

REHBER **ILAC-G24** ULUSLARARASI **OIML D 10**
SERİSİ 2007 Baskısı (E) DOKÜMAN 2007 Baskısı (E)

Ölçüm cihazlarının kalibrasyon aralıklarını
belirlemeye yönelik rehber

Guide pour la détermination des intervalles de calibration
des instruments de mesure

ULUSLARARASI
LABORATUVAR
AKREDİTASYONU
BİRLİĞİ



ORGANISATION INTERNATIONALE
DE METROLOGIE LEGALE
ULUSLARARASI YASAL
METROLOJİ ÖRGÜTÜ

Bu doküman ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) tarafından yayımlanmış olan uluslararası dokümanın Türkçe çevirisidir. Bu doküman paydaşlarla paylaşılacak amacıyla çevrilmiş olup TÜRKAİ'in herhangi bir ek görüşünü içermemektedir. Çeviri hataları, yanlış anlaşılmalr veya editoryal hatalar durumunda TÜRKAİ'in ve ILAC'ın herhangi bir yasal sorumluluğı bulunmamaktadır. Çelişkili hususlar konusunda orijinal ILAC dokümanı dikkate alınmalıdır. Tespit edilen hataları lütfen lab@turkak.org.tr'ye bildiriniz.

İÇİNDEKİLER

Telif hakkı - ILAC	3
Önsöz - OIML	4
Başlangıç	6
Amaç	6
Müelliflik	6
1. Giriş	6
2. Kalibrasyon aralıklarının ilk kez seçimi	8
3. Kalibrasyon aralığını gözden geçirme yöntemleri	9
Yöntem 1: Otomatik ayarlama veya “merdiven” (takvim süresi)	9
Yöntem 2: Kontrol çizelgesi oluşturma (takvim süresi)	10
Yöntem 3: "Kullanım" süresi	10
Yöntem 4: Hizmet içi kontrol veya "kara kutu" testi	11
Yöntem 5: Diğer istatistiksel yaklaşımlar	11
Kaynakça	13

Telif hakkı (ILAC)
ILAC-G24:2007
© Telif hakkı ILAC 2007

ILAC, bu yayının veya bir kısmının, eğitim, standardizasyon, akreditasyon, uygunluk değerlendirme uygulaması ile ilgili alanlar veya ILAC'ın uzmanlık veya çalışma alanı ile ilgili olan diğer amaçlar için bu tür materyalleri kullanmayı arzu eden kuruluşlar tarafından, izinli olarak kopyalanmasını teşvik etmektedir.

Bu yayın içerisinde materyal kopyalama izni isteyen kuruluşlar, ILAC Sekreteryası ile yazılı olarak veya e-posta gibi elektronik yollarla irtibat kurulmalıdır.

İzin talebinde, aşağıdakiler açıkça belirtmelidir:

- 1) Bu yayında iznin istendiği kısım;
- 2) Kopyalanan materyalin nereye alınacağı ve ne amaçla kullanılacağı;
- 3) Materyali içeren dokümanın ticari olarak dağıtılıp dağıtılmayacağı, nerede dağıtılacağı veya satılacağı ve ne kadar miktarın söz konusu olacağı;
- 4) ILAC'ın izni vermesine yardımcı olabilecek diğer tüm arka plan bilgileri.

ILAC, gerekçe belirtmeksizin izni reddetme hakkını saklı tutar.

Kopyalanan materyalin yer aldığı doküman, ILAC'ın katkısını belirten bir ifade içermelidir.

Bu materyali kopyalama izni, yalnız, aslı talepte belirtildiği kadarını kapsar. Materyalin belirtilen kullanımından farklı kullanımları, ek izin almak için önceden yazılı olarak bildirilmelidir.

ILAC, başka bir dokümanda kendi materyalinin kullanılması nedeniyle sorumlu tutulamaz.

Bu materyali kopyalama izninin ihlali veya izinsiz kullanımı kesinlikle yasaktır ve dava konusu edilebilir.

İzin almak veya ek yardım için irtibat kurunuz:

The ILAC Secretariat
PO Box 7507
Silverwater NSW 2128
Australia
Faks: +61 2 9736 8373
E-posta: ilac@nata.asn.au

Önsöz (OIML)

Uluslararası Yasal Metroloji Örgütü (OIML), birinci amacı üye devletlerinin ulusal metroloji hizmetleri veya ilgili kuruluşlar tarafından uygulanan düzenleme ve metrolojik kontrolleri uyumlaştırmak olan, dünya çapında faaliyet gösteren hükümetlerarası bir kuruluştur. OIML yayınlarının başlıca kategorileri aşağıdaki gibidir:

- **Uluslararası Öneriler (OIML R)**, belirli ölçüm cihazlarına ait gerekli metrolojik özellikleri tespit eden ve bu özelliklerin uygunluğunu kontrol eden yöntem ve ekipmanları belirten model yönetmeliklerdir. OIML üye devletleri, bu Önerileri mümkün olan geniş ölçüde uygularlar;
- **Uluslararası Belgeler (OIML D)**, bilgilendirici niteliktedir ve yasal metroloji alanındaki çalışmaları uyumlaştırma ve iyileştirmeyi amaçlar;
- **Uluslararası Rehberler (OIML G)**, bilgilendirici niteliktedir ve belirli gereklerin yasal metrolojide uygulanmalarına yönelik rehber ilkeler vermeyi amaçlar; ve
- **Uluslararası Temel Yayınlar (OIML B)**, çeşitli OIML yapıları ve sistemlerinin çalışma kurallarını tanımlar.

OIML Öneri, Belge ve Rehber Taslakları, üye devletlerin temsilcilerinden oluşan Teknik Komiteler veya Alt Komiteler tarafından geliştirilir. Ayrıca, belirli uluslararası ve bölgesel kurumlar da, danışman olarak katılırlar. OIML ve ISO ve IEC gibi belirli kurumlar arasında, çelişen gereklerden kaçınmak amacıyla, işbirliği anlaşmaları yapılmıştır. Bu nedenle, ölçüm cihazı, deney laboratuvarı, vs. üretici ve kullanıcıları, OIML yayınları ile diğer kurumların yayınlarını eş zamanlı olarak uygulayabilirler.

Uluslararası Öneriler, Belgeler, Rehberler ve Temel Yayınlar, İngilizce (E) olarak yayımlanır ve Fransızca'ya (F) çevrilir ve düzenli aralıklarla revizyona tabidir.

Buna ek olarak, OIML, **Sözlükler (OIML V)** yayınlar veya bunların yayımlanmasına katkıda bulunur ve düzenli aralıklarla, **Uzman Raporları (OIML E)** yazmak üzere yasal metroloji uzmanlarını görevlendirir. Uzman Raporlarının amacı, bilgi ve öneri sağlamaktır ve Teknik Komite veya Alt Komitenin ve de CIME'nin katılımı olmaksızın, yalnız kendi yazarının bakış açısından yazılmıştır. Dolayısıyla, OIML'nin bakışını temsil etmeleri gerekli değildir.

Bu yayın – referans ILAC-G24 / OIML D 10, 2007 Baskısı – ILAC Akreditasyon Komitesi ve OIML TC 4 *Ölçüm standartları ve kalibrasyon ve doğrulama cihazları* tarafından geliştirilmiştir. Bu basım, OIML D 10 (1984 Baskısı)'nın yerine geçmektedir. Nihai yayın olarak Kasım 2005 tarihinde ILAC ve 2002 tarihinde Uluslararası Yasal Metroloji Komitesi tarafından onaylanmıştır.

OIML Yayınları, OIML internet sitesinden PDF dosyaları biçiminde indirilebilir. Örgüt'un genel merkezinden OIML Yayınları hakkında ilave bilgi edinilebilir:

Bureau International de Métrologie Légale
11, rue Turgot - 75009 Paris - France
Telefon: 33 (0)1 48 78 12 82
Faks: 33 (0)1 42 82 17 27
E-posta: biml@oiml.org
İnternet: www.oiml.org

Ölçüm cihazlarının kalibrasyon aralıklarını belirlemeye yönelik rehber

Başlangıç

Bu Rehber Doküman, OIML D 10'un bir revizyonudur. ILAC (Uluslararası Laboratuvar Akreditasyonu Birliği) ve OIML (Uluslararası Yasal Metroloji Örgütü) tarafından ortak girişim şeklinde hazırlanmış ve aynı şekilde yayımlanmıştır.

Aşağıdakileri belirtmek önemlidir:

- Laboratuvarlara, işlerini nasıl yürüteceklerini öğretmek, akreditasyon kuruluşlarının sorumluluğu değildir.
- Kendi ihtiyaçları ve kendi risk değerlendirmesine dayanarak bu Dokümanda tanımlanan yöntemlerin herhangi birini uygulamayı veya hiçbirini uygulamamayı seçmek, her bir münferit laboratuvarın kendi sorumluluğundadır.
- Uygulamayı seçtiği yöntemin etkinliğini değerlendirmek ve seçilen yöntemin sonucunda alınan kararlara ait sonuçların mesuliyetini almak da laboratuvarın kendi sorumluluğundadır.

Amaç

Bu Dokümanın amacı, özellikle kalibrasyon sistemlerini kurarken laboratuvarlara, kalibrasyon aralıklarını nasıl belirleyeceklerine dair rehberlik sunmaktır. Bu Doküman, mevcut olan ve kalibrasyon aralıklarının değerlendirilmesi için tanınan yöntemleri tespit eder ve tanımlar.

Müelliflik

Bu yayın, OIML ve ILAC tarafından ortak girişim şeklinde hazırlanmıştır ve OIML D 10'un revizyonudur. ILAC içerisinde odak noktası, Akreditasyon Komitesi'dir.

1. Giriş

Bir laboratuvarın izlenebilir ve güvenilir ölçüm sonuçları üretme yeteneğini muhafaza etmenin önemli yönlerinden biri, referans standartlar veya çalışma standartları ve kullanılan ölçüm cihazlarının birbirini izleyen kalibrasyonları (yeniden kalibrasyonlar) arasındaki, mücadele edilebilen azami sürenin belirlenmesidir. Çeşitli uluslararası standartlar, bu yönü dikkate alır, örneğin:

ISO/IEC 17025:2005 [1], aşağıdaki gerekleri içerir:

Madde 5.5.2: "Sonuçlar üzerinde önemli etkileri olan cihazın kilit büyüklükleri veya değerleri için kalibrasyon programları hazırlanmalıdır".

Madde 5.5.8: "Mümkünse, laboratuvarın kontrolü altında bulunan ve kalibrasyon gerektiren bütün cihazlar, kalibrasyon durumunu, en son kalibrasyon tarihini ve tekrar kalibrasyonu gerektiren kriterleri veya tarihi de içerecek şekilde işaretlenmeli, kodlanmalı veya başka bir şekilde tanımlanmalıdır".

Madde 5.6.1: "Deney, kalibrasyon veya numune alma sonuçlarının doğruluğu veya geçerliliği üzerinde önemli bir etkisi olan yardımcı ölçümler için

(örneğin ortam şartları) kullanılan cihazlar da dahil olmak üzere, deneyler ve/veya kalibrasyonlarda kullanılan bütün cihazların, kullanıma alınmadan önce kalibrasyonu yapılmalıdır. Laboratuvar, cihazlarının kalibrasyonu için oluşturulmuş bir program ve prosedüre sahip olmalıdır”.

Not: Bu program, ölçüm standartlarının, ölçüm standardı olarak kullanılan referans malzemelerin, deneyleri ve kalibrasyonları yapmak için kullanılan ölçüm ve deney cihazlarının seçilmesi, kullanılması, kalibrasyonunun yapılması, kontrolü ve bakımı için bir sistemi içermelidir.

ISO 9001:2000 [10], aşağıdaki gerekliliği içerir:

Madde 7.6: “Gerekli olduğu yerlerde, sonuçların geçerliliğinden emin olunması için ölçme donanımı;

a) Belirtilmiş aralıklarla veya kullanımdan önce, uluslararası veya ulusal ölçüm standartlarına izlenebilir ölçüm standartları ile kalibre edilmeli veya doğrulanmalıdır; bu standartların bulunmadığı durumlarda kalibrasyon veya doğrulamada esas alınan hususlar kaydedilmelidir”.

Not: Bu Doküman, ölçüm cihazlarının kalibrasyon aralıkları üzerinde odaklanır. Tanımlanan yöntemler, ayrıca, laboratuvarın kontrolü altına olan referans standartlar, çalışma standartları, vs. için uygun bir şekilde kullanılabilir.

Bu Dokümanda, “ölçüm ekipmanı” yerine VIM’in terminolojisine uygun olarak, “ölçüm cihazı” terimi kullanılmıştır.

Düzenli aralıklarla yapılan kalibrasyonun genel hedefi, aşağıdakilerdir:

- Ölçüm cihazının kullanıldığı anda referans değer ile ölçüm cihazı tarafından ölçülen değer arasındaki sapma değeri ve bu sapmadaki belirsizlik tahminlerini iyileştirmek;
- Ölçüm cihazı ile ulaşılacak belirsizlik değerinden emin olmak; ve
- Ölçüm cihazında, geçen süre içerisinde sunulan sonuçlara dair şüphe oluşturabilecek herhangi bir değişiklik olup olmadığını teyit etmektir.

Kalibrasyonla ilgili en önemli kararlardan biri, “ne zaman yapmak” ve “ne sıklıkta yapmak”tır. Müsade edilen ve laboratuvarın dikkate alması gereken, kalibrasyonlar arası zaman aralığı çok sayıda faktörden etkilenir. En önemli faktörler, aşağıdaki gibidir:

- Gereken veya laboratuvar tarafından beyan edilen ölçüm belirsizliği;
- Ölçüm cihazının kullanım sırasında kabul edilebilir maksimum hata sınırlarını aşma riski;
- Cihazın uzun bir süre boyunca uygun çalışmadığı fark edildiğinde, alınması gereken düzeltici önlemlerin maliyeti;
- Cihaz türü;

- Yıpranma ve sapma eğilimi;
- Üreticinin önerileri;
- Kullanım alanı ve derecesi;
- Çevresel koşullar (iklim koşulları, titreşim, iyonlaştırıcı radyasyon, vs.);
- Önceki kalibrasyon kayıtlarından elde edilen eğilim verileri;
- Onarım ve bakım işlemlerine ait tarihçe kayıtları;
- Diğer referans standartlar veya ölçüm cihazları ile karşılaştırarak yapılan çapraz kontrollerin sıklığı;
- Bu süre içerisinde yapılan ara kontrollerin sıklığı ve kalitesi;
- Nakliye düzenlemeleri ve ilişkili riskler; ve
- Hizmet veren personelin hangi derecede eğitim aldığı.

Kalibrasyon maliyeti, kalibrasyon aralıklarını belirlemede normalde göz ardı edilmemesi gerektiğine rağmen, artan ölçüm belirsizlikleri veya ölçüm kalitesi ve daha uzun aralıklardan doğan hizmetler bakımından daha yüksek riskler, kalibrasyonun görünür olan yüksek maliyetinin yükünü hafifletebilir.

Kalibrasyon aralıklarını belirleme süreci, kalibrasyon sırasında alınmış doğru ve yeterli verileri gerektiren karmaşık matematiksel ve istatistiksel bir süreçtir. Görünen odur ki, kalibrasyon aralıklarını oluşturma ve ayarlamaya yönelik evrensel ve en iyi şekilde uygulanabilen tek bir uygulama mevcut değil. Bu durum, kalibrasyon aralıklarının belirlenmesinin daha iyi anlaşılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Bütün ölçüm cihazlarına uyan ideal tek bir yöntem olmadığından, kalibrasyon aralıklarını belirleme ve gözden geçirmeye ve bu aralıkların farklı cihaz türlerine olan uygunluğuna yönelik bazı basit yöntemler bu Dokümanda açıklanmıştır. Bu yöntemler, belirli standartlarda (örneğin, [2]) veya saygın teknik kuruluşlar tarafından (örneğin, [5], [6], [7]) veya ilgili bilimsel dergilerde daha ayrıntılı olarak yayımlanmıştır.

Bu yöntemler, kalibrasyon aralıklarının ilk kez seçimi ve bu aralıkların edinilen deneyime dayalı olarak yeniden düzenlenmesi için kullanılabilir. Uygun görüldükleri ve validasyonu yapıldığı takdirde, laboratuvarlarda geliştirilen yöntemler veya laboratuvar tarafından benimsenen yöntemler de kullanılabilir.

Laboratuvar, uygun yöntemleri seçmeli ve yöntemlerin kullanımı ile ilgili kayıt tutmalıdır. Kalibrasyon sonuçları, cihazların kalibrasyon aralıklarına yönelik gelecekte verilecek kararlara dayanak oluşturması amacıyla, tarihçe kayıtları şeklinde toplanmalıdır.

Laboratuvar, belirlenen kalibrasyon aralıklarından bağımsız olarak, kalibrasyonlar arasında kullanılan standart ve ölçüm cihazlarının düzgün şekilde çalışması ve kalibrasyon statüsünün korunmasını temin edecek uygun bir sisteme sahip olmalıdır (bakınız ISO/IEC 17025:2005'in 5.5.10 ve 5.6.3.3. Maddeleri).

2. Kalibrasyon aralıklarının ilk kez seçimi

Kalibrasyon aralıklarının belirlenmesindeki ilk karar, aşağıdaki faktörlere dayanır:

- Cihaz üreticisinin önerileri;
- Öngörülen kullanım alanı ve derecesi;
- Çevresel etkiler;
- Ölçümde gereken belirsizlik;

- Müsade edilen maksimum hata (örneğin, yasal metroloji makamları tarafından belirlenen);
- Cihazın ayarlanması (veya cihazdaki değişiklikler);
- Ölçülen büyüklüğün etkisi (örneğin, yüksek sıcaklığın ısılıçiftler üzerindeki etkisi); ve
- Aynı veya benzer cihazlar hakkında bir araya getirilen veya yayımlanan veriler.

Bu karar, ölçümler konusunda veya kalibre edilecek belirli cihaza dair genel deneyime sahip ve ayrıca, tercihen diğer laboratuvarlarda uygulanan aralıklara dair bilgi sahibi kişi veya kişiler tarafından verilmelidir. Her cihaz veya cihazlar grubu için, kalibrasyon sonrasında cihazın kabul edilebilir maksimum hata sınırları içerisinde kalacağı muhtemel süreye ilişkin bir tahminde bulunulmalıdır.

3. Kalibrasyon aralığını gözden geçirme yöntemleri

Bir kalibrasyon programı oluşturularak rutin hale getirildikten sonra, kalibrasyon aralıklarının düzenlenmesi risk dengesi ve giriş kısmında belirtilen giderlerin optimize edilmesi amacıyla mümkün olmalıdır. Büyük ihtimalle, ilk belirlenen aralıkların, aşağıdaki gibi birkaç nedenden dolayı arzu edilen optimum sonuçları vermediği fark edilecektir:

- Cihazlar, beklenenden daha az güvenilir olabilir;
- Kullanım, beklendiği şekilde olmayabilir;
- Belirli cihazlara, tam kalibrasyon yerine sınırlı bir kalibrasyon yapılması yeterli olabilir; ve
- Cihazların yeniden kalibrasyonu ile belirlenen sapma, herhangi bir risk artışı, vs. olmaksızın daha uzun kalibrasyon aralıklarının mümkün olabileceğini gösterebilir.

Kalibrasyon aralıklarını gözden geçirmek için, bir dizi yöntem mevcuttur. Seçilen yöntem, aşağıdaki durumlara göre değişiklik gösterir:

- Cihazların tek tek veya grup halinde işlem görmesi (örneğin, üretici modeli veya türüne göre);
- Cihazların zaman içinde veya kullanım sonucunda ulaşılan sapma ile kalibrasyonu aşması;
- Cihazların farklı şekilde kararsızlıklar sergilemesi;
- Cihazların ayarlamaya tabi tutulmuş olması; ve
- Kalibrasyon tarihçesine ait verilerin mevcut olması ve bunlara verilen önem.

İlk kalibrasyon aralıklarını belirleyen “mühendislik sezgisi”, gözden geçirmeye ihtiyaç duyulmadan sabit aralıkları belirleyen sistem olduğu için, yeterince güvenilir bulunmamaktadır ve bu nedenle tavsiye edilmez.

Yöntem 1: Otomatik ayarlama veya “merdiven” (takvim süresi)

Bir cihazın her seferinde bir rutin olarak kalibrasyonu yapıldığında, eğer, ölçüm için gereken kabul edilebilir maksimum hatanın örneğin, % 80’i içinde kaldığı görülürse bunu takip eden aralık uzatılır veya bu kabul edilebilir maksimum hatanın dışına çıkıldığı görülürse, takip eden aralık kısaltılır. Bu tür bir “merdiven” tepkisi, aralıkların hızlı bir şekilde düzenlenmesini sağlayabilir ve personel çabası olmadan kolaylıkla gerçekleştirilir. Kayıtların tutulduğu ve kullanıldığı durumlarda, teknik bir değişiklik veya önleyici bakım ihtiyacını işaret eden, bir cihaz grubuna ait muhtemel bir sorunla karşılaşılabilmesi bilinmelidir.

Cihazların tek tek işlem gördüğü sistemlerin dezavantajı, kalibrasyon yükünü sorunsuz ve dengeli bir biçimde tutmanın güç olabileceği ve bunun ayrıntılı bir ön planlama gerektirmesidir.

Kalibrasyon aralıklarını bu yöntem kullanılarak uç değerlere çekmek, uygun olmayacaktır. Verilen çok sayıda sertifikayı geri çekmek ve büyük hacimde işi yeniden yapmakla ilişkili riskler en sonunda kabul edilemez olabilir.

Yöntem 2: Kontrol çizelgesi (takvim süresi)

Kontrol çizelgesi oluşturma, İstatistiksel Kalite Kontrolün (SQC) en önemli araçlarından biridir ve çeşitli yayınlarda iyi bir şekilde tanımlanmıştır (örneğin, [3], [4]). Kontrol çizelgesi oluşturma, prensipte şu şekilde gerçekleştirilir: Önemli kalibrasyon noktaları seçilir ve sonuçların zamana karşı grafiği çizilir. Bu grafiklerden, hem sonuçların dağılımı hem de sapma hesaplanır; bu sapma, ya tüm kalibrasyon aralığını kapsayan tek bir ortalama sapma ya da oldukça kararlı olan cihazlar için, birkaç aralık için geçerli sapma şeklinde olabilir. Bu değerlere dayanarak, optimum kalibrasyon aralığı hesaplanabilir.

Bu yöntemin uygulanması zordur (aslına bakılırsa, karmaşık cihazlar için uygulanması çok zordur) ve gerçekte, yalnız otomatik veri işleme ile kullanılabilir. Hesaplamalara başlamadan önce, cihazın veya benzer cihazların değişkenlik özelliği konusunda önemli ölçüde bilgi gereklidir. Tekrar vurgulanması gerekirse, dengeli bir iş yükü sağlamak zordur. Ancak, kalibrasyon aralıklarının öngörülen değerlerden önemli ölçüde değişmesine, hesaplamaları geçersiz kılmadan da izin verilebilir; öyle ki, güvenilirlik hesaplanır ve bu, teoride, en azından etkili kalibrasyon aralığını verir. Buna ek olarak, sonuç dağılımının hesaplanması, üreticinin spesifikasyon sınırlarının makul olup olmadığını belirtecektir ve bulunan sapmanın analizi, sapmanın nedenini göstermeye yardımcı olabilir.

Yöntem 3: "Kullanım" süresi

Bu yöntem, daha önce belirtilen yöntemlerin bir çeşitidir. Temel yöntem değişmeden kalır, ancak kalibrasyon aralığı takvim ayı yerine kullanım saati cinsinden ifade edilir. Cihaz üzerine bir geçen zaman göstergesi konulur ve gösterge belirlenen değere ulaştığında, cihaz kalibrasyona gönderilir. Aşırı yüksek sıcaklıklarda kullanılan ısılıçiftler, gaz ortamında çalışan pistonlu basınç standardı ve uzunluk göstergeleri (örneğin; mekanik aşınmaya maruz kalabilecek cihazlar) buna bariz örnek olarak gösterilebilir. Bu yöntemin önemli teorik avantajı, yapılan kalibrasyon sayısıdır ve dolayısıyla, kalibrasyon maliyetidir; cihazın kullanım süresi ile doğrudan değişiklik gösterir.

Buna ek olarak, cihazın kullanımına dair otomatik bir kontrol mevcuttur. Ancak, otomatik kontrol kullanılmasının, aşağıdakiler gibi birçok pratik dezavantajı vardır:

- Pasif cihazlar (örneğin, zayıflatıcılar) veya standartlar (direnç, kapasitans, vs.) için kullanılamaz;
- Cihazlar kullanılmadığında, rafta muhafaza edildiğinde veya birkaç kısa açma-kapama işlemi sonrası sapma eğilimi göstermesi veya bozulabileceği bilinen cihazlarda kullanılmamalıdır;
- Uygun zamanlamanın ilk kez belirleme ve kurulma maliyet yüksektir ve kullanıcılar, bu zamanlanlamaya müdahale edebileceğinden, bunun için denetim gerekir ve bu yine maliyeti artıracaktır;
- (Kalibrasyon yapılan) laboratuvar, kalibrasyon aralığının hangi tarihte sona ereceğine dair bir bilgiye sahip olmadığı için bu yöntemle sorunsuz bir iş akışı elde etmek, yukarıda anılan yöntemlerden çok daha zordur.

Yöntem 4: Hizmet içi kontrol veya "kara kutu" testi

Bu yöntem, 1 ve 2. yöntemlerin bir çeşit varyasyonudur ve özellikle, karmaşık cihazlar veya test konsolları için uygundur. Kritik parametreler, taşınabilir kalibrasyon donanımı veya tercihen, seçili parametreleri kontrol etmek için özel olarak yapılmış bir "kara kutu" ile sıkça kontrol edilir. Eğer, "kara kutu" ile, cihazın kabul edilebilir maksimum hata dışında olduğu tespit edilirse, cihaz tam kalibrasyona gönderilir.

Bu yöntemin en büyük avantajı, cihaz kullanıcılarına maksimum kullanılabilirlik sağlamasıdır. Tam bir kalibrasyonun yalnız, buna gerek olduğu zaman yapılacağı bilindiğinden, kalibrasyon laboratuvarından coğrafi olarak uzak konumda kullanılan cihazlar için çok uygundur. Zor olan nokta, kritik parametrelere karar vermek ve "kara kutu"yu tasarlamaktır.

Yöntem teorik olarak çok güvenilir olmasına rağmen, cihaz "kara kutu" ile ölçülmeyen bazı parametrelerde aksaklık gösterebileceğinden, az oranda belirsizdir. Buna ek olarak, "kara kutu"nın özellikleri de sabit kalamayabilir.

Bu yönteme uygun olan cihazlar, örneğin, yoğunluk ölçerler (rezonans tipi); platin direnç termometreleri (takvim süreli yöntemlerle birlikte); dozimetreler (kaynak dahil) ve ses seviyesi ölçerlerdir (kaynak dahil).

Yöntem 5: Diğer istatistiksel yaklaşımlar

Münferit bir cihazın veya cihaz türünün istatistiksel analizine dayanan yöntemleri kullanmak da, olası bir yaklaşımdır. Özellikle uygun yazılım araçlarıyla birlikte kullanıldığında, bu yöntemler gittikçe daha çok ilgi çekmektedirler. Bu tür bir yazılım aracına örnek ve yazılımın matematiksel arka planı, A. Lepek [9] tarafından açıklanmıştır.

Birbiriyle aynı çok sayıda cihazın (örneğin, cihazlar grubu) kalibre edildiği hallerde, kalibrasyon aralıkları istatistiksel yöntemler kullanılarak gözden geçirilebilir. Bu tür yazılım örneği ve yazılımın matematiksel arka planı L.F. Pau [7] tarafından sunulmuştur.

Yöntemlerin karşılaştırılması

Kullanılan tüm cihazlara (bakınız, Tablo 1) ideal olarak uygulanabilecek tek bir yöntem mevcut değildir. Buna ek olarak, seçilen yöntemin, laboratuvarın bir bakım planı getirme amacı olup olmadığı durumlarda etkileneceği unutulmamalıdır. Laboratuvarın yöntem seçimini etkileyecek diğer faktörler de olabilir. Seçilen yöntem nedeniyle, tutulacak kayıtların şekli de etkilenecektir.

	Yöntem 1 "merdiven"	Yöntem 2 kontrol çizelgesi	Yöntem 3 "kullanım" süresi	Yöntem 4 "kara kutu"	Yöntem 5 ¹⁾ diğer istatistiksel yaklaşımlar
Güvenilirlik	orta	yüksek	orta	yüksek	orta
Uygulama için harcanan çaba	düşük	yüksek	orta	düşük	yüksek
İş yükü dengesi	orta	orta	kötü	orta	kötü
Spesifik cihazlara uygulanabilirliği	orta	düşük	yüksek	yüksek	düşük
Cihazların mevcut olması	orta	orta	orta	yüksek	orta

1) Uygun bir yazılım aracı kullanıldığında daha iyi bir sınıflama elde edilebilir.

Tablo 1: Kalibrasyon aralıklarını gözden geçirme yöntemlerin karşılaştırılması

Kaynakça

- [1] ISO/IEC 17025:2005
General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
- [2] ISO 10012-1, Edition: 1992-01
Quality Assurance Requirements for Measuring Equipment; Management of Measuring Equipment
- [3] Montgomery, D. C.: Introduction to Statistical Quality Control John Wiley & Sons, 4th ed., 2000
- [4] ANSI/ASQC B1-B3-1996: Quality Control Chart Methodologies
- [5] Methods of reviewing calibration intervals
Electrical Quality Assurance Directorate Procurement Executive, Ministry of Defense United Kingdom (1973)
- [6] Establishing and Adjustment of Calibration Intervals NCSL Recommended Practice RP-1, 1996
- [7] Pau, L.F.: Périodicité des Calibrations
Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, 1978
- [8] Garfield, F.M.: Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories AOAC Int., 3rd Edition, 2000
- [9] Lepek, A.: Software for the prediction of measurement standards NCSL International Conference, 2001
- [10] ISO 9001:2000
Quality management systems - Requirements
- [11] International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM), BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Published by ISO, Geneva, Switzerland, 2nd ed., 1993

