

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

## **KİMYA TEKNOLOJİSİ**

### **POLİMERLERİ ÖZELLİKLERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA**

**Ankara, 2014**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. POLİMERLERİ KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA .....	3
1.1. Polimerlerin Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması .....	3
1.1.1. Organik Polimerler .....	4
1.1.2. İnorganik Polimerler .....	4
1.2. Polimerlerin Bileşiklerin Kaynağına Göre Sınıflandırılması .....	5
1.2.1. Doğal Polimerler .....	5
1.2.2. Sentetik Polimerler .....	8
1.3. Polimerlerin Zincir Şekline Göre Sınıflandırılması .....	11
1.3.1. Düz Zincirli Polimerler .....	11
1.3.2. Dallanmış Polimerler .....	12
1.3.3. Çapraz Bağlı Polimerler .....	12
UYGULAMA FAALİYETİ .....	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	16
2. POLİMERLERİ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA .....	16
2.1. Akışkan Polimerler .....	16
2.2. Yüksek Elastik Polimerler .....	16
2.3. Katı Polimerler .....	17
2.4. Polimerlerin Monomer Çeşitlerine Göre Sınıflandırılması .....	17
2.4.1. Homopolimer .....	17
2.4.2. Kopolimer .....	17
UYGULAMA FAALİYETİ .....	24
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	25
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	26
CEVAP ANAHTARLARI .....	27
KAYNAKÇA .....	28

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Kimya Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Lastik Üretimi</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Polimerleri Özelliklerine Göre Sınıflandırma</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Polimerleri özelliklerine göre sınıflandırabilme ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖNKOŞUL</b>	Polimer Kavramları ve Özellikleri modülünü başarmış
<b>YETERLİK</b>	
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında teknolojiye uygun olarak polimerleri özelliklerine göre sınıflandırabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Polimerleri kimyasal özelliklerine göre sınıflandırabileceksiniz. <b>2.</b> Polimerleri mekanik özelliklerine göre sınıflandırabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Temel kimyasal işlemlerini yapmak için gerekli donanım ve tüm donanımın bulunduğu laboratuvar, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb. <b>Donanım:</b> İlk yardım malzemeleri, sabun, personel dolabı, laboratuvar önlüğü, koruyucu malzemeler, lavabo, kâğıt havlu, personel odası, çeşitli polimerler
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

İnsanoğlunun soyunun devamını sağlayan molekül ile market poşetlerinin ortak bir özelliği olduğunu çoğu zaman düşünmeyiz. Bu ortaklığın adı polimer malzemeler olmalarıdır. İnsan genetik aktarımından sorumlu DNA molekülünden poşete varıncaya kadar pek çok çeşitte bulunan polimerlerin incelenmesinin kolaylaştırılması için sınıflandırma ihtiyacı gerekmiştir.

Polimerler, kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre ayrı ayrı sınıflandırılmıştır. Bu ayrılma pek çok özellik bakımından polimerin incelenmesini kolaylaştırmıştır.

Bu modülü başarı ile tamamladığımızda polimerleri özelliklerine göre sınıflandırma yöntem ve teknikleri ilgili temel bilgi ve beceriyi kazanmış olacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak polimerleri kimyasal özelliklerine göre sınıflandırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Biyopolimerler nelerdir? Araştırınız.
- Sentetik ve yarı doğal polimerler arasındaki farkları araştırınız?

## 1. POLİMERLERİ KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA

Polimerlerin incelenbilmesini kolaylaştırmak için polimerleri sınıflandırma ihtiyacı doğmuştur. Polimerler bu amaçla kimyasal veya fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılmıştır.

Polimerler, kimyasal özelliklerine göre genel olarak şu şekilde sınıflandırılmıştır:



Tablo 1.1: Kimyasal özelliklerine göre polimerler

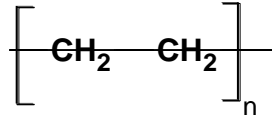
### 1.1. Polimerlerin Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması

Polimerin ana zincirini oluşturan atomların türü açısından polimerler organik ve inorganik olarak sınıflandırılır.

### 1.1.1. Organik Polimerler

Yapılarında karbonun genel hidrojen atomu bulunmaktadır. Günlük hayatta kullanılan polimerlerin çoğunun temel bileşeni karbon atomudur. Sentetik ve doğal polimerlerin çok büyük bir kısmı organik polimerlerden oluşmuştur.

Polietilen, poliesterler, poliamidler, polipropilen, doğal kauçuk, proteinler, selüloz vb. polimerleri organik polimerlere örnek olarak verebiliriz.



Şekil 1.1: Polietilen



Resim 1.1: Polietilen ürün

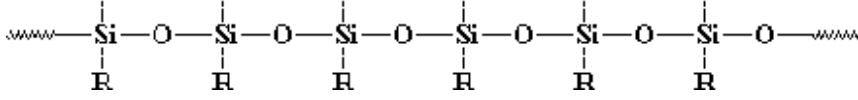
### 1.1.2. İnorganik Polimerler

Polimerlerin birçoğunun temel bileşeni karbon atomudur. Ancak bazı polimerlerde anazincirde karbon atomu yerine silisyum, fosfor, sülfür gibi başka atomlar bulunabilir.

Anazincirde karbon atomu bulunmayan (Yan grup olabilir.) polimerlere inorganik polimerler denir.

İnorganik polimerlerin yapılarında organik kısım da içerebilir. Barofan ve silikon bu polimer tipine örnektir.

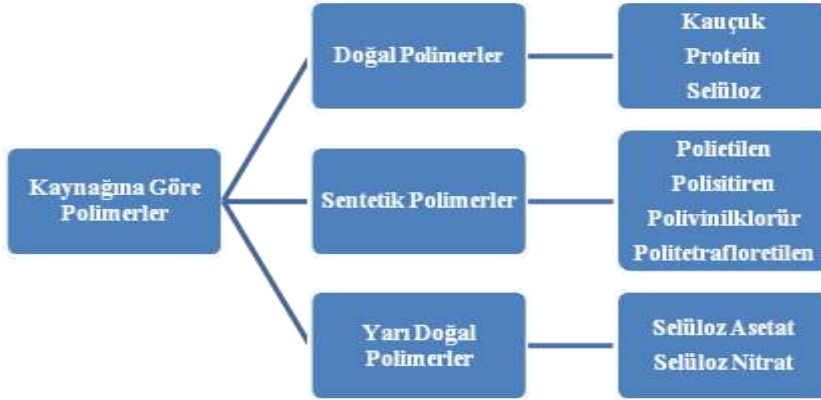




Resim 1.2: Silikon polimerinin zincir yapısı

## 1.2. Polimerlerin Bileşiklerin Kaynağına Göre Sınıflandırılması

Bileşiklerin kaynağına göre polimerler sentetik, doğal ve yarı doğal olmak üzere sınıflandırılır.



Tablo 1.2: Kaynağına göre polimerler

### 1.2.1. Doğal Polimerler

Doğal polimerler, doğada kendiliğinden oluşan polimerlerdir ve insanlar her dönem bu polimerleri değişik alanlarda kullanmışlardır. Çok farklı doğal polimer vardır. Bitki ve ağaçların temel yapısını oluşturan selüloz doğada en bol bulunan polimerdir, pamuğun temel bileşeni de selülozdur.

Selüloz gibi genelde doğal polimerlerin önemli bir kısmı canlıların yapısında yer alır. Yün, saç, tırnak protein yapısındaki doğal polimerlere örneklerdir. Canlılarda ayrıca polimerik yapıda olan karbonhidratlar, deoksiribonukleik asitler ve ribonukleik asitler bulunur.

Canlıların hareketlilik, yaşlanma, duyu gibi özelliklerinden sorumlu olan bu polimerlere “biyopolimerler” denir.



**Resim 1.3:Biopolimer malzeme olan örümcek ipeği**

- **Kauçuk:** Eski uygarlıklardan beri çok kullanılan önemli doğal polimerlerden birisi olan ve kauçuk ağacından elde edilen doğal kauçuk Heveabrasilliensis ağacının bir ürünüdür. Kauçuk ağacı olarak bilinen bu ağacın kabukları bıçakla çizildiğinde lateks denilen bir sıvı akar. Lateks sıvısı kauçuğun sudaki emülsiyonudur. Elde edilen bu emülsiyona asit katılırsa doğal kauçuk çöker. Elde edilen bu çökeltinin kapalı formülü  $C_5H_8$  olan bir hidrokarbon kompleksidir. Bu bileşiğin adı “izopren”dir. IUPAC’ a göre adı ise “2- metil-1,3-bütadien”dir.



**Resim 1.4:Hevea ağacından akan lateks sıvısı**

İzoprenin polimerleşmesiyle poliizopren oluşur. Bu da doğal kauçuktur. Polimerleşme trans ya da cis şeklinde olabilir.

Doğal kauçuk esnekliği az olan yapışkan ve bu hâliyle çok kullanışlı olmayan bir maddedir. Doğal kauçuk, kükürtle ısıtılvulkanize edilerek daha kullanışlı hâle gelir.

Doğal kauçuğa katılan kükürt oranına göre farklı malzemeler yapılır. % 30-50 oranında kükürtlevulkanizasyon yapılarak sert lastik elde edilir. Sert lastik, oto lastiklerinin yapımında kullanılır.



**Resim 1.5: Kükürt ile vulkanize edilmiş doğal kauçuk**

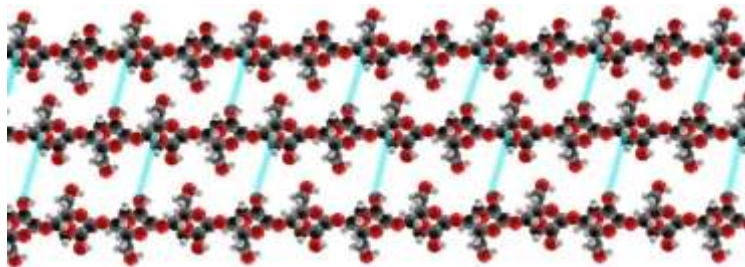
- **Proteinler:** Doğal polimerler olmaksızın doğadaki hayatın devamı düşünülemez çünkü hayatın kendisini oluşturan temel elemanlar bu moleküllerdir.

Yün, saç, tırnak protein yapısındaki doğal polimerlere örnek olarak verilebilir. Canlılarda ayrıca polimerik yapıda olan karbonhidratlar, deoksiribonükleik asit (DNA), ribonükleik asit (RNA) bulunur. Canlıların hayatsal faaliyetlerinden sorumlu olan polimerlere biyopolimerler denir.



**Resim 1.6: DNA polimeri**

- **Selüloz:** Bitki ve ağaçların temel yapısını oluşturan selüloz doğada en bol bulunan polimerlerdir. Pamuğun temel bileşeni de selülozdur.



**Resim 1.7: Selüloz polimeri**

## 1.2.2. Sentetik Polimerler

Her gün gelişen yeni polimer sentez yöntemleri sayesinde elde edilmiş binlerce polimere yenileri ilave edilmektedir. Bazı uygulamalarla doğal polimerlerin kimyasal yapıları değiştirilerek yeni özelliklere sahip polimerler hazırlanır.

Ayrıca günümüzde kullanılan en önemli polimer kaynakları arasında da mutlaka petrolü saymalıyız. Dünyada işlenen petrolün %2'i kadarı polimer sanayinde kullanılmaktadır. Birçok sentetik polimerin yapımında kaynak olarak petrol kullanılmaktadır.

Bu polimerler, monomerlerden başlayarak endüstride sentezlenir. Küçük moleküllerden yola çıkılarak hazırlanan ilk sentetik polimer fenol ve formaldehitten sentezlenen bakalitdir. Bakalit ticari bir ürün hâline getirilerek vana parçaları, bıçak, alet sapları, düğme gibi kalıplanarak hazırlanan parçaların yapımında kullanılmıştır.



**Resim 1.8: Bakalit kulp**

- **Polietilen:** Etilen gazının polimerizasyonu ile sentezlenen polietilen en fazla tüketilen ticari polimerdir. Etilen 1000-3000 atm. basınç altında 250 °C ısıtıldığında yapısındaki pi bağları açılarak reaksiyon oluşur.

Yoğunluğu fazla olan polietilen boru yapımında, araba yakıt depolarının yapımında kullanılır.

Düşük yoğunluklu polietilen yumuşak ve esnektir. Yiyecek paketleri, selofan bant, plastik oyuncak yapımında kullanılır.



**Resim 1.9: Polietilen**

- **Polistiren:** Kırılgan, sert, şeffaf, pahalı olmayan kokusuz, işlenmesi kolay, ucuz bir polimerdir. Stirenin polimerizasyonu ile elde edilir. Plastik oyuncak yapımında, elektrikli ev aletlerinde, mobilya kaplamacılığında, plastik bardak ve tabaklarda, televizyon, buzdolabı gibi elektrikli aletlerin taşınmasında kullanılan köpüklerin yapımında kullanılır.



**Resim 1.10: Polistiren saklama kabı**

- **Polivinil klorür:** Etilendeki bir hidrojen atomunun Cl atomu ile yer değiştirilmesiyle vinil klorür oluşur. Vinil klorürün polimerleşmesiyle polivinil klorür oluşur. Polivinil klorür kısaca PVC'dir.

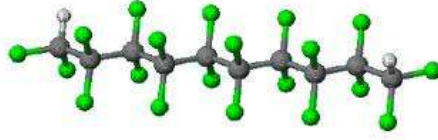


**Resim 1.11: PVC**

PVC, kimyasal direnci iyi olan bir polimerdir. Asit bazlardan, yağlardan ve tuz çözeltilerinden etkilenmez.

PVC her türlü su borularında, hortumlarda, elektrik kablolarında kullanılır. Ayrıca plastik perde, conta, yapışkan film, top, büro gereçleri, priz yapımında kullanılır.

- **Politetrafloroetilen (Teflon):** Etilendeki hidrojen atomlarının tamamının flor atomlarıyla yer değiştirilmesi sonucu tetrafloroetilen oluşur. Tetrafloroetilen polimerleşerek politetrafloroetileni meydana getirir, diğer ismi teflondur. Teflonun yapışmama özelliği vardır. Bu özelliğinden yararlanarak tava ve tencereler yapılır. Mekanik dayanımının zayıf olması dezavantajdır. Değerli bir polimerdir.



Teflon,  $-(CF_2CF_2)-$

Resim 1.12: Teflonun zincir yapısı

ÜRÜN	POLİMER
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ CD, CD kabı, yalıtkan malzeme,elektrikaletleri,</li> <li>➤ fotoğraffilmi, emniyetbaretleri</li> </ul>	➤ Polikarbonat
➤ Çoraplar	➤ Pamuk
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tekstilvekâğıtendüstrisi,manyetikbant,</li> <li>➤ kalınlaştırıcı</li> </ul>	➤ Selüloz
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kap ve kutular,oyun vemuftakeşyaları, kaplamalar,</li> <li>➤ boruve kablolarda yalıtkan tabakalar,paketleme ve ambalajfilmi</li> </ul>	➤ Polietilen
➤ Şişe, lastik, lif, dikişipliği, dişlivana, misina	➤ Poliamit
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elektrikdevreleri, yerdöşemesi, yapıştırıcılar, yüzey</li> <li>➤ kaplamaları</li> </ul>	➤ Epoksi
➤ Gözlensleri	➤ Poliakrilamitler
➤ Hortumlar	➤ Polibütadien
➤ Mutfaktezgâhları	➤ Melamin-formaldehit
➤ Otomobillastiği	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yere değen kısımlarstiren-</li> <li>➤ bütadiaen-stiren kopolimeri, yanları poliizopren,iç kısımları</li> <li>➤ poliizobüten</li> </ul>
➤ Saç spreyleri ve jölesi.	➤ Poli(N-vinilprolidon)
➤ Roketyakıtıbileşeni, izolasyon, köpük ve elastomer	➤ Poliüretan
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yapımalzemeleri, levha ve plaka, lif, dekoratif</li> <li>➤ malzeme, kayakmalzemesi</li> </ul>	➤ Poliesterler
➤ Su saati parçaları, vanavepompa dişlileri	➤ Polieter
➤ Kauçuk, su iticimalzeme	➤ Silikon
➤ Boru ve tüp, inşaat malzemesi, su tesisatmalzemesi	➤ Polivinilklorür
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İzolasyonmalzemesi, ince kenarlı kaplar, soğutma</li> <li>➤ kuleleri, kauçuk, otomobil parçaları ve paneller</li> </ul>	➤ Polistiren

Tablo 1.3: Önemli polimerler ve kullanıldıkları yerler

### 1.2.2.1. Yarı Doğal Polimerler

Bazı durumlarda, uygun işlemlerle doğal polimerlerin kimyasal yapıları değiştirilir ve başka özelliklere sahip polimerler hazırlanır. Örneğin, çözünmez karakterdeki selülozun hidroksil gruplarının tamamına yakınının asetillenmesiyle çözünebilir selüloz triasetat elde edilir. Benzer şekilde selülozun nitrolanması, çözünebilir selüloz nitrat (selüloit) oluşur. Doğal polimerlerden çıkılarak yapılarının değiştirilmesiyle elde edilen bu tür polimerlere yarı doğal polimerler adı verilir.



Resim 1.13: Selüloit malzemeden üretilmiş bilardo topları

Polimerler; doğal, yarıdoğalya dasentetikolmasınabakılmaksızınsonürnhâline gelirkeniçlerineçoğukezboya, dolgumaddeleri, antioksidanvb. gibikatkı maddeleri karıştırılır.

## 1.3. Polimerlerin Zincir Şekline Göre Sınıflandırılması

Çok sayıda monomer molekülü yan yana gelerek polimer molekülünü oluşturur. Monomer moleküllerini bir zincirin halkalarına benzetebiliriz. Bu halkalar bir araya gelerek bir zincir oluşturur. Bu nedenle polimer molekülü yerine polimer zinciri kavramı kullanılır.

Polimer molekülleri için çok büyük olmalarından dolayı makromolekül adlandırılması da yapılmaktadır.

Polimer zincirinin şekline göre polimerleri; düz zincirli, dallanmış ve çapraz bağlanmış olarak sınıflandırabiliriz.

### 1.3.1. Düz Zincirli Polimerler

Polimerler; düz bir zincir üzerinde sıralanmıştır. Ana zincirleri kovalent bağlarla başka zincirlere bağlı değildir. Doğrusal olan bu polimerler uygun çözücülerde çözünür ve eritilerek tekrar tekrar şekillendirilebilir.



**Resim 1.14: Düz polimer zinciri**

Polivinil klorür düz zincirli polimerdir. Pencere profili, lambri, boru, ambalaj filmleri, suni deri vb. üretiminde kullanılır.

### 1.3.2. Dallanmış Polimerler

Bazı polimerlerin ana zincirlerine kendi kimyasal yapısına benzer dal görüntüsünde başka zincirler kovalent bağlarla bağlanmıştır. Bu polimerlere, dallanmış zincirli polimerler denir.



**Resim 1.15: Dallanmış polimer zinciri**

Bu polimerlerin dallanmış zincirleri polimerizasyon sırasında yan tepkime yada ikincil tepkimelerin oluşması sonucu meydana gelir. Yan dalların boyları aynı uzunlukta olmayabilir veya bu yan dalların üzerinde başka gruplarda olabilir (Yan gruplar yan dal değildir.).

Dallanmış ve düz zincirli polimerlerin özellikleri genellikle birbirine yakındır. Viskozitesi farklı olmak koşulu ile aynı çözücülerde çözünebilir. Dallanmış polimerlerin yan dallarından dolayı kristallenme eğilimi azdır.

### 1.3.3. Çapraz Bağlı Polimerler

Çapraz bağlı polimerlerin bağlarında birden fazla ana zincir vardır ve bu zincirler birbirleriyle bağlı olduğundan ağ yapıda bir özellik gösterir. Değişik uzunluktaki zincir parçalarının birbirine kovalent bağlar ile bağlı olduğu için sistem tek bir molekül gibi düşünülebilir.



**Resim 1.16: Çapraz polimer zinciri**



---

Bu polimer türü çözünmez ancak uygun çözücülerde belli miktarda şişer. Şişme yoğunluğu çapraz bağ yoğunluğu ile değişir. Çapraz bağ miktarı arttıkça polimerin çözücüdeki şişme miktarı azalır. Çok çapraz bağa sahip polimerler çözücülerden etkilenmez.

Çapraz bağlanmayla polimer zincirleri hareketliliklerini kaybeder. Bu nedenle erimeyecekleri ya da akmayacakları için kalıpla da şekillendirilemez.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Polimerleri kimyasal özelliklerine göre sınıflandırınız.

**Kullanılan araç ve gereçler:** Çeşitli polimerler, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Polimerleri kimyasal yapılarına göre sınıflandırınız.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş güvenliği önlemlerinizi alınız.
➤ Polimerleri bileşiklerine ve yapılarına göre sınıflandırınız.	➤ Kullandığınız malzemeleri sınıflarına ayırmayı dikkatli yapınız.
➤ Polimerleri zincire göre sınıflandırınız.	➤ Yapacağınız sınıflandırmayı zincire göre yapmayı unutmayınız.
➤ Raporunuzu teslim ediniz.	➤ Deney sırasında aldığınız notlardan faydalanınız. ➤ Raporu işlem sırasına göre yazınız. ➤ Raporlarınızı kuralına uygun ve okunaklı olarak yazmaya özen gösteriniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Polimerleri kimyasal yapılarına göre sınıflandırdınız mı?		
2. Polimerleri bileşiklerine ve yapılarına göre sınıflandırdınız mı?		
3. Polimerleri zincire göre sınıflandırdınız mı?		
4. Raporunuzu yazdınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Polimerin ana zincirini oluşturan atomların türü açısından polimerler,.....ve inorganik olarak sınıflandırılır.
2. Ana zincirinde karbon atomu bulunmayan (Yan grup olabilir.) polimerlere.....polimerler denir.
3. Canlıların hareketlilik, yaşlanma, duyu gibi özelliklerinden sorumlu olan polimerlere .....denir.
4. Ana zincirleri kovalent bağlarla başka zincirlere bağlı olmayan polimerlere .....zincirli polimerler denir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız

5. (...) Çapraz bağlı polimerler kalıp ile şekillendirilir.
6. (...) Doğal polimerlerin kimyasal yapısının değiştirilmesi oluşturulan yeni polimerlere sentetik polimerler denir.
7. (...) Polivinil klorür doğada en çok rastlanılan doğal bir polimerdir.
8. (...) Polimer ana zincirinin temel bileşeni karbon atomu değil ise bu polimerlere inorganik polimerler denir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi doğal polimerdir?  
A) Polivinil klorür  
B) Polietilen  
C) Poliizopren  
D) Silikon
10. Aşağıdakilerden hangisi inorganik polimerlerdendir?  
A) Silikon  
B) Polivinil klorür  
C) Polietilen  
D) Poliizopren

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak polimerleri mekanik özelliklerine göre sınıflandırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Plastikleri araştırınız.
- Elastikiyet nedir araştırınız.

## 2. POLİMERLERİ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA

Polimerler mekanik özelliklerine göre akışkan, yüksek elastik ve katı polimerler olarak sınıflandırılır.

### 2.1. Akışkan Polimerler

Çok küçük mekanik kuvvet altında şekil değiştirebilir. Amorf özellik gösterir. Düşük molekül ağırlıklı poliizobütilen, fenol-formaldehit gibi başlangıç polimerlerini örnek olarak verebiliriz.



Resim 2.1: Poliizobütilen ısıcam üretiminde ara katmanda kullanılır.

### 2.2. Yüksek Elastik Polimerler

Çok küçük etkiler altında şekil değiştirebilen, kolay şekil alabilen yapıya sahiptir. Amorf özellik gösterir. Elastomerleri örnek olarak verebiliriz.

Oda sıcaklığında katı olan polistiren, polivinil klorür, polivinil alkol, polivinil asetat gibi polimerler ısıtıldıklarında yüksek elastikliğe sahip olur.



Resim 2.2: Dolgu olarak kullanılan elastik polimerler

### 2.3. Katı Polimerler

Çok küçük bir şekilde değişikliği için bile çok büyük kuvvet gerektiren polimerlerdir. Kuvvet ortadan kalkarsa hemen başlangıç şekline geri döner. Polistiren, poliakrilonitril oda sıcaklığında katı polimerlerdir.



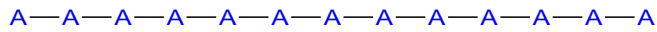
Resim 2.3: Katı polimer

### 2.4. Polimerlerin Monomer Çeşitlerine Göre Sınıflandırılması

Monomer şekline göre homopolimer, kopolimer, terpolimer olarak sınıflandırabiliriz.

#### 2.4.1. Homopolimer

Tek bir cins monomerden çikılarak elde edilen polimerlerdir. Saf hâldeki polietilen, polivinil klorür birer homopolimerdir.



Şekil 2.1: Homopolimer

#### 2.4.2. Kopolimer

Zincirlerinde kimyasal yapısı farklı birden fazla monomer birimi bulunan polimerdir.

Kopolimerlerin özelliğini, yapısını oluşturan monomerlerin oranı belirler. Ayrıca kopolimer üzerindeki monomerin diziliş şekli önemlidir. Kopolimerleri gelişigüzel, ardışık, blok ve aşılı polimerleri olmak üzere dört gruba ayırabiliriz.



Şekil 2.2: Kopolimer

### 2.4.2.1. Gelişigüzel Kopolimer

Bu tip kopolimerlerde zincirde bulunan monomer birimlerinin zincir boyunca sıralanmasında belli bir düzen yoktur. Kopolimerin özelliği monomerlerden farklıdır.



Şekil 2.3: Gelişigüzel kopolimer

### 2.4.2.2. Ardışık Kopolimer

Kopolimer zinciri üzerinde bulunan monomerler düzenli bir şekilde sıralanmıştır. Bu tür kopolimerlerin özellikleri kendisini oluşturan monomerlerin özelliklerinden farklıdır.



Şekil 2.4: Ardışık kopolimer

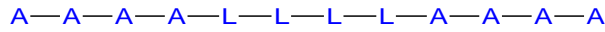
### 2.4.2.3. Blok Kopolimer

Kimyasal yapısı farklı iki monomer zincirinin uçlarından birbirine bağlanmasıyla oluşur. A ve L monomerlerinin oluşturduğu iki bloklu kopolimerde zincirin bir bölümünü A kopolimeri bir bölümünü L kopolimeri oluşturur. Bu, iki bloklu bir kopolimerdir.



Şekil 2.5: İki bloklu kopolimer

Kopolimer zincirini önce A, sonra Ş, daha sonra tekrar A monomer zinciri oluşturuyorsa bu tip kopolimerler üç bloklu kopolimerdir. Benzer işlemlerle blok sayısı artırılabilir. Blok kopolimerlerin çoğunun fiziksel özellikleri diğer kopolimer türlerinin tersine kendisini oluşturan monomerlerin özellikleri arasındadır.

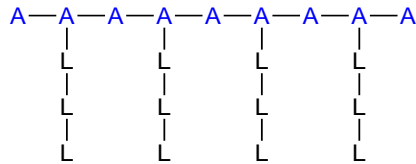


Şekil 2.6: Üç bloklu kopolimer

Blok kopolimerlerin çoğunun fiziksel özellikleri diğer kopolimer türlerinin tersine kendisini oluşturan monomerlerin özellikleri arasındadır.

### 2.4.2.4. Aşı Kopolimer

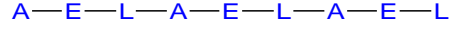
Kimyasal yapıları farklı iki polimer zinciri, zincir sonları dışında bir yerden birbirlerine bağlanmaları sonucu oluşur. Bağlanma noktalarına aşılama noktaları denir. Kopolimerin özellikleri kendisini oluşturan monomerlerin özellikleri arasındadır.



Şekil 2.7: Aşı kopolimer

#### 2.4.2.5. Terpolimer

Kopolimer zincirinde kimyasal yapıları farklı üç monomer bulunursa bunlara terpolimer denir. Akrilonitril, bütadien ve stirenden ABS olarak adlandırılan ticari kopolimer hazırlanır.



Şekil 2.8: Terpolimer



Resim 2.5: SEBS (stiren-etilen-butilen-stiren) terpolimeri

#### 2.4.2.6. Plastikler

Plastikler, termoplastikler ve termosetler olmak üzere ikiye ayrılır.

- Termoplastikler: Uzun zincirler hâlinde bulunan lineer ya da dallanmış zincirlerden oluşan polimer sistemlerine termoplastik denir.
- Termoplastikler ısıtıldığı zaman  $T_g$  üzerinden yumuşar ve şekillendirilebilir, soğutulduğunda ise sertleşebilir. Bu işlem birçok kez tekrarlanabilir. Toz, granül, çözelti şeklinde olabilir. Katı maddelerin ısı ve basınç altında işlenmesi sonucu günlük yaşantımızda kullandığımız birçok ürün üretilir.

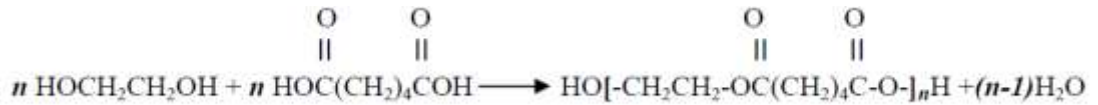
Çeşitli plastikler, oyuncaktan elektrikli aletlere, tıpta kullanılan aletlerden ambalaj malzemelerine kadar çok geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Plastiklerin birçok avantajı vardır. Bunlar; dayanıklı, hafif, emniyetli, şekillendirilebilir ve dönüşümlü olarak ucuza kullanılabilmesidir.

Polietilen, polistiren, polipropilen, poliamid 6,6 termoplastiklere örnek olarak verilebilir.



**Resim 2.6: PP (polipropilen) ile üretilen biberon**

- Termosetler: Isı ve katalizör etkisiyle mor ötesi ışıkla temas ettirildiğinde genellikle çapraz bağlı moleküller oluşturur, sertleşir ve tekrar ısıtıldığında yumuşamaz. Termosetler, kondensasyon polimerizasyonu ile elde edilmektedir.



**Şekil 2.9: Glikol ve adipik asit monomerlerinin kondensasyonu ile polyeşter oluşumu**

Makromoleküllü organik moleküllerdir. Molekülleri arasında kuvvetli bağlar bulunmaktadır. Makromoleküller ise birbirlerine çeşitli noktalardan kovalent bağlarla bağlanarak ağ oluşturmuştur. Bu yapı, sıcaklık ve basınç altında sertleşir ve tekrar çözünmez. Bu nedenle kimyasal yapıyı bozmadan tekrar şekillendirmek mümkün değildir.

Termosetler evde, araçlarda, fabrikalarda ve birçok büro malzemesinde kullanılan vazgeçilmez bir malzemedir.

Termosetler uygun maliyetlidir, soğukta kırılğan değildir, yüzey parlaklığına ve yüksek mekanik özelliklere sahiptir.

Termosetlere üre-formaldehit reçineler, fenolformaldehit reçineler, epoksi reçineler vb. örnekler verilebilir.

- **Üre-formaldehit reçineler:** En yaygın kullanılan reçineler arasındadır. Açık renk ve parlak yüzey vermesi en önemli özellikleridir. Fiş, priz ve anahtar gibi elektrik malzemelerinin yapımında kullanılmaktadır.
- **Fenolformaldehit reçineler:** Plastik maddelerin en çok kullanılanıdır. Üretim metoduna göre bir ya da iki kademe de üretilebilir. Laminantların bir kısmı, radyo ve televizyon kabini, yatak, asit ve bazlara karşı kimyasal uygulamalarda ve elektronik cihazların parçalarının yapımında kullanılır. Yarı geçirgen özellik gösteren köpük akustik malzemesi olarak



da kullanılmaktadır.Fenolik reçineler ağaç ve mobilya sektöründe yapıştırıcı olarak, odun talaşlarının sunta hâline getirilmesinde yapıştırıcı ve bağlayıcı olarak kullanılmaktadır.



**Resim 2.7: Üre veya fenol formaldehit emdirilerek üretilen laminant**

- Epoksi reçineler: Bu reçineler ismini uçlarında bulunan epoksi gruplarından almıştır. Polimer yapılarında bulunan eterden dolayı aşınmaya karşı dirençlidir. Çok üstün elektriksel özelliklere sahiptir. Epoksi kaplanmış kaplar, meyve suyu, deterjan ve alkali temizleyicilere karşı dayanıklıdır. Evlerde radyatör kaçaklarının giderilmesinde, kırılan porselen ve metalik parçalarının yapıştırılmasında ve yüksek dayanım isteyen boya üretimlerinde kullanılır.



**Resim 2.8: Epoksi reçine esaslı uçak boyası**



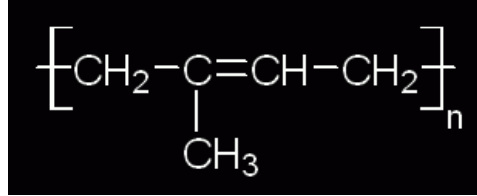
**Resim 2.9: Melamin tepsi**

- Melamin formaldehit: Elektriksel ve ısı değerleri açısından özellikleri çok iyidir. Bu nedenle elektrik sektöründe ve mutfak eşyası üretiminde çok kullanılır. Klemens, kontaktör, şalter elektrik sektörü için üretilen parçalardır. Bazı alanlarda sıcaklık 250°C'ye çıkmasına rağmen deformasyona uğramaz. Isıya karşı duyarlı olmamaları, tat ve kokuyu bozmamaları, çeşitli renklerde üretilebilmeleri nedeniyle tabak ve tepsi yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır.

#### 2.4.2.7. Elastomerler

Oda sıcaklığında orijinal boyunun en az iki katına uzayabilen ve bu uzamayı sağlayan kuvvet ortadan kalktığında hemen hemen orijinal boyuna dönebilen polimer yapıdaki malzemeye elastomer denir. Çok düşük sıcaklıklarda oldukça serttir. İçlerinde bulunan makromoleküller seyrek çapraz bağlarla bağlanmıştır (Vulkanize olmuş polimerik malzemelerdir.). Ağ yapısına dönüştükten sonra geçici olarak şekillendirmek mümkündür fakat bu şekillendirme kalıcı değildir. Lastik ve kauçuk, bu grubu oluşturur. Tabii kauçuk, polibütadien, poliklorbütadien (neopren), nitril kauçuk, silikon kauçuk örnek olarak verilebilir.

- Doğal kauçuk (Poliizopren): Doğal polimerik malzemelerdir. Lastik sektörü bu ürünü çeşitli şekillerde üreterek büyümektedir. Yapılarında tekrarlanan bir düzen yoktur, kristalsi değildir. Çapraz bağlarla bağlanmamış ancak çapraz bağlarla bağlanabilme özelliğine sahip polimerlerdir. Yumuşak lastiklerin çapraz bağlantı derecesi çok düşük, sert lastiklerde ise çok yüksektir.



Şekil 2.10: Poliizopren

Lastik kavramı elastomer kavramı ile eş anlamlıdır. Çapraz bağlanmayı vulkanizasyon işlemi sağlar. Çapraz bağlanabilme özelliği vulkanizasyonla açıklanır. Kauçuk kimyasal yapı değişikliğine uğrayarak geri dönüşümsüz olarak elastik hâle getirilmesi ile oluşturulur.

- Stiren-bütadien kauçuk: Uzun süre yük altında kalabilir, çok iyi kimyasal ve mekanik özelliklere sahiptir. Ayrıca ısıya karşı dayanıklıdır. Doğal gaz dağıtım şebekesinde, çeşitli su ve atık boruları bu polimerden yapılmaktadır. Ayrıca telefon, ev aletleri, bavul gibi malzemelerde örnek olarak verilebilir.



**Resim 2.10: SBR (Stiren-bütadienkauçuk)**

#### **2.4.2.8. Elyaf**

Yüksek molekül ağırlığına sahip, düzgün, muntazam yapıya sahip polimerlerdir. Sentetik elyaf olarak kullanılır. Naylondan yapılmış dokumalar, battaniye ve astarlık kumaş, kord bezi, giyim eşyası, halı ve yer döşemesi yapımında kullanılır.



**Resim 2.11: Boncuk elyaf**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Polimerleri mekanik özelliklerine göre sınıflandırınız.

**Kullanılan araç ve gereçler:**Çeşitli polimerler, kâğıt, kalem

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Polimerleri monomer şekline göre sınıflandırınız.	➤ İş önlüğünüzü giyiniz, maskenizi takınız. ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.
➤ Polimer türlerini tanıyınız.	
➤ Raporunuzu teslim ediniz.	➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız. ➤ Raporunuzu öğretmeninize teslim ediniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Polimerleri monomer şekline göre sınıflandırdınız mı?		
2. Polimer türlerini tanıdınız mı?		
3. Raporunuzu yazdınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

1. Çok küçük mekanik etkiler altında şekil değiştiren polimerlere .....polimerler denir.
2. Polimerler aldıkları monomerşekline göre homopolimer, kopolimer, .....olarak sınıflandırabiliriz.
3. Kimyasal yapıları farklı iki polimer zinciri, zincir sonları dışında bir yerden birbirlerine bağlanmaları sonucu .....kopolimeri oluşur.
4. Isıtıldıklarında yumuşamayan tekrar şekillendirilmeyen plastiklere .....plastikler denir.

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız**

5. ( ) Poliizopren çapraz bağlarla bağlanmamış ancak çapraz bağlarla bağlanabilme özelliğine sahip polimerdir.
6. ( ) Oda sıcaklığında orijinal boyunun en az iki katına uzayabilen ve bu uzamayı sağlayan kuvvet ortadan kalktığında hemen hemen orijinal boyuna dönebilen polimer yapıdaki malzemeye plastik denir.
7. ( ) İki farklı monomerden oluşan polimerlere homopolimer denir.
8. ( ) Polipropilen, termoplastiklere örnek olarak verilebilir.

**Aşağıdaki soruyu dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.**

9. E, A ve L farklı monomerleri temsil etmektedir. Buna göre E-A-L-E-A-L şeklinde zincir yapısı bulunan polimer monomer çeşidi olarak hangi sınıfa girer?  
A) Kopolimer  
B) Ardışık kopolimer  
C) Aşı kopolimer  
D) Terpolimer

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. ....sıvısı kauçuğun sudaki emülsiyonudur.
2. Polimer zincirinin şekline göre polimerleri, düz, dallanmış ve .....bağlanmış olarak sınıflandırabiliriz.
3. Isı ve basınç altında tekrar şekillendirilebilen plastıklere .....denir.
4. İki farklı monomerden oluşan polimerlere .....denir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız

5. (...) Proteinler yarı doğal polimerlerdir.
6. (...) Çapraz bağlı polimerler çözücülerde çözünmez.
7. (...) Uzun zincirler hâlinde bulunan lineer ya da dallanmış zincirlerden oluşan polimer sistemlerine termoset denir.
8. (...) Termosetler,kondensasyonpolimerizasyonu ile elde edilmektedir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Polimer ve kullanıldığı yer eşleşmelerinden hangisi yanlıştır?  
A) Poliamit-dikiş ipliği  
B) Poliester-mutfak tezgâhı  
C) Poliakrilamit-göz lensi  
D) Poliüretan-izolasyon
10. Polivinil klorür polimeri için aşağıdaki seçeneklerden hangisi yanlıştır?  
A) Organik polimerdir.  
B) Sentetik polimerdir.  
C) Düz zincirli polimerdir.  
D) İnorganik polimerdir.
11. Polimerler kendilerini oluşturan monomer türüne sınıflandırılır. Aşağıdakilerden hangisi bu grupta yer almaz?  
A) Homopolimer  
B) Kopolimer  
C) Biyopolimer  
D) Terpolimer

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmenimize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Organik
2	İnorganik
3	Biyopolimer
4	Düz
5	Doğru
6	Yanlış
7	Yanlış
8	Doğru
9	C
10	A

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Akışkan
2	Terpolimer
3	Aşı
4	Termoset
5	Doğru
6	Yanlış
7	Yanlış
8	Doğru
9	D

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Lateks
2	Çapraz
3	Termoplastik
4	Kopolimer
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	B
10	D
11	C

## KAYNAKÇA

- SAÇAK Mehmet, **Polimer Kimyası**, Gazi Kitapevi, Ankara, 2010.
- SAÇAK Mehmet, **Polimer Kimyasına Giriş**, Ankara Üniversitesi, Ankara, 1998.
- BAYSAL Bahattin, **Polimer Kimyası**, ODTÜ Basım İşliği, Ankara, 1994.
- SAVRAN Haldun Ömer, **Elastomer Tenolojisi – 1**, Acar Matbaacılık, Ankara, 2001.