

Teknik Doküman
(Technical Document)

ISO 376 ve ASTM E74 Standartları Arasındaki Farklılıkların İncelenmesi

Doç. Dr. Bülent AYDEMİR

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME), Gebze/Kocaeli, TÜRKİYE,
bulent.aydemir@tubitak.gov.tr

Özet

Bu çalışmada, kuvvet ölçme cihazlarının kalibrasyonu ile ilgili ISO 376 ve ASTM E74 standartları ele alındı. Bu makale, kuvvet ölçme cihazlarının kalibrasyon yöntemini tarif eden ISO 376 ve ASTM E74 standartlarının en son versiyonları arasındaki önemli farklılıklar hakkında bilgi içermektedir. Bu bağlamda, kuvvet ölçme cihazlarının kalibrasyonu alanında kullanıcıların iki uluslararası standart arasındaki mevcut farklılıkları sunularak farkındalığı arttırmak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: ISO 376, ASTM E74, Kalibrasyon, Kuvvet Ölçme Cihazı

Investigation of Differences between ISO 376 and ASTM E74 Standards

Abstract

In this study, it has been focused on calibration of force measuring devices or force proving instruments related to ISO 376 and ASTM E74 standards. This article contains information about the important differences between the latest versions of ISO 376 and ASTM E74, which describe the calibration method of force measuring devices. In this context, it is aimed to increase the awareness of the users by presenting the differences between the two international standards in the field of calibration of force measuring devices.

Keywords: ISO 376, ASTM E74, Calibration, Force measuring device

1. GİRİŞ

Kuvvet ölçümleri, Newton'un ikinci kanunu olan " F (Kuvvet) = m (Kütle) x a (İvme)" prensibinin kullanıldığı statik kuvvet ölçümlerine dayanmaktadır ve böylece standart kuvvetler oluşturulmaktadır. Bu prensibe göre standart kuvvet değerlerini oluşturan sistemlere Kuvvet Standardı Makinaları veya Kuvvet Kalibrasyon Makinaları adı verilir ve bu makinalar kuvvet ölçme cihazlarının kalibrasyonunda kullanılırlar[1]. Malzeme test makinalarının statik olarak doğruluklarının kontrolü için kullanılan kuvvet ölçme cihazlarının kalibrasyonu uluslararası standartlarda tarif edilmiştir. Bu alanda en yaygın olarak kullanılan iki standart aşağıda tanımlanmıştır.

- EN ISO 376:2011, Metalik malzemeler - Tek eksenli deney makinalarının doğrulanmasında kullanılan kuvvet ölçme cihazlarının kalibrasyonu, Metallic Materials-Calibration of Force-proving

Bu yayına atıf yapmak için

Aydemir B., "ISO 376 ve ASTM E74 standartları arasındaki farklılıkların incelenmesi" Kuvvet Laboratuvarı Teknik Dokümanı, S.3, N.2, 2019 (13-20)

In order to cite this publication

Aydemir B., "Investigation of differences between ISO 376 and ASTM E74 standards" Force Laboratory Technical Document, S.3, N.2, 2019 (13-20)

Instruments Used for the Static Verification of Uniaxial Testing Machines [2]

- ASTM E74-18, 2018, Kuvvet Ölçme Cihazlarının Standart Kalibrasyon Uygulaması, Standard Practice of Calibration of Force-Measuring Instruments [3]

Kuvvet ölçme cihazlarının kalibrasyonunun esas gerekliliği malzeme test makinalarının kuvvet değerlerinin sertifikalandırılması nedeniyledir. Bu alanda kullanılan standartlardan ISO 7500-1 [4], gereklilik olarak, malzeme test makinasının kuvvet sistemini sertifikalandırmak için kullanılan kuvvet ölçme cihazının ISO 376'ya göre kalibre edilmesini belirtir. Benzer şekilde kullanılan ASTM E4 [5] standardı da kalibrasyonda kullanılacak kuvvet ölçüm cihazının ASTM E74 standardına göre kalibre edilmesi gerekliliğini tanımlar. Bu nedenlerden, kuvvet ölçme cihazları ile kalibrasyon yapanların bu standartları çok iyi bilmeleri gerekir.

Bu çalışmada, ISO 376 ile ASTM E74 standartları arasındaki farklılıklar verilmiştir. Bu farklılıkların kalibrasyon sertifikasındaki etkileride incelenmiştir. [1-9].

2. STANDARTLARIN FARKLILIKLARI

2.1 Kuvvet Değerlerinin Seçimi

ASTM E74 en az 30 kuvvet noktası seçilmesini ve her birinin yaklaşık % 10 aralıklı olarak kuvvet noktalarının 3 seri uygulanmasını tarif eder. Sınıf A veya Sınıf AA için ilk kuvvet adımının en düşük değerinin, Sınıf A için çözünürlüğün en az 400 katı ve Sınıf AA için çözünürlüğün en az 2000 katı olması gerekliliği verilmiştir.

ISO 376 standardı, en az 8 farklı kuvvet noktasının seçilmesini ve bunların en az 4 seri artan yönde kuvvet uygulanmasını ve bir de sürünme testini tanımlar. Bununla birlikte, kuvvet ölçüm cihazı hem artan hem de azalan yükleme için kullanılacaksa, 2 seri daha veri alınmasını ve toplam 6 seri ölçüm tarif edilmiştir. ISO 376, ilk kuvvet noktasının ölçümün % 2'sinden daha az olmasına izin vermez ve ilk noktayı belirlenirken sınıflandırmaya göre değişim gösterir. Bu durum, Sınıf 00 için çözünürlüğün 4000 katı, Sınıf 0.5 için 2000 katı, Sınıf 1 için 1000 katı ve Sınıf 2 için çözünürlüğün 500 katı olarak belirlenir.

2.2 Sürünme Testleri

ASTM E74 göre kuvvet ölçme cihazlarının sürünme ve sürünme toparlanma özelliği, genellikle kuvvet ölçme cihazı aşırı yüklenmediği, nem veya başka kirlenmeye maruz kalmadığı ve yorulma yetmezliği yaşadığı sürece sabittir. Sürünme testi, yeni kuvvet ölçme cihazları, büyük onarım gören kuvvet ölçüm cihazları ve aşırı yüklendiğinden şüphelenilen kuvvet ölçme cihazlarına ya da kalibrasyondan sonra sıfıra geri dönüşü kötü olan cihazlar için yapılır.

ASTM E74 göre cihazın sapma değerlerini belirlemek için Metot A seçilirse, standardın madde 8.2 ye göre bir sürünme geri kazanım testi gerekir.

Sürünme geri kazanım testi şu şekilde yapılır: Kuvveti ölçme cihazının kalibrasyonda en az iki kez maksimum kuvvet uygulanır ve 5 dakika boyunca mümkün olduğunca sabit tutulur. Uygulanan kuvvet mümkün olduğunca çabuk kaldırılır ve gösterge değeri 30 saniye ve 5 dakika sonra kaydedilir. Sürünme geri kazanım hatası aşağıdaki gibi hesaplanır:

Sürünme geri kazanım hatası, yüzde = $100 \times (\text{Uygulanan kuvvet kaldırıldıktan 30 saniye sonraki gösterge değeri} - \text{İlk sıfırdaki gösterge değeri}) / \text{Maksimum Uygulanan Kuvvetteki gösterge değeri}$

Sıfır dönüş hatası da hesaplanması gereklidir ve aşağıdaki gibi hesaplanır. Ayrıca sıfır dönüş hatası, sürünme geri kazanım hata limitlerinin % 50'sini aşıyorsa, sürünme testi tekrarlanmalıdır.

Sıfır Dönüş Hatası, Yüzde = $100 \times (\text{İlk sıfırdaki gösterge değeri} - \text{Uygulanan kuvvet kaldırıldıktan 5 dakika sonraki gösterge değeri}) / \text{Maksimum Uygulanan Kuvvetteki gösterge değeri}$.

ASTM E74 standardına göre, kuvvet ölçüm cihazları için, uygulanan kuvvetteki sürünme geri kazanım hata sınırları aşağıdaki şekildedir.

AA sınıfı için +/- % 0,020

A sınıfı için +/- % 0,050

ISO 376 ise kuvvet ölçme cihazına yalnızca artan yönde kuvvet uygulanırsa bir sürünme testi gereklidir. Sürünme testi kalibrasyon prosedürü sırasında ön yükleme yapıldıktan sonra herhangi bir zamanda yapılabilir. Ancak, sürünme testi sıfır kuvvette ölçülecekse, maksimum kuvvet en az 60 saniye uygulanmalıdır. Sürünme testi için cihaza maksimum kuvvet uygulandıktan veya kaldırıldıktan 30 s sonrası ve 300 s sonrası cihazın gösterge değerleri kaydedilir. Bağlı sürünme hatası, maksimum kuvvet uygulandıktan veya kaldırıldıktan 30 s sonrası ve 300 s sonrası alınan değerlerin ortalama maksimum kuvvet değerine oranıdır. Formülü aşağıdaki şekildedir.

$$\% c = \left| \frac{i_{300} - i_{30}}{X_N} \right| \cdot 100$$

ISO 376 göre sürünme testi uygulandığında, kalibrasyon sertifikasında sürünme testi ölçümü yöntemi (maksimum kuvvette veya kuvveti kaldırdıktan sonra sürünme), sürünme ölçümünün ne zaman yapıldığı (ön yüklemeden sonra veya son ölçüm serisinden sonra, vb.), kuvvetin uygulandığı süresi (sıfır kuvvette sürünme ölçümü için) bilgileri belirtilmesi tanımlanmıştır [1,2,7].

2.3 Kuvvetlerin uygulanması için zaman gereksinimleri

ASTM E74, kuvvetin uygulanmasında gereken belirli bir zaman süresine atıfta bulunmaz. Ancak ISO 376 madde 7.4.3'te ise "Ardışık iki kuvvet arasındaki zaman aralığı mümkün olduğu kadar eşit olmalı ve kuvvet değişiminin başlamasından sonraki 30 saniye içinde okuma yapılmamalıdır" şekilde bir ifade verilmiştir.

2.4 Sapmanın belirlenmesi

ASTM E74 e göre sapma hesaplaması için 2 metot tanımlanmıştır. İlki olan Metot A da, sadece ilk sıfır değerini dikkate alır, diğeri Metot B ise bir kuvvet veya kuvvet serisinin uygulanmasından önce ve sonra alınan değerlerin ortalamasından veya interpolasyonundan elde edilen bir sıfır değeri kullanılır. Kuvvet ölçme cihazının öngörülen kullanımına uygun olarak sıfır değeri için uygun metot seçilmelidir. Metot A için, sapma değeri, uygulanan kuvvetteki sapma ile sıfır kuvvetteki ilk sapma arasındaki farktan hesaplanır. Metot B de ise, uygulanan her kuvvetten sonra sıfıra dönülmesi seçildiğinde, iki sıfır değerinin ortalaması veya interpolasyonu sapmayı belirlemek için kullanılır.

ISO 376 a göre sapma, kuvvet altında alınan gösterge değeri ile sıfır kuvvet değerindeki gösterge değerleri arasındaki fark olarak tanımlanır.

2.5 Eğri denkleminin belirlenmesi

ASTM E74 göre elde edilen gösterge değerlerine göre bir eğri denklemi uydurulur. Çoğu zaman ikinci derece bir denklem kullanılır. Ancak cihazın çözünürlüğünün 1/ 50.000'den fazla olduğunun da ve Ek A1 de tanımlanan F testinin geçtiğinde 5. dereceye kadar bir eğri denklemi verilebilir. ISO 376 a göre ise yalnızca üçüncü dereceye kadar eğri denkleminin kullanımına izin verilir.

2.6 Hesaplanmalar ve verilerin analizi

Bu kısımda önemli farklılıklar verilecektir. ASTM E74, kalibrasyonda alınan değerler ile kalibrasyon denkleminde elde edilen değerler arasındaki farktan standart sapma aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$s_m = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2}{n - m - 1}}$$

$d_1, d_2, \dots, d_n$: kalibrasyonda alınan n adet değerler ile kalibrasyon denkleminde elde edilen değerler arasındaki farklar

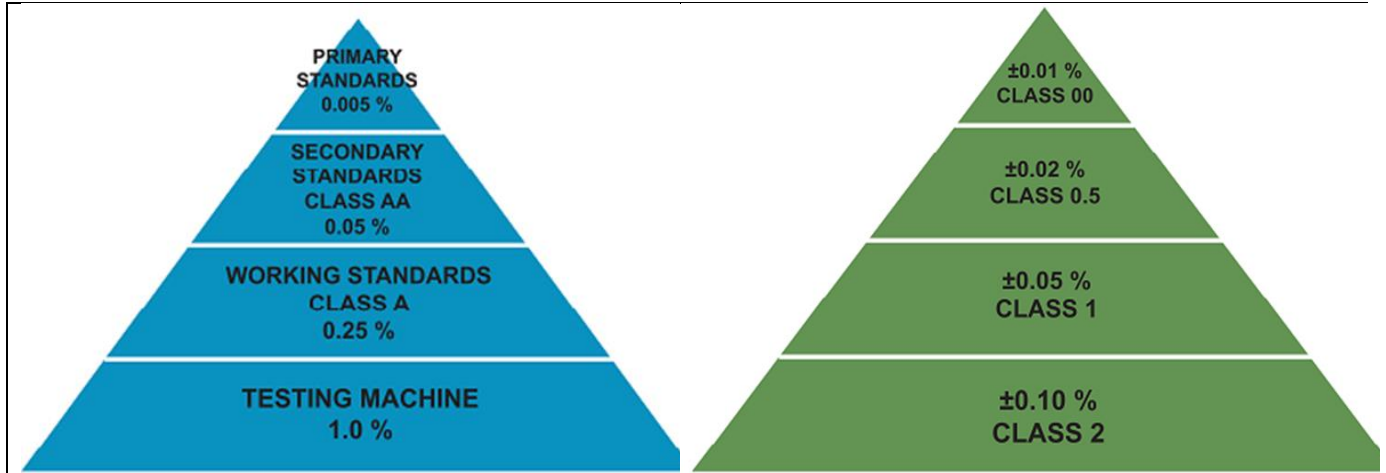
n : sapma değerleri sayısı

m : eğri denkleminin değeri

Hesaplanan bu değer (s_m), daha sonra uygun kuvvet birimine dönüştürülür ve 2.4 ile çarpılır. Çarpılan değere Alt Sınır Faktörü veya LLF denir.

$$LLF = s_m \times 2.4$$

Ölçüm veya yükleme aralığı bu kritere göre tanımlanır. ASTM E74 göre ölçüm aralığı AA sınıfı için, LLF'nin 2000 ile çarpılmasıyla atanır. A sınıfı için ise LLF'nin 400 ile çarpılmasıyla belirlenir. ASTM E74 göre doğruluk oranları piramidi şekil 1 de verilmiştir. Buna göre, ölü ağırlıklı birincil standartlar, AA sınıfı ikincil standartlardan bir kuvvet ölçme sensörüne göre en az on kat daha doğru olduğu kavramı standartta verilmiştir. Sınıf AA standartları, Sınıf A standartlarından ise en az beş kat daha doğrudur ve Sınıf A standartları ise % 1 lik bir test makinasından dört kat daha doğrudur.



Şekil 1. ASTM E74 göre doğruluk oranları piramidi

Şekil 2. ISO 376 göre uygulanan kalibrasyon kuvvetinin genişletilmiş belirsizlik değerleri

ASTM E74 te verilen örnek 1 e göre, birincil kuvvet standartları kullanılarak kalibre edilmiş bir kuvvet ölçme cihazının LLF'si 16 N (3.7 lbf) olarak hesaplanmış olsun. AA sınıfı bir kuvvet ölçme cihazı olarak kullanmak için alt kuvvet sınırı (LLF),

$16 \times 2000 = 32\,000$ N ($3.7 \times 2000 = 7400$ lbf) şekilde bulunur.

LLF, bu alt kuvvet sınırından daha büyük kuvvetler için aletin kapasitesine göre nominal kuvvetin % 0.05'inden daha az olacaktır. Alt kuvvet sınırının, aletin kapasitesinin % 2'sinden (1/50) daha az olmaması önerilir.

ASTM E74 te verilen örnek 2 e göre ise A Sınıfı bir kuvvet ölçme cihazı olarak kullanmak için alt kuvvet sınırı (LLF),

16 x 400 = 6400 N (3.7 x 400 = 1480 lbf) şekilde bulunur.

LLF, bu alt kuvvet sınırından daha büyük kuvvetler için aletin kapasitesine göre nominal kuvvetin % 0.25'inden daha az olacaktır.

Tablo 1. Kuvvet Ölçme Cihazının Sınıflandırılma Kriterleri

Sınıf	Kuvvet ölçme cihazının bağıl hataları, %						Kalibrasyon kuvveti Belirsizliği (k=2) %
	Tekrarlanabilirlik		Enterpolasyon	Sıfır	Tersinebilirlik	Sürünme	
	b	b'	f_c	f_0	v	c	
00	0.05	0.025	± 0.025	± 0.012	0.07	0.025	± 0.01
0.5	0.10	0.05	± 0.05	± 0.025	0.15	0.05	± 0.02
1	0.20	0.10	± 0.10	± 0.050	0.30	0.10	± 0.05
2	0.40	0.20	± 0.20	± 0.10	0.50	0.20	± 0.10

Tablo 2. Sınıflandırma özet tablosu

<i>Sınıflandırma</i>	<i>Sınıflandırma Kriterleri</i>
Durum A	b', b, f_0 , c
Durum B	b', b, f_0 , v
Durum C	b', b, f_0 , f_c , c
Durum D	b', b, f_0 , f_c , v

ISO 376 göre kuvvet ölçme cihazının belirli özellikleri kalibrasyon sırasında alınan değerlerden belirlenir ve cihazın performansı belirli özelliklere göre derecelendirir. ISO 376 a göre kuvvet ölçme cihazının ilgili bağıl hataları belirleye bilmek için ya dört seri ölçüm ve bir sürünme testi ya da altı seri ölçüm verisi kullanır. Her parametre kuvvet noktalarına göre en yüksek hata yüzdeleri belirlenir ve Tablo 1 de verilen tablo ile kıyaslanarak en yüksek hata değeri için bir sınıf belirlenir. Sınıf belirlemede kullanılan hata parametrelerine göre farklı durumlar için sınıflandırma yapılabilir. Durumlara göre hata parametreleri Tablo 2 de verilmiştir. Kuvvet ölçme cihazlarının sınıflandırmasında yalnızca artan veriler kullanıldığında (dört seri ölçüm) tekrarlanabilirlik, tekrar üretilebilirlik, çözünürlük, enterpolasyon, sıfır ve sürünme açısından değerlendirilir. Bununla birlikte, artan ve azalan veriler kullanıldığında ise (altı seri ölçüm) tekrarlanabilirlik, tekrar üretilebilirlik, çözünürlük, enterpolasyon, sıfır ve tersinebilirlik açısından değerlendirilir. Uygulanan kalibrasyon kuvvetinin genişletilmiş bağıl belirsizliği de tablonun izin verdiği eşit veya daha az olmalıdır[1,2,7]. Bir kuvvet ölçme cihazının hata parametrelerden biri sınıf 00 için gerekli olan daha fazla bir hataya sahip, ancak diğer tüm parametreler ise sınıf 00 kriterlerini karşılıyorsa, cihazın sınıfı en yüksek hatanın belirlediği olarak alınır. Eğer bağıl tersinebilirlik hatası Sınıf 1, ancak diğer tüm kriterler Sınıf 00'a uyuyorsa, uygulanan kalibrasyon kuvvetinin genişletilmiş belirsizliğinin de kriterleri karşıladığını varsayılırsa, cihaz Sınıf 1 olarak derecelendirilir. Uygulanan kalibrasyon kuvvetinin standart içindeki belirsizliğini hesaba katması ISO 376'nın çok iyi yaptığı iştir. Bir kuvvet ölçme cihazı, Şekil 2'de gösterildiği gibi, kalibrasyon için kullanılan referanstan daha küçük bir belirsizliğe sahip olamaz. ASTM E74 ise, şu anda referans standardının belirsizliğinden daha düşük olabilecek bir Alt Sınır Faktörüne izin vermektedir.

Eurament cg-04 bölüm 6.2 de yer alan not şu şekildedir [10, 11]: ASTM E74 standardında, kuvvet dönüştürücünün belirsizlik değerinin hesaplanması ve kalibrasyon kuvvetlerinin hatasının istatistiksel tahmini için cihazın enterpolasyon denkleminin kullanımı zorunlu kılınmaktadır. Bu standarttaki belirsizlik hesaplaması, sadece tekrar üretilebilirlik ve enterpolasyon denkleminin sapma nedeniyle yapılan katkıları içerir, ancak orijinal değer daha düşük olarak hesaplanırsa değer çözünürlüğe eşit olarak artırılır ve belirli

sınırlar ile uygulanan kalibrasyon kuvvetinin belirsizliği de içindedir. Yöntem, kalibrasyon kuvvetlerinin ölçüm aralığında uygulanabilen ve iki standart kuvvet aralığı için alt kuvvet sınırlarını belirlemek için kullanılan bilen kuvvet birimlerinde belirsizlik değeri verir. (AA Sınıfı için belirsizliğin 2 000 katı ve A Sınıfı için belirsizliğin 400 katı). Bu yöntemle hesaplanan belirsizlik, Eurament cg-04 bölüm 6.1'de yer alan bileşenlerin bir kısmını görmezden gelir ve bu nedenle farklı ve muhtemelen daha düşük belirsizlik değerleri elde edilebilir. Kuvvet ölçüm cihazının daha sonraki kullanımı için bir belirsizlik bütçesi oluşturulurken, sadece kalibrasyonla ilişkili hesaplanmış belirsizlik değerinin kullanımından kaçınılmalıdır (yani, kalibrasyon sırasında mevcut olan diğer belirsizlik bileşenlerinin katkıları da bütçeye katılmalıdır).

Kuvvet ölçümlerinin belirsizliği hakkında daha fazla bilgi için Euramet cg-04 ün inceleyebilirsiniz.

2.7 Yeniden kalibrasyon tarihleri

ASTM E74 te bölüm 11 yeniden kalibrasyon aralıklarıyla ilgilidir. İşleri basitleştirmek için, kuvvet ölçüm cihazı Sınıf AA aralığında % 0,032 veya daha iyi veya Sınıf A aralığında % 0,16 gösteriyorsa, iki yıllık bir kalibrasyon aralığı verilebilir. Bölüm 11.2.2 de, eğer bu kriter sağlanamazsa, bölüm 11.2.1'in stabilite kriterlerini karşılamayan cihazların, yeniden kalibrasyon aralığı boyunca stabilite kriterlerinin aşılmamasını sağlayacak aralıklarla yeniden kalibre edileceğini belirtir.

ISO 376 standardı bölüm 8.3.2'de, kalibrasyon sertifikasının geçerliliğinin 26 ayı geçmemesi gerektiğini belirtir.

2.8 Raporlama Kriteri

ASTM E74 standardının bölüm 13 de raporda olması gerekler şu şekilde verilmiştir.

Kalibrasyon laboratuvarı tarafından bir kuvvet ölçüm cihazının kalibrasyonu hakkında yayınlanan rapor hatasız olmalı ve tarih, veri vb. değişiklik içermemelidir. Raporda aşağıdaki bilgiler yer almalıdır.

- Kalibrasyonun ASTM E74 standardının en son yayınlanan sayısına göre yapıldığına dair beyan
- Kalibre edilmiş cihazın belirleyici seri numaraları ve üreticisi
- Kalibrasyonu gerçekleştiren laboratuvarın adı
- Kalibrasyon tarihi
- Kalibrasyonda kullanılan referans standart tipini sınırlayıcı hatalar veya belirsizliği
- Kalibrasyonda referans alınan sıcaklık
- İlk ve geri dönüş sıfır kuvvetleri ve her bir dönme konumunda ölçülen sapmalar dahil olarak uygulanan kalibrasyon kuvvetleri ve karşılık gelen sapmaların listelenmesi.
- sapmalarını hesabında kullanılan sıfırın belirlenmesi yöntemi (ASTM E74 bölüm 8.1'e göre (a) veya (b)), ve eğer sıfır belirlenmesinde metot (b) seçilirse, sıfırın ortalama veya enterpolasyonlu yöntem ile belirlenmesi durumu
- uygun kalibrasyon denklemi için katsayıların listesi ve deneysel verilerin uygun kalibrasyon eğrisinden sapmaları,
- Kuvvet ölçme cihazının çözünürlüğü, kalibrasyon sonuçlarıyla ilişkili ölçüm belirsizliği ve doğrulanmış kuvvet aralıkları veya doğrulanmış kuvvet aralıkları,
- Eğer uygulandıysa, sürünme kurtarma testinin sonucu
- Biliniyorsa, kalibrasyon için kullanılan besleme gerilimi ve dalga formu
- Bu raporda ifade edilen alt kuvvet sınırının sadece kuvveti belirlemek için kalibrasyon denklemi kullanıldığında uygulandığına dair beyan
- Kalibrasyon sırasında uygulanan her bir kuvvet için uygun kalibrasyon denklemindeki değerlerin tablosu ve eğer varsa ve karşılaştırmaya uygunsa, son kalibrasyondan bu yana kalibre edilmiş değerlerdeki değişimin bir tablosu (yeni cihazlar dışında)
- Çalışma sırasında cihazın kullanımını kolaylaştırmak için kuvvetlerin çalışma tablosu veya nominal bir faktörden veya başka bir cihazdan bir düzeltme eğrisi

ISO 376 standardı bölüm 8.3 e göre ise raporda aşağıdaki gerekliliklerin olması tanımlanmıştır.

- kuvvet ölçme cihazın ve yükleme aparatlarının ve kalibrasyon makinasının tüm elemanlarının tanımlanması,
- kuvvet uygulama yönü (basma / çekme)
- cihazın ön testlerin gerekliliklerine uygun olduğunu
- cihazın sınıfı ve geçerli ölçüm aralığı (veya kuvvetleri) ve yükleme yönü (yalnızca artan veya artan /azalan)
- Kalibrasyonun tarihi, sonuçları ve gerektiğinde enterpolasyon denklemi
- Kalibrasyonun yapıldığı sıcaklık
- Kalibrasyon sonuçlarının belirsizliği (belirsizliği belirleme yöntemi ISO 376 Ek C'de verilmiştir) ve yapılmışsa, sürünme ölçümünün detayları

2.9 Diğer Tanımlamalar

Hem ASTM E74 hem de ISO 376 zorunlu olmayan eklere sahiptir. ISO 376 standardının ekinde, basmada kullanılan bir kuvvet ölçme cihazı ile kalibrasyon makinası tablaları arasında bir etkileşim olmadığını doğrulamak için şiddetle tavsiye edilen yataklama başlığı testleriyle ilgilidir. ASTM E74 ekinde büyük bir hata kaynağı olabilecek bağlantı aparatlarına değinilmemektedir. ISO 376 Ek A 4 te, yükleme aparatları verilmiştir. Daha detaylı bilgi için bu bölümler incelenebilir. Yükleme aparatları, kuvvet uygulama hattını bozmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Çekme ve basma kuvvet ölçme cihazlarında kullanılabilen örnek bağlantı aparatları şekil 3 ve 4 te verilmiştir.

Şekil 3. ISO 376 Ek A 4 te verilen çekme yükleme aparatları	Şekil 4. ISO 376 Ek A 4 te verilen basma yükleme aparatları

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu teknik dokümanda, ASTM E74 ile ISO 376 standartlarının aynı olmadığını ve farklılıklarının göstermesi amaçlanmıştır. Malzeme test makinalarının kuvvet kalibrasyonunda kullanılan ISO 7500-1

standardında sertifika verebilmek için ISO 376 standardına göre sertifikalandırılmış bir kuvvet ölçme cihazı kullanılmalıdır. Yine malzeme test makinalarının kuvvet kalibrasyonunda kullanılan ASTM E4 standardında sertifika verebilmek için ASTM E74 standardına göre sertifikalandırılmış bir kuvvet ölçme cihazı kullanılmalıdır. ISO 376 standardına göre sertifikalandırılmış bir kuvvet ölçme cihazı ASTM E4 kalibrasyonun da kullanamaz Bununla birlikte, ASTM E74 ile analiz için bazı ISO 376 verilerinin kullanılması mümkündür. Bu makale genel olarak hazırlanış olup konu üzerinde çalışacak kişiler için standartları detaylı olarak incelemesi önerilir. Çünkü burada tartışılanların yanı sıra her iki standart arasında başka birçok fark vardır.

KAYNAKLAR

- [1] Aydemir, B., Dizdar, H., Vatan,C., 2017, “Genel Kuvvet Metrolojisi Eğitim Dokümanı”, TÜBİTAK UME Gebze-Kocaeli, Mayıs 2018
- [2] EN ISO 376:2011, Metallic Materials-Calibration of Force-proving Instruments Used for the Static Verification of Uniaxial Testing Machines
- [3] ASTM E74-18, 2018, Standard Practice of Calibration of Force-Measuring Instruments
- [4] ISO 7500-1:2018, Metallic Materials-Verification of Static Uniaxial Testing Machines Tension/Compression Testing Machines-Verification and Calibration of the Force-Measuring Systems
- [5] ASTM E4-16, 2016, Standard Practices for Force Verification of Testing Machines
- [6] Zumbrun, H., 2018, An Introduction to the Differences Between the Two Most Recognized Force Standards, Cal Lab, The International Journal of Metrology, Jan, Feb, Mar 2018, (26-30)
- [7] Aydemir B., Dizdar H.,Vatan C., “EN ISO 376 Standardına Göre Kuvvet Ölçme Cihazlarının Kalibrasyonunda Belirsizlik Hesabı ve İrdelenmesi” Kuvvet Laboratuvarı Teknik Dokümanı, TÜBİTAK UME, S.2, N.1, 2019 (1-11)
- [8] Aydemir, B., Dizdar, H., Vatan,C., “Tek Eksenli Statik Malzeme Test Makinalarının Kuvvet Kalibrasyonu Eğitim Dokümanı”, G2KV-020, TÜBİTAK UME Gebze-Kocaeli, Mayıs 2018
- [9] Dizdar H., Aydemir B., Vatan C., “ISO 7500-1 Standardına Göre Tek Eksenli Statik Malzeme Test Makinalarının Kuvvet Kalibrasyonunda Belirsizlik Hesabı ve İrdelenmesi” Kuvvet Laboratuvarı Teknik Dokümanı, S.2, N.2, 2019 (12-24)
- [10] EURAMET CG-04, Uncertainty of Force Measurements Version 2.0, 2011
- [11] Dizdar, H., Aydemir, B., Vatan, C., 2015, EURAMET CG-04, Kalibrasyon Rehberi, “Kuvvet Ölçümlerinde Belirsizlik” TÜBİTAK UME, Şubat 2015