

Mühendislik Fakültesi



Kimya Mühendisliği Bölümü

KMB480-Plastiklerin Geri Dönüşümü

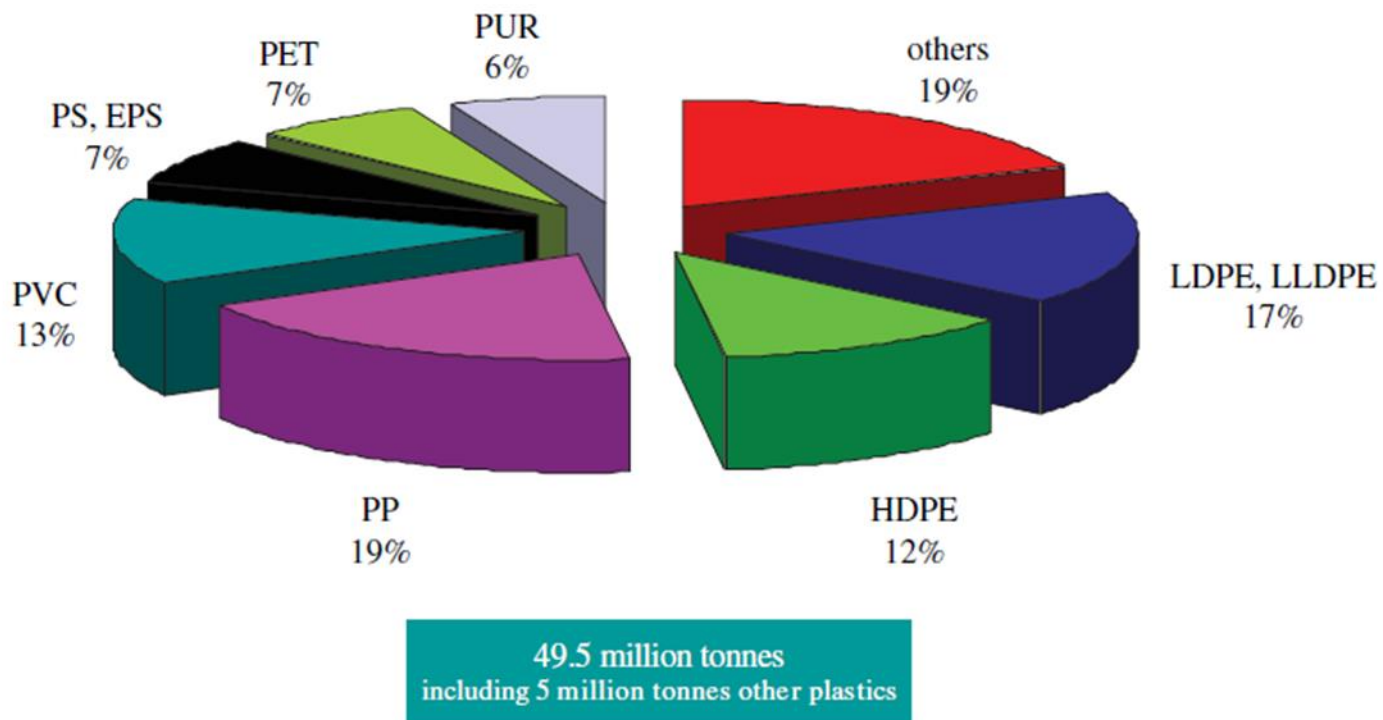
Doç. Dr. İsa DEĞİRMENCİ

Polimerlerin Sınıflandırılması

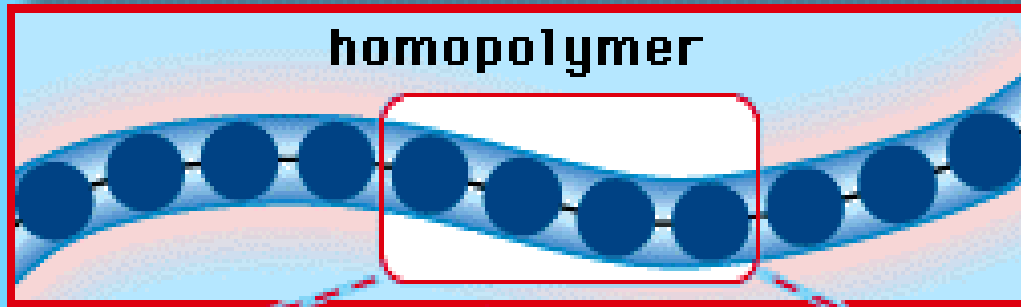
KMB480-Plastiklerin Geri Dönüşümü

Hafta-3



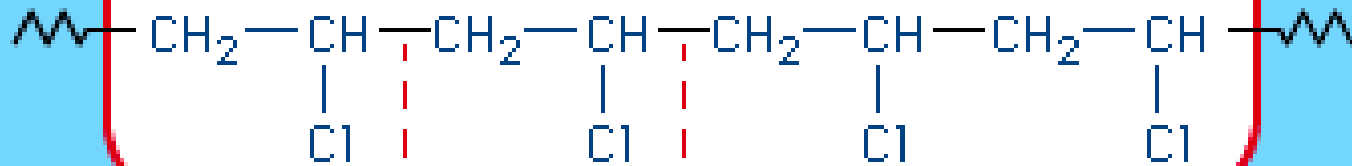


homopolymer

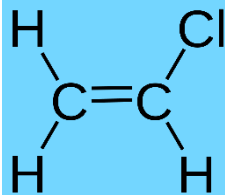
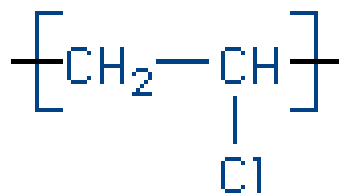


polyvinyl chloride

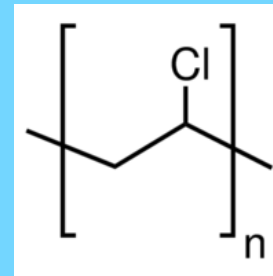
chemical structure



repeating unit



vinyl chloride unit

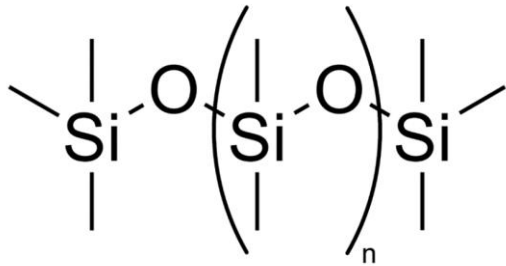


©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.

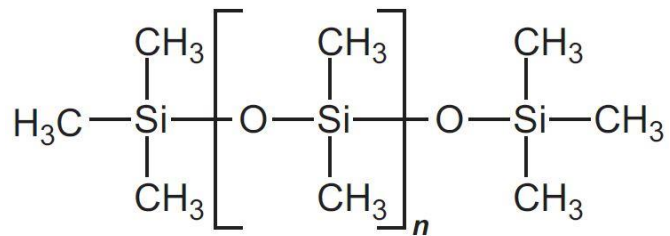


1-) Orijinlerine Göre

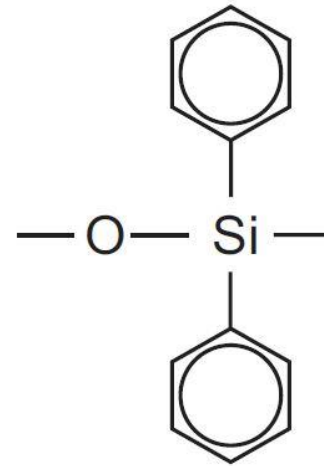
A-) İnorganik Polimerler



Silikon
kauçuk

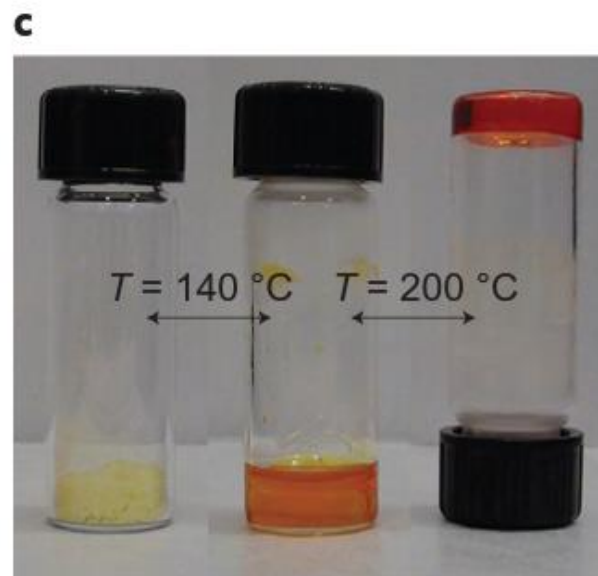
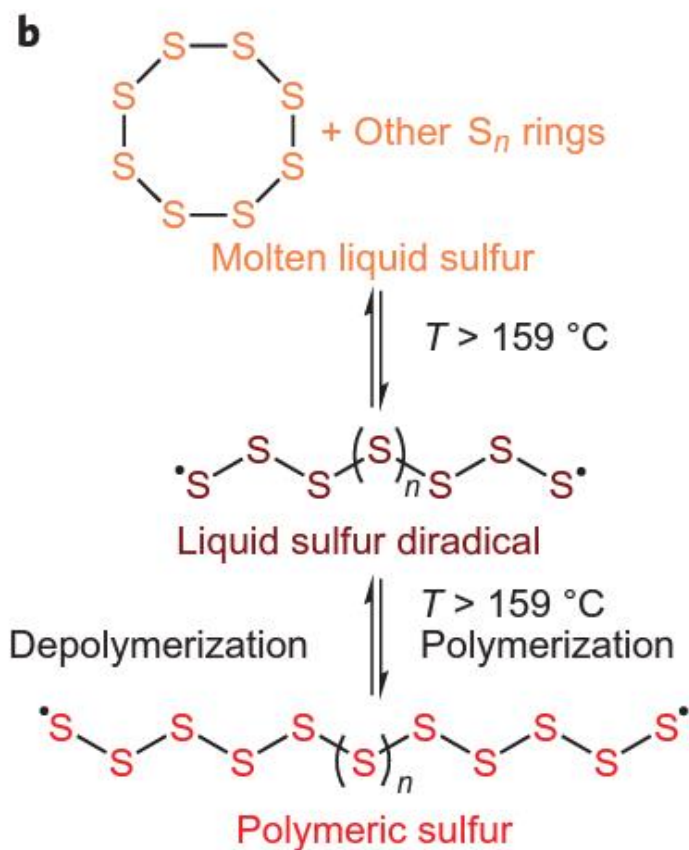


poly(dimethyl)siloxane



Poli difenil
siloksan

Poli sülfür



W. J. Chung, J. J. Griebel, E. T. Kim, H. Yoon, A. G. Simmonds, H. J. Ji, P. T. Dirlam, R. S. Glass, J. J. Wie, N. A. Nguyen, B. W. Guralnick, J. Park, Á. Somogyi, P. Theato, M. E. Mackay, Y.-E. Sung, K. Char and J. Pyun, *Nat. Chem.*, **2013**, 5, 518–524.



1-) Orijinlerine Göre

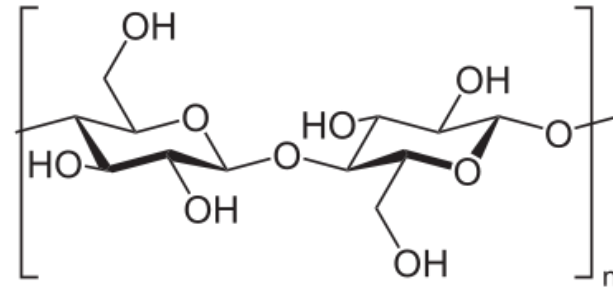
B-) Organik Polimerler

- Doğal Polimerler
- Yarı-sentetik Polimerler
- Sentetik Polimerler



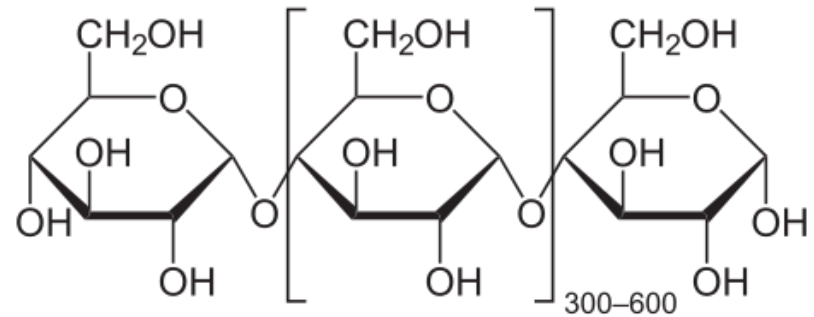
Doğal Polimerler

Glikopiranoz zincirleri



Selüloz

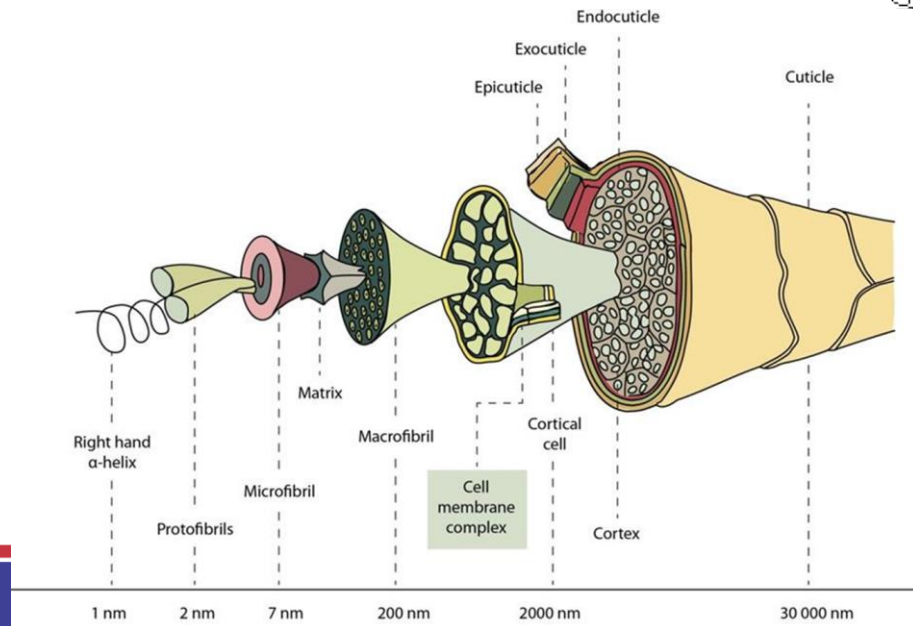
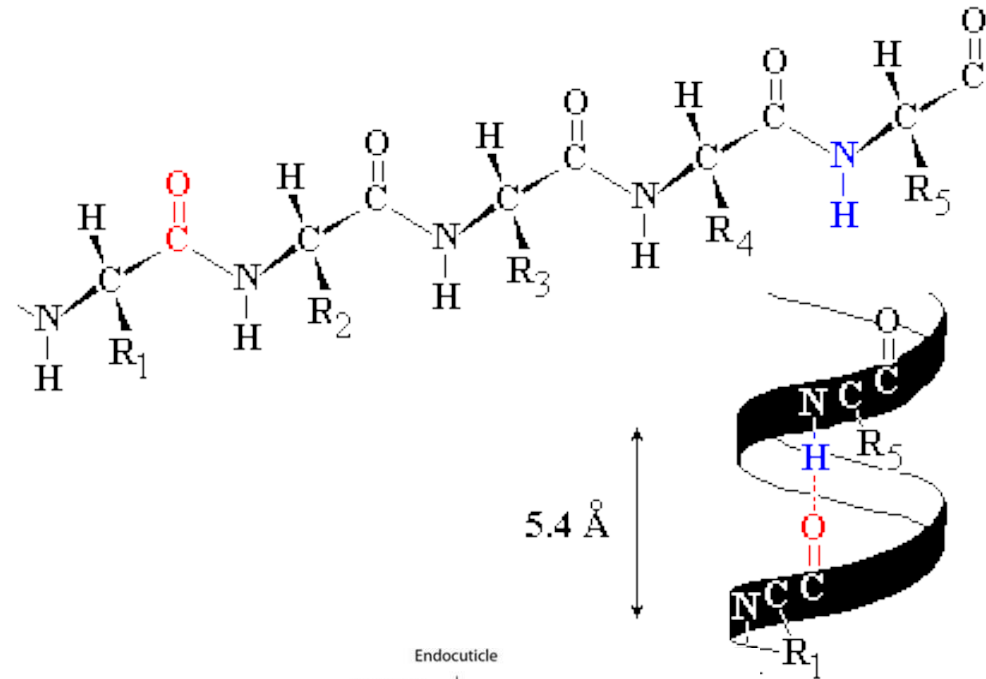
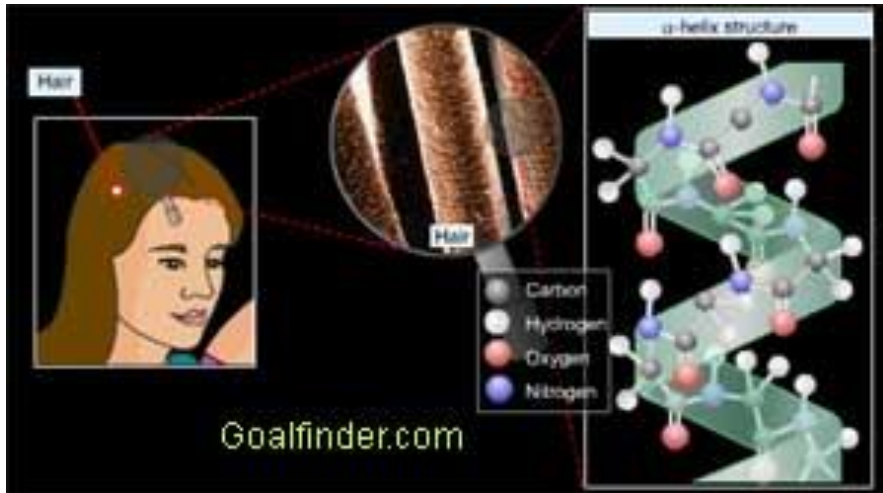
Pamuk %90 oranında selülozdan oluşmaktadır.



Nişasta (Starch)

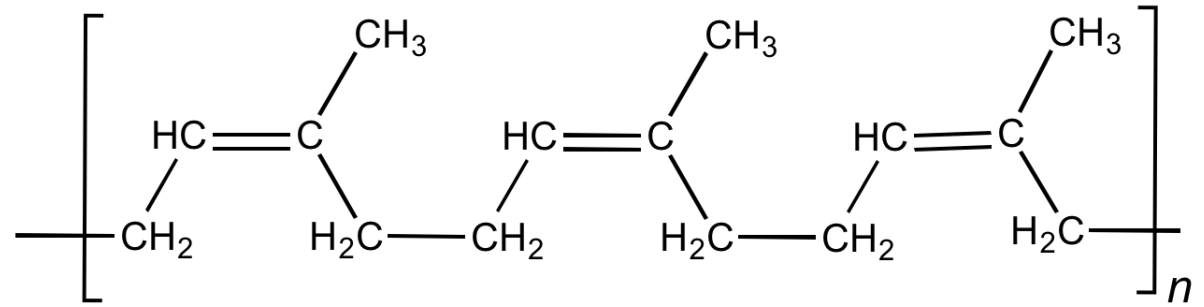


Proteinler





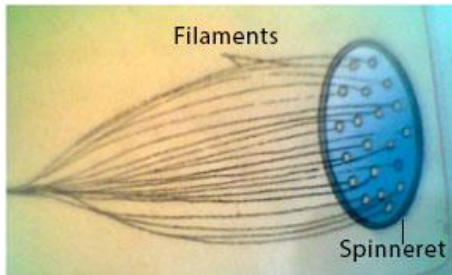
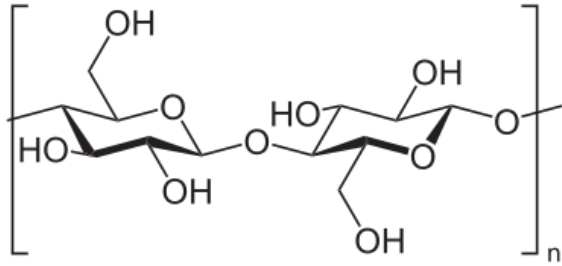
Kauçuk



Poliizopüren

Yarı sentetik Polimerler

Selüloz

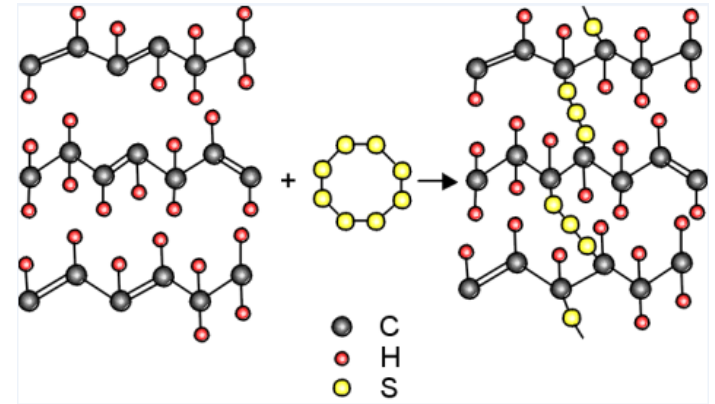


Cotton is a **natural fabric**, whereas Rayon is a **semisynthetic** one.

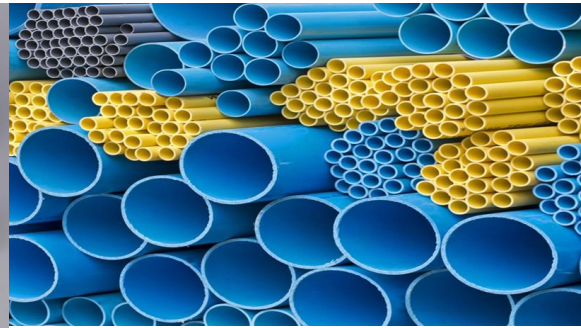
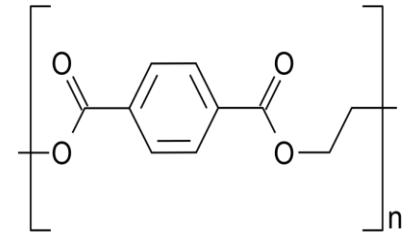
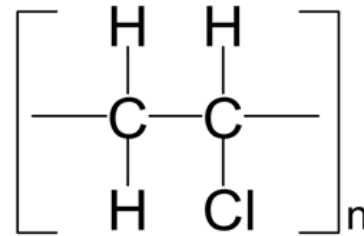
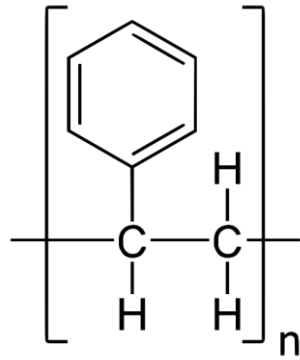
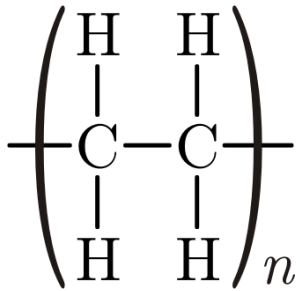
Cotton

Rayon

Vulkanize Kauçuk



Sentetik



2-Zincir Yapılarına Göre Sınıflandırma

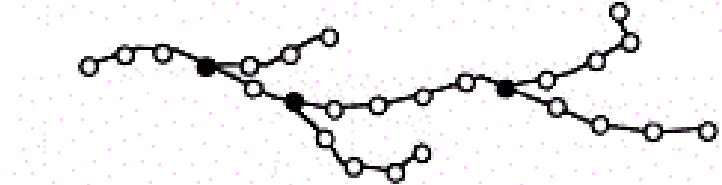
- a) Doğrusal Polimer
- b) Dallanmış Polimer
- c) Ağ Yapılı Polimerler



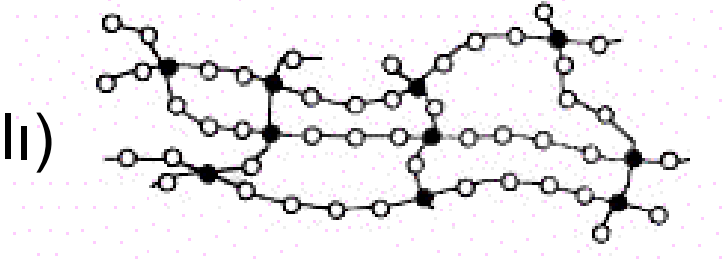
a) Doğrusal



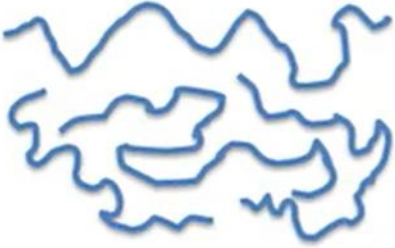
b) Dallanmış



c) Ağ Yapılı (Çapraz Bağlı)



a-) Doğrusal Polimerler



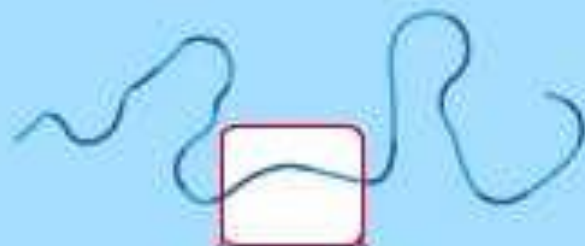
Polimer ana zincirini oluşturan atomlara yalnız yan grupların bağlı bulunduğu polimerlere **doğrusal polimer** denir.

Bu polimer zincirleri ile diğer polimer zincirleri arasında sadece moleküller arası zayıf etkileşimler (hidrojen bağı, dipol-dipol, polar, van der Waals etkileşimleri gibi etkileşimler) vardır. Kovalent bağ yoktur.

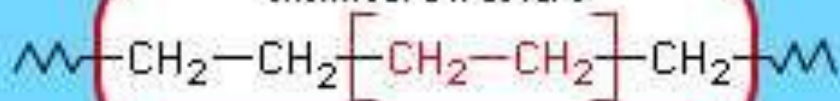
Bu polimer uygun çözücünde çözünebilir ve eritilerek şekillendirilebilirler.



linear



chemical structure



molecular structure



high-density polyethylene (HDPE)



carbon (C)

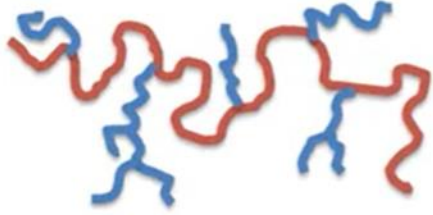


hydrogen (H)

©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.



b-) Dallanmış Polimerler



Bazı polimerlerin ana zincirine, kendi kimyasal yapısıyla özdeş dal görüntüsünde başka zincirlerin kovalent bağlarla bağlanmasıyla oluşan polimere **dallanmış polimer** denir.

Dallandırıcı ajanlar ve yan reaksiyonlarla oluşurlar. Yan dallar farklı uzunlukta ve yan dallarında dallanması da mümkündür.

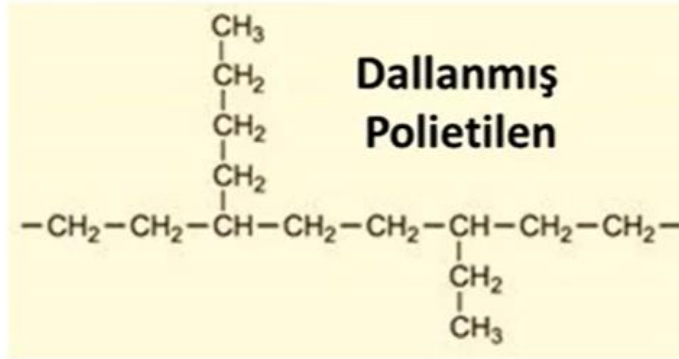
Dallanmış ve doğrusal polimerlerin özellikleri birbirine yakın sayılır. Örneğin aynı çözücü ikisini de çözebilir. Ancak vizkoziteleri ve ışık saçılım değerleri farklılık gösterir.

Dallanmış polimerler yan dallar sebebiyle kritallenme oranları doğrusal (lineer) polimerlere göre düşüktür.



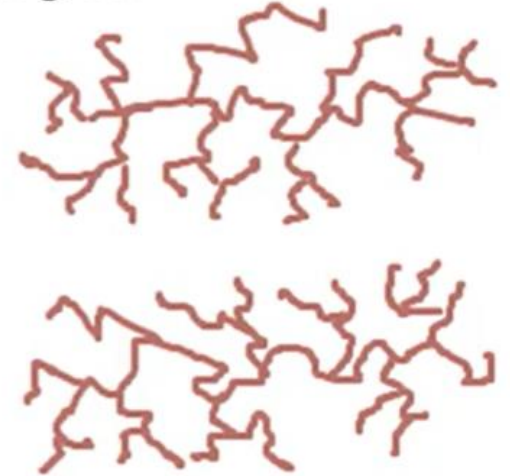
HDPE : Çok az yada hiç dallanma yok

Polimer zincirleri birbirine daha kolay yaklaşır.
Bu sebeple yoğunluk yüksek **0.93-0.97 g/cm³**



LDPE : çok dallanma

Polimer zincirleri birbirine zor yaklaşır.
Bu sebeple yoğunluk yüksek **0.910–0.940 g/cm³**



c-) Çapraz Bağlı (Ağ Yapılı) Polimerler

Polimer zincirlerinin çeşitli ajanlar yardımı ile birbirleriyle kovalent bağ yapması ile oluşan polimerik yapıya **çapraz bağlı polimer** denilir.

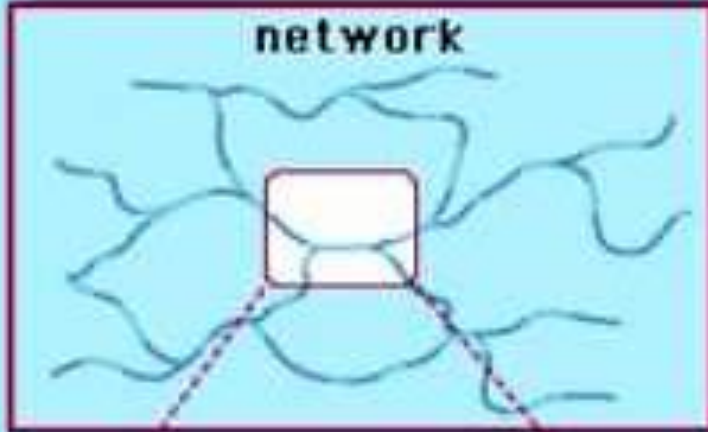


Doğrusal ve dallanmış polimerlerde, polimer zincirleri arasında kovalent bağ bulunmaz.

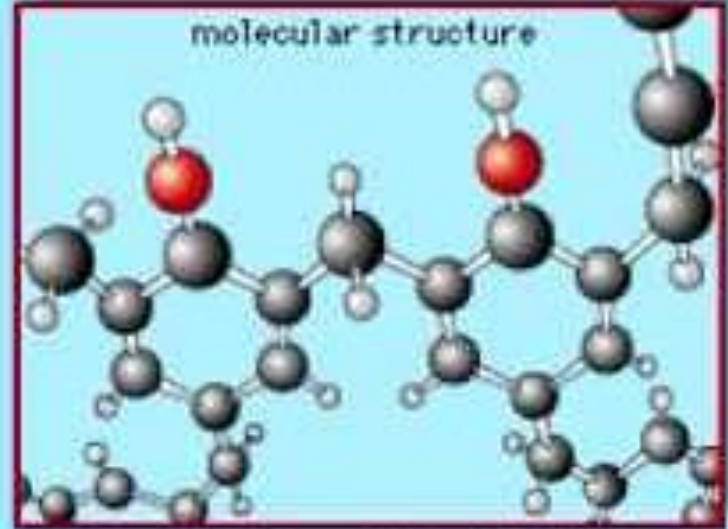
Eğer çapraz bağ oranı yüksek olursa **ağ yapılı** polimerler elde edilir.



network

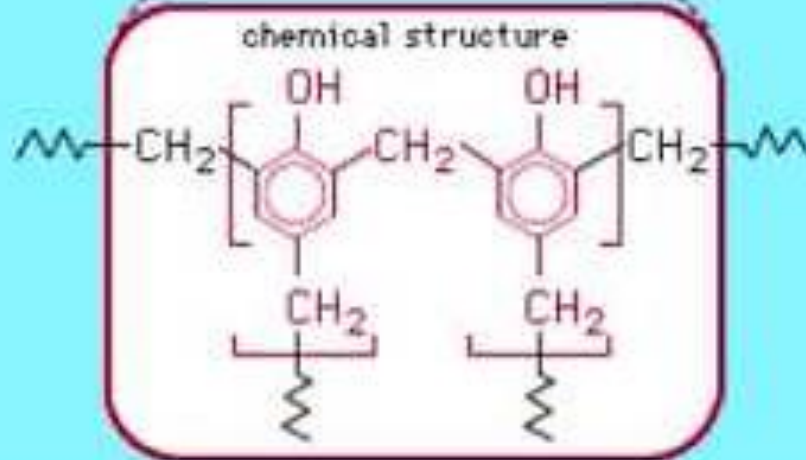


molecular structure



phenol formaldehyde (PF)

chemical structure



phenol (C₆H₅OH)



carbon (C)

oxygen (O)

hydrogen (H)

©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.



Çapraz bağlı yapı tek bir moleköl gibidir.

özücülerde özünmezler. Uygun bir çözücüde çapraz bağ oranına göre şişme oranı azalır.

Çok apraz bağlılar hiç şişmezler ve oldukça serttir.

Az oranda çapraz bağ elastomerik (kauçuksal) özellik için önemli bir kriterdir.



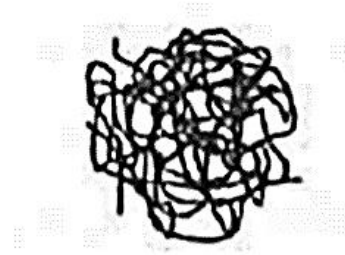
3-Termal Özelliklerine Göre

- Termoplastikler
- Termosetler

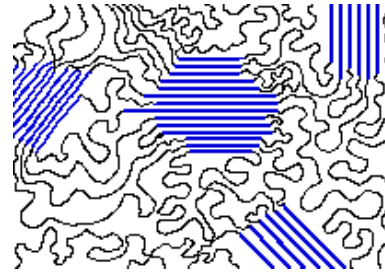


Polimer Morfolojisi

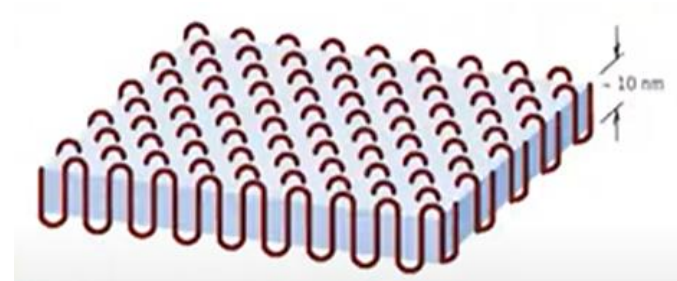
Amorf Polimer



Yarı-Kristal Polimer



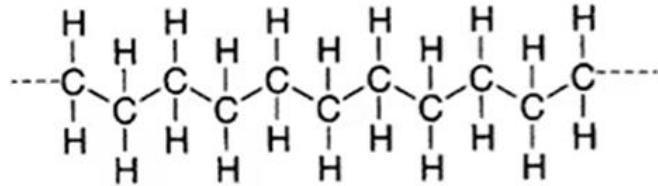
Kristal Polimer



Petrol kaynaklı olan parafin farklı türlerde olabilmektedir.

Gaz

4 karbon
gaz



Sıvı

5-6 karbon
Sıvı

6-9 düşük viskoziteli sıvı

9-16 orta viskoziteli sıvı

Katı

16-25 mumsu davranış
çok yüksek vizkozite

25-50 arası karbonlu parafinler ise
mumdur



Polimerizasyon derecesi artan polimerlerinde erime ve camsı geçiş (T_g) değerleri değişim gösterir.



Alkan -> polietilen serisinin özellikleri

Zincir içerisindeki karbon sayısı	Malzemenin durum ve özellikleri	Uygulamaları
1-4	Basitçe bir gaz	Piştirme için depolanmış gaz
5-11	Basitçe bir sıvı	Benzin
9-16	Orta viskoziteli sıvı	Gazyağı
16-25	Yüksek viskoziteli sıvı	Yağ ve gres
25-50	Kristal katı	Parafin mumlar
50-1000	Yarı kristalli katı	Süt karton yapıştırıcıları ve kaplamalar
1000-5000	Sert plastik katı	Polietilen şişeler ve kaplar



Tam uzamış,

İki ucundan çekilerek
gerilmiş bir zincir parçası

Tam büzülmüş



Avuç içine sıkıştırılarak
yumak hale getirilmiş ip
parçası

Ara konformasyonlar



Polimerlerin, diğer iki
konformasyonda bulunma
ihtimali düşüktür.

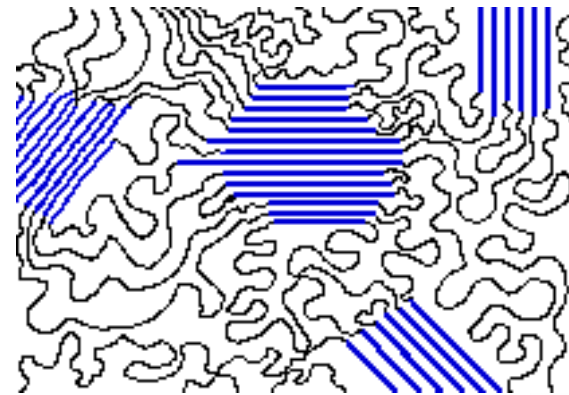
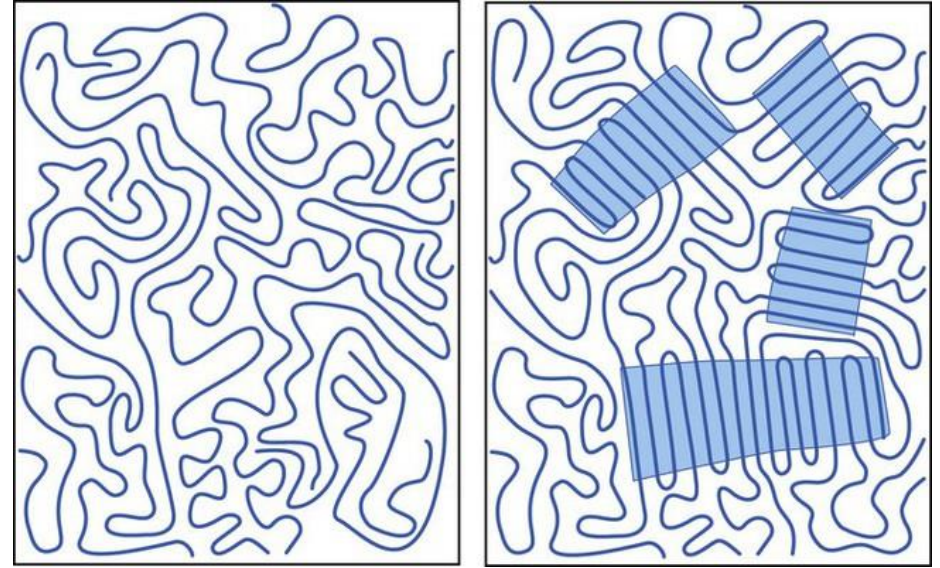
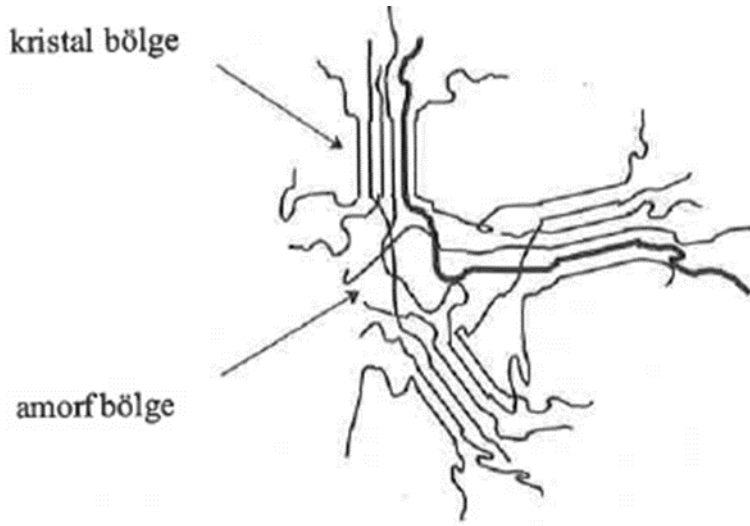
Genelde ara
konformasyonlarda
bulunur.

Konformasyon, bir molekülün atomları arasındaki bağlar etrafında dönme hareketleriyle alabileceği bağ kopması olmadan her türlü geometrik düzenlenmeyi kapsar

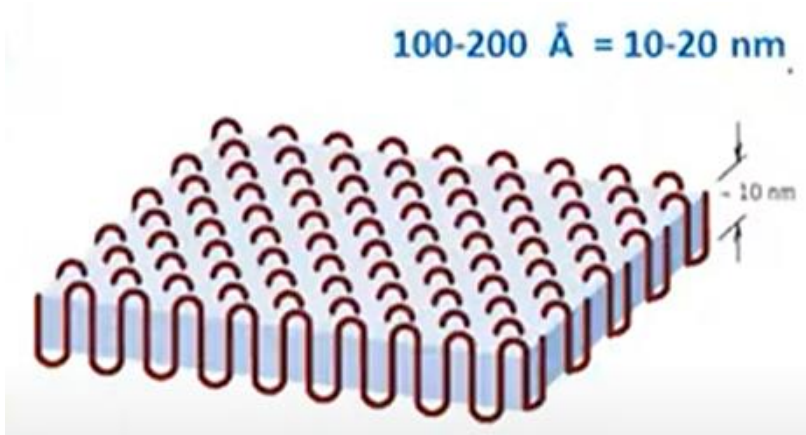
Polimerler **çözelti, eriyik** gibi koşullara göre bağlar etrafındaki dönmelerle değişik konformasyonlara döner.



Yarı-kristal bir polimer yapısı için öne sürülen «Saçaklı misel» modeli (1930).



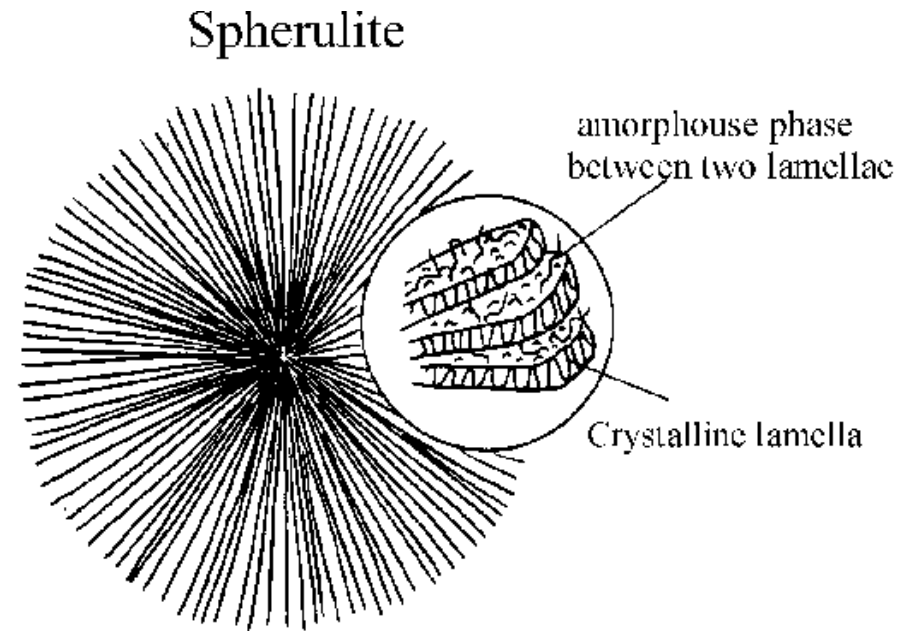
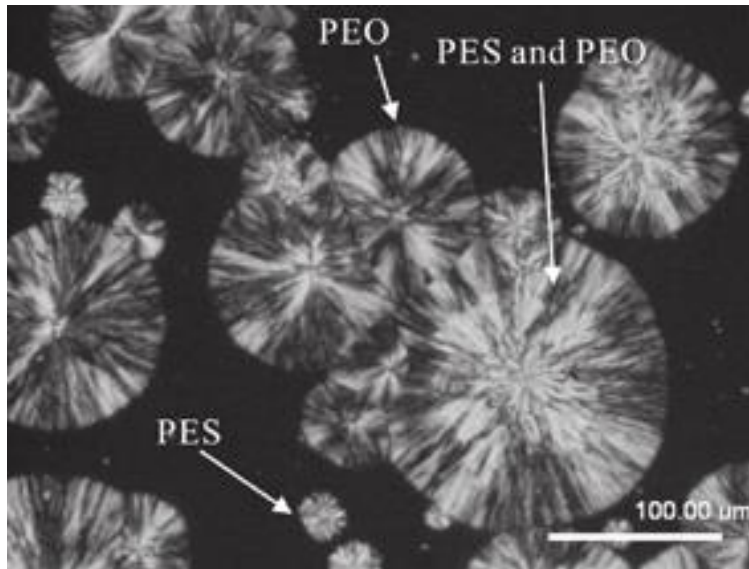
Katlanmış zincir modeli (1957)



PE lamel yapısı

Seyreltik Polietilen çözeltisinde PE'in kristallendirilmesiyle elde edildi (1957).

Polimer zincirleri yanyana istiflenerek lamelleri oluştururlar.



PEO: Poli (etilen oksit), PES: Poli(etilen süksinat)

Yarı-Kristalin Yapının polimere kattığı özellikler

- Termal Özellikleri
- Mekanik Özellikleri
- Kimyasal özellikleri
- Optik özellikleri

Polimerler ekseriyetle %10-30 oranında kristal bölgelere sahip olabilirler.

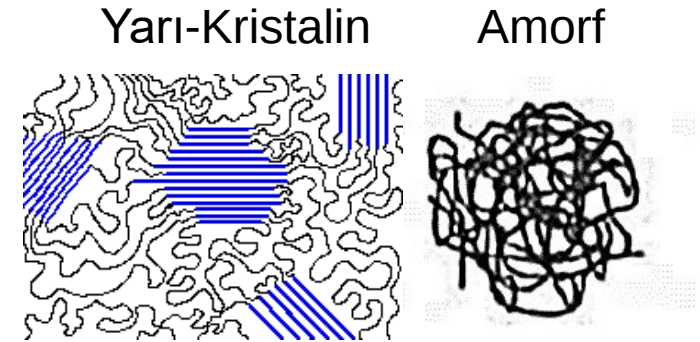
%90-100 oranında kristal polimerler de elde etmek mümkündür.



Yarı Kristalin ve Amorf Polimer Kıyaslaması

Yarı Kristalin polimer

- Kimyasallara ve çözücüye karşı direnç daha yüksek
- Isıya karşı direnci daha iyi
- Daha sert (mukavemetli)
- Daha opak (kristal bölgeler ışığı saçar)



Amorf ve Yarı Kristal Poimerlere Örnekler

Amorf

Polistiren

Poliizopüren

Polimetilmetakrilat

Yarı-Kristalin

Nylon-6,6

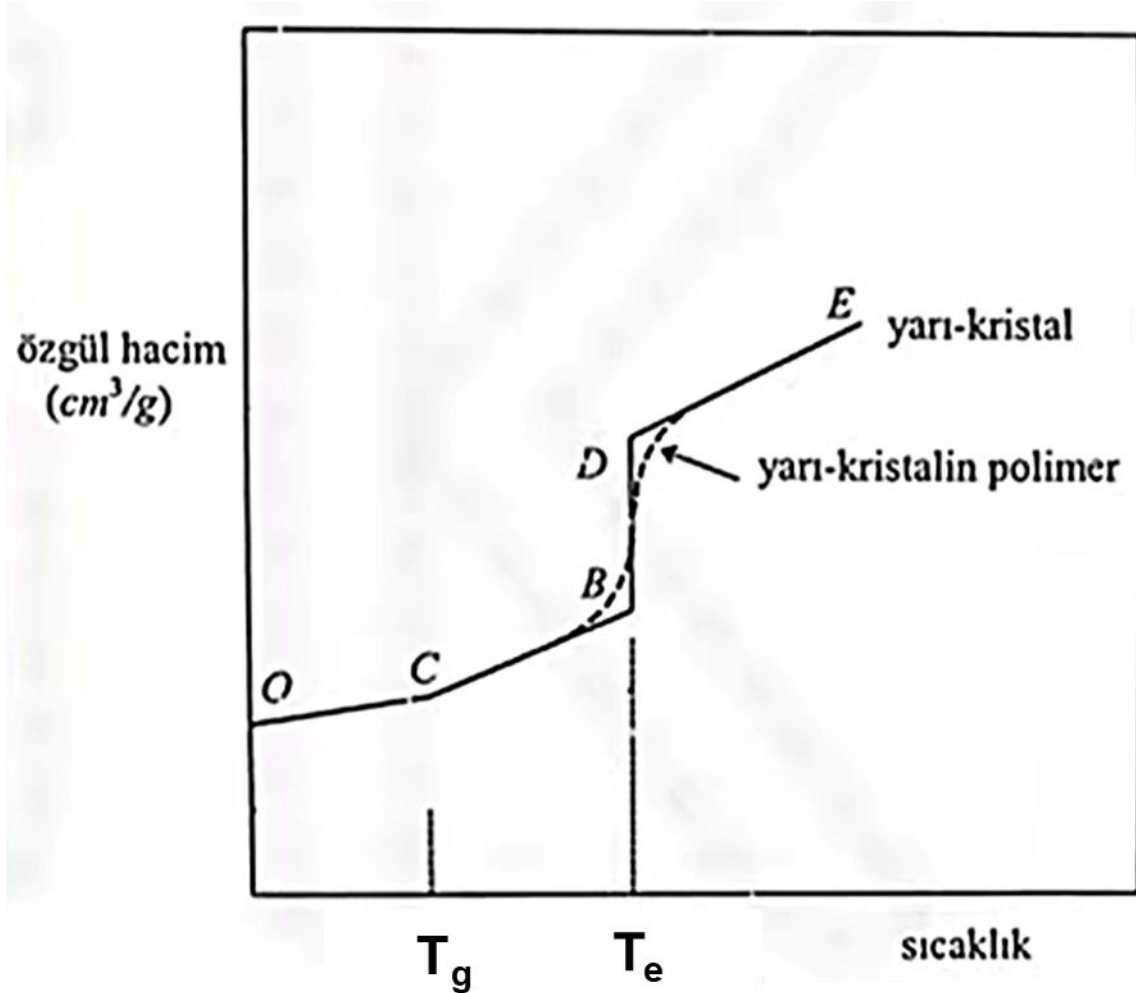
Polietilen

Kevlar, Nomex

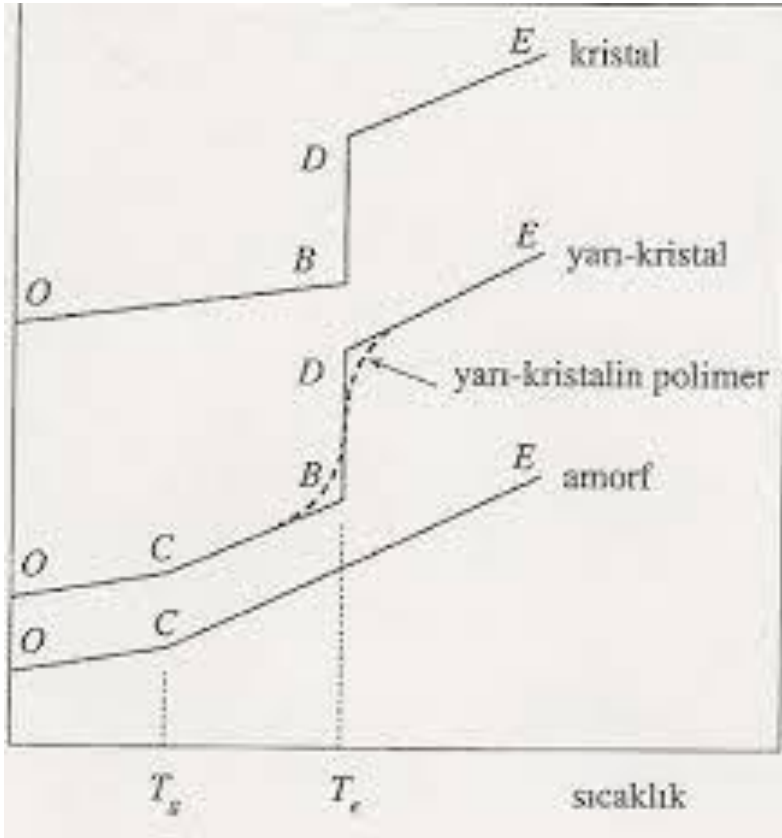
Poli(etilenteraftalat)



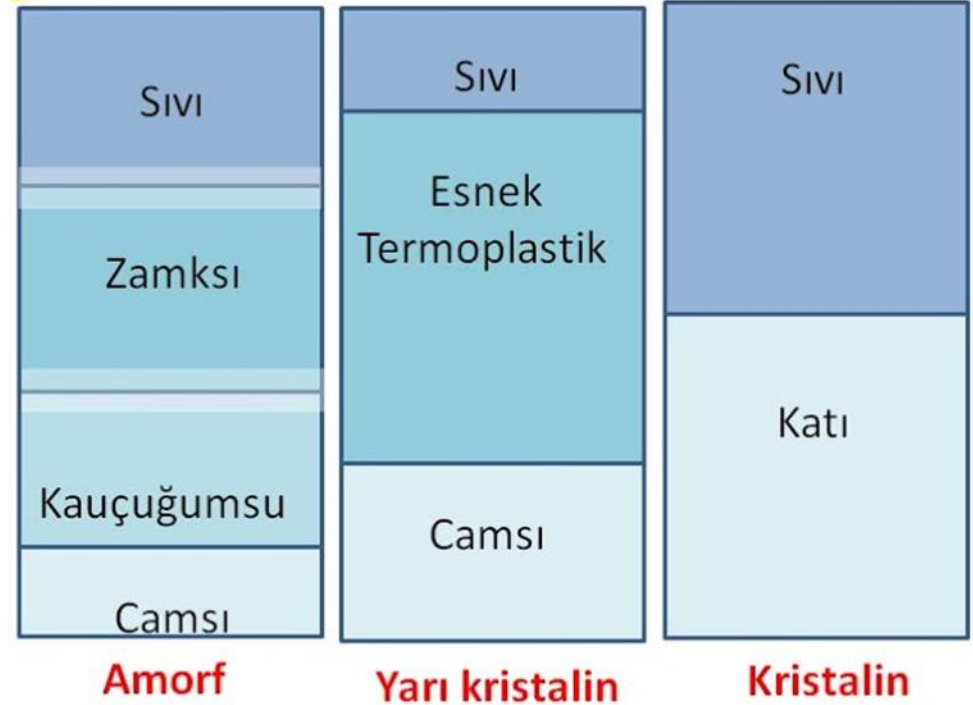
Yarı-kristal polimer için Özgöl hacim – Sıcaklık İlişkisi



Polimerlerin Isıl Davranışları



↑ T



Termal Özelliklerine Göre Sınıflandırma

A-) Termoplastik polimerler

B-) Termoset Polimerler

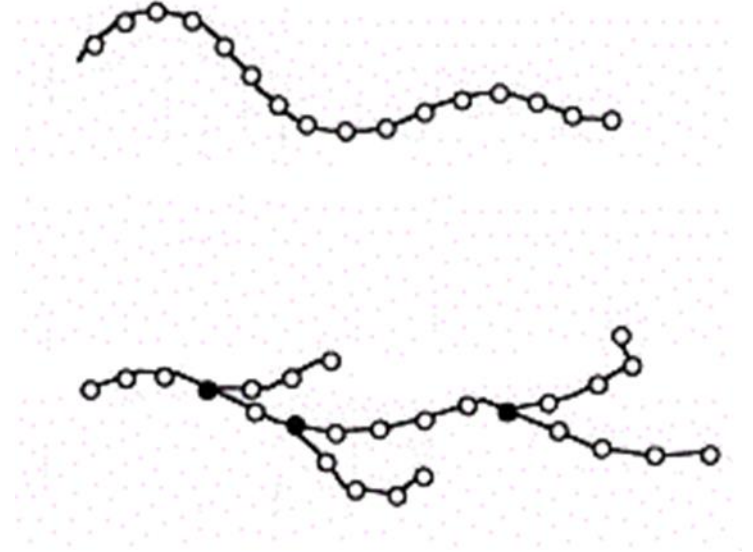


A-) Termoplastik polimerler

Isıtıldığında yumuşayıp sıvı faza geçebilen polimerlerdir.

Bu özelliği gösteren polimerleri tekrar tekrar ısıtılarak kalıplarda şekillendirmek mümkündür.

Doğrusal veya dallanmış polimerlerin çoğu bu özelliktedir.



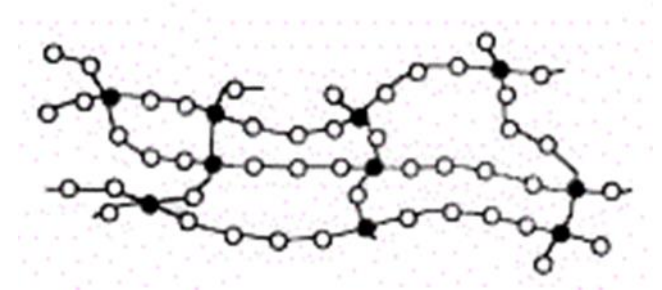
A-) Termoset polimerler

Isıtıldığında yumuşayıp sıvı faza geçemeyen polimerlerdir.

Bu özelliği gösteren polimerleri tekrar tekrar ısıtılarak kalıplarda şekillendirmek mümkün **değildir**.

Düşük yoğunluklu çapraz bağlı polimerlerden bazıları ısıtıldığında kısmen yumuşayabilmektedirler. Ama sıvı faza geçemezler. Bu tür polimerler çözücü içinde şişme de gösterebilirler

Yükske yoğunluklu çapraz bağ içeren polimerler ısıtıldığında yumuşamazlar ve sıvı faza da geçemezler.



4-Mekanik Özelliklerine Göre

- Sert
- Lif
- Yumuşak (Plastik)
- Elastomer



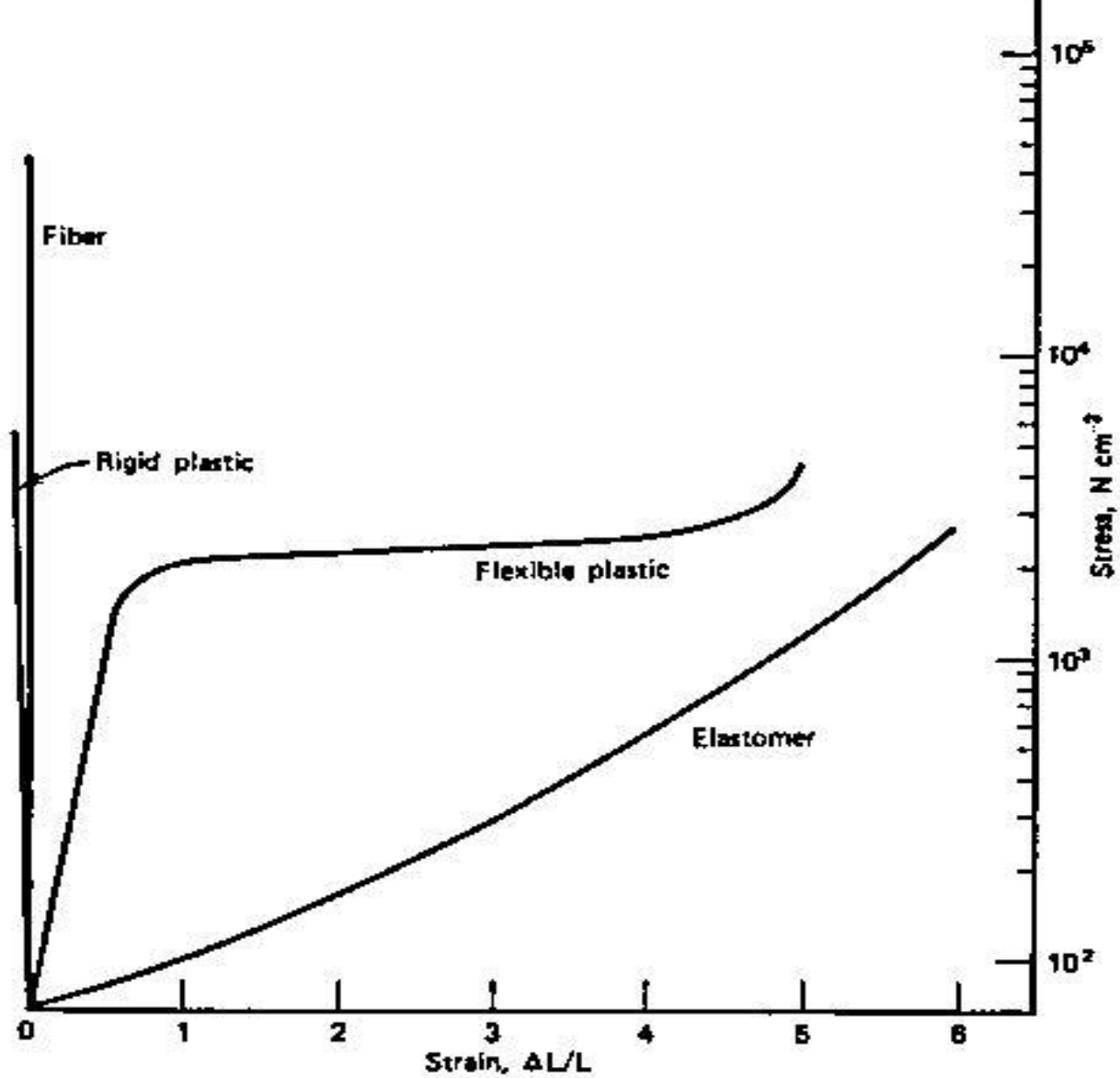
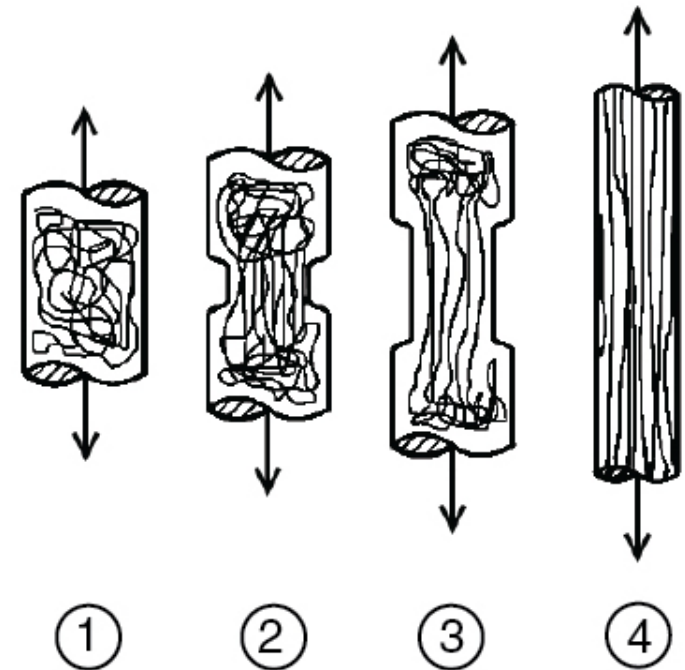
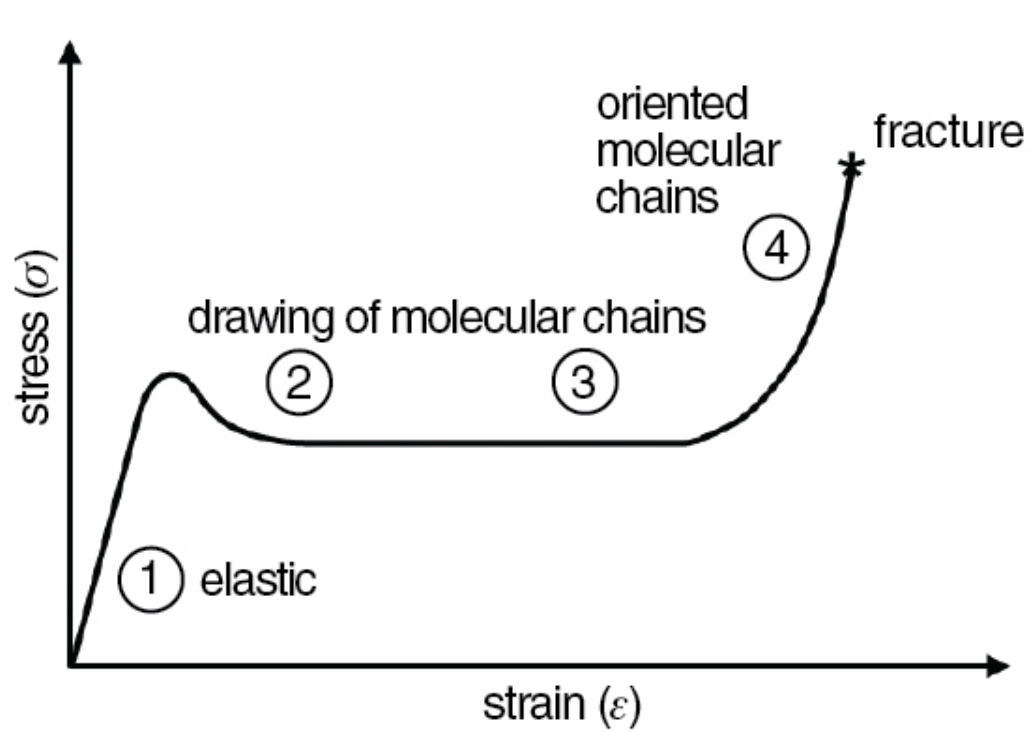
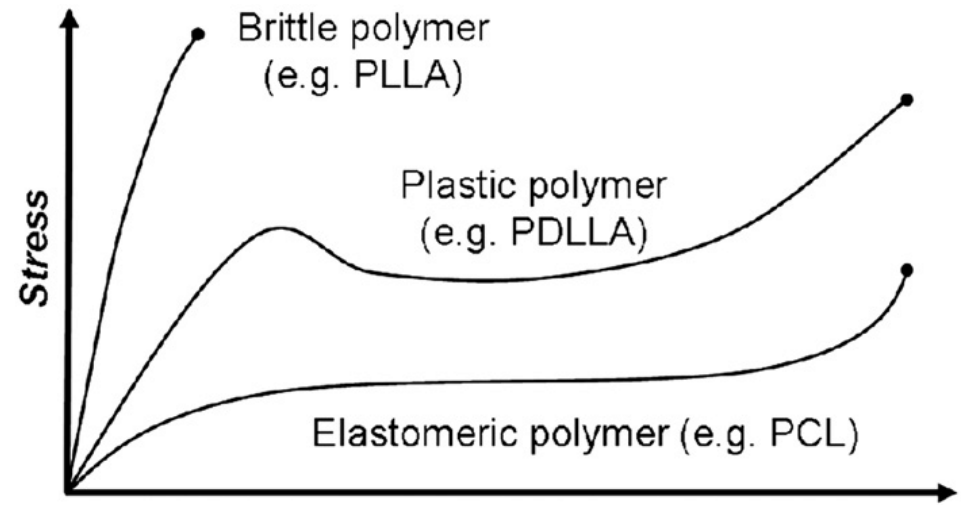
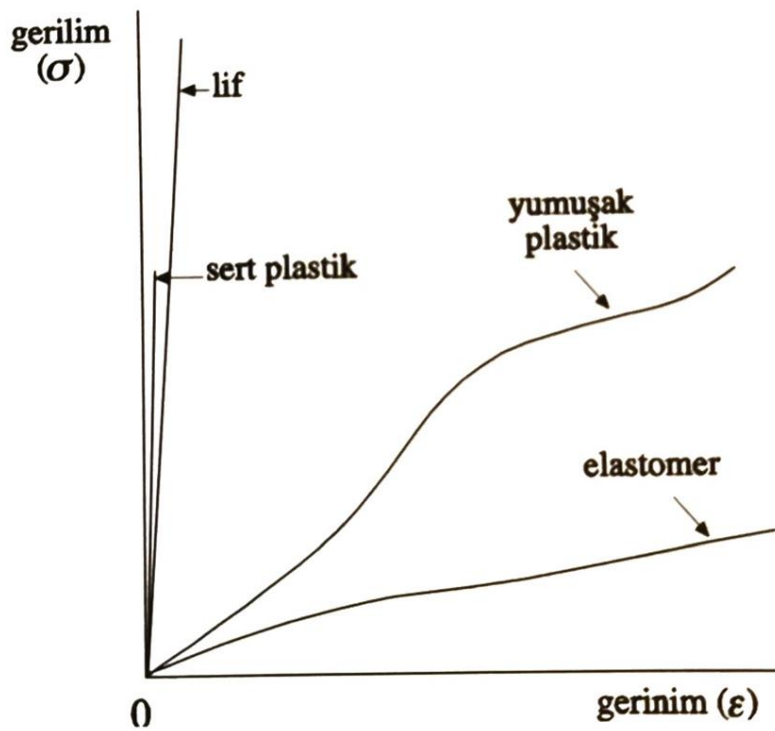
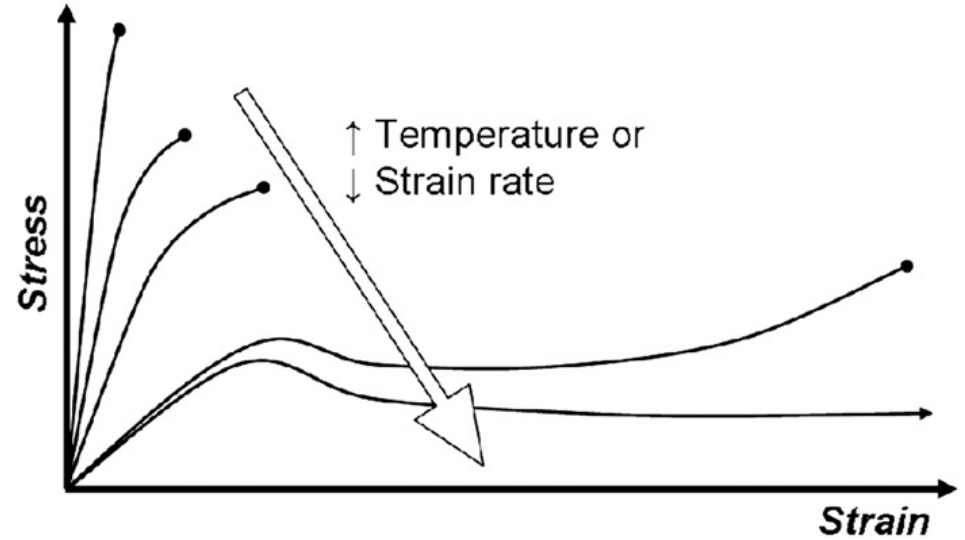


Fig. 1-10 Stress strain plots for a typical elastomer, flexible plastic, rigid plastic, and fiber.





a.



b.