

## PLASTİK ÜRÜN TASARIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

\* C.Selim YILDIRIM

\*\* Yrd. Doç. Dr. Ahmet DEMİRER

[s.yildirim@farplas.com](mailto:s.yildirim@farplas.com)

[ademirer@sakarya.edu.tr](mailto:ademirer@sakarya.edu.tr)

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi A.B.D.

Esentepe Kampüsü / SAKARYA

Bu makale [www.cadcamsektoru.com](http://www.cadcamsektoru.com) portalında yayınlanarak binlerce kişiye ulaşmıştır.

### ÖZET

Bu çalışmada plastik parçaların tasarımında dikkat edilmesi gereken kuralları ortaya koymaktadır. Malzemesi ve yöntemi seçilen plastik mamulün çekme payları da hesaba katılarak verilmesi gerekli toleranslardan bahsedilmiştir. Delikler, yuvarlatmalar, cidar kalınlığı, ayırım hattı, kaburgalar vb. gibi ürün tasarımını etkileyen hususlarda nelere dikkat edilmesi gerektiği örnek şekillerle verilmeye çalışılmıştır.

### 1. GİRİŞ

Plastiklerle tasarımdaki ilk girişimlerde, metallere uygulanan test usulleriyle elde edilmiş malzeme özellikleri ve metaller için geçerli olan tasarım kuralları kullanılıyordu. Plastiklerle metaller arasında çok büyük farklar bulunduğundan, bu durum mamullerin düşük kalitede olmasına yol açıyordu.

Plastikler, üretim kolaylığı, hafiflik ve ekonomikliğinin yanında estetik ve kendinden renklendirilebilme özellikleri en büyük avantajlarıdır. Dolayısı ile plastik mamullerin günümüz yüksek rekabet ortamında kendinden istenen işlevi en iyi şekilde yerine getirebilmesi için uygun yöntemin seçilmesi ve optimum bir tasarımın gerçekleşmesi gereklidir[1].

Günümüzde plastikler, sanayide oldukça önemli bir konuma gelmişlerdir. Artık plastikler gıdaların paketlenmesinde, ulaşımaya kadar hemen hemen her sahada başarıyla kullanılmaktadır[1].

Parçaların geometrik tasarımında da dikkatli olunmalıdır. Delikler, kaburgalar, dişler gibi kısımların boyutlandırılmasında ilgili kurallara uyulmalıdır ki, kalıplama işleminden sonra çarpılma, boşluklar gibi sorunlar yaşanmasın[2].

Tasarım sırasında plastiklerin kimyasal ve fiziksel özellikleri ile ilgili temel bilgilerin bilinmesi de faydalı olacaktır. Böylece parçanın, istenen fonksiyonu başarıyla yerine getirebilmesini sağlayacak en uygun malzeme seçilebilecektir.

## 2. TASARIM İLKELERİ

Mamül bilgisinin başarılı olabilmesi için aşağıdaki bilgilere sahip olunmalıdır.

- 1) Mamülün fonksiyonları hakkındaki bilgiler
- 2) Plastik malzemelerin davranışları hakkındaki bilgiler
- 3) Konuyla alakalı bütün ekonomik ve psikolojik faktörler hakkındaki bilgiler
- 4) Plastik işleme yöntemleri hakkındaki bilgiler
- 5) İşleme teknolojisi hakkındaki bilgiler

Tasarımcının imalat yöntemi bakımından daha fazla bilgi sahibi olması, daha iyi bir tasarım demektir [1].

Başarılı bir plastik ürün tasarımında aşağıdaki dört temel unsurun unutulmaması gereklidir[4]:

- 1) Ürünün Tasarımı
- 2) Ürüne en uygun plastik malzeme seçimi
- 3) Üretim için gerekli alet ve takımların ( makine, kalıp) tasarımı, bir araya getirilmesi ve
- 4) Malzemelerin kalıplanması yani üretimidir.

Unutulmamalıdır ki; Her şey tasarımlar başlar. Plastik parça tasarımında yapılacak hatalar, en son üretime kadar bütün süreci etkileyeceğinin bilincinde olmamız gerekir.

### 2.1 Malzeme Seçimi ve Önemi

İstenen özelliklerin belirlenmesi malzeme seçiminde en önemli kriterdir. Bunlar çekme, çentik, darbe ve katlanma dayanımları, maksimum ve minimum sıcaklık dayanımları, dış ortamın etkisi, aleve ve kimyasal etkilere direnç, aşınma ve çizilme direnci, elektriksel direnç gibi özelliklerdir[1]. Bu özellikler dikkate alınarak gerekli malzeme seçilip ona göre tasarım yapılmalıdır.

Bununla beraber, makina üreticilerinin ve kalıpcıların tasarımcılara yardımcı olmaları, plastik sanayisinin hızla gelişmesini ve başarılı olmasını sağlamıştır.

## 2.2 Parça Fonksiyonunun Tanımlanması

İmal edilecek parçanın, doğal olarak bazı faydaları olmalıdır. Parça estetik veya fonksiyonel, genel olarak her ikisini de içeren, ihtiyaçları karşılamalıdır. Tasarımda ilerleyebilmek için parçanın fonksiyonu ve parçaya etkileyen çevre şartları çok iyi bilinmelidir. Fonksiyonun tam olarak bilinmesi tasarımı kolaylaştırır.

Aşağıdaki listenin kullanılması, çeşitli tasarım faktörlerinin tanımlanmasında yardımcı olabilir[2]:

### *Genel Bilgiler:*

- Parçanın fonksiyonu nedir?
- Birleştirme işlemi yapılacak mı?
- Parça nasıl imal edilecek?
- Alan ve hacim sınırlaması var mı?
- Kullanım ömrü ne kadardır?
- Hafiflik isteniyor mu?
- Benzer uygulamalar bulunuyor mu?

### *Yapısal Özellikler:*

- Hizmet süresince, parçanın yükleme karakteristiği nedir?
- Yüklerin genliği nedir?
- Hizmette ne kadar kalacak?
- Hizmet süresince izin verilen şekil değişimi miktarı ne kadardır?
- Prototipi yapıldı mı veya yapılacak mı?

### *Ortam özellikleri:*

- Sıcaklık

- Kimyasal çözücüler
- Nem
- Ortamdaki hizmet ömrü

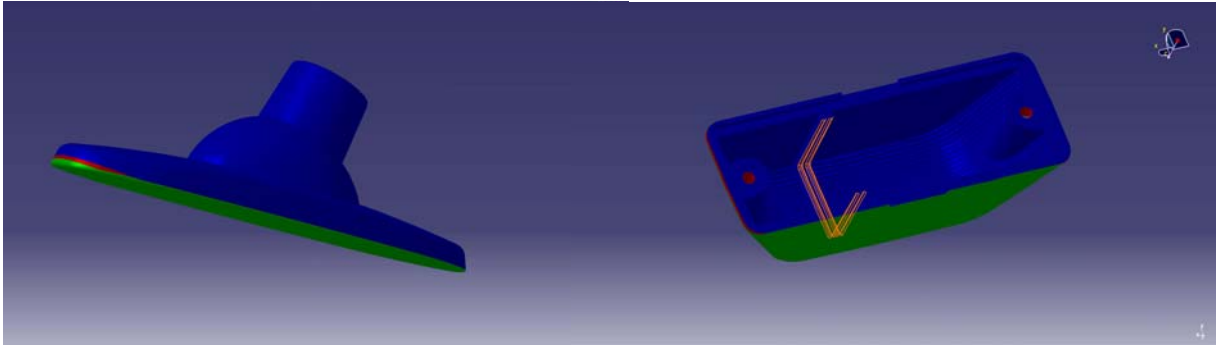
*Görünüm:*

- Şekil
- Sırt
- Renk
- Yüzey işlemleri

*Ekonomik Faktörler:*

- Mevcut parçanın fiyatı
- Plastik parçanın tahmin edilen fiyatı
- Parçanın plastikten imali, basitleştirme, dolayısıyla masraflardan tasarruf sağlayacak mı?
- Son işlemleri ortadan kaldırmak için ve birleştirmeleri hızlı yapmak mümkün mü?

Örnek olarak, Şekil 2.1 'deki ürünler verilmiştir. İki ürün birbirinden çok farklı olup kendi kullanım alanlarına göre tasarımı yapıp işlemleri ona göre belirlenmelidir[5,6].



Şekil 2.1. Tasarım İlkeleri Dikkate Alınarak Tasarlanmış İki Farklı Ürün

### 2.3 Toleranslar

Ürün tasarımı sırasında parçanın boyutları için verilecek toleransın tespiti bir hayli zordur ve göz önünde bulundurulması gereken pek çok faktör vardır. Temelde ikiye ayırabiliriz[1]:

- 1) Kalıp yöntemle ilgili:

2) Ürünün kullanım yeri ile ilgili:

Toleranslar verilirken mutlaka gerçekçi ve geniş tutulmalıdır. Plastik üreticileri bile malzeme çekmeleri için sıkı aralıklar vermemektedirler. Örneğin poliprobilen için aynı parçada çekme aralığı % 1- 2.5 arası gerçekleşebilmektedir. Çeşitli termoplastiklere ait en sıkı ve tercih edilmesi gereken boyutsal toleranslar Tablo 1 ' de gösterilmektedir[1].

*“Parçanın büyüklüğü artınca toleransların sınırının genişletilmesi gerekir.”*

Tablo 1. Çeşitli termoplastiklere ait en sıkı ve tercih edilmesi gereken ( $\pm$ ) boyutsal toleranslar

PARÇANIN BOYU						
25mm			100mm		300mm	
MALZEME	SIKI ( $\pm$ ) mm	TERCİH EDİLECEK	SIKI ( $\pm$ ) mm	TERCİH EDİLECEK	SIKI ( $\pm$ ) mm	TERCİH EDİLECEK
ABS	0.05	0.10	0.10	0.15	0.40	0.75
Asetal	0.07	0.15	0.12	0.25	0.80	1.75
Polietilen	0.10	0.20	0.20	0.40	0.80	1.75
Polipropilen	0.10	0.18	0.18	0.30	0.80	1.75
Naylon 6/6	0.09	0.15	0.15	0.30	1.0	1.90

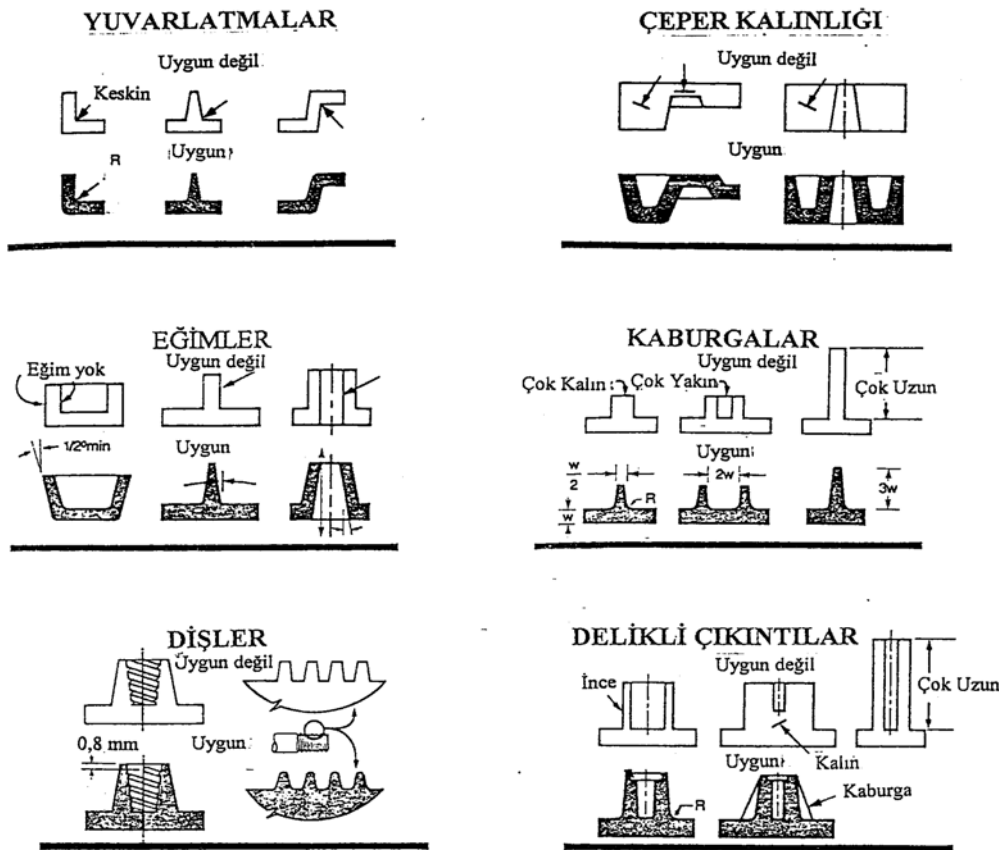
Tablo 2. Çeşitli termoplastiklere ait çekme payı ve yoğunluk bilgileri verilmiştir[5].

Malzeme	Çekme Payı	Yoğunluk
PC	0,0006	0,0012 gr/mm <sup>3</sup>
PPT 20 (katkılı)	0,0011	0,11123 gr/mm <sup>3</sup>
PA6	0,005	0,00113 gr/mm <sup>3</sup>
PP	0,014	0,00091 gr/mm <sup>3</sup>
ABS	0,005	0,00102 gr/mm <sup>3</sup>
PMMA	0,006	0,00115 gr/mm <sup>3</sup>

### 3. KALIPLANACAK ve İMAL EDİLECEK PARÇALARDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Tasarımcı kalıplama işleminde kullanılan plastik malzemelerin özellikleri hakkında dikkatli olmalıdır.

Bu bölümde kaburgalar, çıkıntılar, yuvarlatmalar gibi tasarım kriterleri verilmeye çalışılacaktır. Şekil 3.1’de bunların özeti görülmektedir[2].



Şekil 3.1 Parça tasarımında uyulması gereken temel kurallar.

### 3.1. Cidar ( Et ) Kalınlığı

Uygun koşullar altında, cidar kalınlığının belirlenmesi, normal olarak malzeme seçimine bağlıdır. Bazen alan kısıtlaması buna mani olur ve malzeme seçimi mevcut çeper kalınlığına göre yapılır. Çeper kalınlığı aşağıdaki hususların analizi sonucunda yapılır[2]:

#### Kullanım İhtiyaçları:

1. Yapı
2. Ağırlık

3. Dayanım
4. İzolasyon
5. Boyutsal kararlılık

Üretim gereksinimleri:

1. Kalıplama
  - a) Akış
  - b) Katılma
  - c) Parçanın kalıptan çıkartılması

2. Birleştirme:

- a) Dayanım
- b) Hassasiyet

Bütün bu unsurlar birbirleriyle yakından ilişkilidir. Sadece ekonomik bir bakış açısından, çok büyük veya çok küçük çeper kalınlıkları tasarımı olumsuz yönde etkileyebilir.

Aşağıdaki tablolarda çeşitli termoplastik ve termoset malzemeler için minimum ,ortalama ve maksimum çeper kalınlıklarını vermektedir.

Tablo 3. Çeşitli Termoplastik Malzemeler için Minimum, Ortalama ve Maksimum Çeper Kalınlıkları[2]

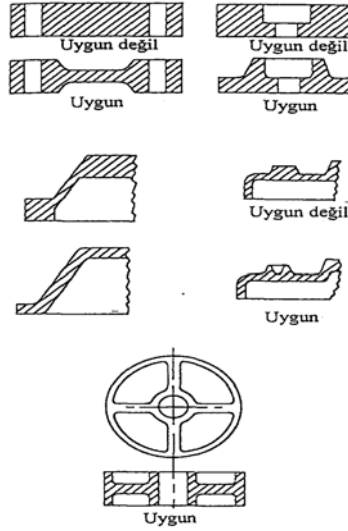
<b>Termoplastik malzeme</b>	<b>minimum (mm)</b>	<b>Ortalama (mm)</b>	<b>Maksimum (mm)</b>
Asetal	0,381	1,575	3,175
ABS	0,762	2,286	3,175
Akrilik	0,635	2,362	6,35
Selülozikler	0,635	1,905	4,75
Naylon	0,381	1,575	3,175
Polikarbonat	1,016	2,362	9,525
AYPE	0,508	1,575	6,35
YYPE	0,9	1,575	6,35
Etilen vinil asetat	0,508	1,575	3,175
Polipropilen	0,635	2,032	7,62
Polisulfon	1,016	2,54	9,525
Polistiren	0,762	1,575	6,35
SAN	0,762	1,575	6,35
PVC-rijit	1,016	2,362	9,525
Poliüretan	0,635	12,7	38,1

Tablo 4. Çeşitli Termoset Malzemeler için Minimum, Ortalama ve Maksimum Çeper Kalınlıkları [2]

<b>Termoset malzeme</b>	<b>Minimum kalınlık (mm)</b>	<b>Ortalama Kalınlık (mm)</b>	<b>Maksimum Kalınlık (mm)</b>
Alkid-cam takviyeli	1,016	3,175	12,7
Alkid-mineral dolgulu	1,016	4,75	9,525
Epoksi/cam	0,762	3,175	25,4
Melamin-selüloz dolgulu	0,9	2,54	4,75
Fenolik-genel amaçlı	1,27	3,175	25,4
Fenolik-cam takviyeli	0,762	2,362	19,05
Fenolik-mineral katkılı	3,175	4,75	25,4
Poliester ön karışım	1,016	1,778	25,4

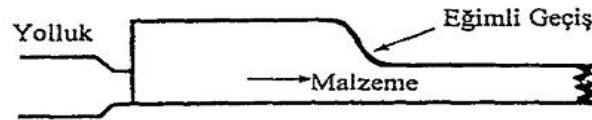
Enjeksiyon kalıplamada, cidarlar( çeperler) ve diğer kesitler, tasarımcı için parçanın istenilen fonksiyonunu yerine getirmesini sağlayan unsurlardır. Temel olarak; cidar kalınlığı parçanın şekil değişimini, iç gerilmeleri ve çatlamayı ortadan kaldırmak için olabildiğince üniform

yapılmalıdır. Aşağıdaki parça tasarımında üniform çeper kalınlığını sağlamak için tipik metotları göstermektedir.

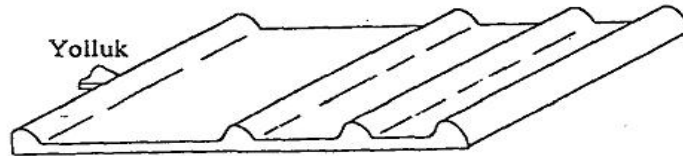


Şekil 3.2. Parça Tasarımında Uygun Et kalınlıklarını Sağlamak İçin Tipik Metotlar [2]

Farklı Cidar kalınlıkları kullanılacaksa, kalın kesitten ince kesite yumuşak bir geçiş sağlanmalıdır. Akış doğrultusundaki komşu kalın ve ince kesitler problem doğurmaktadır. Bazı durumlarda bu problem, yolluğun kalın kesite konulması dolayısıyla malzemenin kalın kesitten ince kesite aktarılmasıyla giderilebilir[2].

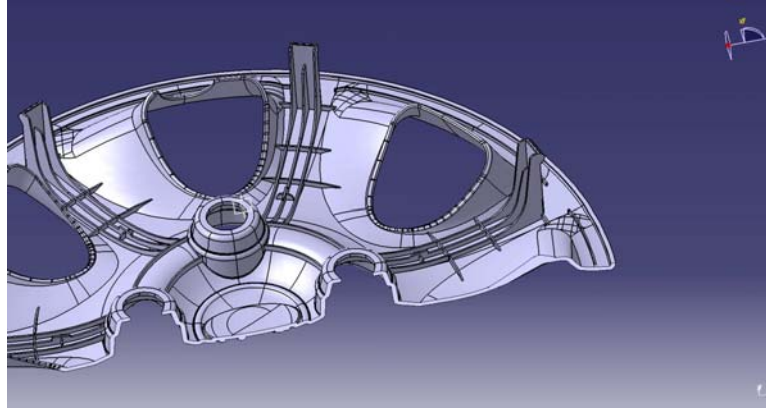


**Malzemenin kalın kesitten ince kesite aktırılması**



**Kalın ve ince kesitler arasında yumuşak geçişler**

Şekil 3.3 Et Kalınlıklarında ki Geçişler



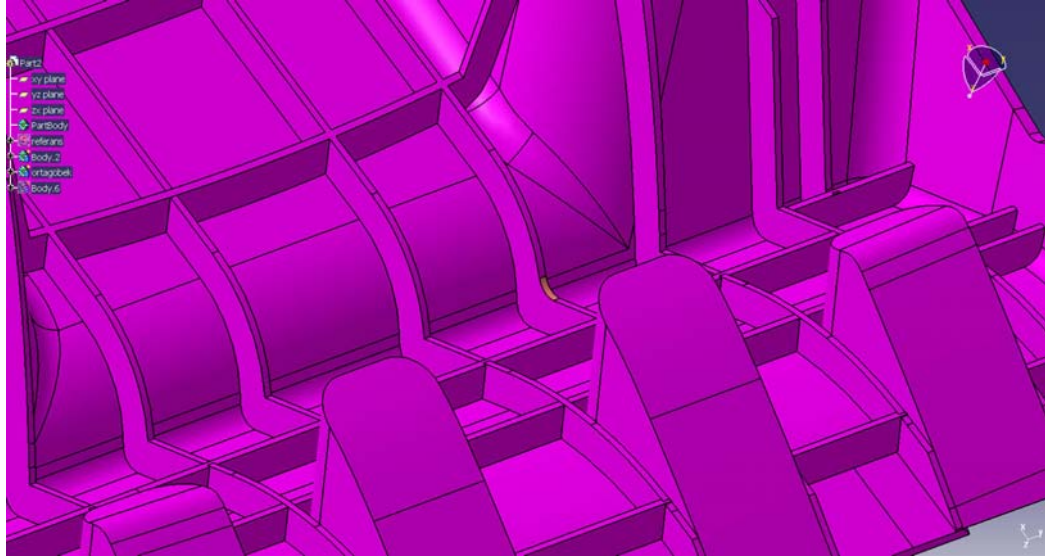
Şekil 3.4 Örnek Plastik Ürün [5]

### 3.2 Yuvarlatmalar ve Yarıçaplar

Plastik parçalardaki keskin köşeler, parça hasarlarına neden olan en önemli etkilerden biridir. Keskin köşelerin giderilmesi bu noktalardaki gerilme yığılmalarını azaltır ve yüksek yapısal dayanıma sahip parçaların üretilmesine izin verir. Yuvarlatmalar, ergimiş plastiğin kalıbı doldururken daha düzenli bir yol izlemesini ve parçanın kalıptan daha kolay çıkarılmasını sağlar. 0.5 – 0.76 mm'lik tavsiye minimum yarıçap, keskin kenarlar gereken yerlerde bile kullanılabilir[2]. Yarıçaplar, kalıpların daha ekonomik ve uzun ömürlü olmasını sağlar.

Parça Tasarımında yarıçap ve yuvarlatmaların birçok yararı vardır[2]:

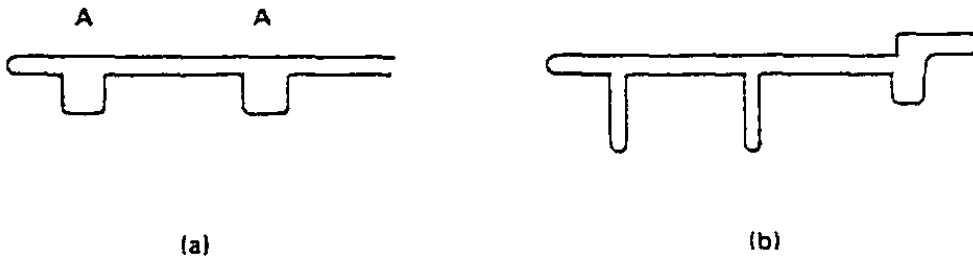
- 1) Kalıplanmış parça daha dayanıklıdır.
- 2) Keskin kenarların giderilmesi otomatik olarak çentik hassasiyetinden dolayı meydana gelen çatlamları azaltır, ani şok ve darbelere karşı olan toplan direnci artırır. İçteki bütün keskin köşelerin 0,381 mm'lik yarıçapla yuvarlatılması dayanımda büyük iyileşmeler sağlar.
- 3) Plastiğin akış davranışı büyük oranda iyileşir. Yuvarlatılmış köşeler, plastiğin bütün kesite üniform, gecikmemiş ve gerilemelere daha az maruz akışına izin verir ve kalıplanmış kesitin üniform bir yoğunluğa sahip olması sağlar.
- 4) Kalıp parçaları, boşluklar daha dayanıklı olacaktır. Çünkü yuvarlatma ile çentik hassasiyeti nedeniyle ortaya çıkan gerilme yığılması azaltılmış.



Şekil 3.5 Yuvarlatılma Yapılmamış Hatalı Tasarım Yapılmış Plastik Ürün [5]

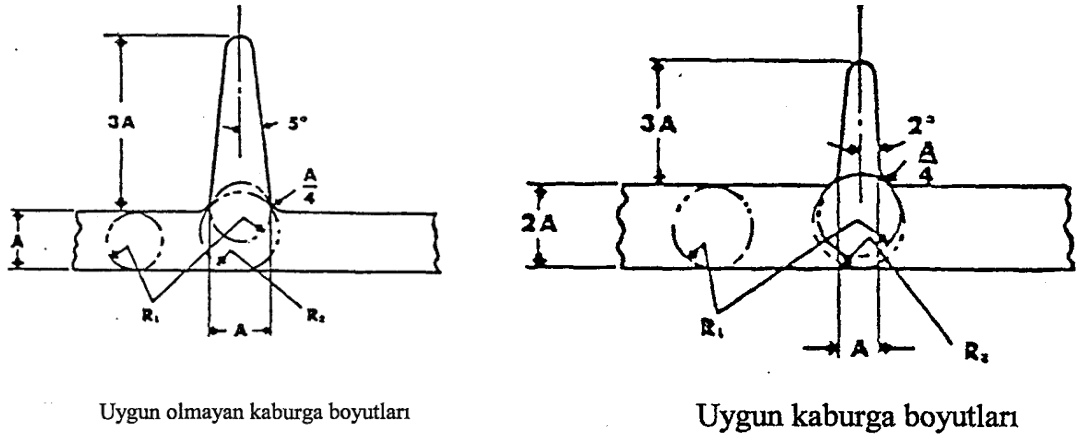
### 3.3 Federler ( Kaburgalar)

Kaburgaların görevi, çeper kalınlığını arttırmadan parçanın rijitliğini ve dayanımını arttırmaktır. Kaburgaların uygun kullanımıyla, çoğunlukla soğuma sırasında meydana gelen çarpılmalar önlenir. Bazı durumlarda da, kalıplama esnasında malzeme akışını kolaylaştırır.



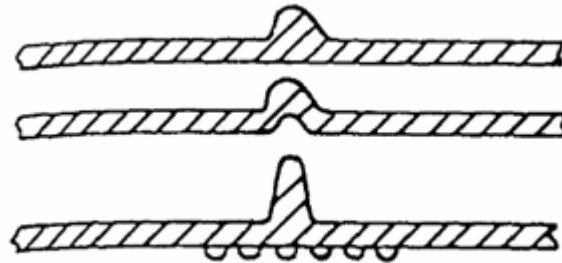
Şekil 3.6 Kalın ve İnce Kaburgalar [2]

Genel olarak, kaburganın taban genişliği, kaburganın tutturulduğu çeperin kalınlığından az olmalıdır. Bu durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. R1 çemberi, kaburga ile çeperin birleştiği yere konulursa kalınlılığın %50 oranında artacağı görülecektir ve bu normal kalıplama koşullarında yüzeyde çekme çukurcukları meydana getirecektir. Kaburganın taban genişliği çeper kalınlığının yarısına düşürüldüğünde birleşme yerindeki kalınlık artımı %20'den daha azdır.



Şekil3.7 Uygun olan ve Olmayan Kaburga Boyutları [2]

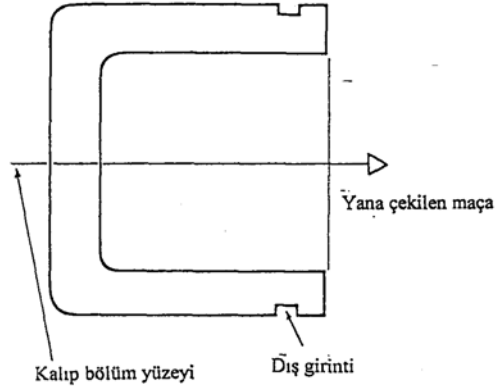
Çıkıntılar ve kabartılar alt yüzeylerde çekme çukurlarına sebep olabilirler. Bu yüzden oluk veya kaburgalar böyle çıkıntıların altındaki yüzeylere konulmalıdır. Aşağıdaki şekilde kabartıların yüzey üzerindeki etkileri gösterilmiştir. Ortadaki şekilde çekme çukurcuğu gösterilmiştir. Bu problem parça alt yüzeyine küçük kaburgalar konularak (oluklandırılarak) giderilebilir [2].



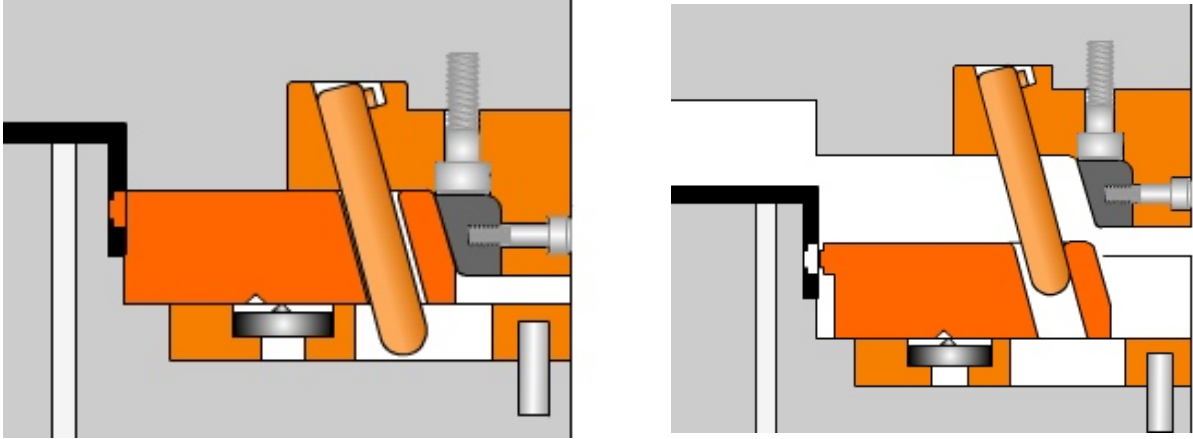
Şekil 3.8. Büyük Kabartıların Yüzey Üzerindeki Etkileri

### 3.4 Girintiler ve Çıkıntılar

Kalıplanmış parçayı başarılı bir şekilde üretmek için bazı tasarım prensiplerine uyulmalıdır. En temel prensip ise parçanın katılaştıktan sonra kalıptan kolayca çıkartılabilesidir. Bu nokta bazen gözden kaçırılmakta ve parçanın kalıp boşluğundan doğrudan çıkartılmasını imkânsız hale getiren girintiler, parça tasarımında kullanılmaktadır. Eğer girintiler-çıkıntılar mecburiyse, parçalı kalıplar ve hareketli kalıp parçaları gereklidir.

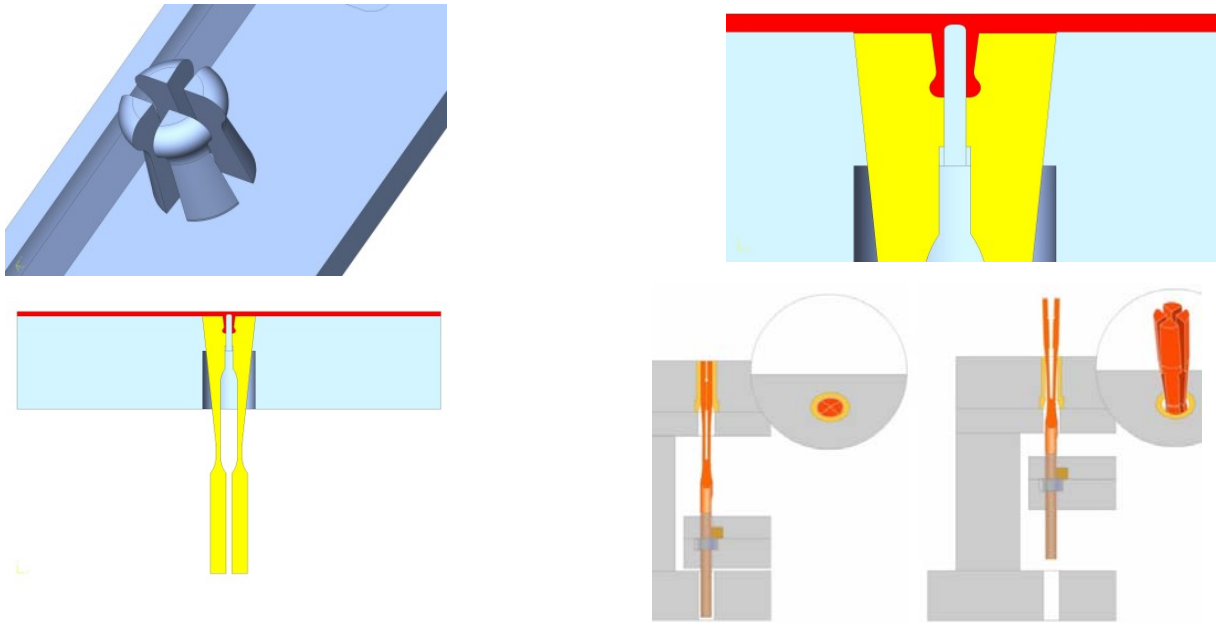


Şekil 3.9 Dış yüzeydeki girintiler için kullanılan sistem [2]



Şekil 3.10 Dış girintiler için kullanılan örnek kalıplama yöntemi [7]

İç girinti ve çıkıntılar kalıpta maliyetleri artırırlar. Bazı durumlarda eğik maça kullanılır. Eğik maça kullanımı aşağıda verilmiştir.



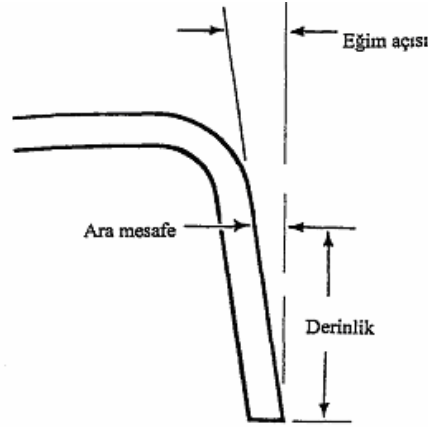
Şekil 3.11 Eğik maça kullanım alanları [7]

### 3.5 Draft Açıları ( Eğimler)

Rijit ve elastometrik plastiklerin imal edilecek parçaların tasarımında, parçanın kalıptan kolay çıkarılabilmesi önemli bir konudur. Bunun için parçaya gereken iç ve dış eğimler verilmelidir. Parçaların çepreleri düz ve dik ise kalıbı açmak için daha fazla kuvvet sarf etmek gerekir. Eğimler ortalama  $1/4^\circ$  dolayında seçilmektedir. Ancak, derinliği fazla olmayan parçalarda daha fazla ( $1/2^\circ$ ), kap biçimli derin parçalarda ise daha az ( $1/8^\circ$ ) tutulabilmektedir. Bazı plastikler malzemeler için tavsiye edilen eğim açıları şöyledir[1].

Polietilen  $1/4^\circ$     Asetal  $0...1/8^\circ$     Naylon  $0...1/8^\circ$

Polystren  $1/2^\circ$     Akrilik  $1/4^\circ$



Şekil 3.12 Eğim açısı ile derinlik arasındaki ilişki[2]

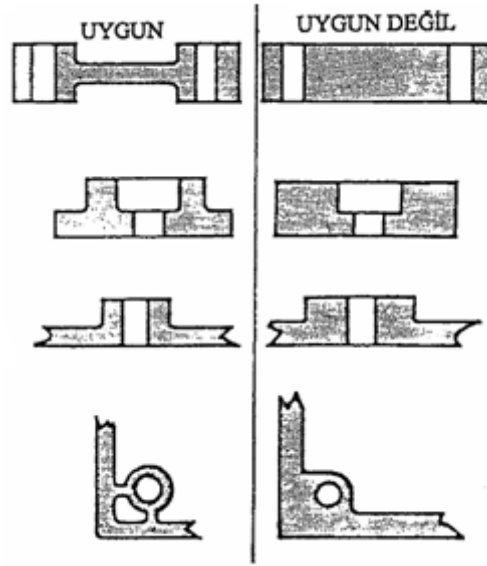
### 3.6 Delikli Çıkıntılar ( Bosses)

Bunlar, deliklerin kuvvetlendirilmesinde ve bağlantılarda kullanılan çıkıntılardır. Kaburgaların tasarımındaki genel delikli çıkıntılar için de geçerlidir. Mümkünse delikli çıkıntılar yüzeyin birdenbire değiştiği yerlere (köşelere) konulmalıdır. Böylece malzemelerin dengeli akışı sağlanmış olur.

Gerekli yapısal dayanımı sağlamak için çıkıntılarının yüksekliğini çaplarının iki katıyla sınırlamak gerekir. Basınçlı kalıplamada yüksek çıkıntılar gaz tutmaya eğilimlidirler.

Malzeme akışını desteklemek için delikli çıkıntılarının yan kısımlarında kaburgalar kullanılabilir. Birçok durumda, delikli çıkıntılar yapısal denge sağlamak için birbirleriyle veya yan duvarlarla bağlanır[2].

Aşağıda delikli çıkıntılarının yerleştirilmesinde tavsiye edilen tasarımlar verilmiştir[2].



Şekil 3.13 Uygun ve uygun olmayan tasarımlar

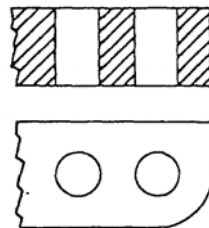
### 3.7 Delikler

Birçok nedenle parça üzerinde delikler kullanılmaktadır. Bunların tasarımı ve yerleşimi parçanın yapısını en az zayıflatacak şekilde ve imalat karmaşıklığını azaltacak şekilde olmalıdır. Birbirine komşu delikler arasındaki ve delik ile kenar arasındaki mesafe en azından deliğin çapı kadar olmalıdır.

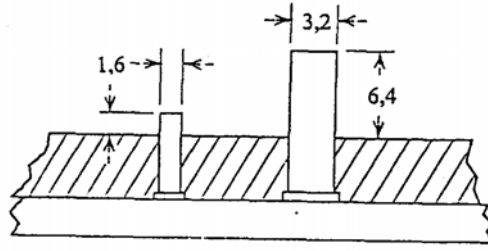
Çapı 1.5mm'den küçük kör deliklerin derinliği çapları kadar olmalıdır.

( $\emptyset$  d:1.5 mm ise; h:d). Büyük deliklerde ise "derinlik/çap" oranı büyüyebilir. Ancak derinliğin çapın dört misline çıktığı durumlarda kör delikten vazgeçilip, deliğin duvarı tümüyle deldiği tasarım seçilmelidir( kör delik için  $h > 2.5 * d$ )[1].

Kör delikler, tek bir tarafından tutturulmuş maçalarla oluşturulur. Maça plastiğin akışı tarafından uygulanan dengelenmiş basınç nedeniyle şekil değiştirebilir, eğilebilir. Kör deliğin derinliği ( maçanın uzunluğu), delik çapının iki katı olacak şekilde sınırlandırılmıştır. Çap 1.6 mm veya daha az ise derinlik çapı geçemez [2].



Şekil 3.14 Ardarda deliklerin konumu [2]



Şekil 3.15 Kör deliklerin açılmasında kullanılan maçalar [2]

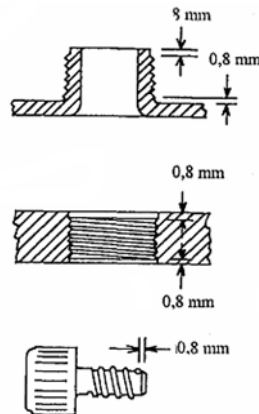
Yan çeperlerdeki deliler için ise; eğik maça kullanımı uygun kalıplama yöntemi olarak belirlenmiştir.

### 3.8 İç ve Dış Dişler

İç ve dış dişler modern kalıplama teknikleriyle ekonomik bir şekilde oluşturulabilir. Dişler işlenerek açılacağı gibi civata tarafından civatanın sıkılması sırasında kendiliğinden açılabilir. Vida dişleri, kalıbın kendisi tarafından da açılabilir.

Dış dişlere sahip parçalar kalıptan döndürülerek çıkarılabilir. Ya da kalıp bölüm yüzeyi vidanın ekseninden geçirilir. Böylece kalıp yarıları ayrıldığından parça kolaylıkla çıkar.

İç dişler; dişi açılmış maça ile oluşturulabilir. Kalıplama bittikten sonra, maça sanki vidanın sökülmesi gibi çevrilerek parçadan çıkartılır. Bir parçaya diş açılacaksa başta ve sonda en az 0,8mm'lik boşluk bırakılmalıdır[2]. Bu ekonomik prensibin kullanıldığı bir örnek şişe ve kavanoz kapaklarıdır. İlk diş sıyırma yapacağından bu boşluk bırakılır.



Şekil 3.16 Diş tasarımında boyutlar [2]

### 3.9 Yerleřtirmeler ( Inserts)

Plastik içine gömülen metal parçalar, bir bağlama elemanı, yük destekleme elemanı olarak kullanılabilirler. Taşımayı kolaylaştırdıkları gibi bağlantıları da kolaylaştırmalar. Genellikle plastiğe geçirilen elemanlar bakır, pirinç, çelik gibi malzemelerden oluşmaktadır. Ekonomik olmalarına, maliyeti fazla etkilememelerine rağmen, sadece mukavemeti artırma, mesnetleme ve bağlama gereçleri ile kullanılmalıdır.

Parçaya takılan elemanların tasarımında şunlar tavsiye edilebilir[1]:

1) Elemanların çevresine yeterli plastik et kalınlığı verilmelidir. Bu plastik malzemelere göre değişmektedir. Aşağıdaki tabloda çelik bir eleman kullanıldığı takdirde, verilebilecek en az et kalınlığının insert çapının yüzde kaçı olması gerektiği listelenmektedir.

Tablo 5. İsert çapına bağlı en az et kalınlığı

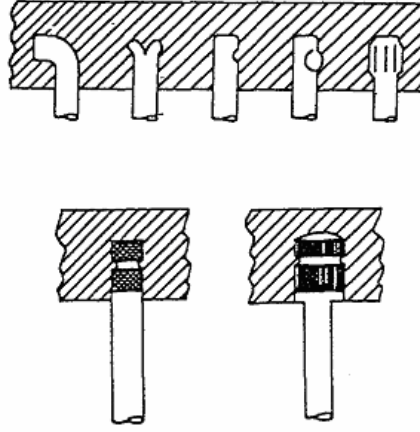
INSERT ÇAPI ( Çelik için)		
Malzeme	% * 1.5 - 12.5 mm	% * 12.5 - 25mm
Asetal	50 * insert çapı	30 * insert çapı
Akrilik	75* "	60* "
Naylon 6/ 66	50* "	30 * "
Polikarbonat	100 * "	80 * "
Polietilen	40 * "	25 * "
Polipropilen	50 * "	25 * "
Polistiren	150 * "	130 * "

2) Çok ince et kalınlıklı ve kırılğan insertlerin kırılması engellenelidir. Enjeksiyon basıncı altında ezilebilirler yada zedelenebilirler.

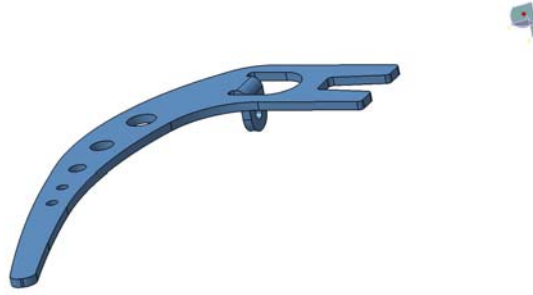
3) İsertler keskin köşe ihtiva etmemelidirler.

4) Yerleřtirmeler üzerindeki dişler, tırtıklar, girinti ve çıkıntılar malzeme akışına göre izin verecek şekilde olmalıdır. Ayrıca yerleştirmelerin parçadan çıktığı yerlerde düzgün bir yüzey sağlanmalıdır.

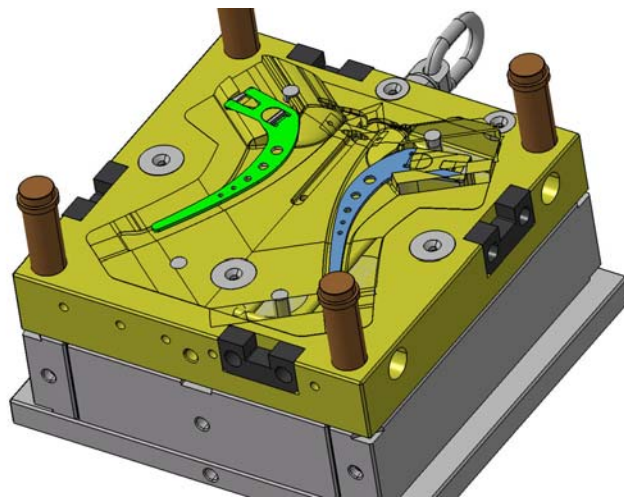
5) Yerleřtirmelerin tasarımı, dönmeyi veya çekip çıkmayı önleyecek şekilde yapılmalıdır.



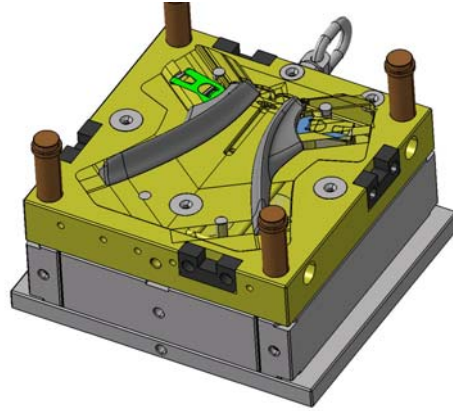
Şekil 3.17 Yerleřtirmeler [2]



Şekil 3.18 Örnek metal insert [5]



Şekil 3.19 Kalıba yerleştirilmesi [5]



Şekil 3.20 Kalıplanması

### 3.10 Kalıp Ayrım Hatlarının Belirlenmesi

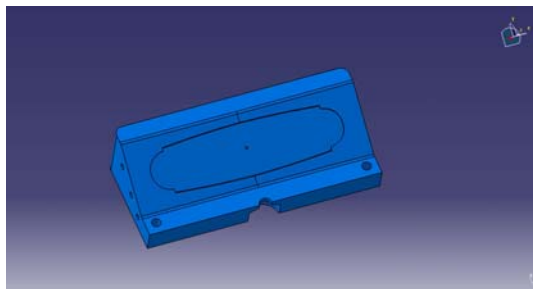
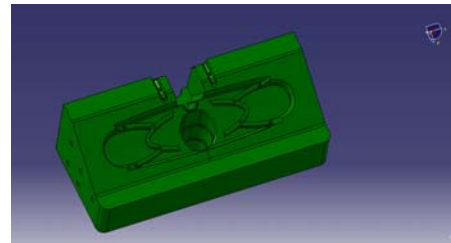
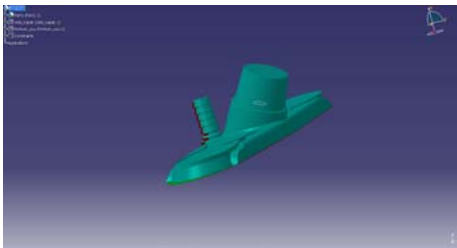
Kalıplanmış parça yüzeyindeki bölüm çizgisi, kalıbın bölüm yüzeyi tarafından oluşturulur. Bunlar, parçanın göze çarpmayan kısımlarına getirilerek gizlenebilir. Böylece parça daha güzel görünür ve birçok durumda son yüzey işlemlerinin yapılmasına gerek kalmaz.

Bölüm çizgisi parçanın kalıplamasını kolaylaştıracak şekilde olmalıdır. Bu yer genellikle çevrenin en büyük olduğu yerdir. Bölüm çizgisi, parçanın düzlem bir yüzeye oturması ve bütün çevreyle temas etmesi için düz olmalıdır[2].

Çok karmaşık şekilli parçaların kalıptan çıkarılabilmesi için kalıp birkaç yönde açılmalıdır. Ama bu durumun kalıp maliyetlerini artıracakları açıktır.

Tasarımın ilk aşamalarında tasarımcı ile kalıpcı arasındaki koordinasyon, bölüm yüzeyinin en iyi şekilde konumlandırılmasını sağlayacaktır.

Aşağıdaki değişik parçalar üzerinde bölüm yüzeyleri görülmektedir[6].



### 3.11 Yolluk Ağız (Giriş) Tipleri

Girişler, kullanımda parça yapışmasının ya da çarpışmasının görüldüğü yerlere yerleştirilmemelidir. Giriş alanı; malzeme dolumundan dolayı genellikle parçanın geri kalanından daha yüksek artık gerilmelere sahip olacaktır. Bu nedenle de parçanın kalanından daha güçsüz olacaktır.

Trim problemlerini minimize edecek şekilde giriş kanalları yerleştirilmelidir[2].

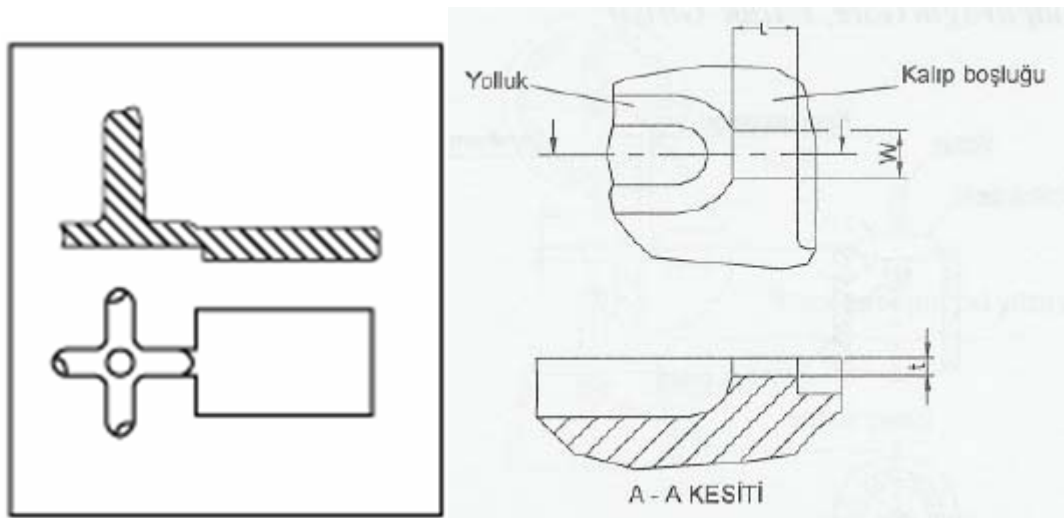
Eğer mümkünse; tamamlanmamış dolum ya da batma lekelerini önlemek için giriş en kalın tabakada olmalıdır. Bu ayrıca akış lekelerini ve burulmayı minimize eder.

Havalandırmanın tam karşısında olmak şartıyla, ayırma yüzeyine ya da itici pime giriş yerleştirilebilir[2].

Son giriş parçaları, gereğinden fazla malzeme dolmasının gerekli olduğu durumlardan dolayı batmaları temizlemek için mümkün olan yerde gerilmeler üretilir.

#### 3.11.1 Kenar Giriş Kanalları

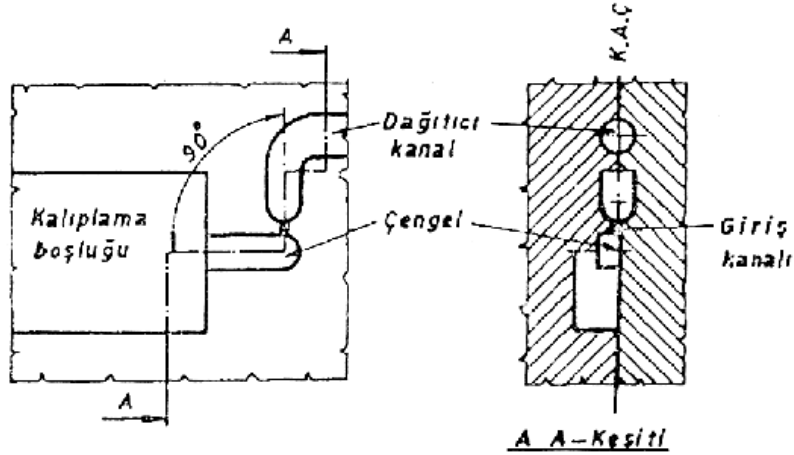
Kenar yolluk girişi, en basit yolluk giriş tasarımıdır ve imalat açısından kolayca işlenmesi de bir avantajdır. Kenar yolluk girişinin yapımının kolay olmasına rağmen kullanım alanı sınırlıdır. Genelde çok boşluklu iki tabakalı kalıplar için kullanılır ve orta kalınlıkta ya da kalın parçalar için uygundur. Ayrıca bu tasarımın 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 parça içinde kıvrımlar oluşturur. Kenar yolluk girişi kullanıldığında parçada yüzey kalitesi ve estetik aranmamalıdır.



Şekil 3.21 Kenar giriş kanalı [3]

### 3.11.2 Çengel Giriş Kanalları

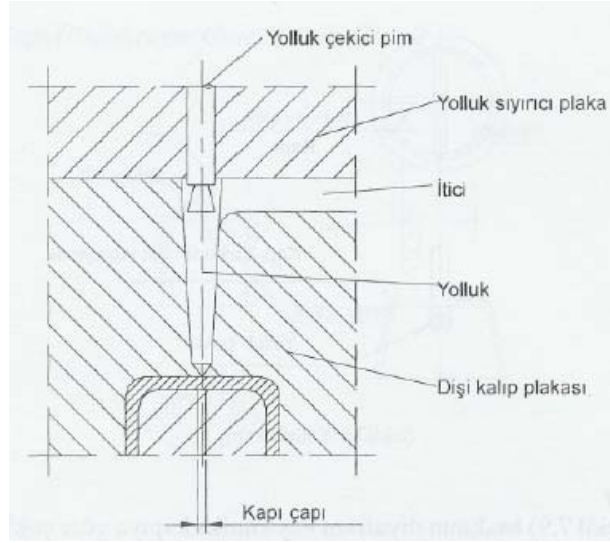
Parça dayanımını arttırmak amacıyla akrilik plastiklerin kalıplanmasında kullanılır. Bu tip giriş kanallı kalıplarda dağıtıcı kanaldan gelen plastik madde çengel giriş kanalına yöneltilir ve buradan da kalıplama boşluğuna iletilir. Çengel tipi giriş kanalları genellikle kare veya dikdörtgen kesitli yapılıdır. Bazen de yarım yuvarlak kesitli yapılabilirler. Giriş kanalı boyutları ise, kalıplanacak plastik maddenin cinsine ve kalıplama hacmine bağlıdır.



Şekil 3.22 Çengel giriş kanalı [3]

### 3.11.3 İğne Giriş Kanalları

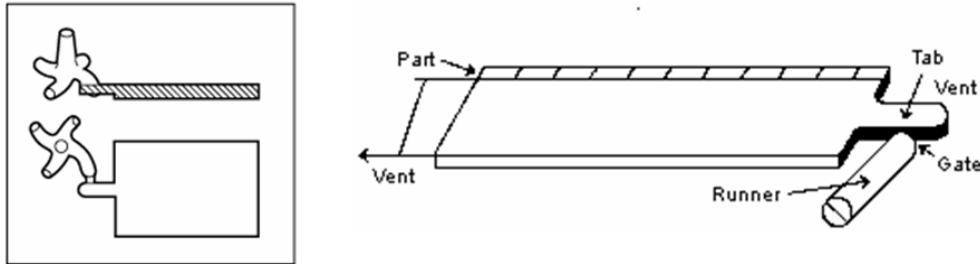
Bu girişler problemlere neden olurlar. Problem her zaman uzun, ince ve sivri olan bu girişlerde değil yakınlarındadır. Giriş alanının uzunluğu çok kısa gözükür, ama plastik donduğunda giriş tıkanacağından, efektif alan uzunluğu çapı değişmelidir. İğne giriş her zaman sonlamayı (finishing) minimize etmek ve merkezi giriş yerleşimi sağlamak için kenar girişinin yerine geçer. Otomatik girişin gerekli olduğu uygulamalarda iyidir ve sadece ince kısımlar için uygundur. Bu tip giriş kullanımı esnasında otomatik olarak kapının kopmasına imkân sağlar. Giriş kopması genellikle yollukları arkasından çekerek koparmak suretiyle sağlanır, bu da genellikle emici veya yolluğun arkasına gömülmüş çekici pimlerle yapılır. Genellikle bu tip giriş kesitler sıcak yolluk sistemlerinde tercih edilirler.



Şekil 3.23 İğne girişi [3]

### 3.11.4 Kulaklı Giriş Kanalları (Tab Gate)

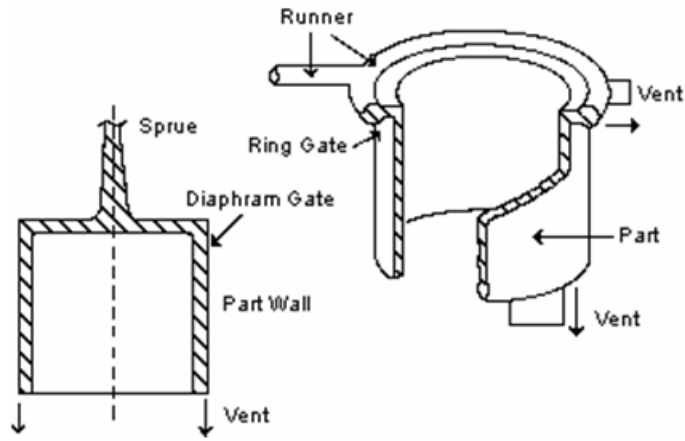
Kulaklı giriş fişkırmayı engelleyen ve kalıp gerinimlerini minimize eden bir kısıtlı giriştir. Kulaklı giriş büyük dekoratife parçaların yapımında kullanılır. Ancak kulak kısmının parçadan koparılması pahalı bir operasyondur. Bundan dolayı nereye yerleştirileceği çok önemlidir. Genelde parça basıldıktan sonra yerinde kalmasının sağlandığı yerlere konulmalıdır.



Şekil 3.24 Kulaklı giriş kanalı [3]

### 3.11.5 Halka (Bilezik) Giriş Kanalları

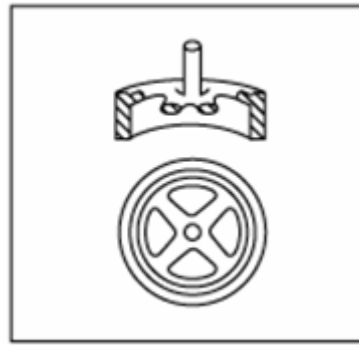
Bu giriş genellikle silindirik ve iç çapının boyutlarının dış çaptan daha önemli olduğu parçalarda kullanılır. Yolluk kısmı ilk önce dişi kalıba açılır ve sonra bunun karşıtı erkek kısma açılır ve yolluk giriş uzunluğu bu yolluktan parçaya doğru açılır. İki tipi mevcuttur, bunlar; iç halka ve dış halkadır.



Şekil 3.25 Halka tipi giriş kanalı [3]

**a-İç Halka :**

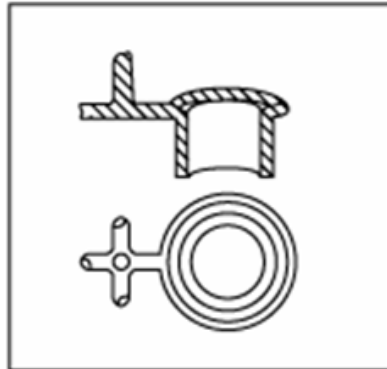
Bu giriş, diyafram girişe benzer ve büyük iç çaplara sahip halka şeklindeki parçaların yapımında tek kalıp boşluğu olan kalıplarda kullanılır.



Şekil 3.26 İç halka tipi [3]

**b-Dış Halka :**

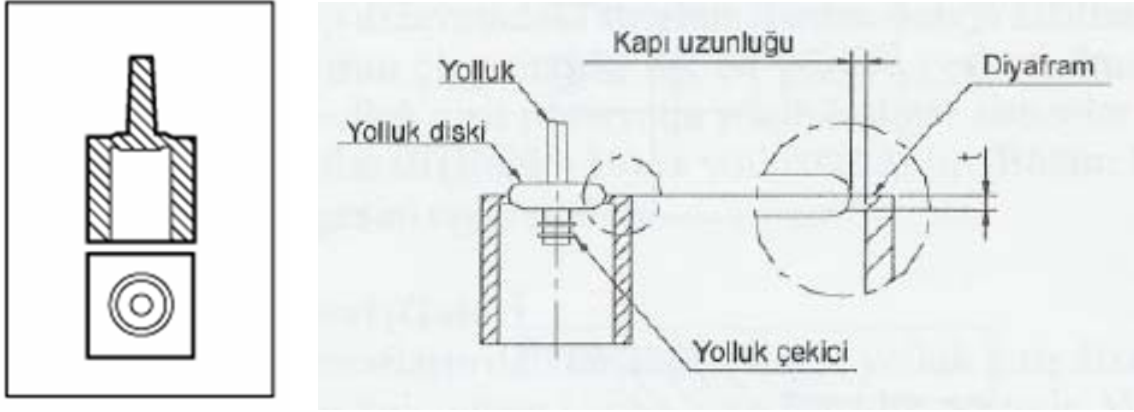
Dış halka giriş diyafram girişin pratik olmadığı durumlarda halka şeklindeki parçalarda çok kalıp boşluklu parçalar için kullanılır.



Şekil 3.27 Dış halka tipi [3]

### 3.11.6 Diyafram Giriş Kanalları

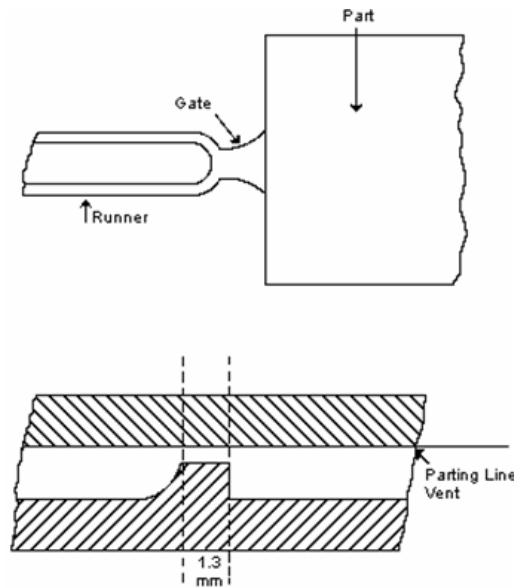
Diyafram giriş küçük ya da orta çaplı tek şekilli parçaların tek kalıp boşluğuna sahip kalıpları için kullanılır. Ayrıca bu giriş kullanımıyla konsantriklik ve kaynak kuvveti de istenilen değerlerde olur. Balanslı kalıp doldurma için minimum yolluk giriş uzunluğu ( land length) 0.5- 1 mm (genel olarak) tavsiye edilir.



Şekil 3.28 Diyafram giriş [3]

### 3.11.7 Fan Giriş Kanalları

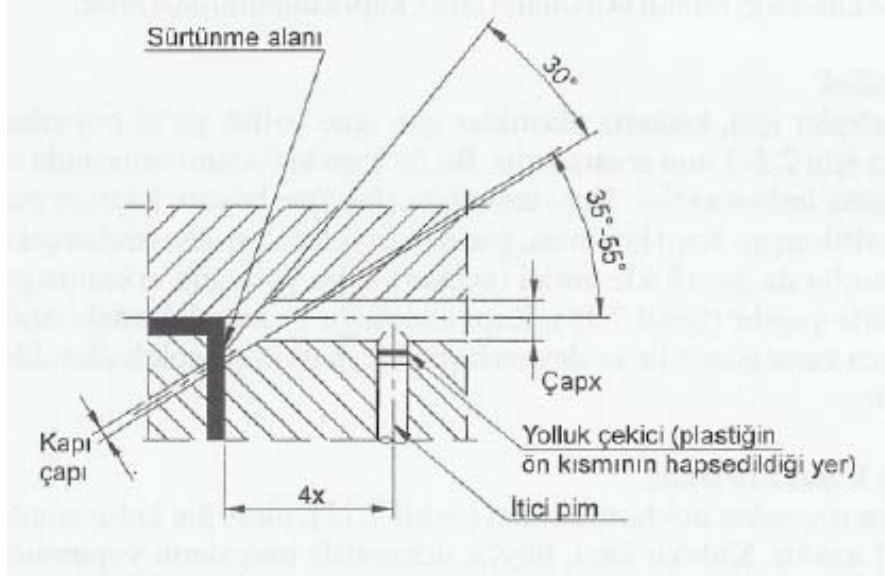
Bu girişler kenar giriş kanallarının şekillendirilmiş halidir. İnce parçaları doldurmakta kullanılır. Plastiğin kapıdan yayılarak girmesi sonucunda doldurma işlemi düzgün olur, parçanın yamulması azaltılır ve parça istenilen yüzey kalitesinde olur. Büyük yolluk giriş alanından dolayı, yolluğun kesilmesi veya koparılması esnasında hafif yolluk giriş izi problemi yaratabilir.



Şekil 3.29 Fan giriş kanalı [3]

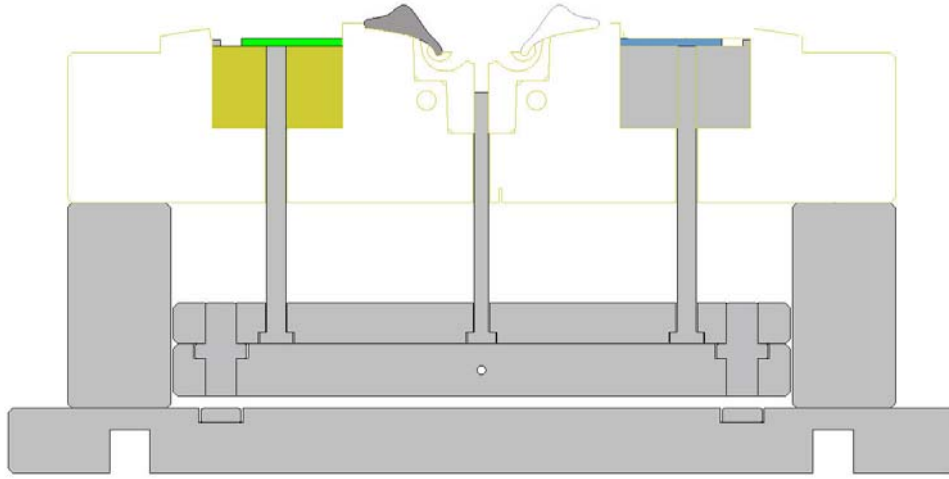
### 3.11.8 Tünel Giriş Kanalları

Bu giriş kanalları parçanın basılmasından sonra otomatik olarak enjeksiyon işlemi sırasında kopar. Bu giriş kanalı tasarımında kapının gömülü olması nedeniyle kalıp içinde gazın kaçmaması ve bunun sonucu yanmalar enjeksiyon işlemi sırasında problemler yaratabilir. Bu nedenle kalıba uygun havalandırma sistemi yerleştirilmelidir. Kopma sırasında kopma izinin parça yüzeyinde kalabilme ihtimali de unutulmamalıdır.



Şekil 3.30 Tünel giriş kanalı [3]

Günümüzde en çok tercih edilen giriş kanalı tipidir. Kalıpta işlenmesi kolay olduğunda dolayı muz yolluk tipinden daha çok tercih edilmektedir.



Şekil 3.31 Muz yolluk kesitli giriş kanalı [5]

### 3.12 Yüzey İşlemleri ve Yüzey Şekilleri

Tasarımcı, kalıplanacak malzemeye göre kalıba değişik yüzey işlemleri uygulayabilir. Genellikle yüzeyler, plastik malzemenin yapışmaması için çok iyi işlenmiş ayna kalitesinde olmalıdır. Ancak polietilen ve polipropilen için yüzeyin pürüzlü olması gerekir. Bunun için yüzeyler önce çok iyi işlenir ve daha sonra kum püskürtme veya kimyasal sıvılarla pürüzlü bir yüzey elde edilir [2]. Paslanmadan korumak için kalıp yüzeyleri sert kromla kaplanabilir.

Parçalarda düzlemsel yüzeylerden çok, geniş alan kaplayan eğrisel ve küreselleşmiş yüzeyler kullanılmalıdır. Akışın ve malzeme dağılımının iyileştirilmesi çarpılmaya olan eğilimi azaltacaktır. Sonuç olarak parçanın görünümü de iyileşecektir.

Maalesef yüzey problemlerinin çözümünde basit kurallar veya formüller yoktur. Her yeni tasarım kendi problemlerini beraberinde getirir. Tasarımcıların akılda tutması gereken en önemli husus, parçanın katılaştıktan sonra kalıptan kolay çıkarılabilmesidir.

### 3.13 Harflerin Kalıplanması

Çoğu zaman parça üzerinde teknik bilgiler, markalar, kullanma talimatları gibi bilgilerin bulunması istenir. Harflerin uygulanması ise öyle yapılmalıdır ki parçanın kalıptan çıkartılması zorlaşmasın. Bu, harflerin bölüm yüzeyine dik yerleştirilmesiyle ve uygun eğim verilmesiyle gerçekleştirilebilir.

Hem yükseltilmiş hem de oyulmuş harfler tasarımda kullanılabilir. Önemli olan hangisinin ekonomik olacağıdır. Kalıp, işlenerek yapılacaksa kalıplanmış parça üzerindeki yükseltilmiş harflerin kullanılması daha ucuz olacaktır. Parça üzerindeki yükseltilmiş harf ona karşı gelen boşlukla şekillendirilir. Kalıp yüzeyine harflerin kazınması veya işlenmesi, harfin çevresindeki metalin kesilip alınarak kalıptan yükseltilmiş harf elde etmekten daha ucuzdur[2].

## 4. SONUÇ

Sonuç olarak plastikler; sanayide giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu nedenle de plastiklerin tasarımında uyulacak kurallar daha büyük önem kazanmaktadır. Tasarımın ilk aşamalarında plastik malzemelerin kimyasal ve fiziksel yapısı ile ilgili özellikler ( amorf yapı, kısmikristalin yapı, camsı duruma geçiş sıcaklığı, yıpranma sıcaklığı vb.) iyice düşünülmeli, parçadan istenen fonksiyonlar ve çalışma ortamına göre malzeme seçimi yapılmalıdır.

Tasarımı düşünülen mamülün ilk olarak; malzemesinin ve üretim şeklinin belirlenmesi gerekmektedir. Üretilecek mamüllerin tasarımında plastik malzemelerin çekme payları hesaba katılmalı, et kalınlıklarında %20 lik bir artışın parçada çarpılmaya, yüzeyde çöküntüye ve birleşme izi gibi hataların ortaya çıkmasına neden olduğu bilinmelidir. Parçanın geometrik tasarımı sırasında gerekli kurallara ( çeper kalınlığı, yuvarlatmalar, delikler vb.) uyulmalıdır. Ayrıca plastik üreticilerinin tavsiyeleri de dikkate alınmalıdır.

Ürün tasarım aşamasındayken kalıp tasarım öngörülleri yapıp parça tasarımı son hale getirmeden önce kalıplanabilirliği gözden geçirilmelidir. Aksi halde inanılmaz kalıp fiyatlarıyla karşılaşabiliriz.

Keskin köşelerde plastik akışının engellendiği ve buralarda gerilim yoğunlaşmasının artarak darbeye karşı mukavemetin azaldığı görülmüştür. Keskin kenarlı köşeler çelikleri işlerken de

problem yarattığı gözlemlenmiştir. Mümkün olduğu kadar keskin kenarlı köşe bırakmamaya özen göstermeliyiz.

Endüstride çok kullanılan plastik malzemeye metal elemanların geçirilmesi işleminde, vida ve vidalı mamül üretiminde uyulması gereken kurallar ve tavsiyeler örnek şekillerle verilmeye çalışılmıştır.

Sonuç olarak; bütün bu kurallara uyularak yapılmış tasarım sayesinde parça daha sorunsuz olarak kalıplanacak, kalıplama sonrasında meydana gelecek kusurlar ( boşluklar, çarpılma vb.) ortadan kaldırılmış olacaktır. Böylece parçanın ömrü uzatılırken; müşteri memnuniyeti de sağlanmış olacaktır.

#### **KAYNAKLAR**

- 1) Demirer, A. “ Enjeksiyon Yöntemiyle Şekillendirilecek Plastik Mamüllerin Tasarım Kuralları”, Sakarya Üniv. T.E.F. Sakarya, 1997
- 2) Aslan, A “ Plastik Ürün Tasarım İlkeleri” İstanbul Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü 1997
- 3) Turaçlı H. “ Enjeksiyon Kalıpları İmalatı “ sayfa 51-63, Pagev Yayınları
- 4) Akyüz, Ö “ Plastikler ve Plastik Enjeksiyon Teknolojisine Giriş” sayfa 29-33, Pagev Yayınları
- 5) Fardizayn Tasarım Teknopark Tic. Ltd. Şti, 2008
- 6) GEENTA Kalıp ve Fikstür Makine İmalat San. Tic. Ltd. Şti, 2008
- 7) Plastik Enjeksiyon Kalıpcılığında Ters Açılar ve Maçalar, Yalçın ÇINAR  
<http://www.turkcadcam.net/rapor/pek-macalar/index.html>