



T.C.

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÇEKME DENEY FÖYÜ

1. DENEYİN AMACI

Mühendislik malzemelerinin mekanik özelliklerini belirlemek için yapılan en yaygın deneylerden birisi çekme deneyidir. Çekme deneyinin amacı mühendislik malzemelerinin statik yük altında akma dayanımı, çekme dayanımı, kopma uzaması gibi elastik ve plastik özelliklerinin belirlenmesidir.

2. DENEYİN ÖĞRENME ÇIKTILARI

- Çekme deneyinin nasıl yapıldığının öğrenilmesi
- Çekme deneyinde kullanılan standartların öğrenilmesi
- Akma gerilmesi, çekme gerilmesi, elastisite modülü, birim şekil değiştirme, rezilyans, tokluk, pekleşme üsteli ve poisson oranı gibi kavramların öğrenilmesi
- Çekme deneyinden elde edilen verilerin analiz edilmesi

3. TEORİK BİLGİLER VE TANIMLAR

Çekme testi farklı ihtiyaçlardan dolayı yapılmasına rağmen genellikle mühendislik malzemelerinin kullanılacağı yerdeki ihtiyaç duyulan mekanik özellikleri sağlayıp sağlamadığını tespit etmek için yapılmaktadır. Ayrıca geliştirilen farklı mühendislik malzemelerinin de mekanik özelliklerinin kıyaslanması için tercih edilmektedir.

3.1. Elastik Özellikler

Katı bir malzeme küçük bir gerilmeye maruz kaldığı zaman, atomlar arasındaki bağlar uzar. Uygulanan gerilme ortadan kaldırıldığı zaman, bağlar arasında oluşan uzama da kalkar ve malzeme ilk haline döner. Kalıcı olmayan bu şekil değiştirme elastik şekil değiştirme olarak tanımlanmaktadır. Elastik bölgede gerilme ve birim şekil değiştirme birbirleriyle doğrusal bir şekilde ilişkilidir ve elastisite modülü (E) ve poisson oranıyla (ν) karakterize edilmektedir.

$$E = \frac{\sigma_{elastik}}{\epsilon_{elastik}}$$

$\sigma_{elastik}$: Mühendislik gerilmesi

$\epsilon_{elastik}$: Mühendislik birim şekil değiştirmesi

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Burada F çekme kuvvetini ve A₀ başlangıç kesit alanını temsil etmektedir.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Burada L₀ başlangıçtaki ölçüm boyunu ve ΔL ölçüm boyundaki değişimi (L-L₀) temsil etmektedir.

Elastik bölgede poisson oranı (ν) numunenin eninde meydana gelen birim şekil değiştirmenin (ε_{enine})boyu doğrultusunda meydana gelen birim şekil değiştirmeye (ε_{boyuna}) oranıdır.

$$\nu = -\frac{\varepsilon_{enine}}{\varepsilon_{boyuna}}$$

3.2. Plastik Özellikler

Dislokasyon ve boşluk gibi kusurların hareketinin baskın olduğu metallerin plastik davranışı mekanik sistemlerin güvenlik koşullarını değerlendirmede önemli bir rol oynar.

3.3. Çekme Dayanımı

Çekme dayanımı veya maksimum çekme gerilmesi maksimum kuvvetin numunenin başlangıç kesit alanına bölünmesiyle bulunur.

$$\sigma_{çekme} = \frac{F_{maks}}{A_0}$$

Çekme dayanımı en yaygın kullanılan çekme testi sonuçlarından birisidir. Çekme dayanımı tek eksenli yükleme koşullarında malzemenin göreceği en yüksek gerilme değeridir.

3.4. Akma Dayanımı

Mühendislik malzemesinin akmaya başladığı veya plastik deformasyona başladığı gerilmedir. Mühendislik malzemelerinin bazıları belirgin şekilde akma veya elastik deformasyondan plastik deformasyona geçiş gösterirler. Belirgin şekilde akma göstermeyen malzemelerin akma gerilmesi elastik bölgedeki doğruyu %0.2 öteleyerek tespit edilebilir.

3.5. Süneklik

Süneklik malzemenin kırılmadan önce göstereceği plastik deformasyonun bir ölçüsüdür. Bir malzeme kırılmadan önce çok az veya hiç plastik deformasyon göstermiyorsa o malzeme gevrek malzeme olarak adlandırılır. Genel olarak, süneklik ölçümleri üç açıdan ilgi çekicidir:

- Haddelene ve ekstrüzyon gibi metal işleme operasyonlarında bir metalin kırılmadan ne ölçüde deforme olabileceğini belirtmek için
- Tasarımcıya metalin kırılmadan önce plastik olarak akma kabiliyetini göstermek.
- Süneklik ölçümü ile hizmet performansı arasında doğrudan bir ilişki olmamasına rağmen, malzeme kalitesini değerlendirmek için süneklik ölçümleri belirtilebilir.

3.6. Rezilyans

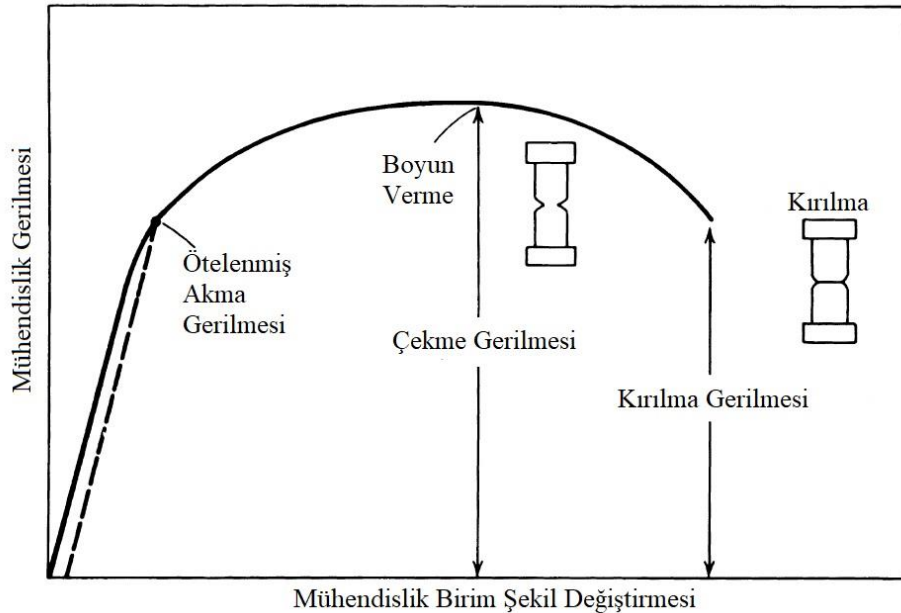
Malzemenin elastik bölgedeki enerji depolama kabiliyetidir.

3.7. Tokluk

Malzemenin kırılıncaya kadar depolayabileceği enerjidir.

3.8. Mühendislik Gerilmesi – Mühendislik Birim Şekil Değiştirme Eğrisi

Çekme testinden elde edilen yük – yer değiştirme verileri kullanılarak Şekil 1’ de verilen mühendislik gerilmesi – mühendislik birim şekil değiştirme grafiği elde edilmektedir. Mühendislik gerilmesi hesaplanırken kuvvet başlangıç numunesinin kesit alanına bölünmüştür. Mühendislik birim şekil değiştirmesi ise yer değiştirme başlangıç boyuna bölünerek bulunmuştur.



Şekil 1 Mühendislik Gerilmesi – Mühendislik Birim Şekil Değiştirme Eğrisi

3.9. Gerçek Gerilme – Gerçek Birim Şekil Değişirme Eğrisi

Mühendislik gerilmesi – mühendislik birim şekil değiştirmesi eğrisi özellikle plastik bölgede metaller için doğru gerilme ve birim şekil değiştirmeyi vermez. Çünkü mühendislik gerilmesi birim şekil değiştirmesi hesaplanırken başlangıç kesit alanı ve boyu kullanılmaktadır. Fakat test esnasında sürekli olarak kesit alanı ve boy değişmektedir.

Genellikle, metaller kırılana kadar sertleşmeye devam eder böylece aynı deformasyona devam edebilmek için ihtiyaç duyulan gerilme değeri de artacaktır. Fakat Şekil 1’de verilen eğriye bakılırsa boyun verme bölgesinden sonra gerilme değerlerinin düştüğü görülmektedir. Eğer gerçek gerilme yükün uygulandığı o andaki kesit alanından ve gerçek birim şekil değiştirme de o anki boy için hesaplanırsa, gerilme – birim şekil değiştirme eğrisi malzeme kırılıncaya kadar artarak devam edecektir. Bu eğri de gerçek gerilme – gerçek birim şekil değiştirme eğrisi olarak adlandırılacaktır. Çekme testi esnasında anlık olarak kesit alanlarını hesaplamak mümkün olmayacağı için gerçek gerilme ve gerçek birim şekil değiştirme değerlerini aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanacaktır.

$$\varepsilon_{gerçek} = \ln(1 + \varepsilon_{mühendislik})$$

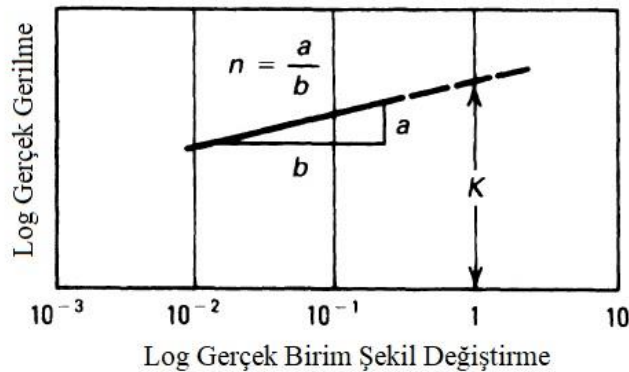
$$\sigma_{gerçek} = \sigma_{mühendislik}(1 + \varepsilon_{mühendislik})$$

3.10. Akma Eğrisinin Matematiksel İfadesi

Homojen plastik deformasyon bölgesindeki (akma dayanımından çekme dayanımına kadar olan bölge) çoğu metal için akma eğrisi aşağıdaki matematiksel ifade ile temsil edilmektedir.

$$\sigma = K\varepsilon^n$$

Burada n pekleşme üsteli, K ise mukavemet katsayısıdır. Bu katsayılar şu şekilde bulunur. Gerçek gerilme ve gerçek birim şekil değiştirme değerleri logaritma 10 tabanında maksimum yük değerine kadar çizdirilirse Şekil 2’deki grafik elde edilecektir.



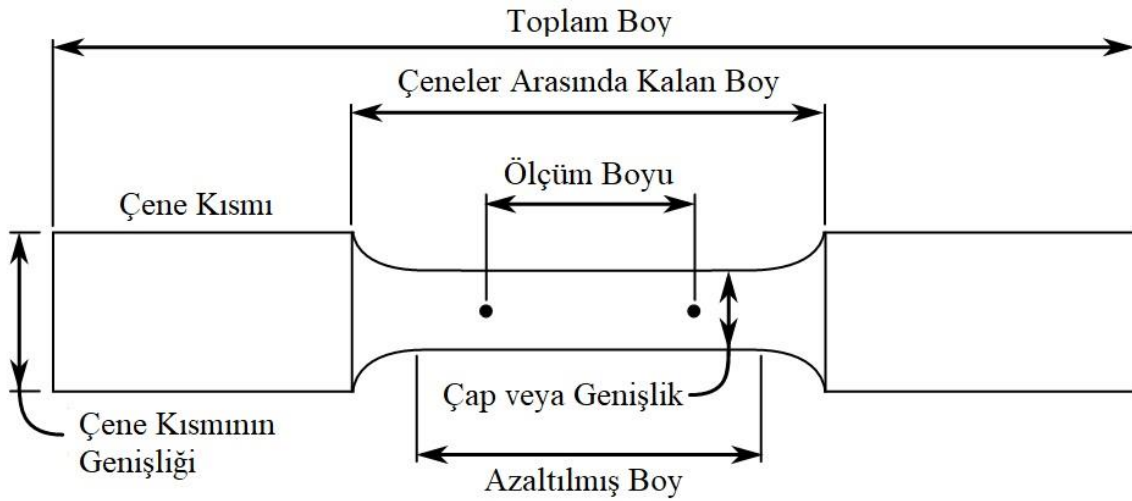
Şekil 2 Log Gerçek Gerilme – Log Gerçek Birim Şekil Değişirme

Bu grafiğin eğimi pekleşme üstelini, gerçek şekil değiştirme değerini 1 yapan gerçek gerilme değeri ise K mukavemet katsayısını verecektir. Çoğu metal için pekleşme üsteli 0.10-0.50 arasında değişmektedir.

4. DENEYİN YAPILIŞI

4.1. Çekme Numunesi

Çekme testi numuneleri için çeşitli standartlar mevcuttur. Numunelerin kesitleri genellikle dairesel, kare veya dikdörtgenel olabilir. Şekil 3’te çekme testi numunesinin resmi verilmiştir.



Şekil 3 Çekme Numunesi

Çekme numunesine bakıldığında zaman iki tane geniş kısım ve ortasında radyüslü daha dar bir kısım vardır. Geniş kısımlardan çekme numunesi test cihazına bağlanmaktadır. Gerilme ve birim şekil değiştirme hesaplamaları ise orta kısımdan yapılmaktadır.

4.2. Çekme Testi Cihazı

Genellikle kullanılan test cihazları çekme, basma ve eğme yüklemelerinin tek bir cihazda yapıldığı universal test cihazlarıdır. Bu test cihazlarının ana görevi yük – yer değiştirme verilerini kaydedip bu verilerden gerilme – birim şekil değiştirme eğrilerini çıkartmaktır. Bursa Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Laboratuvarında Shimadzu AG-X Plus 250 kN universal test cihazı bulunmaktadır. Bu test cihazı 250 kN yükleme kapasitesine sahiptir. Çekme testinde kullanılacak universal test cihazının görseli Şekil 4’ te verilmiştir.



Şekil 4 Üniversal Test Cihazı

4.3. Çekme Testi Prosedürü

- İlk olarak numunenin ölçüleri (kalınlık, genişlik, ilk boy) kumpas yardımıyla belirlenir.
- Çekme numunesi cihazın çenelerine sıkılılarak sabitlenir.
- Test parametreleri (çekme hızı gibi) program üzerinden girilir.
- Çekme testi başlatılır.
- Test bitiminde kuvvet – yer değiştirme verileri kaydedilir.

5. RAPOR İÇİN İSTENENLER

Aşağıda istenilenleri excel dosyası üzerinde yaptıktan sonra grafikleri word dosyasında rapor formatında kaydediniz. Raporunuzu sisteme yüklerken excel dosyanızı da yükleyiniz.

1. Kuvvet – Yer Değiştirme grafiğini çiziniz.
2. Mühendislik Gerilmesi – Mühendislik Birim Şekil Değiştirmesi grafiğini çiziniz.
3. Aşağıdaki değerleri hesaplayınız.
 - 3.1.Akma Gerilmesi (MPa)
 - 3.2.Çekme Gerilmesi (MPa)
 - 3.3.Elastisite Modülü (GPa)
 - 3.4.Akma Birim Şekil Değiştirmesi
 - 3.5.Çekme Birim Şekil Değiştirmesi
 - 3.6.Kopma Birim Şekil Değiştirmesi

4. Aşağıdaki enerji parametrelerini hesaplayınız.

4.1.Rezilyans (J/mm³)

4.2.Tokluk (J/mm³)

5. Gerçek Gerilme – Gerçek Birim Şekil Değişirme grafiğini çiziniz.

6. $\sigma = K\varepsilon^n$ denklemindeki K mukavemet katsayısı ve n pekleşme üsteli parametrelerini hesaplayınız.

6. KAYNAKLAR

- J.R. Davis, “Tensile Testing”, Second Edition, ASM International, 2004.
- Department of Mechanical and Aerospace Engineering, “Tensile Test Laboratory”, The State University of New Jersey.
- Eduardo E. Cabezas and Diego J. Celentano, “Experimental And Numerical Analysis Of The Tensile Test Using Sheet Specimens”, Universidad de Santiago de Chile, 2002.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Tensile_testing, Eylül, 2015.