



# Polimerler

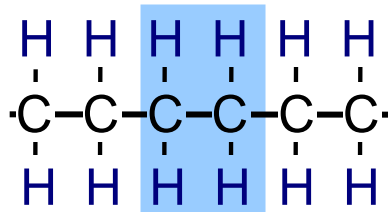
Polimer malzemeler, karbonun H, O, OH, Cl gibi element veya iyonlarla kovalent bağ karakterinde yaptığı bileşiklere ait zincir moleküllerin Vander Walls bağları ile birarada bulunması sonucu oluşan malzemeye denir. Genelde molekülün zincir halinde uzaması polimerizasyon olarak isimlendirilir.

Poly  
çok

mer

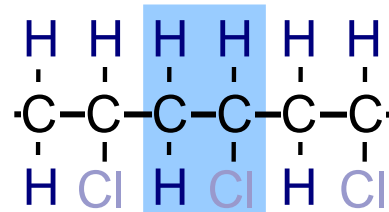
tekrar (doymamış molekül)

tekrar



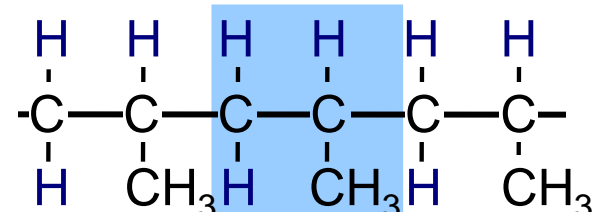
Polyethylene (PE)

tekrar



Polyvinyl chloride (PVC)

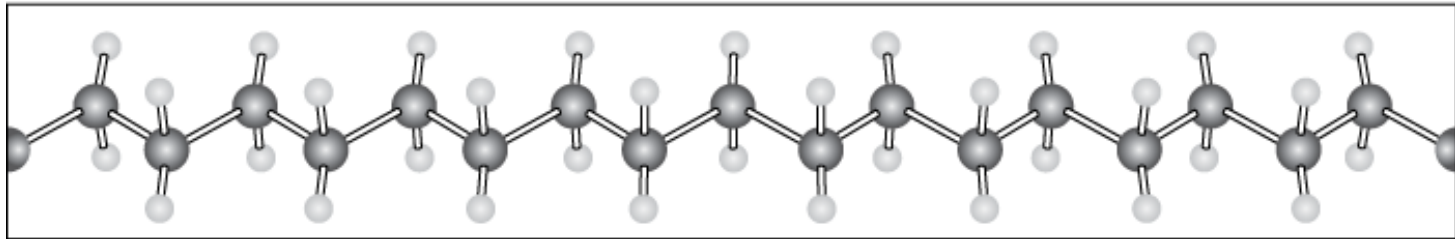
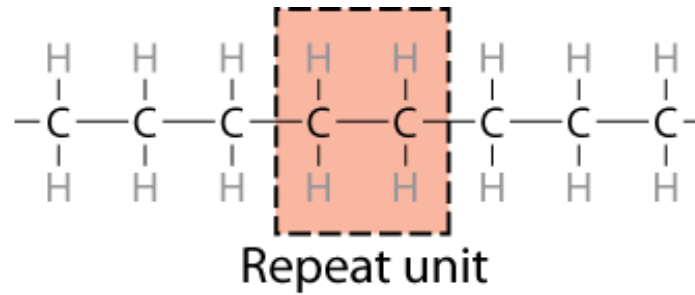
tekrar



Polypropylene (PP)

Adapted from Fig. 14.2, Callister 7e.

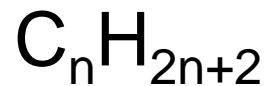
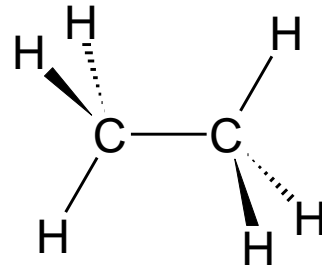
- Doğal polimerler
  - Yün – Kauçuk
  - Pamuk – Yün
  - Deri – İpek
  
- Bilinen en eski polimerler
  - İnkalar tarafından kullanılan kauçuk toplar



Çoğu polimer hidrokarbondur.  
-H ve C oluşmuş

■ **Doymuş hidrokarbonlar**

- Her bir C dört diğer atoma bağlı



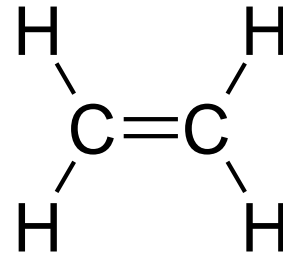
**Table 14.1** Compositions and Molecular Structures for Some of the Paraffin Compounds:  $C_nH_{2n+2}$

<i>Name</i>	<i>Composition</i>	<i>Structure</i>	<i>Boiling Point (°C)</i>
Methane	CH <sub>4</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	-164
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-88.6
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-42.1
Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>		-0.5
Pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>		36.1
Hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>		69.0

# Doymamış hidrokarbonlar

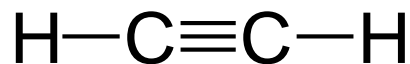
- Nispeten ikili veya üçlü bağlar, yeni bağlar oluşabilir

- İkili bağ – etilen-  $C_nH_{2n}$

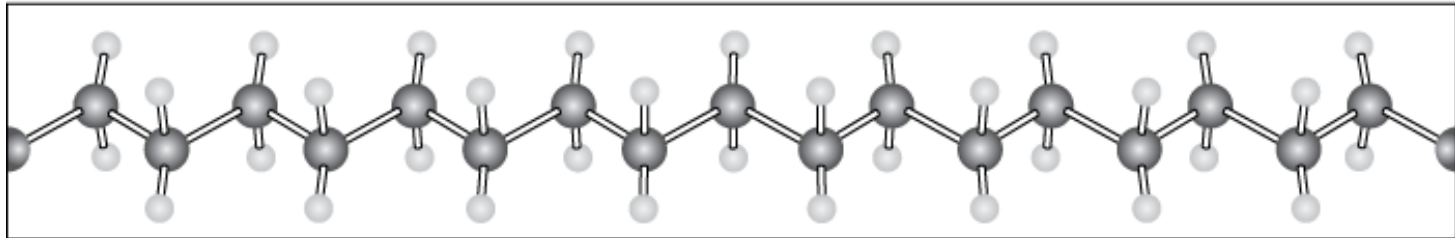
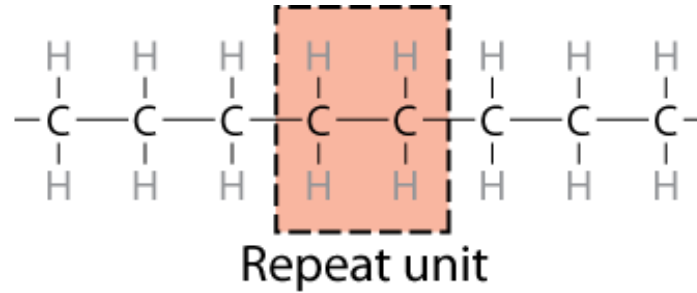


- 4-bağ, fakat 3 tanesi C a bağlı

- Üçlü bağ – asetilen-  $C_nH_{2n-2}$

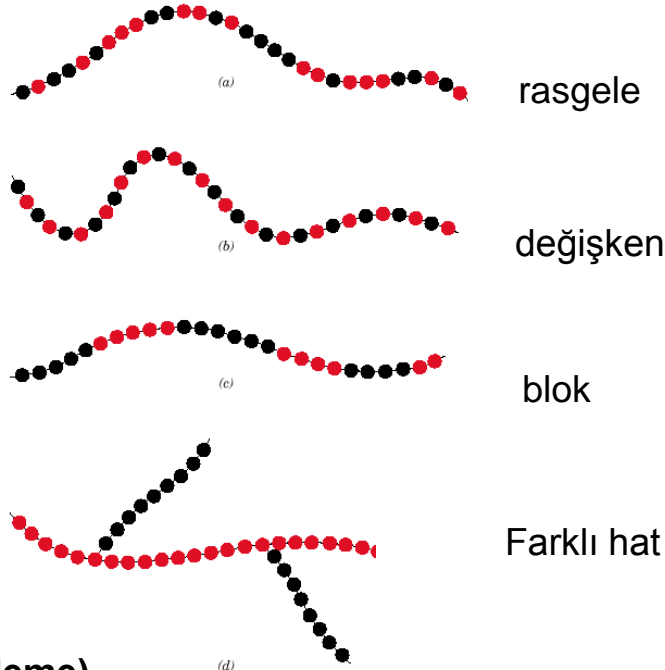


Etilen monomer molekülü basınç, ısı veya katalizör yardımıyla çift bağının bir tanesi parçalanır ve mer oluşur. Merler birbirine eklenerek polimerizasyon oluşturur. Reaksiyon sonucu oluşan ürüne polimer denir. Bu tür reaksiyonlarda en önemli nokta merlerin aynı tür moleküle sahip olmalarıdır. Bu tür reaksiyonlarda herhangi bir yan ürün çıkmaz



## Kopolimerizasyon

Zincir oluřumunda birden fazla merin tekrarlı bir řekilde biraraya gelmesi ile oluşur.



## Poliadisyon (Çoklu ekleme)

Reaksiyonun başlaması için bir başlatıcı elemente veya moleküle ihtiyaç vardır.

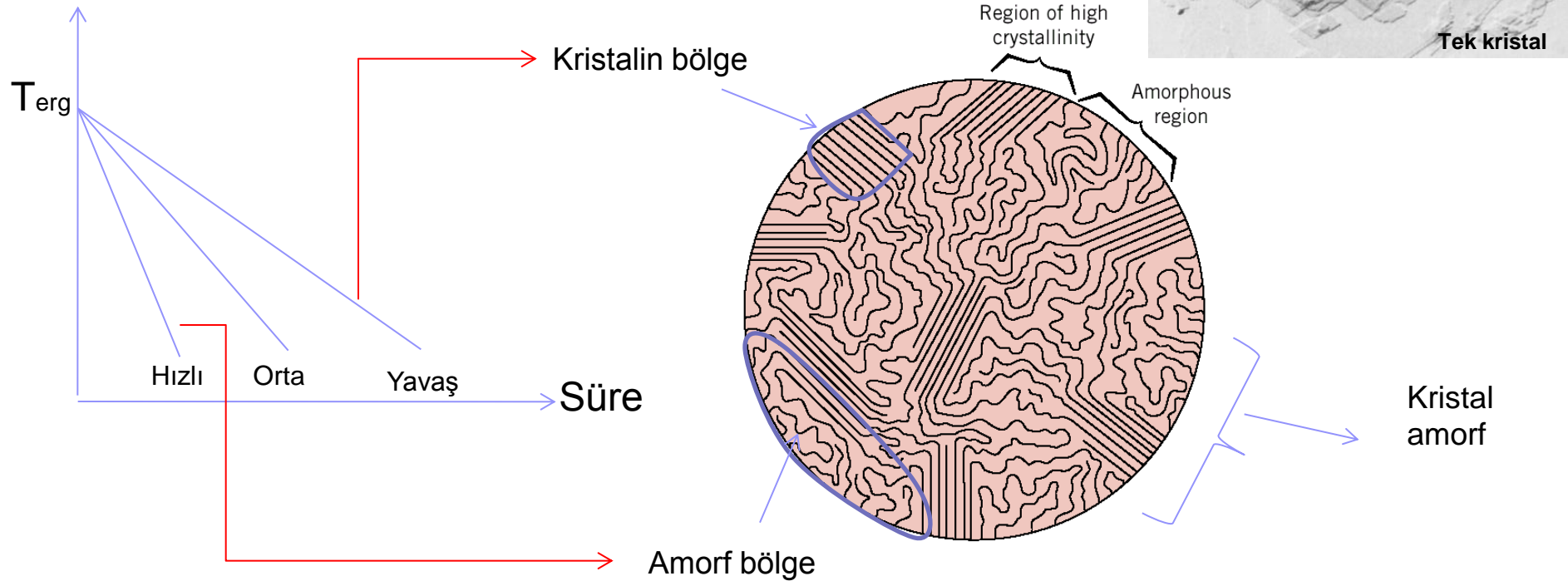
## Polikondassasyon

Farklı moleküle sahip merler yan ürün vererek meydana gelir. Örnek olarak dimetil tereftalat molekülü ile etil alkol molekülünün reaksiyonu sonucu polietilen tereftalat oluşumu

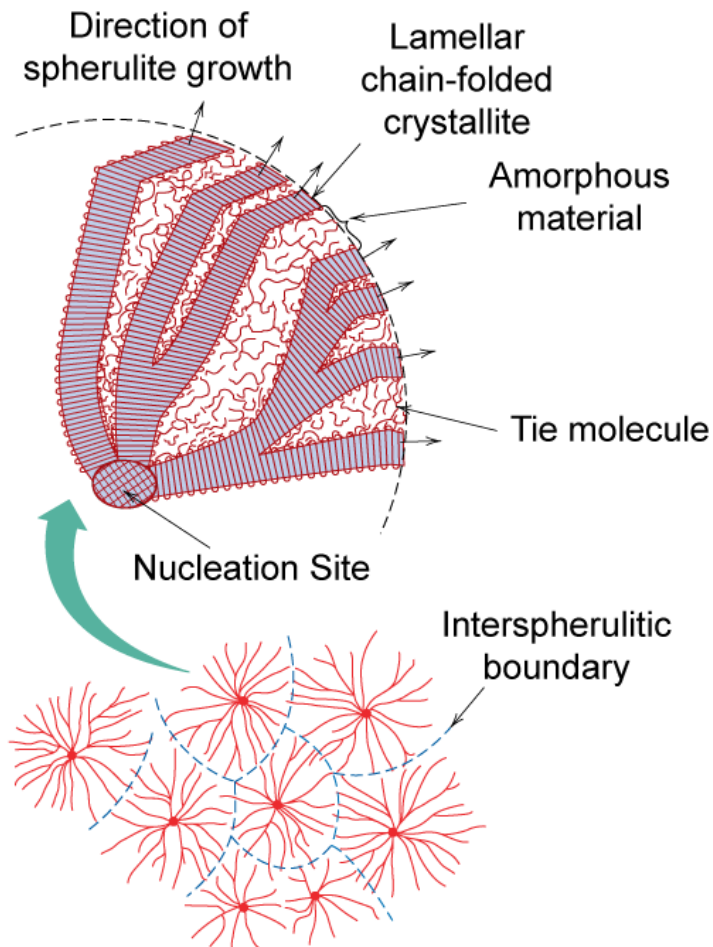


Polimerler yapısal olarak;

1. Camı (amorf)
2. Kristal – nadiren görülür. Özellikle molekülün karmaşıklığı ve soğuma hızı arttığında kristal yapı oluşumu engellenir.
3. Camı kristal



# Polimer kristallerinin oluşumu



Adapted from Fig. 14.13, *Callister 7e*.

## Termoplastikler

- Isı etkisiyle yumuşayabililer
- Polimerizasyon reaksiyonu ile imal edilirler
- Daha çok lineer yapı özelliği gösterirler
- Sıcaklık artışıyla viskoz sıvı sonunda durumuna geçerler
- Camlaşma sıcaklığının altında çok gevrek davranırlar
- Sürtünme katsayıları düşüktür
- Pres enjeksiyon, haddeleme, ekstrüzyon gibi imalat yöntemlerine uygundur

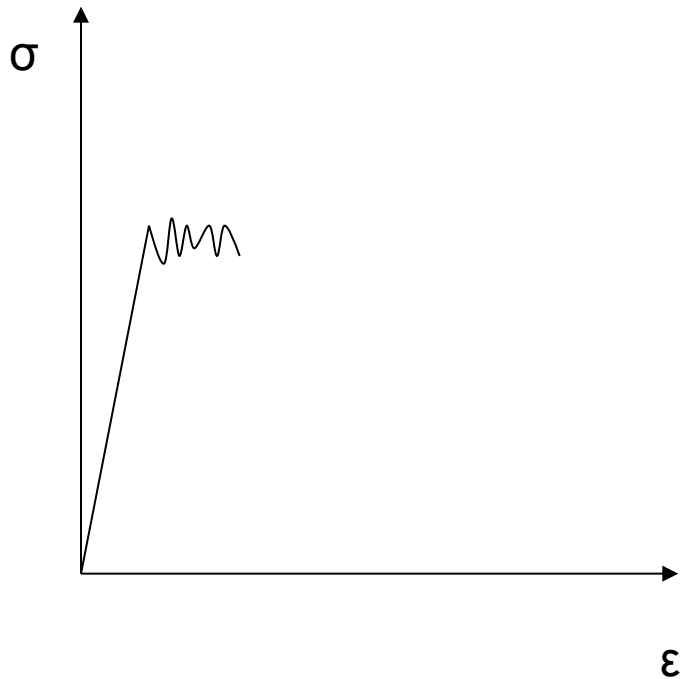
## Termoset plastikler

- Isı etkisiyle yanarak kömürleşir, dolayısıyla yeniden şekillendirilemezler
- Genelde polikondasasyon ile üretilir, yan ürün verirler
- Molekül zincirleri ağ yapısında bulunur,
- Camlaşma sıcaklığını altında ve üstünde gevrekleşirler
- Daha çok kompozit üretiminde kullanılırlar
- Epoksi, polyester, bakalit gibi

## Elastomerler

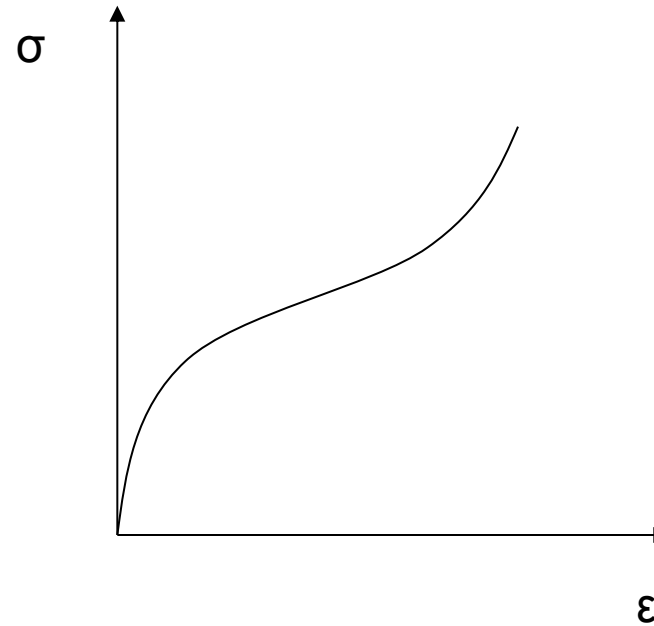
- Çok yüksek elastikiyet gösterirler
- Doğal kauçuk ve lateks gibi
- Vulkanizasyon yardımıyla molekül zincirleri arasında çapraz bağ oluşturulur ve lastik içinde üretilerek dayanımı artırılır
- Silikon lastik gibi

# Mekanik özellikler



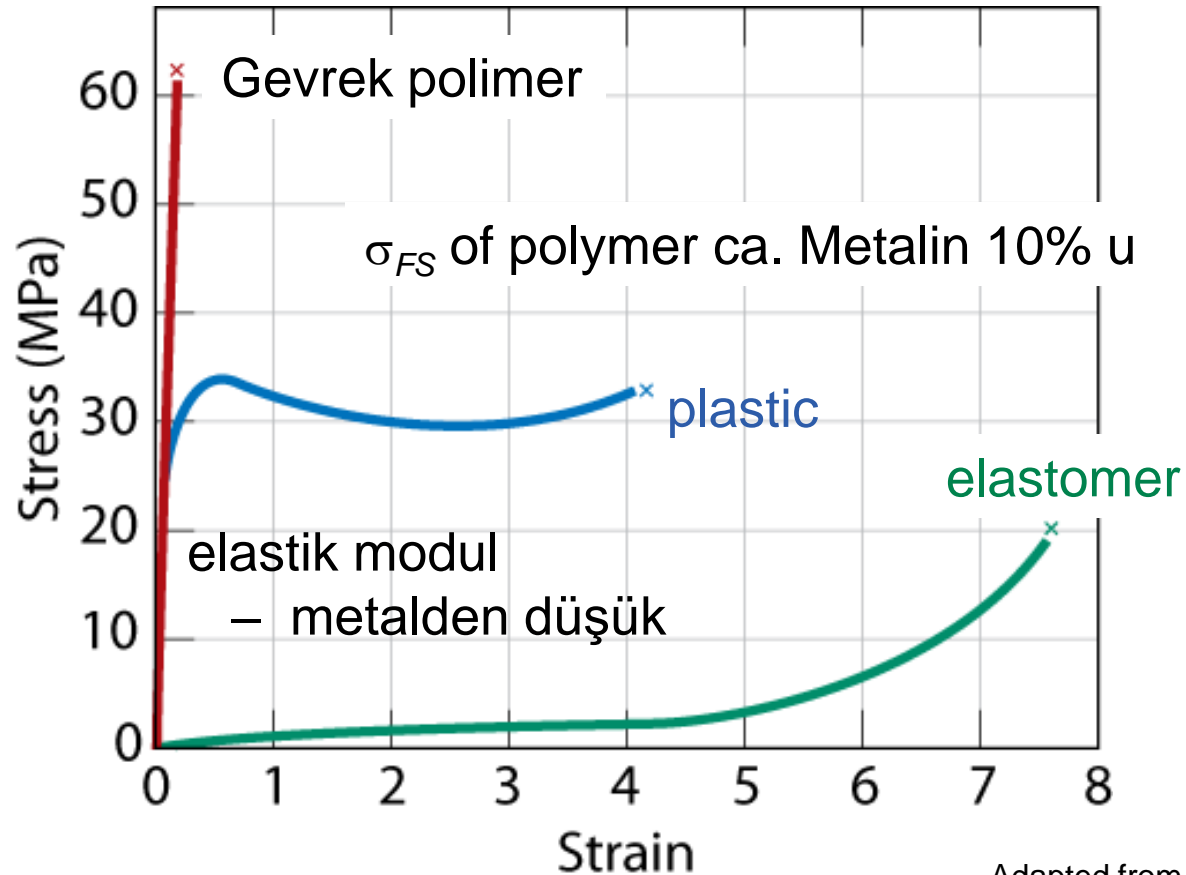
Termoset

Termoplastik ( $T \leq T_c$ )



Termoplastik ( $T > T_c$ )

# Mekanik özellikler

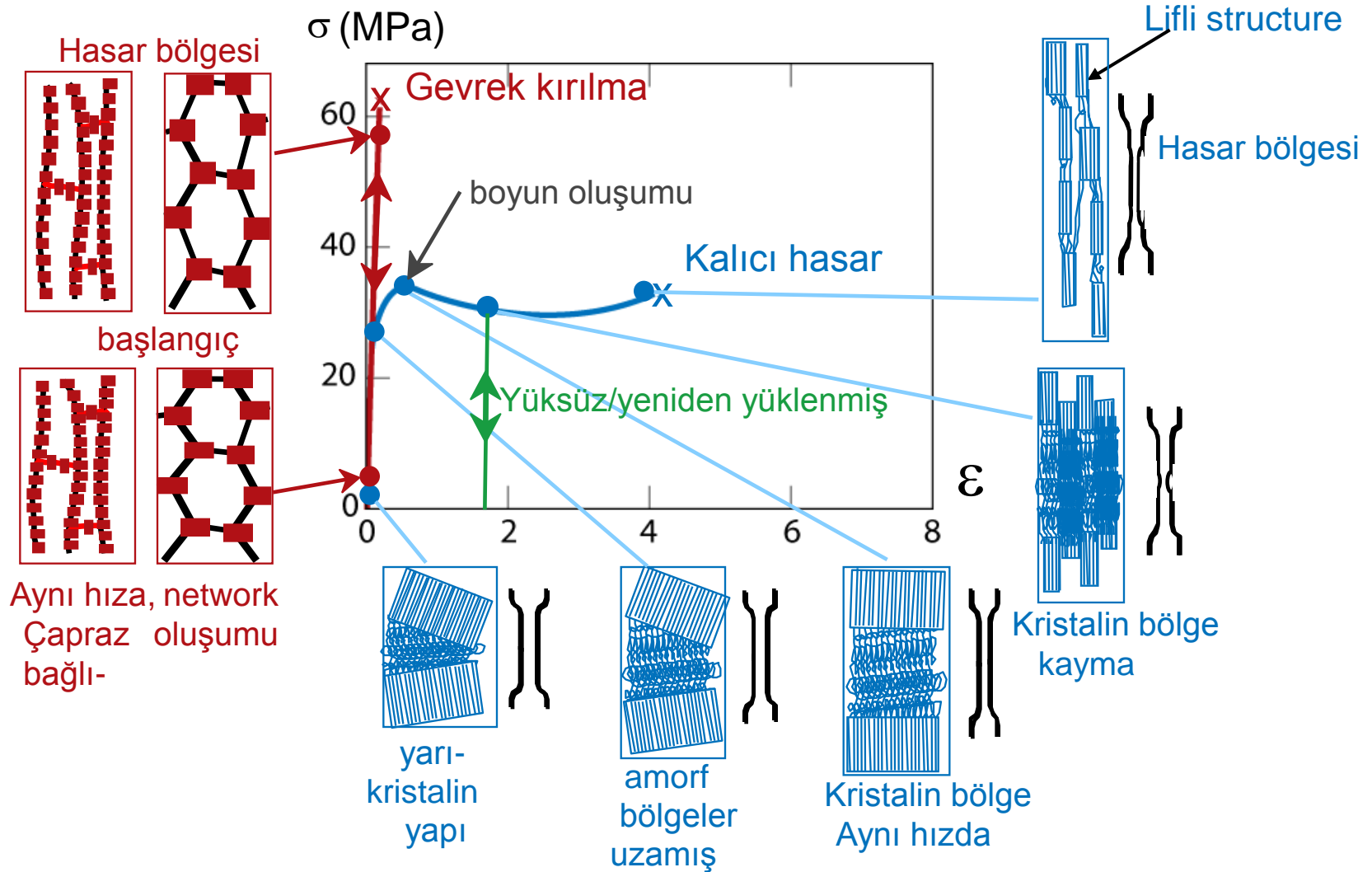


Adapted from Fig. 15.1,  
Callister 7e.

Şekil deęiřtirme > 1000% olabilir

(metaller için, maksimum şekil deęiřtirme. 10% yada daha az)

## Çekme özellikleri: gevrek &amp; plastik

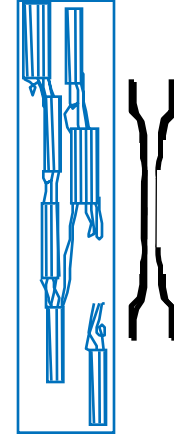


Stress-strain curves adapted from Fig. 15.1, *Callister 7e*. Inset figures along plastic response curve adapted from Figs. 15.12 & 15.13, *Callister 7e*. (Figs. 15.12 & 15.13 are from J.M. Schultz, *Polymer Materials Science*, Prentice-Hall, Inc., 1974, pp. 500-501.)

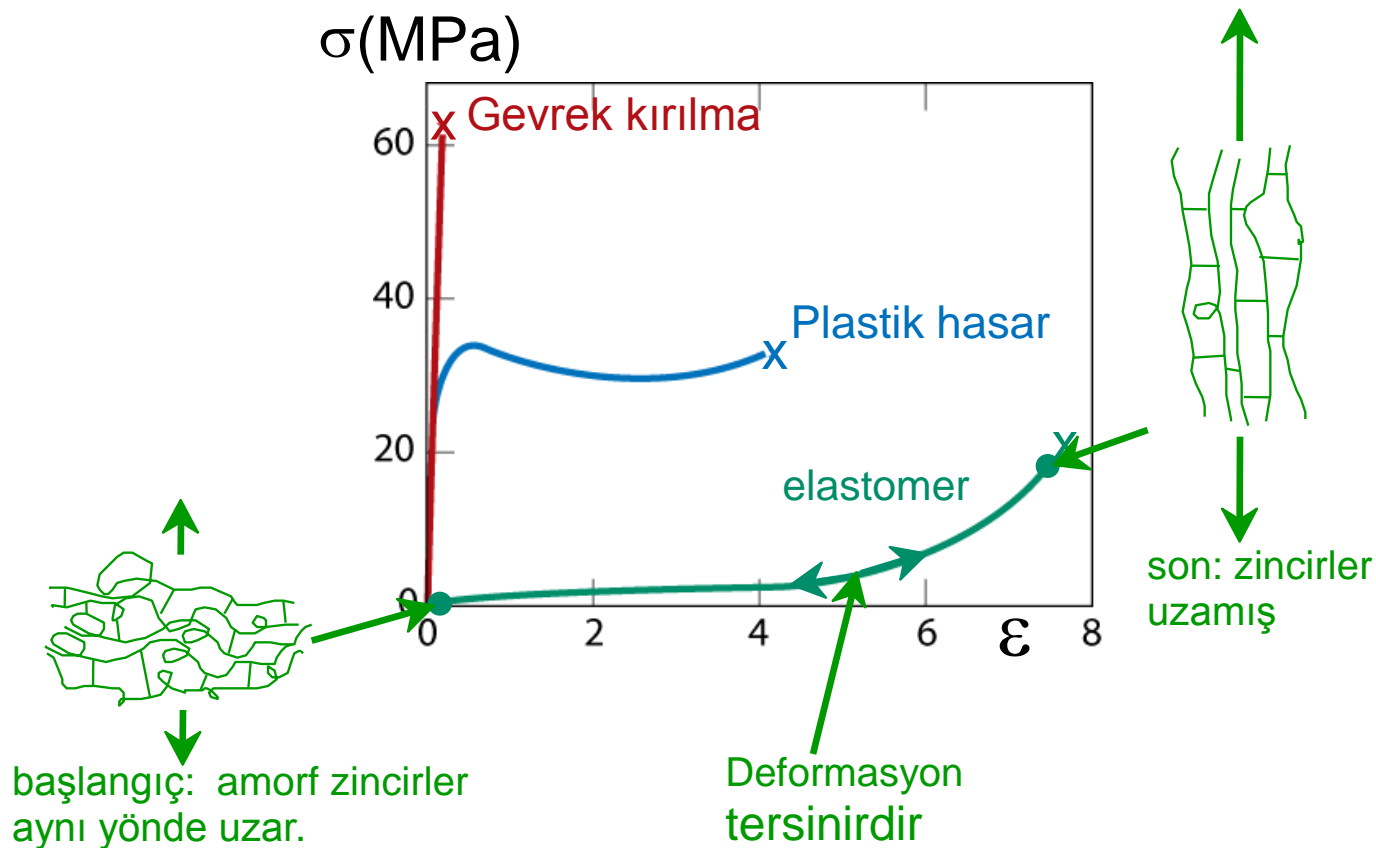


## Çekme eğrisi ile ilgili detaylar

Termosetler her sıcaklıkta gevrek davranış gösterirler. Bu davranış termoplastikler için  $T_c$  nin altında geçerlidir. Termoplastiklerin elastisite modülü başlangıçta doğrusal kısmın eğimi olarak hesaplanır. Malzeme akmaya uğradıktan sonra kesit daralır, moleküller düz hale gelir ve birbirine yaklaşır. Bu durumda Van der Waals bağları etkisini artırır ve molekül zincirleri birbirlerine daha sıkı bağlanır. Bu dayanımda artış oluşturur. Malzemenin ulaştığı en yüksek gerilmede kopma olur. Buna çekme dayanımı denir ve genelde kopma uzaması değeri ile verilir. Polimerler deformasyon hızına duyarlıdır, artıkça artar. Bu nedenle çekme deneyler standart hızda yapılır.



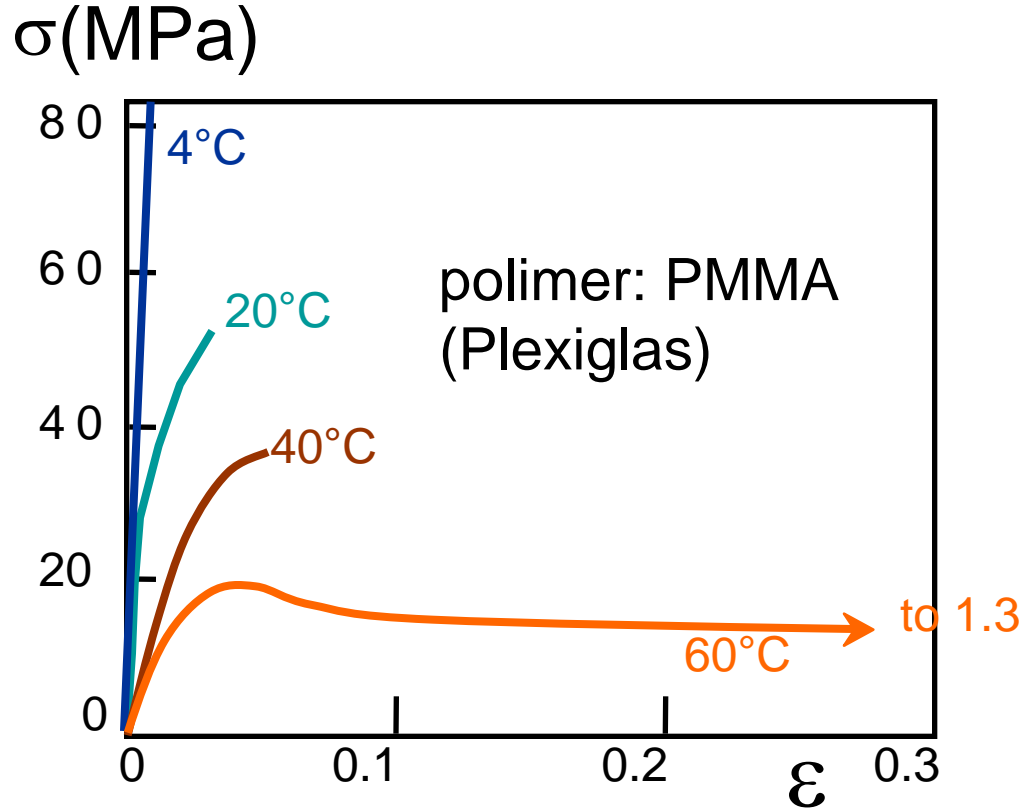
Adapted from Fig. 15.13, *Callister 7e*. (Fig. 15.13 is from J.M. Schultz, *Polymer Materials Science*, Prentice-Hall, Inc., 1974, pp. 500-501.)



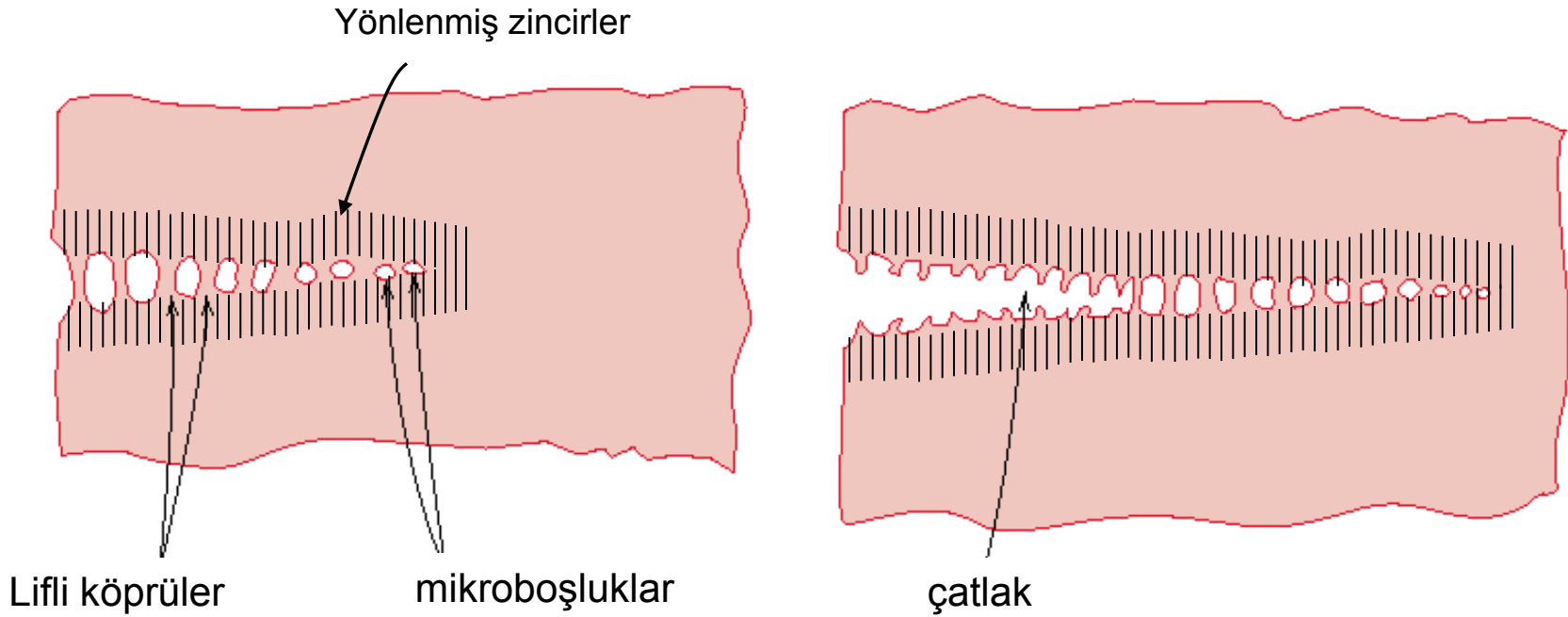
Stress-strain curves adapted from Fig. 15.1, *Callister 7e*. Inset figures along elastomer curve (green) adapted from Fig. 15.15, *Callister 7e*. (Fig. 15.15 is from Z.D. Jastrzebski, *The Nature and Properties of Engineering Materials*, 3rd ed., John Wiley and Sons, 1987.)

## $T$ and şekil deęiřtirme: Thermoplastik

- Azalan  $T$ ...
  - artar  $E$
  - artar  $TS$
  - azalır % $EL$
- artan
  - şekil değiştirme hızı
  - artar  $E$
  - artar  $TS$
  - azalır % $EL$



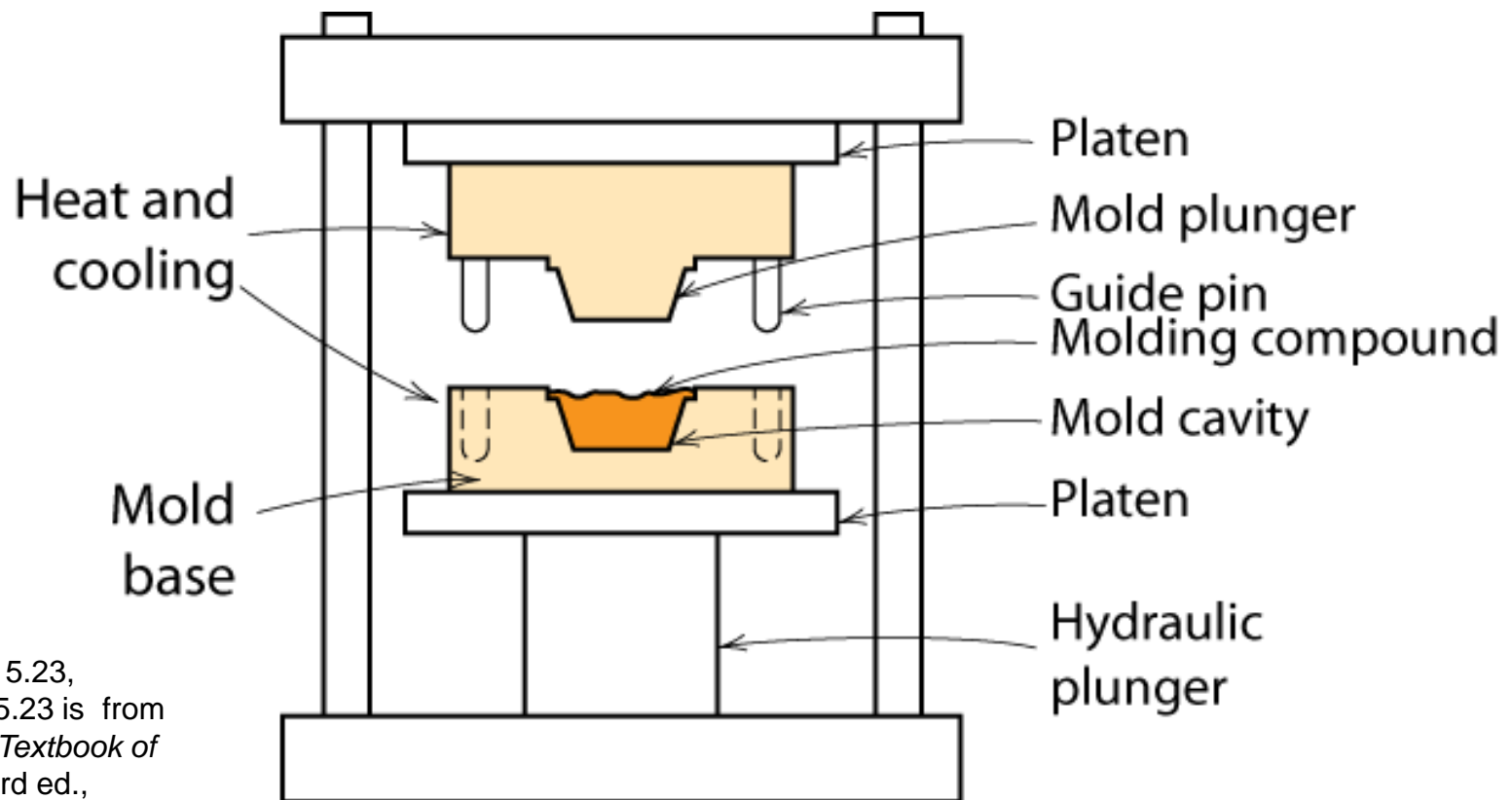
Adapted from Fig. 15.3, *Callister 7e*. (Fig. 15.3 is from T.S. Carswell and J.K. Nason, 'Effect of Environmental Conditions on the Mechanical Properties of Organic Plastics', *Symposium on Plastics*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1944.)



Adapted from Fig. 15.9,  
*Callister 7e.*

# Plastik enjeksiyon

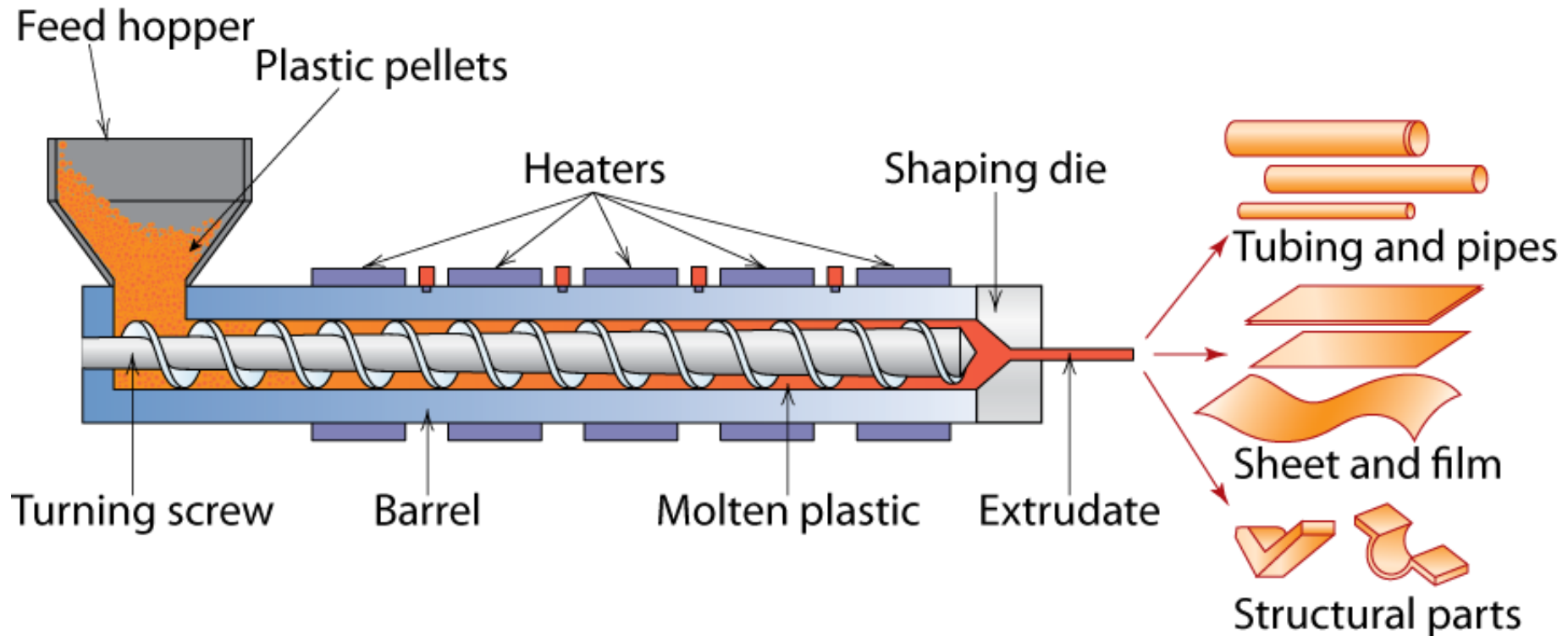
- Basma ve eriyik transferi
  - Termoplastik yada termoset



Adapted from Fig. 15.23,  
*Callister 7e*. (Fig. 15.23 is from  
F.W. Billmeyer, Jr., *Textbook of  
Polymer Science*, 3rd ed.,  
John Wiley & Sons, 1984.)

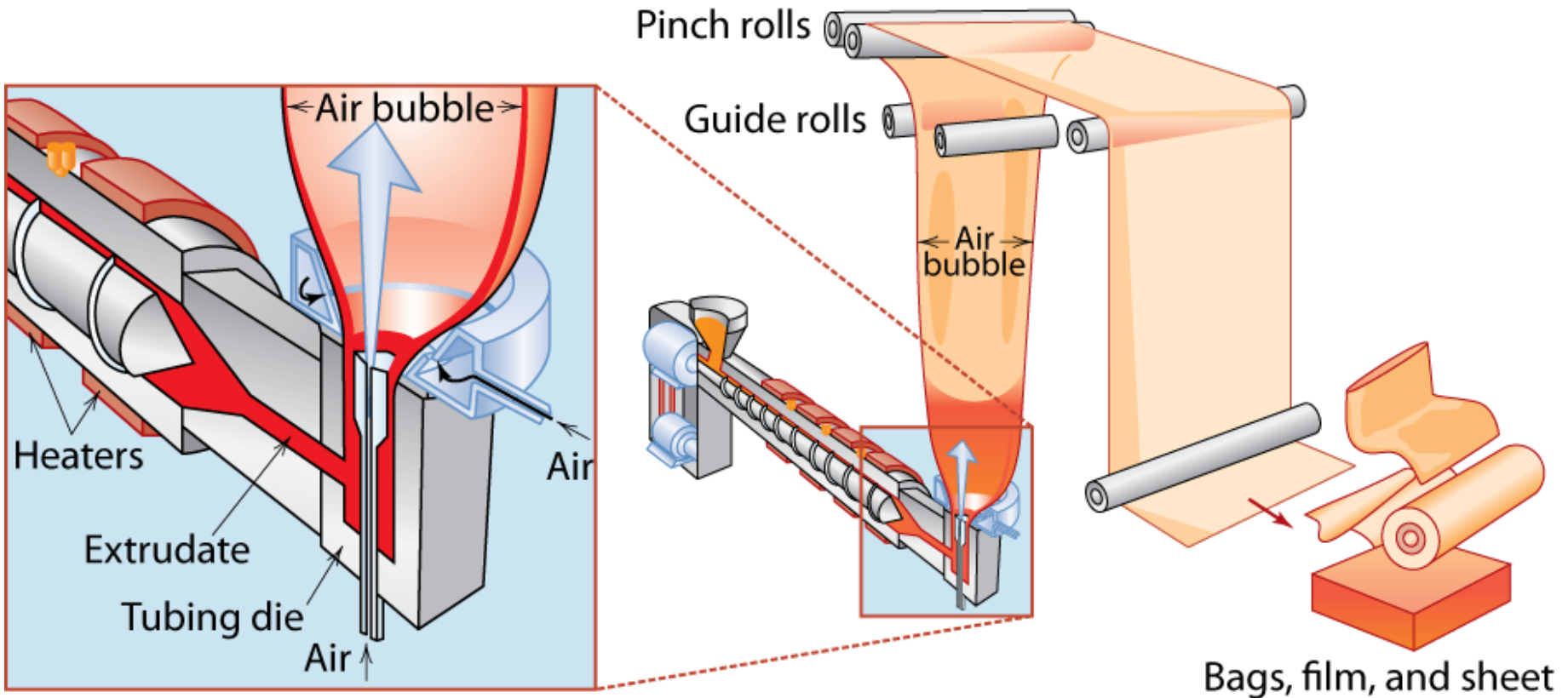


# Plastik ekstrüzyon



Adapted from Fig. 15.25,  
*Callister 7e*. (Fig. 15.25 is from  
*Encyclopædia Britannica*, 1997.)

# Üfleme

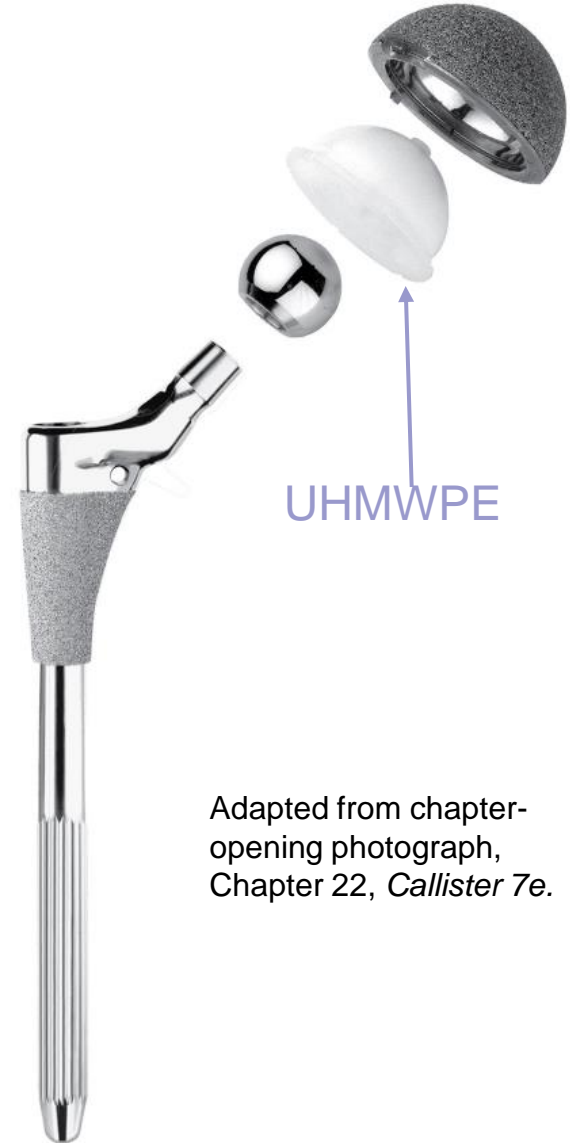


Adapted from Fig. 15.26, *Callister 7e*.  
 (Fig. 15.26 is from *Encyclopædia Britannica*, 1997.)



# İleri polimerler

- Ultra yüksek molekül ağırlıklı polyetilen (UHMWPE)
  - Moleküler ağırlık  
ca.  $4 \times 10^6$  g/mol
  - Mükemmel özellikler
    - Golf topu dışı, kalça protezi,  
etc.



Adapted from chapter-opening photograph, Chapter 22, *Callister 7e*.