

METAL ESASLI MALZEMELERİN MEKANİK TESTLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN
www.nilhanurkmeztaskin.com

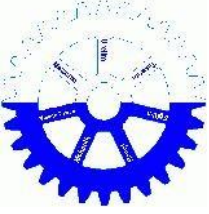
ÇEKME DENEYİ

Çekme numuneleri

Çekme deneyine tabii tutulan numunenin mekanik özelliklerinin sıhhtli bir şekilde ortaya çıkarılabilmesi için alındığı malzemeyi tam olarak temsil etmesi gerekmektedir.

Numunenin alındığı malzemenin:

- a) İmalat şekli
 - Döküm
 - Kaynak
 - Sıcak dövme veya haddeleme
 - Soğuk dövme veya haddeleme
- b) İmalat şekline göre yönlenme
- c) Tatbik edilen ısıl işlemler
- d) Numunenin alındığı bölgeler
- e) Numune alınış şekli
- f) Numunenin hazırlanışı



**Teknik Not
(Technical Note)**

**Metalik Malzemelerin Çekme Deney Standardı
EN ISO 6892-1'in Getirdiği Değişiklikler**

Dr. Bülent AYDEMİR

TÜBİTAK UME, P.K. 54, 41470, Gebze - Kocaeli/TÜRKİYE

bulent.aydemir@tubitak.gov.tr

Geliş Tarihi: 20.01.2014

Kabul Tarihi: 26.02.2014

Özet

Metalik malzemelerde çekme deney standardı olarak TS 138 EN 10002-1 standardı kullanılmakta idi. Yeni yayınlanan TS EN ISO 6892-1 standardı eski standardın yerini almış ve ilave gereklilikleri de kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Ülkemizde metalik malzemelerin çekme deneyi uygulamalarında kullanılmakta olan standardın farklılıkları çalışmada özetlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede, konu ile ilgili kişilere detaylı ve doğru bir bilgi iletilmesi hedeflenmiştir. Sonuç olarak yeni standardın gerekliliklerini karşılamak amacıyla cihazlarda ve deney prosedürlerinde değişiklikleri neler olması gerektiği verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çekme Deneyi, Metalik Malzemeler, EN ISO 6892-1, Mekanik Özellikler

**Changes in EN ISO 6892-1 – The Tensile Test Standard of Metallic
Materials**

Abstract

Metallic materials tensile test was used as the standard TS 138 EN 10002-1 standard. After the new EN ISO 6892-1 standard was published, it replaced the old standard and was designed to include additional requirements. This study aimed to summarize the differences between new standard and old one. In this way, this targeted to the relevant person's transmitted detail and accurate of information. As a result, the requirements of the new standard should be given devices and testing procedures on what changes in order to meet.

Keywords: Tensile Test, Metallic Materials, EN ISO 6892-1, Mechanical Properties.

1. GİRİŞ

Malzeme çekme deneyi, çok farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılan malzemelerin özelliklerinin belirlenmesi yöntemidir. Malzemelerin mekanik özellikleri olarak bilinen akma, çekme ve kopma mukavemeti; akma, çekme, kopma uzama değerleri, elastiklik modülü vb. birçok parametre deney sonucunda elde edilir. Tüm bu sonuçlar ulusal ve uluslararası standartlarla tanımlanmış bir yapıdadır.

Tüm dünyadaki yayınlanan standartları incelediğinizde; başlangıçta her ülke kendi içinde farklı standartları oluşturmuş ve kullanmakta idi. Dünya üzerinde globalleşmenin etkisi ile oluşan bölgesel oluşumlar ve uluslar arası kabul edilen yasal organizasyonlar ile daha genel bir yapı içerisine girmiştir. Örneğin ülkemizdeki standartlar Türk Standartlar Enstitüsü (TSE) tarafından hazırlanarak

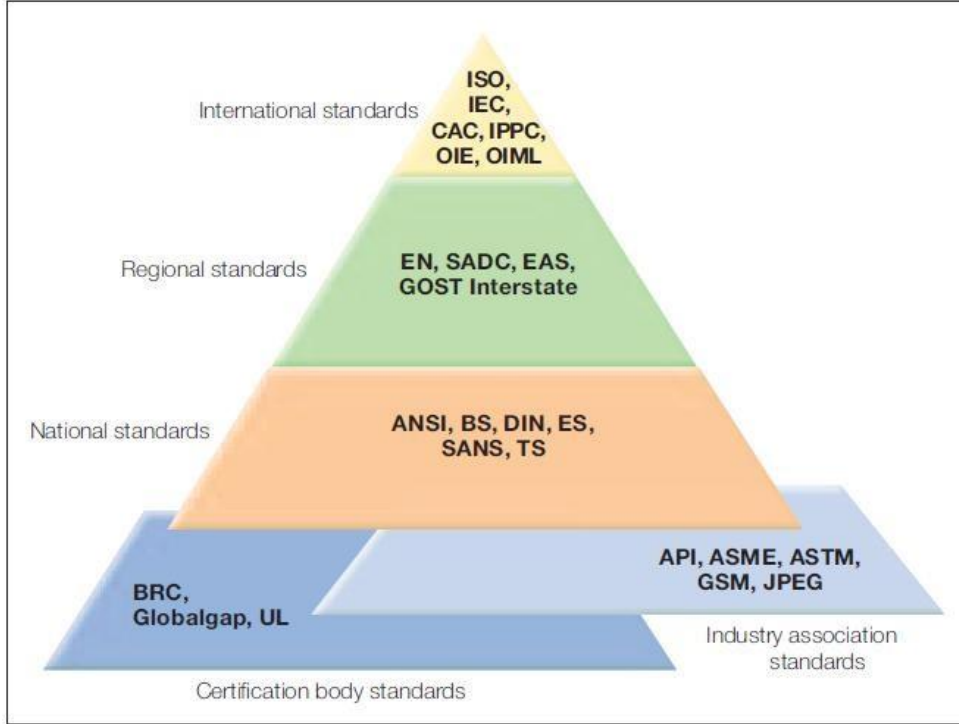
Bu makaleye atıf yapmak için

Aydemir B., "Metalik Malzemelerin Çekme Deney Standardı EN ISO 6892-1'in Getirdiği Değişiklikler" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, (10) 61-70

How to cite this article

Aydemir B., "Changes in EN ISO 6892-1 – The Tensile Test Standard of Metallic Materials" Electronic Journal of Machine Technologies, 2013, (10) 61-70

yayınlanmaktadır. Bölgesel organizasyon olarak Avrupa Birliği içerisinde yer aldığımızdan, bu bölgede kabul edilen European Norm (EN) standartlarını da ülkemizde kendi dilimize dönüştürerek değişiklik yapmadan kullanmaktayız. Ayrıca dünya çapında kabul edilen ISO (International Organization for Standardization) tarafından yayınlanan tüm standartlarda üye ülkeler tarafından kabul edilerek kullanılması istenmektedir. Bunların yanı sıra, ülkenizde ürettiğiniz bir ürünü standartlara uygun olarak sertifikalı olarak satmanız gerektiğinde yayınlanmış standartları kullanmanız ortak dili konuşmanızı sağlayacaktır. Dünyadaki standart organizasyonunun yapısı Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Dünyadaki standartların organizasyon yapısı

Gelişen teknoloji ile birlikte çekme deneyi yapılışının ve sonuçlarının hesaplanmaları standartlardaki değişiklikler ile ihtiyaca göre şekillenmektedir. Ülkemizde metalik malzemelerde çekme deneyi standardındaki değişikliklere baktığımızda; TS 138 (1964, 1978), TS 138 EN 10002-1 (1996, 2004) ve son olarak TS EN ISO 6892-1 (2011) yayınlanmıştır.

Bu çalışma ile bir önceki standart ile 2011 yılında yayınlanan TS EN ISO 6892-1 standardının farklılıklarının özetlenmesi amaçlanmıştır. Ülkemizde pek çok alanda kullanılmakta olan bu standardın farklılıklarının vurgulanması ile ilgili kişilere detaylı ve doğru bir bilgi iletilmesi hedeflenmiştir. Sonuç olarak yeni standardın gerekliliklerini karşılamak amacıyla cihazlarda ve deney prosedürlerinde değişikliklerin neler olması gerektiği verilmiştir.

2. STANDARTTA Kİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ

TS EN ISO 6892-1 standardındaki temel değişimler aşağıda maddeler halinde sıralanmış ve gerekli açıklamaları da altında verilmiştir.

1. İlave numune tipinin tanımlanması

Eski standartta tanımlanmış olan 2 numune tipi 3'e çıkartılmıştır. Boyutları da aşağıdaki Tablo 1 de verilmiştir. Buna ilave olarak numunelerin işleme ve şekil toleransları da tanımlanmıştır. Bu değerler Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Numune boyutları

Ölçüler mm'dir

Deney parçasının tipi	Genişlik b_0	İlk ölçü uzunluğu L_0	Gövde uzunluğu L_c		Paralel kenarlı deney parçaları için kavrama uçları arasındaki mesafe
			Asgari	Tavsiye edilen	
1	12,5 ± 1	50	57	75	87,5
2	20 ± 1	80	90	120	140
3	25 ± 1	50 ^a	60 ^a	–	Tanımlanmamış

^a Tip 3 deney parçasının L_0/b_0 ve L_c/b_0 oranları Tip 1 ve Tip 2'nin oranlarına göre çok düşüktür. Sonuç olarak, bu deney parçasıyla ölçülen özellikler, özellikle kopmadan sonraki uzama (mutlak değer dağılım aralığı) diğer tip deney parçalarıyla ölçülenlerden farklı olacaktır.

Tablo 2. Numune toleransları

Ölçüler mm'dir.

Deney parçasının anma genişliği	İşleme toleransı ^a	Şekil toleransı ^b
12,5	± 0,05	0,06
20	± 0,10	0,12
25	± 0,10	0,12

^a Bu toleranslar, eğer ilk kesit alanı S_0 'nun anma değeri, kesit alanı ölçülmeksizin hesaba dâhil edilecekse uygulanabilir.

^b Deney parçası gövde uzunluğu L_c 'nin tamamı boyunca alınan genişlik ölçümlerindeki azami sapma.

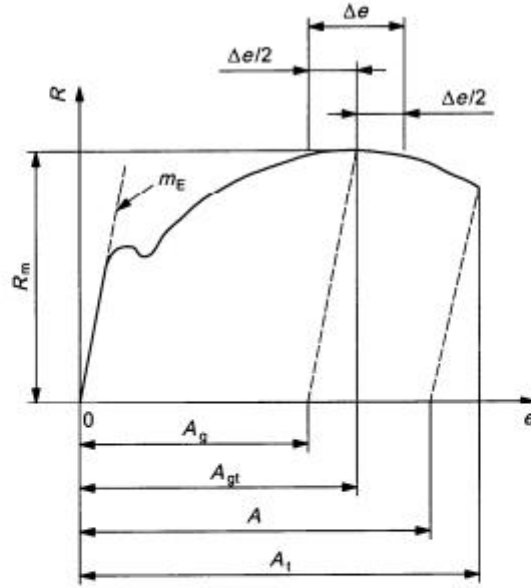
2. Tanımlamalarda yapılan değişiklikler

En önemli değişiklik olarak, ölçme uzunluğunun L_0 yerine L_c olarak kullanılması ve uzama hesapların L_c üzerinden yapılması ile daha hassas ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu değişiklik ile aşağıda verilen tanımlamalarda da değişiklikler yapılmış ve ISO/TR 25679:2005 standardından uyarlanmıştır.

Tanımlamalar:

- İlk ölçü uzunluğu, L_0
Deneye başlamadan önceki ölçü uzunluğu (L) (Madde 3.1) işaretleri arasındaki mesafe
- Ektansometre ölçü uzunluğu, L_e
Uzamanın bir ektansometre ile ölçülmesinde kullanılan ilk ektansometre ölçü uzunluğu
- Uzama (ektansometre ile ölçülen)
Deneyin herhangi bir anında ölçülen ektansometre ölçü uzunluğundaki (L_e) artış
- Yüzde uzama (gerinme)
Ektansometre ölçü uzunluğu L_e 'deki yüzde olarak ifade edilen uzama
- Yüzde kalıcı uzama
Belirtilmiş yükün deney parçası üzerinden kaldırılmasından sonra ölçülen ve ektansometre ölçü uzunluğu L_e 'nin yüzdesi olarak ifade edilen ektansometre ölçü uzunluğundaki artış
- Yüzde akma sınırı uzaması, A_e
Süreksiz akan malzemelerde, ektansometre ölçü uzunluğu L_e 'nin yüzdesi olarak ifade edilen, akmanın başladığı nokta ile homojen çalışma sertleşmesinin başladığı nokta arasındaki uzama
- Azami yükte yüzde toplam uzama, A_{gt}
Uygulanan azami yükte ektansometre ölçü uzunluğu L_e 'nin yüzdesi olarak ifade edilen toplam uzama (ektansometre ile ölçülen elastik uzama + plastik uzama)(şekil 2)
- Azami yükte yüzde plastik uzama, A_g
Uygulanan azami yükte ektansometre ölçü uzunluğu L_e 'nin yüzdesi olarak ifade edilen plastik uzama) (şekil 2)
- Kopmada yüzde toplam uzama, A_t

Kopma anındaki, ekstansometre ölçü uzunluğu L_e 'nin yüzdesi olarak ifade edilen toplam uzama (ekstansometre ile ölçülen elastik uzama + plastik uzama)) (şekil 2)



Açıklama

- A :Kopmadan sonraki yüzde uzama [ektansiyometre sinyalinden veya doğrudan deney parçasından tayin edilen (bk. Madde 20.1)]
- A_g :Azami yükte yüzde plastik uzama
- A_{gt} :Azami yükte yüzde toplam uzama
- A_t :Kopmadan sonraki yüzde toplam uzama
- e :Yüzde uzama
- m_E :Yük-yüzde uzama eğrisinin plastik kısmının eğimi
- R :Gerilme
- R_m :Çekme dayanımı
- Δ_e :Düz kısmın uzunluğu (A_g 'nin tayini için bk. Madde 17; A_{gt} tayini için bk. Madde 18)

Şekil 2. Uzama tarifleri ve sembollerin gösterimi

Numunenin rijitliğinin (sağlamlığı) tanımlanması yapılmıştır. Bu tanımlamalar da, “m” deneyin herhangi bir anında gerilme-yüzde uzama eğrisinin eğimini; m_E ise gerilme-yüzde uzama eğrisinin elastik kısmının eğimi olarak ifade edilmiştir.

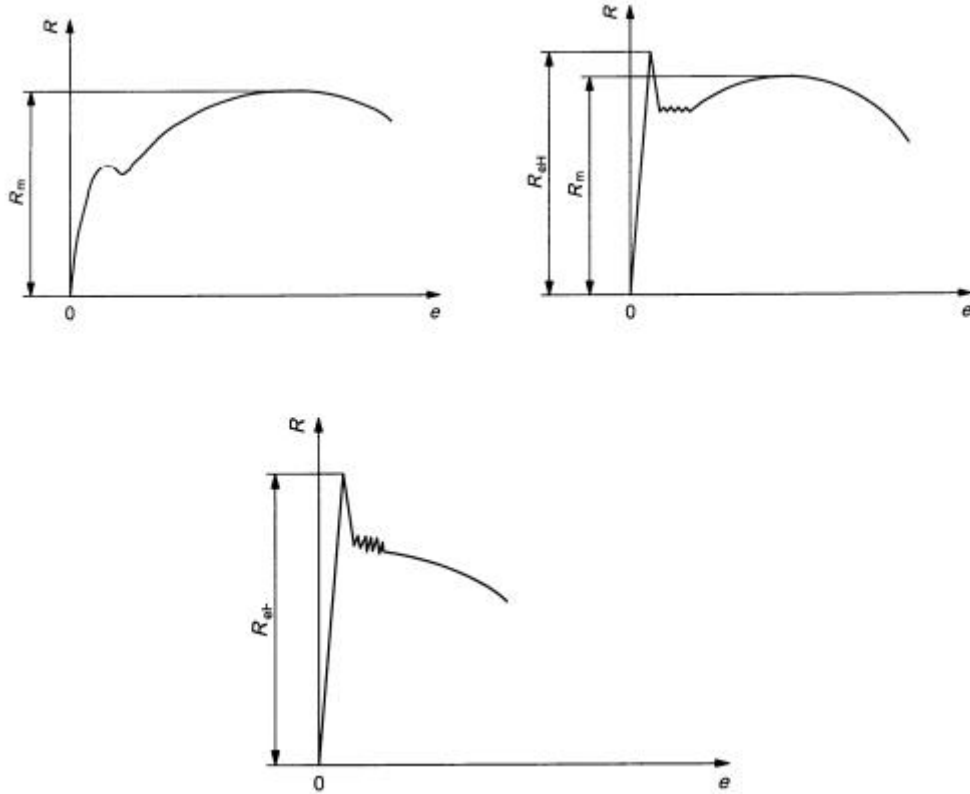
Deney hızı için ilave semboller tanımlanmıştır. Bunların tanımlamaları aşağıdaki şekildedir.

- Gerilme hızı, e_{Lc}
Bir ekstansometre ile ölçülen, birim zamandaki, ekstansometre ölçü uzunluğu L_e 'deki gerilme artışı
- Gövde uzunluğu boyunca tahmin edilen gerilme hızı, e_{Lc}
Kavrama çenelerinin ayrılma hızı (standardın maddesi 3.7.3) ve deney parçasının gövde uzunluğu temelinde, deney parçasının gövde uzunluğu (standardın maddesi 3.2), L_c , boyunca birim zamandaki gerilme değeri artışı
- Hareketli çenelerin ayrılma hızı, v_c
Hareketli çenelerin birim zamandaki yer değiştirme miktarı
- Gerilme hızı, R
Birim zamandaki gerilme artışı (Not: Gerilme hızı sadece deneyin elastik kısmında kullanılmalıdır (Metot B)).

Azami yük (F_m) ve Çekme dayanımı (R_m) daha iyi tanımlanmıştır. Tanımları aşağıda özetlenmiş ve şekil 3 te gösterilmiştir.

- Azami yük, F_m
Süreksiz akma göstermeyen malzemeler için azami yük, deney sırasında deney parçasının dayandığı azami yüküdür. Süreksiz akma gösteren malzemeler için ise azami yük, deney sırasında, çalışma sertleşmesinin başlamasından sonra deney parçasının dayandığı azami yüküdür.

- Çekme dayanımı, R_m
Azami yük, F_m 'e karşılık gelen gerilme

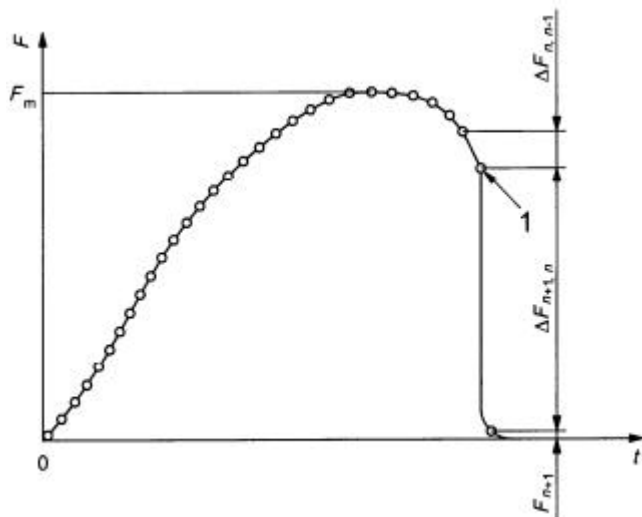


Açıklama

- e Yüzde uzama
R Gerilme
 $R_{0.2H}$ Üst akma dayanımı
 R_m Çekme dayanımı

^a Bu davranışı gösteren malzemeler için bu standarda göre bir çekme dayanımı tarif edilmemiştir. Gerekliyse, ilgili taraflar arasında özel anlaşmalar yapılabilir.

Şekil 3. Çekme dayanımı R_m için çeşitli gerilme uzama eğrisi tipleri



Açıklama

- F Yük
 F_m Azami yük
 F_{n+1} Ölçme noktası n+1'deki yük
 $\Delta F_{n,n-1}$ Ölçme noktası n ile n-1 arasındaki yük farkı
 $\Delta F_{n+1,n}$ Ölçme noktası n+1 ile n arasındaki yük farkı
t Zaman
1 Kopma
o Veri noktası

Kopma kriteri

$$|\Delta F_{n+1,n}| > 5 |\Delta F_{n,n-1}|$$

ve/veya

$$F_{n+1} < 0,02F_m$$

Şekil 4. Deney parçasının kopmasının tarifi için grafiksel gösterimi

3. Kırılma algılanmasının tanımlanması

Standartta kopma, deney parçasının tam ayrılması gerçekleştiğinde oluştuğu varsayılan olgu tanımlanmasına karşın bilgisayar uygulamalarında kırılma belirlenmesi için farklı algoritmalar kullanılmakta idi. Buna yönelik olarak bilgisayar kontrollü deneylerde kullanılabilir kopma kriterleri standartta tanımlanmış ve Şekil 4'te verilmiştir. Bu sayede algoritma tanımlamaları daha iyi yapılmıştır.

4. Deney raporunun gereklilikleri

Deney raporunda olması gerekenler genişletilmiş ve detaylandırılmıştır. İlave edilen aşağıdaki şekildedir:

- Deney kontrol modu/modları veya deney hızı aralığı/aralıkları, tavsiye edilen metotlardan verilen değerlerden farklıysa
- Deney sonuçları

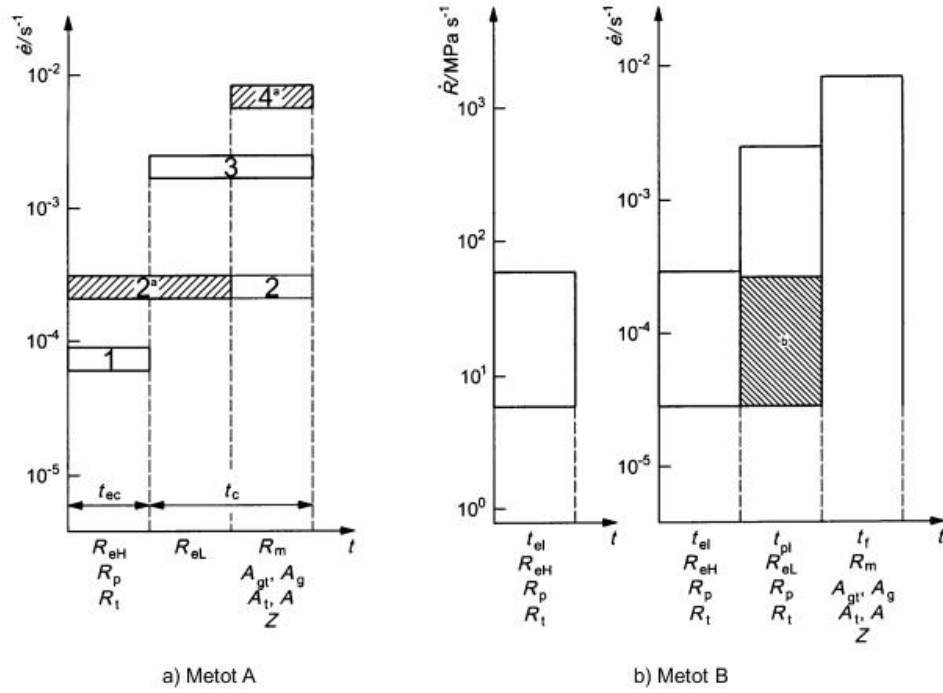
rn standartlarında aksi belirtilmemişse, sonuçlar aşağıdaki veya daha iyi hassasiyetlerle yuvarlatılmalıdır:

- Dayanım değerleri, MPa cinsinden, en yakın tam sayıya;
- Yüzde akma sınırı uzama değerleri A_e , en yakın % 0,1'e;
- Bütün diğer yüzde uzama veya uzama değerleri en yakın % 0,5'e;
- Yüzde kesit daralması Z, en yakın % 1'e.

2.5. Deney hızı tanımlamaları

Yeni standartta ilave deney hızı ve kontrol metodları tanımlanmıştır (şekil 5). EN ISO 6892-1 göre üç çeşit deney hızı kontrol tipi tanımlar: metod A, kapalı çevrim ile ekstansometreden ve traversten gelen sinyale göre gerinme (strain rate) kontrolüne dayalı deney hızı önermektedir. Prensip şekil 6 da gösterilmiştir. Metod A yöntemindeki kapalı çevrim prensibi hız kontrol modları özel hassas ayarlar gerektirir. Bu gerinme hızı değerleri için kapalı çevrim kontrolü yüksek kararlılıklı ve tamamlayıcı deney sistemleri gerektirir.

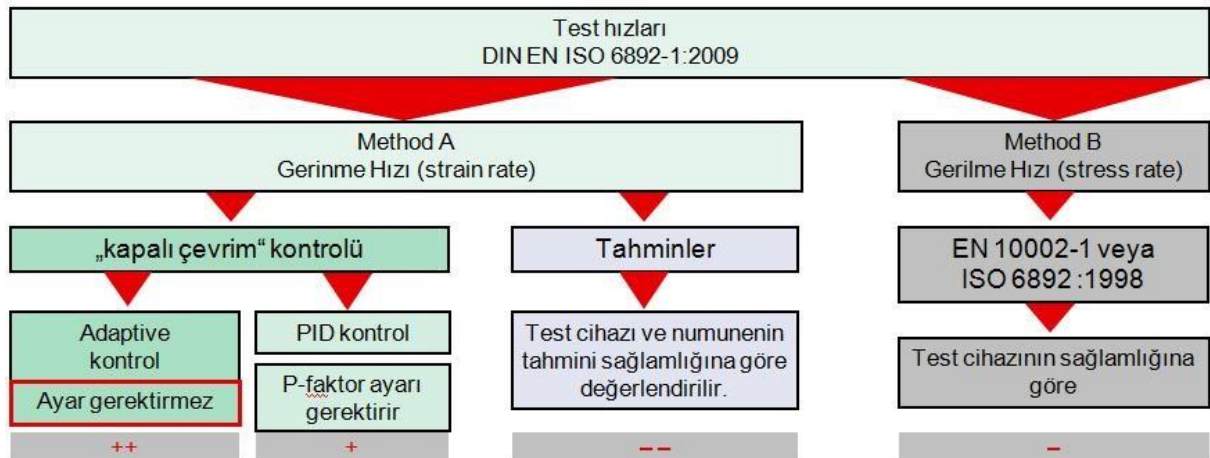
Ayrıca standartta deney hızı toleransları tüm bölgeler de \pm % 20 olarak değiştirildi. Deney hızlarının değişimleri şekil 5 te verilmiştir. Metod A için elastik bölge ve akma bölgesinde 2, akma bölgesinden sonra 4 numaralı hızların kullanılması tavsiye edilir.

**Açıklama**

- $\dot{\epsilon}$ Gerinme hızı
 \dot{R} Gerilme hızı
 t Çekme deneyi zaman ilerleyişi
 t_c Hareketli çene kontrol süresi
 t_{ec} Ektansiyometre kontrol süresi veya hareketli çene kontrol süresi
 t_{el} Listelenmiş parametrelerin tayini için zaman aralığı (elastik davranış) (parametrelerin anlamları için bk. Çizelge 1)
 t_r Listelenmiş parametrelerin tayini için zaman aralığı (genellikle kopmaya kadar) (parametrelerin anlamları için bk. Çizelge 1)
 t_{pl} Listelenmiş parametrelerin tayini için zaman aralığı (plastik davranış) (parametrelerin anlamları için bk. Çizelge 1)
 1 Aralık 1: $\dot{\epsilon} = 0,000\ 07\ s^{-1}$, $\pm\ %\ 20$ 'lik göreceli toleransla
 2 Aralık 2: $\dot{\epsilon} = 0,000\ 25\ s^{-1}$, $\pm\ %\ 20$ 'lik göreceli toleransla
 3 Aralık 3: $\dot{\epsilon} = 0,002\ s^{-1}$, $\pm\ %\ 20$ 'lik göreceli toleransla
 4 Aralık 4: $\dot{\epsilon} = 0,006\ 7\ s^{-1}$, $\pm\ %\ 20$ 'lik göreceli toleransla ($0,4\ min^{-1}$, $\pm\ %\ 20$ 'lik göreceli toleransla)
^a Tavsiye edilen
^b Deney cihazı gerinme hızını ölçemiyor ya da kontrol edemiyorsa, düşük hızlara genişletilmiş aralık (bk. Madde 10.4.2.5)

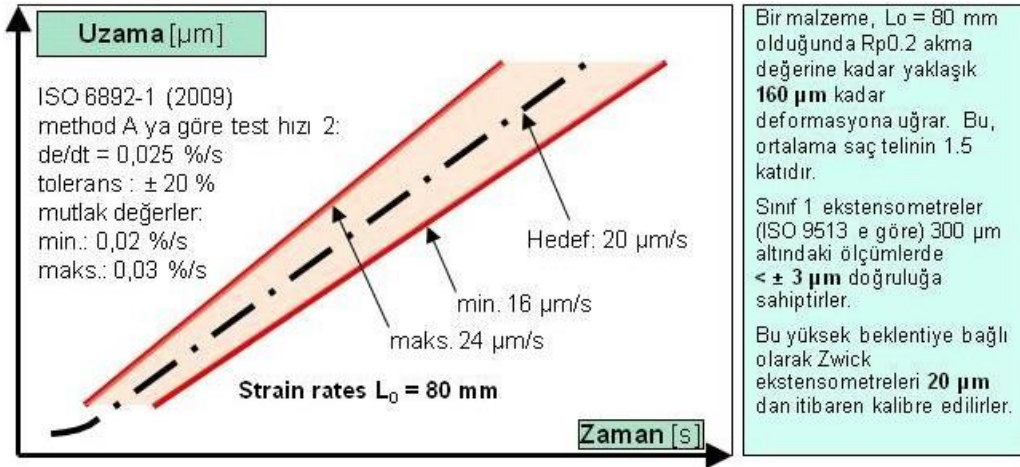
Not – Metot B için elastik aralıktaki gerinme hızı 210 000 MPa'lık bir Young modülü (çelik) kullanılarak hesaplanır.

Şekil 5. Çekme deneyi sırasında kullanılacak gerinme hızlarının açıklaması, R_{eH} , R_{eL} , R_p , R_t , R_m , A_g , A_{gt} , A , A_t ve Z tayin ediliyorsa



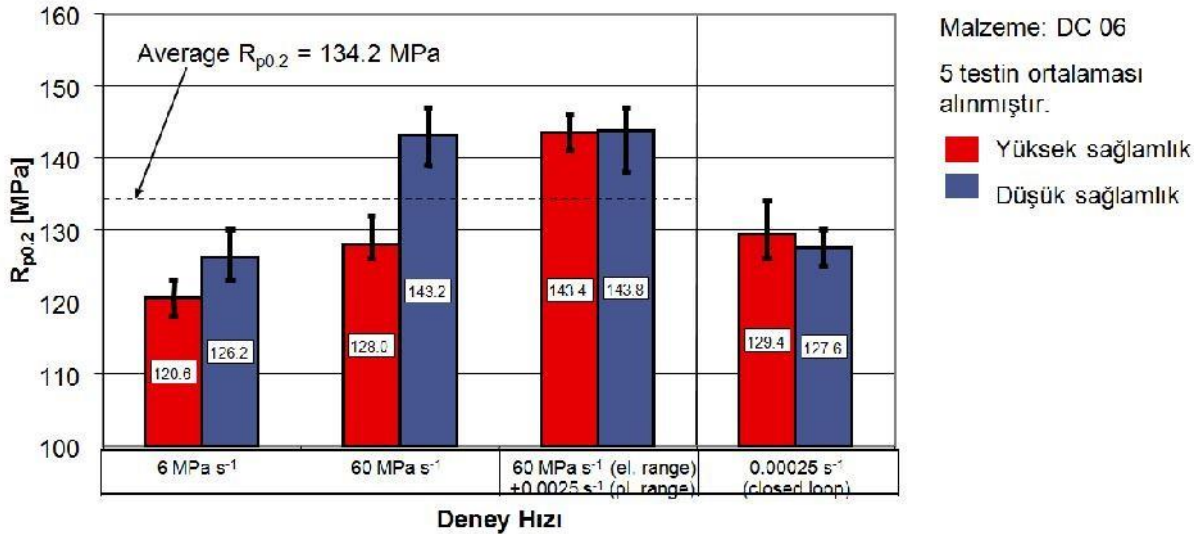
Şekil 6. Çekme deneyi hız metotları prensip şekli

TS EN ISO 6892-1 metot A daki deney hızları toleransı olan \pm % 20 değişimi bir numunenin uzama zaman eğrisindeki değişimi şekil 7 verilmiş olup, oldukça düşük bir tolerans olduğu şekilden de görülmektedir.



Şekil 7. Çekme deney hızı ve toleransının gösterimi

$R_{p0.2}$ akma bölgesindeki deney hızı, deney cihazı sağlamlığı ile doğrudan ilişkilidir. Bilindiği gibi deney hızı dolayısıyla deney sonuçlarını etkilemektedir. Metal malzemeler farklı deney hızlarında farklı davranışlar gösterirler. Birçok malzemede $R_{p0.2}$ akma değeri deney hızından fazlasıyla etkilenmektedir. Bu etkilenme şekil 8 de gösterilmiştir.



Şekil 8. DC 06 malzemesinin çekme hızı değişimine göre $R_{p0.2}$ deki etkisi

EN ISO 6892-1'e göre hız toleranslarını sağlayabilmek için malzeme deney makinası parçalarından beklenen özelliklerden bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Gövde ve sürücü sistem

- Doğrusal ve kararlı hareket edebilen tabla (travers)

Ekstansometre

- Doğrusal ve kararlı hareket edebilen ölçme kolları
- Sağlıklı numune bağlantısı

Çeneler

- Malzemenin iyi tutulması, deney sırasında kaymaması

Program

- Programlanabilir kontrol ünitesi

- Deney yazılımı
- Kontrol ünitesi ve deney yazılımı arasındaki senkronizasyon Ortam
- Deney cihazı titreşimden ve çok dalgalarından etkilenmeyecek şekilde donatılmalıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

EN ISO 6892-1 standardının yenilenmesinde hedeflenenler řu şekilde sıralanabilir:

- Tekrarlanabilir sonuçlar elde etmek
- Tekrar üretilebilir sonuçlar elde etmek
- Doğru sonuçlar elde etmektir.

Hedeflere ulaşmak için deney hızı detaylı olarak tanımlandı. Bu sayede, metalik malzemelerin mekanik özelliklerinin çekme hızına bağlı değişimleri minimize edilmiştir.

Kısaca standardındaki değişikliklerin sağladığı avantaj ve faydaları aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

- a.) Gerçek çekme deney hızları ile standartta verilen değerler sağlanabilmesi
- b.) Doğru hız ile doğru sonuçların elde edilmesi
- c.) Deney makinasının sağlaması gerekli parametreler daha detaylı tanımlanması
- d.) Özellikle R_{eH} (Üst Akma) ve $R_{p0.2}$ (Akma) dayanımları, çekme dayanımı ve bu değerlere bağlı olarak uzama değerlerinde güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçlarla elde edilmesi
- e.) Ekstansometrelerin kullanılması ile daha hassas ve doğru olarak uzama değerlerinin elde edilmesi

İlave olarak, standardın değişimi ile çekme deney makinalarının gerinme hızı parametrelerin kontrol edilmesi gerektiği ve bunun önemli olduğu oraya çıkmıştır. Müşterilere deney hızı hakkında daha detaylı bilgi verilmesi gereklidir. Sonuçların doğruluk ve tekrarlanabilirliğinin artması deneyin yorumlanmasına katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya katkı ve desteklerinden dolayı Heybül GÜMRÜK ve Alptekin KUTLU beylere teşekkür ederim.

6. KAYNAKLAR

1. TS 138 EN 10002-1, (1996, 2004), Metalik Malzemeler - Çekme Deneyi Bölüm 1- Ortam Sıcaklığında Deney metodu
2. TS EN ISO 6892-1, (2011), Metalik malzemeler - Çekme deneyi - Bölüm 1: Oda sıcaklığında deney metodu
3. www.tse.org.tr
4. www.iso.org
5. The Conformity Assessment Toolbox, (2009), Building trust, ISO
6. TS 138, (1964,1978), Çekme Deneyleri (Metalik Malzeme İçin)
7. ISO/TR 25679, (2005), Mechanical testing of metals -- Symbols and definitions in published standards
8. EN ISO 6892-1, (2009), Metallic materials -- Tensile testing -- Part 1: Method of test at room temperature

9. Dr. E. Schenuit, 2011, Metals Testing Tensile Tests with the new ISO 6892-1 (2009), Zwick seminar
10. H. Gümruk, Dr. E. Schenuit, 2012, ISO 6892-1 (2009) ile Metal Malzemelerin ekme Testleri, Zwick Avrasya Seminer
11. J. Aegerter, H. Bloching, 2004, Ergebnisse zur Revision des Zugversuches nach ISO 6892