

LASTİK İŞLEME TEKNOLOJİSİ

- Lastik işleme ve şekillendirme
- Otomobil lastiklerinin ve diğer lastik ürünlerin imalatı
- Ürün tasarım kuralları

Lastiklere Özgü İmal Usulleri ve Ürünlere Genel Bakış

- Plastikler için kullanılan birçok yöntem lastikler için de kullanılır
- Ancak birçok bakımdan farklılıklar olduğundan, lastik ve plastik sanayi ayrı olarak düşünülür
- En önemli lastik ürünü taşıt (otomobil, kamyon, bisiklet, uçak..) “lastikleridir”

1

Lastik İşleme ve Biçimlendirme

Lastik ürünlerin imalatı genelde iki aşamada olur:

1. Lastik malzemenin üretimi
 - Doğal lastik tarımsal bir üründür
 - Sentetik (yapay) lastikler petrolden elde edilir
2. Lastikten parça üretiminin aşamaları:
 - (a) Katkılar ekleme
 - (b) Karıştırma
 - (c) Biçimlendirme
 - (d) Vulkanizasyon

Lastik Sanayi

- Doğal Lastik eldesi tarımsal bir faaliyettir; hammadde olan LATEX tropik iklimlerdeki plantasyonlardan kazanılır
- Buna karşın yapay lastik petrokimya sanayinin bir ürünüdür
- Ve en sonunda bu hammaddeler, lastik sanayini oluşturan fabrikalarda ürüne dönüştürülür

2

Doğal Lastik Üretimi

- Doğal lastik (*Hevea brasiliensis*-latex) ağaçlardan elde edilir. Bu ağaç plantasyonları Güneydoğu Asya ve benzer iklimlerde bulunur
- Latex, *polyisoprene* polimeri olan katı parçacıklarının su içinde koloidal bir dağılımıdır
 - Polyisoprene (C_5H_8)_n lastiğin ana bileşenidir, ve emülsiyonda yaklaşık % 30 bulunur
- Değişik ağaçlardan elde edilen latex büyük tanklarda toplanarak harmanlanır

3

Lastiğin Kazanılması

- Latex içine formik asit (HCOOH) gibi bir asit ilave edilerek 12 saatte topaklanma sağlanır
- Bu yumuşak katı topakları içeren malzeme merdaneler arasından geçirilir ve su uzaklaştırılır. Elde edilen yassı ürün yaklaşık 3 mm kalınlığındadır
- Bu tabakalar dumanda kurutulur. Koyu kahve renkteki bu yassı ürün balyalanarak sevk edilir.
- Kurutma sıcak havada da yapılabilir, daha açık renk olan bu ürün daha iyi kalite olarak kabul edilir.

4

Sentetik (Yapay) Lastik

- Diğer polimerlere uygulanan polimerizasyon teknikleri ile elde edilirler
- Diğer polimerlerin pellet veya sıvı olarak pazarlanmasına karşın, lastikler doğal lastiğe benzer biçimlerde balyalarda sevkedilirler
 - Lastik sanayinde uzun yıllar doğal lastik kullanımından ötürü hammaddenin bu biçimde kullanımı geleneksel hale gelmiştir.

5

Katkılar

- Lastik her zaman katkılarla birlikte kullanılır
 - Bu katkılar arasında öncelikle vulkanizasyon kimyasalları (kükürt gibi) bulunur
 - Diğer katkılar lastiğin dayanımını artırır (takviye dolguları) veya sadece maliyeti düşürmek amacıyla katılır.
 - Katkıların ilavesi ile lastik değişik uygulamalar için gerekli özelliklere kavuşur, bunun yanında maliyet ve işlenebilirlik de iyileştirilir.

Lastikte Karbon Karası

- Lastikte en önemli katkı karbon karasıdır,
 - Dayanımı artırır, lastiğin aşınma ve yırtılmaya karşı dayanımını geliştirir
 - Ultraviyole ışınlardan korur
 - Bu katkı nedeniyle lastik parçaların çoğu siyah renklidir

6

Diğer Dolgu ve Katkılar

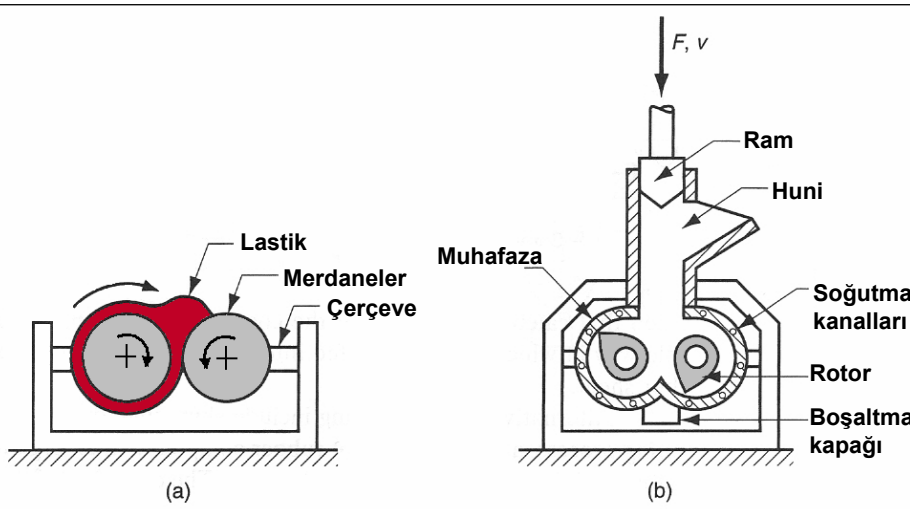
- Siyah renk uygun değil ise - sulu alüminyum silikatlar ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) kullanılır, ancak bunların dayanımı artırma özellikleri o kadar iyi değildir.
- Diğer polimerler, stiren, PVC ve fenolik gibi dolgu olarak katılabilir
- Geri kazanılmış lastik hurdaları, ancak en çok %10 katılır
- Antioksidanlar; yorulma ve ozona karşı koruyucular; boya pigmentleri, yumuşatıcılar; köpük elde edilmesi için katkılar ve kalıptan çıkarılmayı kolaylaştıran katkılar da kullanılmaktadır

7

Karıştırma

- Katkıların çok iyi karıştırılması lazımdır.
- Olgunlaşmamış lastiğin vizkozitesi çok yüksektir ve karıştırma sırasında iç sürtünme nedeniyle sıcaklığı $150^{\circ}C$ e kadar çıkabilir
- Vulkanizasyon katkıları karışımda başlangıçtan itibaren bulunursa, bu sıcaklıklarda vulkanizasyon istenmeden başlayabilir. Lastik üreticilerinin en korktuğu durum budur.
- Erken vulkanizasyonu önlemek için karıştırma genellikle iki aşamalı yapılır. Tüm diğer katkılar karıştırılıp, karışım soğutulduktan sonra, ikinci aşamada vulkanizasyon ajanları katılır.

8



Şekil 14.1- Lastik işlemede kullanılan karıştırıcılar; (a) iki merdaneli değirmen ve (b) Banbury tipi iç karıştırıcı. Bu makinalar doğal lastiğin mastikasyonunda da kullanılabilir

9

Lastik Ürünlerde Elyaf Takviye

- Birçok üründe takviyelerden yararlanır:
 - Örneğin: oto lastikleri, konveyör bantlarında
 - Kullanılan lifler selüloz, naylon, poliyester...
 - Cam elyaf ve çelik de kullanılır (örneğin çelik takviyeli lastikler)
 - Sürekli elyaf malzemeler lastiğe biçimlendirme sırasında katılmalıdır; diğer katkıları gibi karıştırılmazlar

10

Lastik Malzemeyi Biçimlendirme

- Lastik ürünlerin biçimlendirilmesi için dört temel yöntem mevcuttur:
 1. Ekstrüzyon
 2. Kalenderleme (haddeleme)
 3. Kaplama
 4. Kalıplama ve Döküm
- Taşıt lastikleri gibi bazı ürünler aynı ürün için birçok temel yöntemin uygulanmasını gerektirir, ayrıca montaj aşaması da vardır

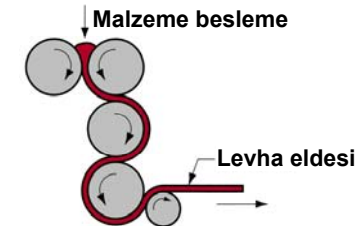
11

Ekstrüzyon

- Lastik malzemeler için genellikle vidalı ekstrüzyon makinaları kullanılır.
- Ekstrüzyon silindiri termoplastiklere göre daha kısadır; bu şekilde çapraz bağın erken oluşumu riski azaltılır
- Ekstrüzyon ürünlerinde kalıptan çıktıktan sonra önemli oranda şişme görülür

Kalenderleme

Malzeme bir dizi merdane arasından geçirilerek kalınlığı düşürülür. Son merdane açıklığı çıkan ürünün kalınlığını belirler

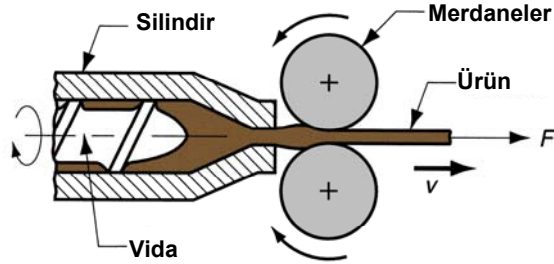


Şekil 13.17 –
Kalenderleme

12

Merdaneli Kalıp Yöntemi

Ekstrüzyon ve kalenderlemenin birlikte kullanımınıdır.
Elde edilen ürün kalitesi daha yüksektir

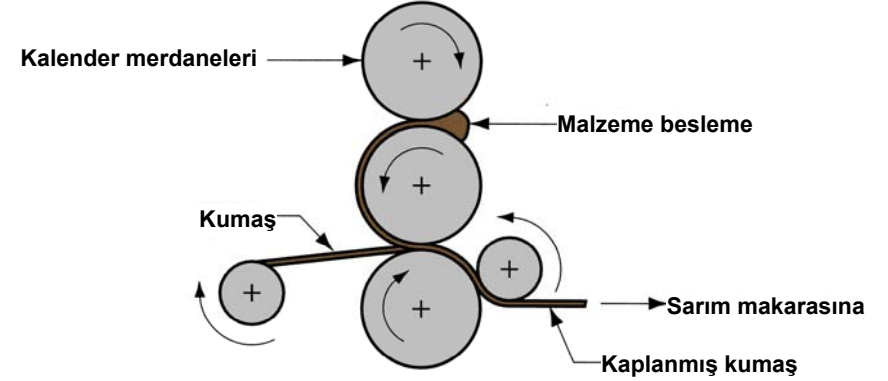


Şekil 14.2 - Merdaneli kalıp yöntemi - ekstrüzyon ve ardından haddeleme

13

Dokunmuş kumaşların lastikle kaplanması

- Bu yöntem otomobil lastiklerinde, konveyör bantlarında, su geçirmez brandalarda ve yağmurluk gibi giysilerde kullanılır



Şekil 14.3 - Bir kalenderleme işlemi kullanarak bir kumaşın lastik kaplanması

14

Kalıplanmış Lastik Ürünler

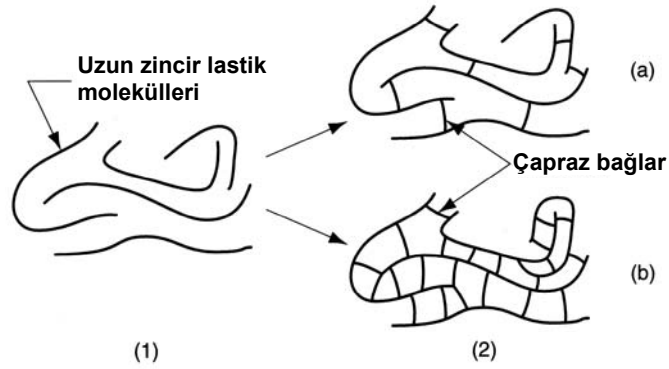
- Bu ürünlere örnek olarak, ayakkabı tabanları, contalar ve tıplar gösterilebilir
- Bunların dışında birçok köpük-lastik parça da kalıplama ile üretilir
- Kalıplamanın oto lastiği üretiminde de önemi vardır
- Başlıca kalıplama teknikleri: (1) basınçlı kalıplama, (2) transfer kalıplama, ve (3) enjeksiyon kalıplama
 - En yaygın kullanılanı basınçlı kalıplamadır ve oto lastiği üretiminde de kullanılır
- Bu yöntemlerde vulkanizasyon kalıp içinde gerçekleşir (ayrı bir vulkanizasyon aşaması yoktur)

15

Vulkanizasyon

- Bu işlemde elastomer molekülleri arasında çapraz bağlar oluşur, ve lastiğin rijitliği ve dayanımı artar
- Uzun moleküller belirli noktalarda bağlanır ve malzemenin kalıcı biçim değiştirmesi engellenir
 - Tipik bir yumuşak lastikte 1000 birimde (mer) 1 veya 2 çapraz bağ bulunur
 - Çapraz bağ sayısı artırılırsa, polimer rijitleşir ve giderek termoplastik gibi davranmaya başlar (sert lastik)

16



Şekil 14.4 - Lastik moleküllerine vulkanizasyonun etkisi: (1) ham lastik ve (2) vulkanize (çapraz bağlı) lastik. Değişkenler (2) : (a) düşük derecede çapraz bağlı yumuşak lastik; ve (b) yüksek derecede çapraz bağlı sert lastik

17

Vulkanizasyonun Tarihsel Gelişimi

- İlk kez Goodyear tarafından 1839 yılında bulunmuştur, o zamanlar doğal lastiğe % 8 kükürt katılır ve 140 °C sıcaklıkta 5 saat tutulurdu
 - Bu süreler çok uzun olduğundan sadece sülfürle yapılan vulkanizasyon günümüzde artık kullanılmamaktadır
- Daha az miktarda kükürtle birlikte birçok diğer kimyasaldan yararlanılır
 - Süre 15-20 dakikaya iner
- Ayrıca sülfür içermeyen birçok diğer yöntem geliştirilmiştir.

18

Oto Lastikleri ve Diğer Lastik Ürünleri

- Oto lastikleri lastik sanayinin en önemli ürünüdür, tonaj olarak tüm lastik üretiminin %75'ini oluşturulur
- Diğer önemli ürünler:
 - Ayakkabılar
 - Contalar
 - Darbe/titreşim sönümlenme parçaları
 - Konveyör bantları
 - Hortumlar
 - Köpük lastik parçalar
 - Spor gereçleri

19

Oto Lastikleri

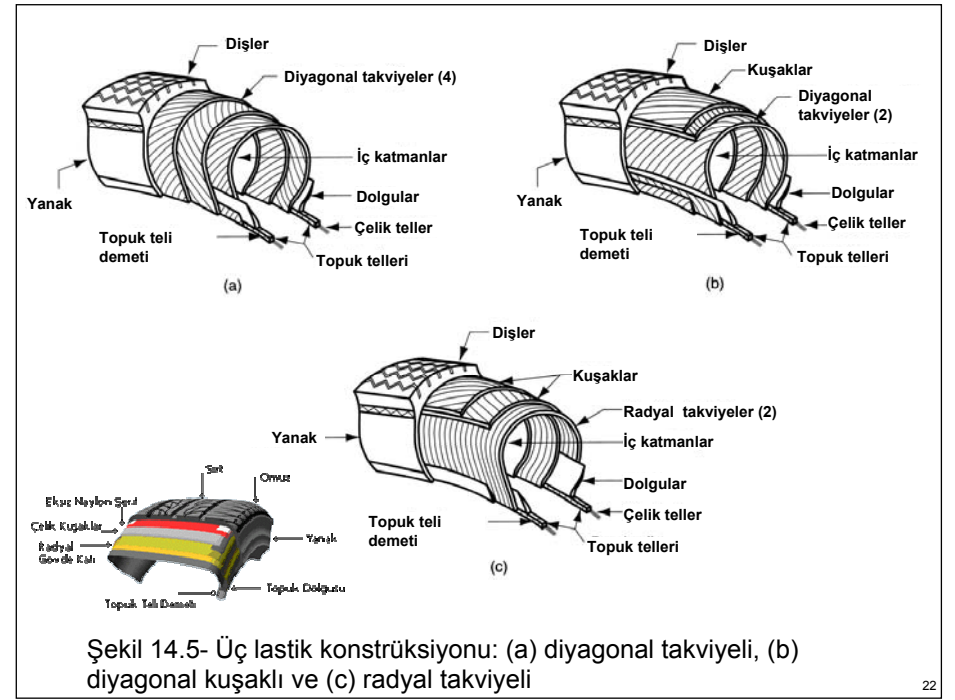
- Pnömatik lastikler binek ve iş araçları için önemli komponentlerdir
- Bunların işlevleri:
 - Taşıt, yolcu ve yüklerin ağırlığını taşır
 - Aracın hızlanması için motorun gücünü iletir
 - Yoldan gelen titreşimleri sönümleyerek konforlu bir yolculuk sağlar
- Bu tür pnömatik lastikler: otomobiller, kamyonlar, otobüsler, traktörler, iş makinaları, askeri araçlar, bisikletler, motorsikletler ve uçaklarda kullanılır

20

Oto Lastiğinin Yapısı

- Oto lastikleri çok sayıda parçanın yanyana getirilmesi ile oluşturulur. Bir binek otosu lastiğinde yaklaşık 50 bileşen bulunur; bu sayı bir iş makinası lastiğinde 175'e yükselir
 - Yapıda içinde lastik kaplı dokumalardan oluşan çok tabakalı bir karkas bulunur
 - Dokuma malzemesi, naylon, polyester, cam elyaf veya çelik olabilir ve karkas içindeki lastik tabakaları takviye eder
- Üç temel karkas türü vardır: (a) diyagonal takviyeli, (b) diyagonal kuşaklı ve (c) radyal takviyeli

21



22

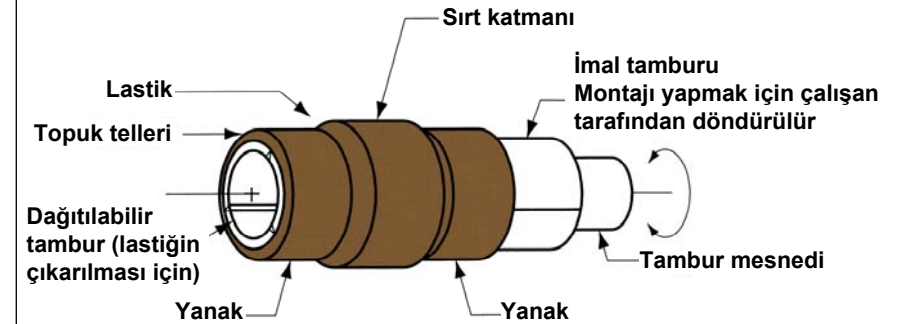
Lastik Üretim Aşamaları

- Genelde üç kademe vardır:
 1. Yapıdaki bileşenler hazırlanır
 2. Lastik tabakalar istiflenerek karkas oluşturulur
 3. Kalıplama ve vulkanizasyonla lastik biçimlendirilir
- Karkası oluşturan malzemeler sürekli üretim yöntemleri ile elde edilir ve istenilen boylarda kesilir
- Bu bileşenler: Topuk teli, takviyeli tabakalar, iç kaplama, kuşaklar, dış sırt ve yanaklardır

23

Karkasın Oluşturulması

- Karkas döner bir silindire üzerine monte edilir

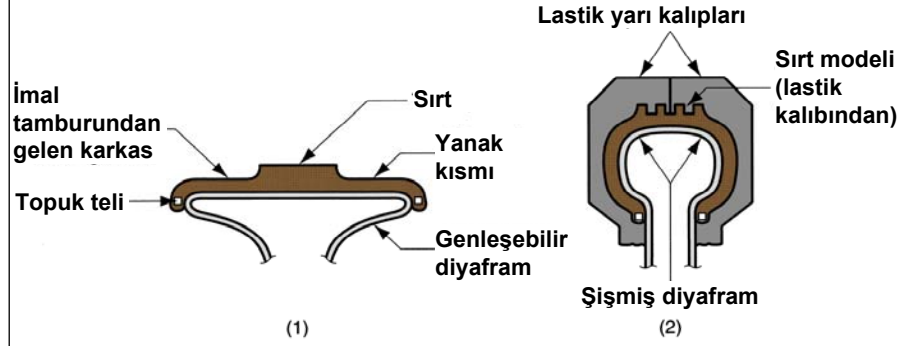


Şekil 14.6 - İmal tamburundan çıkarılmadan hemen ancak kalıplama ve sertleştirmeden önceki lastik

24

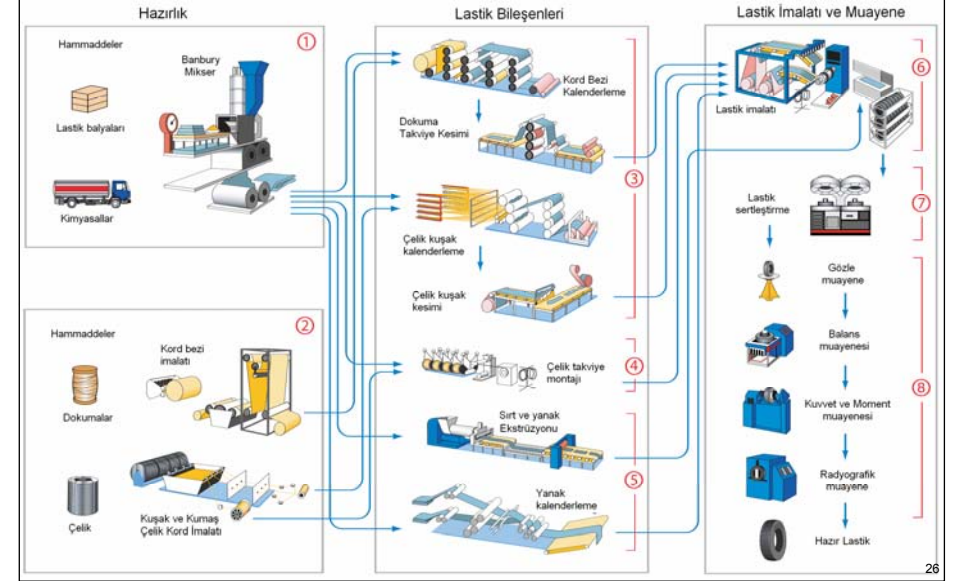
Kalıplama ve Sertleştirme

- Hazırlanan karkas şişirilebilir bir diyafram üzerinde kalıba yerleştirilir. Lastik kalıpları genellikle iki parçalıdır ve lastiğin sırtını biçimlendiren profile sahiptir



25

Lastik İmalatında Akış Diyagramı



26

Diğer Lastik Ürünleri

- Konveyör Bantları:** Genellikle polyester veya naylon gibi elyafla takviye edilir. Dokumalar genellikle kalenderleme ile kaplanır ve gerekli sayıda tabaka istiflenerek sürekli bir ısıtma işlemiyle vulkanize edilir
- Hortumlar:** Değişik tipleri vardır:
 1. Basit Hortum (takviyesiz), ekstrüzyonla imal edilir
 2. Takviyeli Hortumlarda şu tabakalar bulunur:
 - İç hortum – ekstrüzyonla imal edilir ve hortum içinden geçecek akışkana göre seçilir
 - Takviye Tabakası
 - Dış tabaka – ekstrüzyonla imal edilir ve hortumun kullanılacağı ortama göre seçilir

27

Diğer Lastik Ürünleri- Ayakkabılar

- Bir ayakkabıda bulunan ve lastikten yapılan bileşenler şunlar olabilir: taban, topuk, lastik üst kısım, diğer üst bileşenler
- Parçalar kalıplanarak imal edilir: enjeksiyon kalıplama, basınçlı kalıplama veya ayakkabı sanayi için özel geliştirilmiş diğer kalıplama yöntemleri uygulanır
- Lastik malzeme dolu veya gözenekli (köpük) olabilir
- Az sayıda elle üretimler için yassı lastik hammaddesi kesilerek ayakkabı imalatında kullanılmaktadır

28

Termoplastik Elastomerler (TPE)

Lastik özelliklerine sahip termoplastik polimerlerdir.

- TPE malzemeler termoplastikler için uygulanan yöntemlerle biçimlendirilirleröntemi olarak: enjeksiyon kalıplama ve ekstrüzyon kullanılabilir; bunlar lastik için kullanılan yöntemlere oranla daha ekonomik ve hızlıdır.
- Kalıplama ile: Ayakkabı tabanları, spor ayakkabıları ve otomotiv karoseri parçaları üretilebilir (TPE malzemedenden pnömomatik oto lastiği üretilmez!)
- Ekstrüzyon ile: Elektrik kablo kaplamaları, tıpta kullanılan hortumlar, konveyör bantları, yassı mamuller üretilebilir.

29

Lastik Parça Üretimi ve Tasarımı

- Basınçlı kalıplamada üretim miktarı 1000 veya daha düşük olabilir, çünkü kalıplar diğer yöntemlere göre daha ucuzdur.
- Enjeksiyon kalıplama diğer plastiklerde olduğu gibi kalıp pahalıdır ve üretim sayıları daha yüksek olmalıdır.
- Lastik parçalar kalıplardan kolaylıkla çıkarılabilirler ve bu nedenle parça tasarımında eğimler kullanmak gerekmez, hatta küçük çıkıntılar dahi kalıptan çıkarmada sorun yaratmaz.

30