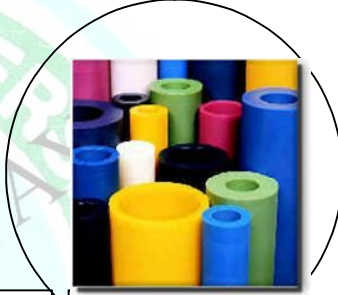
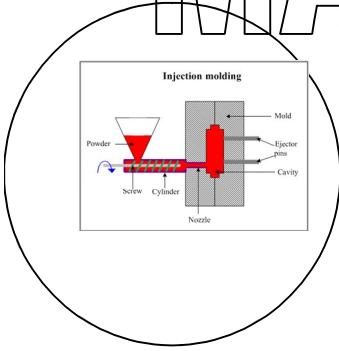


**Makina**

\*

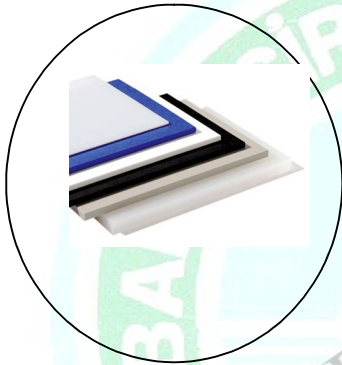


# PLASTİK MALZEMELER

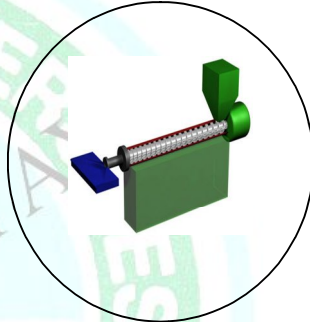


**Prof. Dr. İrfan AY**

**Arş.Gör.T.Kerem DEMİRCİOĞLU**



\*



**Balıkesir - 2008**

## PLASTİK MALZEMELER

### TEMEL KAVRAMLAR

#### PLASTİK NEDİR?

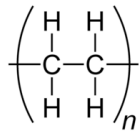
“C” nun metal olmayan elementler ( H, O, Cl, N ) le meydana getirdiği büyük moleküllü organik bileşiklerdir.



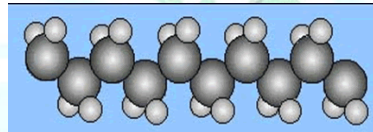
#### PLASTİĞİN DİĞER ADI=POLYMER NEDİR?

(Poly) = Çok (Mer) = **Birim eleman-** demektir. Birleştirilince birçok birim elemandan oluşan büyük bir **MAKRO MOLEKÜL** demektir.

“Polymer” olabilmesi için en az (5) ten fazla (mer)’ in bir araya gelmesi gerekir. Bu bazen yüzlerce, bazen de binlerce (mer) bir araya gelip bir tek zincir şeklinde bulunabilir.



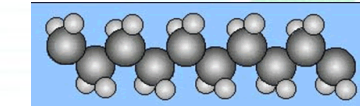
n tane **-mer-**



polymer

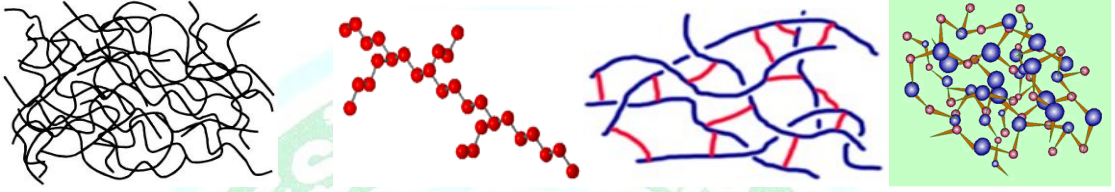


Yumak şeklinde binlerce zincir



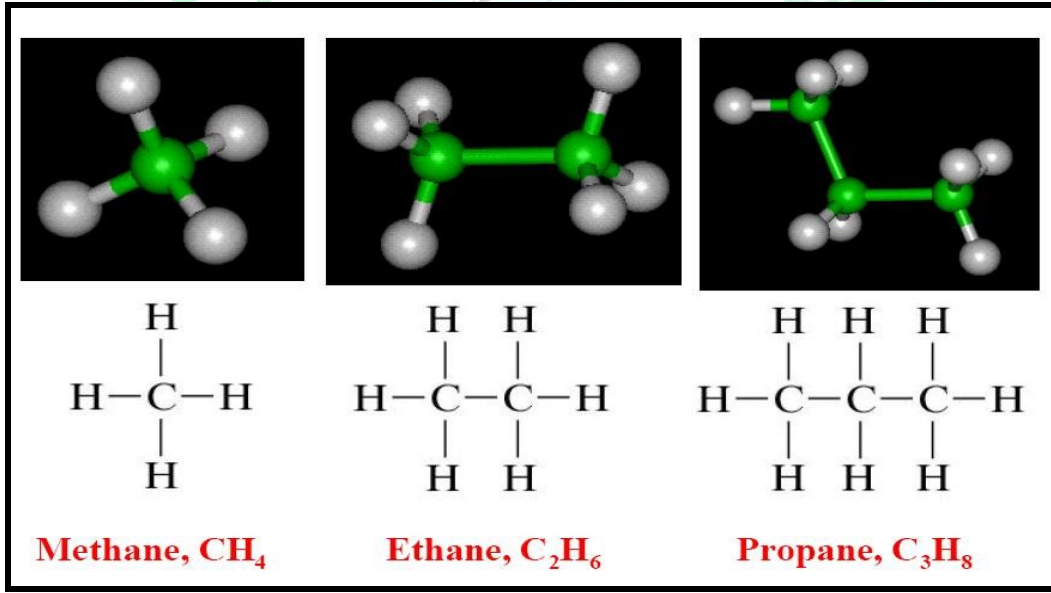
Yüzlerce “mer”den tek bir zincir

*Polymer zincirlerinden yumak şeklinde binlerce vardır*

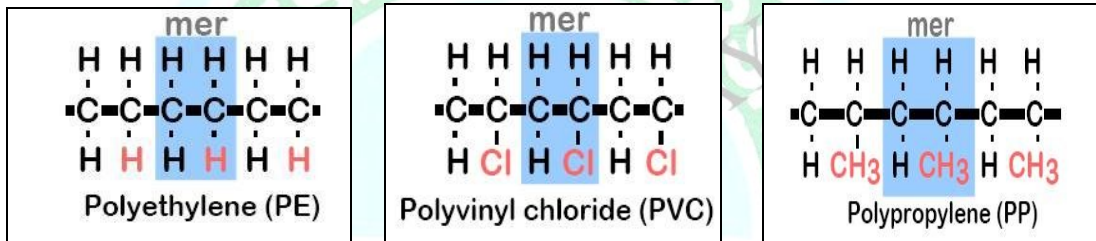


Polymer zincirleri, lineer, dallı, çapraz bağlı ve network şeklinde oluşurlar.

### BİR SÜRÜ “MER” ÇEŞİDİ VARDIR



### “MER” ÇEŞİTLERİ “





TERMOPLASTİK ESASLI MONOMERLER

Polimer adı	Molekül Yapısı ve üstünlükleri	Kullanıldığı yerlere örnek	Önemli Özellikler
<b>Termoplastik Polimerler</b>			
<b>ABS</b> Akrilonitril-Bütadien-Stiren	$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   &   \\ -\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\   &   &   &   \\ \text{H} & \text{CN} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ <p>Akrilonitril      Bütadien      Stiren</p> <p>-İyi dayanım ve tokluk -Elektrik yalıtkanlığı iyi -Isıda deforme olmama</p>	<p>-Buzdolabı iç kaplaması -Bahçe sera ekipmanları -Oyuncaklar -Ayakkabı tabanları -Boru -Ev eşyaları -Büro eşyaları</p>	<p><u>Ektrüzyon ile üretilmiş</u></p> <p>T<sub>ç</sub>=80 °C R<sub>m</sub>=34 N/mm<sup>2</sup> A=% 60 σ<sub>b</sub> =48 N/mm<sup>2</sup></p>
<b>PAN</b> Poliakrilonitril	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{CN} \end{array}$ <p>Akrilonitril</p> <p>- İyi ışık geçirgenliği - Atmosfer etkilerine dayanırlık</p>	<p>-Trafik lambaları -Cankurtaran ve polis işıldakları -Teknik resim çiziminde kullanılan cetvel gönye vs. -Şeffaf plastik bardaklar -İğne enjeksiyon tüpü</p>	<p><u>Dökümle üretilmiş</u></p> <p>T<sub>ç</sub>=75 °C R<sub>m</sub>=66 N/mm<sup>2</sup> A=% 4 σ<sub>b</sub> =103 N/mm<sup>2</sup></p>
<b>PTFE</b> Politetraflor Etilen (Teflon)	$\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array}$ <p>- Kimyasal etkilere dayanırlık - Elektrik yalıtkanlığı iyi - Düşük sürtünme katsayısı</p>	<p>-Kimyasal etkilere inert -Korozif etkiler altındaki sızdırmazlık keçeleri -Düşük sürtünme katsayısı -Kaymalı yataklar -Kaplamaalar</p>	<p>T<sub>ç</sub>=120 °C R<sub>m</sub>=28-45 N/mm<sup>2</sup> A=% 100-400 σ<sub>b</sub> =103 N/mm<sup>2</sup> μ = 0,04 (Kuru sürtünme şartlarında çelik-teflon çifti için)</p>
<b>PA</b> Poliamid (Nylon).	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{N}(\text{CH}_2)_5-\text{C}- \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>Nylon6</p> <p>- İyi dayanım ve tokluk - Aşınmaya dayanıklı - Düşük sürtünme katsayısı</p>	<p>-Kaymalı yataklar -Dişli çarklar -Kablo ve teller için koruyucu kılıflar</p>	<p><u>Ektrüzyonla üretilmiş:</u></p> <p>T<sub>ç</sub>=79-120 °C R<sub>e</sub>=62-90 N/mm<sup>2</sup> A=% 100-320 σ<sub>b</sub> =69-90 N/mm<sup>2</sup></p> <p><u>Dökümle üretilmiş (Kestamit)</u></p> <p>T<sub>ç</sub>=79-120 °C R<sub>e</sub>=76-90 N/mm<sup>2</sup> A=% 20-60 σ<sub>b</sub> =34-110 N/mm<sup>2</sup></p>
<b>PC</b> Polikarbonat	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>polikarbonat</p> <p>-İyi boyutsal stabilite -Darbeye dayanıklılığı ve sünekliği iyi</p>	<p>-Miğfer -Otomobil tamponları</p>	<p><u>Ektrüzyon ile üretilmiş</u></p> <p>T<sub>ç</sub>=120-135 °C R<sub>e</sub>=55-66 N/mm<sup>2</sup> A=% 100-125 σ<sub>b</sub> =83-90 N/mm<sup>2</sup></p>
<b>PE</b> Polietilen	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ <p>-Kimyasal etkilere dayanıklı -Elektrik yalıtkanlığı iyi -Tokluğu iyi -İnme katsayısı</p>	<p>-Esnek şişeler -Oyuncaklar -Bardak -Akü parçaları -Ambalaj</p>	<p><u>0,91 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklu</u></p> <p>T<sub>ç</sub>=40 °C R<sub>m</sub>=6 N/mm<sup>2</sup> A=% 100</p>



Polimer adı	Molekül Yapısı ve Üstünlükleri	Kullanıldığı Yerlere Örnekler	Önemli Özellikler
<b>PP</b> Polipropilen	$\begin{array}{c} \text{H H} \\     \\ -\text{C}-\text{C}- \\     \\ \text{H CH}_3 \end{array}$ <p>-Isıda deforme olmama -Elektrik yalıtkanlığı iyi -Yorulma dayanımı iyi</p>	-Radyo ve TV kasaları -Bavul, çanta -Mobilya döşemesi -Ambalaj	$T_c=70\text{ }^\circ\text{C}$ $R_m=34\text{ N/mm}^2$ $A=\% 100$ $\sigma_b=45\text{ N/mm}^2$
<b>PS</b> Polistren	$\begin{array}{c} \text{H H} \\     \\ -\text{C}-\text{C}- \\     \\ \text{H C}_6\text{H}_6 \end{array}$ <p>-Parlak görünüm -Termal ve boyutsal kararlılığı iyi</p>	-Oyuncak ve ev aletleri -Akü kasaları -Mutfak eşyaları -Otomobil göğüslükleri -Çay bardağı -Pimpon topu	$T_c=75\text{ }^\circ\text{C}$ $R_m=41\text{ N/mm}^2$ $A=\% 1,5$ $\sigma_b=90\text{ N/mm}^2$
<b>PVC</b> Polivinil Klorür	$\begin{array}{c} \text{H Cl} \\     \\ -\text{C}-\text{C}- \\     \\ \text{H Cl} \end{array}$ <p>-Fiyatları ucuz -Isıtılarak şekil vermeye uygun</p>	-Borular -Elektrik kablosu izolasyonu -Döşeme kaplaması -Pencere profilleri	<u>Kalıplama ile üretilmiş</u> $T_c=65-75\text{ }^\circ\text{C}$ $R_e=41-52\text{ N/mm}^2$ $A=\% 40-80$ $\sigma_b=55-90\text{ N/mm}^2$
<b>PET</b> Polietilen Tereftalat	$\begin{array}{c} \text{H O} \\      \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{O}- \\       \\ \text{H H H} \end{array}$ <p>-Mükemmel yorulma dayanımı -Mükemmel yırtılma dayanımı -Nem, asit, gres, yağ ve solventlere dayanıklılık</p>	-Manyetik kayıt şeritleri -Otomobil lastik kortları -Kumaş -İçecek kapları	$T_c=100\text{ }^\circ\text{C}$ $R_m=62\text{ N/mm}^2$ $A=\% 100$ $\sigma_b=86\text{ N/mm}^2$

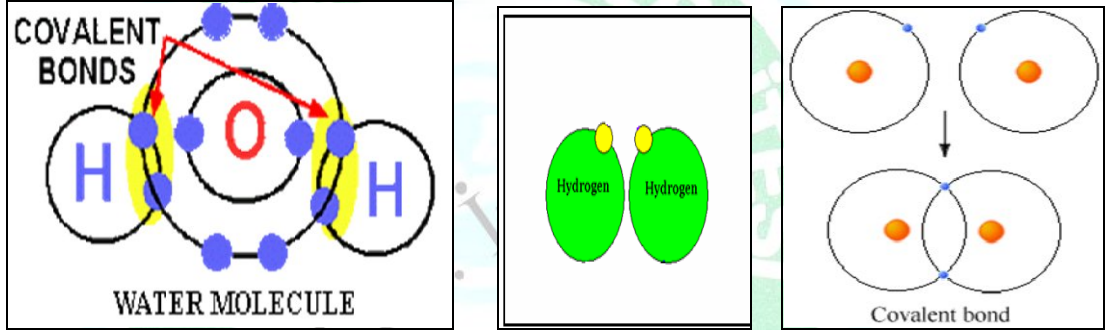
### TERMOSET ESASLI MONOMERLER

<b>Epoksiler</b>	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}-\text{C}-\text{R}-\text{C}-\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$ <p>R :Molekül grubu</p> <p>-Mükemmel mekanik özellikler ve korozyona dayanıklılık -İyi boyutsal kararlılık -Elektrik yalıtkanlığı iyi</p>	-Elektrik devrelerin kalıplanması -Koruyucu kaplamalar -Fiberglas ile beraber kullanılarak yapılan elemanlar	<u>Kalıba dökülmüş epoksi plastik</u> $T_c=120\text{ }^\circ\text{C}$ $R_m=52\text{ N/mm}^2$ $A=\% 5$ $\sigma_b=120\text{ N/mm}^2$
<b>Fenolikler (Bakalit)</b>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>-Yüksek sıcaklığa dayanıklılık</p>	-Telefon aparatları -Otomobil distribütörü -Elektrik cihazları	<u>Kalıba dökülmüş fenolikler</u> $T_c=150-175\text{ }^\circ\text{C}$ $R_e=48-55\text{ N/mm}^2$ $A=\% 1-2$ $\sigma_b=83-195\text{ N/mm}^2$
<b>POM</b> Polioksimetilen, Poliasetal (Derlin)	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{C}-\text{O}- \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>Birçok kimyasala dayanıklı</p>	-Dişliler -Kaymalı yataklar -Tekstil makine parçaları	<u>Ektrüzyonla üretilmiş</u> $T_c=90\text{ }^\circ\text{C}$ $R_e=62-69\text{ N/mm}^2$ $A=\% 25-40$ $\sigma_b=36\text{ N/mm}^2$

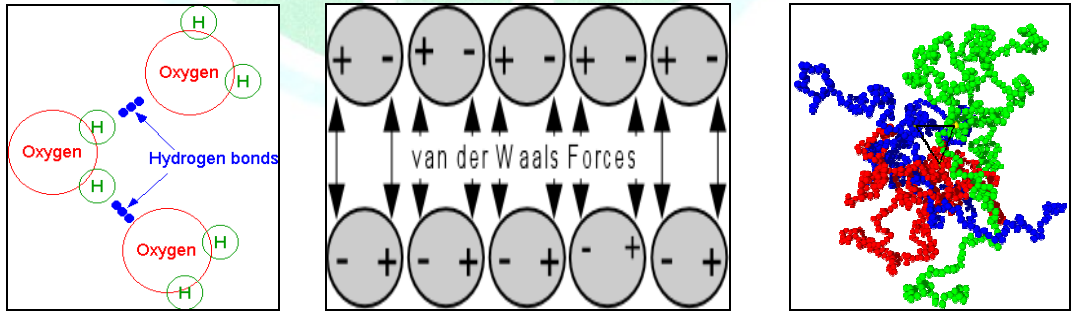
$T_c$ : Devamlı çalışabileceği sıcaklık,  $R_m$ : Çekme dayanımı,  $A$ : Kopma uzaması,  $\sigma_b$ : Bası dayanımı  
 $\mu$ : Sürtünme katsayısı,  $R_e$ : Akma sınırı

## MOLEKÜL ZİNCİRLERİ ARASINDAKİ BAĞLAR

**Kovalent bağ** : Linear moleküllerde ana elemanlar arasındaki kimyasal bağ'dır.En güçlü bağ'dır.

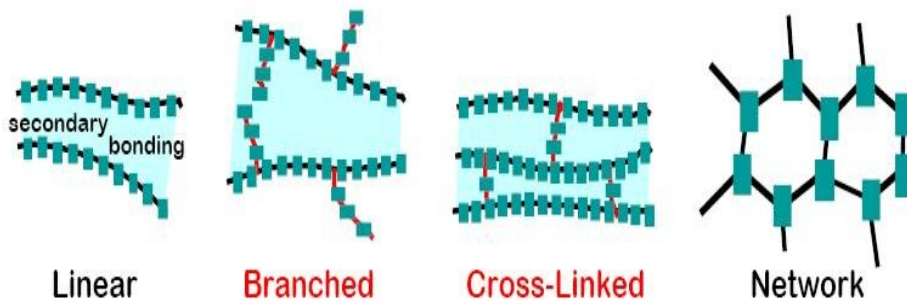


**Van derWaals bağ** : Linear moleküllerde zincirlerin birbirine uzaklık yakınlıkları arasındaki bağ'dır.En zayıf bağ'dır.Elektrostatik çekme kuvvetleridir.Yani molekülün (+) kutbu ile (-) kutbunun çekim kuvvetleridir.Isıya karşı duyarlı kuvvettir.



KOVALENT BAĞ'IN ZİNCİRLER ARASINDAKİ İLİŞKİSİ NASILDIR ?

- Kovalent bağ ile bağlı zincirlerin görünüşleri ve mukavemet durumları

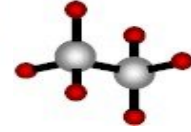
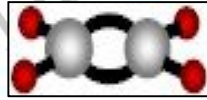
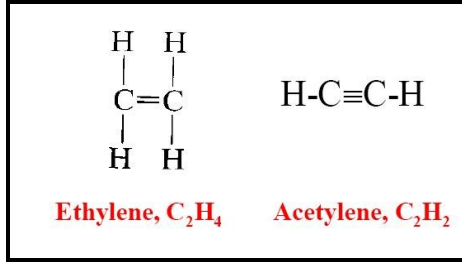


Mukavemet artış yönü



### Organik polymer nedir? :

Ana zincirde bir atomun bulunabilmesi için en az iki değerlikli olması şarttır.İkinci şart, ana zincir üzerinde bulunan atomlar arası bağ enerjisi yeterli olmalıdır.Örneğin C-C bağ enerjisi 80 kcal/mol'dür.Genellikle organik polymer'de ana zincir C atomlarından oluşur.“C” Atomları iki veya üç bağla birbirine bağlıdır.Bu haldeki bağlara DOYMAMIŞ BAĞ adı verilir.Doymamış moleküller reaksiyona girmeye hazırdırlar.



### İnorganik polymer nedir?

Ana zincirde C yerine (Si), (Ge), (B), (P) gibi elementler bulunur.Bunların bağ enerjileri organik polymer'lerdekinden daha yüksektir.Örneğin (B-O)bağ enerjisi 119,3 kcal/mol'dür.Bu nedenle bu polymer'lerin daha yüksek ısıl ve mekanik dayanıklılığa sahiptirler.

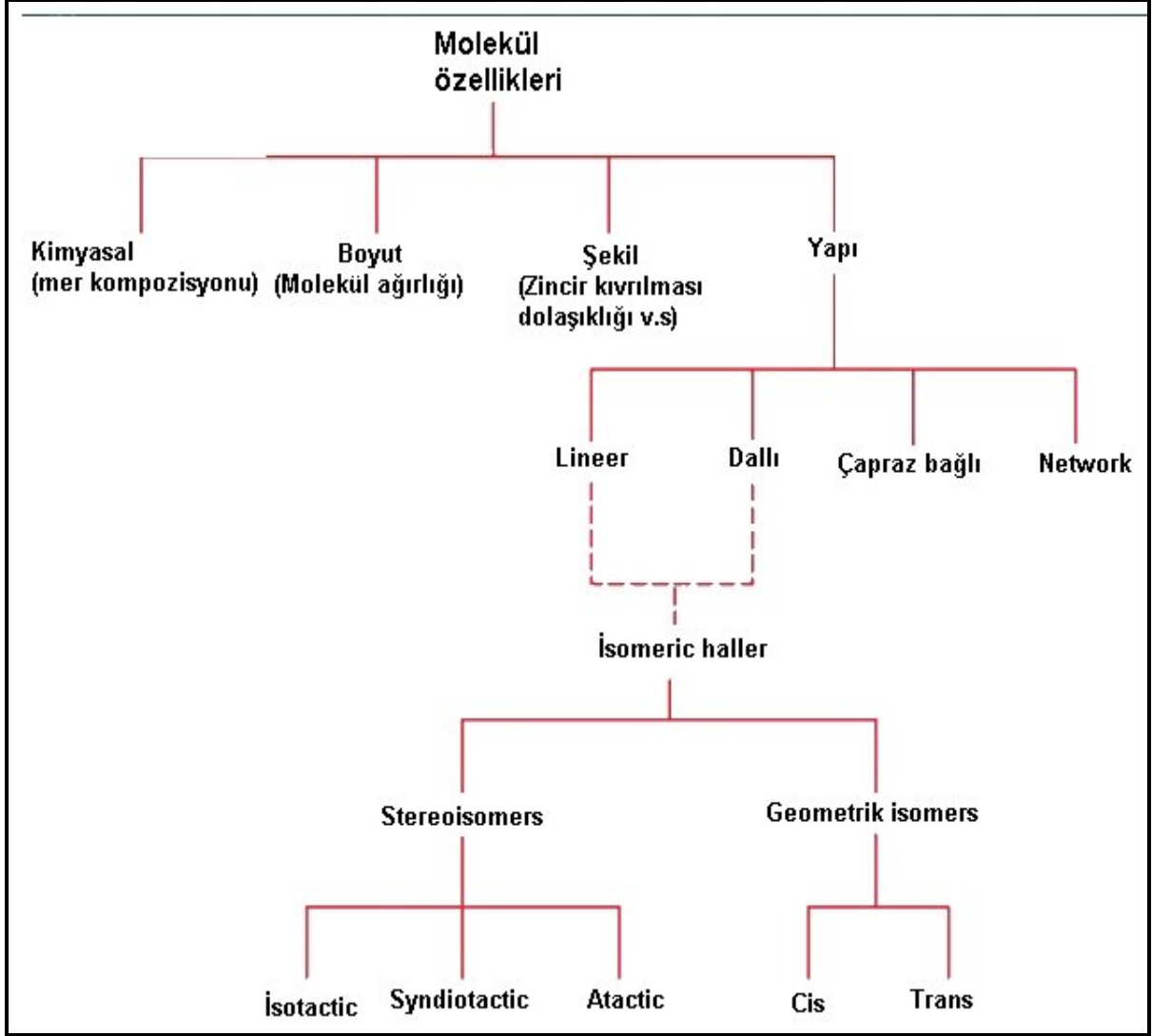


### PLASTİKLERİN TERCİH SEBEBİ OLAN ÖZELLİKLERİ

- \* Düşük yoğunluklu olmaları ( 0,9-1,4 (2,3) g/cm<sup>3</sup> )
- \* Organik,makro moleküllü malzemelerdir
- \* Zincirde kimyasal bağ, kovalent bağ'dır,
- \* Elektriği,ısıyı ve sesi yalıtma kabiliyetleri vardır,
- \* Asitlere karşı nisbeten kimyasal dayanıklılıkları vardır,
- \* Katkı maddeleri ile özelliklerinde önemli iyileştirmeler yapılır,
- \* Kompozit malzemelerle en iyi uyuşan malzemelerdir

- \* Sıcaklığa karşı dayanıklılıkları düşüktür,
- \* Bünyelerine az veya çok bazı sıvıları alırlar,
- \* Isıl genleşme katsayıları, metallere oranla daha yüksektir.

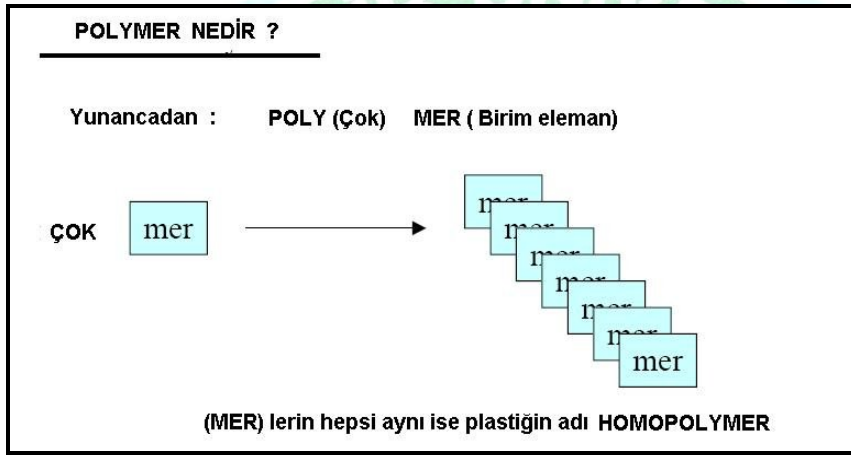
### BOYUT - ŞEKİL - YAPI DİYAGRAMI



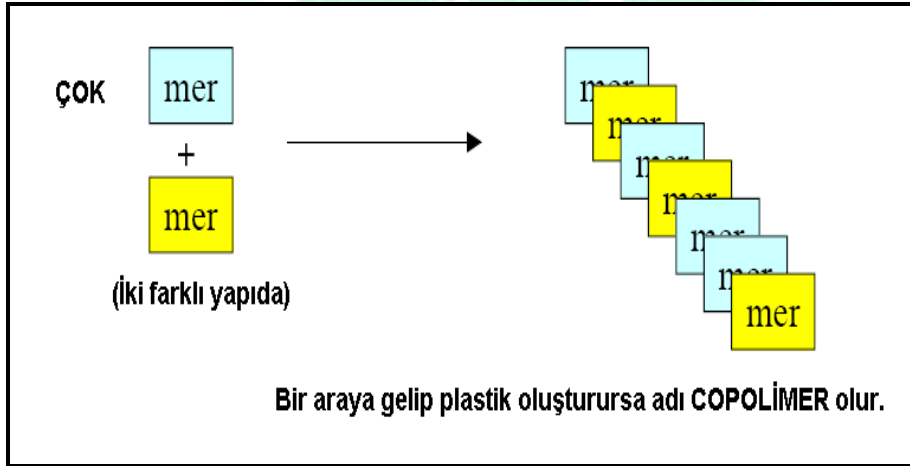


## YAPILARINA GÖRE POLYMERLER

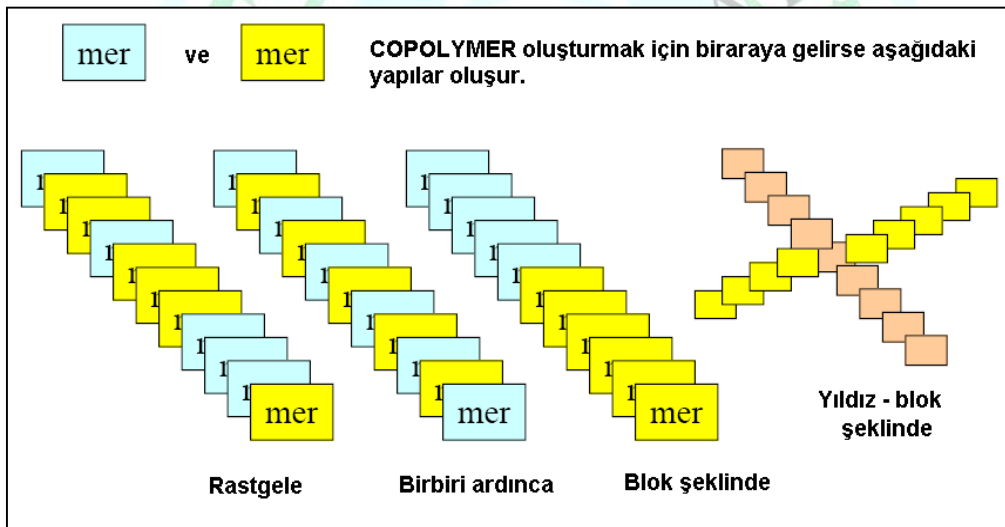
'Polymerler' yapılarına göre ; HOMOPOLYMER ve COPOLYMER şeklinde incelenir.



## COPOLİMER NEDİR?

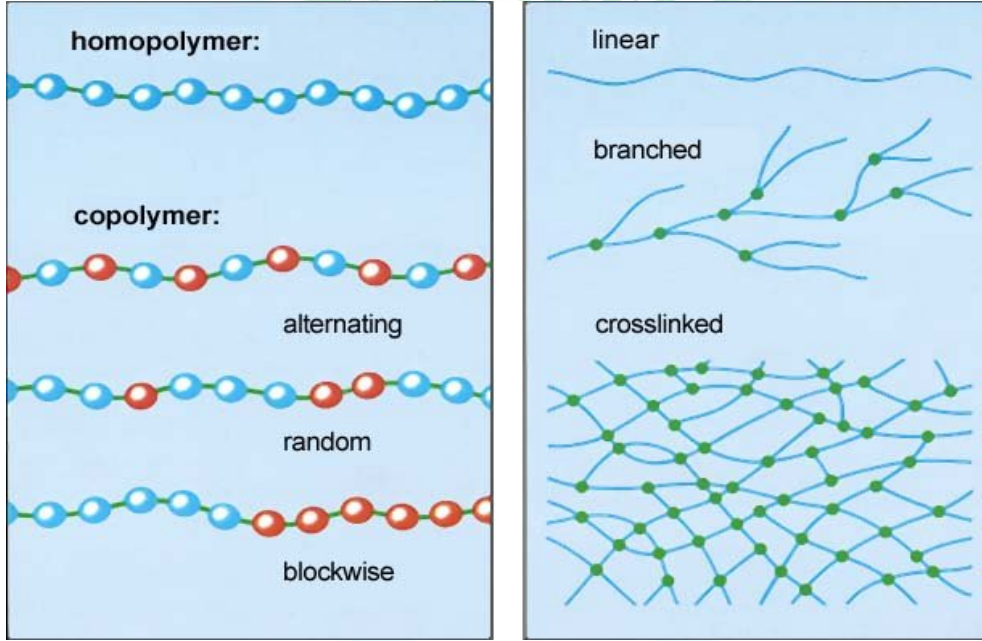


## COPOLİMER ÇEŞİTLERİ NELERDİR ?



## COPOLİMER ÇEŞİTLERİ VE MOLEKÜL ZİNCİR ŞEKİLLERİ

C-polimer tür'lerinden rastgele amorf yapılı,birbiri ardınca olan amorf-yarı kristalin,blok şeklinde olan amorf yapılı, yıl diz- blok şeklinde olan amorf yapılıdır.



## POLYMERİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

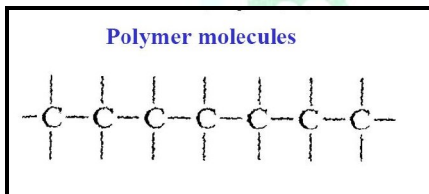
Plastik malzemelerin hammaddelerini sıvı, toz veya katı olarak üretebilmek için ;

- \* Polimerizasyon ,
- \* Polikondenzasyon ,
- \* Poliadesyon ,

İşlemlerinden geçirmek gerekir.Sonuçta “**makromolekül**” oluşacağından bu konu hakkında bilgilenmek gerekir.

## POLYMER MOLEKÜLÜ

### POLYMER MOLEKÜLÜ



- Polymer molekülleri çok büyük makromoleküllerdir.
- Makromolekülün çatısı, “C” atomlarından oluşur.
- Tesbih taneleri gibi dizilmişlerdir.

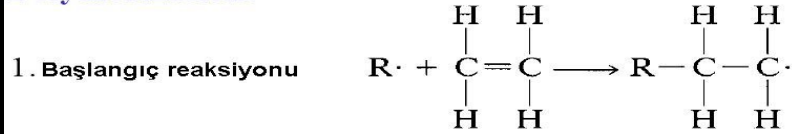
- Uzun ve flexible bir davranış sergilerler.
- “C” nun yan bağlarına çoğunlukla “H” atomları ve “R” harfi ile belirtilen başka “MER” ler bağlanır.
- Çift bağın hem zincirde hemde yan bağlarda olması mümkündür.
- Tek “MER” in adı **MONOMER** dir.

### POLYMER MOLEKÜLÜ NÜN KİMYASAL OLUŞUMU (I)

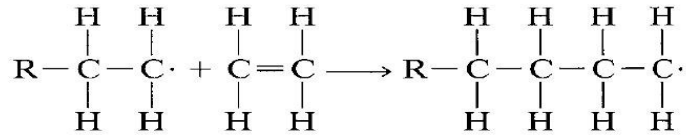
- **Etilen** (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) oda sıcaklığında ve atmosfer basıncında bir GAZ’dır.
- Bu gazın “MER”leri ısı ve basınç altında bir başlatıcı (initiator) ve bir çözücü(catalytic) ile reaksiyona soku larak katı hale gelmiş bir **POLYETİLEN**’ e dönüştürülebilir.
- (.) işareti henüz çift kullanılmayan elektron (**aktif elektron** ) anlamındadır.

### POLYMER MOLEKÜLÜNÜN KİMYASAL OLUŞUMU (II)

#### **Polymerization:**

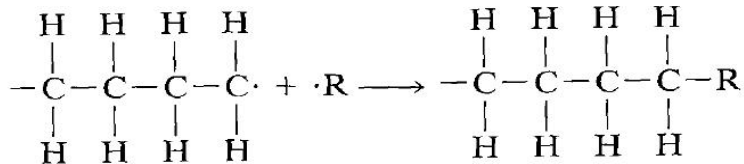


2. Reaksiyonun hızlı yayılması ~ 1000 MER



### POLİMERİZASYON

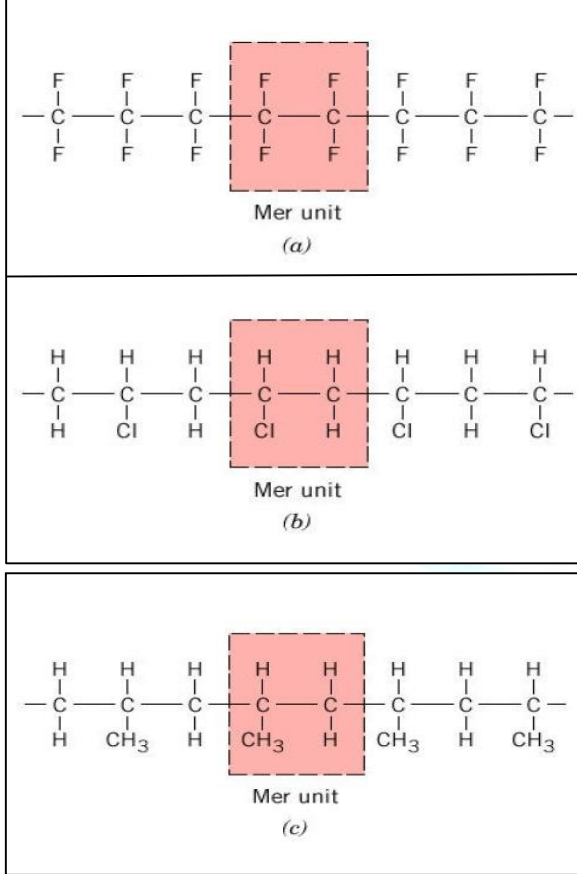
3. İki aktif zincirin ucu, diğer monomer'ler ile buluştuğunda yada aktif zincir ucu bir başlatıcı veya başka bir tek aktifli bağ'a sahip bir tür'e rastladığında reaksiyon sona erer.





## POLYMER MOLEKÜLÜ NÜN KİMYASAL OLUŞUMU(III)

### POLİMERİZASYON



Polyetilen'de (H) atomları (F) flour atomları ile yerdeğiştirmiş se, polymerizasyon sonucu PTFE – Teflon meydana gelir.

Polyetilen'de (H) atomlarından birisi (Cl) ile yerdeğiştirirse po limerizasyon sonucu PVC oluşur.

Polyetilen'de (H) atomla rından birisi (CH<sub>3</sub>) ile yer değiştirirse ; polimerizasyon sonucu **PP** yani polypropilen oluşur.

### POLYMERİZASYON

#### Polymerizasyon ;

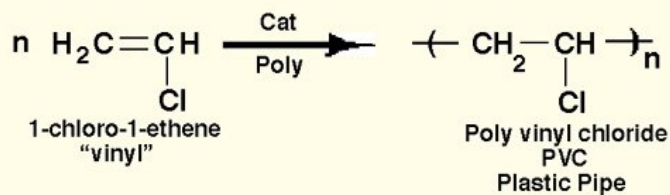
Plastikler,polimerizasyon reaksiyonları ile elde edilmektedirler.Bir çok molekülü kimyasal yoldan bir araya bağlama yöntemidir.Bu kimyasal reaksiyonlar iki grupta incelenir.

### Polymerization

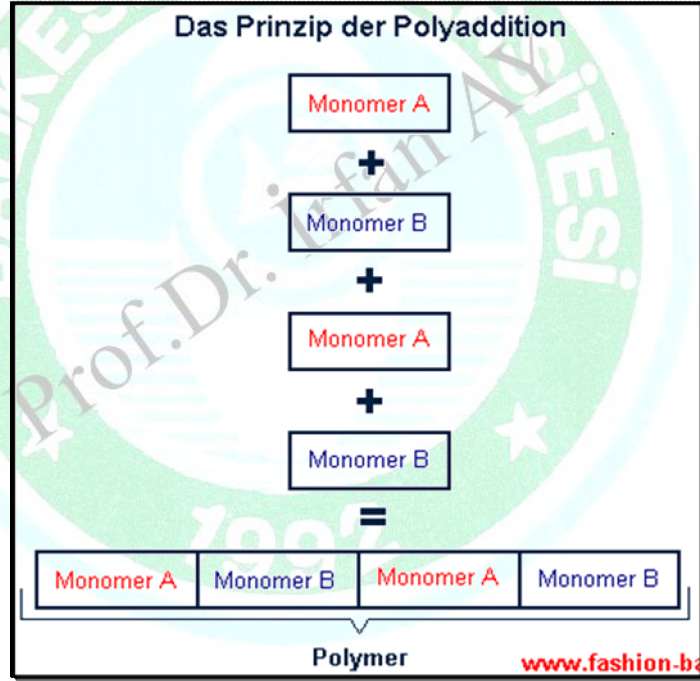
Polymerization-- building up large molecules from small, repeating units. Plastics!

n= a large number

cat/poly = a catalyst that causes polymerization.

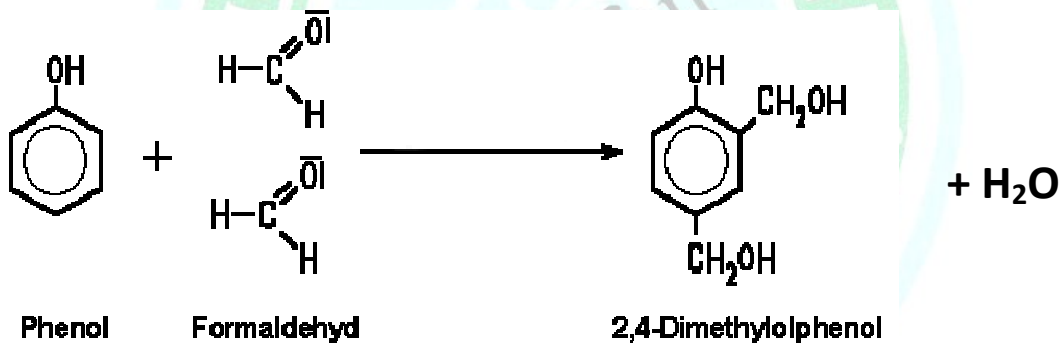


1)- **POLYADESYON** : Bu olayda “monomer” ler belli bir zamanda ısı basınç altında birleşerek büyüyen zincire teker,teker ilave edilirler.



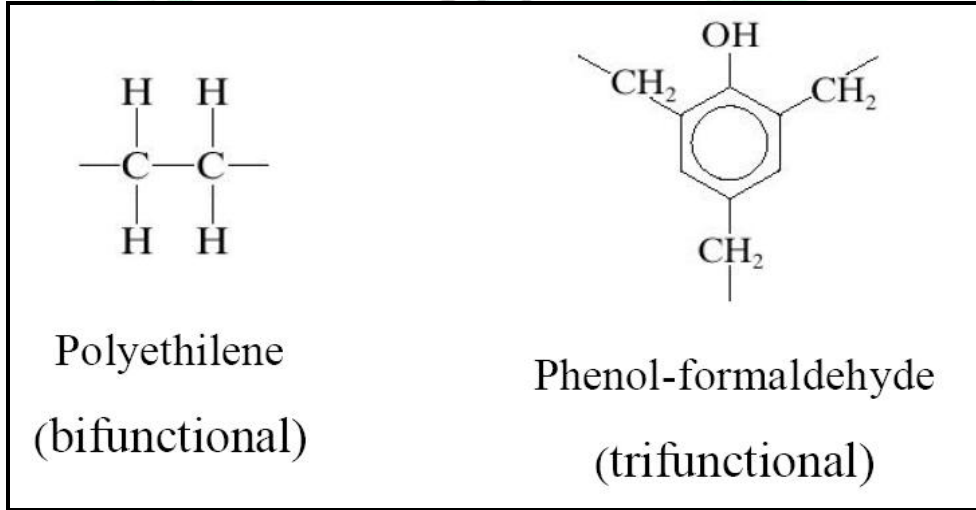
2)- **POLYKONDENZASYON** : Bu proses yüksek sıcaklıklarda oluşur.

- \* İki farklı monomer kullanılır
- \* Genellikle küçük bir molekül oluşur sonra da ayrılır.
- \* Reaksiyon sonunda küçük miktarlarda yan ürün olan (Su,HCl v.s ) meydana gelir.
- \* Ekseriya üç fonksiyonlu moleküller-( ki bunlar çapraz bağlı ve network polimerlerdir) oluşur.



### POLYMER MOLEKÜLÜ NÜN KİMYASAL OLUŞUMU(III)

- Tüm “MER”ler aynı ise molekül adı **HOMOPOLYMER**
- Birden fazla tipte “MER” varsa molekül adı **COPOLYMER**
- “MER” ler diğer”MER”lerle bağlanırken 2 aktif bağla bağlı ise **BİFONKSİYONEL** yapı,
- “MER” ler diğer”MER”lerle bağlanırken 3 aktif bağla bağlı ise **TRİFONKSİYONEL** yapı oluşur. Tri fonksiyonel yapıların molekülleri **NETWORK** şeklinde oluşmuşlardır.





## POLYMER MOLEKÜLÜNÜN AĞIRLIĞI

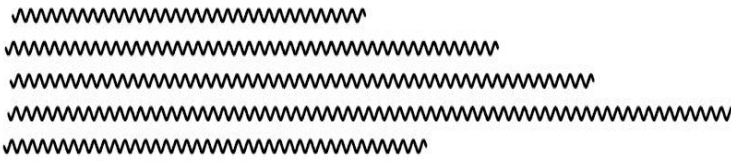
**MOLEKÜL AĞIRLIĞI NEDİR ?** Polimer'lerin özellikleri mol. ağırlıklarına göre değişir. Atomların zincir boyunca dizilme şekli de önemlidir.

### MOLEKÜL AĞIRLIĞI ( Zincir boyutu ) VE ONUN DAĞILIMI

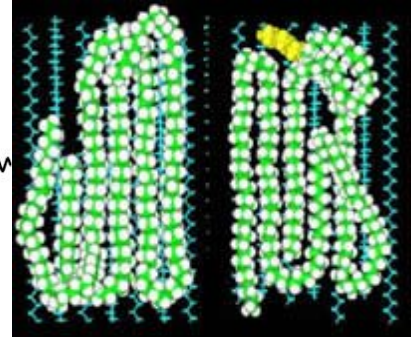
Eğer , "mono dağılım" varsa, bütün zincirler aynı molekül ağırlığına sahiptir.



Eğer , "poly dağılım" varsa bütün zincirler farklı molekül ağırlığına sahiptir



Molekül ağırlıklarından "ORTALAMA AĞIRLIK" veya "ORTALAMA MOL.SAYISI" olarak bahsedilir.



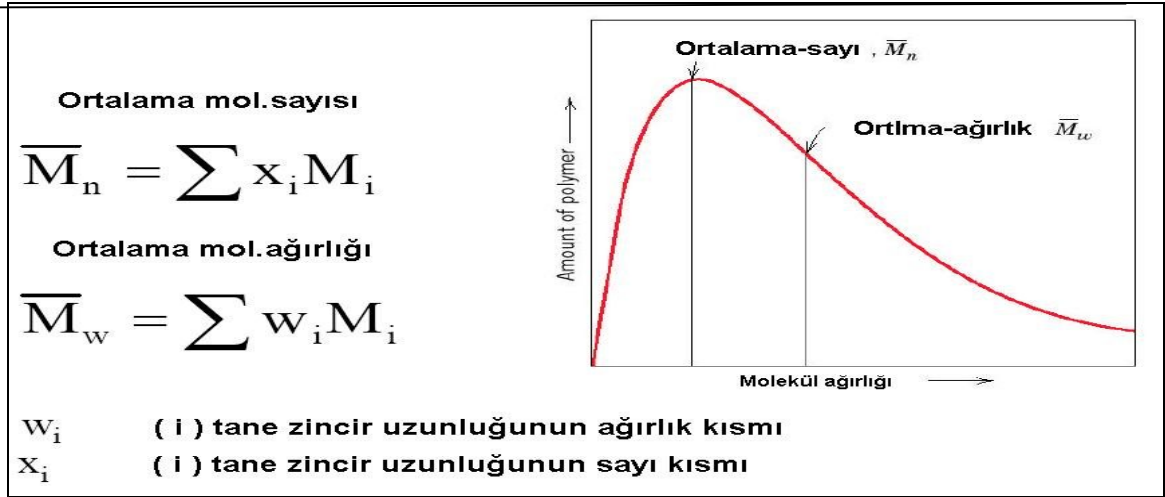
### POLYMER MOLEKÜLÜNÜN AĞIRLIĞI (I)

- Kimyasal reaksiyon sonucu oluşan polymer molekül ağırlığı (zincir uzunluğu) ; polimerizasyonun başlangıç,yayılma ve bitiş aşamalarındaki relatif hızlarla kontrol edilir.
- Polymerizasyon esnasında makromolekül Ağırlığı,"SAYICA – ORTALAMA MOLEKÜL AĞIRLIĞI" veya "AĞIRLIKÇA ORTALAMA MOLEKÜL AĞIRLIĞI" şeklinde ifade edilerek son bulur.
- Ortalama molekül ağırlığı ;

Ya **SAYI** olarak ifade edilir

Yada **AĞIRLIK** olarak ifade edilir.

Polimer özellikler sadece ortalama mol. ağırlığına bağlı olmayıp, polimeri oluşturan zincirlerin molekül ağırlıklarının dağılımına da (**yani istatistiksel dağılıma**) bağlıdır. Dar dağılımlar malzeme özelliklerini iyileştirir. Aşağıdaki şekil molekül ağırlığı dağılımının **SAYICA** ve **AĞIRLIKÇA** fraksiyonunu göstermektedir.  $M_n$  ve  $M_w$ .



### POLİMERİZASYON DERECEŚİ

“Ortalama zincir boyutu”nu açıklamanın alternatif yolu “POLİMERİZASYON DERECEŚİ” ifadesini kullanmaktır. Bir zincirdeki “MER” sayısını ifade eder.

<b>Sayı : Ortalama</b>	<b>Ağırlık : Ortalama</b>
$n_n = \frac{\bar{M}_n}{\bar{m}}$	$n_w = \frac{\bar{M}_w}{\bar{m}}$
$\bar{m}$ : "MER" molekül ağırlığı	

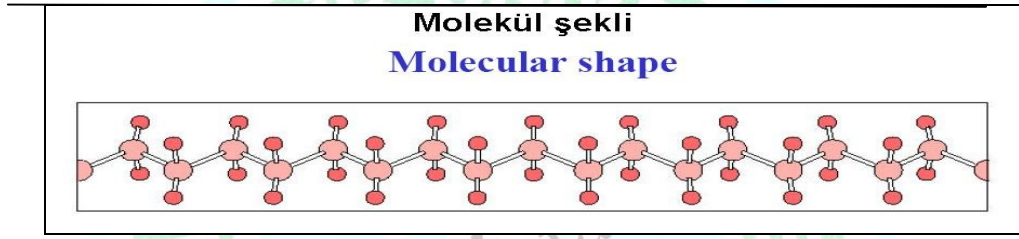
### POLYMER MOLEKÜLÜ NÜN AĞIRLIĞI (II)

Polimerlerin erime – yumuşama sıcaklıkları molekül ağırlıkları ( ~ 100.000 gr/mol’ e kadar) ile artar.

Oda sıcaklığında kısa uzunluktaki zincir polimerleri ( mol ağırlıkları ~ 100 gr/mol olan) sıvı veya gaz şeklindedir. Orta uzunluktaki polimerler (~ 1000 gr / mol olan) balmumu kıvamındadırlar. Katı haldeki polimerlerin molekül ağırlıkları  $10^4$ - $10^7$  gr / mol kadardır.

## POLYMER MOLEKÜLÜNÜN ŞEKLİ

### POLYMER MOLEKÜLÜ NÜN ŞEKLİ (I)

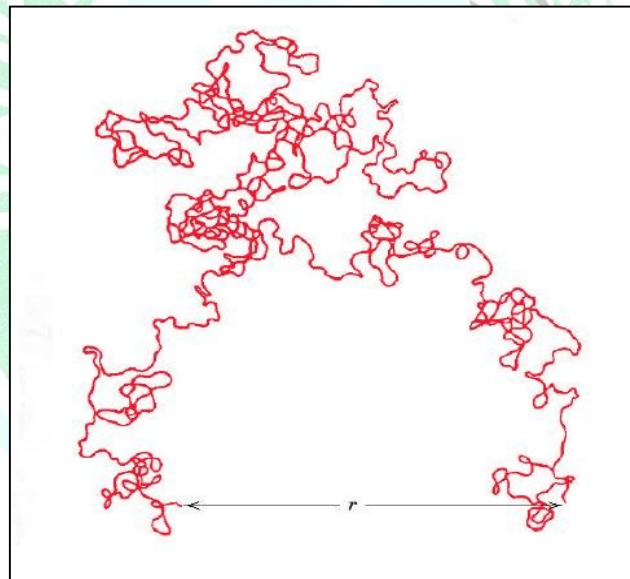
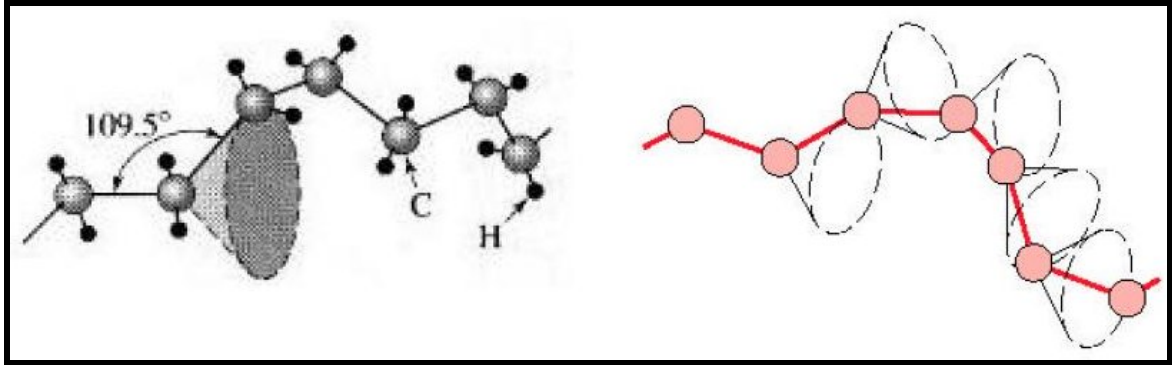


Tek bağla bağlanmış “C” atomlarının açısı  $109^0$  dir. “C” atomları molekül de “ZİGZAG” bir yol izlerler.

Üstelik bağlar arasındaki  $109^0$  lik açı korunurken polimer zincirleri tek C – C bağı etrafında dönebilirler. (Çift ve üçlü bağ çok rijit olur.)

Rastgele kıvrım ve bükümler sonuçta tıpkı sandviç’teki “SPAGETTİ” görünüşünde bir yapı doğurur.

### POLYMER MOLEKÜLÜ NÜN ŞEKLİ (II)





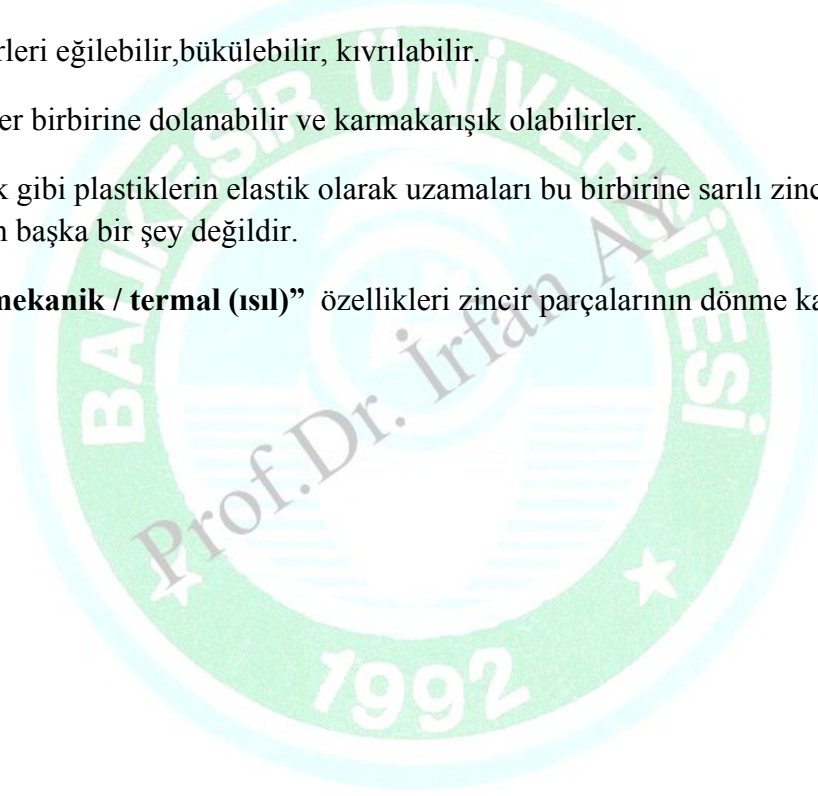
## POLYMER MOLEKÜLÜ NÜN ŞEKLİ (II)

Molekül zincirleri eğilebilir,bükülebilir, kıvrılabilir.

Komşu zincirler birbirine dolanabilir ve karmakarışık olabilirler.

Kauçuk –lastik gibi plastiklerin elastik olarak uzamaları bu birbirine sarılı zincirlerin sökülmesinden başka bir şey değildir.

Plastiklerin “**mekanik / termal (ısı)**” özellikleri zincir parçalarının dönme kabiliyetlerine bağlıdır.



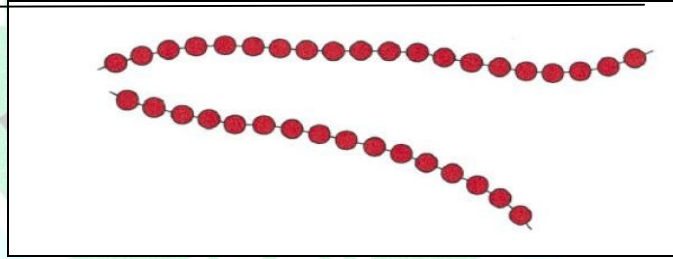
## POLYMERİN İÇ YAPILARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

### POLYMER MOLEKÜLÜNÜN YAPISI

Polimer malzemenin fiziksel özellikleri yalnızca molekül ağırlığına ve şekline bağlı değildir.Ama aynı zamanda molekül yapısına da bağlıdır.

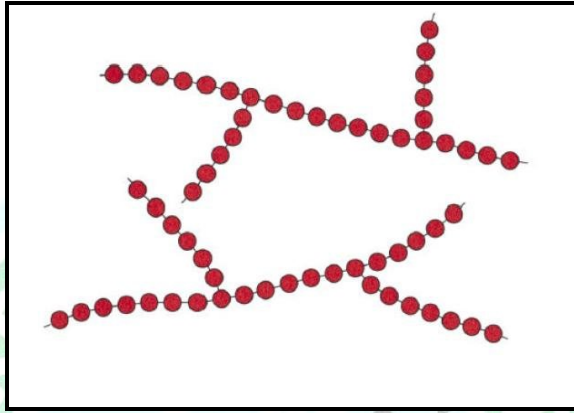
#### 1. LİNEER YAPIDAKİ POLİMERLER

Zincirleri oluşturan atomlar kendi aralarında kovalent bağla bağlı,fakat zincirler arasında Van der Waals bağları vardır. Örnek ; PE , Naylor gibi



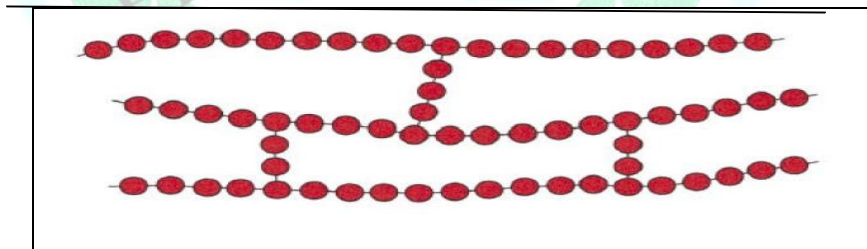
#### 2. DALLI YAPIDAKİ POLİMERLER

Lİneer yapıdaki polimere göre zincir dolgusundaki verimlilik veya yapıdaki zincir yoğunluğu azalmıştır.



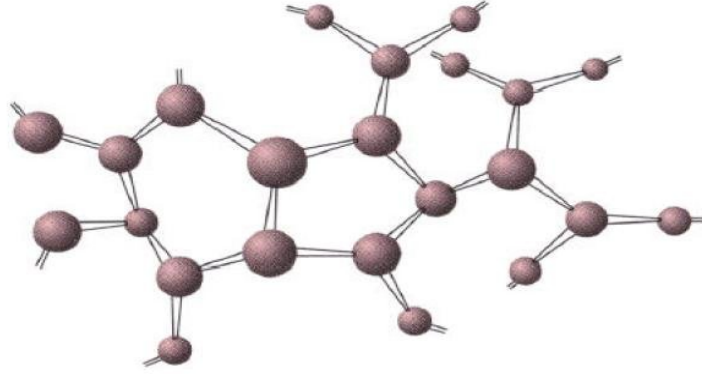
#### 3. ÇAPRAZ BAĞLI YAPIDAKİ POLİMERLER

Bu yapıda zincirler de kovalent bağla birbirlerine bağlanmışlardır.Ek atomlar veya moleküllerle zincirler arasında sık sık bağlanma olur.Kauçuk ve lastik bu yapıdadır.



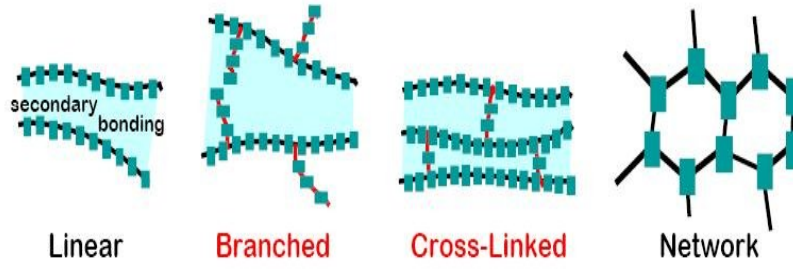
#### 4. NETWORK YAPIDAKİ POLİMERLER

Bu 3D (Üç boyutlu) net-work yapılar, üç fonksiyonlu “MER” lerden oluşmuşlardır.



#### ZİNCİRLER ARASINDAKİ MUKAVEMET İLİŞKİSİ NASILDIR ?

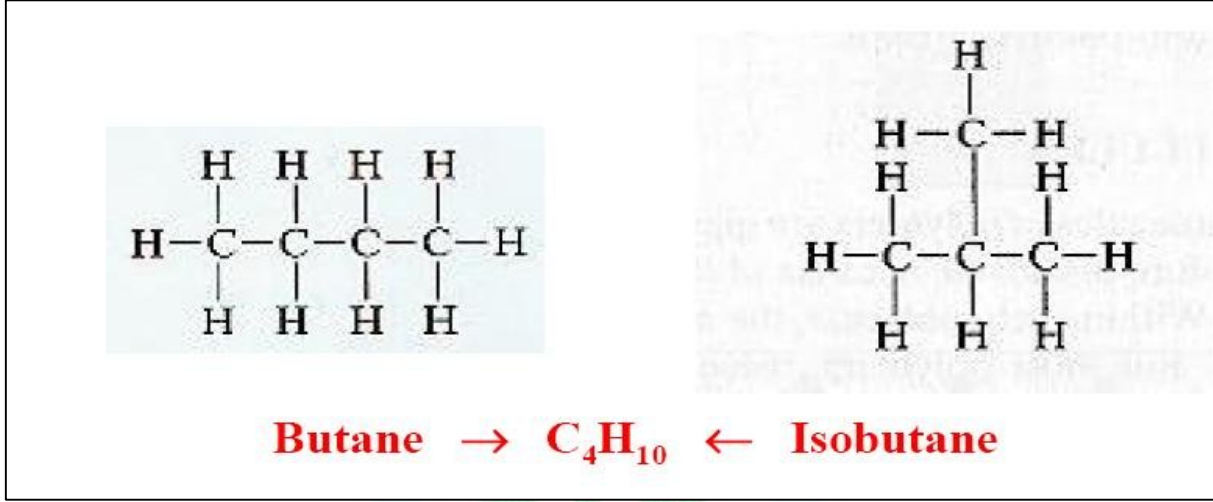
- Kovalent bağ ile bağlı zincirlerin görünüşleri ve mukavemet durumları



Mukavemet artış yönü

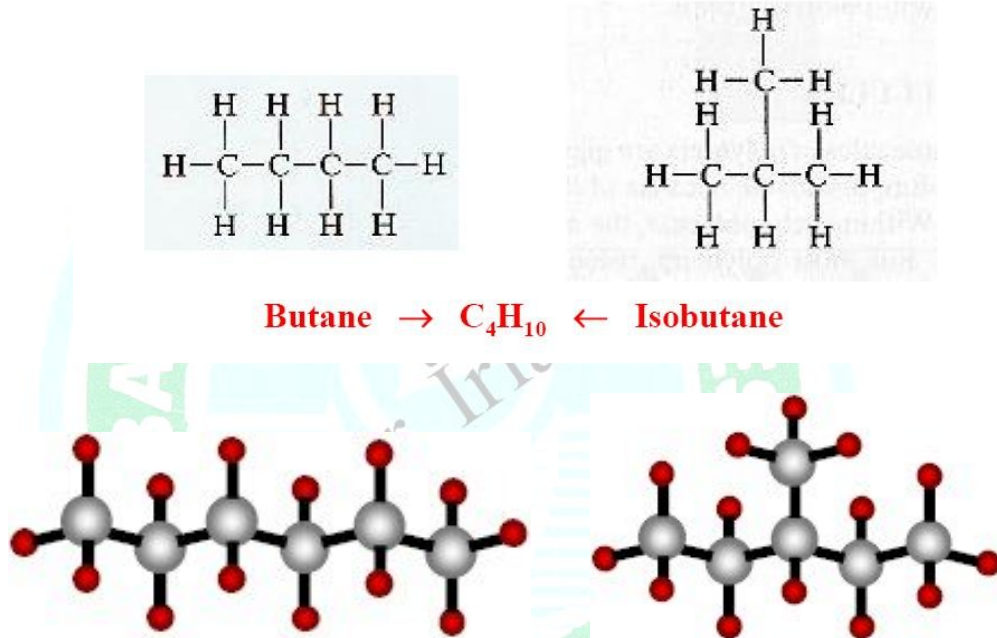
## POLYMER MOLEKÜLÜ' NÜN YAPISI İSOMERİZM

Aynı kompozisyona sahip (H-C) bileşikleri farklı atomsal dizilişler şeklinde bulunabilirler. Fiziksel özellikler, bu izomer yapıya göre farklılık gösterebilirler. [ Örneğin normal butane'nin kaynama sıcaklığı (- 0,5<sup>0</sup> C) iken, isobutane'nin (- 12,3<sup>0</sup> C ) dir.]



### İSOMER NEDİR ?

Aynı atomları içeren fakat farklı dizilişte olan atomlardan oluşan moleküllere “**isomer**” adı verilir. BUTANE VE İSOBUTANE buna örnektir.



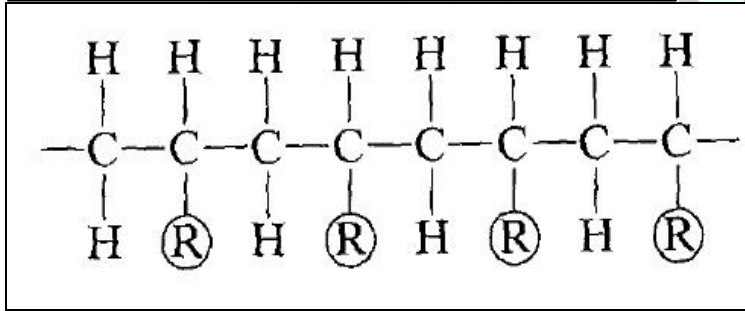


İki tip isomerizm vardır.

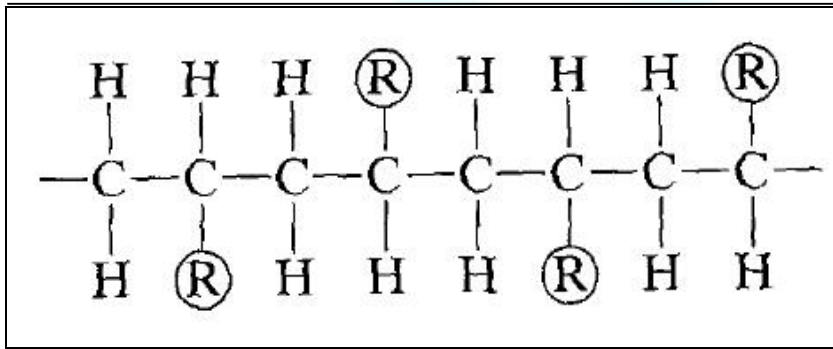
“STEREOİSOMERİZM” ve “GEOMETRİK İSOMERİZM”

**Stereoisomerizm:** Atomlar birbirine aynı sırada bağlı fakat farklı uzaysal düzende olabilirler.

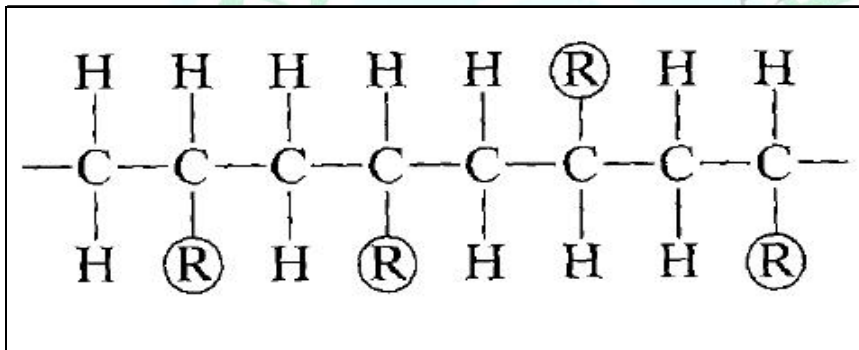
**1.İSOTACTİK DOKU :** Tüm yan gruplar  $\text{\textcircled{R}}$  zincirin aynı tarafında bulunurlar.



**2.SYNDİOTACTİK DOKU :** Tüm yan gruplar  $\text{\textcircled{R}}$  zincirinin sırayla bir üst tarafında bir alt tarafında birbirini izleyen bir sıra dahilinde bulunurlar.



**3.ATACTİK DOKU :** Tüm yan gruplar  $\text{\textcircled{R}}$  zincir boyunca rastgele üstte veya altta dizilebilirler.

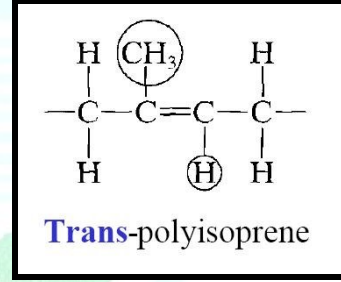
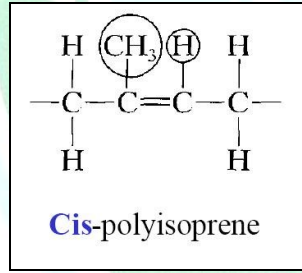


## Geometrik İsoomerizm

**Tanım** : Bir zincirde çift BAĞ ile bağlı 2 “C” atomu düşünelim.”H” atomu veya “R” yan grup , bu iki atoma bağlı, fakat aynı tarafta olsunlar.

Aynı tarafta ise adı : **CİS-POLYİSOPREN**

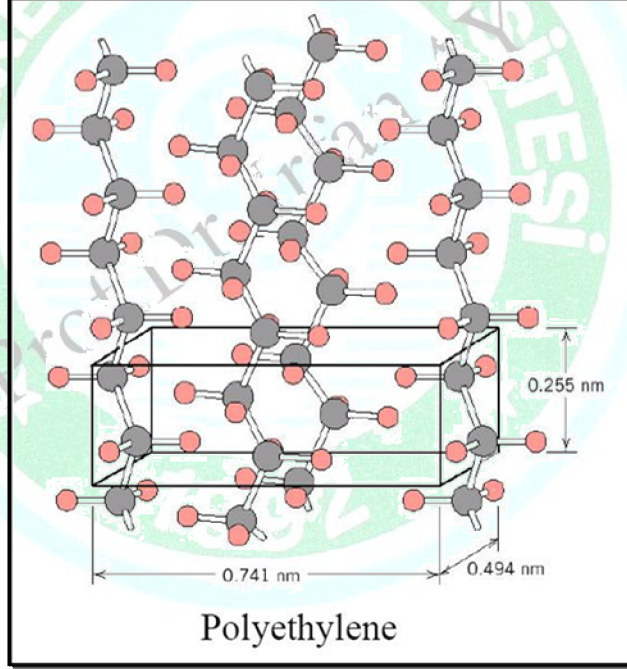
Zıt tarafta ise adı : **TRANS-POLYİSOPREN** olur



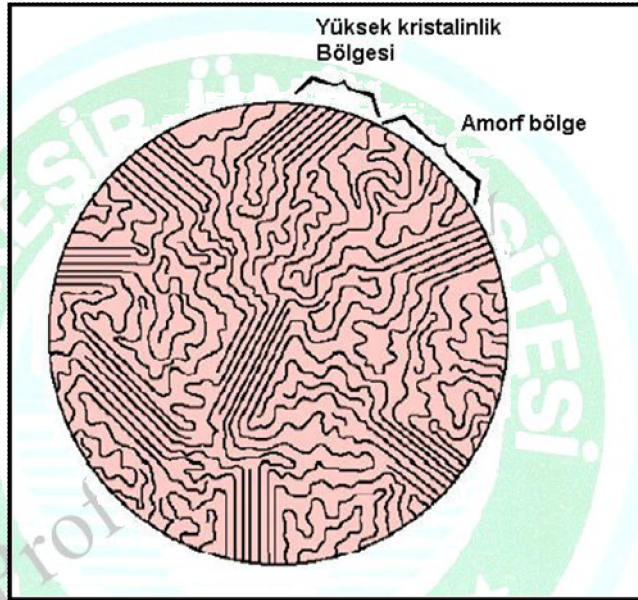
## POLYMERİN KRİSTALİNLİĞİ

### POLYMERİN KRİSTALİNLİĞİ

Polymer kristallerindeki atom düzeni, metallerekinden daha kompleks'tir.



Polymer molekülleri sıkça “**KISMI KRİSTALİN**”-Yarı kristalin- yapıdadırlar.Bu kristalin bölgeler amorf olan malzeme içersinde dağılmış vaziyettedir.





**Kristalinlik derecesi nedir ? :**

1)- Katılma esnasındaki “**SOĞUTMA HIZI**” ile tarif edilir ki ;Soğutma hızı , zincirlerin hareketi ve kristal yapı içerisinde onların sıraya dizilmeleri için ZAMAN çok gereklidir.

2)- “**MER**” **KOMPLEKSLİĞİ** : ile tarif edilir ki ; Kristalinlik nisbeten kolayca kristalize olan PE gibi basit polimerler, kompleks yapılarda daha az’dır.

3)- “**Zincir durumu**” ,ile tarif edilir ki, : “**Lineer**” yapıdaki polimerler nisbeten kolay kristalize olurlar. “**Dallı**” yapıdaki polimerler, kristalinliğe mani olurlar. “**Çapraz bağlı**” polimerler hem kristalin hem de amorf yapıda olurlar, “**network**” yapıdaki polimerler hemen hemen tamamı amorf’ turlar.

4)- **İsomerizm** ile tarif edilir ki ; : İso tactic , syndiotactic polimerler nisbeten kolay kristalize olurlar- geometrik düzenlilik, zincirlerin uyumuna müsaade eder, atactic polimerler kristalize olmayı zorlaştırırlar.

5)- “**Copolmerizm**” ile tarif edilir ki ;

Şayet ; “**MER**” dizilişleri daha düzenli olursa, kristalinlik daha da kolaylaşır. “**Sıra sıra birbiri ardınca**” dizilmiş olan polimer yapıda ve “**blok**” tipi polimer yapılarda kristalinlik , “**rastgele ve yıldız**” tipi polimerlerdekiyle kıyaslandığında daha kolay olabilir.

**KRİSTALİNLİĞİN ÇOK OLMASI** ; Yüksek yoğunluk, daha fazla mukavemet,çözünme ve erimeye karşı daha yüksek direnç ve ısıtma ile daha fazla yumuşama ifade eder.

Kristalin yapıdaki polimer’lerin yoğunluğu, amorf yapıdaki polimerlerin yoğunluğundan daha fazladır.Bu nedenle “**KRİSTALİNLİK DERESESİ**” yoğunluk ölçümünden elde edilebilir. Şöyle ki;

$$\% \text{ Kristalinlik} = \frac{\rho_c (\rho_s - \rho_a)}{\rho_s (\rho_c - \rho_a)} \text{ burada ;}$$

$\rho_c$  : Tam kristalin yapıdaki polimerin yoğunluğu

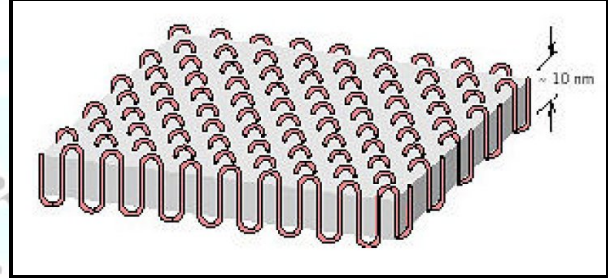
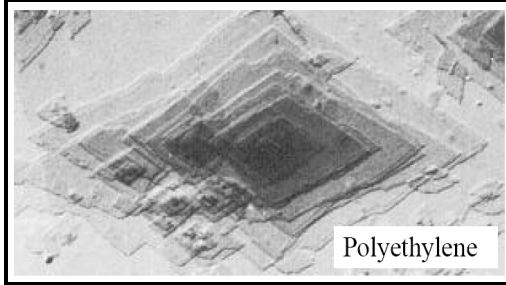
$\rho_a$  : Tam amorf yapıdaki polimerin yoğunluğu

$\rho_s$  : Analiz ettiğimiz kısmi krstalli polimerin yoğunluğu



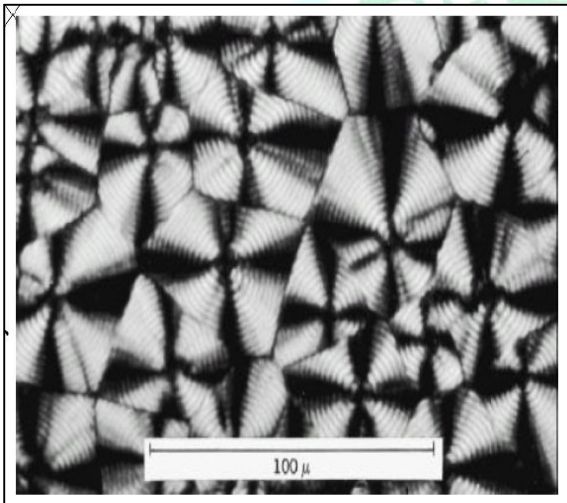
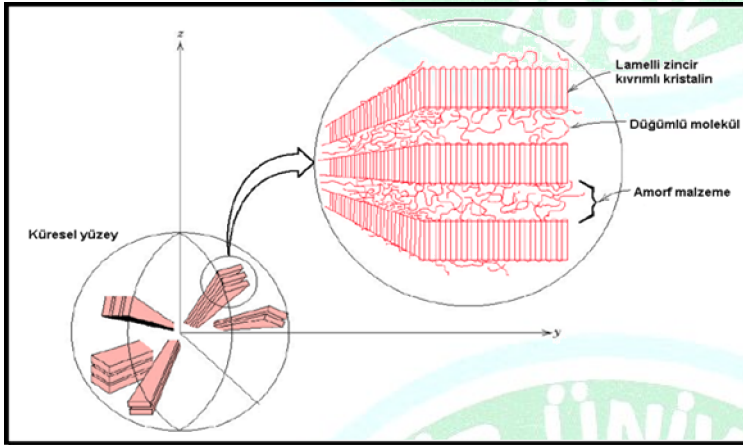
## POLYMER KRİSTALLERİ

Eriyik halden büyümüş ince kristalin hücrelerinde zincirler resimde görüldüğü gibi ileri – geri kıvrılır bükülürler.Buna “**zinciri kıvrılmış model**” adı verilir.



Ortalama zincir uzunluğu “**kristalinlik**” kalınlığından çok daha büyüktür.

## POLYMER KRİSTALLERİ



Lamelli kristalin kümeleri~ 10 nm kalınlığında amorf malzeme ile ayrılmıştır.Kümeler küre şeklindedir.