz etkileyecektir. Aksi yönde çok dar alana kalıbı sıkıştırmakta ileride soğutma sistemi veya itici sisteminin tasarımında yer darlığına neden olacak kalıbın yüzey alanı dar oluşu için enjeksiyon basınçlarına daha az dayanım gösterecektir. Bizim parçamız çok miktarda ihtiyaç duyulan bir parça olmadığı için ve parça geometrisi göz önüne alındığında daha dengeli bir dağılım olması için Resim 5’de görüldüğü gibi 2 gözlü olarak yerleştirilmiştir.

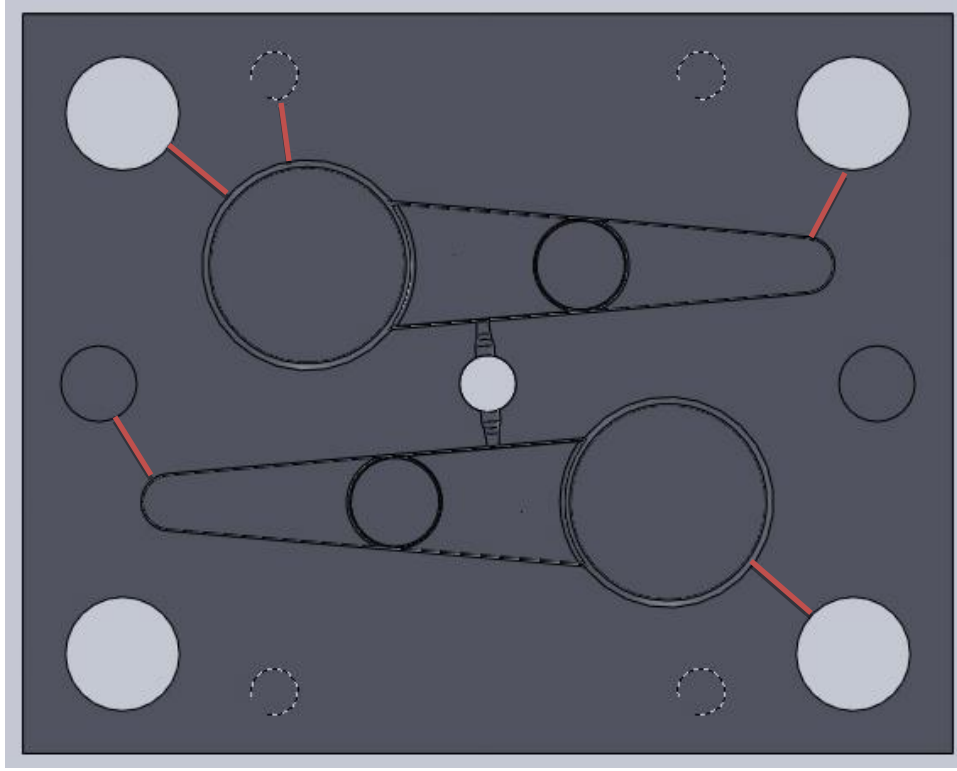


Resim 5 Göz Adedi ve Ürünün Kalıba Yerleşimi

4.4.4 Kalıbın Boyutlandırılması

Göz adedini belirledikten ve ürünün kalıba yerleştirilmesini yaptıktan sonra kalıbı boyutlandırıyoruz. Kalıbı boyutlandırmaktaki amacımız. Dişi ve erkek plakanın enini, boyunu ve yüksekliğini tayin etmektir. Çünkü kalıp boyumuz itici isitemin tasarımında kullanılacak olan standar kalıp elemanların tercihinde gerekli olacaktır.

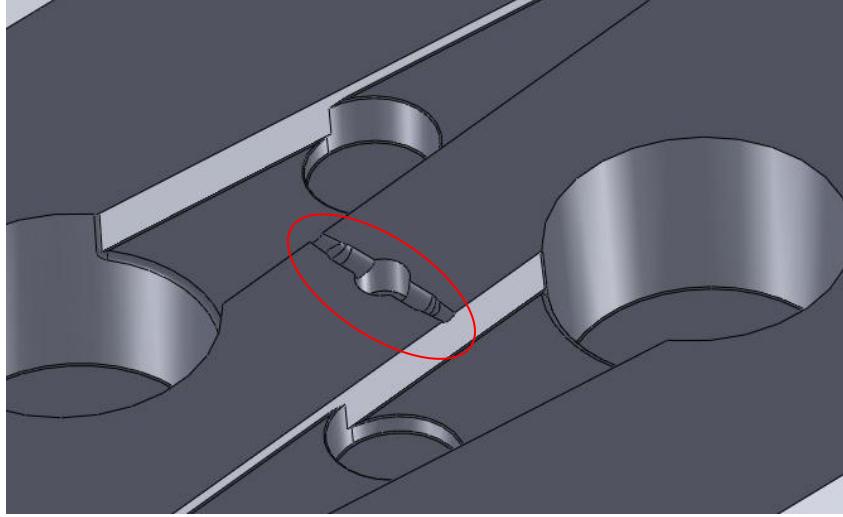
Ürünün kalıba yerleştirdikten sonra **EK 2** deki gibi standart kalıp ölçüleri kataloğundan parça ile dış kenarlara arasında minumun 20 mm kalacak şekilde kalıp boyu seçilmelidir. Seçim yaparken ileriki aşamaları göz önünde bulundurmalıyız. Bunlar kolon pimleri, geri itici delikleri, bağlantı delikleri vb. Tasarımını yaptığımız kalıbın boyutlarını 156x156 olarak belirledik.



Resim 6 Kalıbın Boyutlandırılması

4.4.5. Yolluk ve Yolluk Giriş Dizaynının Belirlenmesi

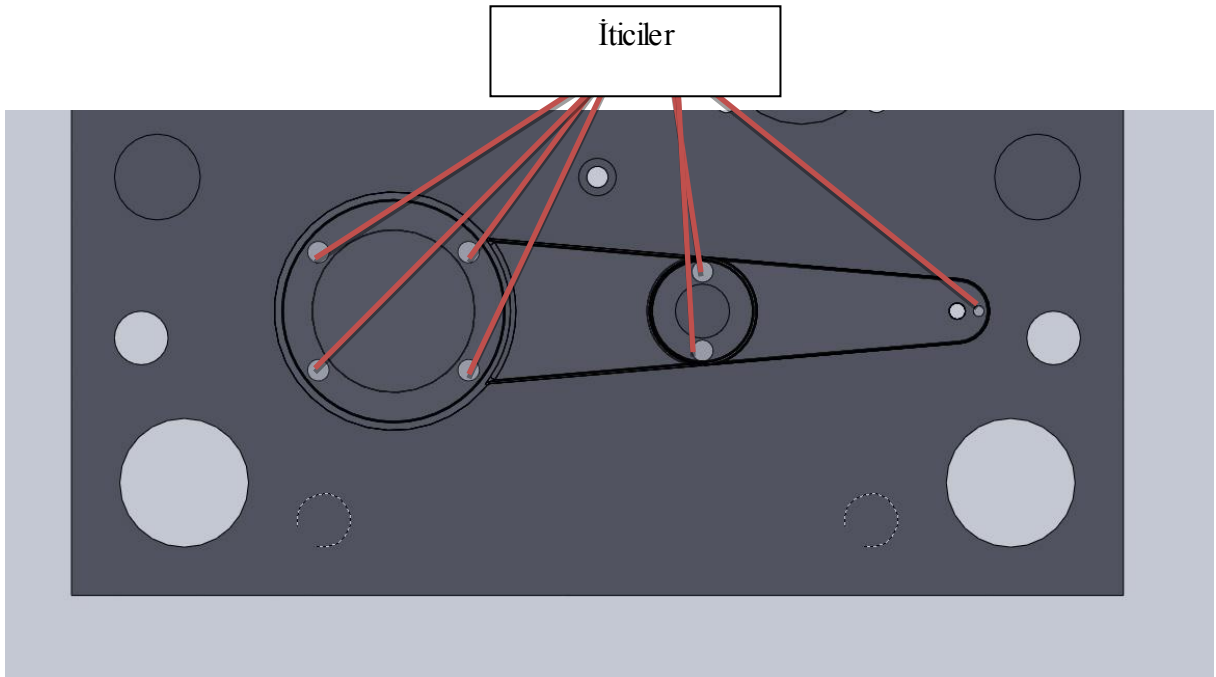
Yolluk ve yolluk girişi ergimiş plastiğin kalıp boşluğuna kadar gitmesini sağlar. Yolluk tasarımına daha önceki bölümde değinmiştik. Bu tasarımda üretim maliyetlerinin düşmesi açısından ve yine ürün adedi fazla olmayacağı için düz yolluk kullanılması daha uygundur. Soğuk yolluk ile merkezden 2 göze dağılım yapılacaktır. Parça Estetiği fazla ön planda olmadığı için giriş parça kenarından kenar giriş belirlenmiştir. Resim 6`da yolluk giriş görünmektedir.



Resim 7 Yoluk Girişi

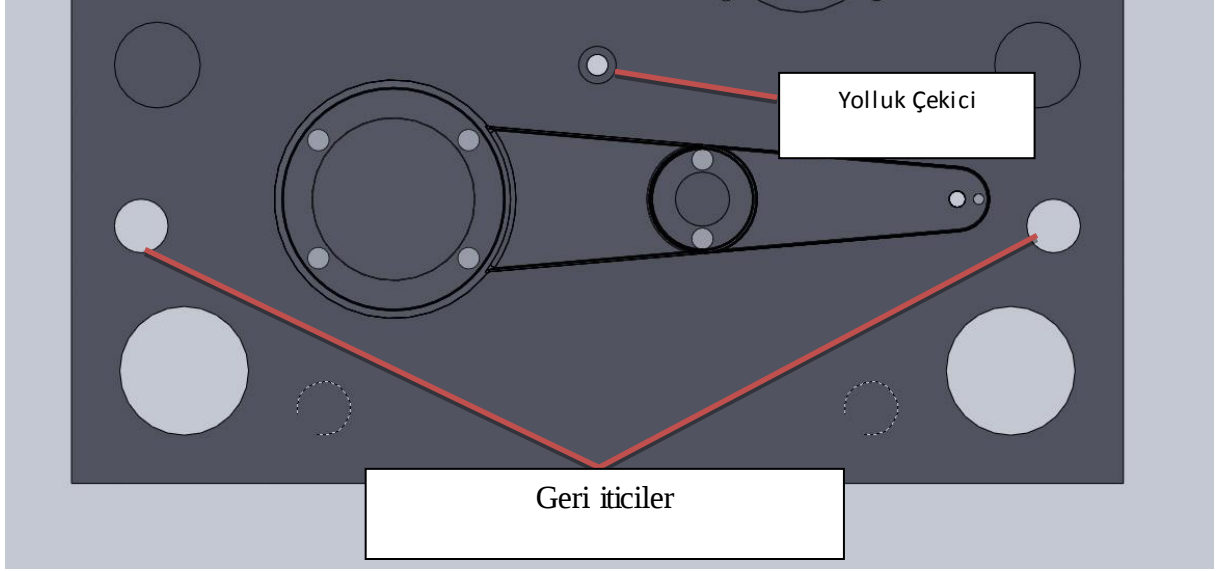
4.4.6. İtici Sisteminin Belirlenmesi

İtici sistemi, parça estetiği, parça geometrisi, parça boyutları gibi faktörlere bağlıdır. Burada parçamızın geometrisi düz ve dar olduğu için pim iticili sistem için daha uygundur. Pim iticilerin itme yerleri ve sayıları belirlenirken parçanın kalıpa daha fazla yapışan yerleri, feder gibi yerler belirlenmelidir. Resim 7’de de görüldüğü üzere iticiler parçanın daha çok kenar kısımlarına yerleştirilmiştir ve parça başına 7 adet itici kullanılmıştır.

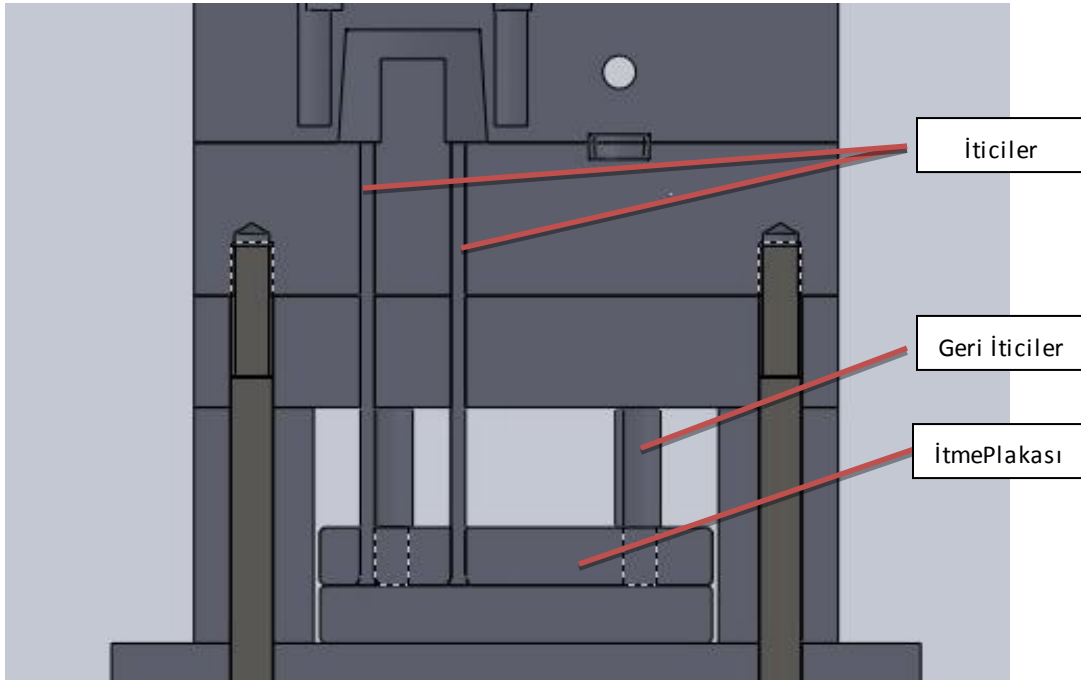


Resim 8 İtici Yerlerinin Görünümü

İtici sistemi içinde yolluk çekici ve geri itici bulunmaktadır. Yolluk çekici; yolluk burcu içinde gelen ve soğuyan yolluğu çekerek hem ürünün hemde yolluğun erkek tarafında kalmasını sağlamaktadır. Geri itici; iticiler parçayı kalıptan ayırırken iticilerle beraber hareket eder. Kalıp tekrar kapandığında dişi plakanın dayanmasıyla itici plakanın geri gitmesini sağlar. İtici pimlerde itici plaka üzerine bağlı olduğundan pimler eski haline geri gelmiş olur.



Resim 9 Geri itici ve Yolluk Çekicinin Görünümü



Resim 10 İtici Sisteminin Genel Görünümü

4.4.6.1. İtici Pimlerin Boyutlandırılması ve Kullanımı

İtici pimler günümüzde istenilen çaplara göre hazır olarak satılmaktadır. Üretilcek parçanın et kalınlığına ve itme mesafesine göre itici çapı seçilmelidir. Daha sonra itici boyları istenilen seviyeye getirilerek kullanılabilir.

4.4.6.2. İtici Plakaların Boyutlandırılması ve Kullanımı

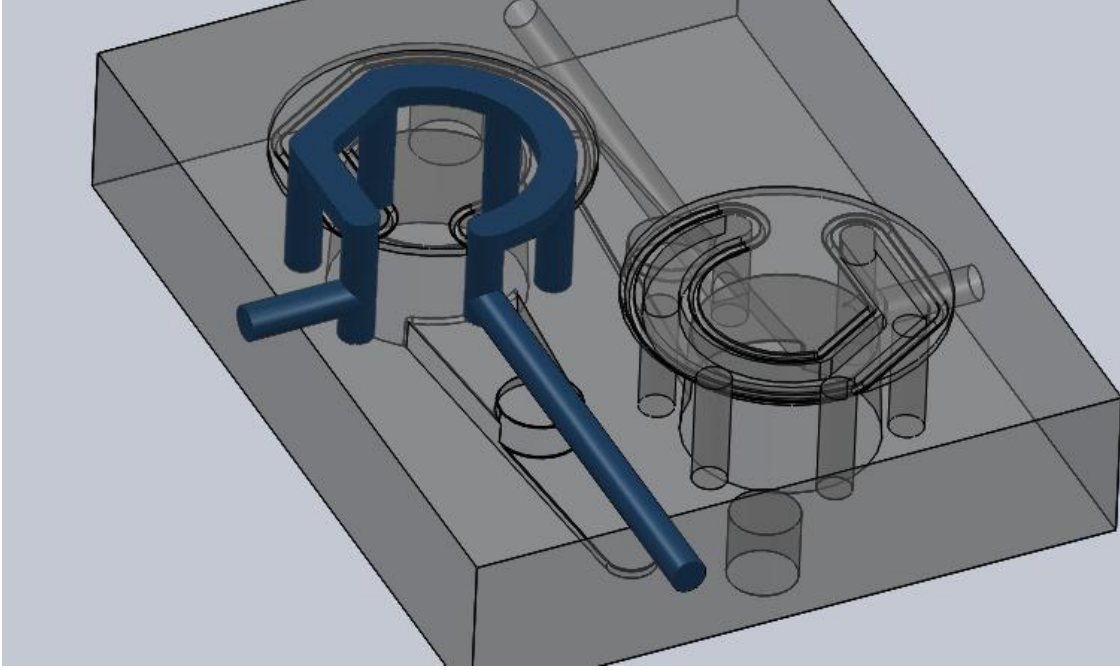
Kalıp ölçü ve ebatları günümüzde standartlaşmıştır. Üst itme plakası kalınlığı 14mm alt itme plakası kalınlığı 17 olmaktadır. En ve boyları kullandığımız standart kalıp ölçülerine göre değişmektedir. **EK 2**'de standart kalıp ölçülerini görebilirsiniz. Üst itme plakasına iticilerin yuvaları açılmalıdır. Bunların mesafesi erkek plakadan alınarak CNC tezgahında hassas bir şekilde açılmalıdır aksi halde delik eksenleri kaçık olabilir.

4.4.7 Soğutma Sisteminin Belirlenmesi

Ergimiş halde plastiğin kalıp içinde sertleşmesi ve istenilen şekli alabilmesi için soğutulması gerekmektedir. Bu da soğutma sistemi ile olmaktadır.

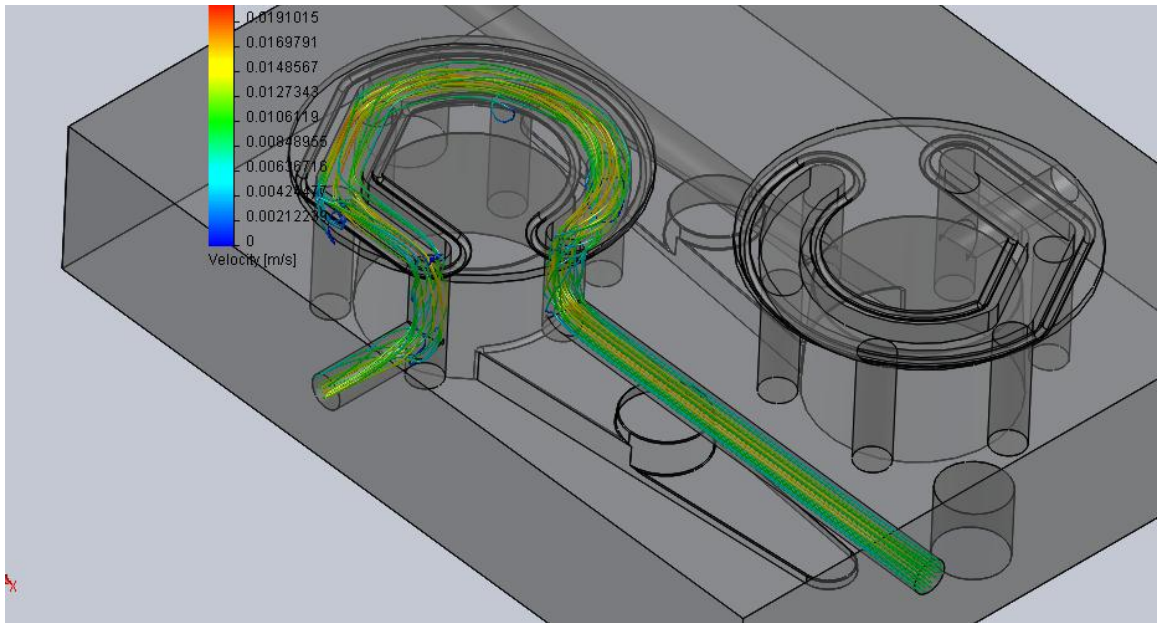
4.4.7.1 Dişi Plakanın Soğutulması

Parçamız düzlemsel olmadığı ve derin dairesel kesitler olduğu için çekirdek soğutma yöntemini kullanmamız gerekmektedir. Resim 11'de dişi plakada derin çekirdek için yapılmış soğutma sistemi görülmektedir.



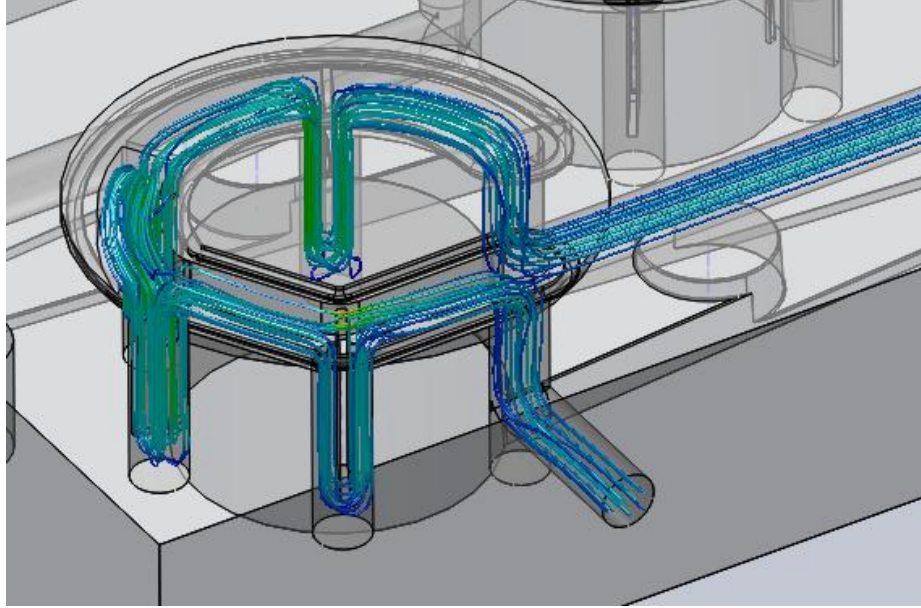
Resim 11 Derin Çekirdek Soğutma

Bu tür derin çekirdek soğutmalarda çekirdek etrafına derinliğine yakın belli bir mesafeye kadar delikler açılır. Deliklerden birine plakanın yanından giriş başka bir değıleğede çıkış içini yandan delik delinir. Deliker arasında su geçişini sağlamak için üst kısımdan belli bir miktar frezede işlenmesi gerekmektedir.Fakat Resim 12 deki simülasyonda görüldüğü üzere suyun deliklere girmeden bu açılan kısımdan gittiği görülmektedir



Resim 12 Soğutma Simülasyonu

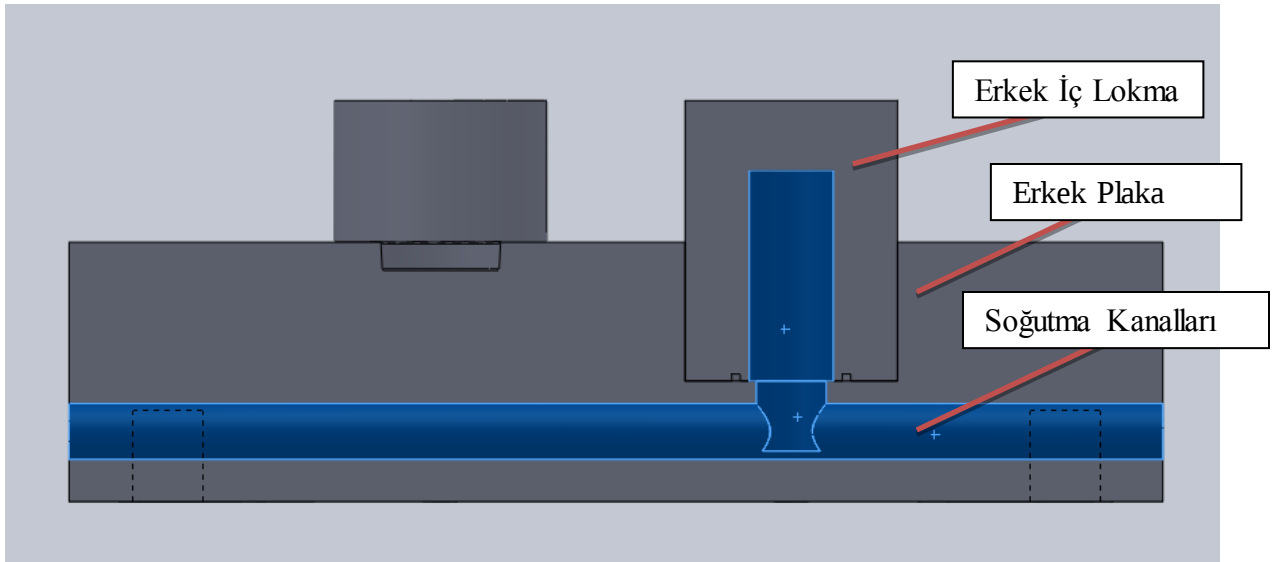
Bunu çözmek için deliklerin alt kısmı boş kalacak şekilde bakır levhalar yerleştirmek gereklidir. Böylece su üstten geçemeyecek mecburen deliği dolaşacaktır. Resim 13'de görülmektedir.



Resim 13 Soğutma Simülasyonu

4.4.7.2 Erkek Plakanın Soğutulması

Erkek plakada derin olan iç çekirdek aynı yöntemle soğutulmuştur.



Resim 14 Erkek Plaka Soğutma

4.4.8 Standart Kalıp Elemanlarının Belirlenmesi

4.4.8.1 Kolon Pimlerinin Belirlenmesi

Kolon pimleri kalıp boyutuna göre çapı standart olarak belirlenmiştir.

EK 2 de seçilen kalıp boyutuna göre kolon pimi çapı verilmektedir. **EK 3** te ise kolon pimi çapına göre standart boylar verilmiştir.

4.4.8.2 Bağlantı Cıvatalarının Belirlenmesi

Bağlantı cıvatalarının çapı **EK 2**'de kullanılan kalıp boyutuna göre standart olarak verilmektedir.

4.4.8.3 Konik Kitlemenin Belirlenmesi

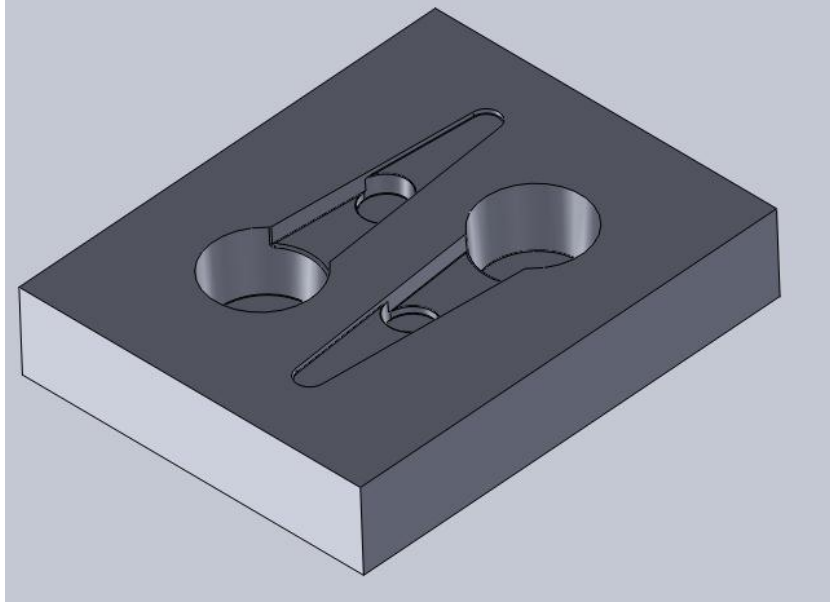
Konik kitleme kalıp her kapandığında kalıbın aynı merkezde olmasını sağlar, karşılıklı dişi ve erkek plaka üzerine açılan yuvalara oturtulan konik kitlemeler, birbirini tam karşılayarak eksenel tamlik sağlarlar.**EK 4** te standart konik kitleme ölçüleri verilmiştir.

Konik kitlemenin ölçüleri standarttır. Kalıp boyutlarına göre kalıpcı tarafından istenilen ölçüde tercih edilir.

4.5 Kalıp Elemanların İmalat Aşamaları

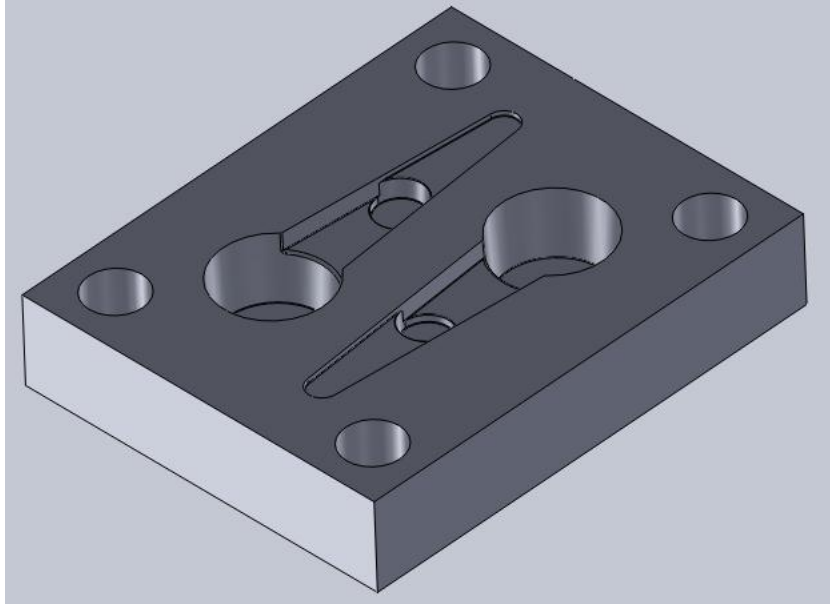
4.5.1 Dişi Plakanın İmalatı Aşamaları

EK 5'te ölçüleri verilen dişi plakanın CAD programında oluşturulduktan sonra CNC tezgahında önce kalıp boşluğu işlendi.



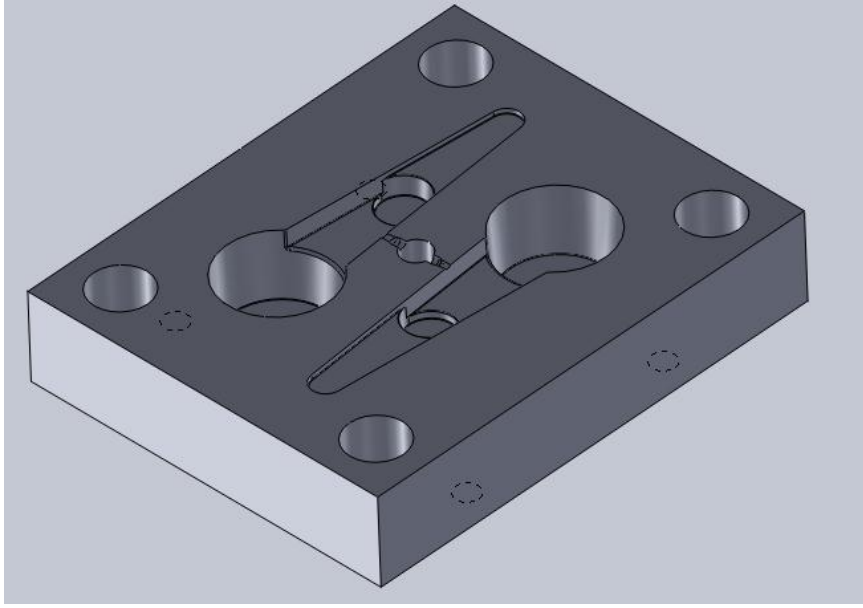
Resim 15 Dişi Plaka İmalat Aşaması 1

Daha sonra kolon pim delikleri delindi ve Rayba çekildi.



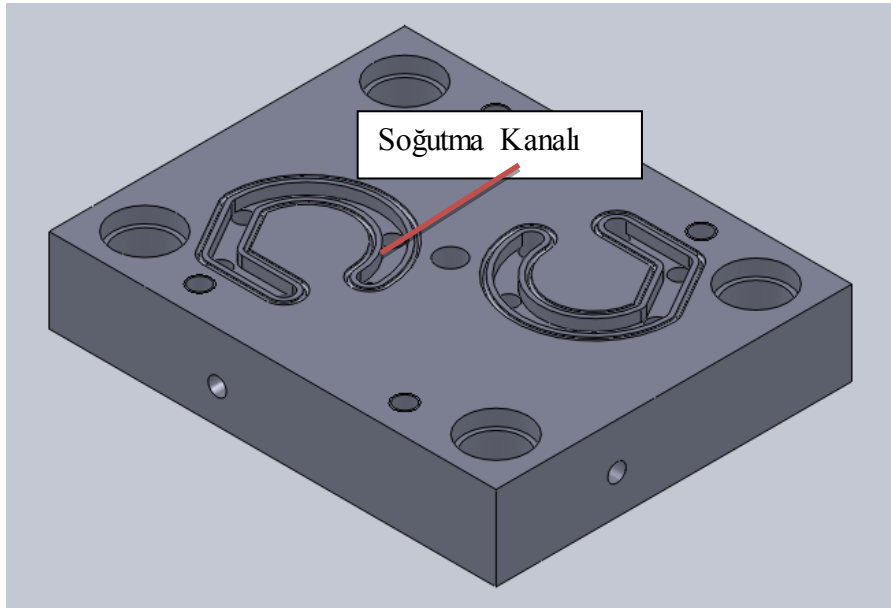
Resim 16 Dişi Plaka İmalat Aşaması 2

Daha sonra yolluklar işlendi.



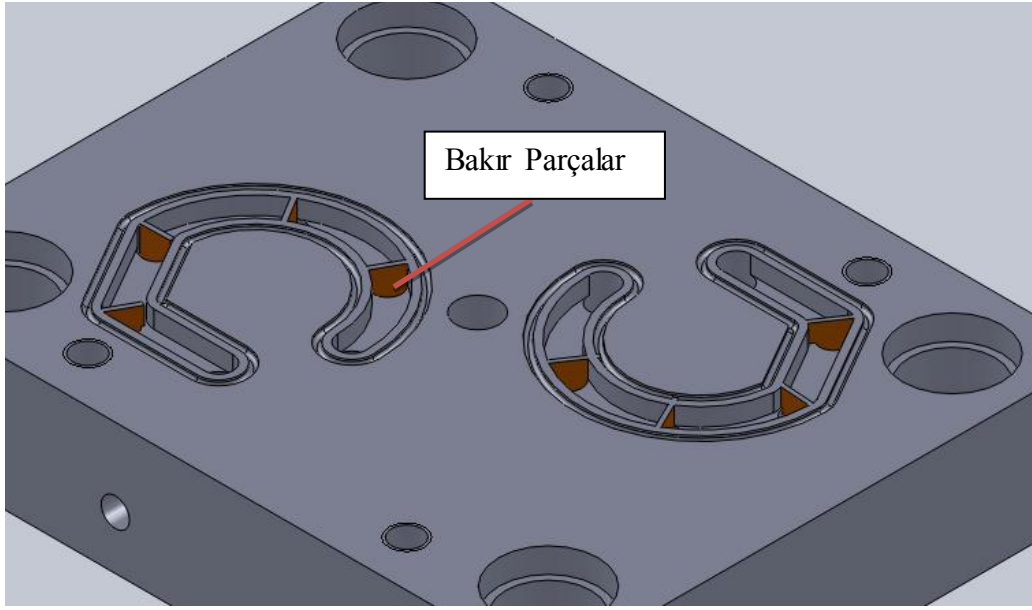
Resim 17 Dişi Plaka İmalat Aşaması 3

Dişi Plaka soğutma sistemi delikleri işlendi. Derin çekirdek olduğu için çekirdeğin etrafına delikler delindi. Delikler etrafına kanal açıldı. Kanaldan su kaçağına önlemek amacıyla oring yuvaları açıldı.

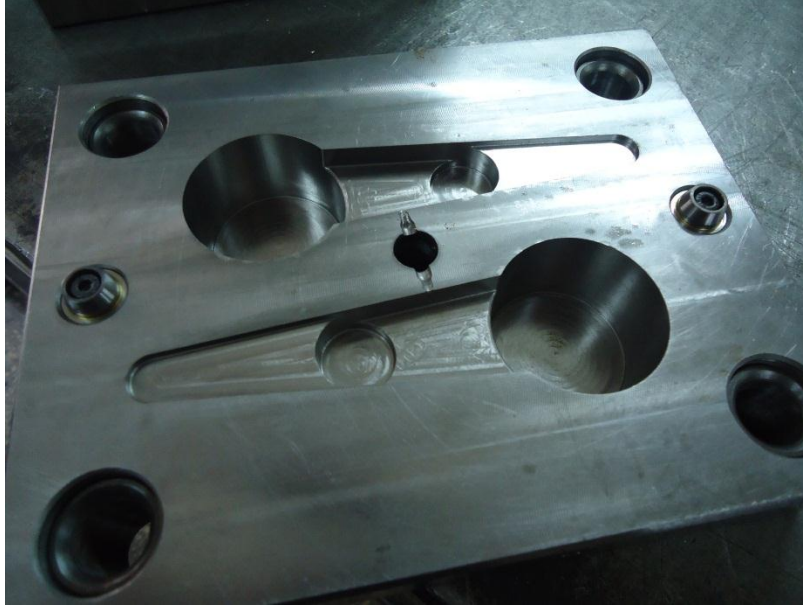


Resim 18 Dişi Plaka İmalat Aşaması 4

Son olarak kalıp bağlantı delikleri delindi, yandan soğutma delikleri delindi ve bakırlar çakıldı



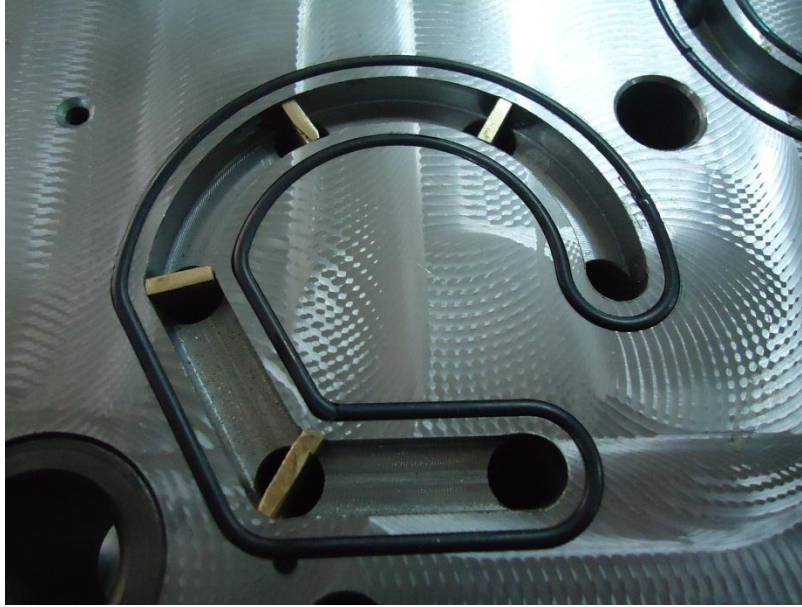
Resim 19 Dişi Plaka İmalat Aşaması 5



Resim 20 Dişi Plaka Üretimden Sonra



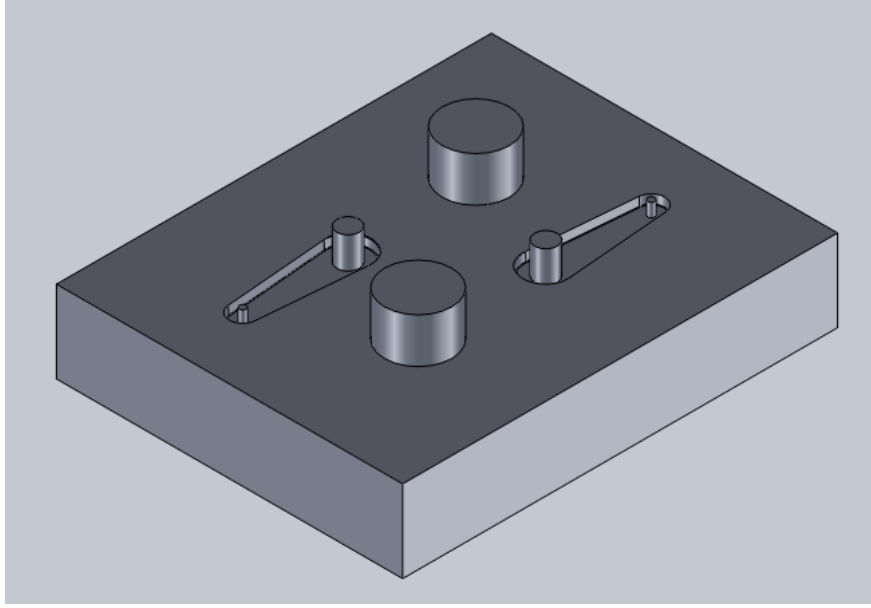
Resim 21 Dişi Plaka Arka Kısmı, Delikler Etrafına Açılan Kanal



Resim 22 Oringler ve Bakır Parçalar

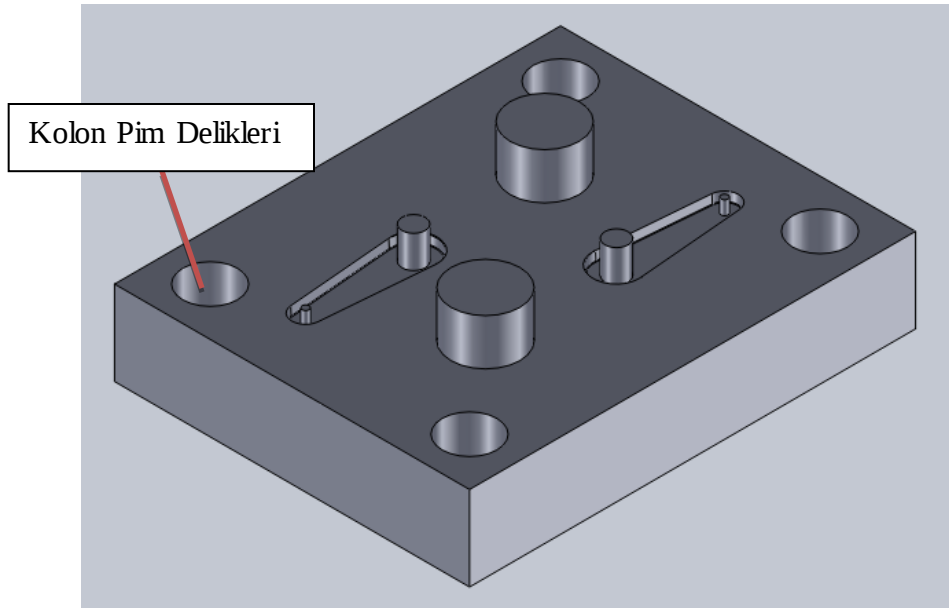
4.5.2 Erkek Plaka İmalat Aşamaları

EK 6`da ölçüleri verilen plaka cnc tezgahıta ilk önce kalıp boşluğu açıldı.



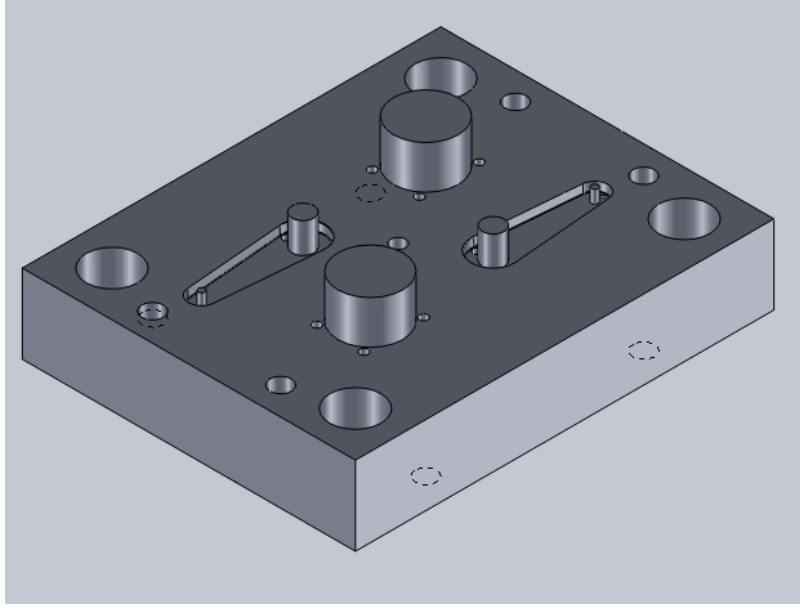
Resim 23 Erkek Plaka İmalat Aşaması 1

Daha sonra kolon pimleri delinerek rayba çekildi



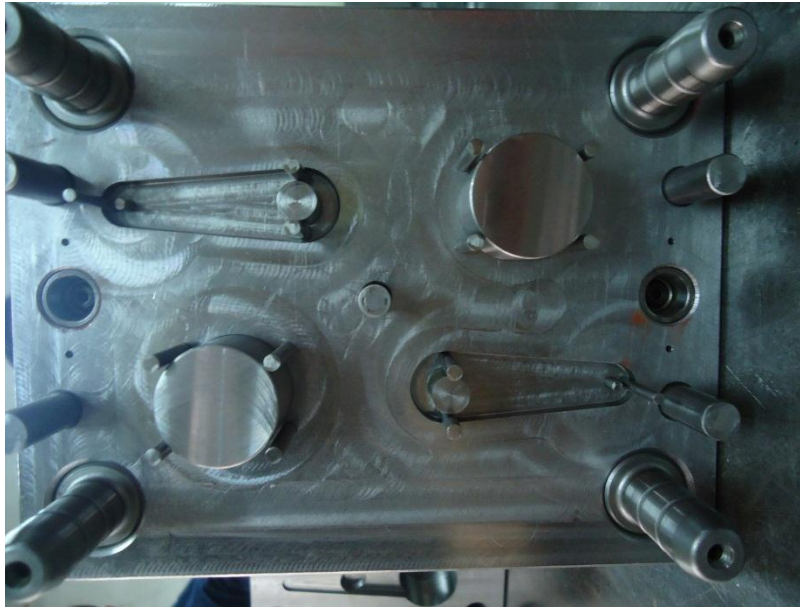
Resim 24 Erkek Plaka İmalat Aşaması 2

Bağlantı delikleri delindi, itici delikleri delinerek rayba çekildi.



Resim 25 Erkek Plaka İmalat Aşaması 3

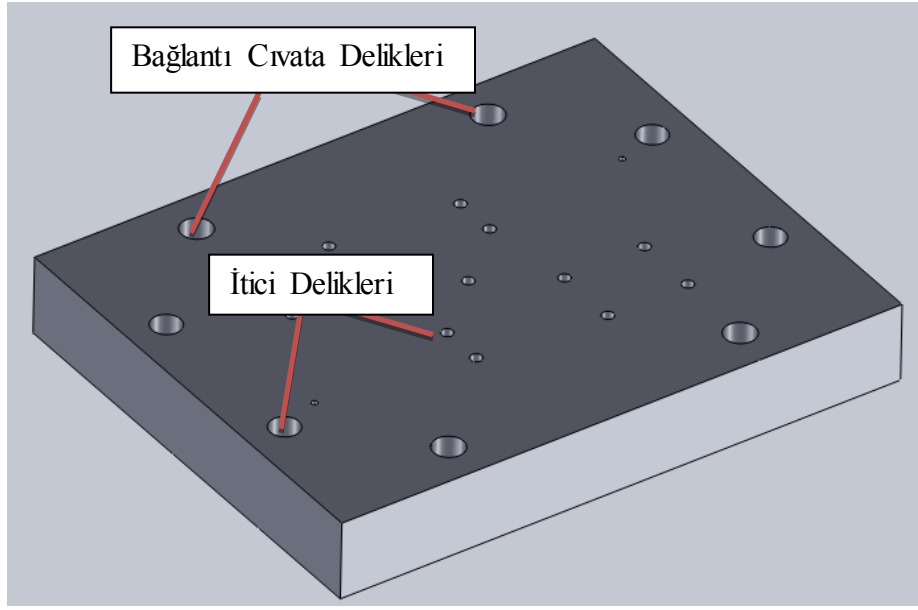
Erkek plakada çıkıntı parçalar sonradan işlenerek erkek plakaya eklenmiştir.



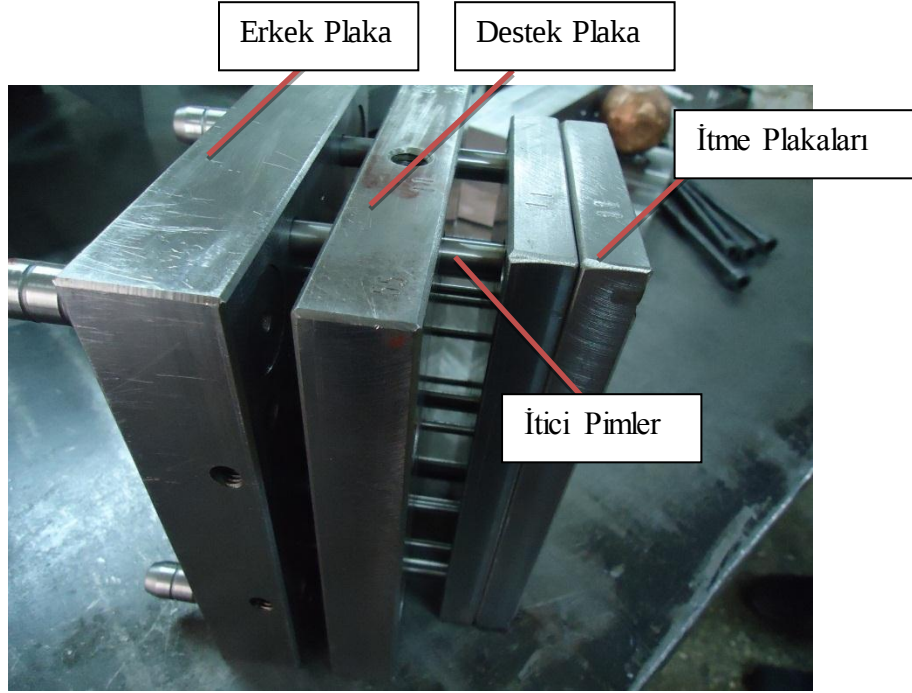
Resim 26 Erkek Plaka Üretimden Sonra

4.5.3. Destek Plakanın İmalat Aşamaları

EK 7'de te ölçüleri verilen destek plakasının üzerinde yapıcalak fazla işlem yoktur sadece delik delme işlemi vardır. Bu delikler itici delikleri ve bağlantı delikleridir. Bu deliklerin ekseninde delinmesi gerekmektedir.



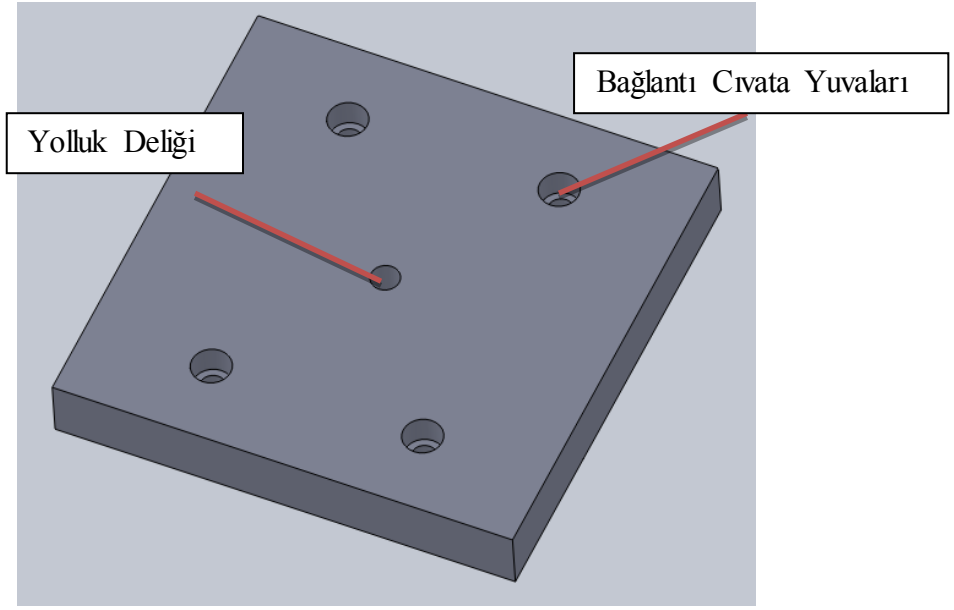
Resim 27 Destek Plaka İmalat Aşaması



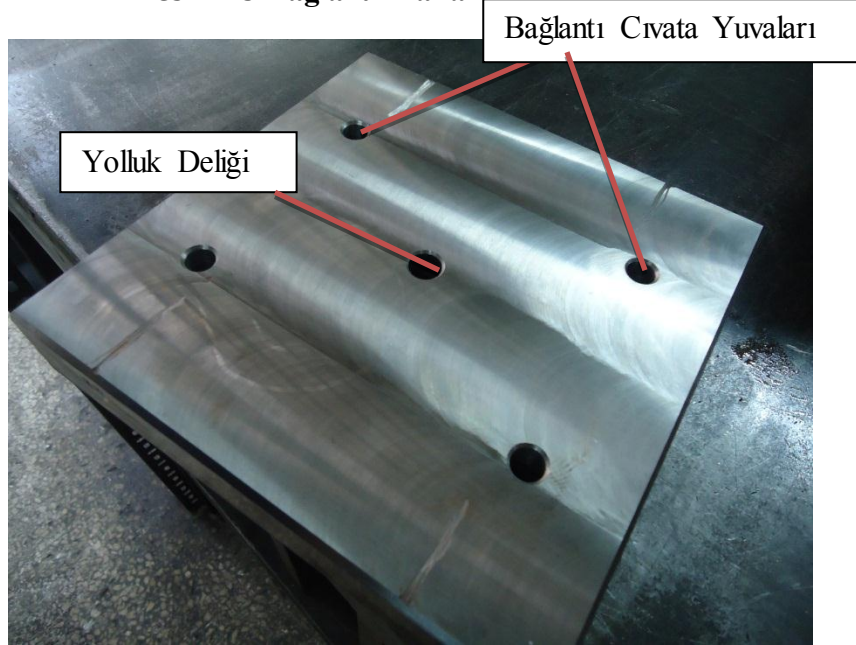
Resim 28 Destek Plakası Üretimden Sonra ve Montaj Hali

4.5.4. Bağlantı Plakalarının İmalat Aşamaları

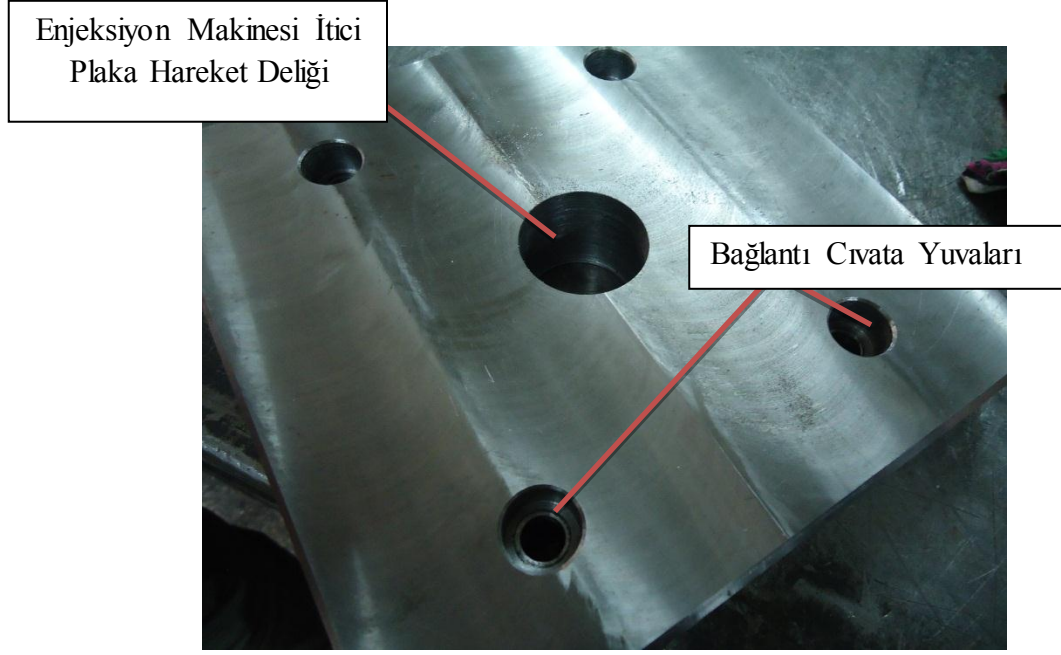
Bağlantı plakalarında (EK 8) bağlantı cıvataları için delikler bulunmaktadır. Ayrıca alt bağlantı plakasında enjeksiyon makinesinin itici plakaya hareket verebilmesi için büyük bir delik bulunur. Üst bağlantı plakasında ise enjeksiyondan gelen ergimiş plastiğin yolluklara ulaşması için delik bulunur.



Resim 29 Bağlantı Plaka İmalat Asaması



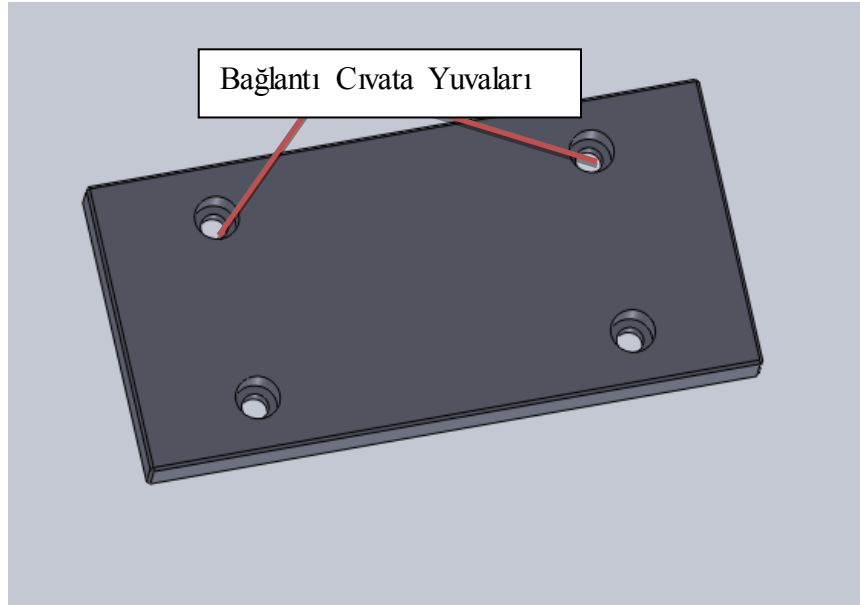
Resim 30 Bağlantı Üst Plakası Üretimden Sonra



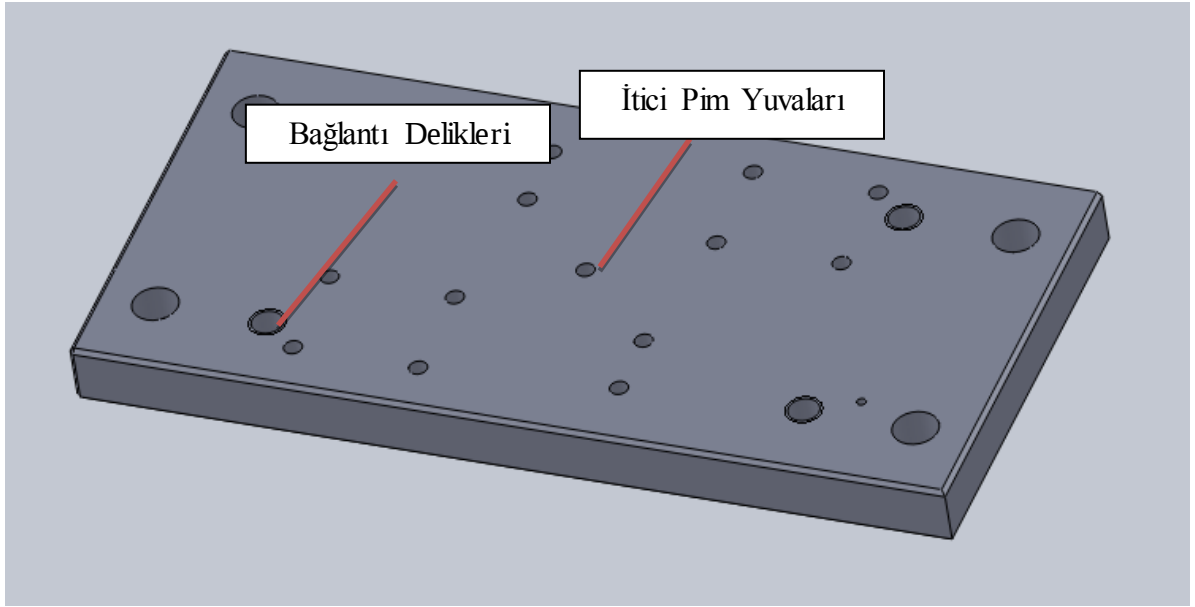
Resim 31 Bağlantı Alt Plakası Üretimden Sonra

4.5.5. İtme Üst Plakası ve Alt Plakası

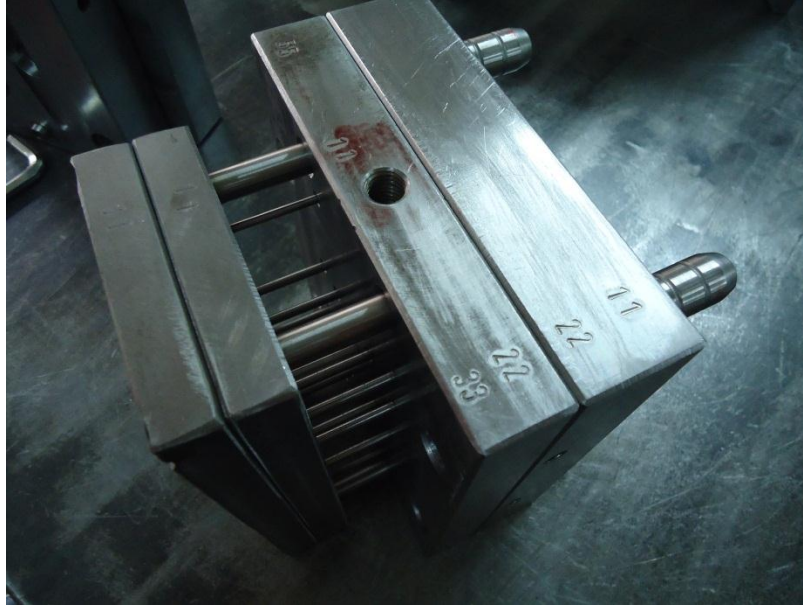
İtme alt plakasında (**EK 9**) sadece itme üst plakasına bağlamak için bağlantı delikleri vardır. Üst itme plakasında ise itici yuvalarının delikleri bulunur bunlarda ekseninde açılmak zorundadır. Aksi halde iticilerin iler geri hareketlerinde sürtünme olur ve zamanlar iticiler aşınarak ürün çapaklı çıkmaya başlar



Resim 32 İtme Alt Plaka İmalat Aşaması



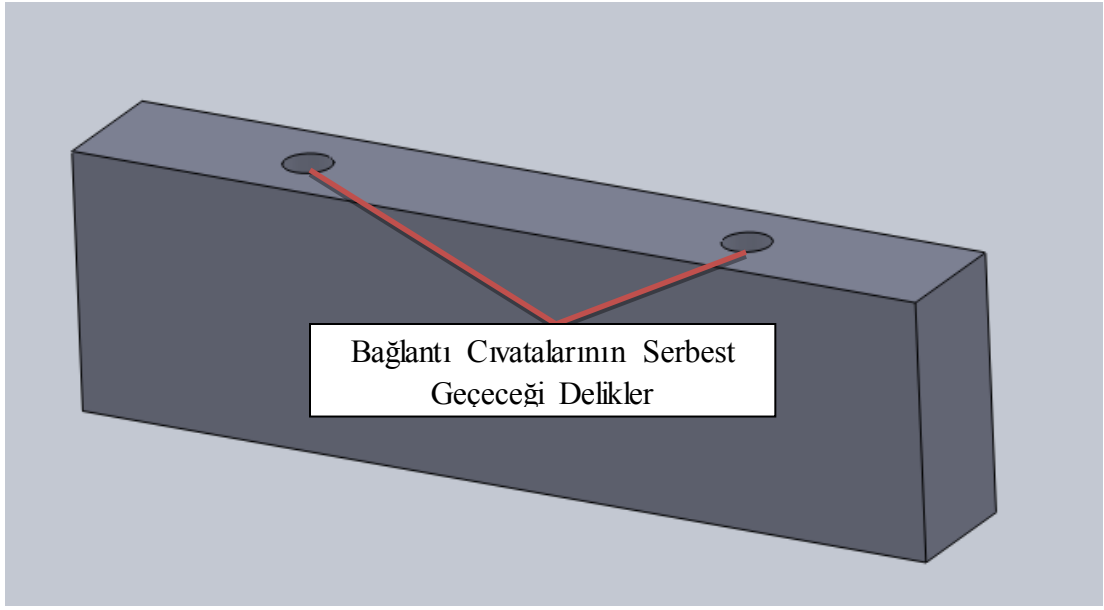
Resim 33 Üst İtme Plakası İmalat Aşaması



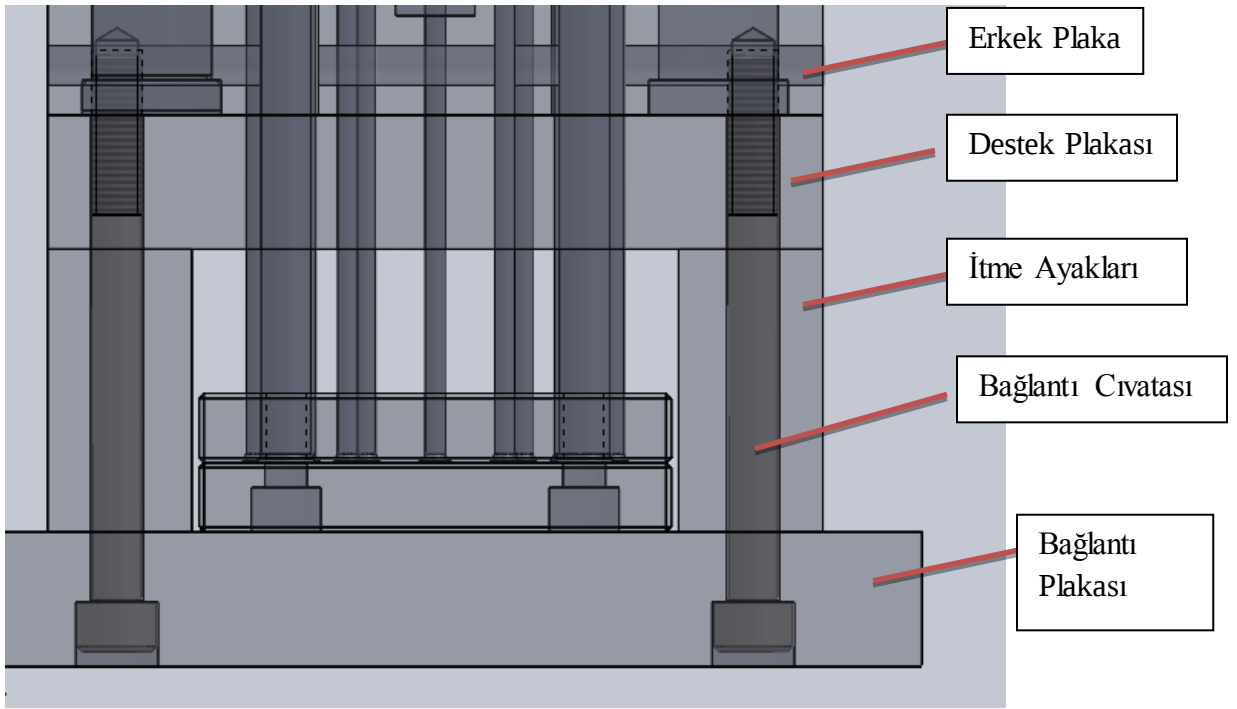
Resim 34 İtme Plakalarının Üretimden Sonra Montajı

4.5.6. İtme Ayaklarını İmalat Aşamaları

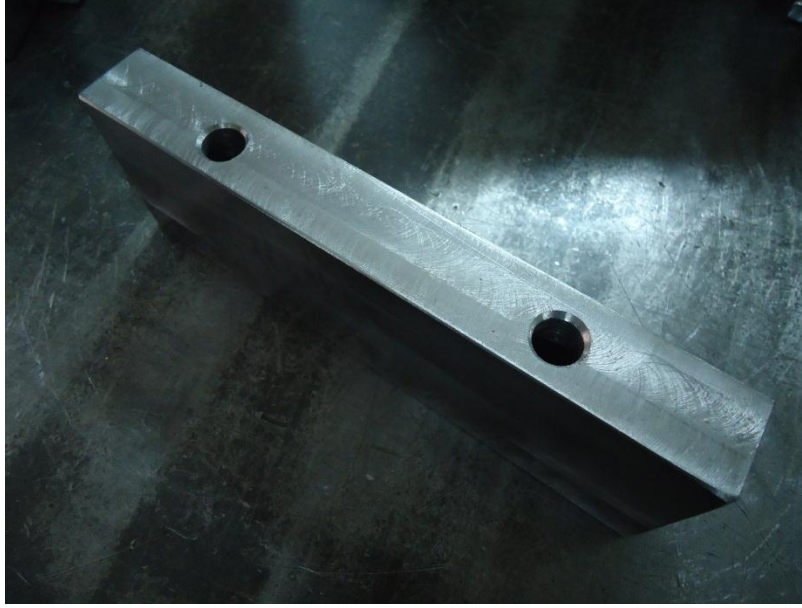
İtme ayakları (EK 11) sadece destek görevi gördüğünden ve itici mesafesi ayarladığından üzerinde sadece bağlantı deliği bulunur. Bağlantı plakası ve destek plakası arasında bulunur. Bağlantı plakası ile erkek plakası arasında cıvata bağlantısı yapılır. Fakat cıvata itme ayakları ve destek plakasından geçer. İtme ayaklarının bağlantı şekli Resim 36 de görülmektedir.



Resim 35 İtme Ayaklı İmalat Aşaması



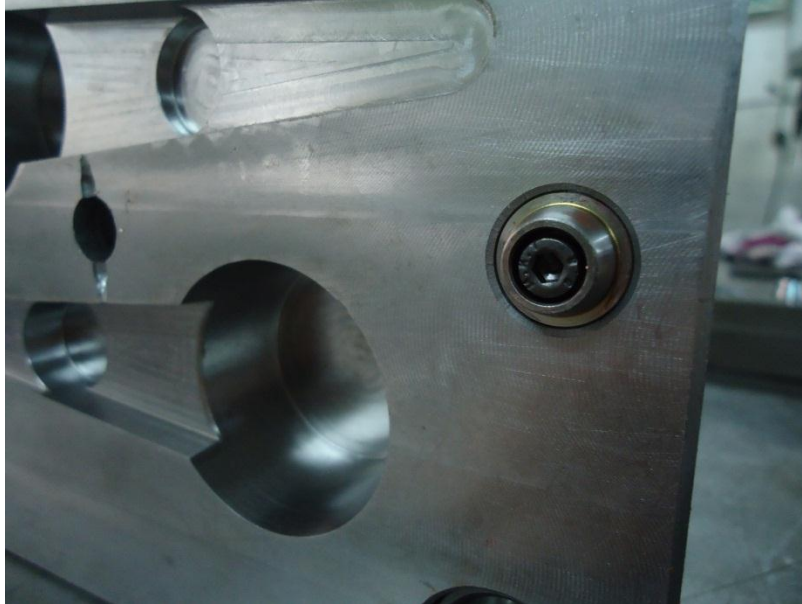
Resim 36 İtme Ayakları Bağlantı Şekli



Resim 37 İtme Ayakları Üretimden Sonra

4.6 Kalıp Montajı

Kalıp montajı yapılırken iç parçaların montajından başlanmalıdır. Resim 38 de görüldüğü gibi önce dışı plaka üzerindeki konik kitleme gibi ufak parçaların montajı yapılmalıdır. Burçlarda dışı plakaya yerleştirilir.



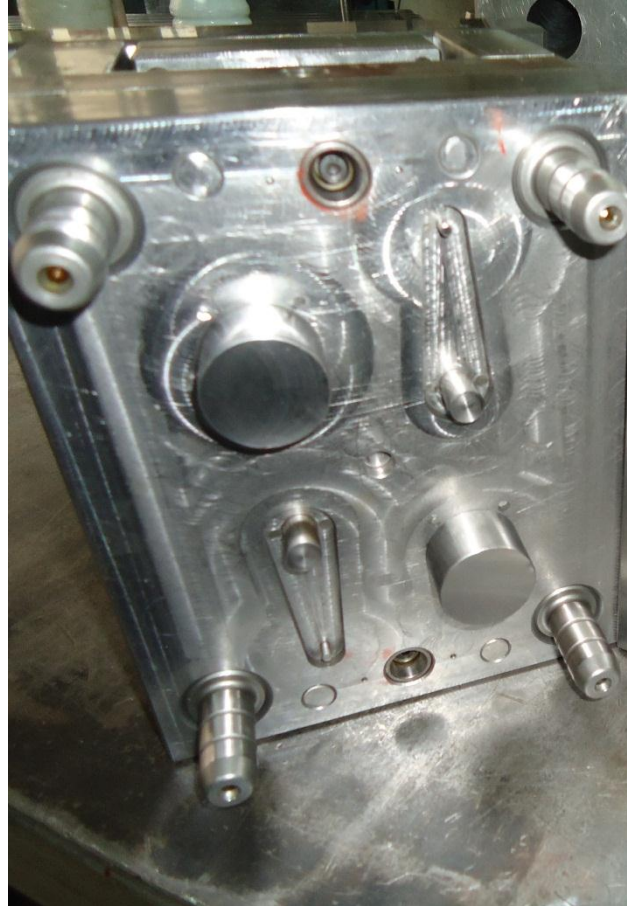
Resim 38 Konik Kitleme Montajı

Daha sonra dışı plaka bağlantı plakasına bağlanır. Yolluk burcu yerine yerleştirilir ve flanş takılır. Kalıbın dışı kısmın montajı tamamlanmış olur.



Resim 39 Dişi Kısım Montajı

Daha sonra erkek plaka üzerine iç lokmalar takılarak arkadan cıvata bağlantıları yapılır. Konik kitleme montaj edilir ve kolon pimleri yerlerine takılır.



Resim 40 Erkek Plaka Montajı

Daha sonra itici pimler, destek plaka ve erkek plakadaki itici pim deliklerinden geçecek şekilde itme üst plakasındaki yuvalarına takılır. İtme alt plakasında üst plakaya cıvatayla bağlanarak itici pimler sabitlenmiş olur.



Resim 41 İtici Pim ve Plakaların Montajı

İtme ayakları, itme plakalarının yanlarına gelecek şekilde yerleştirilir ve arkasına bağlantı plakası konur. Cıvatalar, itme ayakları ve destek plakadan geçirilerek erkek plakaya bağlanır.

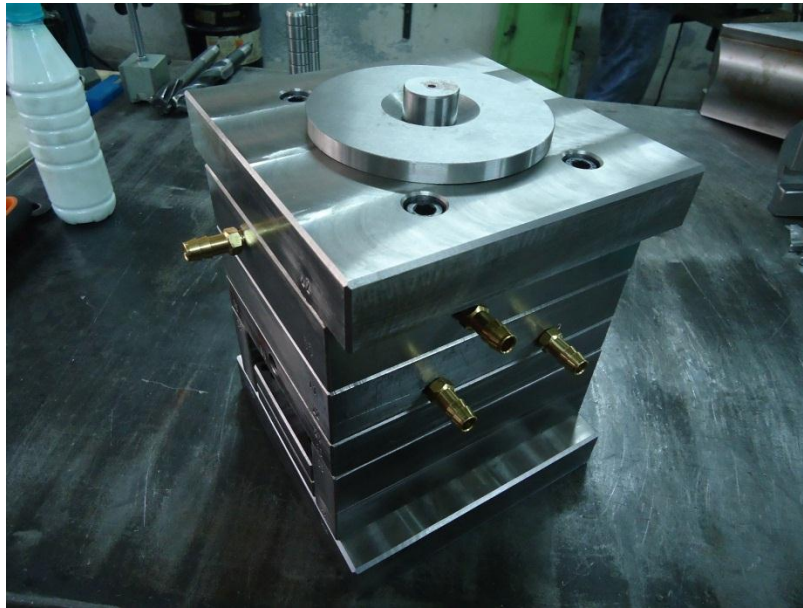


Resim 42 İtme Ayaklarının Montajı

Dişi ve erkek kısmı Resim 43 deki gibi bir araya getirildiği zaman cıvatalar sıkıştırılarak dişi kısım erkek kısım üzerine konur. Resim 44. Böylece Kalıp Montajı Yapılmış olur.



Resim 43 Dişi ve Erkek Kısım Montajı



Resim 44 Kalıp Montaj Yapılmış Hali

Kalıp montajı yapılırken birbiri ile temas eden yüzeylerin alıştırılması yapılmaktadır. Kalıp çalıştığı zaman ise parçalar birbirine uyum sağlarlar. Daha sonra tekrar kalıp söküldüğünde eskı halinde toplanabilmesi için aynı uyumda ve yönde tekrar bağlanabilmesi için kalıp markalanmalıdır. Resim 45’de markalama görölmektedir.



Resim 45 Kalıp Markalama

Montajı yapıldığında kalıp bir grup halinde çok yüksek ağırlara çıkmaktadır. Bu durum ise kalıbın bir yerden başka bir yere nakledilmesinde veya kalıbın enjeksiyon makinesine bağlanmasında vinç kullanmayı gerektirmektedir. Vinç kancası takabilmek için kalıplarda mapa kullanılır ve genellikle kalıp destek plakasına mapa deliği delinir.



Resim 46 Kalıpta Mapa Kullanılması

KAYNAKLAR

Kitaplar

AKKURT, S.; “Plastik Malzeme Teknolojisi”, İ.T.Ü. Makine Fakültesi Ofset Atölyesi, İstanbul. (1995)

AKKURT, S., KILIÇ A.R.; “Plastik Enjeksiyon Kalıplarının İncelenmesi” Makine-Metal Teknolojisi Dergisi (Aralık 1999)

AKYÜZ Ö.F.; “Plastikler ve Plastik Enjeksiyon Teknolojisine Giriş” , PAGEV Yayınları, İstanbul (1993)

Tezler

AALKAYA, A.R.; “Plastik Enjeksiyon Kalıplarının Tasarımı ve Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. (1998)

ANAPA, H.; “Plastiklerin Gaz Enjeksiyon Metodu ile Üretiminde İşlem Parametrelerinin Tasarım ve İmalata Etkisinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2003)

BUCAKLIGİL, C.; “Plastik Kalıp Tasarım Esasları ve Uygulamalı Kalıp Tasarım Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2003)

ESENLİK, M.; “Plastik Enjeksiyon Kalıpcılığında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, Yüksek Lisans Tezi, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2001)

KAMBER, Ö.Ş.; “Plastik Enjeksiyon Kalıplarının Bilgisayarla Tasarımı ile Pratikteki Farklılıklarının Karşılaştırılması ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. (2003)

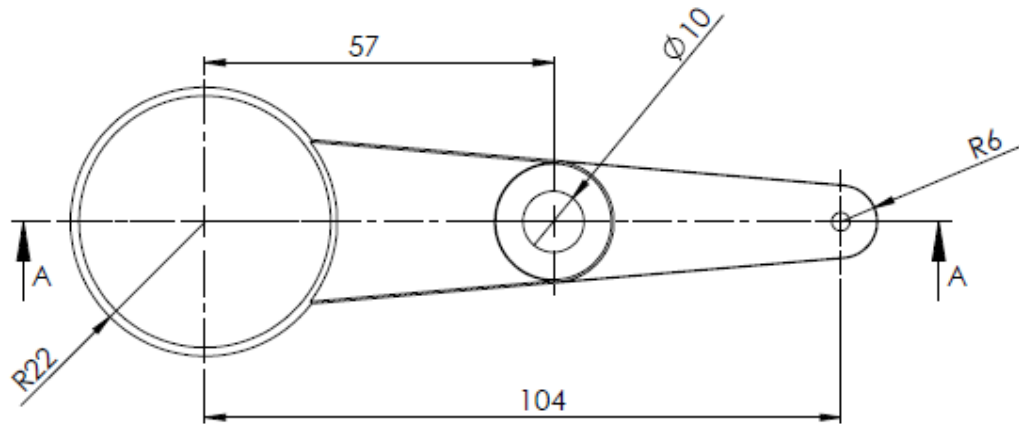
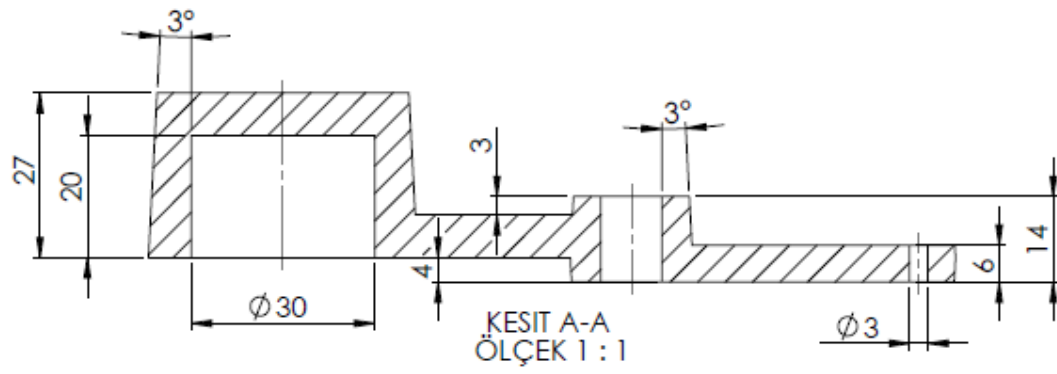
KARADAĞ, H.; Plastik Kalıpcılığın Esasları, Yüksek Lisans Tezi, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. (1994)

ÖZ, U.; “Bilgisayar Destekli Plastik Enjeksiyon Kalıp Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.(1997).

ŞEKER, C.; “Termoplastiklerin Şekillendirilmesinde Kullanılan Enjeksiyon Kalıplarının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (1999)

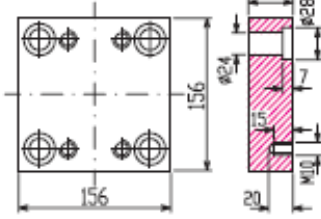
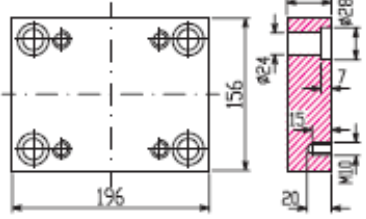
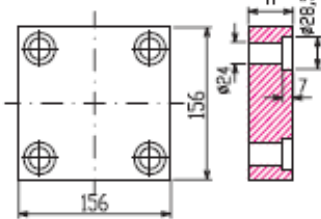
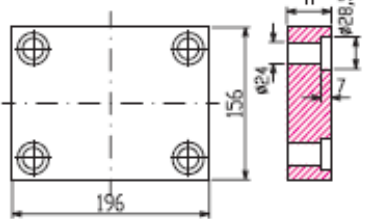
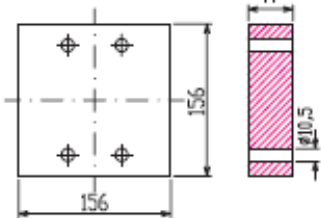
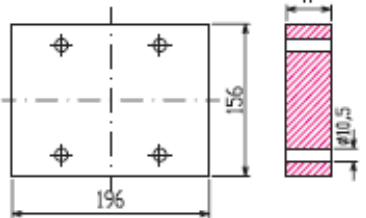
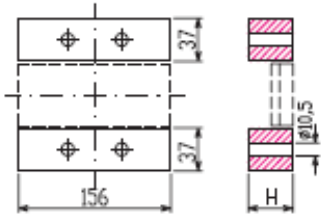
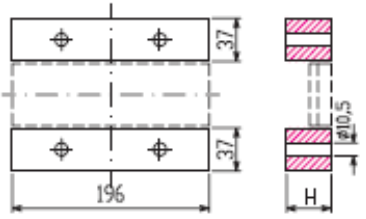
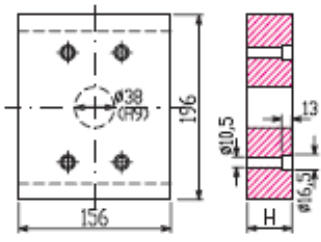
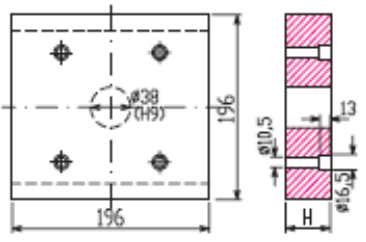
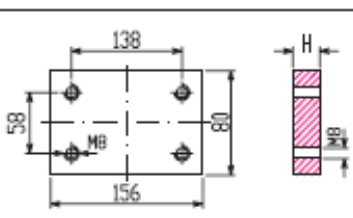
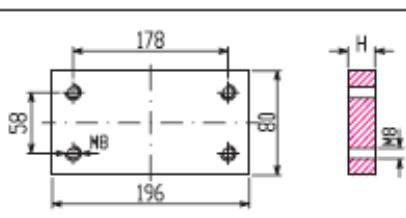
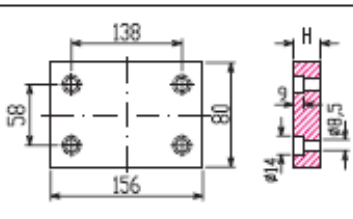
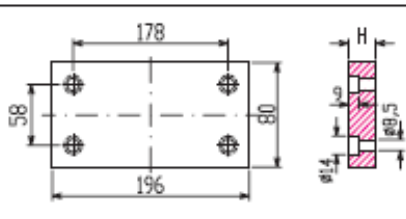
EK 1

Numune Çizim ölçüleri



EK 2

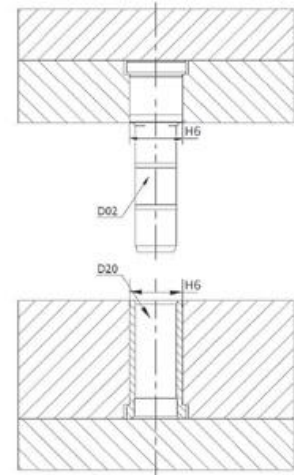
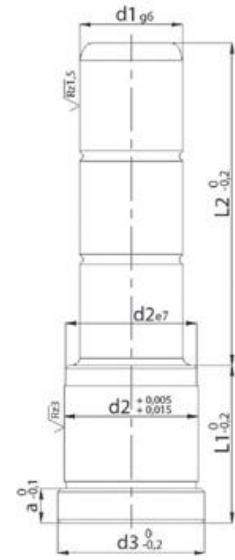
Standart Kalıp Ölçüleri

H1-H2 	27		
	37		
	47		
	57		
	67		
	77		
	87		
H6 	27		
	37		
	47		
	57		
	67		
	77		
H4 	27		
	37		
	47		
H3 	57		
	67		
	77		
H5-H9 	27		
H7 	14		
	17		
H8 	17		

EK 3

Kolon Pimi Standart Ölçüleri

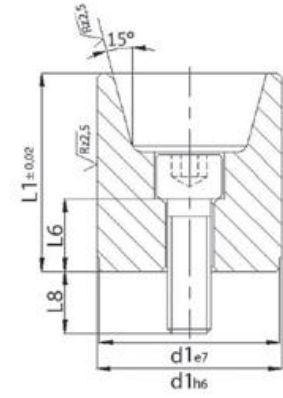
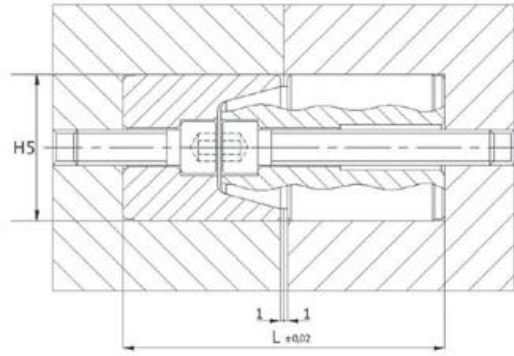
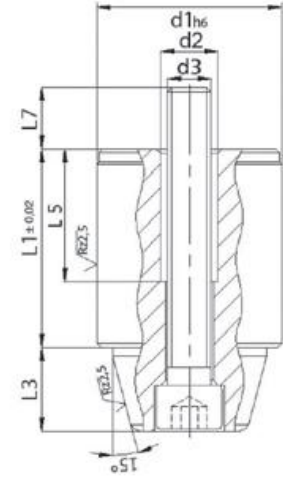
Sipariş Kodu	Ø					
	d1	L1	L2	d2	d3	a
D02_12026026	12	26	26	16	19	4
036			36			
046			46			
056			56			
D02_12036026	12	36	26	16	19	4
036			36			
046			46			
056			56			
D02_12046026	12	46	26	16	19	4
036			36			
046			46			
056			56			
066			66			
D02_14026026	14	26	26	20	25	6
036			36			
046			46			
056			56			
066			66			
076			76			
D02_14036026	14	36	26	20	25	6
036			36			
046			46			
056			56			
066			66			
086			86			
D02_14046026	14	46	26	20	25	6
036			36			
046			46			
056			56			
076			76			
096			96			
D02_14056026	14	56	26	20	25	6
036			36			
046			46			
066			66			
086			86			
106			106			
D02_16026026	16	26	26	24	28	6
036			36			
046			46			
056			56			
076			76			



EK 4

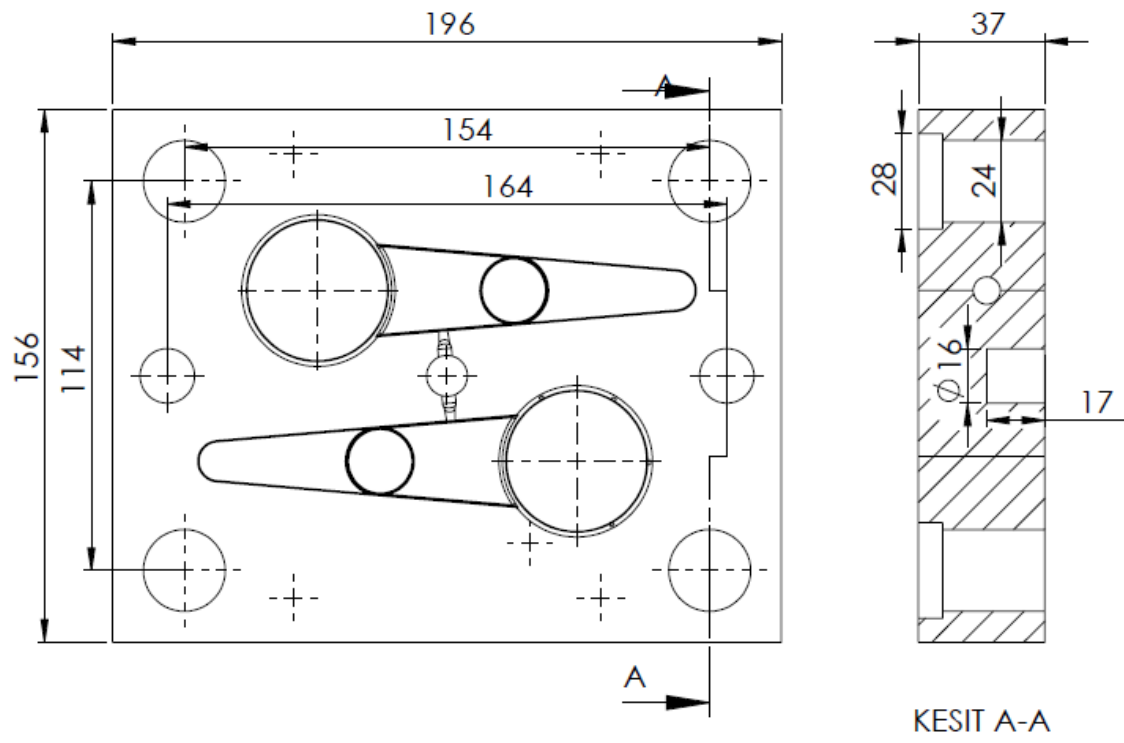
Standart Konik kitleme Ölçüleri

Sipariş Kodu	Ø	d1	L	L1	L3	L5	L6	L7	L8	d2	d3
D50_12	12	34	16	4.5	9.6	8.6	8	7.5	M4	M3	
D50_14	14	34	16	6	12.4	6	7.5	8	M5	M4	
D50_16	16	34	16	6	12.4	5.8	7.5	8	M5	M4	
D50_20	20	54	26	9	19.7	10.6	12	9.5	M8	M6	
D50_25	25	54	26	10	19.7	9.2	11	11	M8	M6	
D50_30	30	72	35	14	25	12.2	15	13	M10	M8	
D50_32	32	72	35	14	25	12.2	15	13	M10	M8	
D50_42	42	92	45	18	27	16.8	16	13	M10	M8	



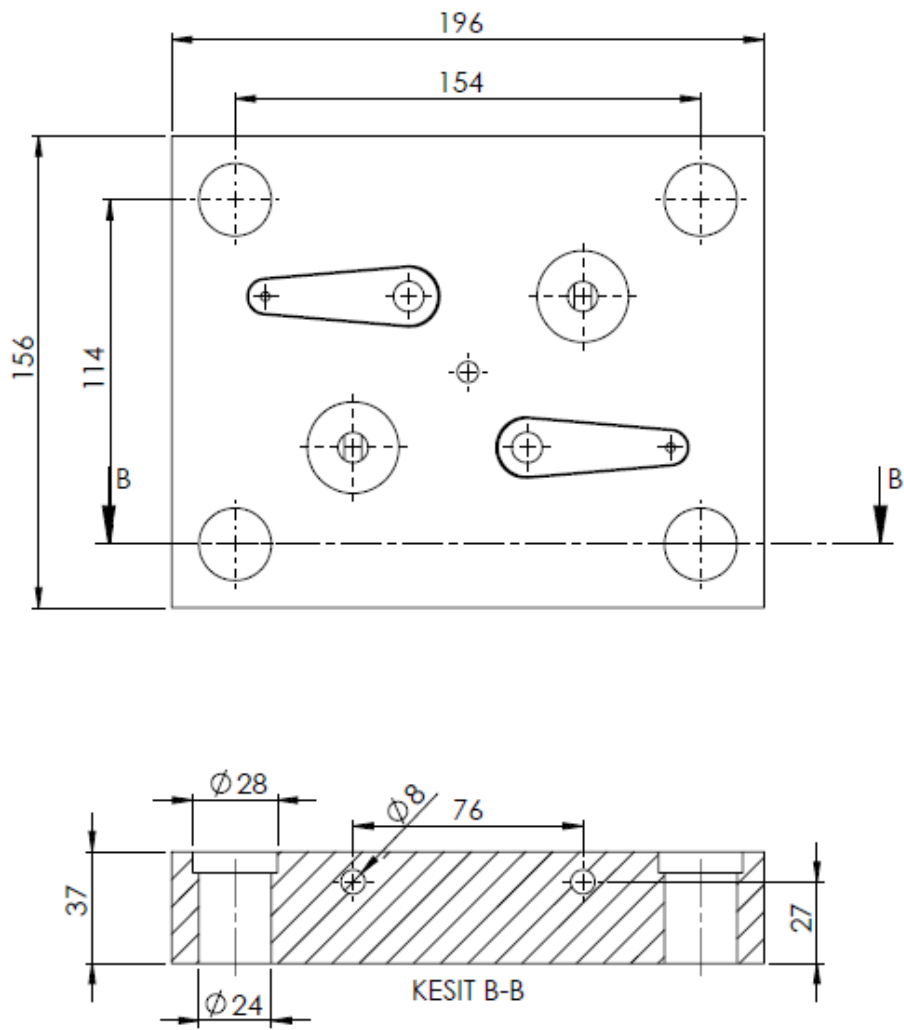
EK 5

Dışi Plaka Ölçüleri



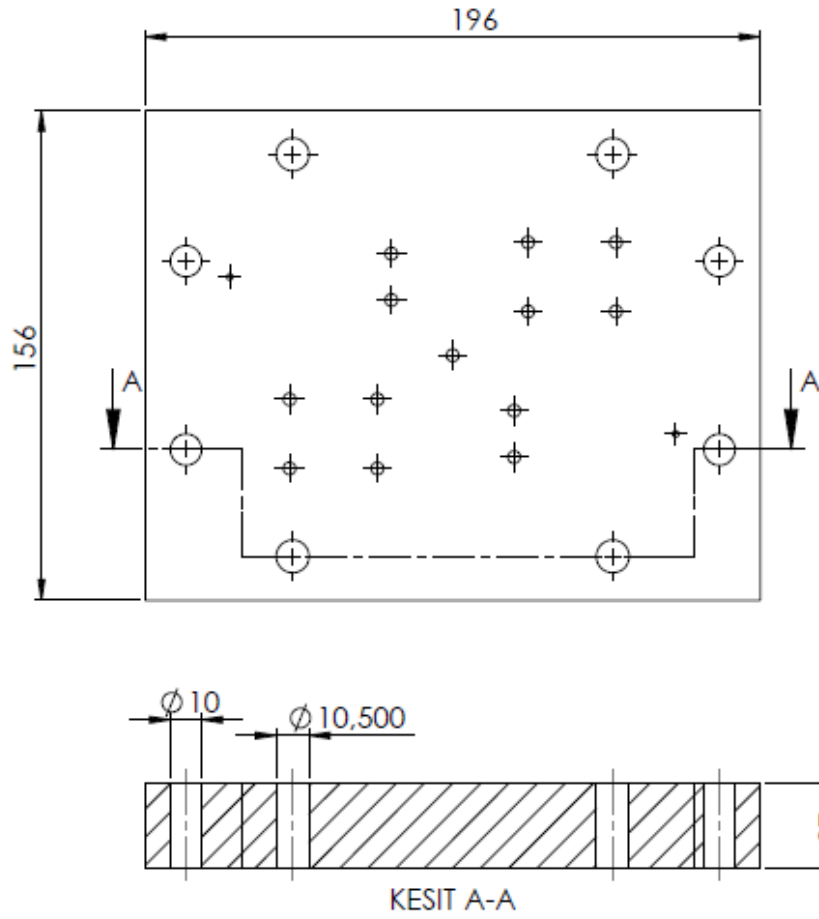
EK 6

Erkek Plaka Ölçüleri



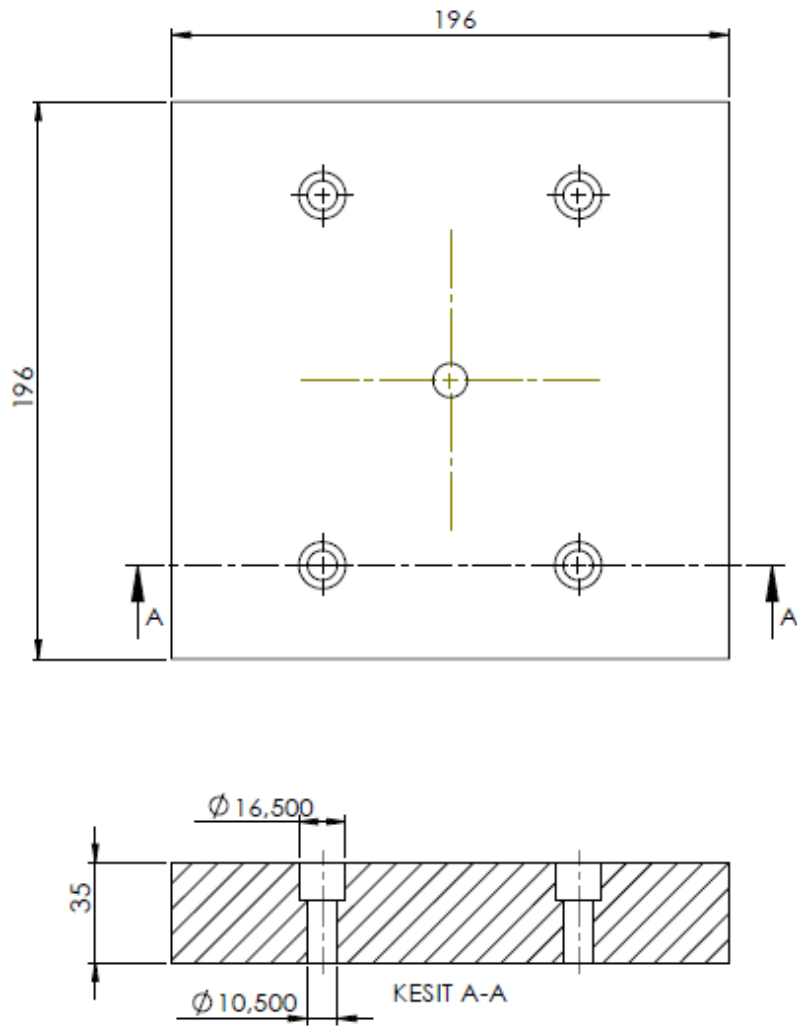
EK 7

Destek Plaka Ölçüleri



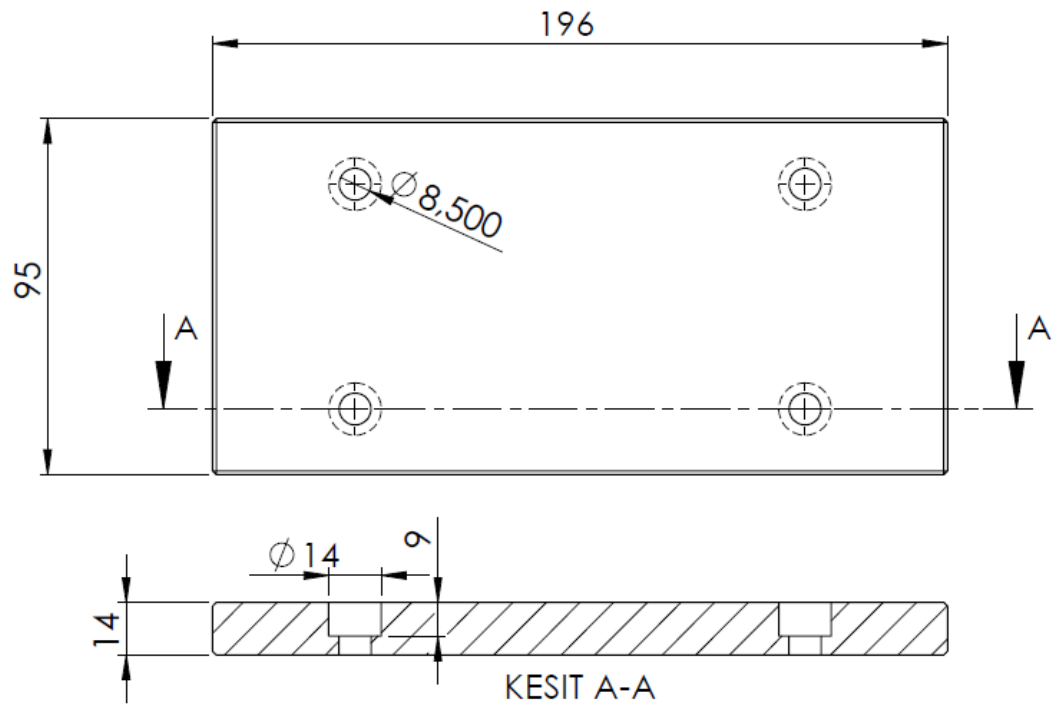
EK 8

Bağlantı Plakaları Ölçüleri



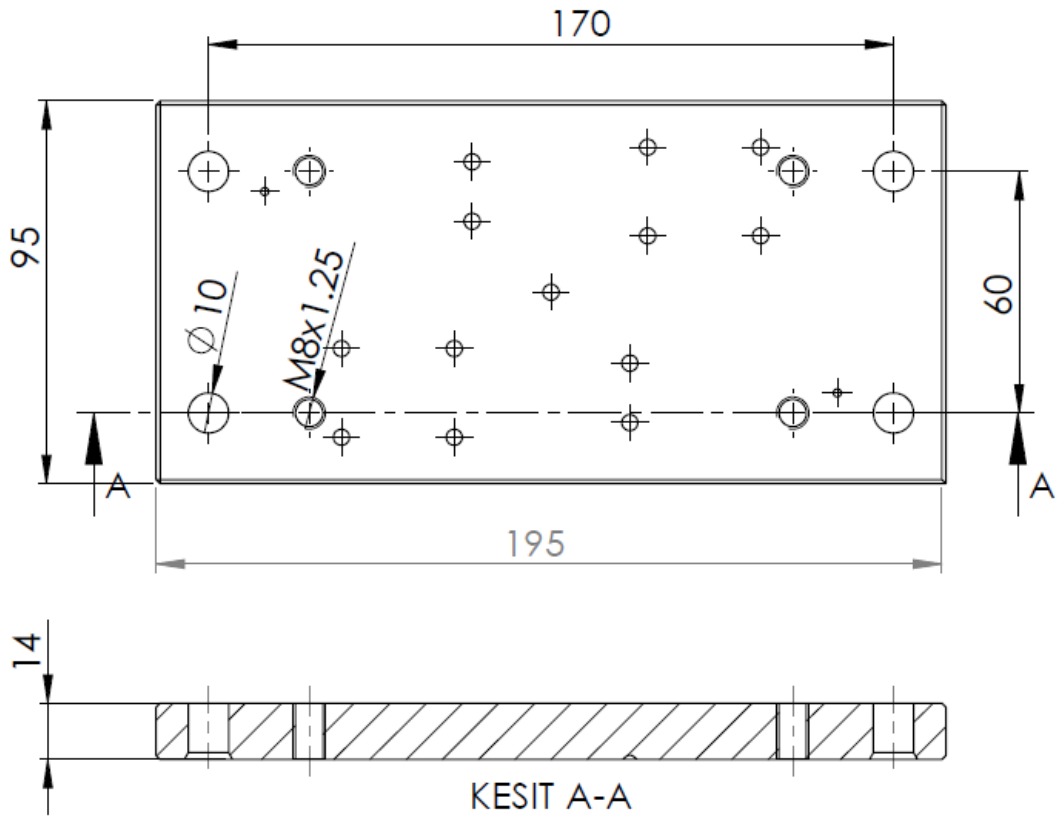
EK 9

Üst İtme Plakası Ölçüleri



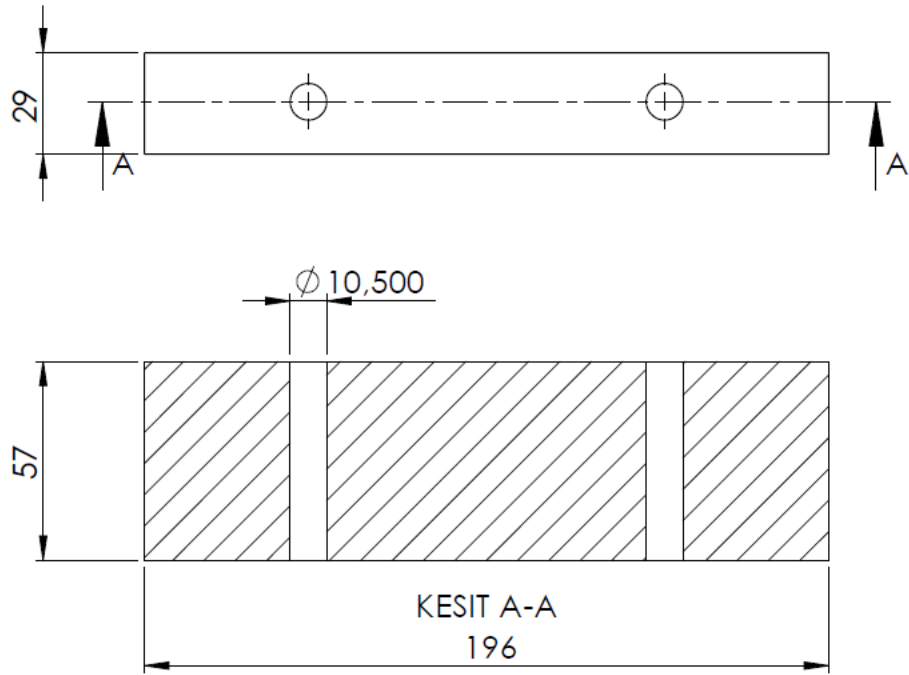
EK 10

Üst İtme Plakası Ölçüleri



EK 11

İtme Ayakları Ölçüleri



ÖZGEÇMİŞLER

FATİH ALTUNBAŞ 161008811

1989 İstanbul doğumludur. İlköğretimini 2003 yılında Sultangazi Cumhuriyet İlköğretim Okulunda 2007 lise öğrenimini Sultanahmet Anadolu Teknik Lisesinde tamamlamıştır. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Talaşlı Üretim Öğretmeniği Bölümünü kazanarak üniversite eğitime başlamıştır. 2008 yılında Marmara Üniversitesi Talaşlı Üretim Öğretmeniği Bölümüne yatay geçiş yapmıştır. Hala öğrenimini bu bölümde devam ettirmektedir. Ayrıca aynı üniversitenin Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığında Teknisyen ünvanı ile çalışmaktadır.

GSM: + 90 539 297 6979

E-mail : fatihaltunbas@gmail.com.tr

FATİH ALKAN 2702006

1987 Bursa doğumludur. İlköğretimini 2002 yılında Cumhuriyet İlköğretim Okulunda lise öğrenimini 2006 yılında Tophane Teknik Lisesi CNC Bölümünde tamamlamıştır. Bir yıl aradan sonra Marmara Üniversitesi Talaşlı Üretim Öğretmeniği Bölümünü kazanarak üniversite eğitime başlamıştır. Hala öğrenimini bu bölümde devam ettirmektedir.

GSM: + 90 536 642 7740

E-mail : fatih.alkan@gmail.com.tr

MUSTAFA AY 2702011

1989 Manisa doğumludur. Lise öğrenimini 2007 yılında Manisa Anadolu Meslek Lisesi Makine Bölümünde tamamlamıştır. Aynı yıl Marmara Üniversitesi Talaşlı Üretim Öğretmeniği Bölümünde üniversite eğitime başlamıştır. Hala öğrenimini bu bölümde devam ettirmektedir.

GSM: + 90 505 655 6802

E-mail : mustaiy89@hotmail.com.tr