



Dokuz Eylül Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü





İNŞ2023 YAPI MALZEMESİ I


POLİMERLER

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar YALÇINKAYA


www.caglaryalcinkaya.com


- 
- Polimerler küçük kimyasal yapıların çok sayıda tekrarından oluşan geniş moleküllerdir. Polimerler, doğal ve yapay olarak iki gruba ayrılabilir.
 - Yapay polimerler genellikle, çok sayıda tekrarlanan monomer veya kısaca mer denilen basit ünitelerden oluşur. Bunların adlandırılmasında çok sayıda anlamına gelen “poli” sözcüğü ile “mer” sözcüğü birleştirilir.

- 
- Polimerler, kimyasal bileşimlerine göre organik ve inorganik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.
 - **Organik polimerlerde** başta karbon olmak üzere hidrojen, azot ve halojen atomları bulunur. Bir atomun polimer ana zinciri üzerinde bulunabilmesi için en az iki değerlikli olması şarttır. Bu nedenle hidrojen ve halojenler ana zincir üzerinde bulunamazlar. İkinci şart ise ana zincir üzerinde bulunan atomlar arasındaki bağ enerjisinin yeterli olmasıdır.
 - **İnorganik polimerlerde** ise ana zincirde karbon yerine silisyum, germanyum, bor, fosfor gibi elementler bulunur. **Ana zincirde bulunan elementlerin bağ enerjileri organik polimerlerde bulunan elementlerin enerjilerinden daha yüksektir.** Bu nedenle **inorganik polimerler daha yüksek ısı ve mekanik dayanıklılığa** sahiptirler. Ancak, **organik polimerler daha yaygın** olarak kullanılır.

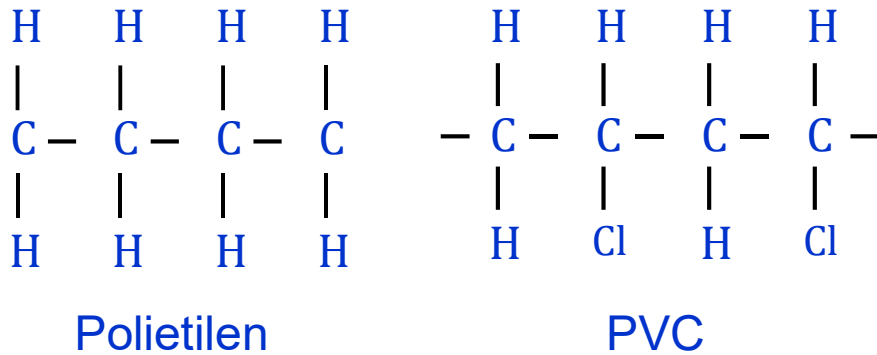
- 
- Polimerler genellikle **İŞLEME YÖNTEMİNE** göre sınıflandırılır. Buna göre polimerler;
 - **termoplastikler**
 - **termosetler** olmak üzere iki büyük gruba ayrılırlar.

- **Plastikler** doğada bulunmayan yapı malzemesi türüdür. Hidrojen, oksijen ve azot başta olmak üzere karbonun organik bileşimlerinden mineral, petrol, ahşap gibi doğal maddelerin ısı, basınç ve kimyasal etkilerle polimerizasyon ve kondansasyon şeklinde molekül ve amorf yapıların değişimi ve yeni bağlar yaratılması sonucu oluşurlar. Sentez yoluyla bileşiğin kendi küçük molekülünden daha büyük moleküllerin üretilmesine **polimerizasyon**, iki veya daha çok arı molekülün su molekülleri dışarıda kalacak şekilde birleşmeleri ve büyümelerine ise **kondansasyon** denir.
- Plastikler, adından da anlaşıldığı gibi plastik davranış gösterebilen ve üretimlerinin belirli aşamasında istenen şekle sokulabilen malzemelerdir.

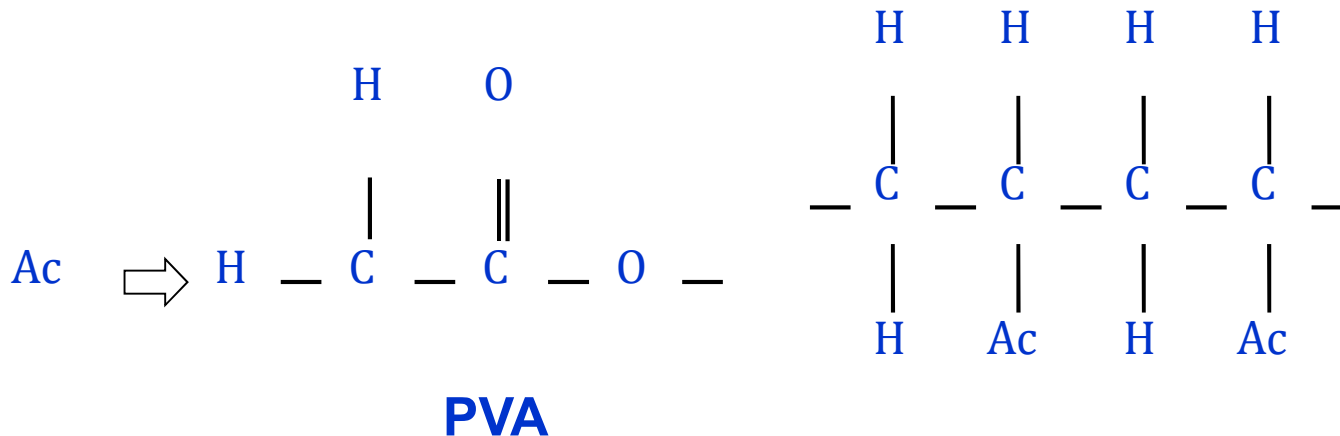
- 
- Plastikler 19. yüzyıl sonlarında ortaya çıkmışlar ve 20. yüzyılın malzemesi olmuşlardır.
 - İlk plastik malzeme selüloz-nitrattır.
 - 1910'da bakalit,
 - 1927'de PVC,
 - 1929'da Üre ve Melamin,
 - 1940'da Poliamit ve Naylon,
 - 1943'de Polietilen ve Silikon
 - 1948'de Epoksi bulunmuştur.

- 
- Polimerizasyon ortamında tek bir mer yerine, iki mer varsa, bunların birleşiminden oluşan ve metallerdeki alaşıma benzeyen bir ürün elde edilir. Bu olaya **kopolimerizasyon**, ürüne ise **kopolimer** denir.
 - Örneğin ABS bu tür bir üründür.

- ETİLEN uygun basınç, sıcaklık ve katalizörlerin etkisinde bırakılırsa,



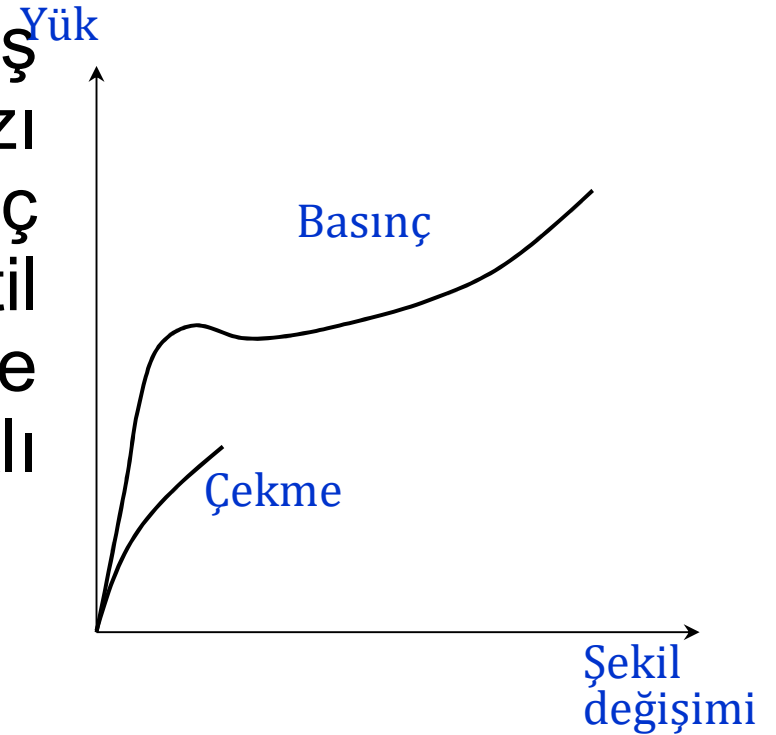
- Etilen'e monomer, uzun molekül polietilen'e polimer adı verilir. Polimerizasyona en iyi örnek olarak polietilen verilebilir.



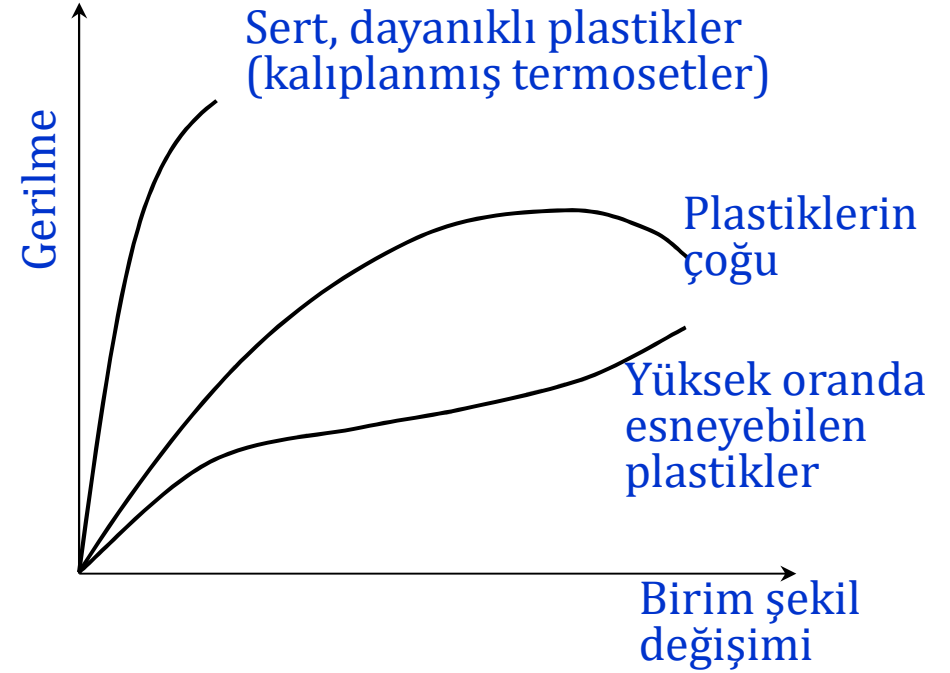
PLASTİKLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

- Hafiflik (özgül ağırlığı 0.82 – 2.10),
- Düşük elektriksel iletkenlik (elektrik yalıtım malzemesi olarak uygundur),
- Düşük ısı iletkenlik,
- Renk seçeneği (şeffaftan opağa kadar değişen optik özellikler),
- Kimyasal maddelere dayanıklılık (UV ışıktan korunduğu takdirde inorganik asitlere, tuzlara, bazlara, tatlı,tuzlu ve pis su etkisine dayanıklılık sağladığı için ideal bir altyapı malzemesidir),
- Düşük su emme,
- Yanmama veya yanarken sönme özelliği (selüloz nitrat dışında). Buna karşılık yangın durumunda zehirli gaz etkisi ortaya çıkabilir,
- Kolay imalat ve işlenebilirlik (örneğin imalat sırasında plastiklerin içine metal parçalar gömülebilir veya matkapla vb. aletle delik açılıp, kesilebilir).

- Plastiklerin mekanik özellikleri çok değişken olup, kullanım amacına uygun olarak üretim sırasında alınacak önlemlerle istenen yönde geliştirilebilir.
- Plastiklerin mekanik özelliklerini etkileyen faktörler; **yükleme hızı, sıcaklık ve çevre koşullarıdır.**
- Plastikler yük altında viskoelastik davranış gösterirler. Bu davranış sıcaklık ve zamana bağlıdır. Bazı plastikler (polistiren vb.) basınç yükleri altında dayanıklı ve düktil davranış gösterirlerken, çekme yükleri altında daha az dayanıklı ve kırılımandır.

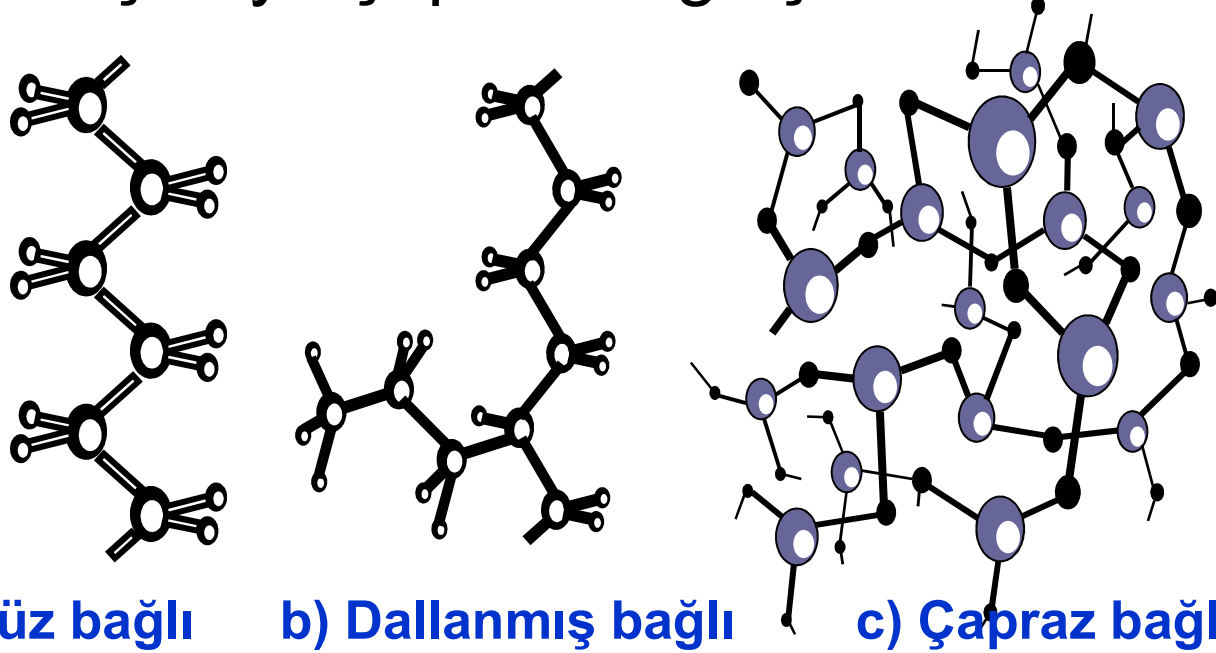


- Bazı plastikler yüksek dayanımlı iken, bazıları düşük dayanımlıdır. Bazıları kırılğan (gevrek), bazıları çok duktildir.




- Plastikler atmosfer ve diğer dış etkilere karşı çok büyük dayanıklılık gösterdiğinden, **doğada kolay yok olmazlar**. Çoğunlukla, polietilen ve nitroselüloz dışında plastikler eskime göstermezler. Bu nedenle plastik artıklarının giderilmesi önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir.

- Etilen'in polimerizasyon işlemi karışık bir kimyasal reaksiyon türüdür. Değişik tipleri düz, dallanmış veya çapraz bağlı şekillerde olabilir



- Çapraz bağlı ve dallanmış türler sıcaklık etkisiyle yumuşayarak reaksiyona girip erir. Sıcaklık bir noktayı aşınca polimerizasyon sonucu, plastik sert, kırılğan bir malzeme haline dönüşür. Bu malzemeler tekrardan ısıtılınca yumuşamazlar, sert ve kırılğandır. Bu tip malzemelere **termoset plastikler** adı verilir. Genelde termoset malzemeler düktil değildir.


- 
- Düz zincir tipi plastiklere **termoplastik** adı verilir. Bu tip malzemeler sıcaklık artınca yumuşarlar ve basınç altında tekrar şekil verilebilirler. Bu farklı davranışa, birincil bağ olan kimyasal bağdan çok, ikincil fiziksel bağlar sebep olur.
 - Termoplastikler, normal sıcaklıkta kırılgandan, düktilite kadar değişen davranışlar gösterirler.
 - Termoplastikler doğal ve sentetik olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Doğal termoplastikler reçine ve asfalt bazlı bağlayıcılardır.




■ Yüksek sıcaklıklar

- Polimerler için daima tehlikelidir. Bazı türleri 300-400 °C sıcaklığa kadar dayanmasına karşın (teflon, melamin, vb.), çoğunluğu 80 °C'nin aşılması halinde zarar görür.
- Sıcak ortamlarda elastisite modülleri ve elastik limitleri düşer. **Sünme ve yorulma** olayları plastikleri önemli şekilde olumsuz yönde etkiler.


Malzeme	Tipi	Özgöl ağırlık	Çekme dayanımı (MPa)
Polietilen	Termoplastik	0.92	6.2-37.2
PVC	Termoplastik	1.30-1.58	10.3-55.2
Polipropilen	Termoplastik	0.90-0.91	27.6-40.0
Polistiren	Termoplastik	1.05-1.07	27.6-48.3
Nylon	Termoplastik	1.13-1.15	48.3-82.8
Fenol-formaldehid	Termoset	1.3-1.9	27.6-55.2
Poliüretan	Termoset	1.2	34.5
Malzeme	Elastisite modülü (GPa)	Basınç dayanımı (MPa)	Termik genişleme katsayısı (1/°C x 10⁻⁶)
Polietilen	0.13-1.1	2.8-16.5	180-215
PVC	0.007-5.5	0.7-89.6	54
Polipropilen	0.8-1.2	58.6-69	308
Polistiren	1.4-3.5	7.1	68.5
Nylon	1.8-2.8	48.3-9.6	90
Fenol-formaldehid	6.9-10.3	138-172	81
Poliüretan	0.25-1.0	28-64	58


- 
- **Donatı Maddeleri:** Plastiklerin mekanik özelliklerini düzeltmek amacıyla en çok cam lifleri kullanılır. Çok yüksek sıcaklıklarda özel yerlerde asbest lifleri kullanılır. Ancak pahalı olduğundan bu lifler sınırlı kullanım alanı bulmuştur. Diğer lifli maddeler pamuk, naylon, metal lifleri, kumaş ve kağıt bu amaçla kullanılır.
 - **Dolgu Maddeleri:** Maliyeti düşürmek, hacmi arttırmak amacıyla plastik maddelere talk, silikatlar, karbonatlar, talaş gibi maddeler katılır.
 - Boyutsal stabiliteyi arttırmak ve sıcaklık izolasyonu için asbest kırıntıları kullanılır.
 - Grafit eklenerek sürtünme katsayısı azaltılır ve ışığa dayanıklılığı artırılır.

- 
- **Boya lar:** Plastiklere boya katılarak istenen renk verilebilir.
 - **Stabilizatörler:** Plastiklerin zamanla bozulmasına yol açan kimyasal reaksiyonları geciktirmek amacıyla katkı maddeleri eklenir. Örneğin, plastikler UV ışık altında plastik özelliğini kaybedip kırılğan hale gelir. Bunu önlemek için **kurşun tozları, karbon siyahı** gibi katkı maddeleri karışıma eklenir.

LİF DONATILI PLASTİK KOMPOZİTLER (FRP (FIBER REINFORCED PLASTIC))

- Bu kompozitler, **kendi başına taşıyıcı malzeme** olarak kullanılabilecekleri gibi; betonarme veya öngerilmeli betonda **donatı olarak** da kullanılabilirler. Ayrıca, **eski yapıların yenilenmesinde veya güçlendirilme işlerinde** kullanılmaktadırlar.
- FRP'ler liflerle güçlendirilmiş bir polimer matrisinden oluşur. **Polimer matrisi polyester gibi termoset türü** bir plastikten oluşabileceği gibi, **nylon gibi bir termoplastik** olabilir. **Polimer matrisinin görevi, lifler arasında gerilme transferi sağlamak, lifleri korumak ve liflerin burkulmasını önlemektir.**

- 
- Termoset polimerden oluşan matrisler;
 - iyi termal stabiliteye sahiptirler.
 - kimyasal etkilere dayanıklıdır.
 - Buna karşılık raf ömürleri azdır ve enerji yutabilme kapasiteleri de azdır.
 - Termoplastik polimerleri raf ömrü ve enerji yutabilme kapasitesi yönünden daha üstündürler. Ancak **imalatlarının kolaylığı özellikle liflerle kolay karıştırılabilmeleri açısından Termoset plastikler bu amaca yönelik olarak daha çok kullanılmaktadır.**

- 
- **En çok kullanılan lifler cam ve karbon lifleridir.** FRP'lerin performansına; liflerin yönü, uzunluğu, şekli ve kompozisyonu etki etmektedir. Gerilmelerin kompozit yapı içinde düzgün dağılımı için matris ve lif arasındaki bağın yeterli düzeyde olması gerekir.

- Betonarme yapılarda FRP kompozitler, tek boyutlu **çelik donatı veya hasır donatı yerine** kullanılabilir. Ön veya art gerilmeli beton uygulamalarında yüksek dayanımlı **öngerilme donatısı veya halatı olarak** başarı ile kullanılmaktadır. Ayrıca belirli geometrik kesitlerde taşıyıcı eleman olarak **çelik profil yerine** kullanılabilir.
- Çelik yapılarda görülen **korozyon, bakım gibi sorunlar** da büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır.
- FRP kompozitler çeşitli **eski yapıların** (ahşap, yığma, betonarme, çelik) **onarımında, güçlendirilmesinde** başarı ile kullanılmaktadır.

LASTİK

- Doğal lastik termoplastik ve elastomerik özelliklere sahiptir. Çok büyük şekil değişimleri yapabilen (elastomer) lastik sert, aşınmaya dayanıklı ve düşük permeabilite özelliklerine sahip bir malzemedir.
- **Kükürt ilavesi ile çapraz bağlar** arttırılabilir. Böylece lastiğin sertliği daha fazla artar.
- Enerji yutabilme yeteneğinin fazlalığı nedeniyle, mekanik enerjiyi ısı enerjisine dönüştürerek şok darbelerini sönmleyerek yutabilir.


ORGANİK KAPLAMALAR, BOYALAR

- Organik kaplamaların en önemli bileşeni bir veya daha fazla sayıda polimerlerdir.
- Bu kaplamaların esas işlevleri,
 - malzemeyi korozyon ve diğer zararlı ortam koşullarından korumak,
 - görünümün düzeltilmesi,
 - ışık yansıma ve elektrik izolasyon özelliklerinin iyileştirilmesidir.

Bu amaçla kullanılan boya türleri;


yağlı boyalar, su boyaları, enameller, vernikler, şellaklar ve laklardır. Boya ve enameller renkli, laklar bazen renkli, vernik ve şellaklar ise şeffaftır.

- Boyalar arasındaki farklılıklar, taşıyıcıda bulunan bağlayıcı maddenin türüne göre oluşur.
- Boyalar bağlayıcılarına göre; yağlı boyalar, sentetik boyalar, selülozik boyalar ve emülsiyonlar şeklinde sınıflandırılırlar.
- **Bağlayıcı**, boyanın uygulanabilirliği, sertleşmesi, dayanıklılığı gibi özelliklerini etkiler. Kurutucu yağ adıyla anılan doğal bitkisel yağlar (keten tohumu yağı ve tung yağları) ve reçineler en önemli bağlayıcıları oluşturur. Bitkisel yağlar, doğal ve sentetik reçineler havadaki oksijen ile reaksiyona girip bir tür polimerizasyon olayı sonucu sertleşirler. Hayvansal kökenli olan şellak ve laklar ise, incelticinin uçması sonucu katı bir film oluştururlar.



- **İncelticiler**, bağlayıcının eritilmesini, uygulama kolaylığını sağlar. *Petrol eriyikleri, zift türevleri, alkol ve terpantin içerirler. Plastik boya olarak adlandırılan su boyalarında ise inceltici olarak su kullanılır.* Suyun uçması ile yağ ve reçine bağlayıcılarının çok ince parçacıkları sürekli bir film oluşturur.

- **Pigmentler** saydam olmayan ve sert bir tabaka oluşumunu sağlayan, suda ve eriticide erimeyen, 0.1-60 μm büyüklüğünde ince tozlardır. Pigmentler doğal veya yapay organik, inorganik veya madensel kökenli olabilir.

- 
- **Vernikler** de pigmentsiz olarak yukarıdaki yapıdadır. Ancak bağlayıcı olarak sentetik veya doğal reçine içerirler.
 - **Enameller** Pigment içeren boya-vernik karışımı.
 - **Laklar** uçucu organik eriyici içinde nitroselüloz eriyiğinden oluşur. Kırılganlıklarını gidermek, yapışıcılığını ve dayanıklılığını arttırmak amacıyla içlerine doğal veya sentetik reçine eklenir.
 - **Şellak** ise alkol içinde doğal reçineden oluşur. İncelticinin uçması ile sertleşir. Suya fazla dayanıklı değildir. Ahşabın boşluklarını doldurmak için kullanılır.



YAPIDA KULLANILMA YERİ VE ŞEKLİ

- Boyalar badana, plastik boya, yağlı boya, vernik, cila şeklinde; yapı içinde veya dışında farklı malzemeler üzerinde değişik amaçlarla kullanılır.



Dokuz Eylül Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü



İNŞ2023 YAPI MALZEMESİ I

POLİMERLER

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar YALÇINKAYA

www.caglaryalcinkaya.com