

BASMA DENEYİ

1. Basma Deneyinin Amacı

Mühendislik malzemelerinin çoğu, uygulanan gerilmeler altında biçimlerini kalıcı olarak değiştirirler, yani plastik şekil değişimine uğrarlar. Bu malzemelerin hangi koşullar altında ve ne zaman kalıcı şekil değişimine uğrayacaklarını bilmek çok önemlidir. Çeşitli yapı elemanlarının veya makine parçalarının etkisinde buldukları yükler altında biçimlerini değiştirmesi istenilmeyen bir olaydır.

Basma deneyi, çekme deneyinin tersi olarak kabul edilebilir ve çekme basma makinelerinde basma kuvveti uygulamak sureti ile yapılır. Basma kuvvetinin etkin olduğu uygulamalarda kullanılan gevrek malzemelerin, mukavemet değerleri basma deneyi ile belirlenir. Bu nedenle basma deneyinden elde edilen sonuçlar gevrek malzemelerle yapılan tasarımda doğrudan kullanılabilirler. Basma deneyinde homojen bir gerilim dağılımı sağlamak amacıyla yuvarlak kesitli numuneler tercih edilir. Fakat kare veya dikdörtgen kesitli numuneler de kullanılmaktadır. Basma deneyi numunelerinde, numune yüksekliği (h_0) ile çapı (d_0) arasındaki h_0/d_0 oranı oldukça önemlidir. Numunenin h_0/d_0 oranının çok büyük olması, deney sırasında numunenin bükülmesine ve homojen olmayan gerilim dağılımına sebep olur. Bu oran küçüldükçe numune ile basma plakaları arasında meydana gelen sürtünme deney sonuçlarını çok fazla etkilemektedir. Bu sebeple numunenin h_0/d_0 oranının $1.5 \leq h_0/d_0 \leq 10$ aralığında olması önerilir. Metalik malzemelerin basma numunelerinde ise genellikle $h_0/d_0=2$ oranı kullanılır.

Basma kuvvetlerinin etkin olduğu yerlerde kullanılan malzemeler genellikle gevrek malzemelerdir ve özellikleri basma deneyi ile belirlenir. Gri dökme demir, yatak alaşımları gibi metalik malzemeler ile tuğla, beton gibi metal dışı malzemelerin basma mukavemetleri, çekme mukavemetlerinden çok daha yüksek olduğu için bu gibi malzemeler basma kuvvetlerinin etkin olduğu yerlerde kullanılır ve basma deneyi ile bu malzemelerin mekanik özellikleri tespit edilebilir. Basma deneyi sırasında numunenin kesiti devamlı olarak arttığından, çekme deneyinde görülen “Boyun” teşekkülü problemi yoktur. Basma deneyi bilhassa gevrek ve yarı gevrek malzemelerin sünekliğini ölçmede çok faydalıdır, zira bu malzemelerin sünekliği çekme deneyi ile

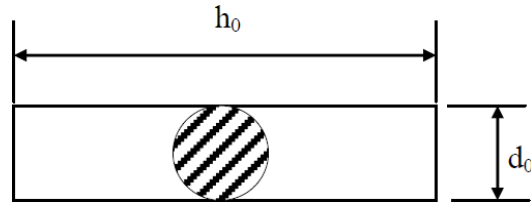
BASMA DENEYİ

hassas olarak ölçülemez. Bu malzemelerin çekmede % uzama ve % kesit daralması değerleri hemen hemen sıfırdır. Basma deneyinin diğer bir avantajı da çok küçük numunelerin bile kullanılabilmesidir. Bu avantaj, bilhassa çok pahalı malzemelerle çalışıldığında veya çok az miktarda malzeme bulunduğu durumlarda çok faydalıdır.

2. Deneyin Yapılışı

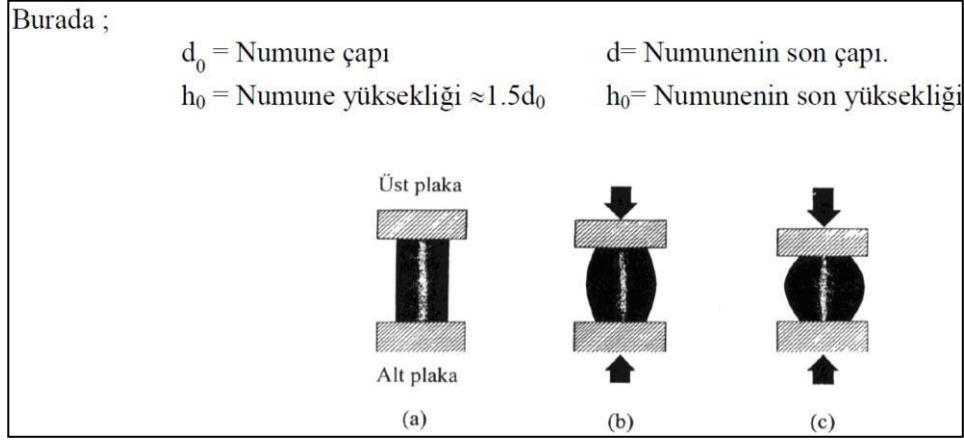
Basma deneyi, standartlara göre hazırlanan deney numunesinin (örnek), sabit sıcaklıkta ve tek ekseninde, belirli bir hızla, malzeme dağılıncaya kadar (yük taşıyamaz duruma gelene kadar) basılması işlemidir. Basma makinalarında basma plakaları aracılığı ile örneğe yük uygulanır. Yük uygulanan plakaların alt ve üst yüzeyleri, numunenin düşey eksenine dik ve birbirine paralel olmalıdır. Basma deneyinde, numunenin kesiti sürekli arttığından, çekme deneyinde görülen boyun verme olayı meydana gelmez. Sünek malzemelerin basma deneyleri sırasında örnek uçları ile basma plakaları arasındaki sürtünme kuvvetinden dolayı, fiçı olayı olarak adlandırılan şişme meydana gelir. Basma deneyine tabi tutulan sünek bir malzemedeki fiçı oluşumu Şekil 2’de gösterilmektedir.

Kopma uzaması ve kopma büzülmesi değerleri hemen hemen sıfır olan gevrek malzemelerin sünekliliği çekme deneyi ile ölçülemez. Bu tür malzemelerin sünekliliği basma deneyi ile ölçülür. Basma deneyinde çok küçük boyuttaki örnekler bile deneye tabi tutulabilir. Bu durum, deneye tabi tutulacak malzemelerin pahalı ve çok az olması durumunda yararlar sağlar. Şekil 1.’de yuvarlak kesitli ve silindirik başlı, bir malzeme için basma numunesi örneği verilmiştir.



Şekil 1. Yuvarlak kesitli silindirik başlı basma örneği

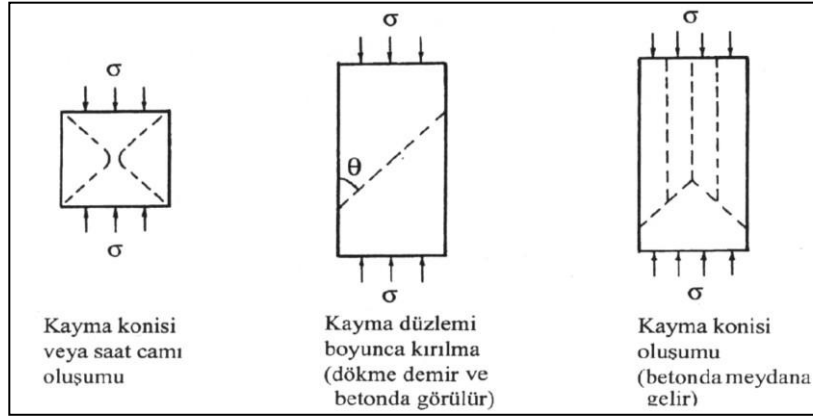
BASMA DENEYİ



Şekil 2. Basma Kuvveti uygulanan sünek malzemelerdeki fiçî oluşumu; a) basma kuvveti yok, b) Basma kuvveti etkisiyle fiçî oluşumunun ilk aşaması, c) Fiçî oluşumunun tamamlanması

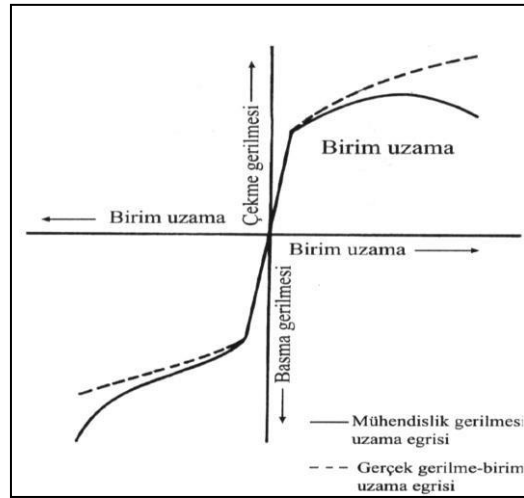
Basma deneyi sonucunda, malzemelerin basma diyagramı elde edilir. Basma diyagramı, genelde çekme diyagramına benzer. Basma diyagramının elastik deformasyonu gösteren kısmı çekme diyagramının elastik kısmı gibidir ve akma sınırından sonra, basma diyagramında da plastik deformasyon azalması meydana gelir. Basma diyagramında plastik deformasyonu gösteren kısmın ilk aşaması, çekme diyagramının plastik deformasyon bölgesinin ilk devresini andırır, ancak çekme diyagramında maksimum noktadan sonra gerilme değerinde bir azalma meydana gelirken, basma diyagramında gerilme artar. Yani basma eğrisinin eğiminde artış meydana gelir. Bu durum, basma sırasında numune kesitinin devamlı artmasından kaynaklanır. Özellikle plastik deformasyonun sonuna doğru numune kesiti büyük oranda arttığından, basma gerilmesinde de ani yükselme görülür. Şekil 4'te metalik bir malzemenin çekme ve basma diyagramları görülmektedir.

BASMA DENEYİ



Şekil 3. Gevrek malzemede basma etkisiyle meydana gelen kırılma türleri

Basma deneylerindeki kırılma şekli de önem taşımaktadır, Gevrek malzemeler, genelde malzeme içerisindeki kayma düzlemlerine etkiyen kayma gerilmesinin büyüklüğüne göre üç şekilde kırılır. Basma kuvveti etkisiyle gevrek malzemelerde meydana gelen kırılma şekilleri şekil 3,,te görülmektedir,



Şekil 4. Metalik bir malzemenin çekme ve basma diyagramları

Basma deneyi sonucunda numunelerin temsil ettiği malzemeye ait aşağıda verilen mekanik özellikler belirlenebilir.

- a) **Akma Dayanımı (σ_a):** Gerilmenin yaklaşık olarak sabit kalmasına karşılık, plastik şekil değiştirmenin önemli ölçüde arttığı ve basma diyagramının düzgünlük gösterdiği gerilme değeridir. Bu belirgin akma sınırı ancak bazı malzemelerde,

BASMA DENEYİ

örneğin düşük karbonlu yumuşak çelikte, deney şartlarına bağlı olarak görülebilir. Akma sınırının belirgin olmaması halinde bunun yerine, genellikle %0,2' lik elastik uzamaya ($\% \epsilon_{\text{elastik}} = 0,2$ veya $\epsilon_{\text{elastik}} = 0.002$) karşılık gelen gerilme $\sigma_{0,2}$ sınırı alınır.

b) Basma Dayanımı (σ_b): Bir malzemenin dağılmadan dayanabileceği en yüksek basma gerilmesi olarak tanımlanır. Bu gerilme, basma diyagramındaki en yüksek gerilme olup, $\sigma_b = F_{\text{max}}/A_0$ formülü ile bulunur. Bu gerilmeye kadar numunenin kesiti her tarafta aynı oranda büyüdüğü halde özellikle plastik deformasyonun sonuna doğru numune kesiti büyük oranda artar ve daha büyük bir gerilmeye numune kırılır.

c) Orantı Sınırı (σ_0): Gerilme ile birim uzama arasında $\sigma = E \cdot \epsilon$ bağıntısının (Hooke kanunu) geçerli olduğu doğrusal kısmı sınırlar. Bu bağıntıdaki orantı katsayısı E, elastiklik (katılık) modülü adını alır ve doğrunun eğimini gösterir. Ahşap, kauçuk ve deri gibi bazı malzemelerin $\sigma - \epsilon$ diyagramında böyle bir doğrusal bölge bulunmadığı için, sabit bir E değeri yerine ancak, belirli bir noktadaki teğetin eğimi söz konusu olur. Bir malzemenin elastiklik modülü ne kadar büyükse, rijitliği yani elastik şekil değiştirmeye karşı direnci de o oranda büyüktür. Bir malzemeye ait elastiklik modülü herhangi bir ısı veya mekanik işlem yardımıyla değiştirilemez.

d) Kopma Uzaması (K.U.): Basma örneğinin kopuncaya veya kırılıncaya kadar gösterdiği yüzde uzama miktarı olarak tanımlanır. Deney parçasının kopan kısımlarının bir araya getirilmesi ile ölçülen l_k ve $\Delta l_k = l_k - l_0$ yardımıyla $K.U. = \% \Delta l_k / l_0 \times 100$ bağıntısı yardımıyla bulunur. Bu değer ne kadar büyükse malzeme o derece sünektir anlamına gelir. Bir malzemede σ_k ve σ_b değerlerini yükselten etkenler çoğunlukla sünekliliği azaltırlar.

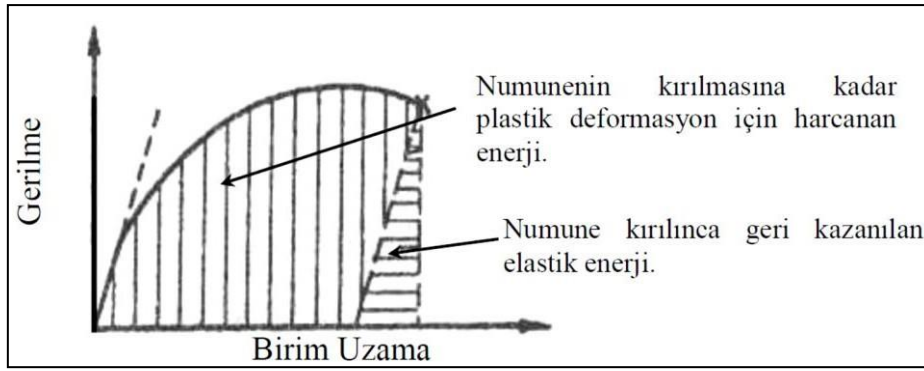
e) Rezilyans: Malzemenin yalnız elastik şekil değiştirme sırasında enerji absorbe etme yeteneğine denir. Bu enerji, gerilme (σ) birim uzama (ϵ) eğrisinin elastik kısmının altında kalan alan ile belirlenir (Şekil 5).

f) Tokluk: Malzemenin kırılıncaya kadar enerji depolama yeteneğine denir. Genellikle $\sigma - \epsilon$ eğrisinin altında kalan alanın hesaplanması

BASMA DENEYİ

$$A = \int_0^{\varepsilon_k} \sigma d\varepsilon$$

ile bulunur. Birim hacim başına düşen kırılma enerjisi olarak tanımlanan tokluk, kırılmaya karşı direnç için bir ölçü kabul edilir (Şekil 5). Bu değerle, örneğin darbeli zorlama halinde bulunan dinamik tokluk arasında bir bağıntı yoktur. Sünekliliğin olduğu gibi, tokluğun karşılığı olarak da gevreklik deyimini kullanılır.



Şekil 5. Gerilme-birim uzama eğrisinin altındaki alan şekil değişimi için gerekli enerjiyi (tokluğu) vermektedir.

3. Basma Deneyinin Değerlendirilmesi

Basma deneyi sonucunda, basma diyagramı, (σ - ε eğrisi) elde edilerek, malzemenin akma ve çekme dayanımı gibi mukavemet değerleri ile kopma uzaması ve kopma büzülmesi gibi süneklilik değerleri belirlenmektedir. Söz konusu değerler, malzemenin cinsine, kimyasal bileşimine ve metalografik yapısına bağlıdır.

Basma deneyinde gerçek birim şekil değiştirme hesaplanır ve

$$e = \ln\left(\frac{h_0}{h}\right) \text{ bağıntısı kullanılır.}$$

Gerçek gerilme (σ_g), uygulanan kuvvetin deney parçasının o andaki kesit alanına bölünmesi ile elde edilir ve $\sigma_g = F_i / A_i$ bağıntısı ile hesaplanır. Burada F_i deformasyonun herhangi bir i anında numuneye etki eden kuvvet olup, A_i ise kuvvetin uygulandığı andaki deney numunesinin kesit alanıdır.

BASMA DENEYİ

4. Kaynaklar

- Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü 2012–2013 Bahar Yarıyılı Makina Laboratuvarı - II Deney Föyleri
- İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Metalurji Mühendisliği Laboratuvarı -2- Deney Föyleri.
- Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü 2012–2013 Öğretim Yılı Malzeme Bilimi Laboratuvarı II Mekanik-2 Deney Föyü.

Bu deney Föyü Uludağ Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Makine ve İmalat Mühendisliği ve Celal Bayar Üniversitesi Malzeme Mühendisliği bölümleri Basma deneyi Föyü dikkate alınarak hazırlanmıştır.

5. Deney uygulamasının yapılmasının ardından 15 gün içerisinde, uygulamayı yapan öğrenciler raporlarını hazırlayacaktır. Raporlar, her öğrencinin numarasının son hanesine tanımlanmış deney verileri kullanılarak oluşturulacaktır. Grup çalışmaları yapılmayacak, bireysel olarak çalışılacaktır. Rapor içeriğinde:

- Basma dayanımı grafiği
- Akma dayanımı
- Elastisite modülü
- Maksimum basma dayanımı
- Kopma uzaması
- Rezilyans
- Tokluk

Bilgileri matematiksel olarak işlem adımları da görünecek şekilde bulunmalıdır.