



Mühendislik Fakültesi

Kimya Mühendisliği Bölümü

KMB256-Polimere Giriş

Dr. Öğr. Üyesi, İsa DEĞİRMENCI

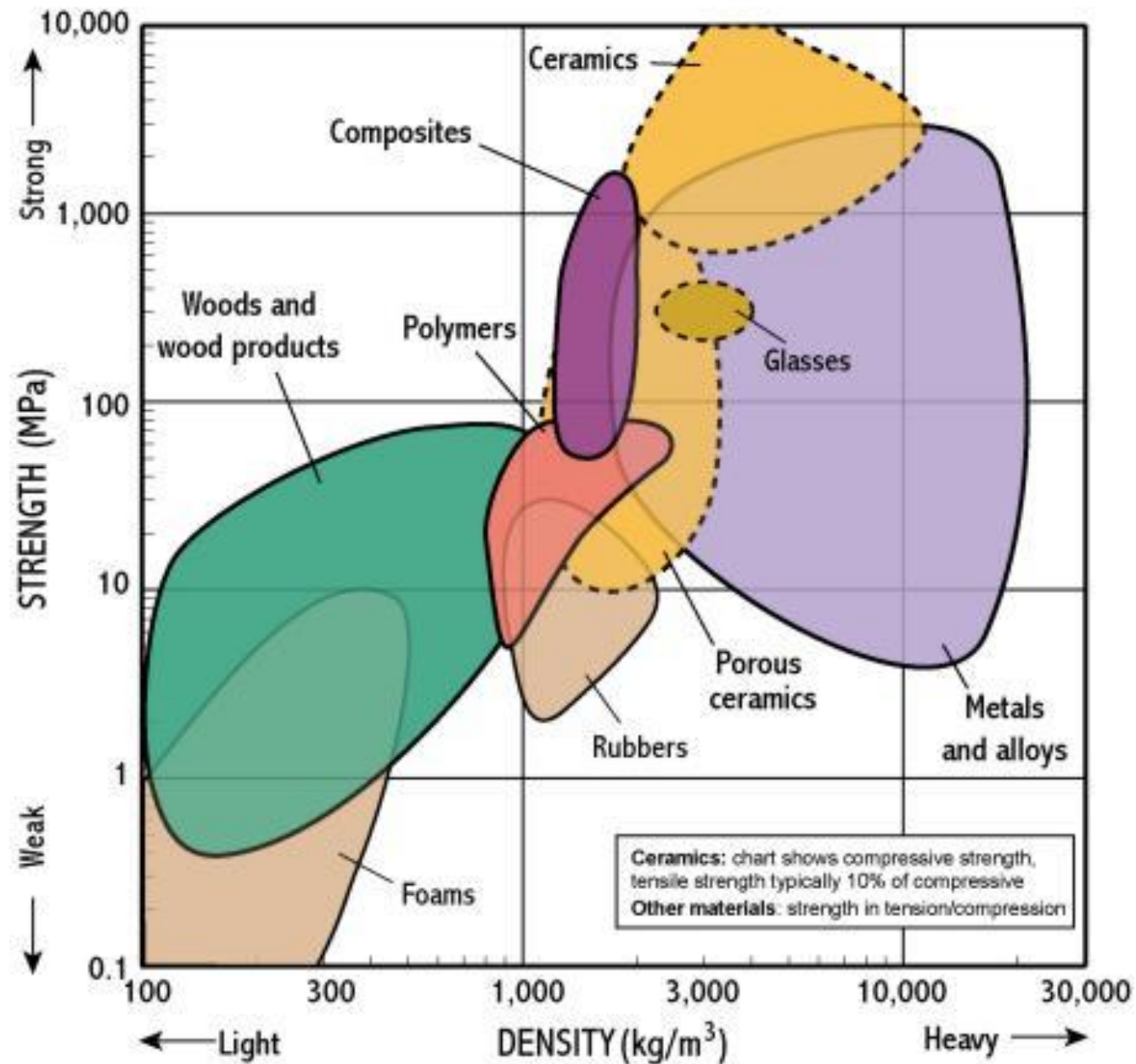
Polimerlerin Mekanik Özellikleri

KMB256-Polimere Giriş

Hafta-10



Genel Sınıflandırma



MEKANİK TESTLERİN AMACI

Malzemelerin başarılı bir şekilde kullanılması onların özelliklerinin bilinmesi ile mümkündür. Bu özellikler termal, optik, mekanik, fiziksel ve kimyasal olarak sınıflandırılır ki bunlar malzemenin yapısıyla ilgilidir.

Polimerlerin çoğu özelliği, bulundukları ortamın sıcaklığından ve neminden önemli derecede etkilenir. Ayrıca polimerlerin ısıl iletkenliği düşüktür ve su veya diğer kimyasal moleküllerinin polimer örgüsü içerisindeki hareketi yavaştır.

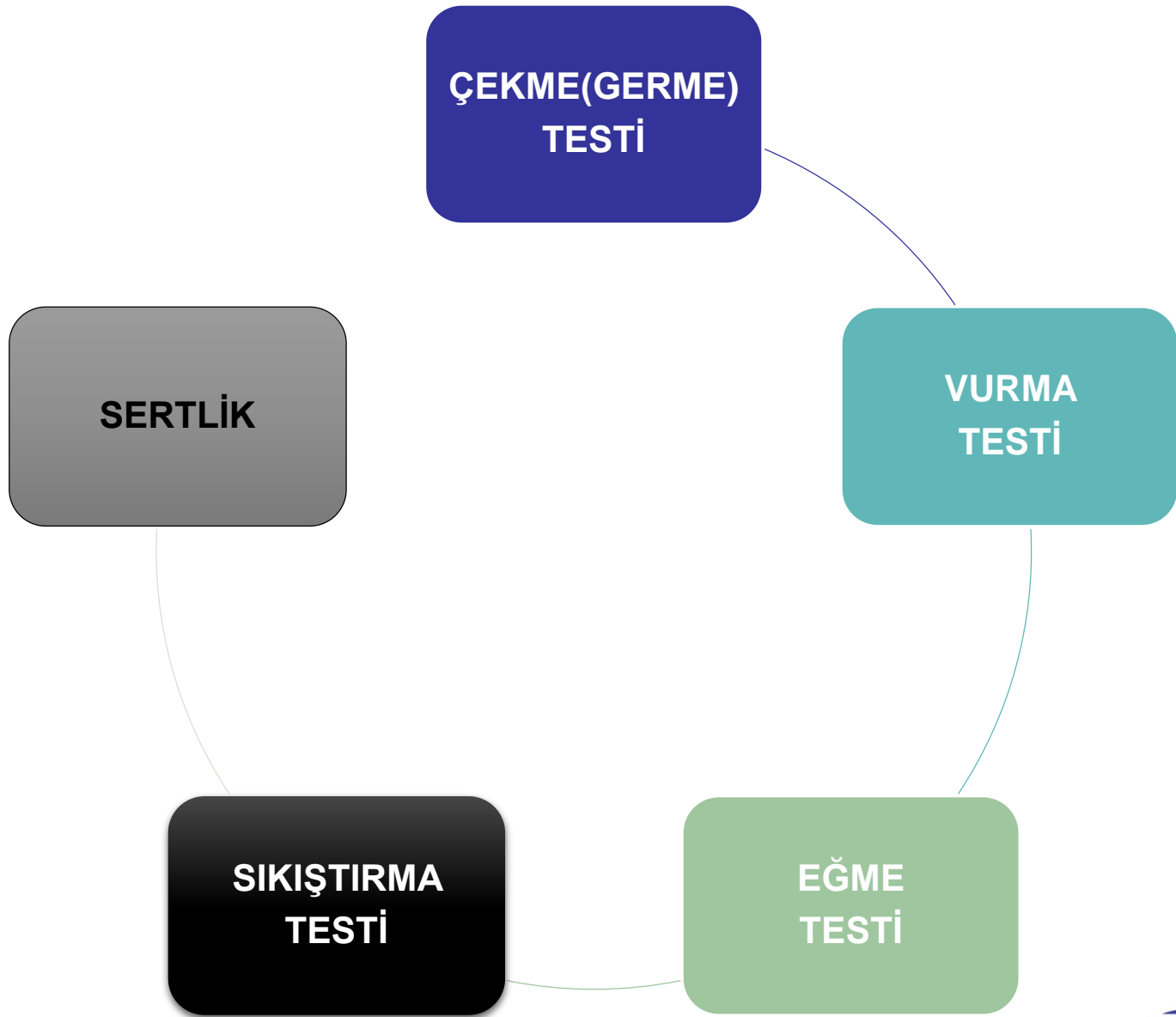


Şartlandırma

Polimer test örnekleri önce uygun ortamlarda belli sürelerde bekletilir ve daha sonra testlerden geçirilirler.

Polimer malzemelerin belli bir sıcaklık ve nem değerine ulaşması için uygun, standart ortamlarda bekletilmesine «şartlandırma» denir.





1- ÇEKME (GERME) TESTİ

Çekme (germe) testi, universal test aleti adı verilen bir aletle uygulanır.

Universal test aletinde, test örneğinin tutturulacağı çene adı verilen iki adet sıkıştırma yeri vardır. Test edilecek malzeme bu çenelere tutturulduktan sonra, üzerine belli büyüklükte bir ilk çekme kuvveti uygulanır.

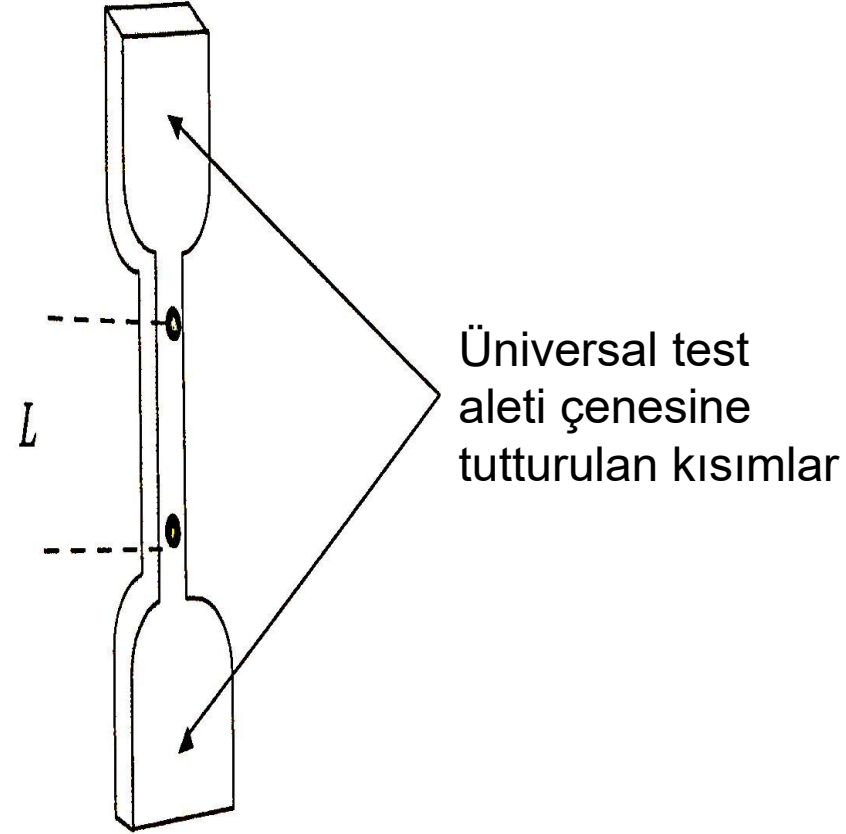


- Kuvvetin büyüklüğü zamanla arttırılarak örnek kopana kadar çekme sürdürülür

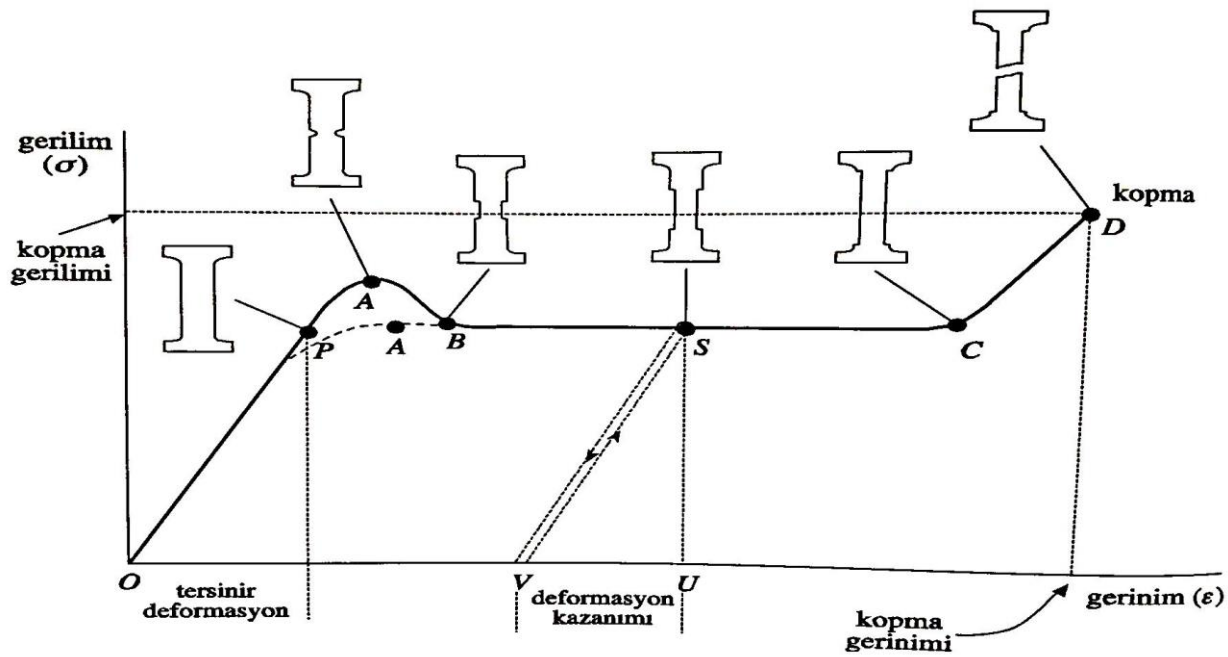
Polimerin uzama davranışı;

- Polimerin türüne
- Testin uygulanacağı sıcaklığa
- Ortam nemine
- Test hızına

gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir.



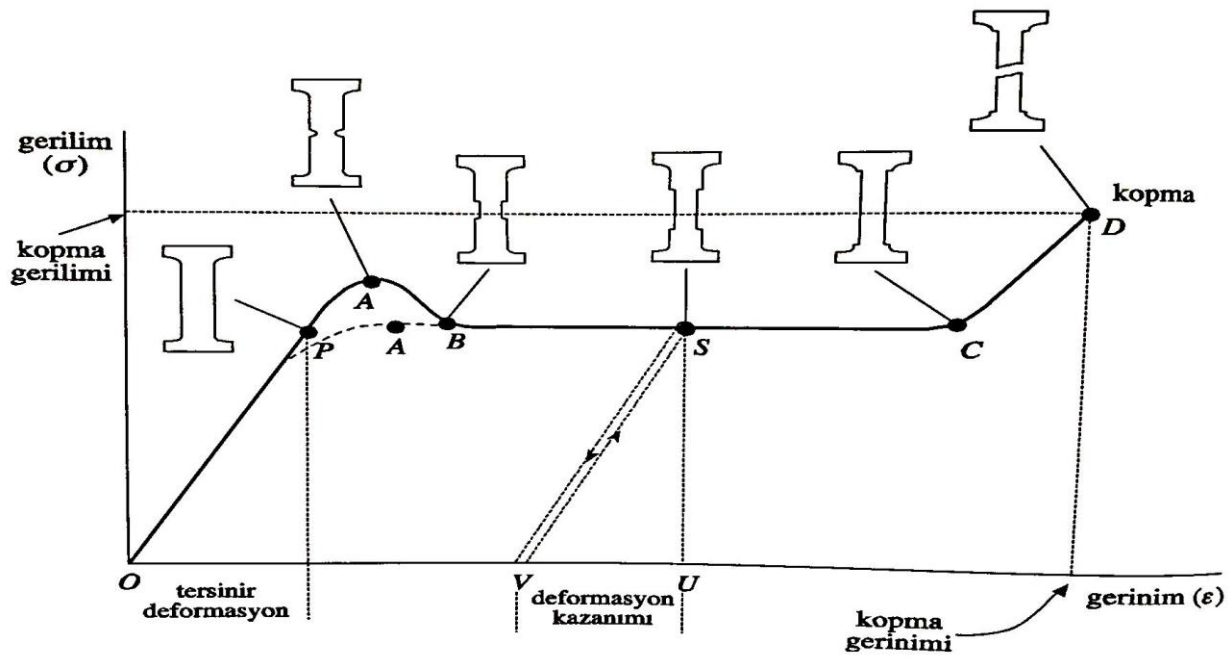
Şekil: Çekme deneyinde kullanılan örneklerin geometrisi.



Şekil: Yarı-kristal polimerik bir malzemenin kopma anına kadar uygulanan yüklemede elde edilen tipik gerilim-gerinim grafiği

Eğrinin başlangıçtaki O - P arasındaki doğrusal kısım, elastik bölgeye karşılık gelir. Gerilim(uygulanan kuvvet) arttıkça gerinim de (örnek malzemenin boyu) doğrusal artar. Gerilim ve gerinim değeri küçüktür, malzeme yükleme kaldırıldığında kalıcı deformasyon gözlenmeden ilk boyuta döner.

A noktasına geçildiğinde, çekilen malzemenin orta kısmı inceler ve bu olaya boyun oluşumu adı verilir. Boyun oluşumu B noktasına kadar devam eder ve bu sırada gerilimde çoğu kez bir düşme gözlenir



Şekil: Yarı-kristal polimerik bir malzemenin kopma anına kadar uygulanan yüklemeye elde edilen tipik gerilim-gerinim grafiği

Eğrinin B-C kısmı plastik bölgeye (veya uzama bölgesi) karşılıktır. Bu bölgede gerilim hemen hemen aynı değerde kalırken, deformasyon hızlı bir şekilde ilerler. Polimer zincirleri B-C boyunca birbirleri üzerinden kayarlar ve malzeme uzamayı sürdürür.

C noktası deformasyon sertleşmesinin başladığı noktadır ve C-D boyunca devam eder.

Eğrinin sonlandığı D noktası, çekme deneyinde malzemenin kopma anıdır. Malzemenin dayanabileceği en büyük gerinimle bu noktada karşılaşır.

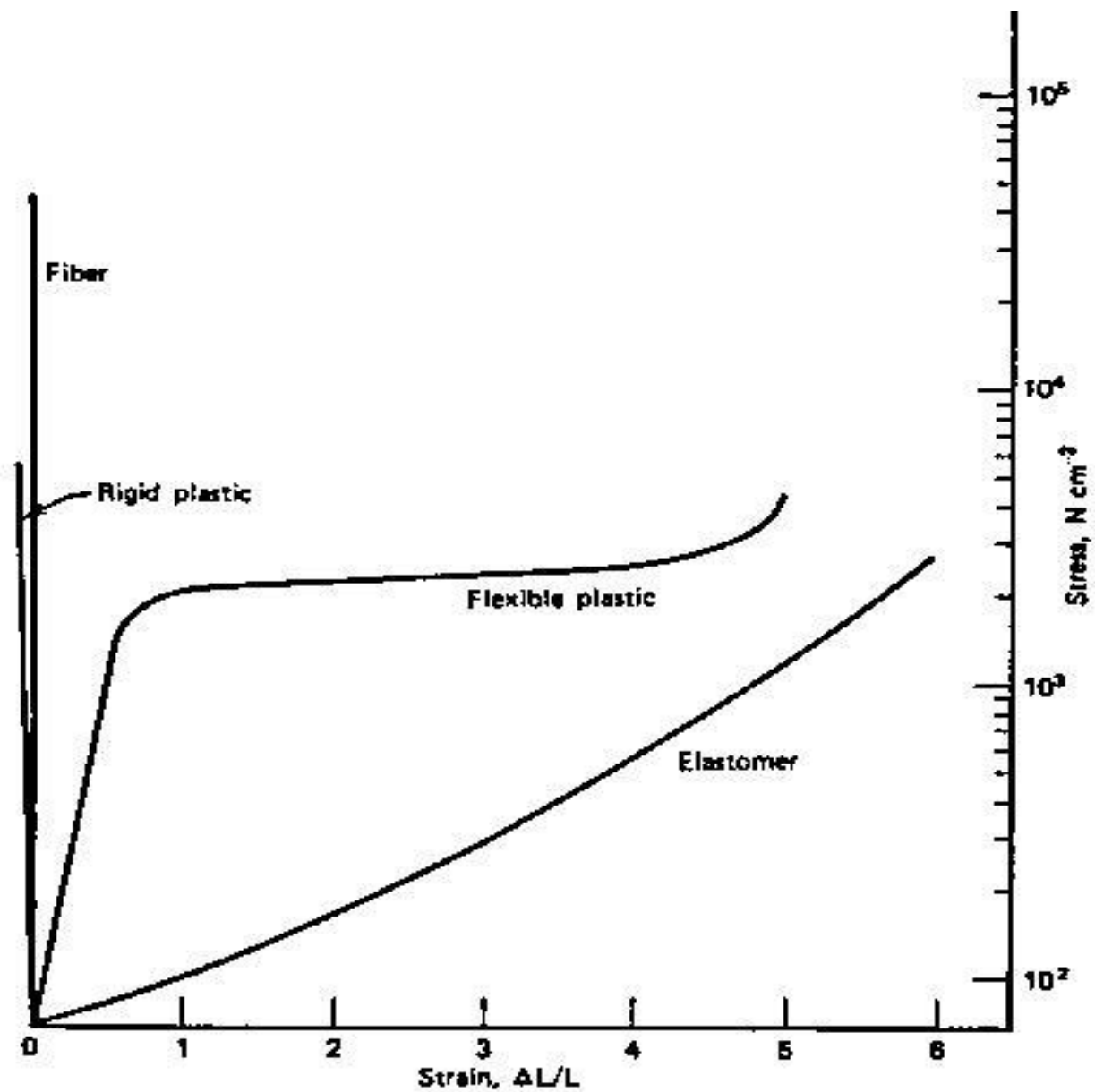


Fig. 1-10 Stress strain plots for a typical elastomer, flexible plastic, rigid plastic, and fiber.

2- VURMA TESTİ

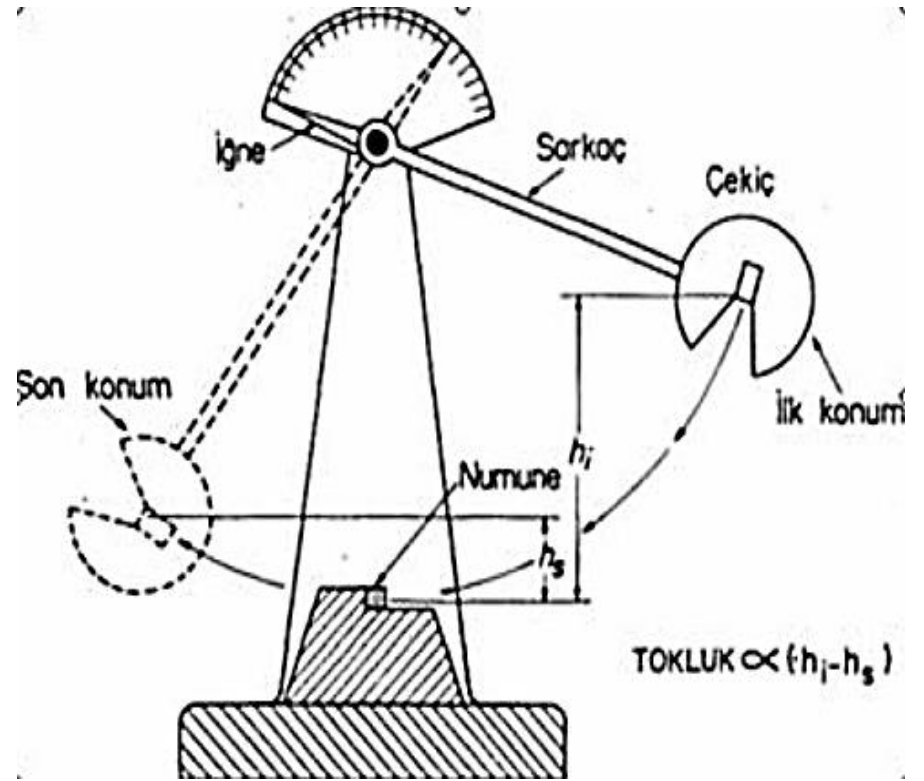
Vurma (darbe) testi malzemelerin çarpmaya karşı direncini ölçmek amacıyla yapılan bir testtir.

İzod, Charby, Gardner gibi değişik vurma testleri bulunmakla beraber, İzod ve Charby en yaygın kullanılan iki testtir.

Her iki testte de, malzemenin hareketli sarkaçla tek noktalı vurmaya karşı direnci ölçülür.

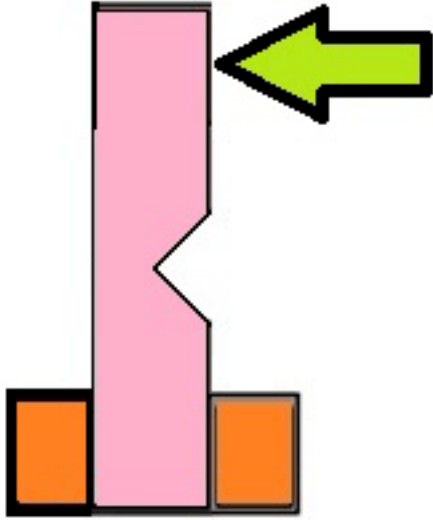
Test sonunda vurma enerjisi veya kırılmadan önce absorbe edilebilen maksimum enerji miktarı ölçülür.

Sarkacın darbeden sonraki yüksekliği azaldıkça absorbe edilen enerji artar ve malzemenin darbe direncinin yüksek olduğu anlaşılır.

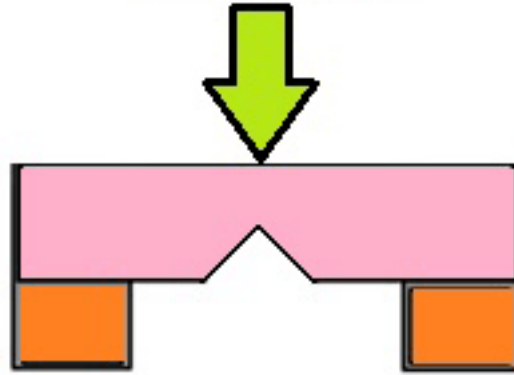


$$W = Ph_1 - Ph_2$$

Örneğin kırılması için yapılan iş (W), sarkacın sıfır skalasındaki yüksekliği (h_1), vurmadan sonraki yüksekliği (h_2) ve ağırlığı (P) arasındaki ilişki yukarıdaki gibidir;

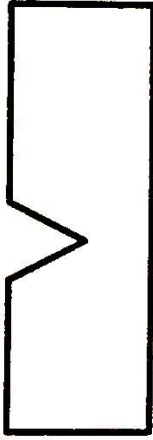


(a) Izod Test

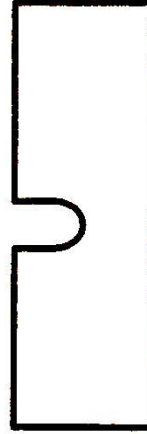


(b) Charpy Test

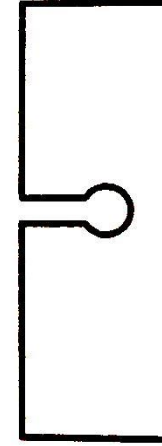
İki test arasındaki en önemli fark, test örneğinin pozisyonudur. İzod testinde test örneği dikey, Charpy testinde yatay pozisyonda yerleştirildikten sonra vurma yapılır.



a) V



b) U



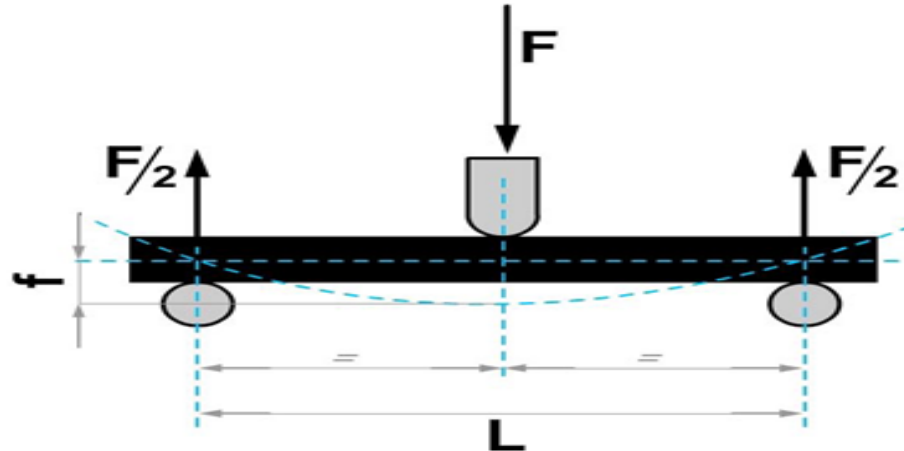
c) Anahtar deliđi

Test örneklerinde oluşturulan çentikler V, U ve anahtar deliği geometrilerinde olabilir. Kırılgan maddelerin ve polimerlerin testinde daha çok anahtar deliği ve U türü çentikler açılır.

3- EĞME TESTİ

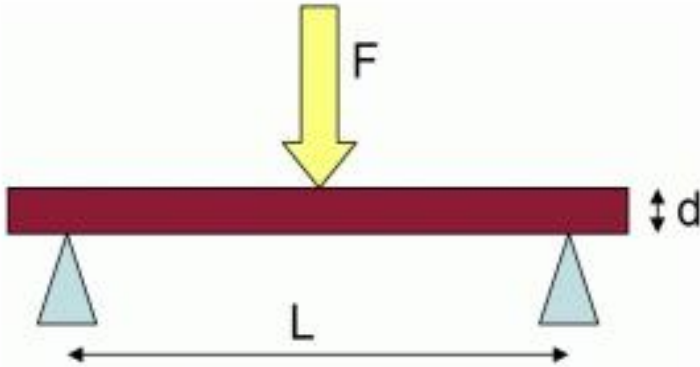
Eğilme halindeki numunelerin kesitinde, iç yüzeye yakın bölgede basma gerilmeleri, dış yüzeye yakın bölgede ise çekme gerilmeleri meydana gelmektedir.

Eğme testinin verileri, malzemenin yük altında deformasyona karşı gösterdiği direncin derecesine yönelik bilgiler verir. Test örneğine %5 deformasyon gözlenene kadar arttırılarak kuvvet uygulanır ve bu andaki gerilim değeri ölçülerek eğme gerilimi elde edilir.

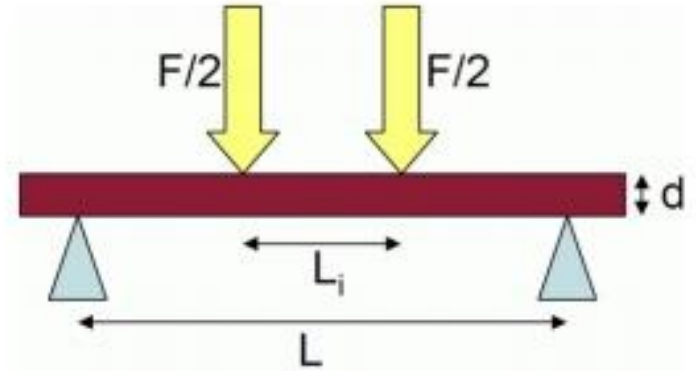


En yaygın kullanılan eğme testi, üç noktalı eğme testidir. Bu yöntemle iki ucu destekler üzerine yerleştirilen bir test örneğinin ortasına bir kuvvet uygulanır.

Dört noktalı eğme testinde ise test örneği uçlarına yakın bir yerden desteklenir ve destekler arasındaki iki noktadan kuvvet uygulaması yapılır.



Şekil 2: Üç noktalı eğme



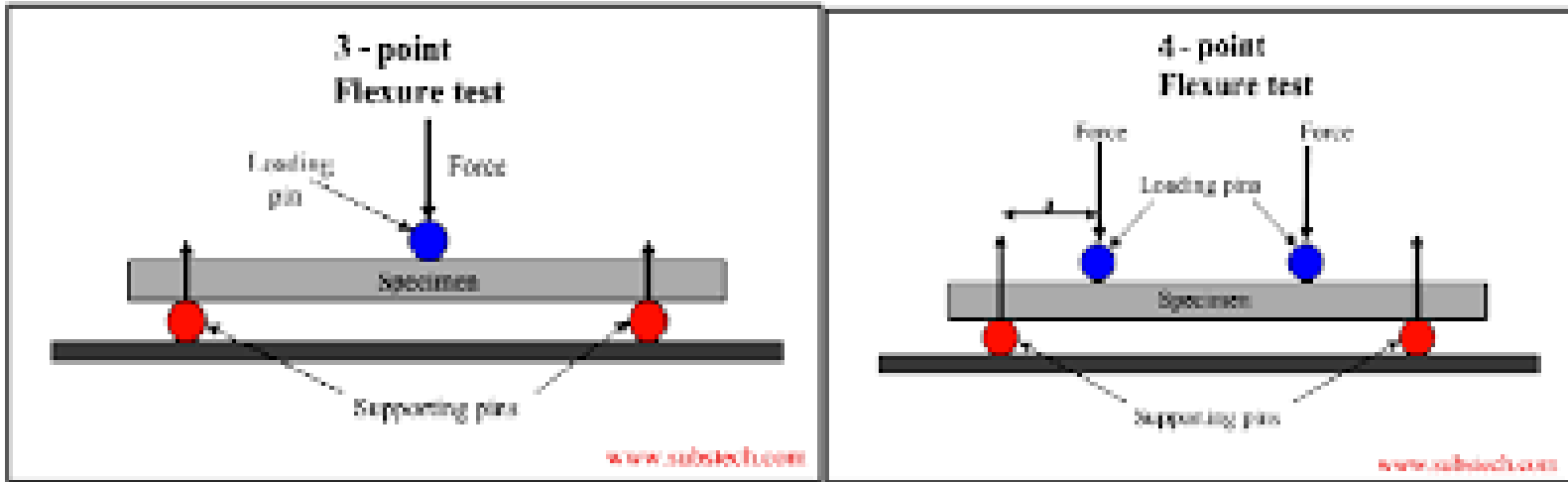
Şekil 3: Dört noktalı eğme

FARKLARI NELERDİR ?

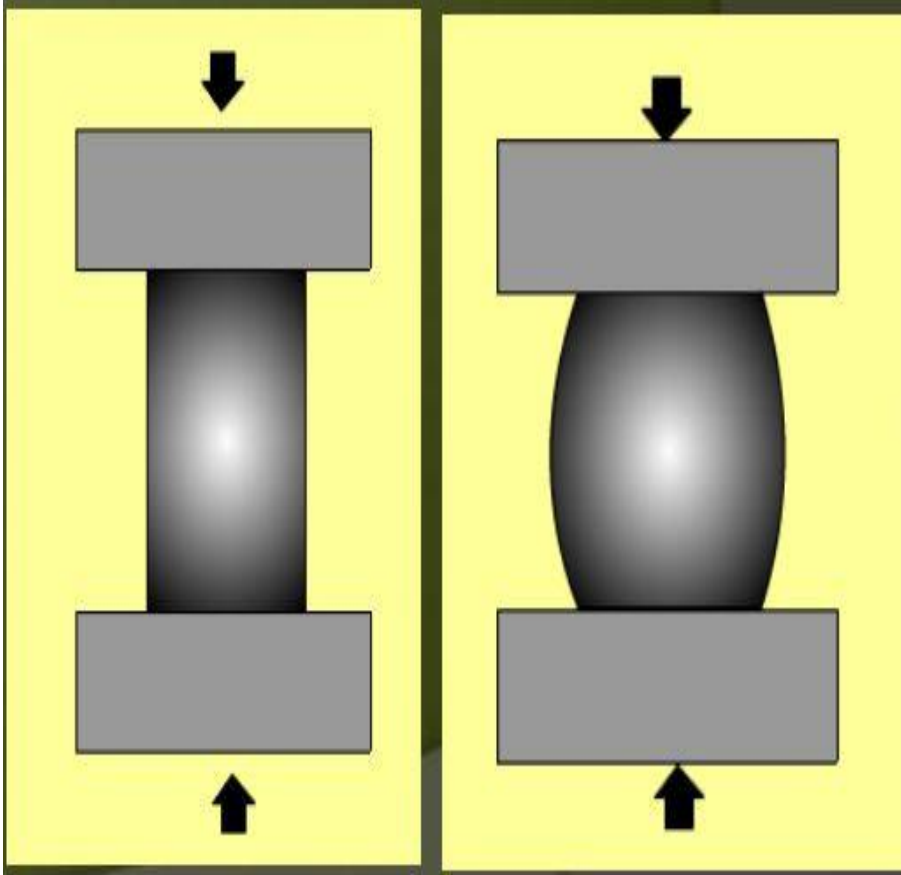
Dört noktalı eğmede kuvvetlerin uygulandığı noktalar genelde mesnetler arası mesafenin 1/3'ü kadardır ($L/3$).

Üç noktalı eğmede tam bir eğilme durumundan söz edilemez ancak dört noktalı eğmede salt eğilme hali söz konusudur. Dolayısıyla bu yöntem daha sağlıklı sonuçlar vermektedir.

Dört noktalı eğmede sayısal olarak aynı numunelerin eğilme dayanımları, üç noktalı eğmeye göre daha düşük çıkar.



4- SIKIŖTIRMA TESTİ



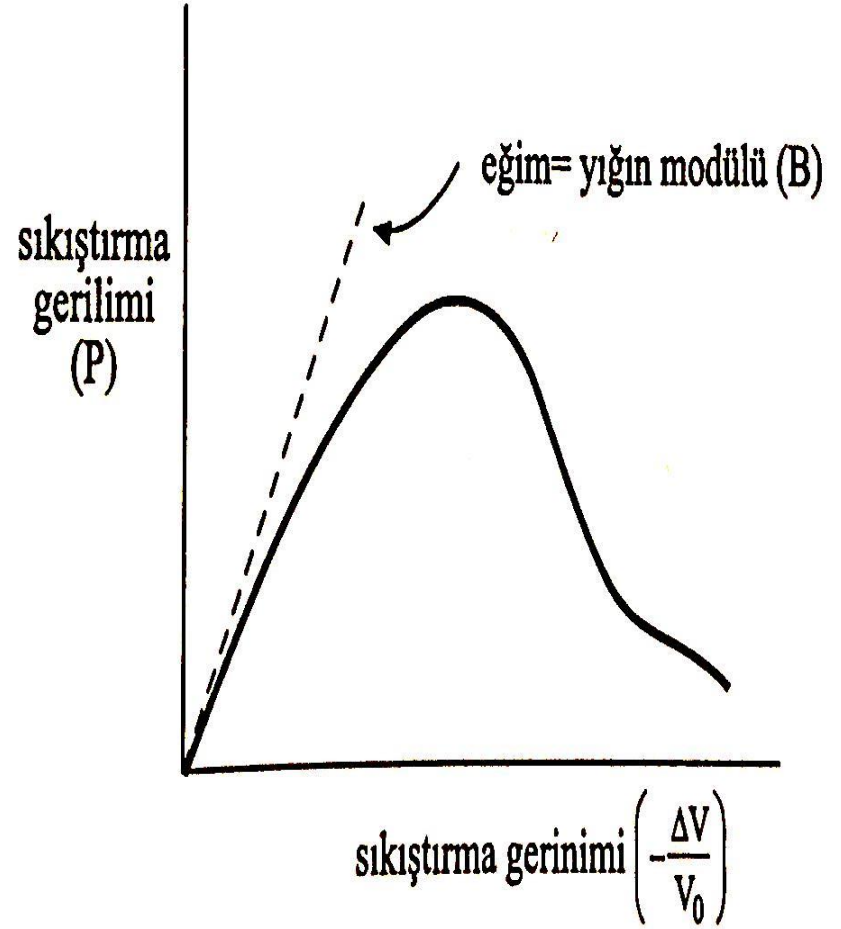
SıkıŖtırma (basma) dayanımı, bir malzemenin birim alanının dayanabildiği maksimum sıkıŖtırma kuvvetini gösterir.

Test uygulanırken iki destek arasına yerleŖtirilen test örneğine Ŗekilde gösterildiği gibi büyüklüğü zamanla yavaŖ yavaŖ artan bir kuvvet uygulanır.

Test örneğinin boyunun, ilk boyutuna göre %5 azaldığı andaki kuvvet, sıkıŖtırma gerilimi olarak alınır.

Test örneğinin merkezinden eğilme derecesi, uygulanan yüke karşı kaydedilerek şekilde gösterilen eğilme, gerilim-gerinim eğrisinin çiziminde kullanılır.

Sıkıştırma testinin uygulaması ve analizi zordur, bu nedenle polimerik malzemelerde çekme ve eğme testi kadar yaygın kullanılmaz.



Şekil: Sıkıştırma testinde elde edilecek örnek bir eğri.



5- SERTLİK

Sertlik; katı malzemelerin tersinmez (kalıcı) deformasyona karşı gösterdikleri direncin bir ölçüsüdür.

Sertlik testlerinde malzeme üzerine küçük bir oyuk ya da girinti oluşturacak şekilde kuvvetler uygulanır.

Sertlik testlerinden geçirilen sert polimerin yüzeyinde kalıcı bir deformasyon oluşur ve bu kalıcı deformasyonun büyüklüğü sertliğin derecelendirilmesinde kullanılır.

Elastomer ve yumuşak polimerlerde ise, malzeme yüzeyindeki elastik deformasyon sertliğin bir ölçüsü olarak kullanılır.

Malzemelerin sertliği, malzeme türüne bağlı olarak farklı test yöntemleri kullanılarak ölçülür.



Rockwell
sertliği

Polimerlerin sertlik testleri

Shore
sertliği

Barcol
sertliği



ROCKWELL SERTLİĞİ

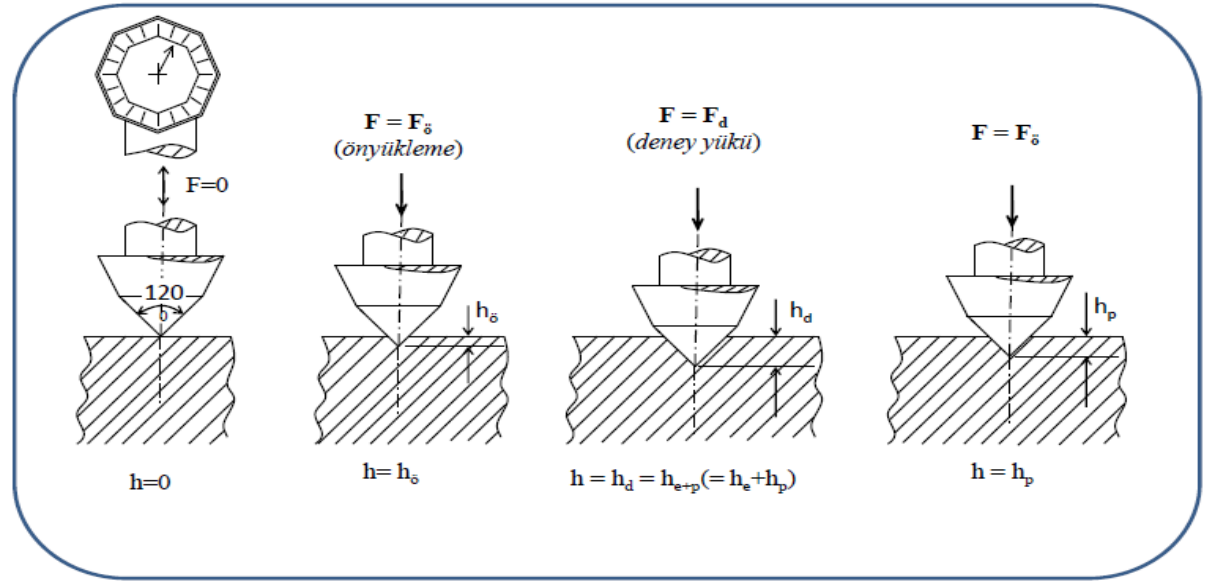
En yaygın kullanılan sertlik testidir.

Bir alet yardımıyla malzeme yüzeyine belli bir kuvvet uygulanır ve daha sonra bu kuvvetin yüzeyde bıraktığı çentiğin büyüklüğü veya içeri işleme derinliği ölçülerek sertliği belirlenir.



Rocwell Sertlik Ölçme Yöntemi

Malzemelerin yüzeyinde çentik oluşturmak için çentikleyci adı verilen ve genelde belli çaplarda çelik bilya ya da elmadan yapılmış 120° açılı koni şeklinde uçlardan yararlanır.



Şekil : Rockwell Sertlik Ölçme Prensibi

Yumuşak malzemeler bilye batıcı uç ile ölçülürken çok sert malzemeler elmas konik uç ile ölçülür.



Şekil: Konik ve bilye uçlu batıcı uç

BARCOL SERTLİĞİ

Çapı 3-5 mm arasında değişen genelde çelikten yapılmış silindirik bir ucun, malzeme içerisine girmeye karşı direnci ölçülür. Silindirik uç üzerinde bir yay yardımıyla kuvvet uygulanır.

Test örneği Barcol test aletinin çentikleyicisi altına yerleştirildikten sonra Barcol aletinin göstergesi en yüksek değere ulaşana kadar bastırılır ve çentikleyicinin girdiği derinlik alet göstergesinden 0-100 arası değişen Barcol sayısına çevrilmiş olur. Örnek kalınlığı en az 1,5 mm dolayında olmalıdır.

Daha çok sert plastiklerin, takviye edilmiş sert plastiklerin (kompozit) ve çapraz bağlı plastiklerin sertliklerinin ölçümüne yatkındır.



SHORE (DUROMETRE) SERTLİĞİ

Rockwell ve diğer çoğu sertlik testlerine benzer şekilde, üzerine belli büyüklükte kuvvet uygulanan bir çentikleyicinin malzeme yüzeyinde bıraktığı izin derinliği ölçülür.

Durometre denilen aletle yapıldığından yöntem ayrıca, durometre sertlik testi adı ile de bilinir.

Durometre sertlik testi ile genelde yumuşak malzemelerin sertliği ölçülür ve bu özelliği nedeniyle kauçukların ve polietilen, polipropilen gibi yumuşak polimerlerin sertliğinin ölçümünde kullanılır.

