

MALZEME TEST MAKİNASI EKSTANSOMETRE CİHAZLARININ KALİBRASYONU

Bülent AYDEMİR
Sinan FANK
Ercan PELİT
Cemal VATAN

ÖZET

Malzeme test makinalarının kalibrasyonun yapılabilmesi için kuvvet kalibrasyonunun yapılması tek başına yeterli olmayacağı için ekstansometre kalibrasyonunun da yapılması gereklidir. Bu sayede malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan tüm parametrelerin doğruluğu, kontrol altına alınmış olur. Bu çalışmada, malzeme test makinalarında kullanılan ekstansometre (uzama ölçer) cihazlarının EN ISO 9513 standardına göre, doğrulama ölçümleri sırasında yapılması gereken işlem kademeleri, hata hesaplamaları, sınıflandırma parametreleri ve dikkat edilmesi gerekli diğer hususlar açıklanmıştır.

1. GİRİŞ

Malzeme test makinalarına ait kuvvet ölçme sistemlerinin doğrulama ölçümleri, EN ISO 7500-1 standartlarına göre gerçekleştirilir [1]. Bu standart, Türk Standartları Enstitüsü tarafından TS EN ISO 7500-1 olarak Türkçeleştirilmiştir ve test makinalarının kuvvet doğrulama işleminin nasıl yapılması gerektiğini ve makina sınıfının belirlenme esaslarını içerir [2-4].

Bilindiği gibi malzeme test makinaları, malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Mekanik özellikler test makinası tarafından ölçülen kuvvet ve uzama değerlerinin esas alınması ile belirlenir. Malzeme test makinalarının kalibrasyonunda bu iki parametrenin doğruluğunun kontrolü, ölçüm sonuçlarını güvence altına alacaktır. Kuvvet kalibrasyonu için EN ISO 7500-1 standardı, ekstansometre kalibrasyonu içinde EN ISO 9513 standartları kullanılarak doğrulamalarının yapılması, Avrupa birliği ve birçok ülkede en yaygın kullanılan yöntemlerdir [3]. Ekstansometre kalibrasyon standardı da Türk Standartları Enstitüsü tarafından TS EN ISO 9513 olarak Türkçeleştirilerek yayınlanmıştır. Bu standart, tek eksenli deneylerde kullanılan uzama ölçerlerin statik kalibrasyonunu kapsamaktadır [5-6].

Bu çalışmada, ekstansometre cihazlarının EN ISO 9513 standardına uygun olarak doğrulama ölçümleri sırasında yapılması gereken işlemler ve dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanmıştır.

2. KALİBRASYONDA KULLANILAN CİHAZLAR

2.1. Ekstansometre Cihazı

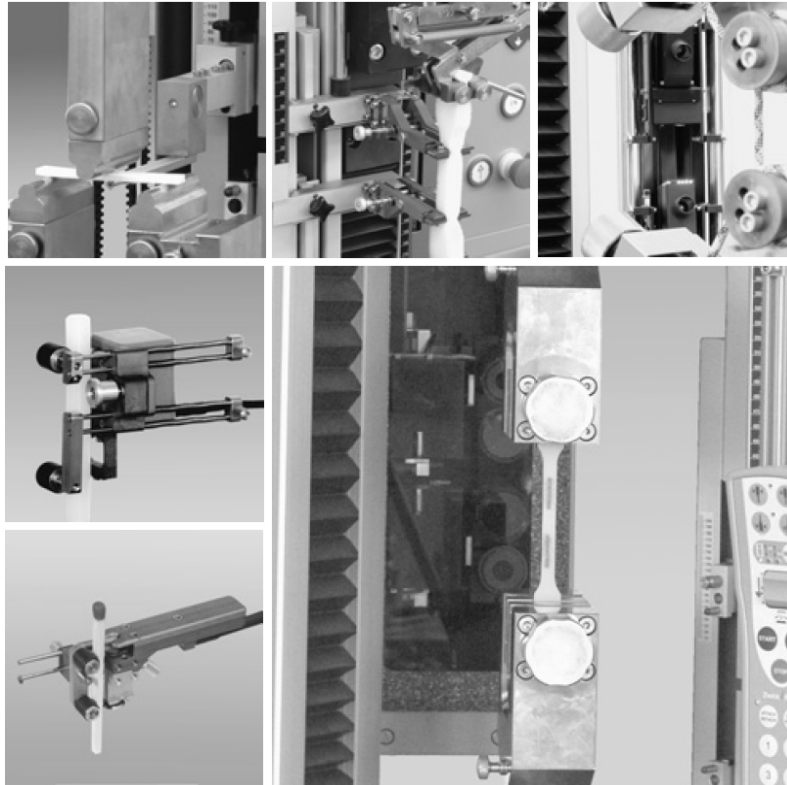
Malzeme test makinalarında uzama ölçümünde kullanılan cihazlara “ekstansometre” adı verilir. “Ekstansometre” teriminden yer değiştirme miktarını ölçen cihaz ve bu yer değiştirme miktarını gösteren ya da kaydeden sistem anlaşılmalıdır [5]. Çok farklı tipleri olan ekstansometre cihazlarının bazılarının resimleri Şekil 1’de gösterilmiştir [7].

2.2. Ekstansometre Kalibrasyon Cihazı

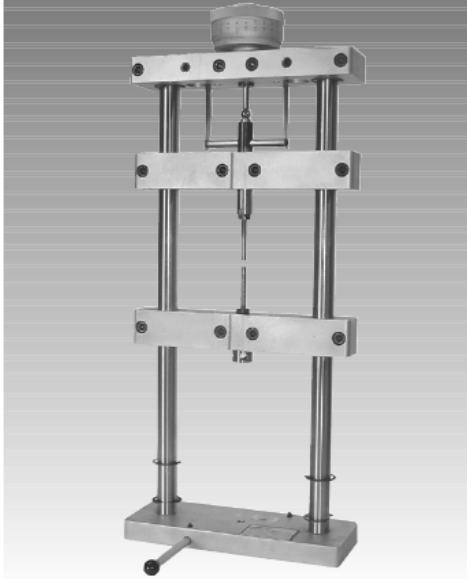
Ekstansometrelerin kalibrasyonları için referans olarak kullanılacak cihazlara ihtiyaç duyulur. Bunun için ekstansometreye uygulanacak ve değeri bilinen yer değişikliği miktarını (l_t) oluşturan bir kalibrasyon cihazı, bir master veya ekstansometrenin üzerine bağlanabileceği başka bir düzenden ibarettir (Şekil 2) [6]. Kalibrasyon cihazı, referans mastarı eksende hareket ettirecek bir mekanizmaya ve ortaya çıkan uzunluk değişimini doğru olarak ölçebilecek bir cihaza sahiptir. Uzunluk değişimleri, bir lazer enterferometre sistemi, referans boyut master blokları, referans bir komparatör veya hassas bir vidalı mikrometre kullanarak ölçülebilir. Bu seçim kalibre edilecek ekstansometrenin doğruluk sınıfına göre belirlenir. Kullanılan enterferometre, master blokları, komparatör veya vidalı mikrometre, uluslararası uzunluk birimlerinde (SI) ve izlenebilir bir metoda göre kalibre edilmeli ve doğrulukları çok iyi bilinmelidir. Kalibrasyon cihazının hatası, ekstansometrenin kabul edilebilir hatasının üçte birinden daha küçük olmalıdır. Ayrıca kalibrasyon sisteminin çözünürlüğü Tablo 1’e uygun olarak seçilmelidir [6].

2.3. Sıcaklık Ölçüm Cihazları

Ekstansometrelerin kalibrasyonu sırasında ortam sıcaklığının 10-35°C arasında olduğunu tespit edebilmek amacıyla, bir sıcaklık ölçüm cihazının olması gereklidir. Kalibrasyonu yapılan makineye yakın bir yere yerleştirilen sıcaklık ölçüm cihazı (termometre) ile kalibrasyona başlangıç ve bitiş sıcaklıkları kaydedilir.



Şekil 1. Çeşitli tip ekstansometre cihazları [7]



Şekil 2. Ekstansometre kalibrasyon cihazı [8]

3. EKSTANSOMETRENİN GENEL MUAYENESİ VE ÖN HAZIRLIKLAR

Bir ekstansometrenin kalibrasyonunun yapılabilmesi için ilk önce doğru yerleştirilip yerleştirilmediği kontrol edilir. Bu durum, yerleşim cihazın güvenli çalışmasında büyük önem taşır. Ayrıca ekstansometre cihazı, titreşimlerden, güneş ışığı, kalorifer gibi termal kaynaklardan, elektrik kaynaklarından ve korozyona neden olan buharlardan korunmalıdır.

3.1 Ekstansometrenin Konumu

Ekstansometrenin, kalibrasyon cihazına bağlantısındaki dengesizlik veya herhangi bir parçasının şekil bozukluğundan ileri gelen hatalardan kaçınmak için, deney sırasında kullanıldığı yön ve konumda yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.

3.2 Kalibrasyonun Yapıldığı Sıcaklık

Genel olarak ekstansometrenin kalibrasyonu ± 2 °C toleransla 18 °C - 28 °C sıcaklık aralığında yapılmalıdır.

10°C - 35°C aralığında yapılan tek eksenli deneylerde kullanılan ekstansometrelerde, imkân varsa kalibrasyonun deney sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta yapılması tavsiye edilir.

Ekstansometre ve onunla temas halindeki kalibrasyon aparatı parçalarının aynı sıcaklığa ulaşması için, ekstansometre, kalibrasyona başlanmadan belirli bir süre (en az 1 saat) önce kalibrasyon aparatının yakınına yerleştirilmeli veya üzerine monte edilmelidir.

3.3 Çözünürlük

Çözünürlük, r , cihazda okunabilen en küçük artım miktardır. Ekstansometre çözünürlüğü değerleri Tablo 1’de verilen değerlere uygun olmalıdır.

3.4 Ekstansometrenin Ölçü Uzunluğunun Doğruluğu

Ekstansometre ölçü uzunluğu (L_e), ölçüme başlamadan kendi sabitleme ayak veya mastarı ile yapılan ilk ayar değeridir. Ekstansometre ölçü uzunluğunun kontrolü amacıyla, ekstansometre uçları iz bırakacak şekilde yumuşak metal bir deney parçası üzerine kapatılarak iz oluşumu sağlanır. Ekstansometre kaldırıldıktan sonra deney parçasının üzerinde kalan izler arasındaki mesafe ölçülür ve aşağıdaki formül ile, bağıl ölçü uzunluğu hatası (qL_e) hesaplanır.

$$qL_e = \frac{L'_e - L_e}{L_e} \times 100$$

L_e : Ekstansometrenin nominal ölçü uzunluğu aralık değeri

L'_e : Ekstansometrenin ölçülen aralık değeri

qL_e : Bağıl ölçü uzunluğu hatası

Ekstansometrenin birçok ölçü uzunluğunun bulunması halinde, kalibrasyon, kullanıcı tarafından gerekli bulunan ölçme uzunluklarının her birinde yapılır. Bulunan hata değerleri Tablo 1’e göre kontrol edilir.

3.5 Kalibrasyon Aralığı

Kalibrasyon aralığı, kullanıcı tarafından, malzeme özelliklerini belirlemek için gerekli olan ölçme aralığını kapsayacak şekilde tanımlanmalıdır. Kalibrasyon aralığının maksimum ve minimum sınırları E_{max} ve E_{min} değerlerinin birbirine oranı aşağıdaki aralıkta olmalıdır:

$$5 \leq \frac{E_{max}}{E_{min}} \leq 10$$

Kullanıcı tarafından birçok kalibrasyon aralığı belirlenmişse, bu aralıkların her biri ayrı ayrı kalibre edilmelidir. Kalibrasyon aralıkları kalibrasyon raporunda yer almalıdır.

4. EKSTANSOMETRE KALİBRASYONU

Kalibrasyonda kullanılan cihazların, uluslararası birimler sistemi SI’ya sertifikalandırılmış izlenebilirliği olmalıdır.

4.1. Kalibrasyon İşlemi

Sıcaklık kararlı hale geldikten sonra, ekstansometrenin, kalibrasyondan önce ve kalibrasyon cihazı ile, kalibrasyon aralığının üzerinde en az iki uzunlukta denenmesi tavsiye edilir. Mümkünse, yer değiştirme sıfırın hafifçe altına alınıp yeniden sıfıra getirilecek şekilde yapıldıktan sonra kalibrasyona başlanmalıdır. Yapılabiliyorsa, ekstansometre yeniden sıfıra ayarlanmalıdır.

Kalibrasyon, her şeyden önce, ekstansometrenin kalibrasyon aralığına eşit aralıkla dağılmış en az on adet (l_i) ölçümünden ibarettir. Ekstansometre kaldırılıp kalibrasyon cihazının üzerine yeniden yerleştirilir. Bundan sonra birincisiyle aynı tarzda ikinci bir seri ölçme yapılır. Ekstansometrenin bir sonraki kullanımı da hesaba katılarak iki seri ölçme artan uzunluğa veya azalan uzunluğa göre veya hem artan hem azalan uzunluğa göre yapılabilir. Eğer ekstansometreye ayar gerekirse, kalibrasyon belgesinde sonuçların yanına “ayardan sonra” ibaresi yazılmalıdır.

4.2. Hata Değerleri ve Hesabı

Kalibrasyon sonucunda alınan verilerden aşağıda tanımlanan hata değerlerinin hesabı yapılır. Verilerin değerlendirilmesi tamamen EN ISO 9513 standardında belirtilen ve aşağıda tanımlanmış hesaplamalar ile yapılır [9–10].

Göreceli yanlışlık hatası (q) ve çözünürlük hatası (a) ve sıcaklık kayma hatası (f_{td}) aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$q = \frac{l_i - l_t}{l_t} \times 100 \quad (1)$$

$$a = \frac{r}{l_i} \times 100 \quad (2)$$

Ekstansometrenin sıcaklık kayma hatası, f_{td}

$$f_{td} = k_{td} \cdot (t_2 - t_1) \quad (3)$$

$k_{td} = 0,0001 \% / ^\circ\text{C}$ (cihaza göre değişebilen yaklaşık değerdir)

l_i	:	Kalibre edilen ekstansometreden okunan değer
l_t	:	Referans cihazdan okunan değer
r	:	Ekstansometrenin çözünürlüğü
k_{td}	:	Ekstansometrenin sıcaklık katsayısı
t_1	:	Ekstansometrenin kullanıldığı ortam sıcaklığı
t_2	:	Ekstansometrenin kalibre edildiği lab. Sıcaklığı

4.3. Ekstansometrelerin Sınıflandırılması

Tablo 1 ekstansometre cihazlarının sınıflandırmakta kullanılan kabul edilebilir bağıl ölçü uzunluğu hatası, çözünürlük ve bağıl doğruluk (yanlılık) hatası değerlerini vermektedir. Sertifikalandırılacak ekstansometre cihazlarının hesaplanan hata değerleri tablodaki değerle ile kıyaslanır ve en yüksek hata değerinin karşılık geldiği sınıf değeri o cihazın sınıf değeri olarak sertifikasında belirtilir. Eğer cihazın hata değerleri tablodaki değerlerden büyük ise cihazın sınıfı “sınıf dışı” olarak belirtilmelidir.

TS EN ISO 9513 standardının Türkçeleştirilmesi esnasında, kalibrasyon cihazının sistematik hata sütunundaki göreceli hata değerlerinden birinci ve ikinci değerleri 0,06 ve 0,15 olması gerekmekte olup bu değerler yanlış olarak aktarılmıştır.

Tablo 1. Ekstansometrelerin sınıflandırılması

Ekstanso- metre sınıfı	Ekstansometre (azamî değerler)					Kalibrasyon Cihazı (azamî değerler)			
	Bağıl (Göreceli) ölçü uzunluğu hatası qLe %	Çözünürlük ^a		Doğruluk (Yanlılık) hatası ^a		Çözünürlük ^a		Doğruluk Yanlılık hatası ^a	
		Okumala- rın yüzdesi r/li %	Mutlak değer r µm	Bağıl (Göre- celi) hata q %	Mutlak değer li-lt µm	Göre- celi hata %	Mutlak değer µm	Bağıl (Göreceli) hata %	Mutlak değer µm
0,2	± 0,2	0,1	0,2	± 0,2	± 0,6	0,05	0,1	± 0,06	± 0,2
0,5	± 0,5	0,25	0,5	± 0,5	± 1,5	0,12	0,25	± 0,15	± 0,5
1	± 1,0	0,50	1,0	± 1,0	± 3,0	0,25	0,50	± 0,3	± 1,0
2	± 2,0	1,0	2,0	± 2,0	± 6,0	0,5	1,0	± 0,6	± 2,0

Not- Küçük ölçü uzunlukları (≤ 25 mm) ve küçük gerilmeler için kullanıcı ekstansometrenin daha iyi sınıflarından birini göz önünde tutmalıdır.

^a Hangi değer daha büyükse.

4.4. Kalibrasyon Periyodu

İki kalibrasyon arasındaki süre ekstansometrenin tipine, bakım standardına ve ekstansometrenin kaç defa kullanıldığına bağlıdır. Normal koşullarda, kalibrasyonun yaklaşık olarak 12 ayda bir yapılması tavsiye edilir. Bu süre standarda göre 18 ayı aşmamalıdır. Ayrıca ekstansometre, ölçmelerin doğruluğunu etkileyebilecek, önemli elemanlarının her onarım veya ayarından sonra periyoda bakılmaksızın hemen yeni kalibrasyon yaptırılmalıdır.

5. SONUÇ

Malzeme test makinalarının kalibrasyonunda kuvvet kalibrasyonunun yapılması tek başına yeterli olmayacağı için malzeme test makinesine ait ekstansometre cihazlarının EN ISO 9513 standardına göre kalibrasyonunun dikkatli ve özenle yapılması çok önemlidir. Ancak bu sayede malzemelerin belirlenen mekanik özelliklerinin güvenilirliğinden bahsedilebilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] EN ISO 7500–1, Metallic materials -Verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Verification and calibration of the force-measuring system, 1999
- [2] TS EN ISO 7500–1, Metal malzemeler - Tek eksenli statik deney makinalarının doğrulanması – Bölüm 1: Çekme/basma deney makinaları – Kuvvet ölçme sisteminin doğrulanması ve kalibrasyonu, 2005
- [3] Aydemir, B., Pelit, E., Fank, S., Malzeme Test Makinası Kalibrasyon Eğitim Dokümanı, UME, 2008
- [4] Aydemir, B., Pelit, E., Fank, S., Genel Kuvvet Metrolojisi Eğitim Dökümanı, UME, 2008
- [5] BS EN ISO 9513, Metallic materials – Calibration of extensometers used in uniaxial testing Machines , 2002
- [6] TS EN ISO 9513, Metal malzemeler – Tek eksenli deneylerde kullanılan ekstansometrelerin kalibrasyonu, 2005
- [7] www.zwick.com

[8] www.instron.com

[9] Aydemir, B., Malzeme Test Makinası Ekstansometre Kalibrasyon Eğitim Dokümanı, UME, 2008

[10] Ekstansometre cihazları kalibrasyon Talimatı, UME, 2005

ÖZGEÇMİŞLER

Bülent AYDEMİR

1973 yılı Eskişehir doğumludur. 1994 yılında Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Bölümünü bitirmiştir. 1996 yılında Kocaeli Üniversitesinden Yüksek Mühendis, 2003 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesinden Doktor ünvanını almıştır. 1994-2000 yılları arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2000 yılından beri TÜBİTAK-UME Kuvvet Ölçümleri Lab. Uzman Araştırmacı olarak görev yapmaktadır. Kuvvet ölçme cihazları, malzeme test makinaları, ekstansometre, sertlik cihazları, çentik darbe cihazları ve yorulma cihazlarında test ve kalibrasyon konularında çalışmaktadır.

Sinan FANK

1968 yılında Fatsa/ORDU' da doğdu. Lise öğrenimini Haydarpaşa Endüstri Meslek Lisesi Ağaç İşleri Bölümünde tamamladı. Üniversite eğitimi kapsamında, 1989 yılında İ.T.Ü Makina Fakültesi'nden lisans derecesini, 1992 yılında yine İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Anabilim dalından yüksek lisans ve 2002 yılında ise doktora derecesini aldı.

1991 yılında TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) işe başladı. Kuvvet metrolojisi ile ilgili 19 adet yurtdışı, 15 adet ise yurtiçi ve 12 adet UME için yayını bulunan Dr. Sinan FANK halen, TÜBİTAK-UME Kuvvet Ölçümleri Laboratuvarında uzman araştırmacı ve laboratuvar sorumlusu olarak görev yapmaktadır.

Ercan PELİT

1971 yılında Sivas'ta doğdu. Lise öğrenimini Gebze Darıca Lisesi Matematik Bölümünde tamamladı. Üniversite eğitiminde, 1993 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi. Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Dalında lisans derecesini, 1996 yılında Kocaeli Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Anabilim dalından yüksek lisans derecesini aldı.

1999 yılında TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) işe başladı. Kuvvet metrolojisi ile ilgili 3 adet yurtdışı, 1 adet UME için yayını bulunan Ercan PELİT halen, TÜBİTAK-UME Kuvvet Ölçümleri Laboratuvarında araştırmacı olarak görev yapmaktadır.

Cemal VATAN

1970 yılında İstanbul'da doğdu. Lise öğrenimini Rıfat Canayakın Lisesi Matematik Bölümünde tamamladı. Üniversite eğitiminde, 1994 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik bölümünde lisans derecesini aldı.

1998 yılında TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) işe başladı. Halen TÜBİTAK-UME Kuvvet Ölçümleri Laboratuvarında araştırmacı olarak görev yapmaktadır.