

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

Plastikler günümüzde otomotiv, havacılık, inşaat, elektrik-elektronik ve tıp alanında kullanılan birçok cihaz başta olmak üzere çok sayıdaki sanayi dallarında çelik ve diğer malzemelerin yerini almıştır. Plastiklerin birçok sektörde kullanılmasıyla tasarımcılara kendilerini geliştirecekleri yeni alan ortaya çıkmıştır. Plastiklerin tasarımı ve şekillendirilmesi için bilgisayar ortamında geliştirilmiş programlar sayesinde kolaylıklar sağlanmıştır. Genellikle Cad programı olarak Autocad, Unigraphics, Solidworks, I-deas, Pro-Engineer vs. kullanılmaktadır. Cad ortamında gerçekleştirilen tasarımı yapılan obje, Cam programları (Mastercam, Bobcad vs.) aracılığıyla Cnc tezgahlarına aktarılarak imal edilmektedir.

Son yıllarda tasarım ve üretim alanında geliştirilen CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım), CAD-CAM (Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim), CAE (Bilgisayar Destekli Mühendislik) ve beraberinde katı modelleme, yüzey modelleme, parametrik tasarım, analiz, hızlı talaş kaldırma daha kaliteli ürünler üretilmesine ve imalat sürecinin büyük ölçüde azalmasına neden olmuştur. Aynı zamanda da hata ihtimali en aza indirilmiştir.

Kolay ve hızlı olması zamandan tasarrufu sağlamakta, bilgisayar ortamındaki birebir çizim, doğru ve güvenilir ölçüyü vermektedir. Tasarlanmış ürünlerde değişiklik yapabilme ve bunların montaja aksettirilmesi, dişi-erkek kalıplara uyarlayabilmesi, detaylandırma kolaylıkları, çizimlerde ölçeklendirme kolaylıkları sayesinde kontrolde de büyük kolaylıklar sağlar, bu da güvenilirliği artırır, imalatçıya yorum imkanı verir ve daha ucuz kalıp yapılmasını sağlar.

Tasarım programlarında, teknik resimde yapılan ölçü değişikliği parçaya, parçada yapılan her türlü model değişikliği, o parçanın kullanıldığı tüm montaj dosyalarına, montaj sayfasında yapılan değişiklikler ait oldukları parça dosyalarına ve teknik resimlere yansımaktadır.

Dolayısıyla bilgisayar destekli ortamda kalıp tasarım çalışmalarını imal edebilecek kalıbın; aşamalarını kolaylaştıran, hızlı ve daha düşük maliyetli hale getirmiştir. Artık günümüzde çok sık kullanılan bilgisayar destekli kalıp tasarımı imalatçılar tarafından kabul görmüş ve program üreticileri tarafından da geliştirilmeye başlanmıştır.

Bu çalışmada bilgisayar yazılımları yardımıyla tasarımı yapılan plastik parçanın, elde edilinceye kadar geçen süre içerisinde bütün aşamaları incelenmiş kalıbın imalat aşamalarında her bir elemanın imalatı yapılarak eğitimde kullanılabilecek bir pano hazırlanmıştır.

BÖLÜM II

BİLGİSAYAR DESTEKLİ PLASTİK KALIP TASARIMI AŞAMALARI

II.1. PLASTİK PARÇA TASARIMI

II.1.1. TASARIMDA TEMEL NOKTALAR

Diğer malzemelere oranla, plastik malzemelerde yapısal geometrinin yanında malzeme kompozisyonuna daha fazla önem vererek tasarımı optimize etmek gerekir. Plastiklerde özellikle malzeme seçimi, tasarım şekli ve üretim yöntemlerinin seçimi arasında önemli bağlantılar vardır.

Günümüzde 10.000’den fazla çeşitte plastik malzeme vardır ve bunlardan birkaç yüzü büyük miktarlarda kullanılmaktadır. Plastik malzemeler aynı tipte değildir ve herbiri değişik özelliklere sahip gruplara ayrılır. (şekil II.1)

Plastikler malzemeler (Polimer) birbirine bağlanan yada karıştırılan uzun molekül zincirlerinden (makro moleküllerden) meydana gelir. Makro moleküller 10.000’den fazla tek yapı elemanlarının kolye üzerine boncuklar gibi dizilmesiyle oluşur. Makro molekülleri oluşturan tek yapı elemanlarına “monomer” denir Aynı monomerden farklı üretim metotları ya da farklı miktarlarda kullanılarak çok farklı polimerlerin elde edilmesi mümkündür.

Polimerler, polimerizasyon reaksiyonları ile elde edilebilirler. Polimerizasyon bir çok molekülleri bir araya bağlama reaksiyonudur. Farklı türden monomerlerin bu şekilde birleştirilmesi “kopolimerizasyon”, monomerlerin su, amonyak gibi basit yan ürünler vererek birbirine bağlanması “polikondansasyon” olarak adlandırılır. Bu reaksiyonları başlatmak için ısı, basınç veya katalizörlerden yararlanılır [1].

Polimerleri makro moleküler yapılarına bağ ve mekanizmalarının tipine bağlı olarak üç ana gruba göre sınıflandırabilir.

a) Termoplastikler

Termoplastik polimerlerinin çeşitlerinin çok fazla olmasına rağmen matris olarak kullanılan polimerler sınırlıdır. Termoplastikler düşük sıcaklıklarda sert halde bulunurlar ısıtıldıklarında yumuşarlar. Termosetlere göre matris olarak kullanımları daha az olmakla birlikte üstün kırılma tokluğu, hammaddenin raf ömrünün uzun olması, geridönüşüm kapasitesi ve sertleşme prosesi için organik çözücülere ihtiyaç duyulmamasından dolayı güvenli çalışma ortamı sağlaması gibi avantajları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra şekil verilen termoplastik parça işlem sonrası ısıtılarak yeniden şekillendirilebilir. Oda sıcaklığında katı halde bulunan termoplastik soğutucu içinde bekletilmeden depolanabilir. Termoplastikler yüksek sertlik ve çarpma dayanımı özelliğine de sahiptirler.

Başlıca termoplastikler PMMA (Polimetil metakrilat), CA (Selüloz asetat), PTFE (Politetra fluor etilen), PA (Poliamid), PE (Polietilen), PP (Polipropilen), PVC (Polivinil klorür), PC (PoLi karbonat), ABS (Akrilo nitril bütadien stiren), PET (Polietilen teraftalat), PEEK (Polieter eter keton), PPS (Polifenilen sülfür), PPA (Polifenilen oksit) gibi plastik malzemelerdir [2].

Termoplastiklerin enjeksiyon kalıplanması ise; bu malzemeler ısıtıldıklarında şekil değişikliğine uğrarlar ve yumuşak akışkan hale gelirler. Tekrar soğutulduklarında ise katılaşabilirler. Aslında bu plastiklemenin sıcakta, kalıplamanın ise soğukta olmasının sebebi termoplastikler içindir. Genellikle sıcaklık farkı 100 °C den daha fazladır. Enjeksiyon kalıplama için geliştirilen termoplastik malzemeler, az kuvvetle kısa zamanda akışkan bir erime gösterir.

Enjeksiyon kalıplama sıcaklığı malzemeden hızlı bir şekilde uzaklaştırılmalıdır. Bu yüzden soğutma sistemi çok dikkatli tasarlanmalıdır. Soğutma maddesi genel olarak sudur ve kalıplama sıcaklığı 100 °C altındadır. Soğutma suyu kanallardan geçerek soğutma işlemini yapar. Ekonomik sebeplerden dolayı mesela kalıplama malzemesinin kalitesi, kalıplamaya sabit ve eşit olmayan bir sıcaklığa bağlıdır. Bu yüzden soğutma devresi çok iyi ve ince bir şekilde ayarlanmalıdır ve soğutma maddeleri öyle şekilde kullanılmalıdır ki soğutucu maddenin (yani suyun) sıcaklığı hep aynı sıcaklıkta sabitlenmelidir.

Makine işlemi gerektirmeyen kalıp bölgeleri öyle bir şekilde üretilmeli ki akışkan plastik kalıplama bölgesinin içine sızmasın ve ona zarar vermesin. Aksi takdirde makine işlemi gerekecektir. Bu yüzden bütün birleşme noktalarındaki boşluklar, 0.03mm'den daha az olmalıdır. Bu koşullar yüksek enjeksiyon basıncı

esnasında ve akışkan katılaşmaya kadar geçerlidir. Genellikle geniş kalıplama bölgeleri, büyük enjeksiyon kalıplama makineleri kullanıldığı ve kalıpların çok sağlam, klamplama ünitelerinin çok hassas olması istendiği zaman karmaşık bir hale gelir [3].

b) Termosetler

Termoset plastikler sıvı halde bulunurlar, ısıtılarak ve kimyasal tepkimelerle sertleşir ve sağlamlaşırlar. Termoset plastiklerin polimerizasyon süreci termoplastiklerden farklı olarak geri dönüşü olmayan bir süreçtir. Yüksek sıcaklıklarda dahi yumuşamazlar. Çoğu termoset matris sertleşmemeleri için dondurulmuş olarak depolanmak zorundadır. Dondurucudan çıkarılıp oda sıcaklığında bir müddet (1-4 hafta arası) bekletildiğinde sertleşmeye başlar ve özelliklerini kaybederek biçim verilmesi zor bir hâl alır ve kullanılamaz duruma gelir. Dondurucu içinde olmak şartıyla raf ömürleri ise 6 ila 18 ay arasında değişmektedir.

Fenolik reçineler, furan reçineleri, epoksi reçineler, alkid reçineler, melamin formaldehid reçineler ve doymamış poliyester reçineler kullanılan başlıca termoset plastik malzemelerdir [2].

Termoset plastiklerin enjeksiyon kalıplaması; bu plastikler enjeksiyon kalıplama için düşük moleküler durumu sağlarlar. Bunlar genellikle mineral veya odun talaşı veya elyaflarla doludurlar ve enjeksiyon ünitesinde yüksek viskoziteye oranla düşük sıcaklıklarda mücadele etmektedir. (<120°C)

Burada, kalıpların sıcaklığı plastikleme ünitesinden 100°C daha fazladır. Bağ yapısı sık çapraz bağlı olmasına rağmen katılaşabilir. Bu maddeler, göz boşluğunun sıcak yüzeyleriyle temasta bulunduğu sıvı hale gelir. Bu yüzden ayırma çizgisi arasındaki boşluk 0,15mm den daha az olmalıdır aynı zamanda parlatmak istemiyorsak [3].

c) Elastomerler

Makro moleküllerin az veya çok güçlü olarak çapraz köprülerle bağlanmaları da mümkündür ve buna “çapraz örme” denir. Sadece az sayıda köprünün münferit molekül zincirlerini bitişik zincirlerle bağlamalarından plastik madde olarak ELASTOMERLER ortaya çıkarlar. Elastomerler artık eritilemezler ve çözülmezler,

ancak şişme hassasına sahiptirler. Kauçuğa benzer özelliklere sahiptirler. Araç imalatında elastomerler, contalar veya rüzgarlıklar olarak kullanılmaktadır [4].

Elastomerlerin enjeksiyon kalıplaması ise; bu malzemeler (mesela kauçuk), son durumlarındaki moleküler yapılarıyla aynı yapıdadırlar. Sıcaklığın tek etkisi komşu moleküllerin birbirlerini engellemesidir. Bu yüzden değişikliği çok azdır.

Elastomeleri çapraz bağ yapısından korumak için kalıplamaya girmeden önce plastikleme ünitesi 100°C'nin altında tutulur.

Burada sıvı kauçukla birlikte bazı modern ve sentetik elastomerler istisnadır. Çünkü Göz boşluğundaki elastomer 60°C'nin üstüne kadar ısıtıldığı için elastomerin hacmi artar ve göz boşluğun yüzeyleri basınç yapmaya başlar. Sıcak yüzeyle temas halinde olduğundan dolayı çapraz bağ yapısı oluşmadan önce akışkanlıkta azalma olur ve ayırma çizgisi arasındaki boşluk 0,02mm küçük olmalıdır. Eğer parlatma işleminin yapılması istenmiyorsa. Fakat bu gerçekten zor bir şeydir çünkü büyük kalıplarla parlatma işlemi kaçınılmazdır [3].

Birçok ürün düşük yüklerden büyük yüklere kadar değişen çevresel şartlarda çalışabilecek şekilde plastik malzemelerden tasarlanabilir. Burada tasarımcı için önemli olan, istenilenin ne olduğunu bilmek ve isteklere uyabilecek şekilde maliyetleri de gözönüne alarak uygun bir analiz gerçekleştirmektir. Ne yazık ki günümüzde hiçbir plastik malzeme tek başına bütün özelliklere sahip olamaz, fakat çeşitli plastik malzemelerin birleştirilmesiyle bu özellikler sağlanabilir. Plastikler bunun yanında çelik malzemelerle de birleştirilebilir. Karmaşık geometriye sahip ürünlerin plastik malzemeye göre tasarlanması avantajlıdır [5].



Şekil II.1. Plastik Malzemelerin Mekanik Özellikleri

Bazı plastiklerin belirli mekanik özelliklerine ait kalitatif bilgiler örnek olarak aşağıda verilmiştir [6].

- Akrilonitril : Çekme ve darbe dayanımları yüksek, uzaması az,
- Asetal : Çekme, darbe dayanımı, sertlik ve uzama yüksek
- Epoksi : Asetal ile aynı özelliklerde,
- Fenolik : Sert, kırılğan, çekme dayanımı dolgu maddesine göre yüksek veya düşük, uzaması çok az,
- Melamin : Fenolik gibi, ancak çekme dayanımı daha yüksek,
- Polyamid : Çekme dayanımı, uzaması ve aşınma dayanımı yüksek,
- Poliester,ts : Darbe dayanımı ve uzaması düşük,
- Poliester, tp : Darbe ve çekme dayanımı yüksek,
- Polikarbonat : Çekme, sürünme ve darbe dayanımı ile uzaması yüksek,
- Polietilen, yy : Darbe dayanımı yüksek,
- Poliimid : Çekme ve darbe dayanımı yüksek, sürünme dayanımı yüksek (yükleme sonu dayanım değişimi az),

Poliüretan : Çekme dayanımı değişik, darbe dayanımı yüksek, uzaması çok fazla,
Polivinilklorid: Çekme dayanımı ve esneklik değişik,
Silikon : Mekanik özellikler zayıf, ısı direnci yüksek
Sülfon : Çekme, basma, sürtünme dayanımı yüksek, sıcakta da bu özelliklerini korur.

II.1.2. TASARIMIN VE MALZEMENİN SEÇİMİ

Bir mühendisin parça tasarımı ve uygun malzeme seçimini gerçekleştirmesi için aşağıdaki sorulara cevap vermesi gerekmektedir.

II.1.2.1. Tasarım Kavramı:

- a) Parça veya ürünün kullanımına ait istekler nelerdir? (Estetik, yapısal, mekanik)
- b) Maliyetleri etkileyen kaç tane fonksiyonel madde parçaya tasarlanabilir?
- c) Değişik parçalar büyük bir parça oluşturacak şekilde birleşebilir mi?

II.1.2.2. Mühendislik:

- a) Yapısal istekler nelerdir?
- b) Yükler statik, dinamik veya çevrimsel midir?
- c) Ne kadar bir saptırmaya izin verilebilir?
- d) Parça darbe yüklerine maruz kalacak mıdır?
- e) Montaj ve kullanım için ne kadar toleransa gerek vardır?
- f) Parça ne tür bir ortamda çalışacaktır?
- g) Parça hangi sıcaklıklara maruz kalacaktır?
- h) Parça kimyasal olarak neye maruz kalacaktır?
- ı) Ürünün tahmini olarak ömrü ne olacaktır?
- i) Ürünün montajı nasıl yapılacaktır?
- j) Parçada ne tür bir son işlem uygulanacaktır?
- k) Bazı standartlara (UL, DOT, MIL) göre mi imalat gerçekleştirilecektir?
- l) Tasarımı yapılan ürün ekonomik olarak enjekte edilecek ve son işlem uygulanacak mıdır?

Yukarıda belirtilen sorulara cevap bulunduğunda, bir sonraki basamak olan malzeme seçimi gerçekleştirilir. Uygun malzemeyi tespit ettikten sonra parça geometrisine ve et kalınlığına ait hesaplamalar yapılır, daha sonrada tasarım

gerçekleştirilebilir. Plastik enjeksiyon için parça tasarımında aşağıdaki sorulara cevap aranmalıdır;

- a) Kalıba ait parçalar imal ve plastik parça enjekte edilebilecek mi?
- b) Parçaya verilen et kalınlığı parçanın tamamen doldurulması için gerekli olan plastik malzeme akışı için yeterli mi?
- c) İç köşelerin hepsine yüksek gerginlikleri azaltacak şekilde radyüs verildi mi?
- d) Parça üzerinde et kalınlığı değişimi düzgün mü?
- e) Kaburga veya kabartma kalınlığının bunlara bağlantılı et kalınlıklarına oranı uygun mu?
- f) Kalın kesitlerden plastik enjekte edip daha ince kesitlere akış sağlamak mümkün mü?
- g) Birleşme noktalarında görünüm ve mukavemet problemleri ortaya çıkarır mı?
- h) Bütün yüzeylere uygun bir kalıptan çıkma açısı ilave edildi mi?
- ı) Bütün parça için uygun olarak görülmüş bir tolerans belirlendi mi?

Eğer parçada ihtiyaç duyulanları uygun olarak belirlersek, uygun malzemeyi seçersek, tasarımı bu malzeme için optimize edersek ve son olarakta uygun üretim yöntemleri dikkatlice belirlersek, bütün bunların sonunda çalışan bir parçaya sahip olma yolundayız diyebiliriz [5].

II.1.3. KULLANIM YERLERİNE GÖRE PLASTİK PARÇA MODELLENMESİ

Bilgisayar destekli kalıp tasarımında ilk önce plastik parçanın modellenmesi gerekmektedir. Uygun malzeme seçimi yapıldıktan sonra plastik parça modellemesine etki eden en önemli faktör parçaların kullanım yerlerinin özellikleri ve plastik parçaların bu kullanım yerlerine uygun olarak mukavemet ve özellik göstermesidir. Burada kimyasal, fiziksel, elektriksel, mekaniksel tasarım bilgilerinin yanı sıra ergonomiklik yüzey kalitesi, maliyet ve ağırlıkta çok önemli birer tasarım faktörüdür. Bilgisayar destekli parça tasarımında parçaların çalışacağı diğer eş çalışan parçalarında özellikleri, görevleri ve yapıları önemlidir. Günümüzde kullanılan bilgisayar programlarında bir sistemi oluşturan tüm parçaların teker teker çizilmesi ve montaj yapılması ile sistem sanal olarak ölçülü ve gerçekmiş gibi

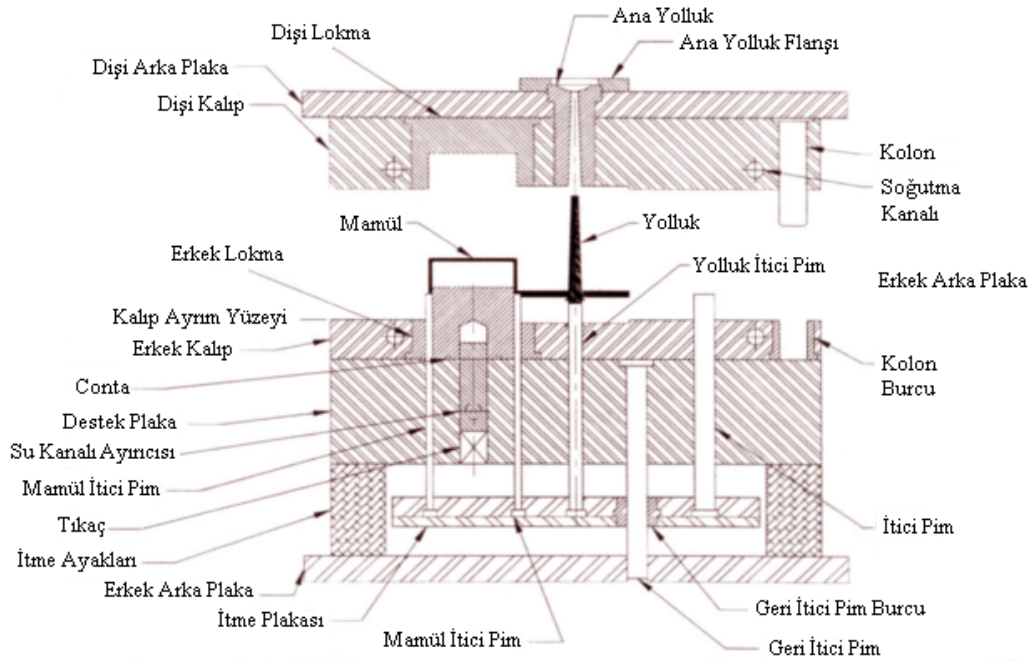
çalıştırılabilmektedir. Bu tür programlarda bizlere yeterli derecede kullanım yeri hakkında bilgi vermektedir.

II.1.4. KALIP ÇALIŞMA ŞEKLİNE GÖRE PLASTİK PARÇA MODELLENMESİ

Plastik parça modellenmesine etki eden faktörlerden bir diğeri de kalıp çalışma şekillerinin parça tasarımına olan etkisidir. Parça tasarımı birebir olarak kalıp tasarımıyla ilgili olduğu için kalıp çalışma şeklini değiştirebilmektedir. Bunlar hem maliyet açısından hemde teknik yönlerden işimizi bazen zorlaştırır bazen de kolaylaştırır. Bir plastik parça tasarımı yapılırken kalıp bölme yüzeyi, kalıp çıkma açıları ve maça sistemlerini gözönüne almamız gerekir.

II.2. KALIP TASARIMI

Kalıbı meydana getiren elemanlar şekil II.2 de belirtilmiştir. İlerleyen aşamalarda bu elemanlardan bahsedilmektedir. Kalıp tasarımını yaparken bazı hesaplamalar yapmak gerekir. Bunlardan en önemlisi göz adedi hesabıdır.



Şekil II.2. Kalıp Elemanları [7]

Bununla beraber çekme payı, kalıp ayırım çizgisiyle dişi ve erkek kalıplar, soğutma sistemleri ve iticiler olarak sıralayabiliriz.

II.2.1. KALIP GÖZ ADEDİ

Kalıbının yaptırılması düşünülen plastik parçanın veya parçalarının bir kalıpta oluşturulan adedidir. Bir plastik parça enjeksiyon baskısından sonra kalıptan bir adet çıkabildiği gibi eğer fazla miktarda bu parçanın simetri boşluğu kalıba işlenirse, işlenilen boşluk sayısı kadar kalıptan parça çıkabilmektedir.

Piyasada bahsedilen bu parça boşlukları sayısına göz adedi sayısı denir. Göz adedi parça ebadına göre çift sayı yapılırlar.

Kalıp göz adedini etkileyen faktörler ise; parça kullanım adedi, parça geometrisi, kalıp ebatları, kalıp maliyeti, makine tipi ve kalıp çalışma şekli olarak sıralanabilir.

Dengesiz bir yolluk dağılımına sahip olan kalıplardan çıkan parçaların aynı hacim ve ağırlıklara sahip olması mümkün değildir. Böylelikle dengeli yolluk dağılımları göz adedine direkt olarak etki eder ve genellikle piyasada kalıp tasarımı yapılırken bu faktör önde gelir.

II.2.1.1. GÖZ ADEDİ SAYISININ BELİRLENMESİ

Kalıp tasarımı yaparken göz adedinin tespit edilmesinde birkaç önemli faktör vardır. Parçanın şeklinden dolayı kalıp üzerinde birçok maça çalışması gerekebilir. Yüzey alanının fazla olmasından dolayı enjeksiyon makinesinde mengene kapama, çapağa kaçma problemi yaşanabilir.

Kalıp göz adedinin tayinini aşağıdaki gibi formülize edilebilir [8];

$$G = \frac{Hm.t}{60.p} \quad (II.1)$$

G : Göz adedi

t : zaman (s)

p : 1 adet plastik parça kütlesi (g)

Hm : Enjeksiyon ocağının dakikada eritebildiği hammadde miktarı. (g/min)

$Hm = K \cdot A$

K : Kullanılan enjeksiyon basıncı (mPA)

A : Parça yüzey alanı (cm²)

II.2.1.2. GÖZ ADEDİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

II.2.1.2.1. Parça Kullanım Adedi

İmali düşünülen parçanın projedeki kullanım adedinin çokluğudur. Örneğin simetrisi basit olan bir parçanın projedeki kullanımı az ise bunun için yapılan kalıbın çok gözlü olmasına gerek yoktur. Yine projede kullanılan parçanın, projedeki kullanım adedi çok ise simetrisi grift bile olsa bunun kalıbını az gözlü yapmamak gerekir. Parça kullanım adedi; günde çalışılan zamanın, parçanın enjeksiyon makinasından çıkıncaya kadar geçen zamanına oranıyla elde edilir.

II.2.1.2.2. Parça Geometrisi

Parça geometrisi göz adedine etki eden faktörlerin en önemlilerinden olup direkt olarak kalıbın yapım şeklini ve konstrüksiyonunu belirler. Kimi zaman bazı plastik parçalar kendi geometrisel şeklinin zorluklarından dolayı, kullanım adetleri fazla oldukları halde bir gözlü veya olması gerekenden az gözlü yapılmaktadırlar. Bu durumda imalatçılar genellikle çift kalıp yapmayı tercih edilir.

II.2.1.2.3. Kalıp Ebatları

Parça göz adedine enjeksiyon makinesi tipine göre etki eden bir faktördür. Çünkü enjeksiyon makinelerinin xy eksenlerindeki kolon aralıkları her enjeksiyon makinesinin tonajına göre değişmektedir. Dolayısıyla bir kalıp göz adedi hesaplanırken elimizde bulunan mevcut enjeksiyon makinelerinin kolon aralık ölçülerine göre kalıp ebatlarını düşünüp göz adedini belirlerken bu kriteri de göz önüne almak gerekmektedir.

II.2.1.2.4. Kalıp Maliyeti

Kalıp göz adedi sayısını belirlemede etki eden en önemli faktörlerden biridir. Çünkü göz adedi sayısı dolaylı olarak kalıp ebatları ile doğru orantılıdır. Yukarıda da bahsetildiği gibi projede kullanım adedine göre hesaplanarak belirlenen göz sayısı karlılık faktörü göz önüne alınarak arttırılabilir. Burada iki türlü etken meydana gelmektedir ki bunların birincisi, göz sayısı çokluğundan dolayı kalıp maliyetlerinin artması, ikincisi ise makine tonajının büyümesidir.

Kalıp maliyetlerinin artması kalıp göz adediyle doğru orantılı değildir. Daha evvelde belirtildiği gibi bu yaklaşık teoride %50 etki eder. Fakat öyle kalıplar vardır

ki bunların çok gözlü olmaması her zaman zarar getirir. Örneğin dübel, toka, ayakkabı tokası, plastik yüzük, boncuklar, plastik vidalar, plastik pullar, plastik çatal kaşık vs. çok gözlü yapırlar. Buradaki kalıp maliyetleri sadece ilk yatırım maliyetlerini etkiler. Fakat kalıp baskı adedinde kar-zarar başa baş noktasını geçerek kar etmeye başlar.

II.2.1.2.5. Makine Tipi

Kalıptaki göz adedinin artması ile kalıp ebatları ve kalıp yüzeyi alanı artacağı için hem kolon aralıkları daha geniş makine bulmak lazım, hem de bazen aynı kolon aralık ölçülerine sahip olsa dahi daha büyük tonaja sahip bir enjeksiyon makinesine ihtiyaç duyulabilir. Bu tür etkenler de yine bir projeye başlarken, proje maliyet analizleri sırasında dikkate alınmalıdır.

II.2.1.2.6. Kalıp Çalışma Şekli

Kalıp göz adedine etki eden faktörlerden biri kalıp çalışma şeklidir. Burada kalıp çalışma şeklinin göz adedine etkisi vardır. Parçanın kullanım adedi projede çok olsa dahi eğer kalıp teknik açıdan çok gözlü yapılamıyorsa, burada kalıp sisteminin izin verdiği ölçüdeki göz adedine göre tasarlanmalıdır.

II.2.1.3. GÖZ ADEDİNE ETKİ EDEN KALIP ÇALIŞMA ŞEKİLLERİ

II.2.1.3.1. Otomatik Kalıplar

Bu tür kalıplar enjeksiyon makinesi başında bir operatör bulunmadan kendi kendine çalışan kalıplardır. Kalıp göz adedi azlığında kalıp otomatik olarak, dizaynı uygun ise çalışabilir. Çok gözlü olan kalıplarda kalıp sistemi otomatik şekilde yapılsa dahi makine operatörsüz çalıştırılmaz.

II.2.1.3.2. Manuel Kalıplar(Yarı Otomatik Kalıplar)

Yarı otomatik kalıp deyince bir operatör eşliğinde enjeksiyon makinesinde çalışan kalıp olduğu anlaşılır. Dolayısıyla yarı otomatik kalıplarda, kalıp sisteminin izin verdiği ölçülerde göz adedi arttırılabilir. Pratikte umumiyetle bir kalıbın çok gözlü olması düşünüldüğünde bunun bir operatör gözetiminde çalışacağı varsayılmaktadır.

II.2.1.3.3. Maçalı Kalıplar

Teknolojik bir zorunluluk olarak, bazı kalıplar, maçalı yani yatay eksen üzerinde çalışan bazı mekanik aksamılarına sahip olmak zorundadırlar. Bu tür kalıpların çok fazla göz sayısına sahip olması mümkün değildir.

Bu tür kalıpların göz adedini arttırmak kalıp ebadını büyüteceği gibi enjeksiyon makinesi tonajını, baskı süresini, kalıp maliyetini ve kalıp dizaynının zorluğunu arttırır.

II.2.1.3.4. Şanzımanlı Kalıplar

Piyasada içinde helisel dişler olan parçaları imal edebilmek için yapılan kalıpların erkekleri dönmek zorundadır. Bir kalıpta erkeklerin dönmesi ancak bir elektrik motoru ile veya bir kramayer sistemi ile veya bir hidrolik sistem ile tahrik edilebilen şanzıman sistemleri ile sağlanır. Bu tür şanzımanlı kalıplarda genellikle göz adedi 360'ın eşit bölenleridir. Büyüklüğüne göre bu göz adedinin altı gözden fazla olması tavsiye edilmez.

II.2.1.4. DENGELİ YOLLUK DAĞILIMININ GÖZ ADEDİNE ETKİLERİ

Yukarıda saydığımız göz adedine etki eden bütün etkenlerin olumlu olduğunu düşünsek bile kalıptaki dengesiz bir yolluk dağılımının parçaya, kalıba ve makineye kötü etkileri olabilir.

Dengesiz bir yolluk dağılımı makinenin ve kalıbın dengeli çalışmasını engeller. Kalıpta aynı hacme sahip olan bir çok gözün kısa zaman farklılıklarıyla dolması ve çıkan parçaların aynı hacim ve ağırlıklara sahip olması gerekmektedir. Fakat dengesiz bir yolluk dağılımına sahip olan kalıplardan çıkan parçaların aynı hacim ve ağırlıklara sahip olması mümkün değildir. Bu da kalıbın bir müddet sonra bir taraftan açma yapıp çapak oluşmasına sebebiyet verir. Dengeli yolluk dağılımları göz adedine direkt olarak etki eder ve genellikle piyasada kalıp dizaynı yapılırken bu faktör önde gelir[8].

II.2.2. ÇEKME PAYI

Kalıplanan çoğu plastik parçaların boyutları kalıp boyutundan azdır. Çekme (küçülme) oranı amorf ve yarı kristal plastik arasında 4 kat değişir. Çekme oranı tipler arasında değişim gösterir, ayrıca işleme şartlarının değişmesi kesinlikle farklı

oranda çekmeye sebep olur. Hatta baskıdan çıkan malzemenin farklı yönlerinde farklı çekme oranları görülür. Örneğin malzemenin enjekte yapıldığını yönle buna dik olan yön arasında dikkate değer bir farklılık görülür. Yarı kristalli termoplastikte enjeksiyon yönündeki çekme miktarı ters yöndeki çekme oranının iki katıdır.

Çekme aynı akış yönünde farklı noktlarda farklılık gösterir. Örneğin uzun akış yolunda basınç düşeceğinden, düşük basınç bölgelerinde fazla çekme görülür. Malzeme duvar kalınlığının artması çekme oranını artırır. Eğer malzeme duvarında farklı kalınlık olursa kalın yerler ince yere göre daha fazla çekeceğinden malzemenin şeklinin bozulmasına sebep olabilir. Bu faktörlerden dolayı çekme oranını her plastik için belirlemek gerekir. (TabloII.1) Çekme oranı yüzde olarak belirlenir. Örneğin %0,4 veya lineer 0,004mm/mm veya 0,004 in/in gibi.

Toplam çekme, kalıptan çıktığı andaki çekme ile malzemenin birgün sonra yaptığı ikinci çekmenin toplamıdır. İkinci çekme malzemenin üretiminden uzun bir süre sonra meydana gelir ve buna çevresel çekme denir. Genel olarak çekme kalıp ve erime sıcaklığının artmasıyla artar. Fakat toplam çekme kalıp sıcaklığı arttırılırsa azalır ve pratikte boyutları daha sabit (dengeli) malzeme üretilir. Eğer kalıp sıcaklığı arttırılırsa ikinci çekme gözönüne alınmayacak kadar küçük olur. Hatta yarı kristal termoplastikler kullanılarak boyutları sabit malzeme üretimi için yüksek kalıp sıcaklığı bile gerekebilir [9].

Bilgisayar destekli tasarım yardımıyla şöyle yapılmaktadır. Kalıplanmış (kalıba dökülmüş) parça nominal ebatlarda tasarlandıktan sonra ve kalıp boşlukları tasarlanacağı zaman malzeme çekme payı hesaba katılmalıdır. Kalıp boşluklarını tasarlamaya başlamanın en uygun yolu, kalıplanmış parçanın geometrisinin kopyalayarak planlamaktır. Bu planlama malzeme çekme payını dengeleyeceği için genellikle yoğun her yönde dağılmayan (anizotropik) özelliği taşıyan kalıplanmış parça niteliklerini, farklı uzaysal yönlerde farklı çekme durumlarına göre uygun hale getirmek için kullanılır. İlaveten, modelin farklı alanlarında geçerli olan ve farklı etkenler dahilinde planlanabilen seçici bir çekme tanımı faydalı olacaktır. Bağımsız geometrik elemanların tam dairesel silindirler, çoğu zaman her yönde dağılmayan çekme payından ayrı tutulması istenir, bu ikisinin ayrı tutulmaması durumunda ölçüsüz ürün elde edilecek karmaşık geometriler oluşacaktır [10].

Tablo II.1. Termoplastiklerin Özellikleri [14]

TERMOPLASTİKLERİN ÖZELLİKLERİ

Plastik Malzeme Adı	Sembol	Yoğunluk (gr/cm ³)	Cam Elyaf Muhtevası (%)	Ortalama Özgül ısı (Kj/Kg*K)	İşleme Sıcaklığı (°C)	Kalıp Sıcaklığı (°C)	Çekme Payı (%)
Polystyrene	PS	1.05		1.3	180-280	10-100	0.3-0.6
Polystyrene medium and high impact	HI-PS	1.05		1.21	170-260	5-75	0.5-0.6
Styrene acrylonitrile	SAN	1.08		1.3	180-270	50-80	0.5-0.7
Acrylonitrile butadiene styrene	ABS	1.06		1.4	210-275	50-90	0.4-0.7
Acrylonitrile styrene acrylate	ASA	1.07		1.3	230-260	40-90	0.4-0.6
Low density polyethylene	LDPE	0.954		2-2.1	160-260	50-70	1.5-5
High density polyethylene	HDPE	0.92		2.3-2.5	260-300	30-70	1.5-3
Polypropylene	PP	0.915		0.84-2.5	250-270	50-75	1-2.5
Polypropylene GR	PP-GR	1.15	30	1.1-1.35	260-280	50-80	0.5-1.2
Polymethylpentene	PMP	0.83			280-310	70	1.5-3
Polyvinyl chloride soft	PVC-soft	1.38		0.85	170-200	15-50	>0.5
Polyvinyl chloride rigid	PVC-rigid	1.38		0.83-0.92	180-210	30-50	>0.5
Polyvinylidene fluoride	PVDF	1.2			250-270	90-100	3.6
Polytetrafluoroethylene	PTFE	2.12-2.17		0.12	320-360	200-230	3.5-6
Polymethyl methacrylate (Acrylic)	PMMA	1.18		1.46	210-240	50-70	0.1-0.8
Polyoxymethylene (Acetal)	POM	1.42		1.47-1.5	200-210	>90	1.9-2.3
Polyphenylene oxide	PPO	1.05		1.45	250-300	80-100	0.5-0.7
Polyphenylene oxide GR	PPO-GR	1.27	30	1.3	280-300	80-100	< 0.7
Cellulose acetate	CA	1.27-1.3		1.3-1.7	180-230	50-80	0.5
Cellulose acetate butyrate	CAB	1.17-1.22		1.3-1.7	180-230	50-80	0.5
Cellulose propionate	CP	1.19-1.23		1.7	180-230	50-80	0.5
Polycarbonate	PC	1.2		1.3	280-320	80-100	0.8
Polycarbonate GR	PC-GR	1.42	10-30	1.1	300-330	100-120	0.15-0.55
Polyethylene terephthalate	PET	1.37			260-290	140	1.2-2
Polyethylene terephthalate GR	PET-GR	1.5-1.53	20-30		260-290	140	1.2-2
Polybutylene terephthalate	PBT	1.3			240-260	60-80	1.5-2.5
Polybutylene terephthalate GR	PBT-GR	1.52-1.57	30-50		250-270	60-80	0.3-1.2
Nylon 6 (Polyamide 6)	PA 6	1.14		1.8	240-260	70-120	0.5-2.2
Nylon 6 GR	PA 6-GR	1.36-1.85	30-50	1.26-1.7	270-290	70-120	0.3-1
Nylon 6/6	PA 66	1.15		1.7	260-290	70-120	0.5-2.5
Nylon 6/6 GR	PA 66-GR	1.2-1.55	30-35	1.4	280-310	70-120	0.5-1.5
Nylon 11	PA 11	1.03-1.05		2.4	210-250	40-80	0.5-1.5
Nylon 12	PA 12	1.01-1.04		1.2	210-250	40-80	0.5-1.5
Polyethersulfone	PSO	1.37			310-390	100-150	0.7
Phenylene sulfide	PPS	1.64	40		370	>150	0.2
Thermoplastic polyurethane	PUR	1.2		1.85	195-230	20-40	0.9
Phenolic resins GP	PF	1.4		1.3	60-80	170-190	1.2
Melamine resins GP	MF	1.5		1.3	70-80	150-155	1.2-2
Melamine phenolic	MPF	1.6		1.1	60-80	160-180	0.8-1.8
Polyester resins	UP	2-2.1		0.9	40-60	150-170	0.5-0.8
Epoxy resins	EP	1.9	30-80	1.7-1.9	70	160-170	0.2

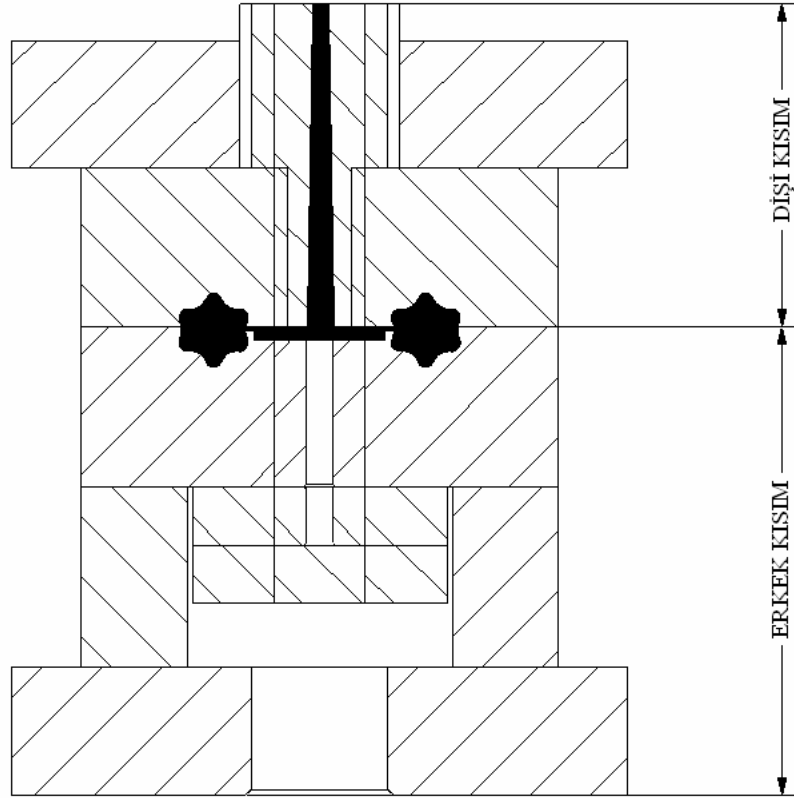
* Akış yönünde ve ters yönde çekme oranı farklıdır.

II.2.3. KALIP AYRIM ÇİZGİSİ

Kalıp ayırım çizgisi imalini düşünüldüğü plastik parçanın kalıbının dişi ve erkek kalıp boşluklarının birleştiği çizgidir. Yani iki kalıp yarımının birleştiği anda tam ortalarından geçen düzlemdir.

Kalıp ayırım çizgisi kalıp tasarımına başlarken ilk önce parça üzerinde belirlenmesi gerekir. Kalıp tasarımının ilk önemli adımıdır.

Bir parçanın bölme yüzeyi tayinini yapabilmek için ilk önce o parçanın nerede kullanıldığının, estetik yönünden bölme çizgilerinin öneminin, ergonomik yönden bölme çizgisinin öneminin belirlenmesi gerekir. Bazen bir parçada estetik olarak bölme çizgisi görünmesi istenmeyebilir.



Şekil II.3. Kalıp Ayırma Yüzeyi

II.2.3.1. ERKEK KISIM

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 yerleştirdiği için genellikle kalıbın erkek kısmı makinenin hareketli plakasının olduğu tarafa takılır.

II.2.3.2. DIŐI KISIM

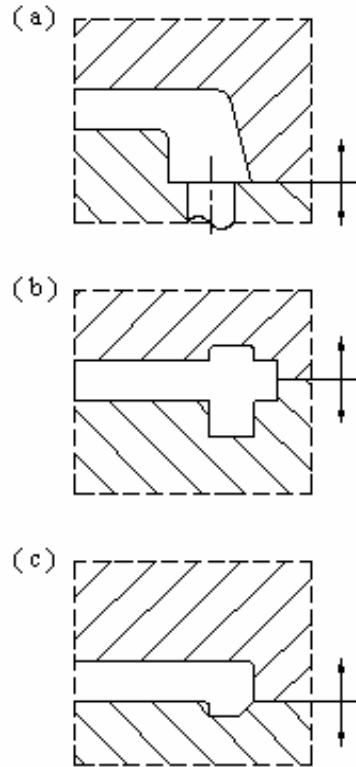
Baskının dıő yüzeylerini belirler. Erkek kısmı gibi, tek plaka üzerine yerleştirilir. Yerleştirildiği plakaya da, kalıbın dıő plakası denir. Kalıbın dıő plakası, genellikle makinenin hareketsiz plakası üzerine monte edilir. Kalıp besleme sistemi genellikle kalıbın dıő kısmının üzerine yerleştirilir.       makinenin enjeksiyon  nitesi bu taraftadır. Kalıp tasarımcıları itici sistemini erkek kalıba, besleme sistemini de dıő kalıp yarımına koyarlar. En çok kullanılan makine tipleri düz hat őklindeki őkillendirmedir.

II.2.3.3. KALIP AYRIM  IZGİSİNİ BELİRLEMEDE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Kalıp ayırım çizgisi kalıp tasarımına baēlarken ilk önce parça üzerinde belirlenmesi gerekir. Kalıp tasarımının ilk önemli adımıdır.

Bir parçanın bölme yüzeyi tayinini yapabilmek için ilk önce o parçanın nerede kullanıldığının, estetik yönünden bölme çizgilerinin öneminin, ergonomik yönden bölme çizgisinin öneminin belirlenmesi gerekir. Bazen bir parçada estetik olarak bölme çizgisi görünmesi istenmeyebilir.

Aēađıdaki őkillerde birkaç kalıp ayırım yüzeyi uygulamaları incelenmektedir.



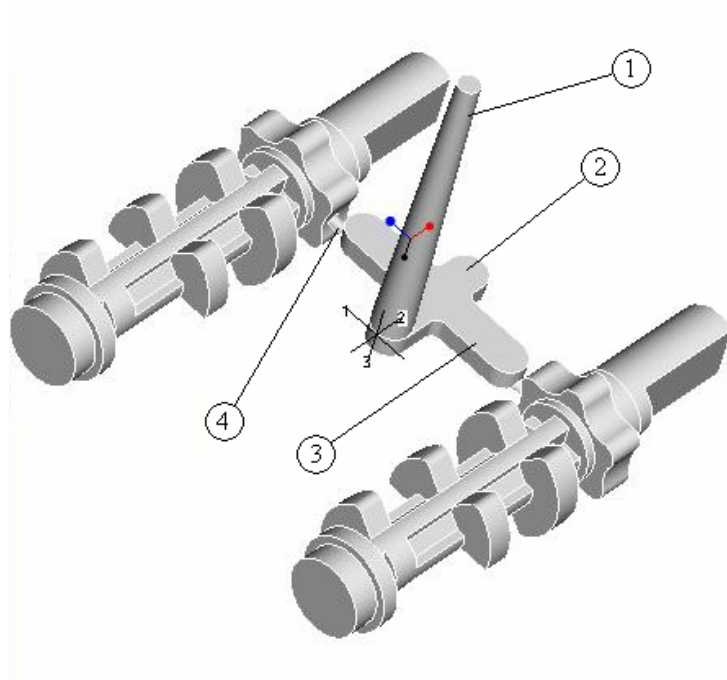
Şekil II.4.  eēitli Kalıp Ayırım  izgisi örnekleri [12]

- a) Kalıp ayırım çizgisi parçanın dışarı atılması için ayarlanmıştır.
- b) Kalıp ayırım çizgisi parça kenarına çekilerek kalıp maliyeti azaltılmış parçanın dışarı atılması kolaylaştırılmıştır.
- c) Kalıp ayırım çizgisi parçanın önünden uzaklaştırılıp çapak izi gizlenmiştir.

II.2.4. YOLLUK VE YOLLUK GİRİŞİ TASARIMI

Besleme sistemlerinin geometrisi, uzunluğu, boyutu ve hacminin kaliteli parça üretimine direkt etkisi vardır. Erimiş plastiğin aktığı yolun mümkün olduğunca kısa, düzgün ve en az dönemeçli olması istenir.

Temel kalıp besleme sistemi; Kalıp giriş yolluğu, Ana yolluk, İkincil yolluk, Yolluk girişi olmak üzere dört parçadan ibarettir. (Şekil II.5)



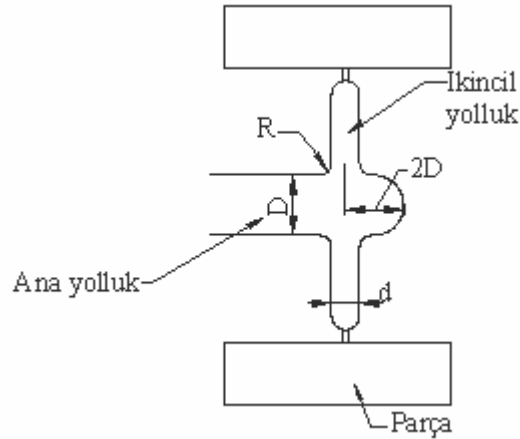
Şekil II.5. Genel Yolluk Bölümleri

II.2.4.1. YOLLUK ŞEKLİ BELİRLENİRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN NOKTALAR

- a) Kalıbın her gözüne eşit basınç nakledilmesi sağlanmalıdır.
- b) Her kalıp gözüne giren yolluğu mümkün olduğunca kısa yapmalıdır.
- c) Kalıpta kolayca çıkması sağlanmalıdır. Profilleri umumiyetle trapez veya yuvarlak olmalıdır.
- d) Uygun şekilde fonksiyonunu yerine getirirken en düşük ağırlıkta olmalıdır.

- e) Kalıp yolluk girişi (meme) içi kesinlikle konik rayba ile raybalanmış ve çok özel bir şekilde parlatılmış olmalı. Aksi takdirde yolluğun memeden çıkmaması gibi sıkıntılı durumlarla karşılaşılabilir.
- f) Bütün yolluk sistemleri ve bütün yan yolluklar veya bağlantıları mümkün olduğunca basınç düşmesini minimize etmek için yuvarlanmalı ve eğimlendirilmelidir.
- g) Yolluğun sonuna, erimiş akan plastiğin önündeki daha az sıcak plastiği, hapsetmek için boşluk yapılmalıdır. Bu daha az soğuk plastik parça içinde kaynak etkisi yapar boşluğun boyu, yolluk çapına eşit olmalıdır.
- h) Tüm yolluklar parlatılmalı kesinlikle freze çakısı izleri bulunmamalıdır.
- i) İkincil yolluklar ana yolluklarda daha ince olmalıdır.
- j) Otomatik çalışan kalıplarda yolluk kopması kolayca olabilecek şekilde açılmalıdır.
- k) Kalıp giriş yolluğu boyu mümkün olabildiğince kısa tutulmalı gerekirse meme kalıp içerisine gömülmelidir.

II.2.4.2. BASİT YOLLUK HESABI VE UYGULAMALARI



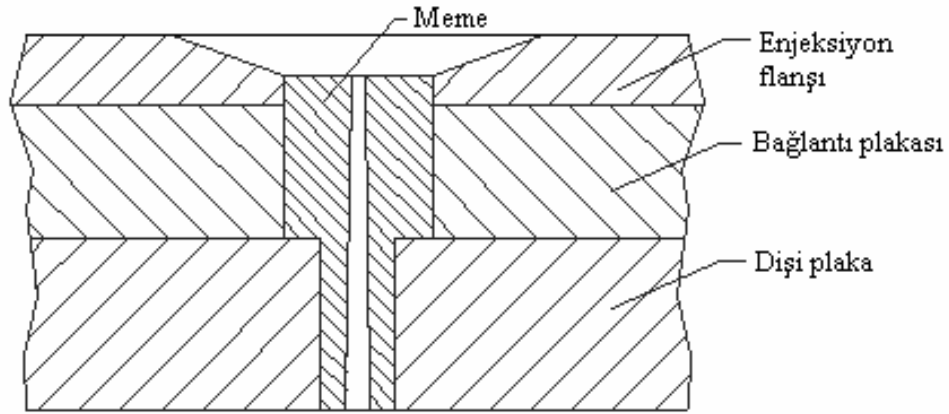
Şekil II.6. Yolluk Uygulamaları

Pratikte de ikincil yolluk uygulamaları akıcılığı düşük olan mallarda $d = (D - 0,2 D)$ biraz daha yükseklerde ise $d = (D - 0,25 D)$ alınabilmektedir[8].

Yolluk tasarımlarında yolluk seçiminde, üretilecek üründe aranan kalite, önemli bir faktördür. Dengesiz yolluk sisteminde, kalıp giriş yolluğuna yakın kalıp boşluğuna, gereğinden fazla malzemenin dolması meydana gelirken, kalıp giriş yolluğundan uzak noktadaki kalıp boşluğuna da yeterli plastik dolmaz.

Çıkan üründe, farklı ağırlıklar oluşur ve boyutlarda farklılıklar oluşur. Kalıbın, dengesiz dolma özelliğinden dolayı kalıpta çapak oluşma ihtimali artar ve bunun kontrolü zorlaşır, zamanla kalıp yüzeyinde çökme oluşabilir. Kalıp doldurmanın dengesiz olduğu durumlarda, her kalıp boşluğundaki basınç düşmesi her bir yolluk girişinin boyutları değiştirilerek eşitlenebilir veya yolluksuz kalıplarda, yolluk giriş pozisyonuyla dengeli bir doldurma sağlanabilir.

II.2.4.3. ANA YOLLUK TASARIMI



Şekil II.7. Tasarımı Yapılan Kalıbın Ana Yolluk Girişi

Kalıp boşluğuna, erimiş polimerin aktığı yola göre, yolluk girişinin bulunduğu yer önemlidir. Yolluk giriş bölgesinin seçilmesinde göz önüne alınacak diğer faktörler aşağıda belirtilmiştir.

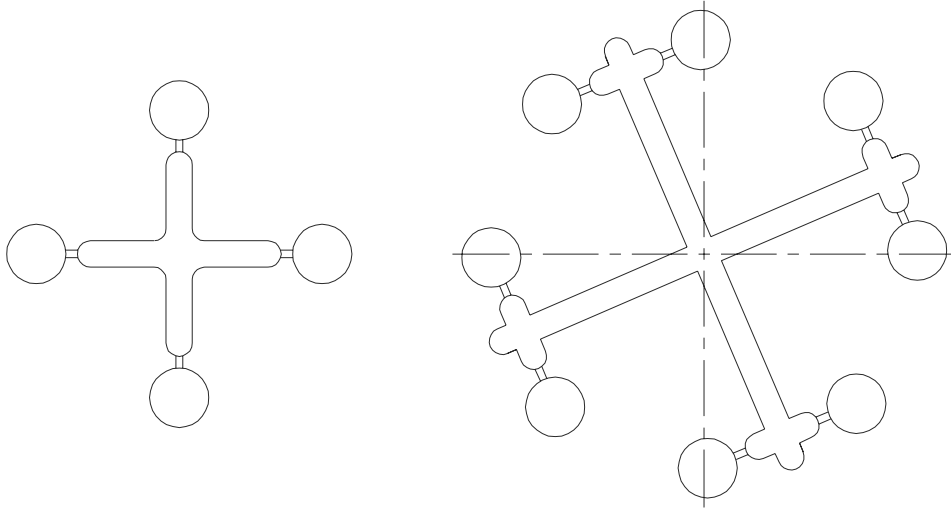
- a) Baskının estetik görünüşü.
- b) Kalıba tekrar yolluk girişi takılması.
- c) Baskının kompleksliği.
- d) Kalıp ısıtma.
- e) İşlenecek polimerin özelliği.
- f) Yolluk girişinden beslenen polimerin hacmi ve besleme oranı.
- g) Kaynak izinin oluşacağı yerin önemi.
- h) Kalıp doldurma eğrisinin sonucu olarak, kalıp içinde gazın çıkamadığı ve bu gazın bulunduğu bölge.

Baskı, klasik beslemeyle doldurulacaksa, örneğin sıcak yolluksuz, yolluk giriş yeri opsiyonu iki plakalı kalıp tasarımındaki sınırlamalardan dolayı kısıtlanmıştır. Bu sınırlama, yolluk girişinin kalıp ayırım çizgisindeki tek bir yüzeye yerleştirilmesinden dolayıdır. İki plakalı kalıp tasarımı, yolluk giriş pozisyonu yönüyle diğer

sistemlerle karşılaştırıldığı zaman kalıp tasarımcısı üç plakalı ve yolluksuz kalıp tasarımını seçerek, istenilen yolluk giriş bölgesini tayin edebilir.

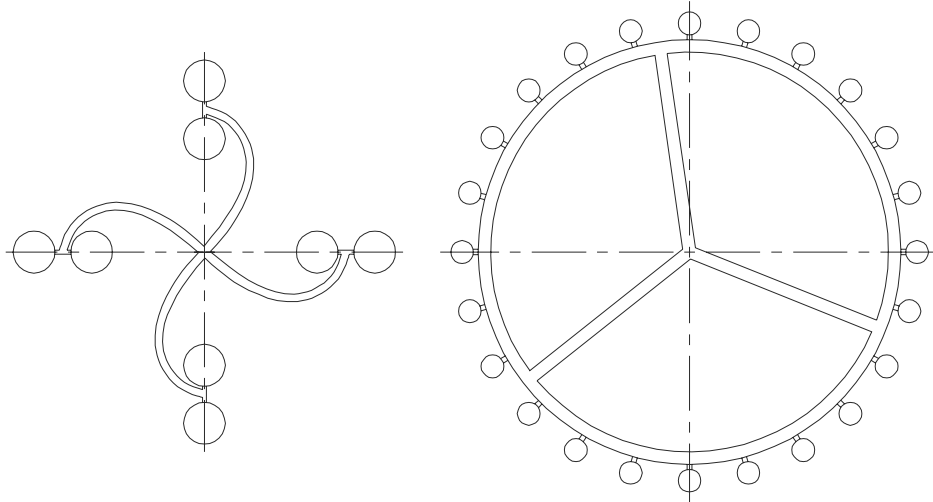
II.2.4.4. YOLLUK ÇEŞİTLERİ VE BAZI UYGULAMALARI

Kalıplarda eşit yolluk dağılımı “H” tipi yolluklarla gerçekleşir. Bunlar 2, 4, 8, 16 vs. gibi göz sayıları ile sağlanır. Eğer bunun dışında göz sayısı gerekiyorsa yolluk çapları farklı işlenir.



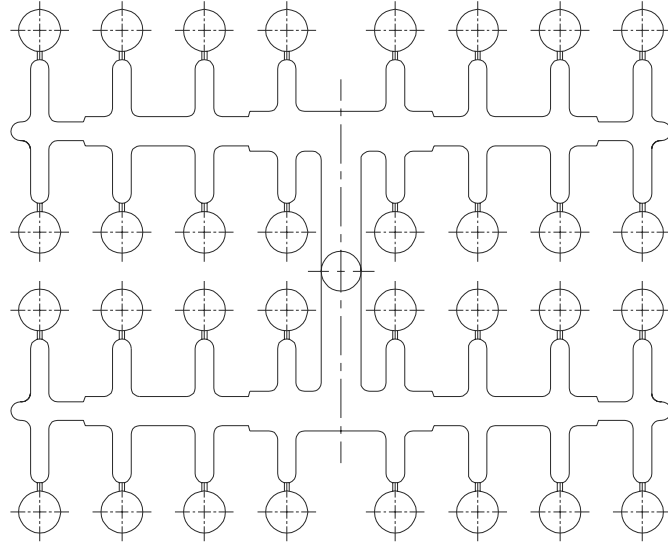
Şekil II.8. 4 Gözlü Standart Yolluk.

8 Gözlü Az Gramajlı Dairesel Tipte Çizilim

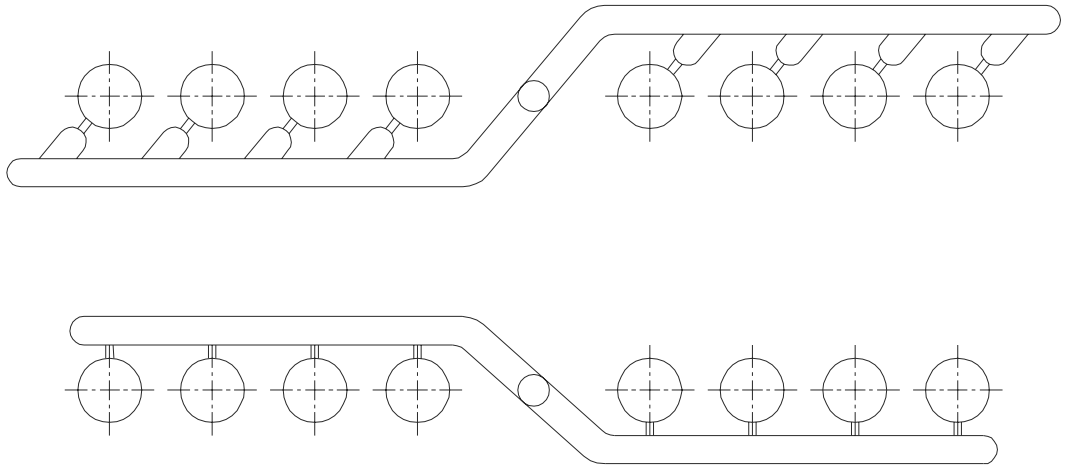


Şekil II.9. 8 Gözlü Kavisli Yolluk Uygulaması

24 Gözlü Az Gramajlı Dairesel Yolluk



Şekil II.10. 32 Gözlü Normal Yolluk



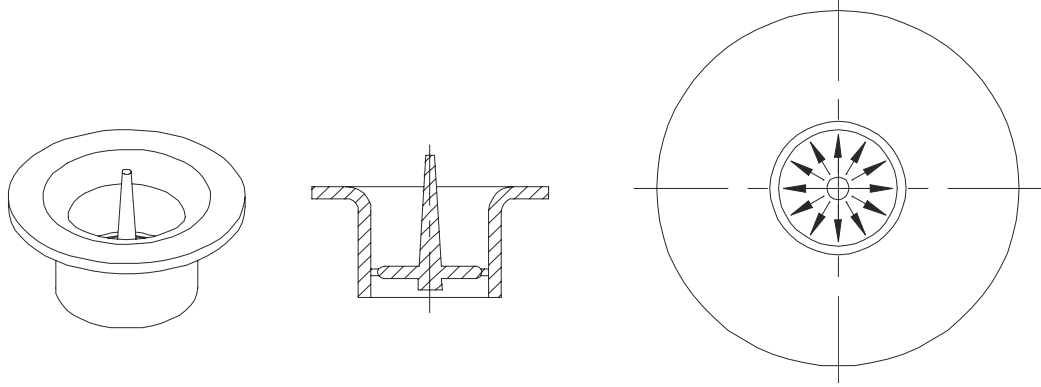
Şekil II.11. Sıra Tipi Düz Yolluk Uygulamaları

II.2.4.5. YOLLUK ÇEŞİTLERİ

II.2.4.5.1. Direkt Girişli Kalıplar

Yolluk giriş bölgesi kararlaştırıldıktan sonra, doğru yolluk giriş dizaynı ve geometrisi seçilir. Yolluk giriş dizaynı kullanılma yerine göre farklılık gösterir. Yolluk giriş bölgesinin tespitinde, etkili olan faktör aynı zamanda yolluk giriş dizaynına da etki eder. Tek gözlü kalıplarda veya büyük tek parçalı baskılarda direkt besleme, yolluk giriş sistemi benimsenir. Bu durumlarda makine memesi (nozzle) direkt baskıya plastik gönderir, sonuç olarak yolluk sistemine (runner) ihtiyaç yoktur.

Baskıyı düzgün şekilde, kaynak izi oluşmadan, doldurmak için direkt besleme yolluk girişi, parçanın geometrik merkezine yerleştirilir. Örneğin, çöp kovası, kova, kap vb.



Şekil II.12. Direkt Girişli Yolluk Uygulaması

Bu tür uygulamalar genellikle içi veya kabine boş kademeli veya düz boru benzeri parçalarda kullanılırlar. Parça kalıptan çıktıktan sonra yolluk yeri komple manuel olarak kırılır.

II.2.4.5.2. Sıcak Yolluk

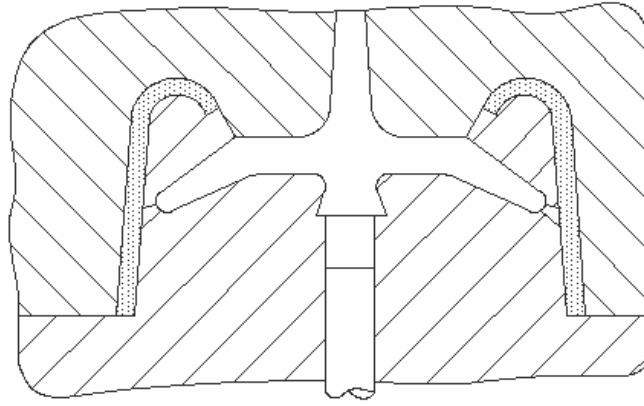
Yolluksuz veya sıcak yolluk sistemlerinin, enjeksiyon ünitesinin kalıp içinde uzantısı olarak görülebilir. Bu durum, plastik malzemenin kalıp içindeki çıkışına kadar erimiş olarak ısıtma elemanlarıyla bunların termokupullu kontrolüyle tutulmalıdır. Sıcak yolluğun çalışma sıcaklığı, plastik malzemenin işleme sıcaklığından farklı değildir. Sabit çalışma sıcaklığı sağlamak için sıcak besleme sistemi kalıbın diğer parçalarından izole edilmelidir. Örneğin, hava boşluğuyla veya ilave soğutma sistemi kontrolüyle. Kullanılacak metot, seçilen sıcak yolluk dizaynına bağlıdır.

II.2.4.5.3. Tünel Yolluk

Tünel yolluk, baskı sonrası yolluğu parçadan otomatik olarak kopmasına imkan sağlar. Yolluk, enjeksiyon işlemi bittikten sonra itici hareketi ile parçadan koparılır.

Tünel yolluk çapları, fiber takviyesiz plastikler için 0,5-0,8 mm fiber takviyeli çeşitleri 2 mm fazladır. Bu dizaynda, kapının gömülü olması nedeniyle, kalıp içinde gazın kaçamaması ve bunun sonucu yanmalar, baskıda problem oluşturur. Tünel yolluk dizaynına sahip, kalıba uygun havalandırmanın yerleştirilmesi akılda tutulmalıdır. Yolluğun kopma izi parça yüzeyinde kalabilir.

Bu tür tünel yolluklar parça kalıptan çıkarken otomatik olarak yolluktan kopması gereken zamanlarda kullanılır. Yine bu tür yolluklar çeşitli parçalara iç yan kenardan ve derinden yolluk girişi kullanılması gerektiğinde yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken konulardan birisi de bu tür yollukların akıcılığı yüksek olan plastiklerde kullanılmasıdır. Bu tür tünel yolluklu kalıplarda tünel u açısı kalıptan kolay çıkması sağlanacak şekilde olmalı, her bir girişin altına bir adet yolluk çekici konulmalı ve yolluk yerleri parlak olmalıdır.



şekil II.13. Çift Girişli İiz Tünel Yolluk Uygulaması

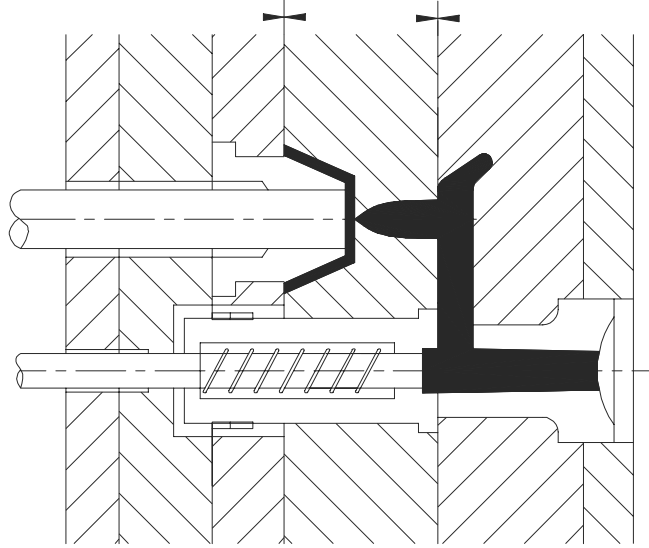
II.2.4.5.4. İğne Yolluk ( Plakalı Kalıplar)

 plakalı kalıplar için, katkısız plastikler için iğne yolluk girişi boyutları 0,8-2 mm ve katkılı plastikler için 2,5-3 mm arasındadır. Bu tip kapı kullanımı esnasında otomatik olarak kapının kopmasına imkan sağlar. Kapı uzunluğu ve boyutu kapının parçadan düzgün kopması için azaltılmıştır. Kapı kopması, genellikle yollukları arkasından çekerek koparmak suretiyle sağlanır. Kapı uzunluğu ve kalınlığındaki azalmadan dolayı, iğne kapı kolayca zarar görebilir ve sürekli, katkılı plastik kullanıldığı zaman eskimeye eğimlidir.

Bu tür uygulamalar genellikle küçük ebatlarda silindirik parçaların çok gözlü veya tekli olarak basılmasında kullanılır. Silindirik parçalarda yandan verilen yolluk sistemlerinde çoğunlukla mal basıncının kalıp erkeklerini mal giriş istikametine yatırma eğilimi vardır. Dolayısı ile hem kalıp zarar görür hem de mal payları parçada eşit çıkamaz.

 plakalı kalıp, çok kullanılan itici plakalı kalıptan birden fazla kalıp ayırım çizgisi kullanılması yönünden, farklı bir şekildedir. Kalıp üç ayrı plakadan oluşmuştur ve kalıp açıldığında bu üç plaka birbirinden ayrılır. Açıklığın biri;

parçanın dışarı atılması için açıklık sağlarken, diğer açıklık, kalıp giriş yolluğunun dışarı atılması için boşluk sağlar. Kalıbın artan kompleks yapısından, dolayı iki plakalı kalıba göre yapımı daha çok zaman alır ve daha pahalıya mal olur.



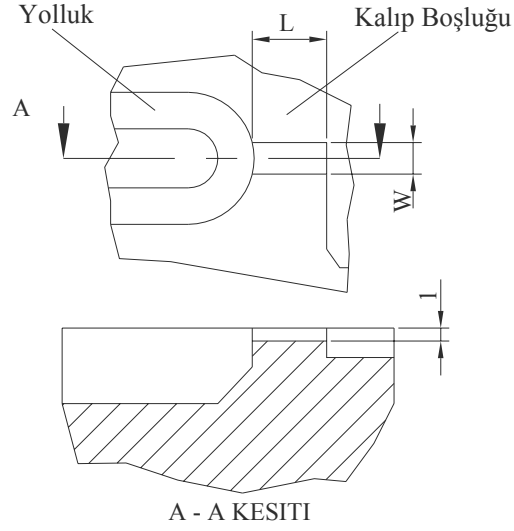
Şekil II.14. İğne Yolluk Uygulaması

II.2.4.5.5. Açık Yolluk

Açık yolluk girişi en basit yolluk giriş dizaynıdır ve kolayca işlenebilir. Açık yolluk girişinin yapımının kolay olmasına rağmen kullanım alanı sınırlıdır, çünkü bu dizaynın kalıp doldurma karakteristiği iyi değildir. Yolluk giriş geometrisi, erimiş plastiğin kötü bir şekilde girişte yayıldığını gösterir. Bazı durumlarda erimiş plastik kalıp girişindeki akışında hiç yayılmaz, solucan gibi kıvrılarak ve fişkirarak akan plastik, parça içinde kıvrımlar oluşturur. Bu durumların sonucu, baskının kuvveti azalır ve parça yüzeyi kötü olur.

Açık yolluk girişi, eğer parçada çok iyi kalite veya estetik aranmazsa kullanılır. Yolluk giriş yerinde herhangi bir yırtılma olduğunda, kalıbın değiştirilmesi istenebilir.

Bu tür uygulamalar genellikle kenarında yolluk izi olmanın önem taşımadığı parçalarda kullanılabilir. Piyasada estetik bir öneme sahip olmayan bir çok parçada en kolay olduğu ve en kolay kalıp boşluğunu doldurduğu için bu sistem seçilir. Bazen de ağır parçalarda, parçanın daha rahat dolmasını sağlamak açısından da bu sistem seçilir.

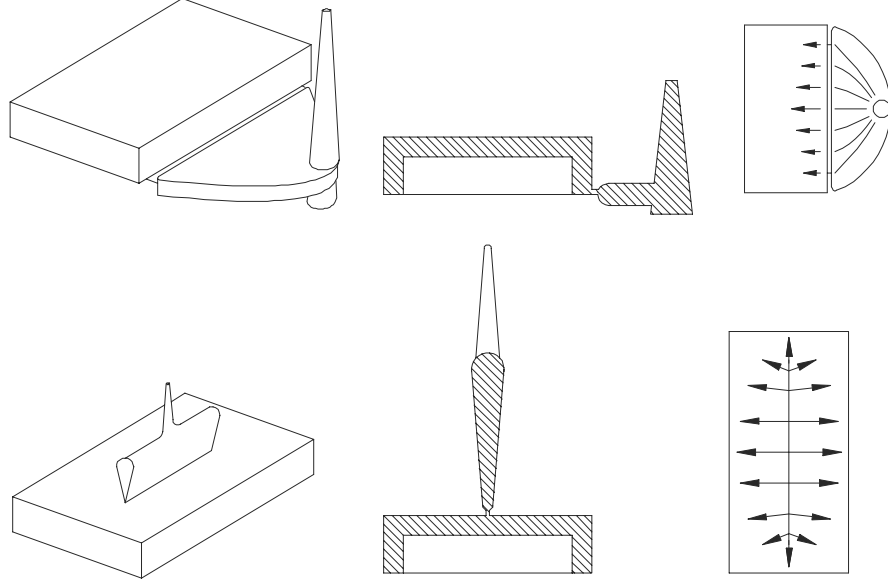


Şekil II.15. Açık Yolluk

II.2.4.5.6. Yaprak Yolluk

Açık yolluğu biraz daha ince ama geniş yüzeyde olanıdır. Bazı birleşme çizgilerini ve daha geniş alana sahip ince parçaların dolması sağlanır.

Aşağıdaki resimlerde açık ve yaprak yolluk uygulamaları vardır.



Şekil II.16. Yaprak Yolluk Uygulamaları

II.2.4.6. Yolluk Giriş Pozisyonu Ve Tasarımı

Kalıp boşluğuna, erimiş polimerin aktığı yola göre, yolluk girişinin bulunduğu yer önemlidir. Yolluk giriş bölgesinin seçilmesinde göz önüne alınacak diğer faktörler aşağıda belirtilmiştir.

- a) Baskının estetik görünüşü
- b) Kalıba tekrar yolluk girişi takılması
- c) Baskının kompleksliği
- d) Kalıp ısıtma
- e) İşlenecek polimerin özelliği
- f) Yolluk girişinden beslenen polimerin hacmi ve besleme oranı
- g) Kaynak izinin oluşacağı yerin önemi
- h) Kalıp doldurma eğrisinin sonucu olarak, kalıp içinde gazın çıkamadığı ve bu gazın bulunduğu bölge

Baskı, klasik beslemeyle doldurulacaksa, örneğin sıcak yolluksuz, yolluk giriş yeri opsiyonu iki plakalı kalıp dizaynındaki sınırlamalardan dolayı kısıtlanmıştır. Bu sınırlama, yolluk girişinin kalıp ayırım çizgisindeki tek bir yüzeye yerleştirilmesinden dolayıdır. İki plakalı kalıp dizaynını, yolluk giriş pozisyonu yönüyle diğer sistemlerle karşılaştırıldığı zaman kalıp dizayncısı üç plakalı ve yolluksuz kalıp dizaynını seçerek, istenilen yolluk giriş bölgesini tayin edebilir.

II.2.5. KALIP SOĞUTMA

II.2.5.1. KALIP SOĞUTMA SİSTEMİ GEREKLİLİĞİ

Enjeksiyon baskıdaki temel prensip, sıcak plastiği kalıp içine gönderip kalıp boşluğunun şeklini alarak bu şekilde kalacak kadar, soğuyup sertleşmelidir. Kalıp sıcaklığı, baskı süresini belirleyeceğinden önemlidir. 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 uygun baskı süresi elde edilir [12].

Belirli kalıpların kullanıldığı sıcaklık, belirli faktörlere bağlıdır, bunlar aşağıda belirtilmiştir. Baskıda kullanılacak plastik tipine ve çeşidine, kalıp boşluğundaki plastiğin akma uzunluğuna, baskının duvarlarına, yollukların uzunluğuna vb. Kalıp sıcaklığını, kalıbı doldurmak için gerekli sıcaklığın üzerinde tutarak kullanılmasının baskı yüzeyinin güzel olması ve kaynak izinin etkisinin azaltılması vb. durumlar bakımından avantajlı olduğu görülmüştür.

II.2.5.1.1. Soğutma Sistemleri

Soğutma sıvısı genellikle su bazen de yağ, bir pompa ile ısının alındığı soğutucu eşanjörden esnek borularla kalıp için açılmış kanallara gönderilir, kalıbın içinde basıncı düşen ve sıcak kalıp sebebi ile ısınarak diğer bir esnek boruyla dışarı çıkarılır. Kalıbın her iki yanın da, bu esnek borularla ayrı ayrı bağlantılıdır. Soğutma kanalları genellikle matkapla açılır ve kesiti daireseldir.

Kalıp sıcaklığını belirlenen sıcaklıkta tutmak için kalıp içinde açılmış kanallarda sıvı dolaştırılarak sağlanır. Bu kanal ve deliklere soğutma yolları ve bu sisteme soğutma devresi denilir.

Kalıp dolum esnasında en sıcak erimiş plastik, kalıp girişinde ve en soğuk erimiş plastik, yolluk girişinden en uzak noktadır. Soğutma suyunun sıcaklığı, bu kanallardan geçtikçe artar, bundan dolayı baskıda eşit soğuma sağlamak için, kalıbın sıcak bölgelerine soğuk sıvı ve parçanın soğuk kısımlarına sıcak (ısıtılmış) sıvı girişi sağlamak gereklidir. Kalıpta su sirkülasyonu için gerekli üniteler piyasada standart olarak bulunur. Bu soğutma üniteleri kalıba esnek hortumlarla bağlanır. Bu üniteler ile kalıp sıcaklığı dar sınırlar içinde korunur.

Genelde en basit sistem, kalıbın boydan boya delinmesiyle sağlanan soğutma sistemidir.

Soğutma kanalı matkapla açarken bunun mümkün olduğunca kalıp boşluğuna yakın olmasına dikkat edilmelidir. (16 mm'den daha kısa mesafede) eğer bu baskı üzerinde dikkate değer sıcaklık farklılıkları oluştursa, baskıda problem oluşturur.

Soğutma devresi, bazen soğutma kanalının kalıptaki diğer kanallara yakın delinmemesi gerektiğinden karmaşık hale gelebilir. Kalıp plakasında bir çok delik mevcuttur, örneğin, burç delikleri, itici pim delikleri, lokma delikleri vb. Soğutma kanalının uzunluğuna büyük ölçüde bağlıdır. Derin delik delerek delmenin daima belirlenen yolundan kaçma eğilimi gösterdiği görülür. Genelde 150 mm'lik deliklerde kullanılan kural, soğutma kanalının herhangi bir deliğe 3 mm daha yakın delinmemelidir. Daha uzun soğutma kanalları için bu uzaklık 5 mm'dir.

Soğutma devresinde en iyi pozisyonu yakalamak için, tasarım esnasında bunu mümkün olduğunca erken planlamak gerekir. Diğer kalıp parçaları, bundan sonra bu soğutma devresine göre yerleştirilir. Örneğin, itici pimler, burçlar vb.

II.2.5.1.2. Düzgün Soğutma Olmadığında Meydana Gelebilecek Hatalar

Parçanın değişik bölgelerinin farklı sürelerde soğuması ve çekme de farklılıklar aşağıdaki olumsuzluklara sebep olur:

- İç gerilimin oluşmasına,
- Parçanın eğrilmesine,
- Parça yüzeyinde çökmelere,
- Ve ölçüsel toleransların büyütülmesine.

Soğumadaki farklılıklar aşağıdaki olumsuzluklara sebep olur:

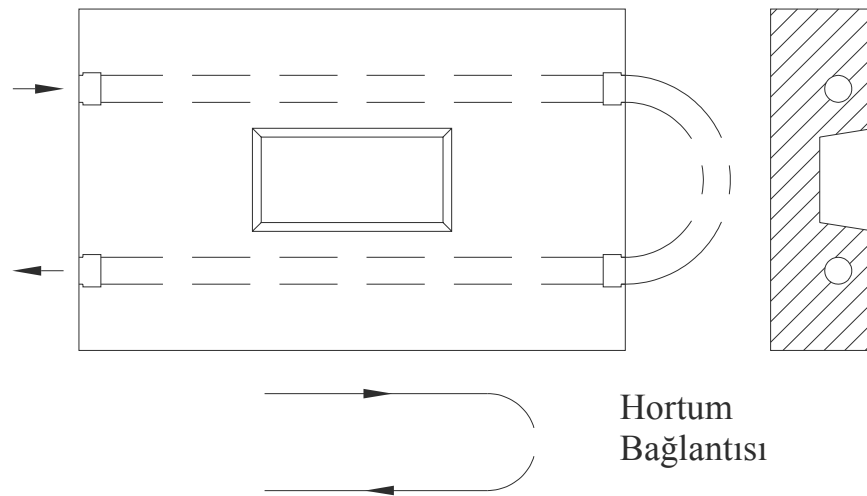
- İç gerilimin oluşmasına,
- Parçanın eğrilmesine,
- Ve ölçüsel toleransların büyütülmesine.

Doğru feder tasarımı ile yüzeydeki çökmeler engellenir ve parçanın mukavemeti arttırılır.

II.2.5.1.3. Tek Parçalı Kalıp Plakasını Soğutma

Tek parçalı kalıp plakası tipinin sıcaklığı plakaya açılmış delikten geçirilen su sirkülasyonu ile kontrol edilir. Bu delikler birbirine bağlanarak devre oluşturur. Devre birkaç seviyeli olabilir, bunun sayısı kalıp plakasının kalınlığına bağlıdır.

Kalıbın dişi kısmı ve erkek kısmı birbirine benzemediğinden bunların soğutma devreleri ayrı ayrı ele alınmalıdır.

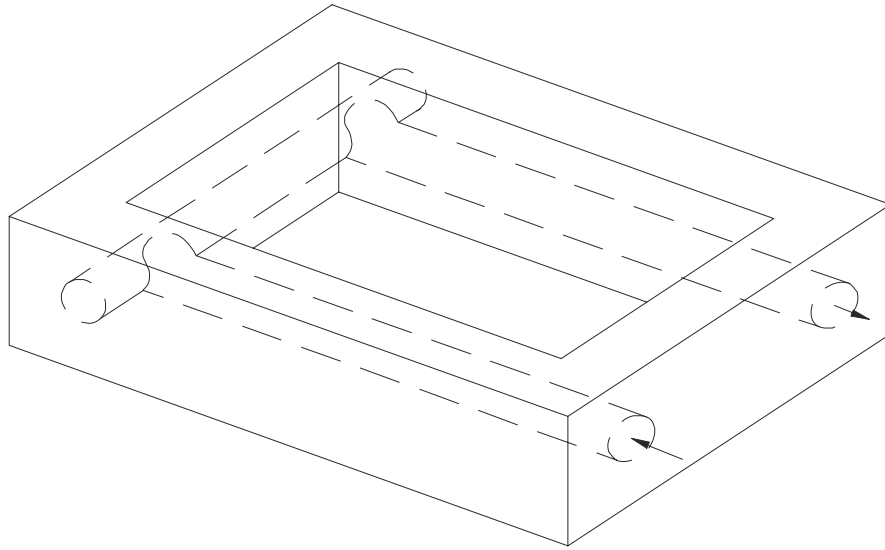


Şekil II.17. Tek Parçalı Dişi Kalıp Soğutması U Devresi

II.2.5.1.4. Dikdörtgen Lokmayı Soğutma

Dikdörtgen lokmayı soğutma sistemi Şekil II.18.'de gösteriliyor. Burada en basit devre gösteriliyor, daha karmaşık tekli ve çok seviyeli su devreleri kullanılabilir. Bu kalıp boşluğu şekli ve derinliğiyle belirlenir. Dışi lokmadaki bütün kanallar birbirine bağlanıp, tıkaçlanmalıdır. Bu şekilde gerekli harici bağlantı miktarı minimumdur. Tasarımcılar, her lokma için bir su girişi ve bir su çıkışının olmasını amaçlamalıdır.

Eğer su giriş ve çıkış hatları duvara bağlanmış veya makine yakınındaki su adaptörlerine bağlıysa kalıp ayarı daha çabuk yapılır.



Şekil II.18. Klasik Tip Dikdörtgen Soğutma

Uzantılı parça kalıp plakası üzerindeki deliğe, direk olarak vidalanır. Bu metodun dezavantajı lokma ve uzantı parça arasındaki bağlantı kırıldığında, lokmanın kalıp plakasından çıkarılmasıdır. Uzantı parçanın sonunda ve ortasında ufak bir meme vardır ve standart kalıp parçası olarak satın alınabilir. Bu parça kolay bağlantı elemanlarının kullanılmasına imkan verir ve kalıp ayar zamanını azaltmada faydalıdır.

Uzantı parçası, kalıp plakasından lokmaya açılmış deliğe direk olarak vidalanabilir. Bu tasarım I de belirtilmiş dezavantajı ortadan kaldırır. Fakat bu yarık bir açıklık olmadığı için kalıpta çapak oluştuğunda arasına plastik sıkışıp kalabilir. Buraya sıkışmış malzemenin temizlenmesi zordur ve temizlenmesi esnasında kalıbın

öbür yüzüne zarar verebilir. Bununla beraber bu yarık baskıda yeterince uzaksa beklenmedik tehlike oluşturmaz. Kalıp plakası kalınlığı yeterli büyüklükte ise delikler lokmanın altına, kalıp plakasına yapılır ve birbiriyle ters yönde delikli dahili olarak bağlanır. Lokma ve kalıp plakası arasındaki su sızması o-ring ile engellenir, şekilde görüldüğü gibi kalıp plakasındaki boşluğa uygun şekilde yerleştirilir. Bu tasarım daha önceki tasarımların dezavantajına sahip olmadığı için tercih edilir.

Dar lokmalar yukarıda tanımlanan metotlarla soğutulması zordur, burada klasik soğutma sistemlerini yerleştirmek için yeterli alan yoktur. Bu problemin üstesinden gelmek için su dağıtım regülatörü kullanılabilir. Lokma delinir ve musluk takılarak su regülatörünün çıkış borusuna takılır. Bu çıkış borusunun diğer ucu su adaptörüne takılır, bu şekilde kalıp alt yüzeyine yakın bir yerde gösteriliyor. Su giriş borusu aynı şekilde su adaptörüne bağlanır.

Su regülatörüne takılan uygun giriş ve çıkış borusuyla lokmalarda soğutma suyu dolaşır. Bu su adaptörü kalıbın diğer parçalarını da soğutan parça olarak görülmelidir erkek lokma, maça vb.

Lokma soğutma için kullanılan diğer bir metot ise bakır boru kullanılmasıdır. Bu tasarım kalıp alanı ufak olduğunda uygundur. Borular kanallar içine yerleştirilir. Bu belki kalıp içinde diğer deliklere yakın olarak su sızıntı ihtimali olmadan kullanılabilir.

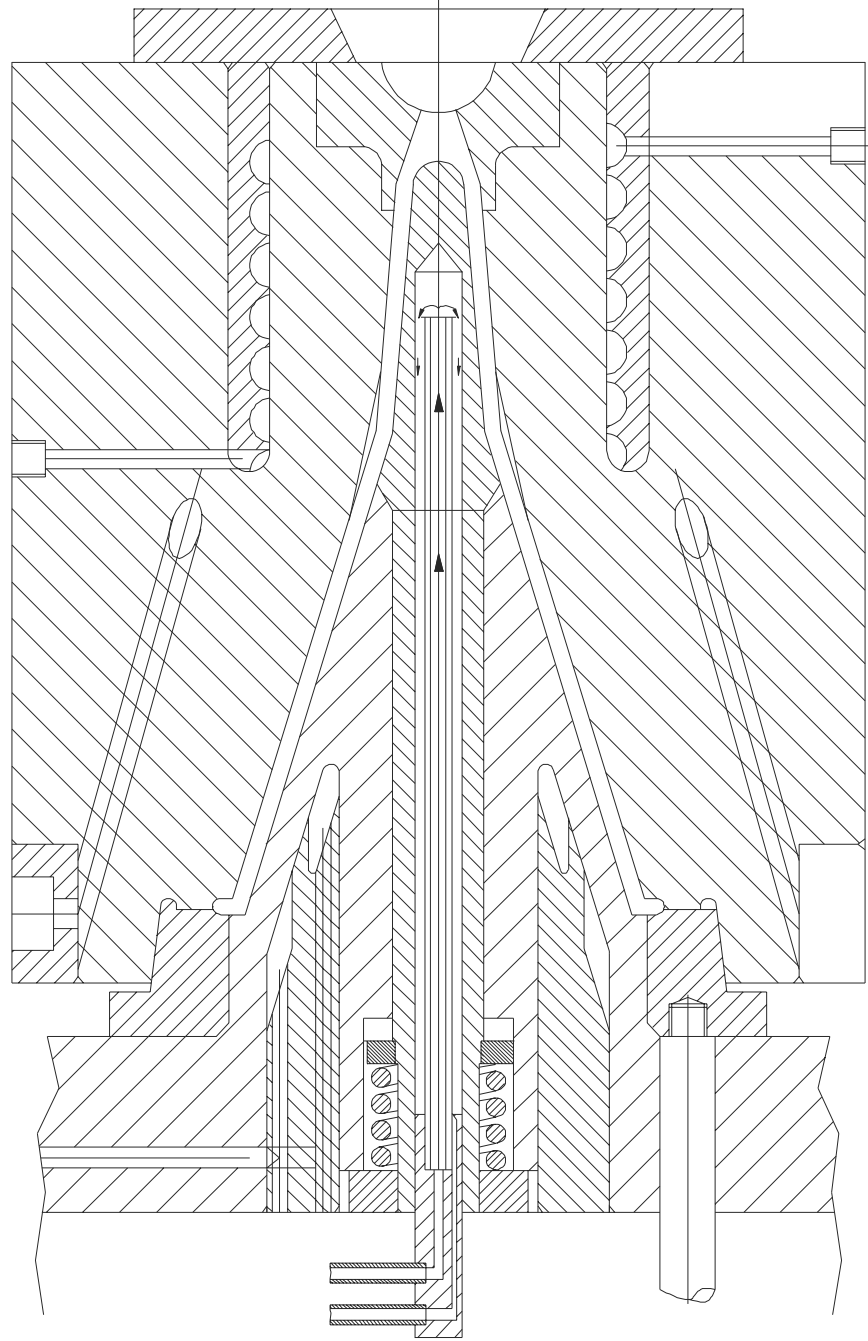
Kalıp plakası içine belirli bir sayıda ‘‘X’’ kanal çalışır. Lokma plakanın içine takıldığı zaman boruyla direk kontak halindedir. Borunun kontak alanını arttırmak ve ısı transferini arttırmak için, boru çevresindeki boşluk alan düşük erime dereceli alaşımla doldurulur veya dört köşe kesitli boru kullanılabilir.

II.2.5.1.5. Yuvarlak Lokmayı Soğutma

Yuvarlak şekildeki lokmalardaki yuvarlak şekilde açılan kanal kolayca kullanılabilir. Yuvarlak dişi lokmalar için yapılan direk soğutma tasarımının çoğunluğu bu prensibe göre yapılır.

Yuvarlak dişi lokma standart tip kalıp plakasına takılmıştır. Soğutma kanalı (X) lokmanın çevresine ve ilave kanal (Y) soğutucu girişinin üzerine ve altına açılmıştır, o-ring takılmıştır. Lokma plakaya takıldığı zaman o-ring, plaka ve lokma arasındaki su sızıntısına engel olur. Lokma takılırken o-ringin zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Bu operasyonu Z deki plaka deliği sağlar.

Bu kanal plakaya açılan delikle su kanalına bağlanır. Çok gözlü kalıplarda lokmalar bir hat üzerinde olmalı, böylece diklemesine açılan delik her kanalı birbirine bağlayarak su devresi oluşturur.



Şekil II.19. Yuvarlak Tip Lokmayı Soğutma

II.2.6. İTİCİ SİSTEMLERİ

II.2.6.1. İTİCİ SİSTEMLERİN GEREKLİLİĞİ

İtici sisteminin fonksiyonu, soğuma zamanı bittikten sonra kalıbın açılarak elde edilen ürünün dışarı atılmasını sağlar. İtici mekanizmasının fonksiyon ve tasarım olarak çeşitleri vardır. İtici metodlarının seçimi bazı faktörlere bağlıdır:

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

Parçayı ve kalıbı enjeksiyon baskı işlemi için tasarlandığında, itici metodlarının seçimine dikkat edilmesi gerektiği göz önüne alınmalıdır [12].

II.2.6.2. KALIP TASARIMINDA İTİCİ SİSTEMİ SEÇİMİ

İtici sistemini seçmeden önce, parça şekli ve üretim şekli üzerinde durulmalıdır. Pratikte itici tasarımı yapılmadan önce basılacak parçaya bağlı olarak, itici yapımıyla ilgili kısa bir istekler listesinin yapılmasının faydalıdır. Bu liste aşağıdaki referans noktalarını içermektedir.

II.2.6.2.1. Parça Estetiği

I) İtici pimlerin izleri gözle görülen yerlerde olması gerekebilir. Baskıyı kalıp tasarımından ters yönünden yapmak, bu problemin üstesinden gelmede kullanılan pratik bir yöntemdir.

II) Parçanın dışarı atılması esnasında, parçaların duvarlardan sürtünerek çıkmasına engel olmak için, kalıp boşluğunda uygun eğim verilmelidir. Uygun eğim açısı, parçanın dışarı kolay atılması için gereklidir. Kalıp yapım tasarımına başlamadan önce parça tasarımı esnasında bu göz önüne alınmalıdır. Umumiyetle erkek lokma eğim açısı dişli lokma eğim açısından $0^{\circ} 30'$ daha fazla yapılır. Sebebi ise parça kalıp açıldığında dişiden kurtarılıp erkek lokma üzerinde kalacağı ve lokmayı saracağı içindir.

II.2.6.2.2. Parça Boyutlarının Etkisi

Parçanın dışarı atılması esnasında, basılmış parçanın şekli kolayca bozulabilir (eğer federlerle desteklenmemişse). Özellikle ince parçalarda bu bozulma daha çok görülür. Bozulma olmadan parçanın dışarı atılması için, parçaya destek verecek ilave

(kaburga, atkı) gereklidir ve iticiler genellikle federlerin olduğu bölgelere veya üzerlerine konulur. Çünkü federler parçanın erkek üzerinde tutulmasını artırır.

II.2.6.2.3. Makinenin Etkisi

I) Enjeksiyon makinesinin çalışma sınırları arasında, itici kuvvet parçayı dışarı atacak kadar yeterli olmalıdır.

II) Kullanılacak enjeksiyon makinesi, kalıp tasarımındaki itici sistemini çalıştırabilmelidir. Makine tasarımları itici çalışma metotlarına göre çeşitlilik gösterir. Enjeksiyon makinelerinin çoğunluğunda, itici plakalarının ortasından enjeksiyon ünitesiyle aynı hat üzerinde hareket eder. bununla beraber makinelerin çoğu çapraz başlı piston veya çekici plakayla çalışır, çok büyük makineler çapraz başlı sistem kullanarak büyük itici gücünü eşit olarak dağıtırlar.

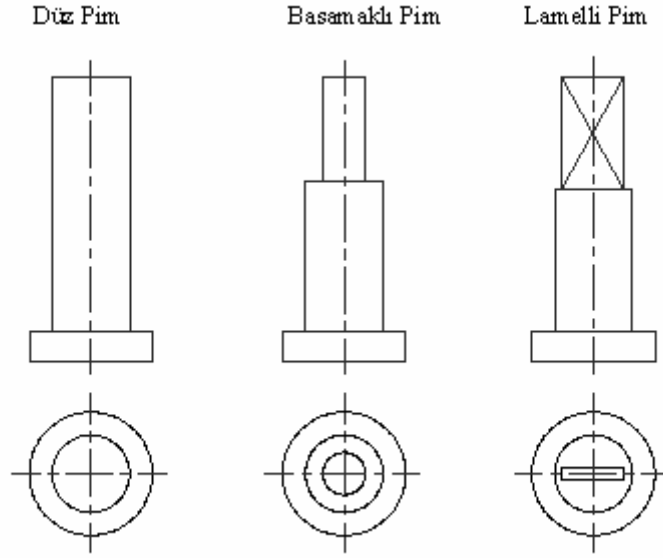
III) kimi zamanda ilave çekme itici veya hareketlendirici devreye ihtiyaç duyulur. Karmaşık kalıp tasarımında itici sistemi istenebilir. Bu işlem için baskı makinesi, ilave hidrolik itici devreye sahip olmalıdır ve bu sistemi kontrol eden mekanizma gereklidir.

II.2.6.3. İTİCİ SİSTEM ÇEŞİTLERİ

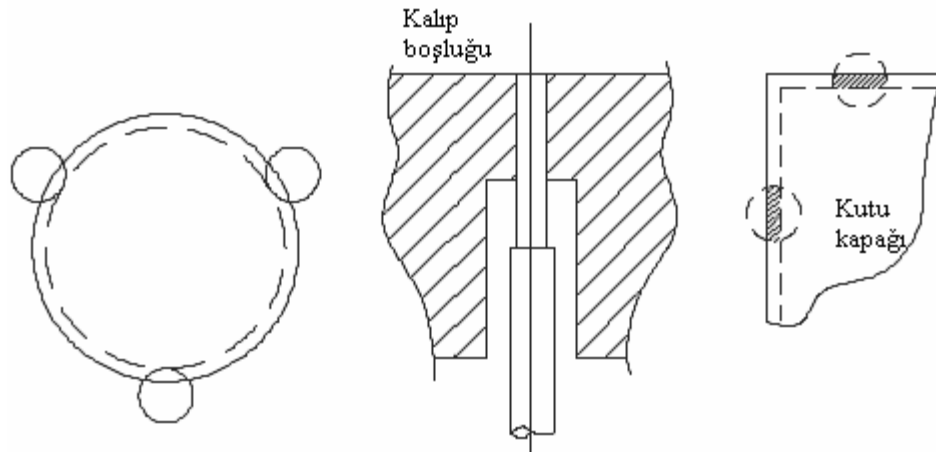
II.2.6.3.1. Normal İtici Pimler ve Yassı İticiler

İtici pimler, en ucuz itici sistemi sunarlar. Fakat bunların kullanımı sınırlıdır. Bu sınırlamalardan biri, ufak kesitlerden dolayı, yüksek miktarda itici kuvveti baskıdaki bir noktaya uygulanır. Pimin yerleştirildiği noktadan dolayı parçada bozukluk veya kırılma olur. Özellikle ince duvarlı parça veya kırılğan malzemesi kullanıldığında.

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 II.20. ve Şekil II.21.'de görüldüğü gibi üretilirler [12].



Şekil II.20. İtici Pim Tipleri



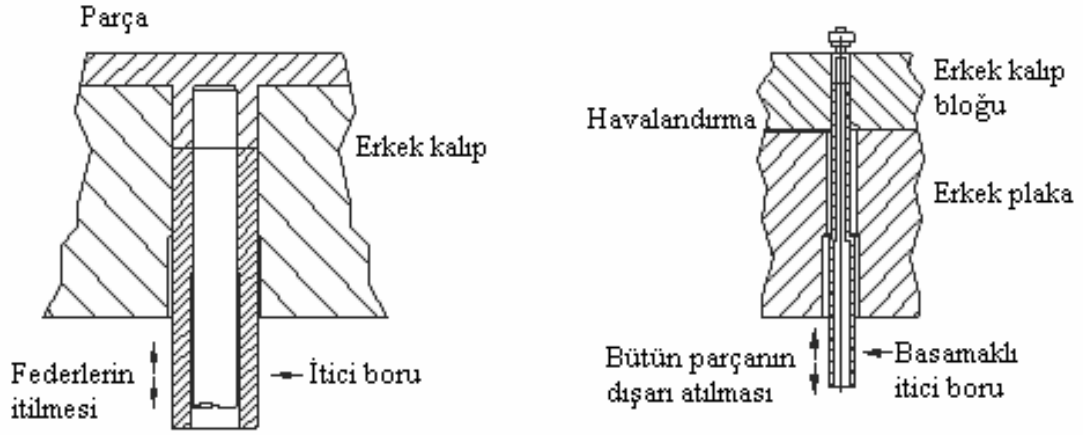
Şekil II.21. Pim Pozisyonu

II.2.6.3.2. Boru Tip İtçiler

İtici bilezikler, belirli özellikteki parçaları dışarı atmak için kullanılırlar, örneğin, içi boş delikler. Ufak yuvarlak parça bir tane itici bilezik kullanılarak parçanın çevresinden itilirler. İtici 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 şekilde dağıtılması ile birlikte kalıp havalandırmasını iki katına çıkararak daha etkin havalandırma da sağlar.

Bu tip boru iticiler genellikle bos altlarında veya boru şeklindeki ayaklarda yada yüzeyde itici izi olmayan yerlerde kullanılırlar. Standart bir parça olduğu için piyasada çeşitli boy ve çaplarda hazır bulunurlar.

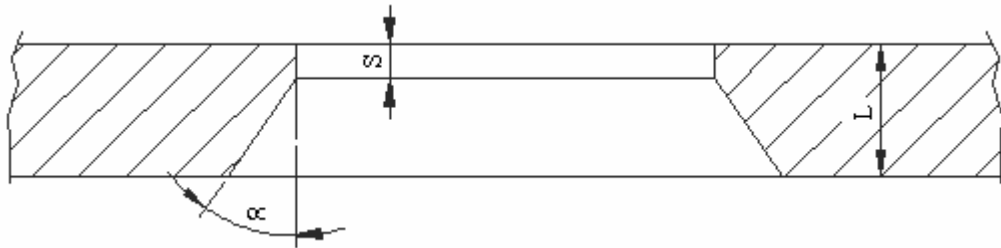


Şekil II.22. İtici Boru Pozisyonları

II.2.6.3.4. Flanş Plakalı İtici Sistemleri

Parçayı iterek veya 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.

Bunun önüne geçilebilmesi için genellikle itme flanşın boyuna ve çapına göre ilk önce bir düzlük verilir. Bu düzlük büyük çaplarda ve boylarda yaklaşık 5-6 mm dir. Daha küçük boylarda ise 3 mm civarında olur. Daha sonra kalıp erkeğine ve flanşın alt kısmına 15-20° arası bir açı verilerek sürtünme boyu kısaltılmış ve aşınma azaltılmış dolayısı ile de kalıp ömrü uzatılmış olur.



Şekil II.23. İtme Flanşı

$L > 25 \text{ mm}$ ise;

$S = 5-6 \text{ mm}$

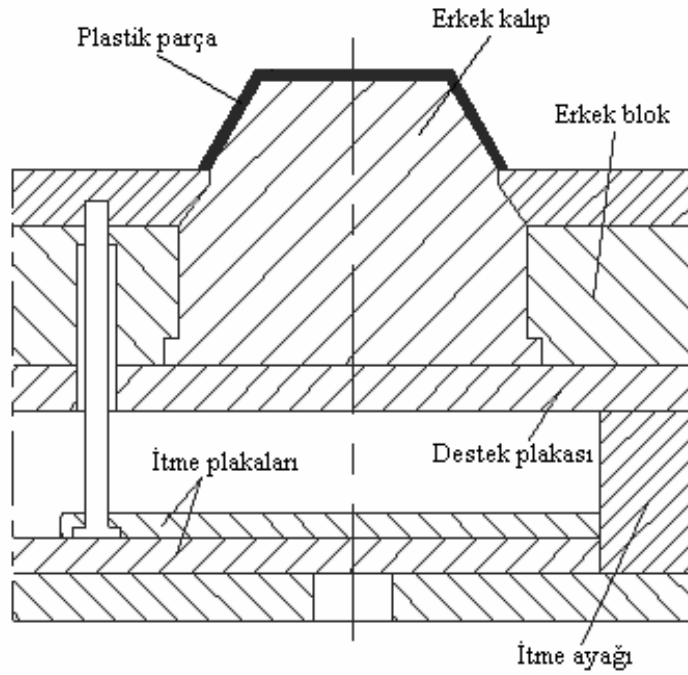
$\alpha = 15^\circ - 20^\circ$

$L < 25 \text{ mm}$ ise;

$S = 3 \text{ mm}$

$\alpha = 10^\circ - 15^\circ$

Bu tip kalıplar genellikle yuvarlak kapak, tas, hazne gibi parçalarda kullanılırlar. Bazen de şeffaf olan yuvarlak parçalarda itici izi gözükmesi istenmez. O zamanda flanş itici sistemi kullanılır. Flanş itici sistemleri normal itici sistemlerine göre daha dengeli itme işlemi yaparlar ve daha çok az bir kuvvetle daha rahat itme yaparlar.



Şekil II.24. Flanşlı İtici Sistem

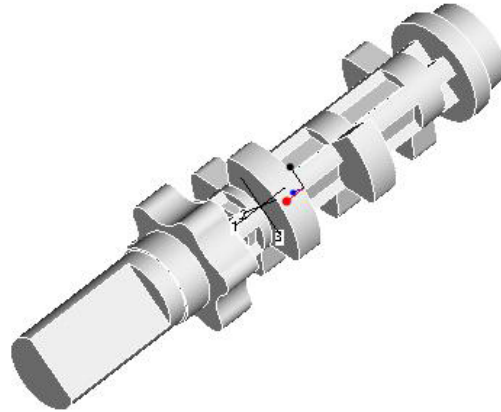
BÖLÜM III

BİLGİSAYAR DESTEKLİ PLASTİK KALIP TASARIMI VE İMALAT UYGULAMALARI

III.1. UYGULAMA İÇİN SEÇİLEN PLASTİK PARÇA TASARIMI

Tasarımının yapılması planlanan plastik parça günümüzde yaygın olarak elektrik sanayinde kullanılan bir parçadır. Tasarım parçamız küçük ev aletleri üreten firmaların ve bunların yanı sıra elektrikli ani su ısıtıcı gibi rezistanslı cihazlar üreten firmalar tarafından kullanılan kademeli anahtar grubunun kam mili parçasıdır.

Bir parçanın dizayn edilebilmesi için öncelikli olarak tasarlanacak parçanın kullanım yeri ve bu parçadan istenilen özellikleri bilmek gerekmektedir.



Şekil III.1. Tasarımı Yapılan Parçanın Modeli

Plastik parça tasarımı aşağıda belirtilen maddelerde incelenmiştir.

a) Parçanın kullanım yeri ;

Kam milinin kullanıldığı (montajı yapılmış) kademeli anahtarın, monte edildiği cihazdaki görevi incelenmiştir. Örnek olarak, elektrikli ani su ısıtıcıda bulunan rezistansların devreye girip, devreden çıkmasını sağlamasından dolayı bu kademeli anahtar grubu devamlı suretle bir elektririk yükü altında çalışmaktadır.

b) Parçanın kullanıldığı gruba montaj şekli;

- Kullanıldığı yerde kendisi ile grup oluşturan komponentlere,
- Kullanıldığı bölümün toleranslarına,
- Parça üzerine etki eden darbe yüklerine,
- Parça üzerinde oluşabilecek yüklerine,

c) Parçanın kalıbın enjeksiyon aşamasında karşılaşılabilecek durumlar;

- Plastik malzemeyi dolduramama,
- Plastik parçanın kalıpta kalması,
- Plastik malzemenin akış zorluğu

gibi etkenleri göz önünde bulundurarak bilgisayar destekli programlarından biri olan Pro-Engineer programı yardımıyla plastik parçanın katı modellenmesi yapılmıştır.

PA66' nın fiziksel özellikleri; homopolimer, hekzametilen diammin ve adipik asidin polimerizasyon ile üretilir. Piyasada bulunan poliamidler arasında PA66 en yüksek erime noktalarına sahiptir. Malzeme yapısı yarı kristalindir. Kalıplamadan sonra nemi emer, ancak PA6'da olduğu kadar çok değildir bu da darbeyi karşılama iki katına çıkarır ve baskının şişmesine sebep olur. Nem emilimi, malzemenin oluşumuna, duvar kalınlığına ve çevresel koşullara bağlıdır. Açısız sabitlik ve özellikler nem emilim miktarından etkilenirler bu nedenle ürün tasarımı için bu nokta dikkate alınmalıdır. [13]

Mekanik özellikleri geliştirmek için çeşitli değişiklikler eklenir; en çok kullanılan dolgu malzemelerinden biri de camdır. Akışkanlık düşüktür bu nedenle kolaylıkla akar (PA6'da olduğu kadar kolaylıkla değil). Bu ince parçaların kalıplanmasını olanaklı kılar. Akışkanlık ısıya karşı aşırı duyarlıdır.

PA66'nın tanınması; yanmada önce erir, rengi koyulaşır ve ufak mavi ve kenarları sarı bir alevle yanar. Beyaz duman çıkarır ve alev kolayca söndürülebilir. Kereviz kokusuna benzer kokusu vardır. Naylonları sınıflandırmanın en kolay yolu erime sıcaklıklarıdır. PA 66 yüksek ve kesin erime sıcaklığına sahiptir. (265°C)Özgül ağırlığı 1,15 g/cm dir. Suda batar ve doymamış magnezyum klorit solüsyonunda

yüzer. Kolayca kesilebilen, sert ve darbeye dayanımlı opak bir malzemedir. Kesilen kenar düzgündür [9].

Polyamid 66, iyi mekanik ve tribolojik özelliklere sahip olarak polyamid dişli çark, kam, kaymalı yatak (çelik hadde yataklarına kadar), rulmanlı yalak kafesleri, kızak gibi elemanların imalinde kullanılır. Bu parçaların yağlanmasına da gerek yoktur. Ayrıca aşınmaya karşı takım tezgahlarının kızaklarında kaplama olarak kullanılır. Otomotiv sanayinde karbüratör dahil bir çok parçaların, valfler, gaz ve buhar contaları, pervaneler, yüksek dayanımlı sahra kabloları ve çeşitli elektrik malzemeleri, mutfak aletleri, çözücülere dayanıklı kapların yapımında da polyamidden yararlanılır.

III.2. KALIP TASARIMI

Kalıplanacak olan ürünün üç boyutlu CAD datası kalıp tasarımcısına ilgili mamül mühendisleri veya kalıbı yaptırtacak firma tarafından hazırlanarak sunulur. Kalıp tasarımcısı tarafından CAD datasının geometrik kontrolünü (ters aç, çıkışan bölgeler, maça yüzeyleri ve çalışma doğrultuları, alıştırma yüzeyleri gibi) bilgisayar ortamında yapılır.

III.2.1. KALIP GÖZ ADEDİ

Kalıp göz adedi aşağıdaki ifade ile tayin edilir [8];

$$G = \frac{Hm.t}{60.p} \quad (III.1)$$

G : Göz adedi

Hm : Enjeksiyon ocağının dakikada eritebildiği hammadde miktarı. (g)

t : zaman (s)

p: 1 adet plastik parça kütlesi (g)

t = Pro-Engineer programından parça doldurma zamanı 9,55 s dir.

doldurma zamanı=2,72 s (Şekil III.4)

soğuma zamanı = 6,83 s (Şekil III.9)

toplam ise **t = 9,55 s** olarak belirlenmiştir.

p = Pro-Engineer programından parça ağırlığı 3,55 g olarak elde edilmiştir.

(şekil III.10)

$$Hm = K \cdot A$$

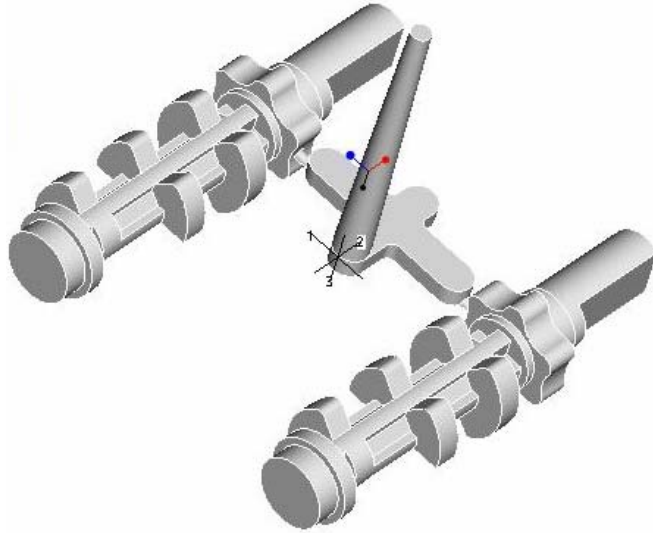
K = Kullanılan Pro-Engineer programından bir adet parçanın basılması için gerekli enjeksiyon basıncı = 18,01 mPA olarak bulunmuştur. (şekil III.11)

Bu ise 0,183 ton /cm² dir

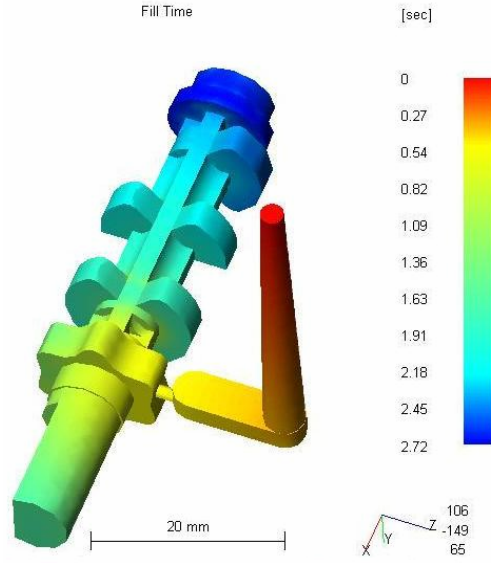
Gerekli makina tonajı hesabı için bir adet parça yüzey alanı Pro-Engineer programından **A** = 30,71 cm² olarak bulunmuştur.

Hm = 0,183 . 30,71 = 5,62 ton olarak hesaplanmıştır. Bu yaklaşık 10 ton olarak alınabilir. Buradan birim dönüştürülmesi yapılırsa 10 ton = 99 kN ARBURG enjeksiyon makineleri firmasının yapmış olduğu hesaplara göre 800 kN kilitleme kuvvetine sahip bir enjeksiyon makinesinin max. 232g polistren basma kapasitesi vardır. Dolayısıyla bu da 1/3 oranına tekabül etmektedir ve hesaplanan 99kN yaklaşık max. 40 g lık enjeksiyon makinesine karşılık gelmektedir [11].

$$G = \frac{Hm.t}{60.p} = \frac{40 \cdot 9,55}{60 \cdot 3,55} = 1,79 \approx 2 \text{ göz olarak hesaplanmıştır.}$$

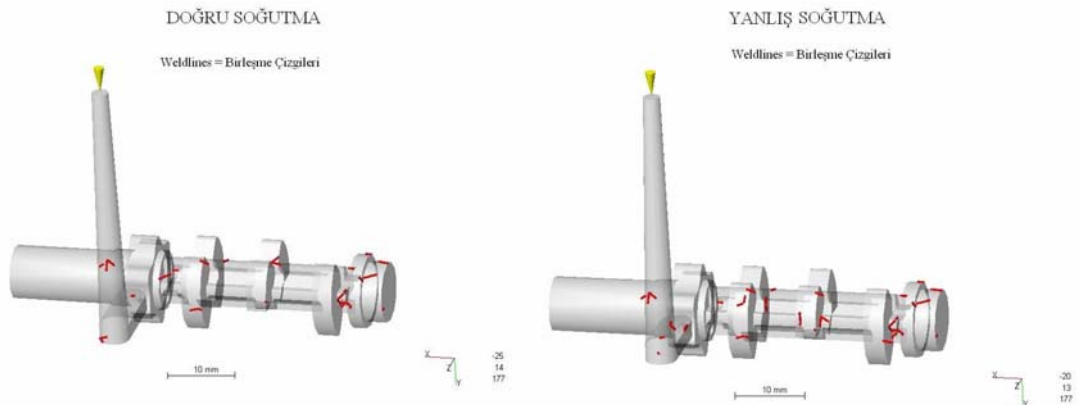


Şekil III.3. Göz Adedi Tayin Edilen Model

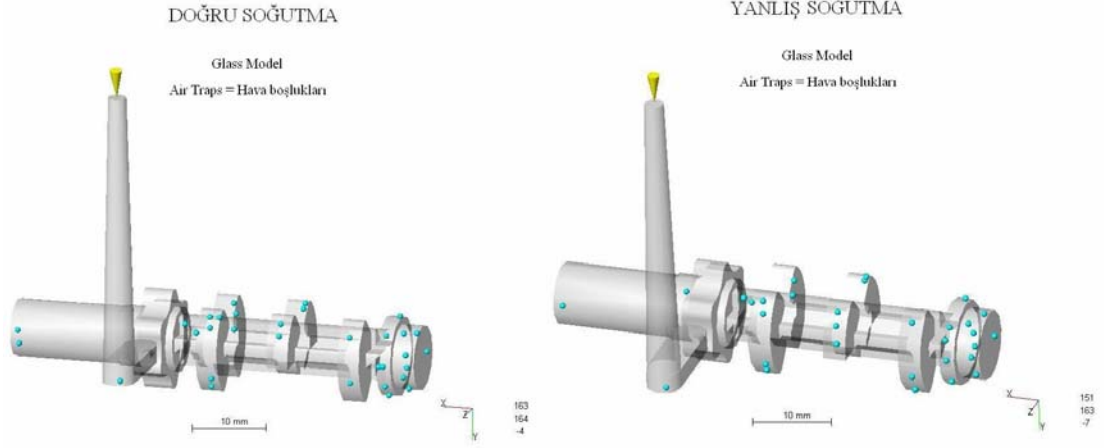


Şekil III.4. Pro-Engineer Programı Yardımıyla Doldurma Zamanı

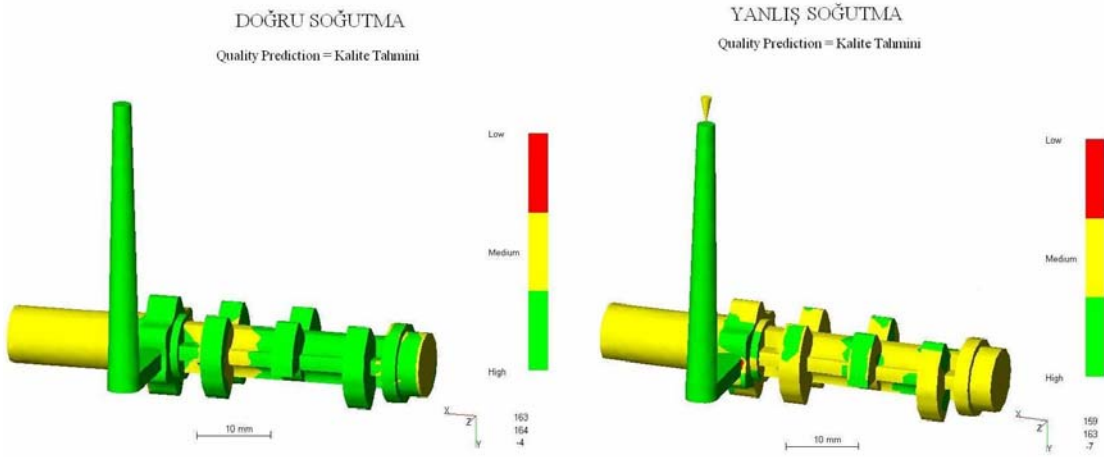
Şekil III.4'te görüldüğü gibi soldaki resimde plastik dolum ve sağdaki resimde soğuma zamanını göstermektedir. Göz sayısı hesaplanacağı için yani göz adedi belli olmadığı için tek parça değerlendirilmeye alınmıştır. Dolum zamanında mavi bölge plastiğin en son ulaştığı kısmı gösterir. Soğuma zamanında ise mavi renk soğumanın en son olduğu bölgeyi simgeler. Soğuma kanallarının kalıptaki göz boşluğuna dik yada paralel olması pro-engineer programıyla analiz sonucunda tablo III.1. deki değerler ortaya çıkmıştır. Aşağıdaki şekillerde soğutma kanalının göz boşluğuna dik olması sonucunda yanlış soğutma olarak adlandırılmıştır.



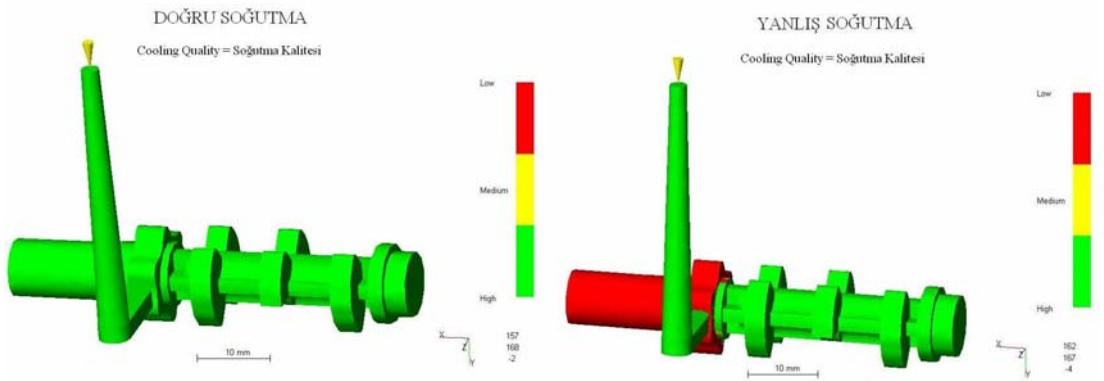
Şekil III.5. Pro-Engineer Programı Yardımıyla Birleşme Çizgileri Analizi



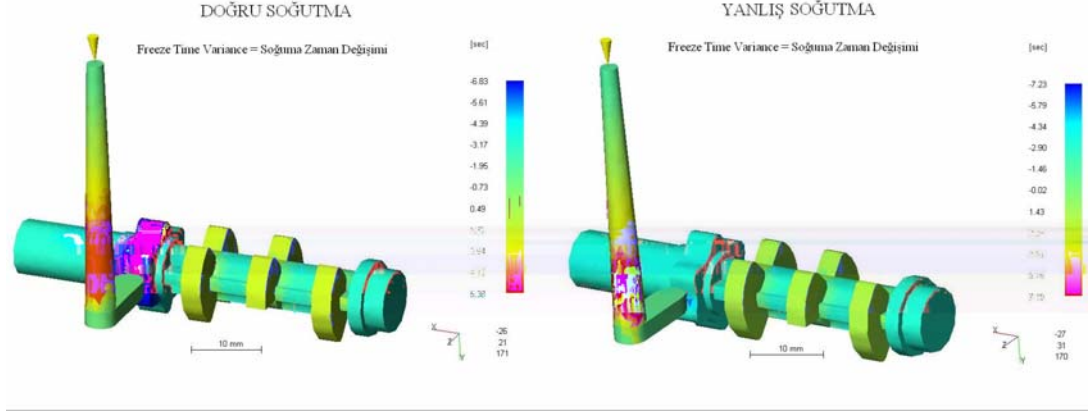
Şekil III.6. Pro-Engineer Programı Yardımıyla Hava Boşlukları Analizi



Şekil III.7. Pro-Engineer Programı Yardımıyla Kalite Tahmin Analizi



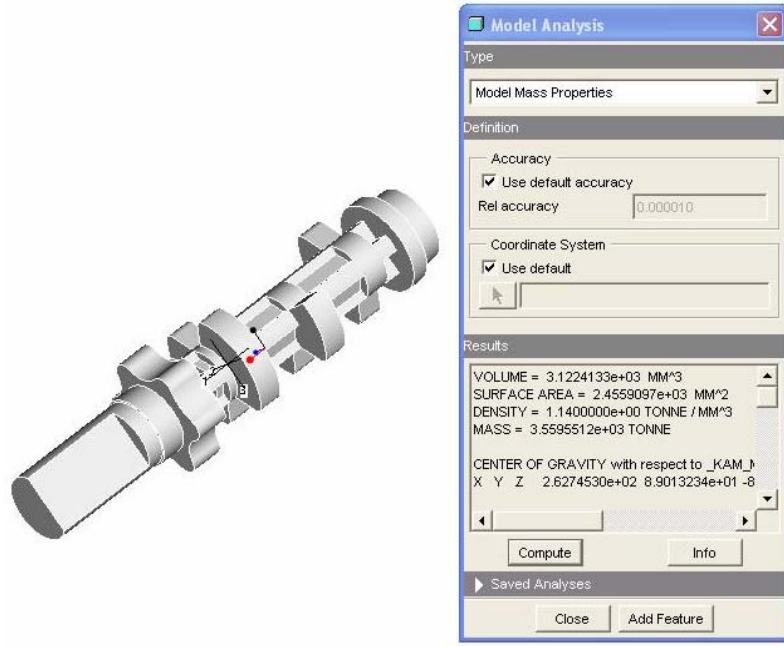
Şekil III.8. Pro-Engineer Programı Yardımıyla Soğutma Kalitesi Analizi



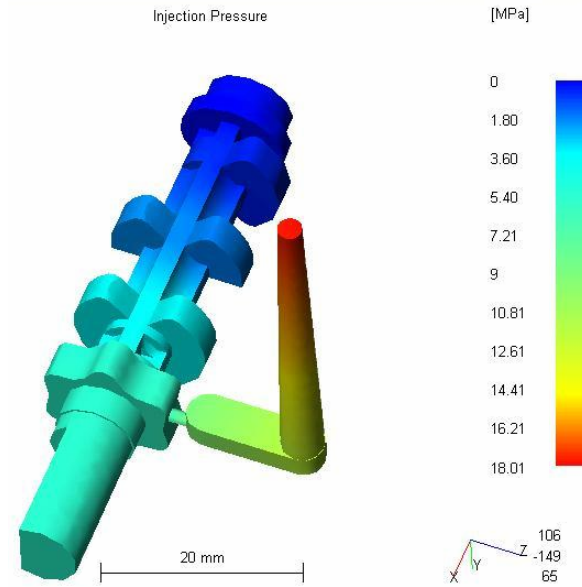
Şekil III.9. Pro-Engineer Programı Yardımıyla Soğuma Zaman Değişimi Analizi

Tablo III.1. Soğutma kanallarının iki farklı konumdaki karşılaştırılması

	Doğru Soğutma	Yanlış Soğutma	Fark
Doldurma Zamanı (s)	2.72	2.89	0.17
Soğutma Zamanı (s)	6.83	7.23	0.40
Birleşme Çizgileri	Az Görülüyor	Daha yoğun görülüyor	
Hava Boşlukları	Az Görülüyor	Daha yoğun görülüyor	
Parça Kalitesi	Parça üzerindeki kalite minimum orta seviyede	Kalitenin düşük seviyede olduğu yerler de var	
Soğutma Kalitesi	Soğutma kalitesi sadece yolluk ağzında düşük	Soğutma kalitesi düşük	



Şekil III.10. Pro-Engineer Programı Yardımıyla Tasarlanılan Parçanın Kütlesi



Şekil III.11. Pro-Engineer Programı Yardımıyla Enjeksiyon Basıncı

III.2.1.1. PARÇA KULLANIM ADEDİ

Tasarımı yapılan plastik parçanın moldflow programında analiz edilmesiyle baskı süresi 11,62 s olarak belirlenmiştir. Elle kumanda edilen kalıp kullanılacağından kalıptan alınma süresi 6s dir. Aylık kullanım miktarı 10.000 adet istenilmektedir. Bunlar gözönüne alınarak parça kullanım adedi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

Pro-Engineer programının 2 gözlü kalıbın analiz sonucu göre;

Parça dolum süresi: 2,85 s (Şekil III.12)

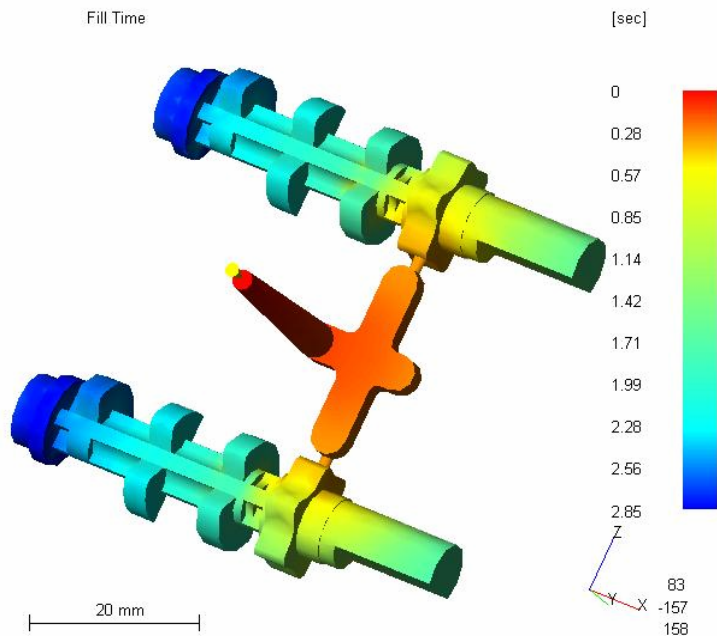
Soğuma süresi: 8,77 s (Şekil III.13)

Toplam: 11,62 s+ 6s (Parçanın kalıptan alınma süresi) = 17,62 s

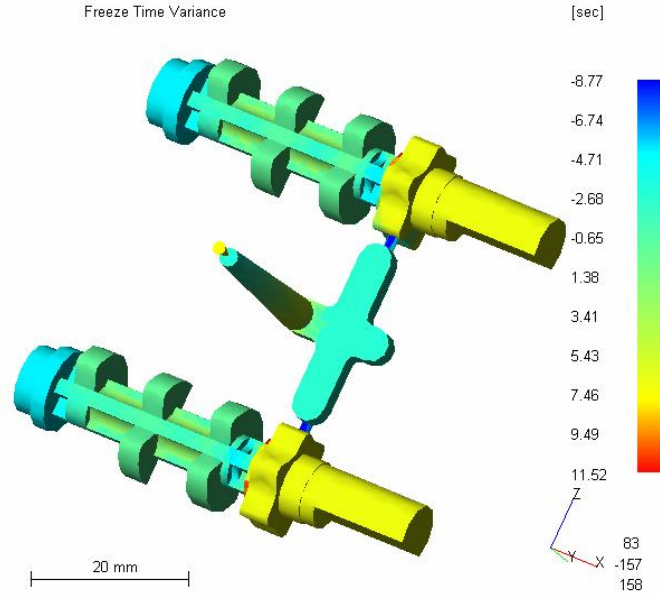
Genellikle 10 saat çalışan bir firmada, 40 g lık bir enjeksiyon makinasına göre;

$$\frac{\text{Günde çalışma süresi}}{\text{Parçanın makinadan baskı ve alınma süresi}} = \frac{60 \cdot 60 \cdot 10}{17,62} = 2043 \text{ adet / gün}$$

$$\frac{10000}{2043} = 4,89 \approx 5 \text{ iş günü çalışmak gerekir.}$$



Şekil III.12. Tasarımını Yapılan Parçanın Pro-Engineer Programı Yardımıyla Dolum Zamanı



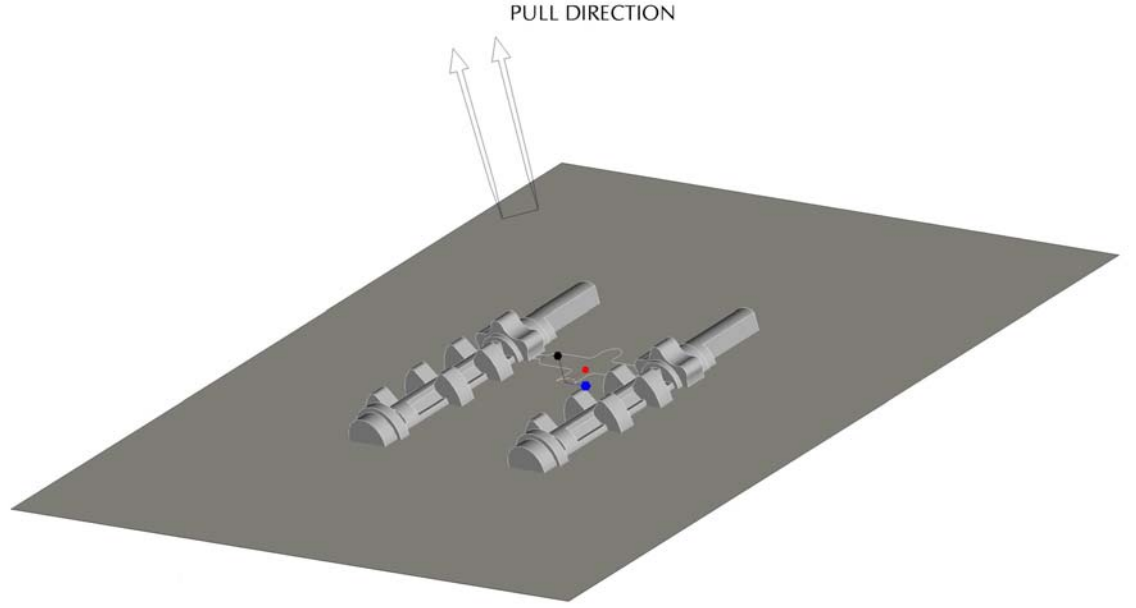
Şekil III.13. Tasarımını Yapılan Parçanın Pro-Engineer Programı Yardımıyla Soğutma Zamanı

III.2.2. ÇEKME PAYI

Geometri kontrolü yapılan datanın üretilecek olan hammaddeye göre çekme payı tespit edilir bu tespit çeşitli literatürlerde ve çeşitli CAD-CAM bilgisayar programlarında mevcuttur. Kullanılan yazılım programında kalıplanacak olan ürüne çekme payı bilgisayar ortamında sadece çekme payı değeri girilerek otomatik olarak parçanın her bir ölçüsüne verilir. Tasarımı yapılan parçada PA 66 kullanıldığı için burada uygulanacak çekme payı tablo II.1’de de görüldüğü üzere 0.005 ile 0.015 arasındır. Ortalama olarak 0.010 civarındır[14]. Bu miktar gözönüne alınarak kalıp boşluğundaki ölçüler 0.010 mm + tolerans olarak verilmiştir.

III.2.3. KALIP AYRIM YÜZEYİ

Kalıp ayırım yüzeyi diğer bir adıyla kalıp bölme yüzeyi bilgisayar ortamında kullanılan Cad programlarında mevcut olup çizilen parçanın katı modelini Cad programında oluşturduktan sonra Cad programı tarafından otomatik olarak yapılabilir. Kalıp tasarımcısı Cad programı tarafından yapılmış olan bu kalıp ayırım çizgisini isterse değiştirebilmektedir ve program tasarımcıya böyle bir alternatif çalışma ortamı sunmaktadır. Bu değişim genellikle sadece estetik yönden kalıp ayırım çizgisinin sakıncalar taşıdığı durumlarda yapılmaktadır. Bazen de kalıp teknolojisi etkenleride devreye girebilmektedir.



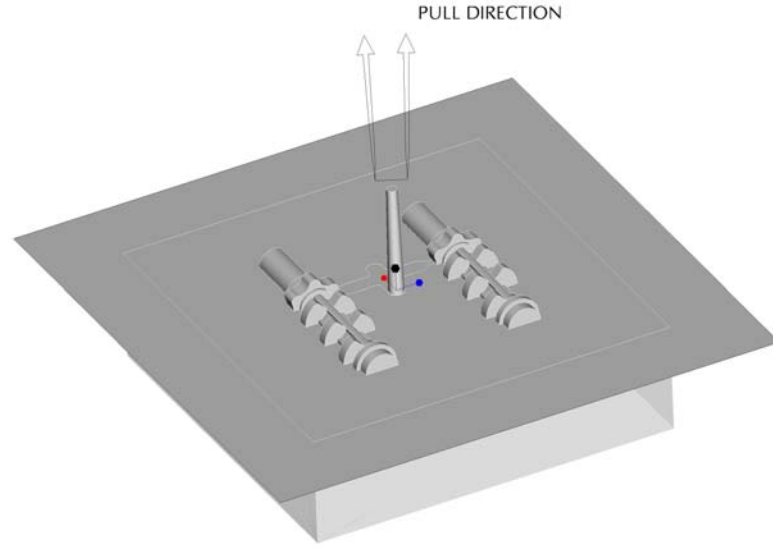
Şekil III.14. Kalıp Ayırım Yüzeyi

III.2.4. KALIP ÇEKİRDEKLERİ

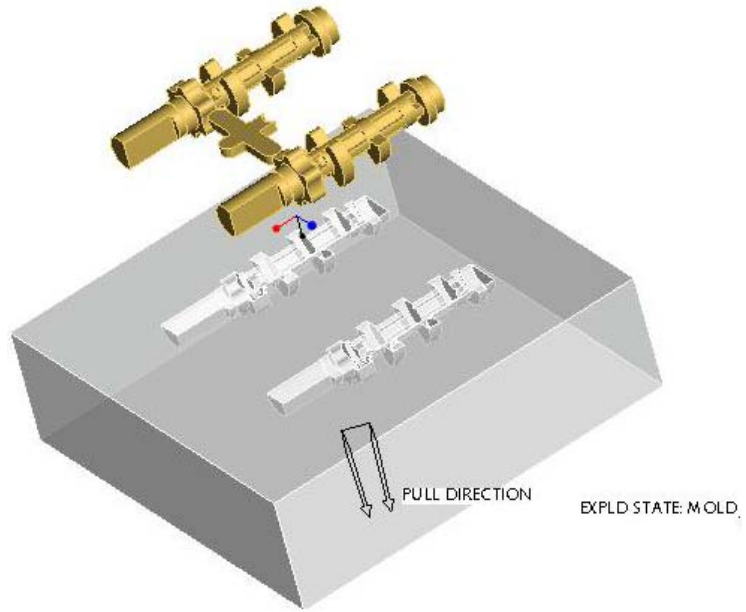
Çekme payı verilen ürün, kullanılan yazılım programında kalıp ayırım yüzeyi denilen yüzeyi tayin ettikten sonra programın yardımıyla erkek ve dişi olarak kalıp ayırımı gerçekleştirilebilir. (Şekil III.15, Şekil III.16)

Gerçekleştirilen kalıp ayırımında erkek ve dişi çelik olmak üzere iki çeşit çelik ortaya çıkmıştır. Çeşitli mukavemet hesaplamaları gözönünde bulundurularak erkek ve dişi çelik ölçüleri bazı standartlara göre tayin edilir.

Bu standartlar dünyanın bir çok ülkesin kalıp elemanları üretimi ve satışı yapan birkaç firmanın hesaplayıp ta ortaya koyduğu kalıp elemanları ve standart hazır kalıp kasası ile ekipmanlarının ölçü ve şekillerinden oluşmaktadır. Kalıp tasarımcısı kalıp çekirdek ve kasa ebatları belirlerken HASCO, DME gibi bu alanda söz sahibi belirli standartlara kavuşmuş olan bu firmaların hazırladıkları standart kalıp elemanları kataloglarından veya cd'lerinden yararlanmaktadır[15].



Şekil III.15. Erkek Kalıp



Şekil III.16. Dişi Kalıp

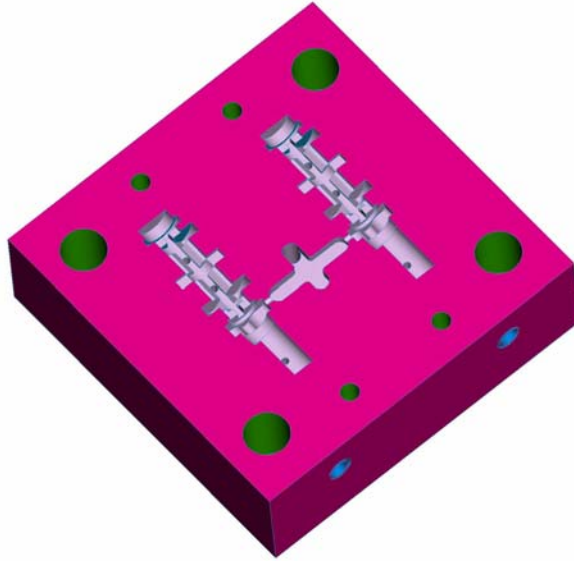
III.3. KALIP İMALAT UYGULAMALARI

III.3.1. ÇELİK SİPARİŞLERİ

III.3.1.1. ERKEK ÇELİKLER

Erkek çelik genel anlamda kalıplanacak parçanın iç yani görünmeyen bölgesini (kozmatik olmayan) oluşturan çeliktir.

Lokmalı veya lokmasız (parçalı veya yekpare) yapılabilirler. Tasarımı yapılan parça küçük ve az gözlü olduğundan yekpare olarak yapılmıştır. Bu yüzden erkek lokma yoktur. Baskı yapacağı plastik hammaddenin türüne ve DIN normuna göre genel olarak 1.2344-54HRC, 1.2767-56HRC, 1.2316-38HRC (ön sertleştirilmiş), 1.2738-35,38HRC (ön sertleştirilmiş) gibi soğuk iş çeliklerden imal edilirler.



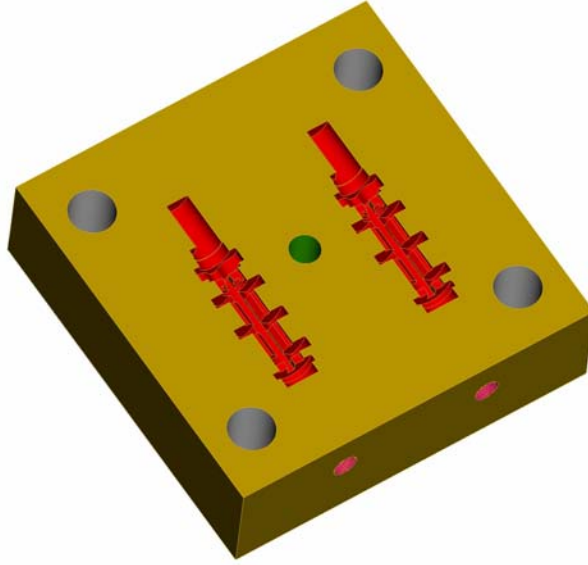
Şekil III.17. Erkek Çelik

III.3.1.2. DİŞİ ÇELİKLER

Kalıplanacak parçanın kozmatik yüzeyini oluşturan, tasarımı yapılmış ürünün nihayi tüketiciye yansıtılması istenen estetiği ve yazı,figür gibi unsurları üzerinde bulunduran ürünün de üzerinde çıkmasını sağlayan kalıp elemanıdır.

Dişi çelikler, parçalı veya yekpare olabilirler. Plastik hammadde türüne ve DIN normuna göre genellikle 1.2083-52,54HRC (parlatılabilirliği çok yüksek ve parlak yüzeyler için), 1.2714 , 1.2738 gibi soğuk iş çeliklerinden imal edilebilirler.

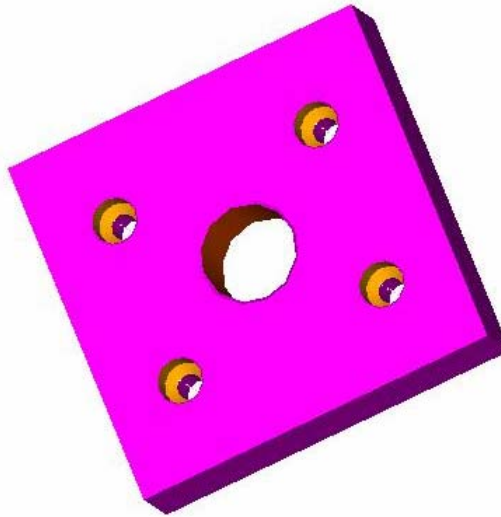
Genelde plastik enjeksiyon kalıplarında yolluk patlatma noktaları dişi çelikler üzerinden yapılır.



Şekil III.18. Dişi Çelik

III.3.1.3. DİŞİ ARKA PLAKA

Kalıbın enjeksiyon makinası ocak tarafına gelen kısmını bağlamayı sağlayan, üzerinde yolluk flanşı, yolluk burcu var ise sıcak yolluk manifoldu ve sıcak yolluk memeleri (nozzle) bulunduran plakadır. Genellikle DIN normuna göre 1.1730 ve TS 'ye göre Ç 1050 gibi imalat çeliklerinden imal edilirler.

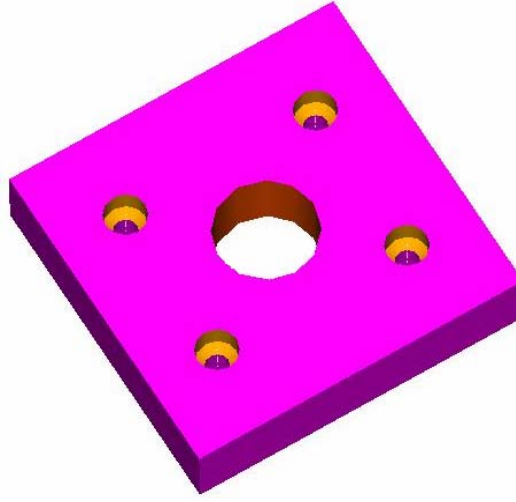


Şekil III.19. Dişi Arka Plaka

III.3.1.4. ERKEK ARKA PLAKA

Kalıbın enjeksiyon prosesini hareketli kısımda bağlanmasını sağlayacak olan plakadır. Bu plaka, üzerinde çeşitli pimlerin (merkezleme pimleri), kalıp itici

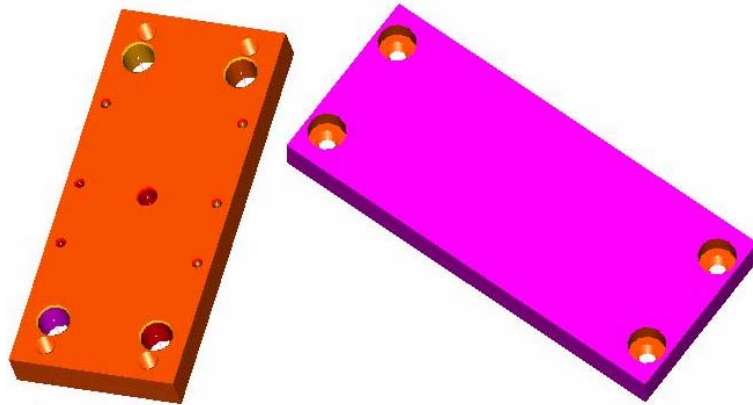
plakasının, hareketlendirme mekanizmalarının, enjeksiyon makinası hareketlendirme mekanizmalarının çalıştığı veya monte edildiği plakalardır. Genellikle DIN normuna göre 1.1730 ve TS 'ye göre Ç 1050 gibi imalat çeliklerinden imal edilirler.



Şekil III.20. Erkek Arka Plaka

III.3.1.5. İTİCİ PLAKALARI

İtici arka plaka ve ön plaka olmak üzere iki adet plakadan oluşan kalıp elemanlarıdır. Enjeksiyon makinasından veya erkek tarafı arkasına yapılmış olan yaygın mekanizmadan aldığı doğrusal hareketi iticilere ileten ve onlarla birlikte hareket eden plakalardır. Genellikle DIN normuna göre 1.1730 ve TS 'ye göre Ç 1050 gibi imalat çeliklerinden imal edilirler.

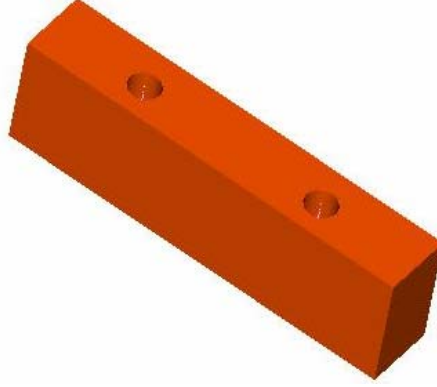


Şekil III.21. İtici Plakaları

III.3.1.6. İTİCİ AYAKLARI

Kalıp erkek plakasıyla erkek blok arasındaki boşlukta yer alırlar. Sütun yüksekliğiyle itici grup plakaları arasında kalan mesafe kalıplanacak olan parçanın en derin ölçüsünden büyük olması gerekmektedir. Parçanın kalıptan çıkması

açısından çok önemli olan bu ölçünün sütun yükseklikleri kalıp içerisinde iyi ayarlanması gereken bir özellik haline getirilir. Eğer; kalıplanacak plan parça çok derin ve buna istinaden sütun yüksekliği çok fazla çıkmış ise, kalıp merkezinden geçecek ve itici plakalarının içerisinde de geçen destek plakaları kullanma zorunluluğu vardır (kalıp çökmesin diye). Genellikle DIN normuna göre 1.1730 ve TS 'ye göre Ç 1050 gibi imalat çeliklerinden imal edilirler.



Şekil III.22. İtici Ayakları

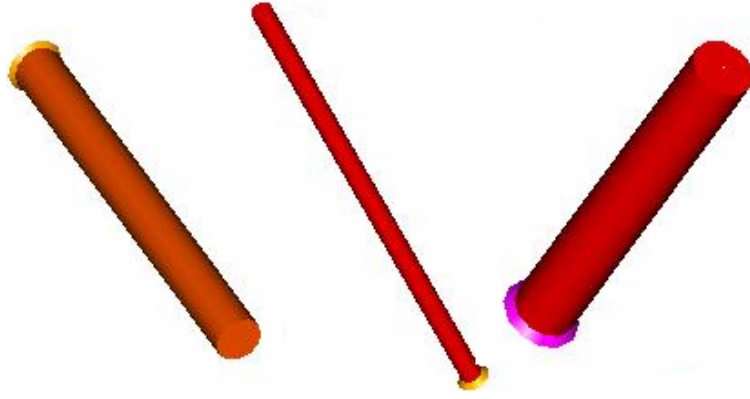
III.3.1.7. STANDART PARÇALAR

III.3.1.7.1. İticiler

Genel anlamda kalıpların erkek tarafından itici blokları diye adlandırılan plakalara herhangi bir sistem ile bağlanmış olup hareket ederek kalıplanacak olan parçanın kalıptan çıkmasını sağlayan kalıp elemanlarıdır. Çok çeşitli olmakla beraber üretim açısından kolaylık sağlaması için yuvarlak kesitli yapılar silindirik başlı veya havşa başlı olmak üzere standart ölçü ve boyutlarda imal edilirler. 40-54HRC arasında değişen sertliklerde kullanılabilirler. Lama itici, profil itici ve sıyrıcı plakayı hareket ettiren iticilerde çeşitlerindenidir.

Tasarımı yapılan kalıpta itici sistemi parça ebatları ve parça tasarımı gözönüne bulundurularak yapılan mamül itici sistemi tasarımında yuvarlak düz ve $\Phi 2$ mm olarak seçilmiştir.

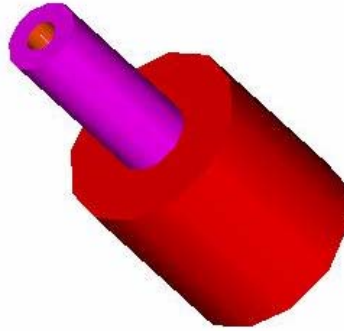
İtici üst yüzeyi min. olarak parça profiline göre alıştırılabilmesi için min. itici çapı $\Phi 2$ mm olarak belirlenmiştir. İtici adedi; dengeli ve grift olan bölgelere yakın olmak şartıyla 3 adet olarak belirlenmiştir.



Şekil III.23. İticiler

III.3.1.7.2. Kalıp Ana Yolluk

Kalıp ana yolluk veya kalıp memesi olarak adlandırılan bu parçalar yine standart kalıp elemanları kataloglarından ilgili ölçülerde tesbit edilerek temin edilir. Özel durumlarda bu tür elemanlar kalıpcı firmalar tarafından yapılabilmektedir.



Şekil III.24. Ana Yolluk

III.3.1.7.3. Kolonlar

Dişi kalıp ile erkek kalıbın birbiriyle çalışma esnasında aynı ekseninde konumlanmasını sağlar. Her kalıpta genellikle 4 adet olmak üzere homojen bir şekilde çeşitli çaplarda ve boylarda yer alır.



Şekil III.25. Kolon

III.3.1.7.4. Maçalar

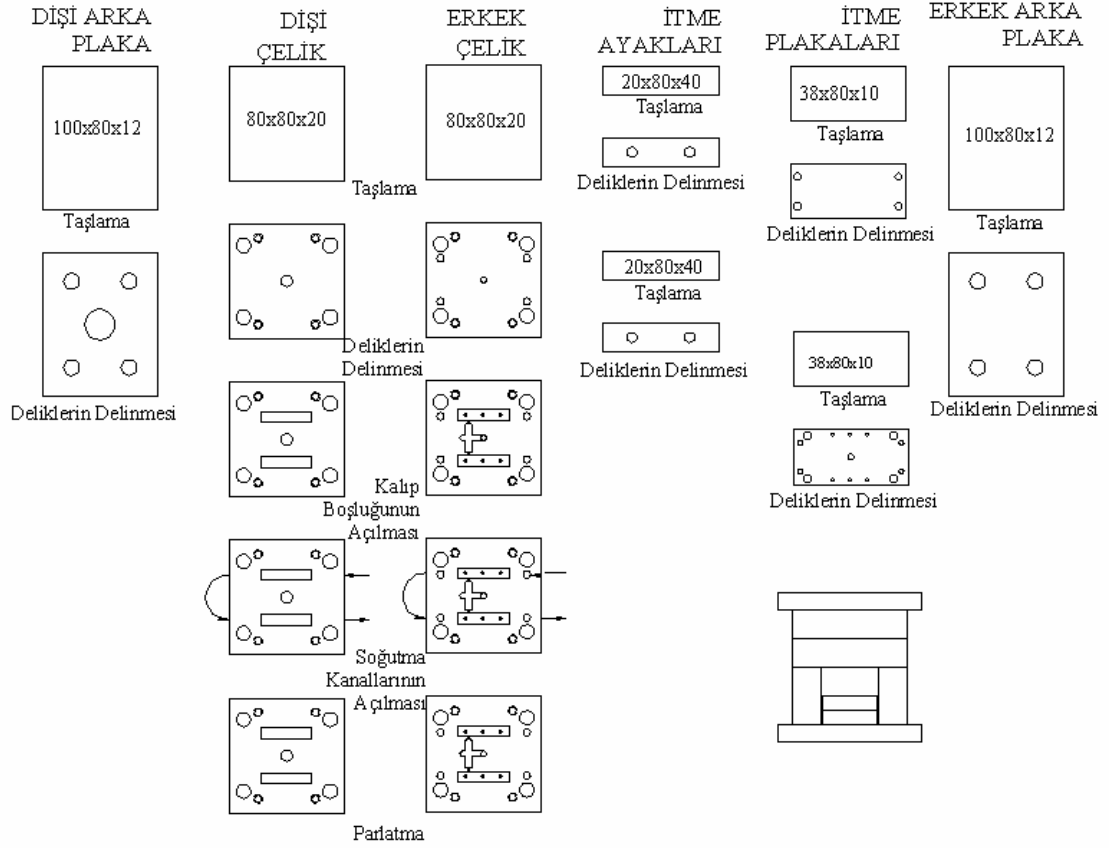
Kalıplanacak ürün üzerinde ters aç, kalıptan parçanın çıkmasına engel olabilen giriti ve çıkıntılardan problem yaratmadan kalıptan çıkmasını sağlayacak düzeneklere maça sistemi, burada kullanılan parçalara da maça adı verilir. Maçalar, kalıbın tasarımına ürün üzerindeki maça yardımıyla ile çıkacak bölgelerin geometrik şekline, basılacak ürün adedine göre çeşitli şekillerden ve çeliklerden yapılırlar.

Bu parçalar kalıbın erkek blok, erkek çelik, dişi blok ve dişi çelik üzerinde yatay, dikey, çeşitli açılarda hareket kabiliyetine sahip olup tamamen spesifik ve kalıp tasarımcısının inisiyatifine göre şekil ve ebatlarda yapılırlar. Maçalara hareket, mekanik açısal hareketlerle verilir. Genelde 50-60 °C arasında kam denilen çalışma sistemleriyle, yayın basma kuvvetiyle, pnömatik veya hidrolik sistemlerle açısal yönlendirelerle (mafsallı) hareket alıp yine pnömatik veya hidrolik sistemlerle kalıp geri itici pimleri ve açılı pimler yardımıyla da geri hareketini tamamlamaktadır.

Standart kalıp kataloglarından tespit kasa ve kalıp çekirdek ölçüleri kesme payları ve temizleme payları da ilave edilerek verilmektedir.

Kalıbın üretimi için kalıp komple ve detay resimleri hazırlanmaya başlanır. Bu resimler hazırlanırken eş zamanlı mühendislik adına dişi ve erkek çelikleri CNC freze ve tel erezyon için işleme (talaş kaldırma ve kesme) 3D ve 2D resimleri hazırlanıp teslim edilir.

III.3.2. KASA VE ÇELİKLERİN HAZIRLANMASI



Şekil III.26. Kalıp İmalat Aşamaları

III.3.2.1. NUMARALANDIRMA: Siparişi verilen çelik ve setler geldikten sonra set açılıp numaralandırılır.

III.3.2.2. KABA ÖLÇÜYE GETİRME: Kaba ölçülerde gelen çelikler kaba talaş frezelerinde (manuel frezelerde) ölçüye getirme işlemi yapılır.

III.3.2.3. DELİKLERİN DELİNMESİ: Çelikler ısıl işleme gitmeden önce su kanalları, bağlantı civata delikleri ve itici yerlerinin delikleri (verilen ölçüden küçük) universal takım tezgahları kullanarak delme işlemleri yapılır. Bu işlemler yapılırken tüm ölçüler çelik orjinine göre merkezden dağıtılarak yapılır. Çelik ısıl işleme gittiğinde çarpılma, burulma gibi işlemler parça ekseninden uçlara doğru eşit olarak gerçekleşir. Doğal olarak eksenden dağılım olduğu için kenarlardan traşlama olduğunda ölçü yerleri değişmez.

III.3.3. ISIL İŞLEM

Malzemeler sıvıdan katı hale geçerken büzüşür ve büyük bir iç gerilimle kararsız hale gelirler. Sıcaklık metallerdeki stresi alan ve metallere özellik kazandıran ve özelliklerini homojenize eden bir özelliğe sahiptir. Sıcaklıkla yapılan özellik ayarlamalarına ve mikro yapı değişimlerine ısıt işlemler adı verilir. Isıt işlemler amacına göre değişik çeşitlidirler. Bunlar; Menevişleme, Gerilim giderme tavlamaşı,Yeniden kristalleşme tavlamaşı, Küreleştirme tavlamaşı, Su verme, Normalizasyon ve Sıcak işlem tavlamaşıdır.

Kalıp parçalarımızı ölçüye getirmeden önce ısıt işlem prosesinde doğabilecek hataları absorbe edebilmek için belli ölçüde büyük bırakmalıyız. Menevişleme; çeliklere 200-400°C sıcaklıklar arasında bazı hallerde de 500°C'ya kadar uygulanan bir işlemdir. Plastik kalıp çelikleri ısıt işlem prosesi min. 3 menevişlemeyle sonlandırılmalıdır. Eğer gerilim gidermeler 3 menevişleme üzerinden yapılmazsa, çeliklerde daha sonra yapılacak olan CNC yüksek hızda işleme ve tel erezyonda işleme durumlarında çelik özelliğini yitirebilir.

III.3.4. TAŞLAMA

Isıt işlemden gelen malzemeler satıh taşlama tezgahlarında özel taşlar kullanılarak ölçü ve gönyeye getirme işlemi gerçekleştirilir. Bu çelikler eğer set içerisinde havuz varsa bu havuza oturturlurlar. Ölçüsel bir bozukluk ortaya çıkarsa havuz içerisi üniversal takım tezgahlarında ölçüye getirilir.

III.3.5. CNC İŞLEME

Taşlama tezgahında havuza sıkı olarak oturtulan parçalarda ısıt işlem 3 meneviş olarak yapıldığı için talaş kaldırmadan dolayı ortaya çıkacak olan gerilim kaynaklı ölçüsel bozukluklar ile karşılaşılmayacaktır. CNC frezelerde gelen çelikler kalıp tasarımından CAM için atılmış olan üç boyutlu datalar üzerinde oluşturulmuş takım yolları işlemeye tabi tutulur. Burada hem dişi hem de erkek çelikler kalıplanacak parça geometrisine göre tam anlamıyla bitirilebilir veya başka tezgahlara kolaylık olması amacıyla ön işleme şeklinde de yapılabilir. Bu işlemler CNC frezelerde bittikten sonra kalıp tasarım dosyasındaki detay resimler yardımıyla ölçü kontrol işlemleri gerçekleştirilir ve tamamlanır.

II.3.6. TEL EREZYON

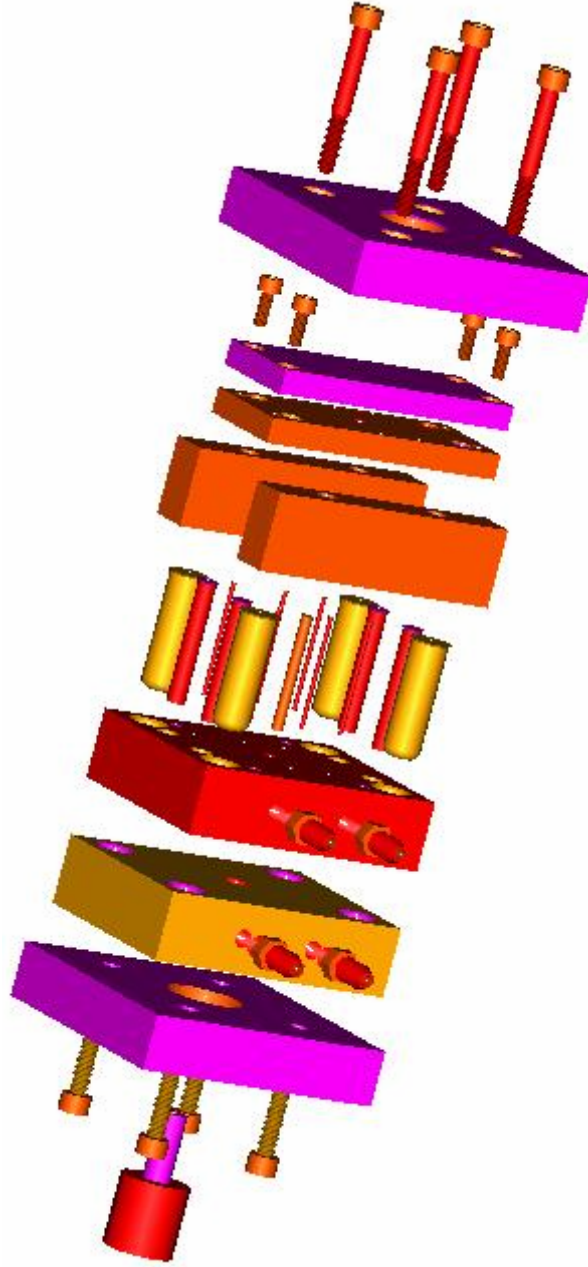
Eğer CNC freze tezgahıyla tam anlamıyla bitirilememiş ya da CNC freze tezgahında yapılamayan bölgeler var ise bu çelikler tel erezyon tezgahında kesilerek çelikler üzerinde istenilen geometriler elde edilir. Aynı zamanda CNC frezelerde tam olarak bitirilmiş kalıpların içerisine kalıplanacak ürünün geometrisi gereği lokma adını verilen parçalarda tel erezyonda kesilir.

II.3.7. ELEKTRO EREZYON

CNC freze ve tel erezyonda geometrinin istediği şekil tam olarak sağlanmamış ise burada işlenen ve kesilen çelik ve / veya lokmalar elektro erezyon tezgahına alınır. Elektro erezyon tezgahlarında elektrolitik bakırlar (grafit) yardımıyla parçalar üzerinde istenilen geometriler bakır ve grafitler yardımıyla yapılır. Elektron atlama yöntemiyle talaş kaldıran bu tezgahlarda yapılan bu işlemler de elektrodlar, kalıp tasarım aşamasında tasarlanmış CNC freze ve tel erezyon tezgahlarında işlenmiş olmalıdır. Elektro erezyon işlemi çok uzun süren işlem ve sonucunda iyi yüzey kalitesi çıkarmadığından genellikle bu işlem neticesinde parçalara tesviye işçiliği kaçınılmaz olur.

II.3.8. KALIP TOPLAMA / MONTAJ:

CNC freze, tel erezyon, elektro erezyon, üniversal takım tezgahları (kalıpcı frezesi, torna, profil taşlama, satır taşlama vs.) kullanılarak son geometrileri ve ölçüleri oluşturulmuş olan kalıp seti, erkek ve dişi çelikleri, erkek ve dişi lokmaları ve standart kalıp ekipmanları (civata, itici vs.) bir araya getirilerek kalıp komple resminde verilen montaj sırasına göre toplanmaya başlanır. Kalıp erkek ve dişi tarafı olarak iki parça halinde toplandığında kalıp üzerinde alıştırma işlemi yapılır.



Şekil III.27 Kalıp Demontaj

II.3.8.1. Alıştırma

Kalıp içerisinde birbiriyle çalışan parçaların veya hammaddenin girmesi istenilmeyen bölgelerin sağlanması için yapılan, birbiriyle temas etmesi gereken parçaların hassas bir şekilde tezgah ve / veya tesviye işçiliğiyle max. 0,02 hassasiyetle sağlanması işlemine alıştırma denir. Eğer bir kalıpta alıştırma işlemi istenilen hassasiyetle yapılmamışsa kalıplanan parça üzerinde çapaklanma adı verilen kalıp imalat hataları meydana gelir.

Bu işlem, hareketli parçaların çalışmasından birbiriyle örtüşüp hammaddenin sızacağı bir boşluk kalmayacak şekilde tesviye işçiliği ile devam eder. Burada alıştırma boyası adlandırılan bir nevi markalama boyası kullanılırlar. Bu boyadan birbiriyle örtüşen parçaların örtüşmesi istenilen yüzeylerden birine sürülür. Kalıp kapatılarak alıştırma presi veya daha kuvvetli bir mekanizma ile sıkılır. Bu işlemin arkasından kalıp erkek ve dişi olarak tekrar açılır. Eğer örtüşmesi gereken bölgelerdeki boyasız yüzey boyanmış ise kalıbın alıştırması tamamlanmış demektir. Bu işlemden sonra kalıp temizlenir, iticiler ve çalışan bölgeler yağlanır. Böylelikle kalıp deneme baskısına hazır duruma gelmiş olur. Basacağı hammadde ile enjeksiyon presinde deneme baskısına alınır.

II.3.8.2. Deneme baskısı

Montajı tamamlanmış olan kalıp deneme yapılacak olan hammadde ile enjeksiyon presinde denem baskısına tabi tutulur. Deneme baskısı kalıbın normal çalışma şartlarında olmalıdır. Yani sıcaklıklar, basınçlar ve soğutma sistemi normal rejim baskısındaymiş gibi faal ve düzenli olmalıdır. Eğer ısıl işlem yapılmamış bir kalıbı deneme baskısına tabi tutmamız gerekiyorsa bu baskı adedi 10 u geçmemelidir.

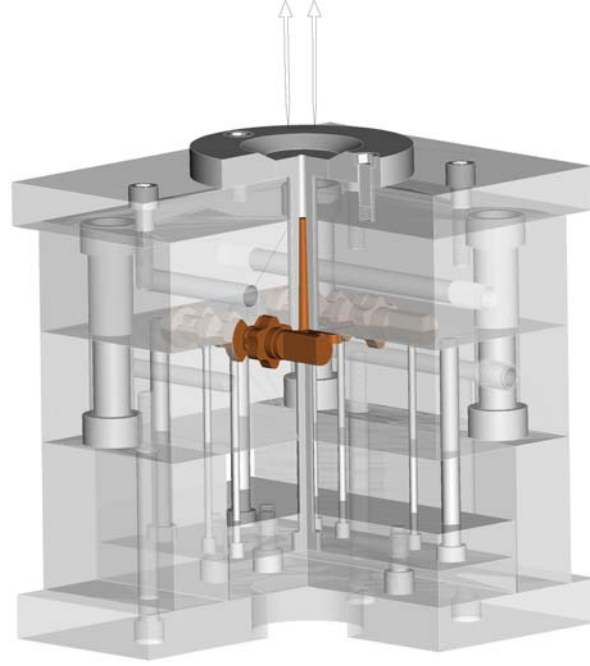
II.3.8.3. Parlatma

Kalıp üzerinde eğer kalıplanacak parça kozmatik yüzeyi parlak isteniyorsa veya derin bölgelerde çıkma açısı verilmesi ölçüsel bakımdan sıkıntı yapıyorsa bu bölgelere parlatma işlemi uygulanır. Parlatma işlemi 180 kum gaz taşları ile başlayıp 1200 kum zımparaya kadar yapılan ve daha sonrada çeşitli parlatma ekipmanları ile parça üzerinde pasta adı verilen parlatmaya yardımcı elmas parçacıkları ile çok az miktarda talaş kaldırma işlemidir. Parlatma neticesinde çeşitli ekipmanlar, zımpara, çeşitli numaralarda gaztaşı, pasta, keçe, fırça ve pamuk ile gerçekleştirilir. Parlatma işleminde en önemli kısım kalıp çekirdeğinin köşelerinin kırılmamasıdır eğer köşelerde kırıklar meydana gelirse parçanın çapaklı çıkmasına neden olur.

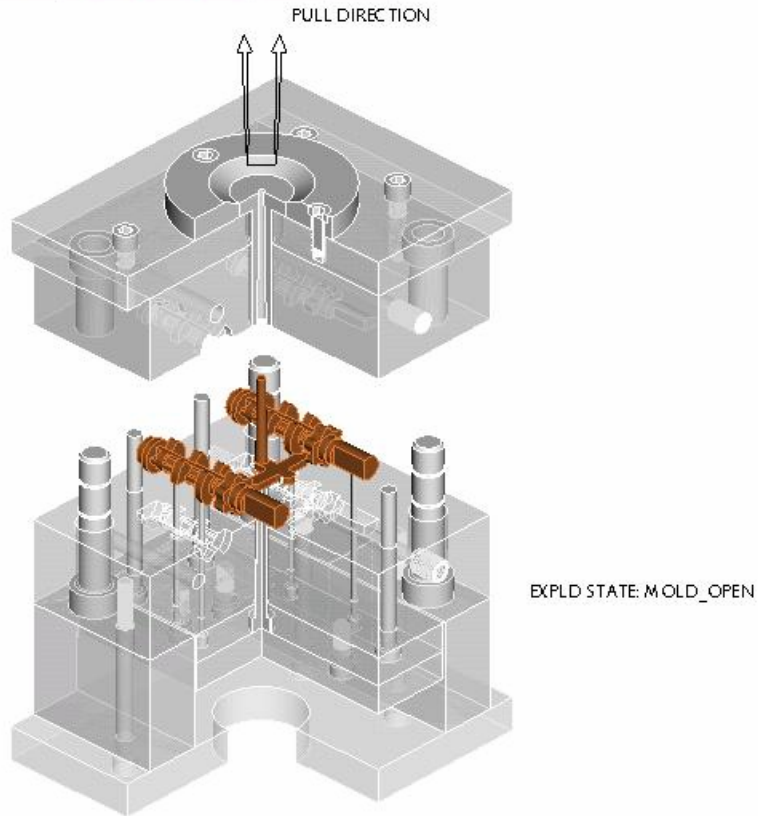
II.3.8.4. Kalıp kabulü

Deneme baskısından sonra parlatma işlemi yapılan kalıp bu sefer yine kullanılacak orijinal hammaddesi ile pilot üretim adı verilen üretim için her türlü çalışma şartları sağlanarak min. 500 adet baskı yapması bize kalıbın verimliliği ve

parça kalitesi ile kalıp uyumu hakkında son derece yeterli bilgileri verecektir. Kalıp kabulu bu 500 baskıdan sonra eğer kalıp çalışmasında bir problem yoksa ilgili firma yetkilileri veya mühendisleri tarafından yapılmalıdır.



Şekil III.28 Kalıp Kesit Görünüşü



Şekil III.29 Kalıp Montaj Görünüşü

BÖLÜM IV

SONUÇLAR

Günümüzde birçok sektörde; bunların başında ev aletleri, otomotiv sektörü silah ve sanayi sektöründe plastikler oldukça sık bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Şimdiye kadar metal olarak kullanılan birçok parça; üretim kolaylığı, hız ve maliyet yönünden büyük avantajlar sağladığı için artık plastik malzemeden üretilmeye başlamıştır. İlerleyen teknolojiler sayesinde birçok özelliklere sahip olan bir ürünün üretilmesinde iki ana fark başlıca rol oynamaktadır ki bunların birincisi plastikler, ikincisi de bu plastiklere şekil verecek olan plastik kalıplarıdır.

Plastik artık günümüzde “mühendislik plastikleri” adıyla da teknik birçok özelliklere sahip olarak kullanıcıların hizmetine çeşitli firmalar tarafından hizmete sunulmuş artık bilinmeyen hiçbir eksik yanları kalmayarak üretici firmalar tarafından kullanıcı firmalara çözüm ortağı olunmuş gerekli yerlerde istenen özelliklerde plastik üretimi yapılabilmektedir. Ne yazık ki Türkiye’de plastiklerin henüz üretim özellikleri ve yeni özellikler kazandırılma konusu bir miktar ileri ülkelerden geri kalmıştır. Yine de yukarıda bahsettiğimiz üzere üretici firmaların çözüm ortağı olarak birçok isteklere cevap vermesi bu açığı fark ettirilmez hale getirmiş fakat yine de fiyat olarak her zaman onlara bağlı kalmıştır.

Plastik parça üretiminin ikinci ve en önemli faktörü ise plastik kalıplarıdır. Artık günümüzde üretilen çeşitli özelliklere sahip mühendislik plastiklerini kalıplamamız için gereken bu teknolojiyi malesef plastik sektöründe olduğu gibi kolay ulaşılamamaktadır.

Her ülkede plastik kalıp sektörü gelişen plastik teknolojisine, değişken kullanım yerlerine uygun daha hızlı daha kaliteli ve daha ucuz maliyetli kalıplar yapmak zorundadır. Bu sebeple kalıp sektöründeki gelişmeleri hergün takip etmekte hatta kendileri de diğer rakiplerinden bir adım önde olma fikri olma içerisinde olduklarıdır.

Avrupa ülkeleri bu kalıp sektöründeki gelişmeleri özel kuruluşların inisiyatifine pek bırakmamış bunlarla ilgili eğitim kurumlarını desteklemiş üniversitelerde özel bölümler açmış ve özel şirketleri plastik kalıp teknolojilerini

ilerletmeleri ve eleman yetiştirmeleri için her yönden desteklemiştir. Avrupa bugün teknolojisindeki pratik bilgilere sahip ustalarına sahip çıkmış onları yeni ustalar yetiştirsınler diye çeşitli kuruluşlara eēitmen olarak atamış ve devamlı desteklemişlerdir.

Plastik kalıp konstrüksiyonu teoriden çok ilk önce pratik bilgiye ihtiyaç duyulan bir teknolojidir. Çünkü plastikler kalıp içerisinde şarta baēlı olarak çok deēiřken fiziki yapılar bürünürler bu fiziki yapıyı deēiřtirmek ise ancak kalıbı tasarlayan teknik personelin elindedir. Türkiye’de de aslında kalıp yapılabilir fakat gereken teknolojik aletler, gereken teçhizatlar, makineler, sistemler, yazılımlar hep dışarıya baēımlı oldukları için bizler her zaman Avrupa’dan bir adım geride teknolojiyi takip etmeye mecbur kalmaktayız. Bu teknik bilgi ve kültürün eksikliēi Türkiye’de inanılmaz bir plastik kalıp konusunda boşluk olduēunu ortaya koymaktadır. Türkiye’de yapılan birçok plastik kalıp hemen hemen onu yapan ustaların pratik görüşleri ile kaliteli yapılmıştır. Türkiye’de kalıp piyasasındaki bu kıymetli bilgilere sahip ustaları birer eēitmen haline getiremediēimiz içinde bu güzel bilgiler bugün onlarla beraber yok olup gidecektir.

Türkiye’de henüz bir-iki meslek lisesinde olan plastik kalıp bölümlerinin aıldıēı fakat buralarda verilen eēitimin hem süre hem teknik deneyim olarak yetersiz oldukları açıkça ortadadır. Buralardan mezun olan birçok ērencinin ērendiēi bilgilere piyasada bir yıl içersinde ulaşılabilir. Günümüzde mühendislik fakültelerinde bu tür dersleri sadece konu olarak anlatıldıēı çok yzeyssel bir ders işlenmesi ve uygulamalarında yetersiz hatta hiç olmadığı da gerçektir. Plastik kalıp dersleri ancak teknik eēitim fakültelerinde yeni yeni dikkatlice ele alındıēı gözlenmektedir. Peki biz bu yetersiz eēitim ile Avrupa’daki kalıp teknolojisinin hızına nasıl yetişebiliriz? Biz Türkiye’de Avrupa’daki hızla gelişen bu kalıp teknolojisini yakalamamız için ilk etapta piyasadaki büyük bilgi ve becerilere sahip insanları deēerlendirmemiz, onlardaki bu bilgilerden yararlanarak meslek liselerinde veya fakültelerde eēitime daha da önem vererek plastik kalıp teknolojisini daha hızlı daha kaliteli daha uygun yapacak bir eēitim sistemine geilebiliriz. Aksi takdirde teknik eēitimi yayıp desteklemezsek, sadece kitaplarda yazılı sabit bilgilerle eleman yetiştirmeye çalışırsak her zaman geri kalmaya mahkum oluruz.

Fakat gelişen teknoloji malzeme, techizat ve bilgi olarak takip eder ve yerinde eēitim katar elemanlara aktarırsak her zaman kendi kendimize yetecek hatta dünyaya teknoloji satabilecek hale gelebiliriz.

