

MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Farklı üretim yöntemleriyle üretilen ürünler uygulama koşullarında üzerlerine uygulanan kuvvetlere farklı yanıt verirler ve uygulanan yükün büyüklüğüne bağlı olarak koparlar, uzarlar, bükülürler, yırtılırlar, kırılırlar veya parçalanırlar.

Mekanik özellikler maddelerin çekme, sıkıştırma gibi kuvvetlere gösterdikleri tepkilerin tamamıdır. Bu doküman da malzemelerin temel mekanik özelliklerini tanımlamak amacıyla hazırlanmıştır.

İçindekiler

Mukavemet (<i>Strength</i>)	2
Çekme Mukavemeti (<i>Tensile Strength</i>)	2
Basma Mukavemeti (<i>Compressive Strength</i>)	2
Kopma Noktasındaki Birim Uzama (<i>Elongation at Break</i>)	2
Akma Dayanımı (<i>Yield Strength</i>)	3
Akma Noktasındaki Uzama Yüzdesi (<i>Elongation at Yield</i>)	3
Elastisite Modülü (<i>Modulus of Elasticity</i>)	4
Darbe Mukavemeti (<i>Impact Strength</i>)	4
Eğilme Mukavemeti (<i>Flexural Strength</i>)	4
Eğme Modülü (<i>Flexural Modulus</i>)	5
Sürünme Dayanımı (<i>Creep Resistance</i>)	5
Tokluk (<i>Toughness</i>)	5
Sertlik (<i>Hardness</i>)	6
Aşınma Direnci (<i>Abrasion Resistance</i>)	6
Yırtılma Mukavemeti (<i>Tear Strength</i>)	7
Shore Sertlik Değeri (<i>Shore Hardness</i>)	7
Poisson Oranı (<i>Poisson Ratio</i>)	7
Viskozite (<i>Viscosity</i>)	7
Cam Geçiş Sıcaklığı (<i>Glass Transition Temperature</i>)	7

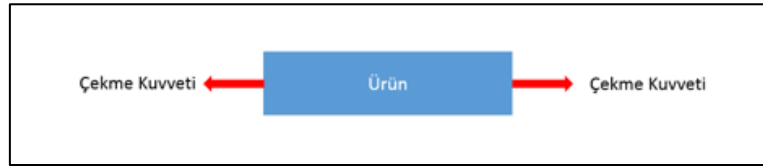
Mukavemet (Strength)

Mukavemet, malzemeye uygulanan yük ve malzemede meydana gelen şekil değişimi ilişkisini tanımlamada kullanılan bir terimdir. Mukavemet değeri, uygulanan kuvvetin türüne göre malzemede meydana gelen farklı şekil değişimleri üzerinden tanımlanır.

Malzemeye uygulanan kuvvetler tek yönlü olabileceği gibi birden çok yönden de olabilir. Genel olarak bu kuvvetler, basma, çekme ve kesme kuvvetleridir. Uygulanan bu kuvvetler sonucunda malzemede akma mukavemeti, basma mukavemeti, çekme mukavemeti, yorulma mukavemeti ve darbe mukavemeti gibi mekanik özellikleri tanımlanır.

Çekme Mukavemeti (Tensile Strength)

Malzemeye aynı doğrultuda fakat zıt yönlü 2 kuvvet (Bkz. Şekil 1) uygulandığında malzemenin kırılmadan dayanabileceği maksimum yük miktarıdır. Uygulanan kuvvet malzemenin çekme mukavemetini geçtiği anda malzemede kopma meydana gelir.



Şekil 1: Çekme Kuvveti

Basma Mukavemeti (Compressive Strength)

Basma mukavemeti, malzemeye aynı doğrultuda 2 farklı kuvvetin malzeme üzerinde basma etkisi oluşturacak şekilde uygulanması sonucunda (Bkz. Şekil 2), malzemenin kırılmadan dayanabileceği maksimum gerilme miktarı olarak tanımlanır.

Basma mukavemeti, basma testi sırasında malzemeye uygulanan kuvvetin, uygulanan yüzey alana oranıdır.

Sünek ve gevrek kırılma davranışı sergileyen malzemeler için basma mukavemeti, genellikle çekme mukavemetinden daha büyük bir değere sahiptir.

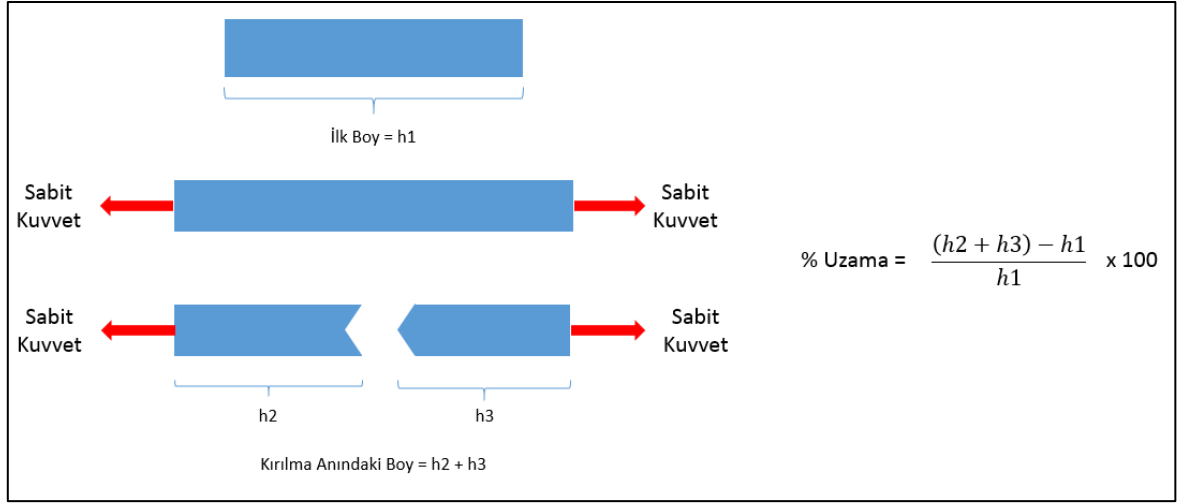


Şekil 2: Basma Kuvveti

Kopma Noktasındaki Birim Uzama (Elongation at Break)

Malzemeye uygulanan çekme testi sırasında, malzemenin tam kopma anındaki uzama oranıdır (Bkz. Şekil 3).

Uzama değeri genellikle yüzde olarak ifade edilir. Dolayısıyla kuvvetin uygulandığı birim alana bağlı bir değer değildir.



Şekil 3: Kırılma Anında Boydaki Değişim

Akma Dayanımı (Yield Strength)

Malzeme üzerinde 2 farklı şekil değişiminden bahsetmek mümkündür. Bunlar elastik (tersinir) ve plastik (kalıcı) şekil değişimleridir.

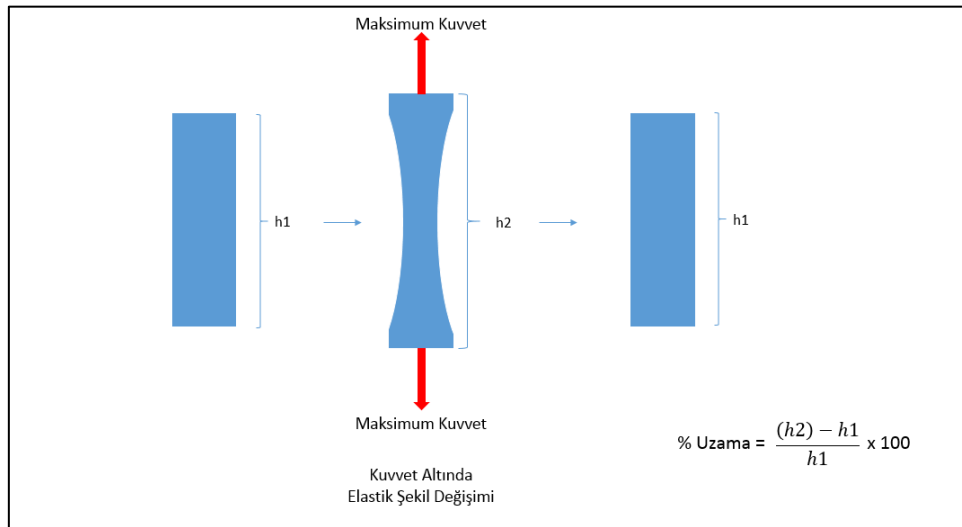
Malzemeye bir yük uygulanıp kaldırıldığında, malzeme eski şekline dönebiliyorsa yük uygulanması sırasında gerçekleşen şekil değişimi elastik yani tersinirdir.

Yük uygulaması sona erdiğinde malzemede kalıcı bir şekil değişimi görülüyorsa, bu şekil değişimi ise plastik şekil değişimidir şeklinde tanımlanır.

Akma dayanımı da malzemenin kalıcı olarak şekil değiştirmeden dayanabileceği maksimum yük miktarıdır. Malzemeye akma dayanımından daha fazla yük uygulandığında malzeme üzerinde kalıcı şekil değişimi meydana gelir (Bkz. Şekil 4).

Akma Noktasındaki Uzama Yüzdesi (Elongation at Yield)

Basma ya da çekme yükü altındaki malzemenin, üzerindeki yük kalktığı anda eski haline dönebileceği maksimum uzama ya da çekme yüzdesidir.



Şekil 4 : Akma Noktasındaki Uzama

Elastisite Modülü (Modulus of Elasticity)

Malzeme, elastik (tersinir) olarak şekil değiştirdiğinde uygulanan kuvvet ile malzemede meydana gelen şekil değişimi arasında sabit bir oran vardır. Bu oran elastiklik katsayısı olarak adlandırılır. E ile gösterilir.

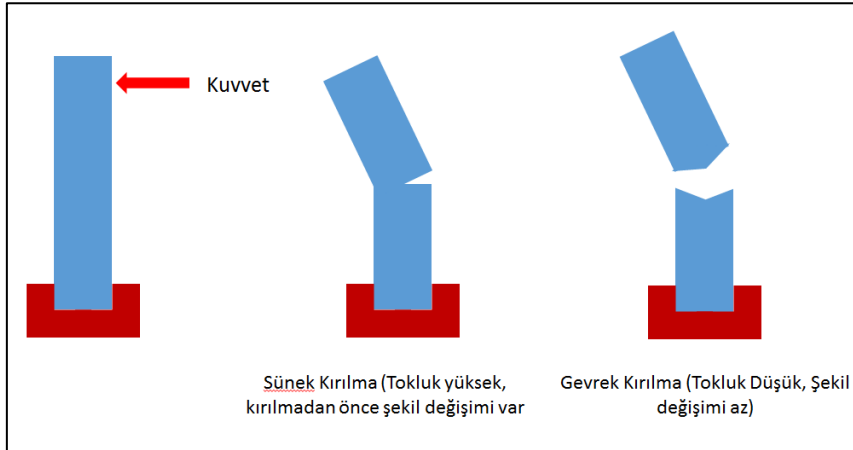
Malzeme için E değeri arttıkça malzeme daha rijit hale gelir. Yani daha az şekil değiştirir. Aynı şekilde E değeri düştükçe malzemenin esnekliği ve şekil değiştirme oranı da artar.

Örneğin; paket lastiğinin elastisite modülü çok çok düşük bir değerdedir.

Darbe Mukavemeti (Impact Strength)

Malzemeye aniden yük (darbe) uygulandığında malzemenin karşı koyabileceği maksimum kuvvet, darbe direncidir. Malzemeye kısa sürede uygulanan yüksek kuvvetin etkisi, uzun süre boyunca uygulanan düşük kuvvete göre etkisi daha fazladır.

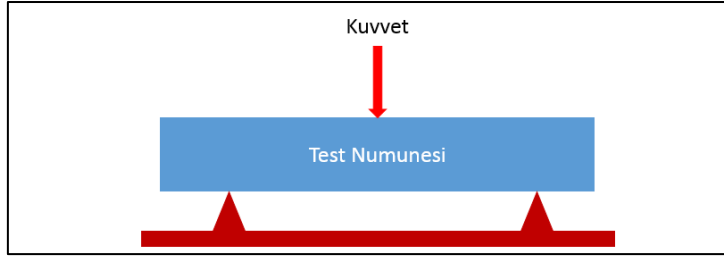
Malzemelerin darbe dayanımları 2 farklı şekilde hesaplanır. Bunlardan yaygın olarak kullanılanı Izod Darbe (Impact) testidir (Bkz. Şekil 5). Izod Impact testinde dik olarak konumlandırılan ve sabitlenen numuneye ani bir kuvvet uygulanır. Uygulanan bu kuvvet üzerinden, malzemenin kırılması ya da şekil değiştirmesi sırasında absorbe ettiği enerji hesaplanır. Bu şekilde hesaplanan darbe mukavemetine Izod Darbe dayanımı (Izod Impact Strength) denir.



Şekil 5 : Izod Darbe Dayanımı Testi

Eğilme Mukavemeti (Flexural Strength)

Bu özelliğe bükme mukavemeti de denebilir. Genellikle 3 nokta eğme (3 point bending) testi ile hesaplanır (Bkz. Şekil 6). Bu test sırasında malzeme 2 noktadan sabitlenir ve bu iki noktanın ortasında bir noktadan malzemeye kuvvet uygulanır. Sünek malzemeler (metaller, polimerler) için malzemede kalıcı şekil değişiminin başladığı, gevrek malzemeler (seramikler) malzemenin kırıldığı kuvvet malzemenin eğilme mukavemetini verir.



Şekil 6: Nokta Eğme Testi Düzenegi

Eğme Modülü (Flexural Modulus)

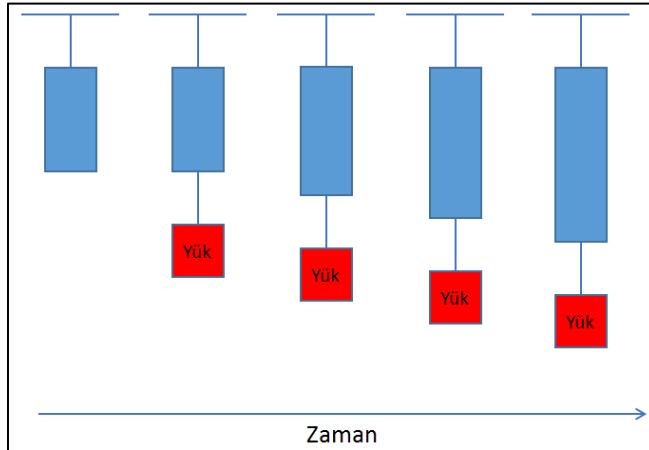
Malzemeye eğilme testi uygulandığında, malzemenin elastik şekil değişimi sırasında, malzeme üzerindeki basıncın malzemedeki şekil değişimine oranıdır.

Sürünme Dayanımı (Creep Resistance)

Özellikle polimer esaslı malzemeler akma dayanımının altında kalan kuvvetlere uzun süre maruz kaldıklarında deformasyona uğrarlar. Bu davranışa sürünme denir. Sürünme, malzemenin zamana bağlı deformasyonu olarak da tanımlanır (Bkz. Şekil 7).

Sürünme deneyi yapılırken malzemenin akma değerinin altındaki bir yük malzemeye uygulanır ve bu yükün zamanla yarattığı etki incelenir. Malzemede öncelikle polimer bağları genişler ve kaymalar başlar. Bunun sonucunda zamanla boyda uzama görülür. Yeterince beklendiğinde de malzeme kopar. Bu kopmaya da sürünme kopması denir.

Sürünme; yükün miktarına, sıcaklığa ve zamana bağlı olarak değişir.



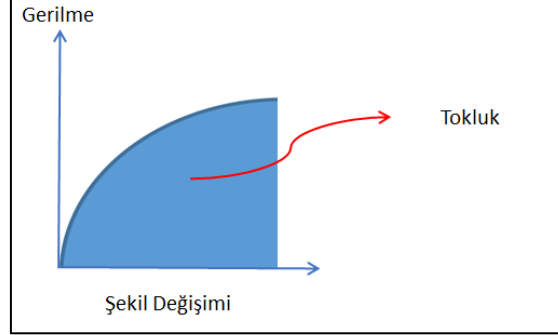
Şekil 7: Sürünmenin Zamana Bağlı Değişimi

Tokluk (Toughness)

Malzemenin deforme olana dek absorbe ettiği toplam enerjiyi ifade eder. Tokluk, bir malzemenin kırılmadan bir darbeye dayanma yeteneği söz konusu olduğunda önem kazanan bir mühendislik özelliğidir.

Bir malzemenin tokluğu, malzemenin gerilme-şekil değişimi grafiği altında kalan alana eşittir (Bkz. Şekil 8).

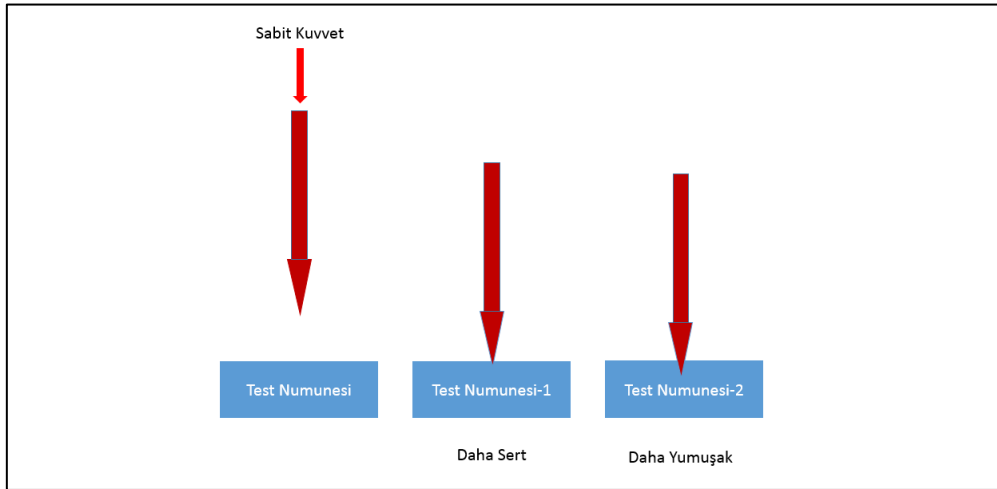
Sünek malzemelerin tokluğu gevrek malzemelere göre daha yüksektir. Örneğin; camın tokluğu düşüktür ve darbe ile karşılaştığında şekil değiştirmeden parçalanır. Diğer yandan kauçuk esaslı malzemelere çekme ya da basma kuvveti uygulandığında malzeme öncelikle şekil değiştirir ve ardından kalıcı deformasyon (kopma, kırılma) gerçekleşir. Bu sebeple de bu tip malzemelerin tokluk değeri daha yüksektir.



Şekil 8: Malzemelerde Tokluk Özelliği

Sertlik (Hardness)

Bir malzemenin yüzeyine batırılan sert bir cisme karşı gösterdiği dirençtir. Sertlik hesabında sertlik değeri bilinen elmas uçlar kullanılır. Bu test sırasında (Bkz. Şekil 9), elmas uç test edilecek malzemeye belirlenen bir kuvvet ile batırılır. Ardından ucun malzeme üzerinde bıraktığı izin boyu ya da alanı hesaplanarak malzemenin sertliğine ilişkin bir değer elde edilir. Sertlik değerleri direkt olarak malzemelerin dayanımları ile alakalı olduğu için büyük önem taşır.



Şekil 9: Sertlik Değeri Hesaplanması

Aşınma Direnci (Abrasion Resistance)

Malzemelerin aşınma dirençleri farklı test metotları kullanılarak hesaplanır. Bu test yöntemlerinde ya özel bir aşındırıcı ya da aşınma direnci bilinen bir malzeme kullanılır. Yapılan test sonucu 2 malzemenin aşınma miktarları hesaplanır ve birbiri ile karşılaştırılarak istenilen malzemenin aşınma direnci elde edilir. Aşınma testi sonucu aşınma hızı ve normalize aşınma direnci elde edilir.

Yırtılma Mukavemeti (Tear Strength)

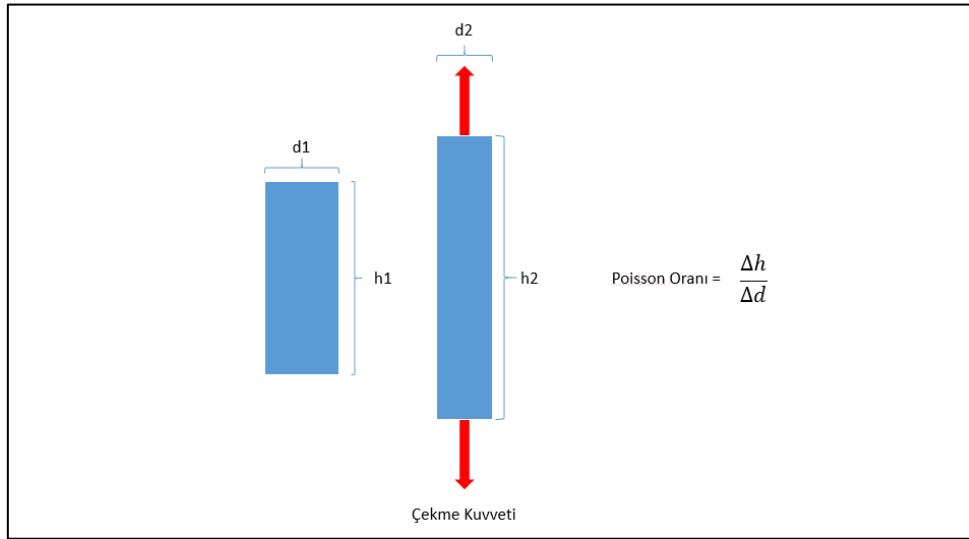
Yırtılma direnci, basitçe, malzemenin yırtılma etkisine karşı gösterdiği tepkidir. Yırtılma direnci, malzemelerde özellikle de kauçuk tipi malzemelerde bir kesik oluştuğunda (buna yırtılma başlangıcı da denebilir) malzemenin yırtılmadan dayanabileceği yük miktarı olarak da tanımlanabilir. Yırtılma direncinin hesaplanmasında malzeme, 2 tutucu tarafında sabitlenir ve ardından her 2 tutucu da eşit miktarda kuvvet uygulayarak malzemeyi önceden belirlenmiş bir deformasyona kadar yırtar. Yırtılma direnci malzemenin kalınlığı ile de orantılıdır.

Shore Sertlik Değeri (Shore Hardness)

Shore, plastik ya da esnek malzemelerin sertliğini belirlemede kullanılan bir değerdir. Ölçümlerde en sık olarak Shore A ve Shore D değerleri kullanılır. Shore-A genel itibari ile yumuşak malzemelerin sertliğini, Shore-D ise daha sert-rijit malzemelerin sertliğini ölçmede kullanılmaktadır.

Poisson Oranı (Poisson Ratio)

Bir malzemeye çekme kuvveti uygulandığında malzemenin boyunda uzama eninde ise daralma meydana gelir. Ya da tam tersi durumda malzemeye bir basınç uygulandığında boyunda azalma, eninde ise genişleme meydana gelir. Her iki durumda da malzemenin boyutlarında birbirinden farklı 2 değişim meydana gelir. Bu değişimlerin birbirine oranlanmasına Poisson oranı denir.



Şekil 10 : Poisson Oranı Hesaplanması

Viskozite (Viscosity)

Viskozite, bir akışkanın, yüzey gerilimi altında deforme olmaya karşı gösterdiği direncin ölçüsüdür. Akışkanın akmaya karşı gösterdiği iç direnç olarak da tanımlanabilir. Viskozitesi yüksek olan sıvılar ağırdal olarak tanımlanırlar.

Cam Geçiş Sıcaklığı (Glass Transition Temperature)

Bu geçiş, amorf yapıya sahip malzemelere ait bir özelliktir. Polimerler de amorf yapıya sahip olduğundan cam geçiş sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda cam gibi sert ve kırılındır. Bu sıcaklığın

üzerinde ise esnek, bükülebilir ve zor kırılır bir yapıya geçer. Bu bir faz geçişi değildir. Sadece polimer zincirlerinin verilen ısıyı absorbe ederek hareketlerini arttırmaya başladıkları bir geçiştir.

Örneğin amorf bir madde olan cam, camsı geçiş sıcaklığına kadar ısıtılırsa yumuşamaya başlar, biraz daha yüksek sıcaklıklarda kolayca şekillendirilebilir, yeterince ısıtılırsa sıvı gibi akar.