

# MAKROMOLEKÜLLER

Prof.Dr.Tansel ÇOMOĞLU

Ankara Üniv.Eczacılık Fakültesi,  
Farmasötik Teknoloji Ab.Dalı

# Makromolekül Nedir?



- **Makromolekül**, küçük yapıtaşlarının yani monomerlerin polimerleşmesiyle (kovalan bağ ile bağlanmasıyla) oluşmuş çok büyük moleküler yapılardır. Örneğin amino asitlerin polimerleşmesiyle *proteinler* ; şeker, fosfat asidi ve azot içeren heterosiklik baz (purin/pirimidin) polimerleşmesiyle *nükleik asitler* oluşur.
- Makromolekül terimi biyokimyada üç büyük yapı olan *nükleik asit*, *protein*, *karbonhidrat* için kullanılır. Lipitler makromolekül sınıfına girmez , biyomolekül olarak tanımlanır.
- Makromolekül tanımı sentetik polimerler (örn. plastik) ve polimer olmayan büyük kütleli moleküller için de kullanılır. Çok geniş kullanım alanına sahip olan polimerler **organik** ya da **sentetik** olabilirler. Kozmetik ürünlerde; şampuan ve diğer saç bakım ürünleri gibi, kontakt lensler, doğada (yengeç kabuğu, kehribar), gıda endüstrisinde (nişasta, jelatin, gluten), plastik malzemelerde (şişeler, oyuncaklar, vinil kaplamalar, ambalajlar) kumaş, top, ayakkabı yapımında yer almaktadır.

# Makromoleküllerin Özellikleri

- Makromoleküllerin küçük moleküllerde olmayan özelliklerinden biri su ve benzeri çözücülerde göreceli **düşük çözünürlükleridir**. Suda çözünürlüklerini ortamda bulunan tuz ve iyonlar artırabilir. Makromoleküller, içinde yüksek konsantrasyonda buldukları çözeltide çözünen diğer makromoleküllerin denge sabitini ve reaksiyon hızını değiştirebilir; buna **makromoleküler kalabalıklaşma etkisi** adı verilir.
- Makromoleküller içinde buldukları çözeltilerin viskozitesini artırabilir çünkü çözücünün hareketini etkilerler.

# Polimerlerin Fiziksel Özellikleri ve Türleri

- İkincil bağ kuvvetleri moleküllerin katı veya sıvı fazlar şeklinde bir arada tutulmasını sağlar. Uçuculuk, viskozite, yüzey gerilimi, sürtünme özellikleri, karıştırma ve çözünme gibi çoğu fiziksel özellikler moleküller arası kuvvetlere bağlıdır. Kuvvetli polar grupları olan bir molekülün komşuları üzerindeki çekim kuvveti yüksektir.
- Bu durum kaynama ve erime noktalarının da yükselmesine neden olur. Moleküller arası kuvvetler küçük, bağ enerjileri düşükse ve moleküllerde esnek zincirler bulunuyor ise, polimer elastomer özelliği gösterir. Elastomerler, oda sıcaklığında kuvvet uygulandığında uzama gösteren ve yine oda sıcaklığında uygulanan kuvvet kalktığında eski haline dönebilen malzemeler olarak tarif edilebilirler (Paket lastiği gibi).
- Moleküller arası kuvvetler büyük ve bağ enerjileri yüksek ise ve kalabalık yan gruplar da varsa, sert zincirler bulunduğu halde tipik plastik özelliği görülmektedir. Bağ enerjisinin çok yüksek olması, gerilmeye karşı direnç göstermesine, çok kuvvetli olmasına ve özellikle fiberlerin iyi mekanik özellikler göstermesine olanak sağlar.

# Polimer Çeşitleri



- **1) Termoplastikler;** Bu tip polimerler genel olarak kristal veya amorf halde bulunurlar. Genel manada esnek olmalarına rağmen dayanıklılık güçleri düşüktür. Bundan dolayı daha çok plastik gibi ürünlerin üretiminde kullanılırlar.
- **2) Termosetler;** Genellikle termoplastiklere göre daha dayanıklıdırlar . Çoğunlukla araç üretiminde kullanılırlar. Arabaların tamponlarında ve çamurluk olarak adlandırılan parçalarında genellikle termoset tipi polimerler kullanılır. Sağlam ve dayanıklı olmalarına rağmen aşırı ısıyla karşılaştıklarında darbe ile parçalanabilirler. Termosetler ile üretilen ürünler dikkatli kullanıldığı takdirde uzun yıllar sağlamlığını koruyabilir.

# Polimer Çeşitleri

- **3) Elastomerler;** Bu polimer türü ise esnek ve sağlamlığı ile daha ön plandadır. Elastomerler ile üretilen ürünlerin esneme payı çok yüksektir. Herhangi bir darbede kolaylıkla şekil değiştirebilirler fakat içerisinde bulunan polimer maddeleri sebebiyle çok kolay ilk üretim haline geri dönebilirler.

# Plastik Malzemelerin Özellikleri

- **Hafiflik:** Özgül ağırlıkları 0,8 – 2,2 g/cm<sup>3</sup> aralığındadır.
- **Mekanik Özellikler:** Mekanik özellikleri metallere düşük olmakla beraber, yeni yöntemlerle iyileştirilebilir. Yüksek esneklik, tokluk ve darbe mukavemetine sahiptir. Alüminyum ile yarışır mekanik özelliklere sahiptir.
- **Kolay İşlenebilme:** Çalışma sıcaklıkları 150-350C arasındadır. Enerji gereksinimi düşüktür.
- **Katkı Maddeleriyle Özellik Kontrolü:** Cam, karbon-fiber katılarak mekanik özelliklerin kontrolü; masterbatch katılarak renk kontrolü; yumuşatıcılar katılarak sertlik kontrolü; alev geciktiriciler katılarak yanıcılık kontrolü sağlanabilir.

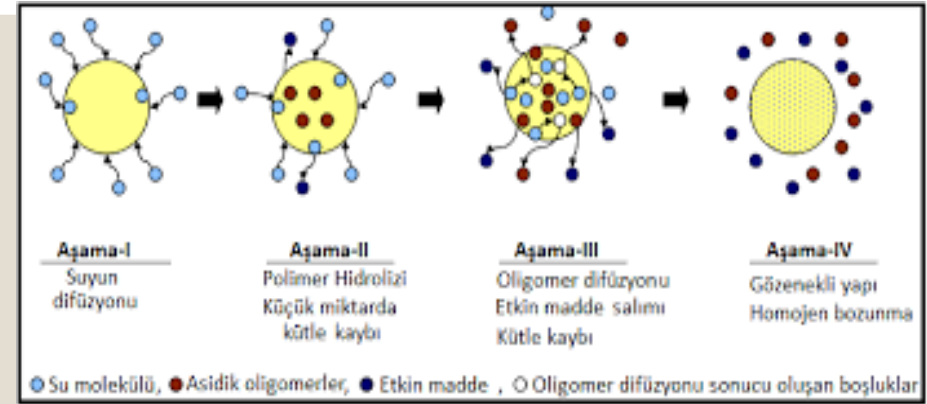
# Polimer Çeşitleri

- **4) Biyopolimerler;** Biyopolimerler, doğadaki çeşitli organizmalar tarafından sentezlenen, canlıların hareketlilik, yaşlanma, duyu gibi özelliklerinden, hayatsal faaliyetlerinden sorumlu olan doğal polimerlerdir. Ayrıca bu polimerler genellikle enzim katalizörlüğünde ve aktive edilmiş monomerlerin zincir büyüme polimerizasyonu ile sentezlenmektedir.
- Biyopolimerlerin özellikleri üretildikleri hammaddelerin cinsine bağlı olduğu kadar, üretildikleri ortamların fizyolojik koşullarında yapılacak olan kimyasal modifikasyonlardan da etkilenmektedir. Bu etkileşimler, biyopolimerlerin bazı belirgin özellikleri (nem, su dirençliliği, saydamlık, yüksek ısıya karşı dirençlilik gibi) yönünden oldukça belirleyici olabilmektedir.



# Biyopolimerlerin Kullanım Alanları

- Destek doku, sargı bezleri
- Yapay organ ve doku
- Ameliyat ipliği ve eldiven yapımı
- Paket filmleri
- Mutfak kapları
- Bitki sulama boruları
- Karton kutuların iç yüzey kaplamaları
- Şampuan ve meşrubat şişelerinin yapımı
- **İlaç taşıyıcı sistemlerde**
- **doku mühendisliği ürünleri**



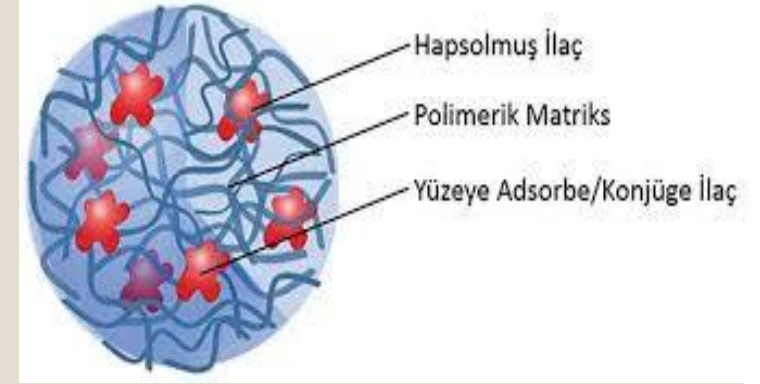
# Biyopolimerlerin Sınıflandırılması

## 1)Doğal Biyopolimerler

- o -Proteinler
- o -Polisakkaritler
- o -Mikrobiyal poliesterler
- o -Polinükleotitler

## 2)Sentetik Biyopolimerler

- o -Poliesteramidler
- o -Poliortoesterler
- o -Polianhidritler
- o -Polialkilsiyonoakrilatlar
- o -Poliiminokarbonatlar



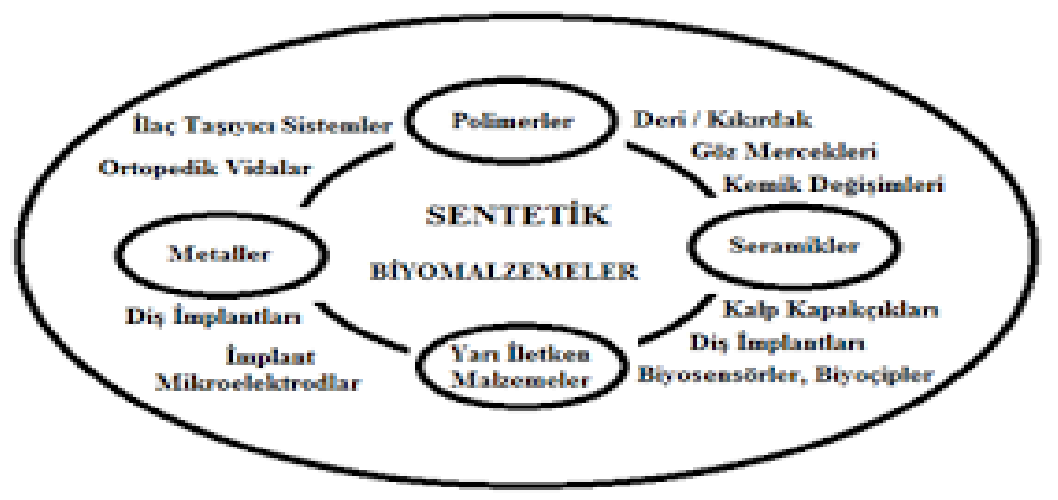
# Biyobozunur Polimerler

- **Biyobozunur polimerler**, mikrobiyal olarak zincir kopmalarına maruz kalan ve bunun sonucunda mineralize olan, foto bozunmaya uğrayan, okside ya da hidrolize olabilen polimerlerdir. Bir diğer tanıma göre; mikroorganizmaların enzimatik faaliyeti sonucu belirli bir süre içinde CO<sub>2</sub>, metan, inorganik bileşikler ya da biyokütleye (nişasta, pektin, kitozan gibi) dönüşerek bozunabilen bileşiklerdir.

# Biyouyumlu Polimerler

- **Biyouyumlu polimerler** ise isminden anlaşılacağı üzere içerisinde buldukları canlı yapı ile biyolojik ve kimyasal açıdan uyumlu olan ve canlı yapının bağışıklık sistemi tarafından zararlı olarak algılanmayan ve kendisine karşı tepki geliştirilmediği veya kabul edilebilir düzeyde tepki geliştirilen polimerlerdir.

Uygulama	Özellikleri ve tasarım gereklilikleri	Kullanılan polimer
Diş	•Stabilite ve korozyon direnci, plastisite •Dayanıklı ve kaplanabilir •Yüksek adezyon / doku uyumluluğu •düşük alerjenite	Dolgular / protezler için PMMA bazlı reçineler polimerler poli(Di akrilatlar)
Göz	•Yel veya film oluşturma yeteneği, hidrofiliklik •Oksijen geçirgenliği	Fotokurulan dijitaler PHEMA ve kopolimerleri
Ortopedi	•Mekanik karılama ve deformasyona karşı mukavemet sağlama özelliği •Kemikler ve kas ile iyi uyum	PE, PMMA PL, PG, PLG
Kalp Damar	•Deformasyon dayanımı, kılgenik, sterilizasyon	Silikon, Teflon, polietilen, PEO
İlaç salınımı	•Uygun ilaç salınma profili •İlaç biyoyumurluğu, biyobozanlık	PLG, EVA, Silikon, HEMA, PCPP-SA
Döküşler	•İyi gerilme mukavemeti, tuzma gücü •Esnatlık, zülçürme, düşük doku sürtünme	PLG, PTMC-G PE, Nylon, PE-TE



# Biyopolimerlerin Avantaj ve Dezavantajları

- Günümüzde kullanılan sentetik polimerlerin pek çoğu petrokimya ürünüdür ve biyobozunur değildir. Bu nedenle sosyoekonomik hayat düşünüldüğünde konvansiyonel plastikler yerine bozunabilir plastiklerin üretilmesi önemli bir süreçtir.
- Kısa süreli kullanımı amaçlanan uygulamalar için uzun süre dayanan polimerlerin yeterli olmadığı gün geçtikçe daha çok kabul görmeye başlamıştır. Ekolojik sistemlerin korunması ile ilgili endişeler de göz önünde bulundurulduğunda bu süreç daha da hızlanacaktır.
- Biyoplastikler elde edilirken hammadde olarak biyolojik kökenli bir materyal kullanılır. Bu materyal nişasta, mısır gibi bitkisel kökenli olabilirken bu bitkiyi kullanarak biyotransformasyon gerçekleştiren bakteri, maya gibi bir mikroorganizma da olabilir.

# Biyopolimerlerin Avantaj ve Dezavantajları

- Kütle enerji döngüleri kapalıdır. Doğada bozduklarında temel bileşenlerine ayrılır ve tekrar karbon döngüsüne karışırlar. Kullanım süreleri dolduğunda ısı elde etmek için kullanılırlarsa enerji üretirler ki bunun da iklime nötral etkisi vardır.
- Özellikle son yıllardaki artışı göz önünde bulundurulursa fosil kökenli hammadde rezervlerini koruması ve petrole olan bağımlılığı azaltması oldukça önemli bir özelliktir.
- Biyoplastiklerin kompostlanmasıyla çiftlik, tarım arazisi vb.yerlerde kullanılabilen karbon açısından zengin kompost elde edilir. Kimyasal gübre tüketimini azaltmaları açısından da bu proses önem teşkil etmektedir.

# Biyopolimerlerin Avantaj ve Dezavantajları

- Biyoplastikler hala oldukça az miktarda üretilmektedirler. Bu da pahalı olmalarının nedenlerinden biridir.
- Büyük ölçekte biyoplastik üretimi başladığı zaman bu durum değişecek ve üretim maliyetleri azalacaktır.



## Biyomalzeme Olarak Kullanılan Doğal Polimerler

Polimer	Bulunduğu yer	Fizyolojik Fonksiyonu
Selüloz	Bitkiler	Mekanik destek
Nişasta	Bitkiler	Enerji rezervuarı
Elastin	Deri	Mekanik destek
Kitin/kitozan	Böcekler	Şekil kazandırır
Glikozaminoglukanlar	Bağ dokusu	Mekanik destek
Keratin	Saç, bağ dokusu	Mekanik destek
Jelatin	Bitkisel/hayvansal	Endüstriyel Ürün