

TS EN ISO/IEC 17025 Standardı Denetimlerinde Teknik Alanda Tespit Edilen Genel Bulgular¹

Eyüp Bilgiç², Enver Sadıkoğlu², Saliha Turhan³

Kalibrasyon/deney laboratuvarlarının yeterliliği için genel şartlar, TS EN ISO/IEC 17025 [1] standardında tanımlanmış olup, Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından Laboratuvar akreditasyonu denetimleri bu standartta belirtilen şartlara göre gerçekleştirilmektedir. TS EN ISO/IEC 17025 standardında uyulması gereken şartlar, “Yönetim Şartları” ve “Teknik Şartlar” başlıkları altındaki bölümlerde belirtilmektedir. Akreditasyon denetimlerinde, laboratuvarların kalite yönetim sistemi, “Yönetim Şartları”; kalibrasyon/deney faaliyetleri ise “Teknik Şartlar” altında belirtilen gerekliliklere göre değerlendirilmektedir.

Kalibrasyon/deney hizmetleri için akredite olmak isteyen bir laboratuvar, standartta belirtilen şartlar doğrultusunda kalite yönetim sistemini (KYS) oluşturur/sürdürür. Bu kapsamda, KYS uygulamalarının tanımlandığı kalite yönetim sistemi dokümantasyonunu oluşturur. Laboratuvarın kaliteye ilişkin yönetim sistemi politikaları ile kalite politikası beyanını içeren Kalite El Kitabı, bu dokümantasyonun en önemli dokümanıdır. Akreditasyon sürecinde bu dokümanlar ve bu dokümanlarda tanımlanan uygulamalara göre verilen hizmetler/faaliyetler, denetimlere tabii tutulur. Bu bildiride, denetimlerde dikkat edilen teknik şartlar hakkında bilgi verilerek, laboratuvarların teknik faaliyetlerinde çoğunlukla gözlenen uygunsuzluklara dair bir değerlendirme yapılmaktadır.

1. GİRİŞ

Metroloji, ölçüm bilimi anlamına gelmekte ve ölçüm ile ilgili tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Kalibrasyon veya test amaçlı yapılan ölçümler, Endüstriyel Metroloji kategorisi içerisinde yer almaktadır. Ölçümlerin doğrulukları ve güvenilirlikleri ancak belirli şartların sağlanması ile mümkün olabilmektedir. Uygulanan metot, kullanılan cihaz(lar), ölçümün yapıldığı ortam ve ölçümleri gerçekleştiren personel, gerekli teknik şartların ana başlıklarını oluşturmaktadır. Her ne kadar endüstriyel metroloji uygulamaları, “Gönüllü Alan” olarak tabir edilen zorunlu olmayan faaliyetler olarak bilinse de, rutin faaliyetlerdeki standartlar, kalite yönetim sistemi uygulamaları, ölçüm süreçlerinin kontrol altında tutulmasını ve bağımsız kuruluşlar tarafından denetlenmesini gerektirir. Bu süreç, akreditasyon olarak adlandırılmaktadır. Kalibrasyon ve deney alanlarında hizmet veren laboratuvarların akreditasyonunda ISO/IEC 17025 [2] standardı temel olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde laboratuvar akreditasyonu

faaliyetleri, TÜRKAK tarafından TS EN ISO/IEC 17025 standardı temel alınarak yürütülmektedir.

Akreditasyon süreci, Uluslararası Akreditasyon İşbirliği Kuruluşu (ILAC), Avrupa Akreditasyon Birliği (EA) rehber dokümanları ile TÜRKAK tarafından bu doğrultuda hazırlanan dokümanlarda tanımlanmıştır. Bir laboratuvarın akreditasyon denetimi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Bunlardan biri, laboratuvarın akreditasyon kapsamı dâhilinde oluşturduğu kalite dokümanları ve kalite kayıtlarının incelenmesi, diğeri ise kapsamdaki hizmetlerle ilgili uygulamaların laboratuvar ortamında veya sahada pratik olarak gözlenerek değerlendirilmesidir. KYS dokümantasyonunda ve/veya standartlarda tanımlanmış uygulamalardan uzaklaşmış olmak, faaliyetleri yerine getirmemek “uygunsuzluk” olarak tanımlanmaktadır. Laboratuvar, böyle durumun oluşmaması veya uygunsuzluğun saptanması sonrası yürüteceği faaliyetleri ve kapsamı dâhilinde verdiği hizmetlerini kalite el kitabında

ve kalite dokümanlarında tanımladığı şekli ile vermek ve sürdürmek durumundadır.

2. TS EN ISO/IEC 17025 STANDARDI

TS EN ISO/IEC 17025 standardı, ön-söz bölümü dışında beş ana bölümden oluşmaktadır. “Kapsam”, “Atıf yapılan standartlar ve/veya dokümanlar” ve “Terimler ve tarifler”, standardın ilk üç bölümünü oluşturmaktadır. “Yönetim şartları” ve “Teknik şartlar” bölümleri ise laboratuvarların sağlamak zorunda oldukları şartların tanımlandığı diğer iki bölümdür.

“Yönetim şartları” bölümü, laboratuvarın yönetimi ile ilgili idari işlemlerin tanımlandığı organizasyon yapısı, kalite yönetim sistemi, dokümantasyon ve kayıtların oluşturulması/yönetimi, müşteri ilişkileri, satın alımlar, iç denetimler, uygunsuzluklar, düzeltici faaliyetler, önleyici faaliyetler, sürekli iyileştirmeye yönelik faaliyetler ve yönetimin gözden geçirilmesi ile ilgili 15 bölümden oluşmaktadır. Bu bildiride, yönetim şartları içeriği hedeflenmediğinden teknik şartlar üzerine odaklanılacaktır.

2.1 Teknik Şartlar

“Teknik şartlar” bölümü, verilen kalibrasyon ve deney hizmetlerinin doğruluk ve güvenilirliğini etkileyen faktörlere yönelik gereklilikleri tanımlayan 10 bölümden oluşmaktadır:

1. Genel
2. Personel
3. Yerleşim ve çevre şartları
4. Deney ve kalibrasyon metotları ve metodun geçerli kılınması
5. Cihazlar
6. Ölçümlerin izlenebilirliği
7. Numune alma
8. Deney numunelerine ve kalibrasyona gelen cihazlara uygulanan işlemler
9. Deney ve kalibrasyon sonuçlarının kalitesinin güvencesi
10. Sonuçların rapor haline getirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde, standardın teknik şartlar altında belirtilen önemli ve kritik gerekliliklere değinilerek,

denetimlerinden elde edilen deneyimler doğrultusunda sık karşılaşılan uygunsuzluklar üzerinde durulmaktadır. Teknik faaliyetler kapsamındaki tüm gereklilikler, TS EN ISO/IEC 17025 standardından tanımlanmış olup, burada, ancak önemli hususlara vurgu yapılmaktadır.

2.1.1 Personel

Standardın en önemli gerekliliklerinden biri olup, kalibrasyon ve deney hizmetleri için cihaz kullanan, ölçümleri yapan, belirsizlikleri hesaplayan, rapor hazırlayan ve gerektiğinde de ölçüm sonuçlarını yorumlayan personelin, bilgi ve becerisi, eğitim durumu ve eğitim ihtiyaçlarının değerlendirilerek kayıt altına alınması ve yetkilendirilmesinin yapılmasıdır. Genel olarak, denetimler sırasında bu alanda karşılaşılan uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır:

1. Eğitim programlarının ve alınan eğitimlerin, iş deneyimi ve yetkilendirme kayıtlarının tutulmaması, alınan diploma veya sertifikaların kopyalarına ulaşılamaması
2. Yetkilendirme kayıtlarının yetkilendirme ve/veya yeterliliğin doğrulandığı tarih bilgisini içermemesi
3. Personelin deneyim, bilgi ve becerilerin akreditasyon kapsamı için yetersiz olması
4. Alınan eğitimlerin etkinlik değerlendirmesinin yapılmamış olması
5. Yetkilendirme kriterinin belirtilmemesi, yetkilendirme sürecinin tanımlanmış olmasına rağmen tam olarak uygulanmaması, yetkilendirme kayıtlarının eksik olması

Personelin yetkinliği, önemli ve esastır. Bu açıdan yaklaşıldığında, denetlenen kapsamda yetkili olan personelin eğitim kayıtları tam ve yeterli olsa da, yaptırılan uygulamalarda kalibrasyon/deney talimatlarına uygun iş yapması, bilgi ve tecrübesinin yeterliliğinin değerlendirme sonucu esastır.

2.1.2 Yerleşim ve Çevre Şartları

Laboratuvarın altyapısı (enerji kaynakları, aydınlatma vb.) ve çevre şartları, gerçekleştirilen faaliyetlerin doğru

yapılabilmesine imkân sağlamalı ve ölçüm sonuçlarını olumsuz yönde etkilememelidir.

Laboratuvarın hizmet verdiği iç ve dış mekânlar için, kalibrasyon sonuçlarını etkileyebilecek yerleşim ve çevre şartları ile ilgili teknik şartların doküman haline getirilmesi, kalibrasyon veya deneyi etkileyen çevresel şartların izlenmesi-kontrol edilmesi ve kayıtlarının tutulması, çevresel etkiler nedeni ile ölçümlerin olumsuz etkilenmesi durumunda kalibrasyonun/deneyin durdurulması bu bölümde değerlendirilen gerekliliklerdir. Birbirlerini olumsuz etkileyebilecek aktivitelerin olduğu alanlar arasında ayırım yapılması ve girişlerin kontrol altına alınması da bu kapsamda değerlendirilir. Karşılaşılan genel uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır:

1. Çevresel şartların izlenmemesi ve/veya kayıtların tutulmaması
2. Çevresel kayıtların izlendiği cihazların kalibrasyon programı dâhilinde kalibrasyonlarının sağlanmaması
3. Çevresel şartları izleme cihazlarının kalibrasyon aralığı ve/veya ölçüm belirsizliğinin izlenen ölçüm parametresi için uygun olmaması
4. Çevresel şartları izleme cihazlarının kalibrasyon sertifikalarında belirtilen düzeltme faktörlerinin ölçümler sırasında uygulanmaması
5. İzlenmesi gerekli parametreler için toleransların tanımlanmaması ve/veya ilgili standart veya talimatlarda belirtilen aralıklara uygun olmaması
6. Kalibrasyon/deney ortam şartları için gerekli kararlığın sağlanamaması ve böyle durumlarda kalibrasyon/deney faaliyetlerine devam edilmesi

Kalibrasyon/deney faaliyetinin dış kaynaklı bir standarda göre yapılması durumunda, standardın çevresel şartlar için belirli bir kriter içerip içermediği, eğer var ise laboratuvarın ortam şartlarının bu kriteri sağlaması ve sağlanan çevre şartlarının doküman haline getirilmesi, izlenmesi ve kayıtlarının tutularak muhafaza edilmesi gereklidir. Kalibras-

¹ 26-28 Eylül 2013 tarihlerinde Makina Mühendisleri Odası tarafından Kocaeli’de düzenlenen 8. Ulusal Ölçümbilim Kongresi’nde bildiri olarak sunulmuştur.

² Dr., TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, Gebze, Kocaeli - eyup.bilgic@tubitak.gov.tr, enver.sadikoglu@tubitak.gov.tr

³ TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, Gebze, Kocaeli - saliha.turhan@tubitak.gov.tr

yon/deney sonuçları kayıtlar ile düzenlenen kalibrasyon sertifikaları ve deney raporlarındaki verilerin uyumlu olması da gereklidir.

2.1.3 Deney ve Kalibrasyon Metotları ve Metodun Geçerli Kılınması

Laboratuvar, akreditasyon kapsamı dâhilinde faaliyetlerde; numune alma, taşıma, nakletme, depolama, deneyi/kalibrasyonu yapılacak malzemelerin hazırlanması, uygun olduğu takdirde deney/kalibrasyon verilerinin analizi, ölçme belirsizliği bütçesini de içeren uygun metotlar ve talimatlar kullanılmalıdır. Uygulanan metot ve talimatlar müşterinin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde olmalıdır. Deney ve kalibrasyon metotlarından sapmalara, ancak bunlar, doküman haline getirildiğinde, teknik olarak kabul edildiğinde, doğrulama yapıldığında ve müşteri tarafından kabul edildiğinde izin verilebilir [1, 2]. Laboratuvarın çalışmalarıyla ilgili bütün talimatlar, standartlar, el kitapları ve referans veriler güncel olarak tutulmalıdır. Karşılaşılan genel uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır:

1. Oluşturulan dokümantasyonun başvuru yapılan tüm kapsam dâhilinde kalibrasyon/deneyler için hazırlanmaması
2. Uygulanan metodun talimat içerisinde tanımlanmaması veya yeterli ayrıntıda tanımlanmaması
3. Kullanılan dış kaynaklı standartların güncel ve buna bağlı olarak kullanılan talimatın uygun olmaması
4. Kayıtlar için kullanılan formlarda eksik verilerin olması (operatör, kullanılan referans standart, ölçümün alındığı tarih vb.)
5. Kullanılan yazılımlar ve bu yazılımların geçerli kılınmalarına dair kayıtların tutulmaması
6. Kullanılan hesaplama tablolarının (Excel çalışma sayfaları vb.) dokümanite edilmemesi, doğrulamasının yapılmaması, istem dışı değişikliklere karşı korumasının sağlanmaması
7. Belirsizlik bütçelerinde model fonksiyonun beyan edilmemesi, belirsizlik bileşenlerinin eksik olması, değerinin gerçekçi belirlenmemesi,

güncellenmemesi, dağılım fonksiyonlarındaki hatalar

8. Akreditasyon kapsamı ile belirsizlik bütçelerinin tutarlı olamaması
9. Kapsamda ölçüm aralığı için beyan edilen belirsizliğin, tüm ölçüm aralığı için geçerli olmaması

2.1.4 Cihazlar

Laboratuvar, deney ve kalibrasyonlar için gerekli doğruluk ve belirsizliğin elde edilmesini sağlayan uygun cihaz kullanmalıdır. Sonuçlar üzerinde etkisi olan cihazlar için kalibrasyon ve gerekli ise ara kontrol programları oluşturulmalı ve uygulanmalıdır. Cihazların kalibrasyon, bakım, tamir vb. bilgileri kayıt altına alınmalı ve tutulan kayıtlar muhafaza edilmelidir. Arızalı veya kalibrasyonun geçerliliği geçmiş cihazların deney/kalibrasyonlarda kullanılmaması önlemek için uygulamalar tanımlanmalıdır. Karşılaşılan genel uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır:

1. Faaliyetin yürütülebilmesi için gerekli cihazların eksik veya yetersiz olması
2. Cihazların kalibrasyon tarihi bilgilerini içeren bir düzenlemenin olmaması
3. Kalibrasyonu yapılan referans cihazlar için kalibrasyon sonuçlarının değerlendirilmesi için kabul kriterlerinin tanımlı olmaması
4. Kayıtların oluşturulmaması ve/veya muhafaza edilmemesi
5. Arızalı veya tolerans dışı olduğu saptanan cihazın, kullanıldığı önceki ölçümlere olan etkisinin araştırılmaması, "Uygun olmayan işin kontrolü" prosedürünün uygulanmaması

2.1.5 Ölçümlerin İzlenebilirliği

Deney, kalibrasyon veya numune alma sonuçlarının doğruluğu veya geçerliliği üzerinde önemli bir etkisi olan diğer ölçümler için (mesela 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. Böyle bir

program, ölçme standartlarının, ölçme standardı olarak kullanılan referans standartların ve deneyleri ve kalibrasyonları yapmak için kullanılan ölçme ve deney cihazlarının seçilmesi, kullanılması, kalibrasyonunun yapılması, kontrolü ve bakımı için bir sistemi içermelidir. Karşılaşılan genel uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır:

1. Kullanılan referans ve çalışma standartlar için kalibrasyon periyotlarının belirlenmemesi, belirlenen kalibrasyon periyotlarına uyulmaması
2. Kalibrasyonların kapsama uygun ölçüm aralığında yapılmaması
3. Kullanılan referans standartlarının kalibrasyon geçerlilik süresinin geçmiş olması
4. Referans standart/malzeme için uygun olmayan taşıma ve depolama koşulları
5. Ara kontrollerin yapılmaması, kayıtların tutulmaması
6. Kalibrasyon periyotlarının uygun olmaması, periyodun üretici tarafından önerilen periyottan uzun olarak belirlenen durumlar için cihazın tarihçesinin değerlendirilebilmesi için yeterli verinin olmaması

2.1.6 Numune Alma

Laboratuvar, deney veya kalibrasyon için maddelerden, malzemelerden veya ürünlerden numune alıyorsa, numune alma ile ilgili bir plana ve prosedürlere sahip olmalıdır. Alınan numune, bütünü örneklemelidir. Numune kayıtları, kullanılan örnekleme prosedürünü, numunenin tanımını, çevresel koşulları ve numunenin alındığı konumu belirleyecek detayları içermelidir.

Numune alma uygulaması, genel olarak kimyasal metroloji alanında yapılmaktadır.

2.1.7 Deney Numunelerine ve Kalibrasyona Gelen Cihazlara Uygulanan İşlemler

Laboratuvar, deney/kalibrasyon için gelen numunenin hasar görmemesi için gereken bütün tedbirleri almalıdır. Bu kapsamda, numunelerin nakli, laboratuvara kabulü, taşınması, korunması, depolanması, alıkonulması ve teslimi

için prosedürler oluşturmalıdır. Ayrıca numunelerin birbirileri ile karışmasını önleyecek bir tanımlama sistemi uygulanmalıdır. Kalibrasyon/deney sürecinde yaşanan anormallikler, standart veya talimatlardan sapmalar kaydedilmeli, gerektiğinde müşteriden görüş alınmalıdır. Müşteri ile yapılan görüşmeler kaydedilmelidir. Karşılaşılan genel uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır:

1. Numunelerin depolandığı alanlarda uygun tanımlama olmaması
2. Gelen ve giden numuneler arasında etkin ayrıştırmanın olmaması
3. Numunelerin uygun şekilde işaretilenmemesi
4. Numunenin durumunu gösteren kayıtların uygun şekilde tutulmaması
5. Müşteri ile yapılan görüşmelerin kayıt altına alınmaması

2.1.8 Deney ve Kalibrasyon Sonuçlarının Kalitesinin Güvencesi

Laboratuvar, verdiği kalibrasyon/deney hizmetlerinin geçerliliğini izleyip kontrol edeceği kontrol prosedürleri oluşturmalıdır. Sonuçlarının doğruluklarının sağlanması ve sürekliliğinin oluşturulması kapsamında, referans malzeme kullanılmalı, laboratuvarlar arası karşılaştırma veya yeterlik testi (LAK/YT) programlarına katılmalı ve uygun sonuç alınmalı, aynı veya farklı metotları kullanarak deneyler ve kalibrasyonlar tekrar yapılarak sonuçların tutarlılığı değerlendirilmelidir. Kalitenin temini kapsamında elde edilen veriler, analiz edilmeli, tanımlanmış olan kriterlerin dışında olduğunun tespit edilmesi durumunda, uygunsuzluğun sebebini bularak ortadan kaldırmak ve yanlış sonuçların rapor edilmesini önlemek için prosedürler oluşturulmalı ve planlanan faaliyetler uygulanmalıdır. Karşılaşılan genel uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır:

1. LAK/YT kayıtlarının tutulmaması ve planlarının oluşturulmaması
2. Akreditasyon kapsamındaki alanlarda akreditasyon belgesi geçerlilik süresi içerisinde LAK/YT programına hiç katılmamış olmak
3. LAK/YT karşılaştırmalarda başarısız sonuç alınması durumunda düzeltici faaliyet başlatılmaması

4. LAK/YT düzenlenmeyen alanlarda kalitenin temini faaliyetlerinin yeterli olmayışı

2.1.9 Sonuçların Rapor Haline Getirilmesi

Laboratuvar, gerçekleştirdiği kalibrasyon ve deney ölçümleri sonrasında elde ettiği verileri kullanarak sonuç haline getirmeli ve bunları raporlamalıdır. Sonuçlar, doğru, açık, tarafsız ve deney/kalibrasyon talimatlarına ve kullanılan ulusal/uluslararası standartların şartlarına uygun olarak yapılmalıdır. Kalibrasyon sertifikaları/deney raporlarının içeriği ve formatı, akreditasyon belgesini veren kurumun tebliğlerine, TS EN ISO/IEC 17025 standardında belirtilen şartlara uygun olmalıdır. Laboratuvar sertifikalarının müşteriye ulaştırılması, düzenlenen sertifikalarda değişiklik olması durumunda uygulanan faaliyetin nasıl olacağını oluşturduğu prosedürlerinde belirtmelidir. Karşılaşılan genel uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır:

1. Kalibrasyon sertifikası formatının dokümantasyon sisteminde tanımlanmamış olması
2. Kalibrasyon sonuçlarının belirsizlik değeri ile uyumlu çözünürlükte verilmemesi
3. Kalibrasyon sertifikalarında SI dışı birimlerin kullanılması ve/veya bu birimlerin SI birimine dönüşüm çarpanının verilmemesi
4. Kalibrasyon sertifikalarında ölçümler sırasındaki çevresel şartların değişim aralığının verilmemesi
5. Sayfa sayısı ve toplam sayfa numaralarının uyumlu olmaması
6. Kalibrasyon sertifikalarında birimlerin SI broşüründe [3] belirtilen kurallara uygun yazılmaması
7. Kalibrasyon sertifikalarında ölçümlere etkisi olan tüm çevresel şartların belirtilmemesi
8. Sertifikalarda güvenilirlik düzeyi ve kapsam faktörü hakkında bilgi verilmemesi

3. SONUÇ

Kalibrasyon/deney laboratuvarları, akreditasyon kapsamı dâhilinde verdikleri hizmetlerini TS EN ISO/IEC

17025 standardında tanımlanan şartlara göre yapılandırılmış bir Kalite Yönetim Sistemi çerçevesinde yürütürler. TS EN ISO/IEC 17025 standardı, yerine getirilmesi istenilen gereklilikleri tanımlamaktadır. Kurum/kuruluşların, bu gerekliliklerin yerine getirme tarzlarında farklılıklar olabilir. Kalite sistemlerin ideal olmalarından ziyade belirli bir kalite seviyesinde sürdürülebilir olmaları da gereklidir. Kalite yönetim sisteminin sürekliliği, kurum içerisinde gerçekleştirilen planlı/plansız iç denetimler ve akreditasyon belgesi veren kuruluş tarafından yapılan ilk denetim/gözetim denetimi veya kapsam genişletme denetimleri ile izlenir.

Denetim sırasındaki bulgular, kalite yönetim sisteminin sürekliliği ve gelişmesi için fırsat olarak görülmelidir. Bu bildiride, laboratuvarların teknik denetimleri sırasındaki tespit edilebilecek muhtemel bulgulara değinilmiştir. Bu tip bulgular, yoruma dayalı olmayıp ilgili kaydın veya faaliyetin bulunmaması nedeni oluşabilmektedir. Tespit edilen bulgular, çoğunlukla, uygulamalar sırasında kalite yönetim sistemi dokümantasyonunda tanımlanan prosedürlerden, talimatlardan, sapmalardan kaynaklanmaktadır. Değinenen uygunsuzlukların mevcut kalite yönetim sistemlerinde olup olmadığı incelenebilir. Mevcut ise yapılacak düzeltici faaliyetler ile uygunsuzluklar ortadan kaldırılmalıdır. Aynı uygunsuzluğun farklı zamanlarda tekrar tespit edilmesi, uygulanmış olan düzeltici faaliyetin etkin olmamasının bir sonucudur.

KAYNAKÇA

1. TS EN ISO/IEC 17025, 2012. "Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar," TSE, Ankara.
2. ISO/IEC 17025, 2005. "General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories," ISO, Switzerland.
3. BIPM. 2006. "The International System of Units (SI)" http://www.bipm.org/utils/common/pdf/si_brochure_8_en.pdf, son erişim tarihi: 2013.