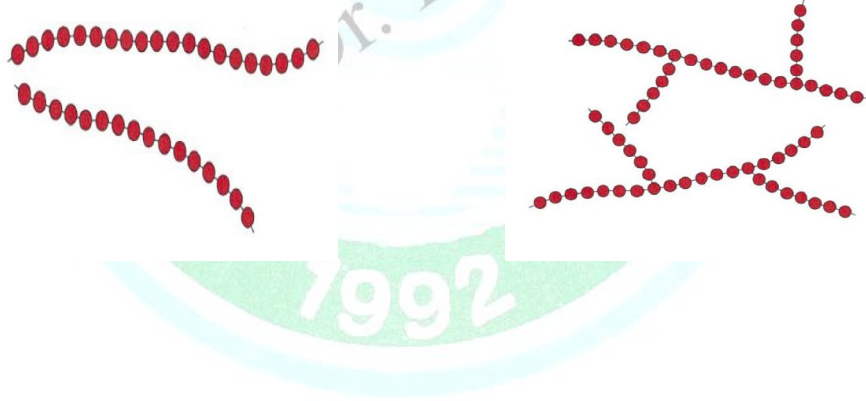


TERMOPLASTİK VE TERMOSET PLASTİKLER

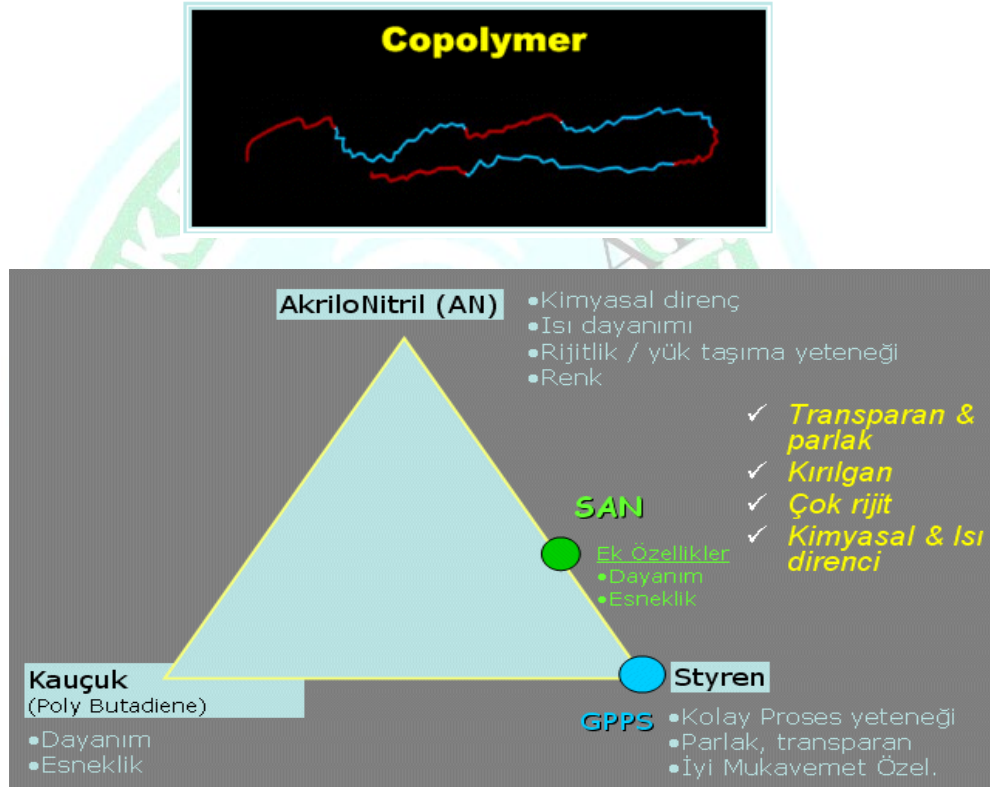
TERMOPLASTİK POLYMERLER (I)

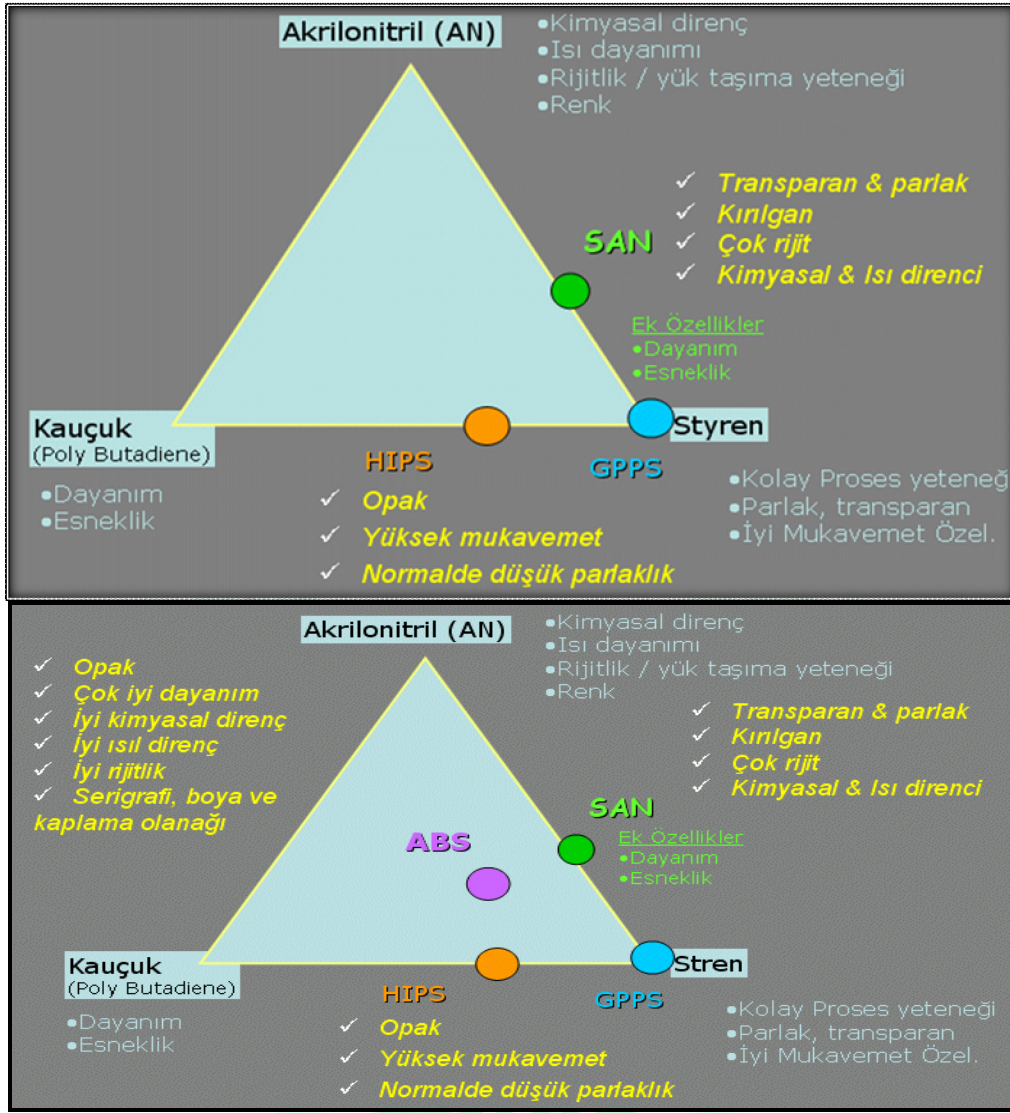
TERMOPLASTİKLER : Isıtıldıkları zaman yumuşar ve akar,soğutulunca sertleşirler,katılaşır.Bu olay termoplastikler için tekrar edilebilir bir özelliktir.Bu şekillendirme esnasında hiçbir kimyasal değişime uğramazlar.Genel de polimerizasyon adı verilen kimyasal işlemle elde edilirler.Yüksek sıcaklıklarda zincirler arası bağlar zayıflar.Pek çok termoplastik yapıdaki polymer'ler lineer polymer şeklindedir.Ve bir miktar da dallı yapıdadırlar.En önemlileri ,



ABS ve SAN :

İki polimer kimyasal reaksiyon ile birleştirilerek yepyeni bir kimyasal yapı - polimer elde edilir.





ABS ve SAN : ABS sert, rijit ve tok bir malzemedir.Yüksek darbelere dayanıklıdır.Darbe sonu kırılması sünektir.Yüksek ısıya dayanıklı,aleve dayanıklıdır.Uzun süre güneş etkisinde kalırsa rengi,darbe mukavemeti,sünekliliği azalır.

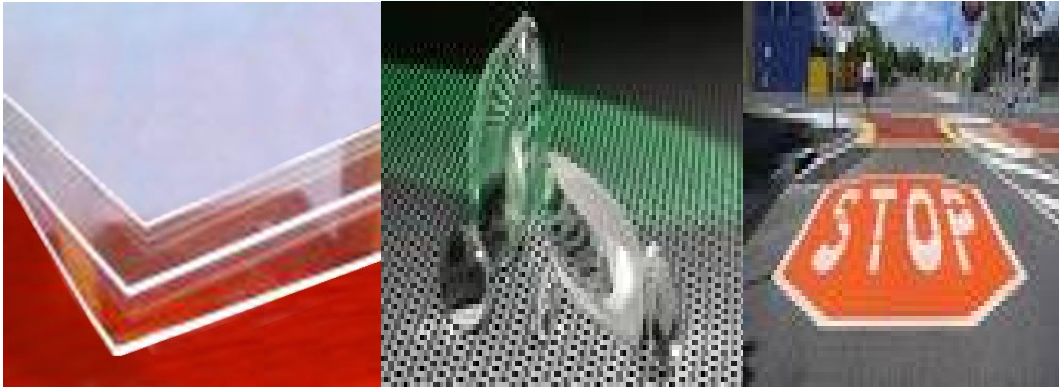
SAN ise sert, rijit ve şeffaf bir plastiktir.Çok iyi kimyasal mukavemeti vardır.Tıp şırıngaları,vakum temizliyecileri,buzdolabı bölmeleri,bulaşık makinalarının yapımında kullanılırlar.



ASETAL (POM) : Yüksek kristalinlik değerine sahiptir.Sert,rijit iyi nem mukavemetine,ısı ve çözücü mukavemetine sahiptir.Uzun süre yüksek sıcaklıklarda kararlı kalırlar.Asetal'in kopolimer'leri kuvvetli asitlerden etkilenirler.Asetalin homopolimer'leri ile kopolimerleri cam elyafı ile enjeksiyonla kalıplama ürünleri olarak imal edilmektedirler.



AKRİLİK (PMMA) : Kristal gibi parlak görünen,açık havada yıpranmaya karşı dayanıklı,ağırlığı cam ağırlığının yarısı kadar olan bu plastiğin darbe mukavemeti de yüksektir.



SELÜLOZ ASETAT (CA) : Saydam,yarı saydam opak veya inci renginde olabilirler.Geniş sıcaklık aralığında tokluğunu muhafaza eder.ısıl iletkenlik çok düşük,su emme özelliği düşüktür.Havada sürekli kalmaya elverişli değildir.



NAYLON -POLİAMİD (PA) : Naylon'un Naylon 6,Naylon 66 , Naylon 610 , Naylon 612, Naylon 11 gibi çeşitleri vardır.Naylon'un en kötü tarafı su emme özelliğinin yüksek olmasıdır.Tüm naylon çeşitleri elyaf ile takviye edilirler.Naylon kristalin yapıya sahiptir.Naylon 6 , döküme gelen bir yapıdadır.Diğerleri zor aktığından yüksek basınç gerektiren enjeksiyon ve ekstrüzyon yöntemlerini kullanırlar.İyi mekanik ve tribolojik özelliklere sahip olan naylon dişli çark, kam,kaymalı yatak malzemesi olarak kullanılır.



POLİKARBONAT (PC) : Alev dayanıklı,besin maddeleri ve ilaçlarla direkt temasları iyi olan,havaya ve ultraviyole ışınlarla dayanıklı,darbe mukavemeti parça kalınlığına bağlı olan,kalınlık arttıkça azalan ancak 6,5 mm kalınlıkta bile hala mukavemetini koruyan bir malzemedir.



POLİETERETERKETON (PEEK) : Kısmi kristalli, tel kaplama ve kompozit malzemeler için uygun bir reçinedir.Oda sıcaklığında tok,rijit uzun sürede aşınmaya karşı çok dayanıklı bir plastiktir.Sulu ortama ve çözücülere karşı mukavemettir.Bu plastik uçak,askeri,nükleer santral gibi alanlarda kullanılan tel ve kablo için yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır.



POLİETİLEN (PE) : Piyasada en çok kullanılan plastiklerden birisidir.Alçak yoğunluklu ve yüksek yoğunluklu cinsleri vardır.Bu malzeme kimyasallara dirençli,aşınmalara dirençli,elektrik özelliği, darbe çentik mukavemeti yüksek,nem emme özelliği hemen hemen sıfır olan bir malzemedir.



POLİSTİREN (PS) : Bu plastik amorf bir yapıdadır.,parlak ve berrak bir görüntüsü vardır.Genişleyen polistiren adı verilen bir cinsi vardı ki enerji sönümlemede çok elverişlidir.Yiyecek ve içeceklere karşı çok dayanıklıdır.Düğme,ışık düğmeleri, içecek şişeleri ve paketlenme malzemesi olarak çok kullanılır.



POLİVİNİL KLÖRÜR (PVC) : Bu plastik piyasada en çok kullanılan malzemelerden biridir.Bir rijit PVC bir de yumuşak PVC cinsi mevcuttur.Hücreli PVC cinsi de vardır.Köpük olarak kullanılır.Ateş dayanıklıdır,kendi kendini söndürebilir,elektrik yalıtıcılığı çok iyi,Fakat kimyasallara dayanıklılığı az olan bir malzemedir.Su boruları,cam çerçeveleri,tel ve kablo izolasyonu olarak,su şişesi olarak kullanılır.

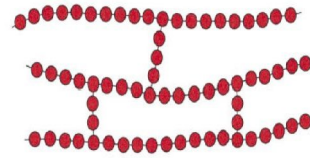
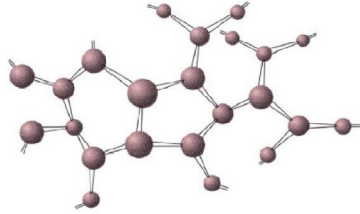


POLİPROPİLEN (PP) : Bu plastik süt beyaz rengindedir.Çok iyi boyanma kabiliyeti vardır.İsı, kimyasal ve elektrik özellikleri ne çok iyi ne çok kötü sınırlı nisbettedir.İlaç,kozmetik,besin endüstrisinde çok kullanılır.



TERMOSET POLYMERLER (II)

TERMOSETLER : Isıtıldıkları zaman sürekli bir katılaşma meydana gelir.Bir daha asla tekrar, tekrar ısıtılıp sertleştirilemez ler.Tıpkı yumurtayı pişirdikten sonra katılaştırıp yeniden yumuşatamadığımız gibi.Genelde polikondenzasyon yöntemi ile üretilirler.Isıtma esnasında kovalent çapraz bağlan ma oluşmuştur.Bu tip bağlanma eğme ve dönme hareketlerini engeller.Daha sert ve aynı zamanda gevrek'tirler.En önemlileri :



ALKİDLER : Bu plastiklerin en önemli özellikleri çok düşük su emme, çok iyi elektrik özelliği gösterirler,fiyatları oldukça düşüktür.Alkalilerden etkilenir,fakat zayıf asitlere dayanıklıdır.Özellikle elektrik malzemelerinde çok kullanılırlar.



AMİNO (MELAMİN, ÜRE) : Oda sıcaklığında sıvı, katı ve kuvvetlendirilmiş olarak bulunurlar.Bir katalizör,ısı altında malzeme sert ve mukavim hale gelir.Amino plastikler üre ve melaminden elde edilirler.Amino reçineleri, sert,rijit, aşınmaya dayanıklı, yük altında çok az şekil değiştirirler.Elektrik yalıtkanlığı süper,yiyeceklere koku vermezler.Aleve karşı dayanıklıkları iyidir. Ağaç yapıştırıcıları,kaplamalar da kullanılırlar.Düğme,tabak, bardak,elektrik parçaları olarak yapılırlar.



EPOKSİ REÇİNE (EP) : Termik özellikleri ve kimyasal mukavemetleri çok iyidir.Havada dayanıklılıkları iyidir.Oldukça düşük olan mukavemetleri lifli güçlendiricilerle iyileştirilir.



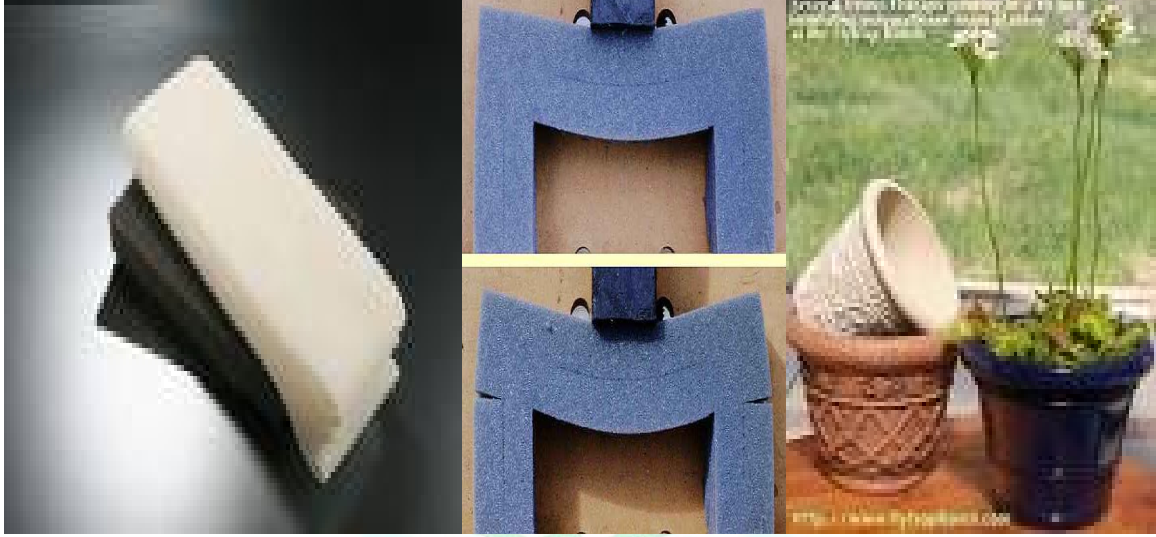
FENOLİKLER : Genel amaçlı,katkısız,darbeye karşı mukavemetli, ısıya mukavemetli, iyi elektrik özelliği olan, malzemelerdir. Elektrik parçaları, düğme,,açık havada çalışan pompa gövdeleri,elektrik süpürge parçaları, yapıştırma, emdirme, kaplama gibi alanlarda kullanılır.



POLYESTER (TERMOSET) : Genellikle termoset polyester cam ile kuvvetlendirilmiş olarak CTP şeklinde kullanılır.Bu reçineler kütle kalıplama ve levha kalıplama şeklinde de bulunurlar.Mekanik özellikleri katkı elemanlarına göre çok farklılıklar gösterir. Tekne, mimari paneller,atletizm elemanları, su depoları,sandalye,mobilya yapımında kullanılırlar.



POLİURETAN : Bu reçine termoset veya termoplastik şeklinde bulunur. Yoğunluğu çok düşük derecelerden rijit derecelere kadar değişir.Sıvı şeklindeki poliüretanlar termoset'lerdir.Esnek,rijit ve tam kabuklu köpük çeşitleri vardır.

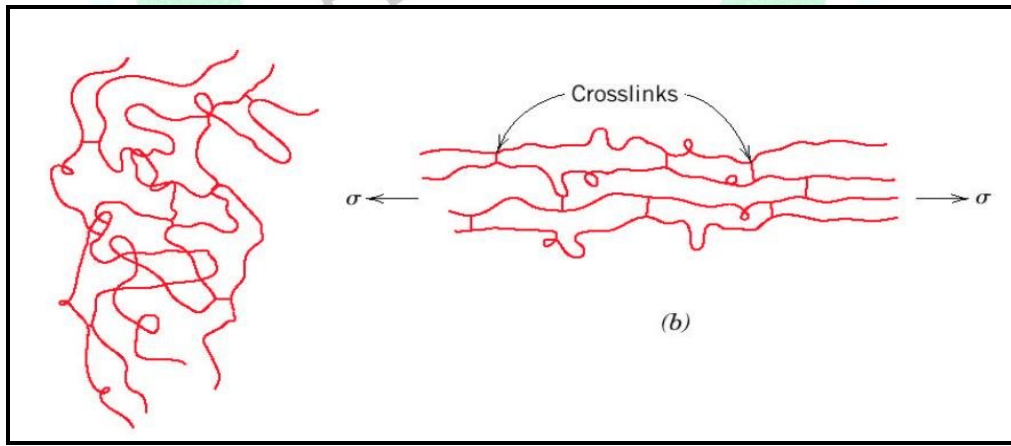


ELASTOMER PLASTİKLER

ELASTOMERLER-(I)-

Elastomerler , çok fazla uzatılabilirler sonra, elastik olarak yay gibi gerilerek orijinal uzunluklarına geri dönerler.Bu davranış lastikte çok bariz bir şekilde vardır.Bir polymer'in elastomer yapı olması için bazı kriterlerin olması gerekir

- * Bu yapı kristalleşmeye karşı direnir. (elastomerler amorf yapıdadırlar.)
- * Nisbeten serbest zincir dönmeleri gözlenir.(Üzerlerinde gerilme olmayan elastomerler sarıllı,kıvrıllı vaziyette iken,üzerlerine gerilme uygulanmış elastomerler deformasyon esnasında uzamış vaziyettedirler.)



ELASTOMERLER-(II)-

Elastomerlerde ;

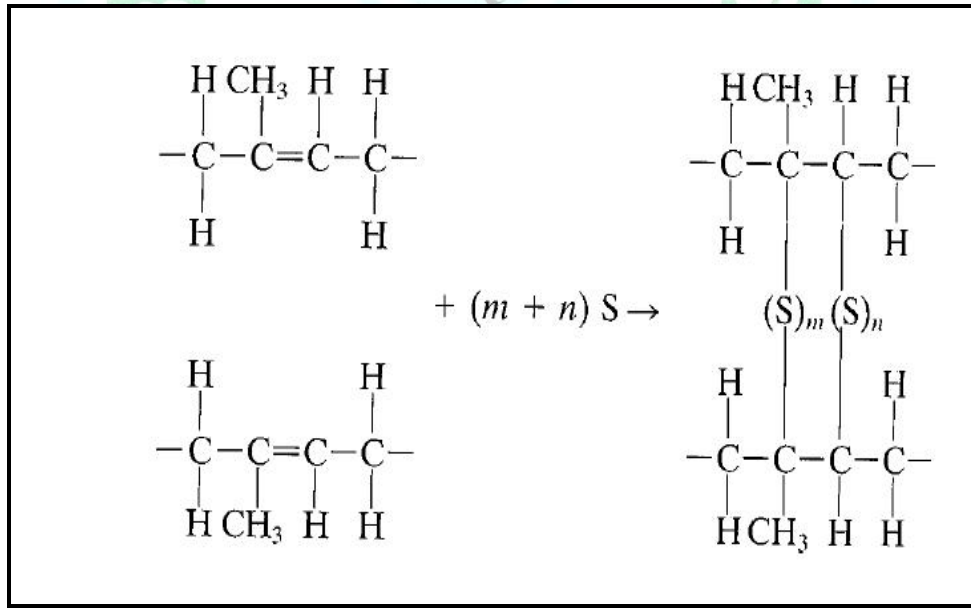
- * Bir miktar çapraz bağlanma, plastik deformasyona karşı direnci artırır (Vulkanizasyon oluşumunda olduğu gibi)
- * Sıcaklık, camsı dönüşüm sıcaklığı (T_g) nın üzerindedir. (T_g) camsı dönüşüm sıcaklığının altındaki elastomerler gevrekleşir.



ELASTOMERLER :

VULKANİZASYON-(I)-

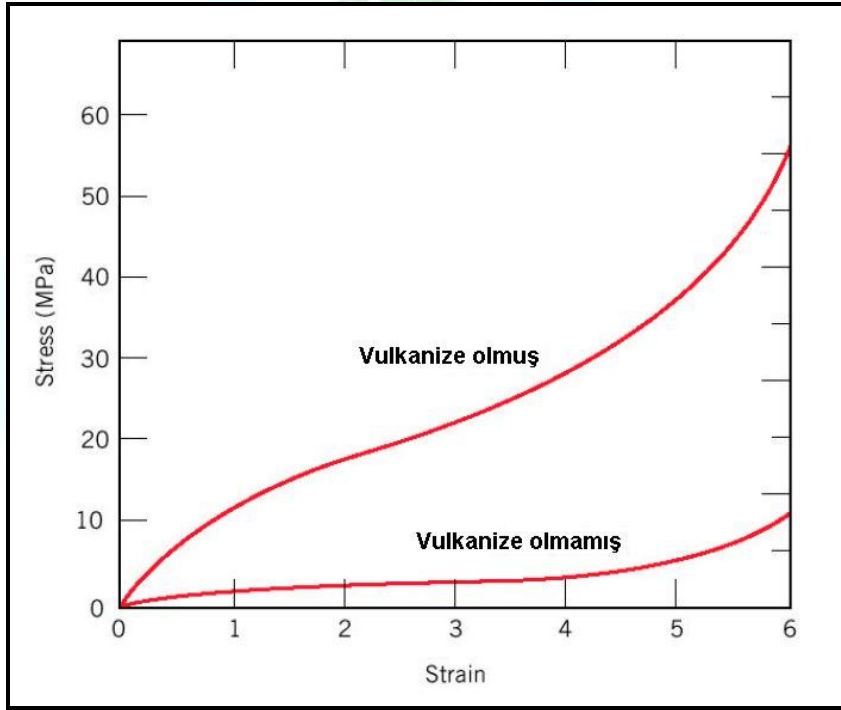
- * Çapraz bağlanma, elastomerik davranışın gerekli şartlarından birisidir.
- * Bu çapraz bağlantı, yüksek sıcaklıklarda genellikle de “S” bileşiklerin katkısıyla kimyasal yolla elde edilen ve de tekraralanabilen bir işlemdir.
- * “S” atomları çift bağlı “C” atomları ile KÖPRÜ şeklinde çapraz bağlantı yaparlar.



VULKANİZASYON-(II)-

- * Vulkanize olmamış lastik yüksek çevre sıcaklıklarında yumuşamadan, düşük çevre sıcaklıklarında sertleşmeden zarar görür. Bu problemin üstesinden gelmek için çok çeşitli kimyasal işlemler denendi. 1839 yılında Charles GOODYEAR kazara “S” kaplı lastiği ısıtma ile “vulkanizasyon” olayını keşfetti. Isıtma ve soğutma durumunda lastiğin özelliğinin sabit kaldığını gördü.
- * Çünkü lastik vulkanizasyon ile çapraz bağlantı yapmaktaydı. Elastomer malzemeler bir “termoset” polymer’ler dir.
- * (E), ($\sigma_{\text{çek}}$) ve oksitlenmeye karşı direnç vulkanizasyonla artar. (E), özellikle çapraz bağlanmanın büyüklüğü ile orantılıdır. Aşırı çapraz bağlantı uzamayı azaltır.

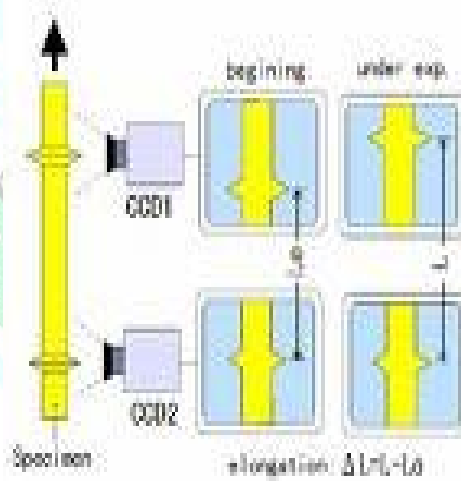
VULKANİZASYON-(III)-



PLASTİKLERDE VİSKOELASTİK ÖZELLİK

VİSKOELASTİCİTY (I)

Plastiklerin en belirgin özelliği aynı anda hem **ELASTİK** hem de **VİSKOS** (sıvı) anlamına gelen **VİSKOELASTİK** davranış göstermeleridir. Yani yük altındaki plastikte zamanla “uzama” meydana gelir. Uzamayı sabit kabul edersek zaman içerisinde “**gerilme**’de azalma” oluşur. Bu yüzden plastikler metallere farklı davranış sergilerler. Bu da **Sürünme** ve **Gevşeme** şeklinde kendini göstermektedir.



Sürünme'nin tarifinden “**sabit bir gerilme**” altında malzeme sürekli şekil değiştirir. **Gevşeme** ise ; sabit şekil değiştirme miktarında iken “**gerilme**”nin sürekli azalmasıdır.

* Plastik malzemelerin bu davranışı matematik model ile açıklanabilir mi? **EVET.**

* Bu konu ile ilgili esas itibariyle iki model mevcut

1. MAXWELL MODELİ

2. VOİGHT-KELVİN MODELİ

* Fakat bir üçüncüsü de bu iki modelin karışımı olan

3. KARIŞIK MODEL vardır.

MAXWELL MODELİ

* Bu model bir YAY be bir DASPOT tan meydana gelir.

* YAY için değerler σ_1, ϵ_1, E

DASPOT için değerler $\sigma_2, \epsilon_2, \eta$

* Bağlılar :

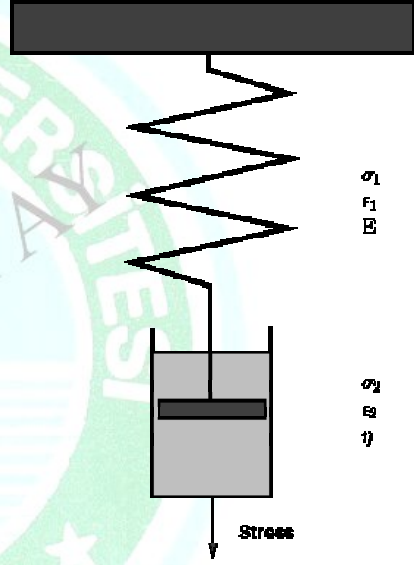
YAY için çekme gerilmesi $\sigma = E \cdot \epsilon$

Kayma gerilmesi $\tau = G \cdot \gamma$

DASPOT için çekme gerilmesi $\sigma = \eta \cdot \dot{\epsilon}$

Kayma gerilmesi $\tau = \mu \cdot \dot{\gamma}$

formülleri ile ifade edilir.



Alan sabit kabul edilirse ; kuvvet uygulandığında yay ve daspot seri bağlı olduğundan doğan “gerilme” :

$$\sigma = \sigma_1 = \sigma_2 \text{ olur.}$$

$E \cdot \epsilon_1 = \eta \cdot \dot{\epsilon}_2$ Uygulanan yük sonucu yay hemen şekil değiştirip ϵ_1 kadar şekil değiştirirken daspot zamana bağlı şekil değiştirir.

$$= \eta \cdot (d\epsilon / dt)$$

Bu uygulanan kuvvet sonucu oluşan deformasyonun hem yay hem daspotta toplam

“şekil değiştirme” miktarı :

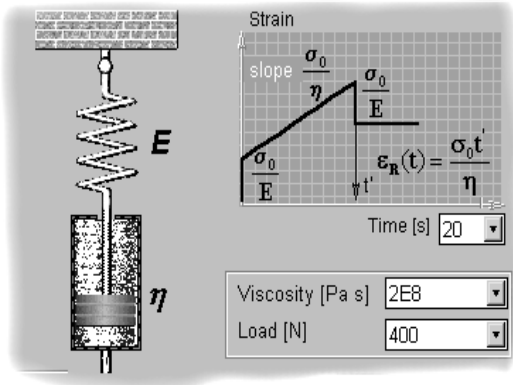
$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2 \text{ olur.}$$

Bu denklemlerden hareketle önce “sürünme” için nasıl bir “şekil değiştirme” olur onu matematiğe dökelim?

$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2$$

$$d\epsilon / dt = d\epsilon_1 / dt + d\epsilon_2 / dt$$

$$d\epsilon / dt = 1/E \cdot d\sigma_1 / dt + \sigma / \eta$$

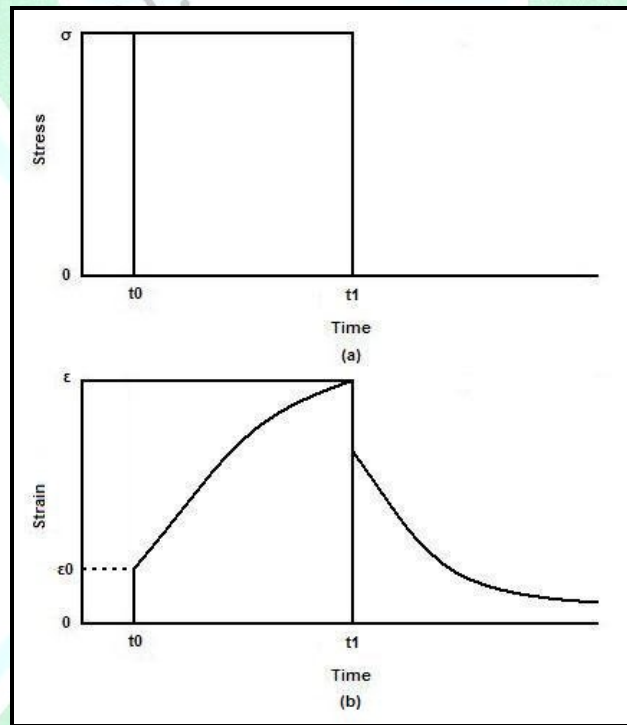


$$d\varepsilon = 1/E \cdot d\sigma/dt \cdot dt + \sigma/\eta \cdot dt$$

$$d\varepsilon = 1/E \cdot d\sigma + \sigma/\eta \cdot dt$$

$$\varepsilon = \sigma/E + \sigma/\eta \cdot t \quad \text{olur.}$$

Bu denklemin karşılığı olan diyagram da aşağıdaki gibidir.



MAXWELL MODELİ - Uzaması

Bu model de “**gerilim gevşemesi**” nasıl olacak onu matematiğe dökelim? Gerilim gevşemesinde kural şekil değiştirme sabit iken gerilmenin azalmasıydı. Yani ;

$$\dot{\varepsilon} = \text{sabit yani} \quad d\varepsilon/dt = 0 \quad \text{O zaman ;}$$

$$0 = 1/E \cdot d\sigma/dt + \sigma/\eta$$

t= 0 başlangıcında durum

$$\sigma = \sigma_0 \quad \text{uygulanan gerilme } \sigma_0 \text{ olsun}$$

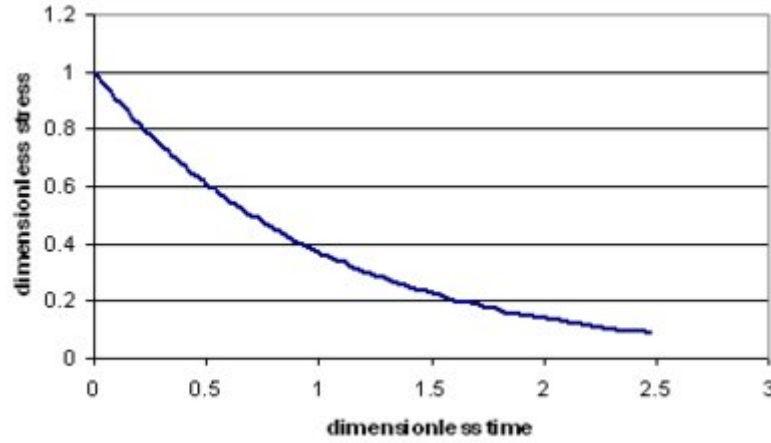
$$d\sigma / dt = - (\sigma_0 / \eta) / E \text{ olur}$$

$$d\sigma = - (\sigma_0 / \eta) / E \cdot dt \text{ integrali alınırsa ;}$$

$$\sigma(t) = \sigma_0 \cdot e^{-(E/\eta)t} \text{ şeklinde olur.}$$

Bu denklemin eğrisi ise aşağıdaki gibidir.

* Bu model “**gerilim gevşeme**” davranışını açıklama bakımından yeterli fakat “**sürünmeyi**”, şekil değiştirmeyi açıklama bakımından yetersizdir.



VOİGHT- KELVİN MODELİ

* Bu model de **yay** ile **daspot** birbirine paralel bağlıdır.

Aynı anda bir kuvvet uygulanırsa ;

Uygulanan kuvvet sonucu doğan gerilme :

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 \text{ olur.}$$

Deformasyon sonucu meydana gelen “**şekil değiştirme**”

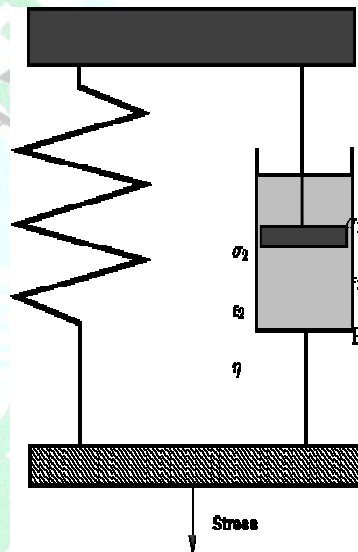
$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2^* \text{ olur.}$$

Bu bilgiler ışığında doğan gerilmeyi yazarsak ;

$$\sigma = E \cdot \varepsilon_1 + \eta \cdot \dot{\varepsilon}_2^* \text{ olur.}$$

Deformasyon sonucu şekil değiştirmeler eşit olduğu için

$$\sigma = E \cdot \varepsilon + \eta \cdot \dot{\varepsilon}^* \text{ yazılır.}$$



* Sabit bir gerilme (σ_0) altında “sürünme”yi inceleyelim ;

Gerilme formülünü yeniden yazar ve (ε) ‘nu çekersek;

$$\sigma_0 = E \cdot \varepsilon + \eta \cdot (d\varepsilon/dt)$$

$$\sigma_0 / \eta = (E \cdot \varepsilon) / \eta + (d\varepsilon/dt)$$

$$0 = (E \cdot \varepsilon) / \eta - \sigma_0 / \eta + (d\varepsilon/dt)$$

$$- (d\varepsilon/dt) = (E \cdot \varepsilon) / \eta - \sigma_0 / \eta$$

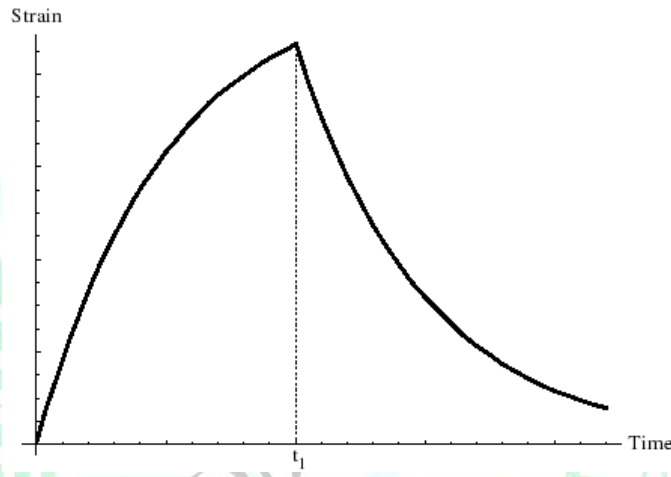
$$(d\varepsilon/dt) = \sigma_0 / \eta - (E \cdot \varepsilon) / \eta$$

$$d\varepsilon = [\sigma_0 / \eta - (E \cdot \varepsilon) / \eta] dt$$

integrali alınırsa ;

$$\varepsilon(t) = \sigma_0 / E [1 - e^{-(E/\eta)t}] \text{ olur.}$$

Bu formülün eğrisi aşağıdaki gibidir. Denklemdaki E/η gecikme zamanını ifade eder. Sisteme σ_0 gerilmesi uygulandığında (ε) ani değil de (E/η) kadar bir gecikme ile olacak ve ancak $t = \infty$ olduğunda $\sigma_0 = E \cdot \varepsilon$ olacaktır. Bu sonuç ise malzemenin davranışını yansıtmaz.



* Bu model “gerilim gevşeme”ini izah edemez. Zira sabit şekil değiştirmede $(d\varepsilon/dt) = 0$ ise formül gereği ;

$$\sigma_0 = E \cdot \varepsilon + \eta \cdot (d\varepsilon/dt)$$

$$\sigma_0 = E \cdot \varepsilon + 0 \text{ gerilme sabit kalır.}$$

Oysa gerilmenin zamanla düşmesi gerekirdi. Bu sonuç ta gerçeğe uymuyor.

MAXWELL VE VOİGHT- KELVİN BİRLEŞİK MODELİ

* Bu model iki modelin birleşik halidir.Denklemi de aşağıdaki gibidir.

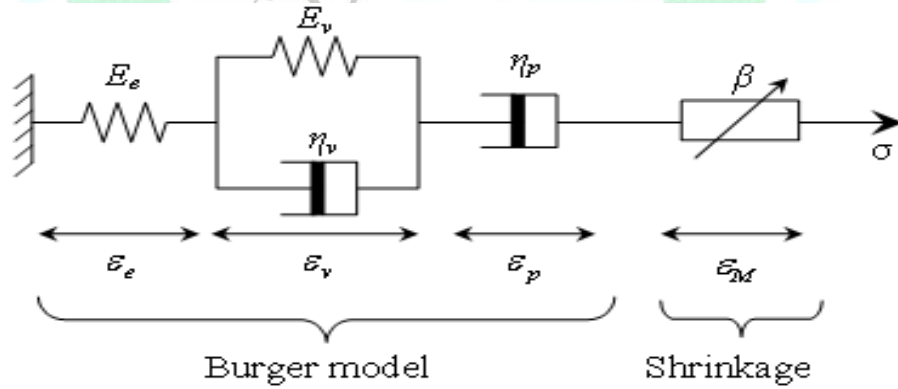
$$\epsilon(t) = [\sigma_0 / E + \sigma_0 / \eta + \sigma_0 / E (1 - e^{-(E/\eta)t})]$$

(I) (II) (III)

(I) : Hook özelliği - elastiklik ifade eder.

(II) : Newtonun viskos davranışı ifade edilir.

(III) : Yük kalktıktan sonra elastik hale geçiş ifade edilmektedir.



* “Elastiklik” plastik malzemenin fiziksel bağ kuvvetleri ile alakalıdır.

“Viskozluk” , moleküllerin kayması ile alakalıdır.Çapraz bağlanma bu değeri azaltır.Plastiğin “geciken elastik tepki”si ise molekül zincirlerinin keyfi oluşumu sebebiyledir.

* Görüldüğü gibi plastik malzemeler tek bir zincirden değil, birbirine bağlı birçok zincir ve alt zincirlerden meydana gelmektedir.Üstelik bu zincirler eşit şekil değiştirmemektedirler Bu nedenle yukarıda açıklanan modeller plastik malzemenin davranışı hakkında sadece fikir verebilirler.Plastiklerin viskoelastik davranışını MOLEKÜLER SEVİYEDE tam olarak ifade edemezler.

VİSKOELASTİK CREEP-

Pek çok polymer, sabit yük altında zamana bağlı olarak deformasyona karşı hassastır ve oda sıcaklığında bile sürünme önemli olabilir (orta seviyedeki gerilmelerde bile-yani σ_{ak} dan daha düşük gerilmelerde-.)

Sürünme test sonuçları zamana bağlı “sürünme modülü” ile tarif edilir.

$$E_c(t) = \sigma_{ak} / \epsilon(t)$$

Sürünme miktarı, “kristalinlik” artarken azalır.

PLASTİKLERDE ÇATLAK- ÇİZİK VE KIRILMA

POLYMERLERDE KIRILMA OLAYI-(I)-

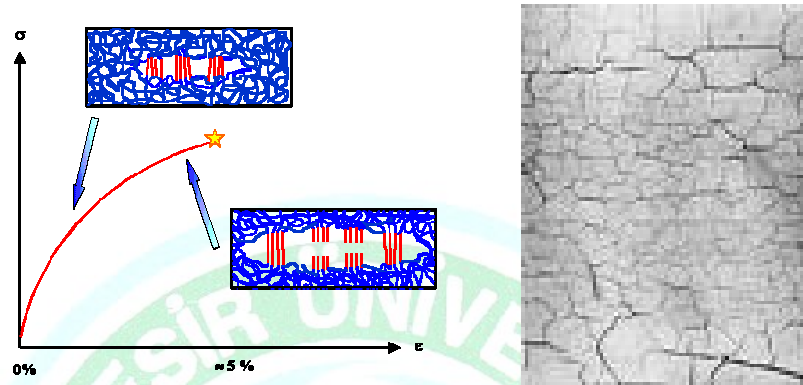
Polymerlerin kırılma mukavemetleri metal ve seramiklerle kıyaslandığında çok düşük seviyelerdedir.

* Gevrek kırılmalar, termoset polymerlerde olur.Kırılma, gerilim biriktiricilerin olduğu çentik, çizik gibi yerlerde başlar.Kovalent bağ'lar da kırılma esnasında hayli güçlüdür.

* Termoplastiklerde hem sünek hem de gevrek kırılma tipi görülür.Gevrek kırılma düşük sıcaklıklarda, yüksek deformasyon hızlarında ve gerilim birikimi olan yerlerde görülür.

* Gevrek –sünek dönüşümü, ekseriya artan sıcaklıkla olur.

Camsı termoplastiklerin kırılması,ekseriya ufak çatlak ve çizgilerin-(**crazing**)- arasından ilerliyerek olur.Lokal bölgeler aktığı zaman,mikroboşluklar, birbirine bağlı sıra sıra birleştikleri zaman “**crazing**” adı verilen çatlak ve çizikler oluşur.



* Hayli yüksek çekme yüklerinde bu “köprü” ler uzar,çatlak yayılmasına olanak tanır ve kırılırlar.

* “Crazing” kırılma enerjisini absorbe eder ve kırılma tokluğunu artırır.

