**KONU: 6**

# **Metroloji ve Kalibrasyon[[1]](#footnote-1)**

## 

## METROLOJİYE GİRİŞ

Metroloji, ölçüm bilimidir. Amacı, bütün ölçme sistemlerinin temeli olan Uluslararası Birimler Sistemi (SI) ve SI'dan türetilen ölçüm birimlerini tanımlayarak bilim ve teknolojinin kullanımına sunmak ve yapılan bütün ölçümlerin güvenilirliğini ve doğruluğunu sağlamaktır.

Metroloji üç ana faaliyeti kapsar:

1. Uluslararası düzeyde kabul edilmiş ölçüm birimlerinin tanımının yapılması; Uzunluk ölçüm birimi olan metrenin tanımlanması buna bir örnektir.
2. Ölçüm birimlerinin, bilimsel yöntemler kullanılarak laboratuvarlarda gerçekleştirilmesi;

Uzunluk birimi metrenin lazer kullanılarak (yayılan ışınımın dalga boyu ile) elde edilmesi örnek olarak verilebilir.

1. İzlenebilirlik zincirinin, bir ölçümün değeri ve doğruluğunun belirlenmesi, belgelenmesi ve bu bilginin yayılması ile kurulması;

Örneğin, bir atölyede kullanılan kumpas ile birincil seviye uzunluk standardı arasındaki (kalibrasyon sertifikası ile) belgelendirilmiş ilişki.

Metroloji, ölçüm alanı ve belirsizliği ne olursa olsun ölçmenin tüm teorik ve pratik yönlerini kapsar. Günlük yaşantımızda, endüstride ve uluslararası ticarette anahtar rolü oynar. Doğru ve güvenilir ölçümler; çevre, sağlık ve güvenlik ile daha pek çok alanda kritik bir rol oynarken ürün kalitesinin temininde vazgeçilmez bir unsur olarak kendilerini gösterirler.

Metroloji faaliyetleri, temel olarak üç ana grup altında yürütülür:

* 1. Bilimsel metroloji: Ölçüm standartlarının oluşturulması, geliştirilmesi ve muhafazası ile ilgilenir.
  2. Endüstriyel metroloji: Sanayide ve üretimde yapılan ölçüm ve testleri güvence altına alır.
  3. Bunların Yasal metroloji: Ekonomik işlemlerin şeffaflığını etkileyen, tüketicinin korunmasına ve halk sağlığına yönelik ölçümlerle ilgilenir.

Bunların haricinde karşımıza çıkan temel metroloji kavramının uluslararası bir tanımı olmamasına karşın genellikle belli bir alanda en yüksek doğruluk seviyesini ifade eder. Bu nedenle, temel metroloji bilimsel metrolojinin en üst seviyedeki dalı olarak tanımlanabilir.

#### Ulusal Metroloji Enstitüleri

Ulusal metroloji enstitüleri bir ya da daha fazla ölçüm büyüklüğü için, ulusal ölçüm standartlarını geliştirmek ve muhafaza etmek amacıyla ulusal karar ile görevlendirilmiş kuruluşlardır. Ülkelerdeki, farklı uygulamalara göre söz konusu ulusal karar, bazı durumlarda kanun, bazı durumlarda ise çeşitli yönetmeliklerde belirtilmiş olabilir. Bir ulusal metroloji enstitüsü, ülkesini uluslararası alanda, diğer ülkelerin ulusal metroloji enstitüleri, Bölgesel Metroloji Organizasyonları ve BIPM nezdinde temsil eder. Ulusal metroloji enstitüleri uluslararası metroloji organizasyonunun temel direğidir.

Bazı ulusal metroloji enstitüleri, bazı birimleri, diğer ulusal metroloji enstitülerine izlenebilir ikinci seviye standartlar kullanarak elde ederken, pek çok ulusal metroloji enstitüsü de metrolojide kullanılan temel ve türetilmiş birimleri, ulaşılabilir en yüksek uluslararası düzeyde, birinci seviyede gerçekleştirerek garanti altına alır.

Yukarıda tanımlanan faaliyetlere ek olarak, ulusal metroloji enstitüleri genellikle aşağıdaki faaliyetlerden de sorumludur:

* + - * SI birimlerinin, akredite olmuş laboratuvarlara, endüstriye, akademiye, yetkili makamlara vs. kalibrasyon ile aktarımı,
      * Metroloji alanında araştırma yapılması, yeni ve iyileştirilmiş ölçüm standartları (birincil ve ikincil) ve ölçüm yöntemlerinin geliştirilmesi,
      * Uluslararası alanda üst seviye karşılaştırmalara katılım sağlanması,
      * Ulusal kalibrasyon/izlenebilirlik hiyerarşisinin (Ulusal Ölçüm Sistemi) genel olarak gözlem altında tutulması.

## TÜRKİYE'DE METROLOJİ İLE İLGİLİ ORGANİZASYONLAR

Bir ülkenin kalite altyapısını metroloji, standardizasyon, akreditasyon ve uygunluk değerlendirmesi oluşturur. Toplumun refah düzeyinin yükseltilmesi, malların serbest dolaşımının sağlanması ve ticaretteki teknik engellerin kaldırılması için bu unsurlar gerekliliktir.**e Altyapısı**

Ülkemizde, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) bilimsel metroloji, Metroloji ve Standardizasyon Genel Müdürlüğü (MSGM) yasal metroloji, Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) akreditasyon ve Türk Standardları Enstitüsü (TSE) ise standardizasyon alanı için görevlendirilmiş kamu kurulumlarıdır.

### TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ (UME)

Ülkemizde bilimsel metrolojiden sorumlu olan UME'nin kurulmasına yönelik ilk çalışmalar, 1981 yılında, Başbakanlığın, kamu ve özel sektörün izlenebilirlik ihtiyaçlarına cevap vermek üzere, "birincil seviye ve ulusal ölçekte bir metroloji merkezi"nin kurulmasına karar vermesi ve fizibilite çalışmalarını yürütmek üzere Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nu (TÜBİTAK) görevlendirmesiyle başladı. TÜBİTAK tarafından hazırlanan fizibilite çalışmasının bütün ilgili kuruluşlar tarafından uygun bulunması üzerine, Başbakanlık bu Merkez'in kurulması görevini 14 Ocak 1982 tarihinde TÜBİTAK'a verdi.

10 Aralık 1984 tarihinde TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Enstitüsü bünyesinde Gebze'de birincil seviye bir "Endüstriyel Metroloji ve Kalibrasyon Laboratuvarı" kurulması hakkındaki Bakanlar Kurulu kararı Resmi Gazete'de yayınlandı. 1986 yılında bu laboratuvar "Milli Fizik ve Teknik Ölçme Standartları Merkezi" adını alarak, aynı yıl Ağustos ayında 226 m2'lik kontrollü laboratuvar alanında faaliyetlerine başladı.

11 Ocak 1992 tarihinde, Milli Fizik ve Teknik Ölçme Standartları Merkezi, Marmara Araştırma Merkezi (MAM) bünyesinde enstitü statüsüne dönüştürülerek Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) adını aldı. Enstitü, 1 Ocak 1997 tarihinde TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nden ayrılarak, doğrudan TÜBİTAK Başkanlığı'na bağlı bir enstitü statüsüne kavuştu.

TÜBİTAK UME'nin misyonu, yaşam kalitesinin ve ülkemizin rekabet gücünün artmasına katkıda bulunmak amacıyla ölçüm birliği ve güvenilirliğini sağlamak, bu doğrultuda uluslararası kabul gören referans ölçüm standartları ve teknikleri oluşturmak, geliştirmek, muhafaza etmek ve yaygınlaştırmaktır.

Bu çerçevede TÜBİTAK UME'nin amacı,

Ulusal ölçüm standartlarını oluşturmak ve uluslararası izlenebilirliğini sağlamak,

Ülkemizde yapılan ölçümleri güvence altına almak,

Türkiye'nin bilimsel ve teknolojik gelişimine katkıda bulunmak,

Ölçüm teknikleri, kalibrasyon yöntemleri ve temel metroloji alanlarında uluslararası düzeyde araştırma ve geliştirme çalışmalarına katılmak,

Yeni ölçüm teknikleri geliştirmek,

Metroloji konusunda uluslararası kuruluşlar nezdinde Türkiye'yi temsil etmek,

Türk endüstriyel ürünlerinin kalitesini artırmak için gerekli Ulusal Metroloji Sistemi'nin kurulmasına katkıda bulunmak,

Uluslararası ticarette karşılaşılan teknik engellerin aşılmasında ülke endüstrisine yardımcı olmaktır.

METROLOJİ VE STANDARDİZASYON GENEL MÜDÜRLÜGÜ

Ülkemizde yasal metroloji kapsamındaki faaliyetler, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na bağlı olan Metroloji ve Standardizasyon Genel Müdürlüğü tarafından yürütülür.

Görev ve Sorumlulukları

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında 08 Haziran 2011 tarih ve 27598 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 635 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile belirlenen Metroloji ve Standardizasyon Genel Müdürlüğü'nün görevleri aşağıda verilmektedir.

Metroloji politikasını belirlemek, metroloji alanında stratejiler geliştirmek ile uygulamasını sağlamak ve izlemek,

Yasal metroloji ve hazır ambalajlama alanında teknik düzenlemeler ile ilgili standart listelerini hazırlamak, uygulamaya koymak, bu alanda piyasa gözetimi ve denetimi yapmak yaptırmak,

Yasal metroloji kapsamına alınacak veya kapsamdan çıkartılacak ölçü aletlerini belirlemek, yasal metroloji alanında izlenebilirliği sağlamak için gerekli teknik ve idari altyapıyı oluşturmak,

Ulusal ölçü etalonlarının bulundurulma ve kontrol esaslarını belirlemek,

Türk Standardları Enstitüsü tarafından hazırlanan ve Bakanlık tarafından gerekli görülen standartlara ilişkin düzenlemeler yapmak ve uygulamasını sağlamak,

Yasal metroloji ve hazır ambalajlama alanında teknik düzenlemesi ve standardı bulunmayan ürünlerin denetimine esas olacak özellikleri tespit etmek veya ettirmek,

Metroloji, standardizasyon, akreditasyon ve uygunluk değerlendirmesi alanlarında stratejiler belirlemek, bunların uygulanmasında ilgili kuruluşlar arasında koordinasyonu sağlamak,

Laboratuvarlar kurmak veya kurdurmak, kurulan laboratuvarların belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde çalışmalarını sağlamak ve kontrol etmek,

Yasal metroloji alanında uluslararası gelişmeleri izlemek ve değerlendirmek, bu alanda faaliyet gösteren uluslararası kuruluşlara katılmak ve işbirliği yapmak,

Yasal metroloji alanında yetkilendirilecek uygunluk değerlendirme kuruluşları ile teknik hizmet kuruluşlarının taşıması gereken nitelikleri belirlemek, bunları görevlendirmek, gerektiğinde görevlendirmeyi geçici olarak durdurmak veya iptal etmek,

Bakan tarafından verilen benzeri görevleri yapmak.

TÜRK AKREDİTASYON KURUMU (TÜRKAK)

TÜRKAK, uygunluk değerlendirmesi alanında ülkemizdeki ulusal akreditasyon kuruluşu olup, ülkemizde üretilen malların piyasalarda dolaşımı için, anlaşmaların öngördüğü şekilde; güvenilir ve şeffaf uygunluk değerlendirmesi işlemlerinden geçirilerek ilgili rapor ve belgelerin tanzim edilmesini sağlamak amacıyla faaliyet gösterir. TÜRKAK, Avrupa Birliği Bakanlığı ile ilgili, özel hukuk hükümlerine tabi, tüzel kişiliği haiz, idari ve mali özerkliğe sahip bir kurumdur.

Görev ve Sorumlulukları

Ülkemizde uygunluk değerlendirme kuruluşlarına akreditasyon hizmeti sunan tek kuruluş olarak Kurum faaliyetleri ile ilgili düzenlemeleri yapmak, akreditasyon ile ilgili gerekli kıstas ve tedbirleri belirlemek, bunları uygulamak ve gerektiğinde değiştirmek, yürürlükten kaldırmak ve ilgili önlemleri almak.

Akredite edilmek üzere başvuran kuruluşların ilgili standartlara ve ölçütlere göre denetimini yapmak ve bu denetim sonucunda kuruluşun akredite edilip edilmemesine karar vermek, akredite edilen kuruluşları izlemek, akreditasyonun kapsamını değiştirmek, gerektiğinde akreditasyonu askıya almak veya iptal etmek ve akredite edilen kurum ve kuruluşlar arasında Kurumun görev alanına giren konularda işbirliğini sağlamak.

Uluslararası ve bölgesel akreditasyon birlikleri ve örgütleri, ülkelerin akreditasyon kuruluşları ve akreditasyon kuruluşu bulunmayan ülkelerdeki akreditasyonla ilgili kurum ve kuruluşlarla ilişkiler kurmak ve iş birliğinde bulunmak.

Akreditasyon amacıyla başvuran kuruluşların müracaatı, değerlendirilmesi ve akredite edilmesi ile ilgili olarak elde edilmiş bilgilerin gizliliğini korumak.

Yurt içinde ve yurt dışında, akreditasyonun önemini ve kalite bilincini artırıcı faaliyetlerde bulunmak, görev alanına giren konularda eğitim vermek, araştırma ve yayın yapmak.

Kurum faaliyetlerinin icrası için hizmet almak, taşınır ve taşınmaz mal satın almak, yaptırmak, satmak, kiralamak.

İyi laboratuvar uygulamaları konusunda ulusal izleme otoritesi olarak hizmet vermek.

Faaliyet alanıyla ilgili diğer görevleri yerine getirmek.

TÜRKAK, ülkemizdeki uygunluk değerlendirme kuruluşlarının tanınabilirliğini sağlamak amacıyla, kuruluşu itibariyle, akreditasyon Birliği'nin ilgili düzenlemeleri ile uyumlu hale getirerek Karşılıklı Tanıma Anlaşmasına taraf olabilmek üzerinde önemle durmuştur. Bu kapsamda TÜRKAK'ın laboratuvar, muayene ve sistem belgelendirme alanlarındaki faaliyetleri, EA tarafından denetlenmiş ve başarı ile sonuçlanan denetime istinaden TÜRKAK Çok Taraflı Anlaşmasını (MLA) 2006 yılında imzalamıştır. 2008 yılında, personel, ürün, çevre yönetim sistemleri belgelendirme alanlarında da denetimden başarı ile geçerek EA ile tüm alanlarda MLA imzalamış ve faaliyet gösterdiği tüm alanlarda uluslararası tanınırlığı olan bir akreditasyon kuruluşu haline gelmiştir.

**TÜRK STANDARDLARi ENSTİTÜSÜ (TSE)**

Türk Standardları Enstitüsü; her türlü madde ve mamüller ile usul ve hizmet standartlarını yapmak amacıyla 18.11.1960 tarih ve 132 sayılı kanunla kurulmuştur. Enstitü, tüzel kişiliği haiz, özel hukuk hükümlerine göre yönetilen bir kamu kurumu olup, kısa adı ve markası TSE'dir.

Ülkemizin rekabet gücünü artırmak, ulusal ve uluslararası düzeyde ticaretini kolaylaştırmak ve toplumun yaşam düzeyini yükseltmek için; standardizasyon, uygunluk değerlendirme, deney ve kalibrasyon faaliyetlerini tarafsız, bağımsız, etkin ve güvenilir olarak sağlamak misyonu ile görevlerini Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı altında sürdürmektedir.

TSE tarafından kabul edilen standartlar Türk Standardı adını alır. Bu standartlar ihtiyari olup, standardın ilgili olduğu bakanlığın onayı ile mecburi kılınabilir. Bir standardın mecburi kılınabilmesi için Türk Standardı olması şarttır. Mecburi kılınan standartlar Resmi Gazete'de yayımlanır.

**ULUSLARARASI BİRİMLER SİSTEMİ (SI)**

Metre ve kilogram üzerine kurulu bir birimler sistemi olan metrik sistemin dayandığı fikir Fransız devrimi sırasında ortaya çıktı. 1799 yılında metre ve kilogram için iki platin referans standart üretilerek, Paris'teki Fransız Ulusal Arşivine verildi. Fransız Ulusal Meclisinin, bütün dünyada kullanılabilecek yeni bir birimler sisteminin hazırlanması amacıyla Fransız Bilimler Akademisi'ni görevlendirmesinden sonra, 1946 yılında MKSA ölçüm sistemi (metre, kilogram, saniye, amper) Metre Konvansiyonu'na bağlı olan ülkeler tarafından kabul edildi. 1954 yılında MKSA birimler sistemi kelvin ve kandela birimlerini de içine alacak şekilde genişletildi. Bu gelişme üzerine, bu sistem Uluslararası Birimler Sistemi (SI) olarak yeniden adlandırıldı.

SI birimler sistemi, 1960 yılında düzenlenen 11. Ağırlıklar ve Ölçüler (CGPM) Genel Konferansı'nda aşağıdaki tanımla belirtildi:

"Uluslararası Birimler Sistemi (SI), CGPM tarafından benimsenen ve önerilen birbiriyle tutarlı birimlerden oluşan bir sistemdir".

SI birimler sistemi, 1971 yılında düzenlenen 14. CGPM Konferansı'nda, madde miktarı temel birimi olan mol'u içine alacak şekilde tekrar genişletildi. Bugünkü haliyle, SI birimler sistemi, yedi temel birim ve türetilmiş birimlerden oluşan tutarlı bir sistemdir. Ayrıca, SI birimler sistemi dışında kalan diğer bazı birimlerin SI birimleri ile beraber kullanılması kabul görmektedir.

**TEMEL BİRİMLER**

Bir temel birim, belirli bir büyüklükler sistemindeki bir temel büyüklüğün ölçüm birimidir.

Metrolojik araştırmalar sonucunda, her SI biriminin tanımında ve gerçekleştirilmesinde daha yüksek kesinlik düzeyine ulaşma ihtimali ortaya çıktıkça, birimin tanımında ve gerçekleştirilmesinde değişiklikler yapılmaktadır. Örneğin, metrenin 1889 yılındaki tanımı, Paris'te bulunan uluslararası platin-iridyum prototipine dayalı idi. 1960 yılında metre, kripton-86'nın belirli bir spektral hattının 1 650 763,73 dalga boyu olarak yeniden tanımlandı. 1983'e gelindiğinde, bu tanımın yetersiz kaldığının anlaşılması üzerine metre, ışığın 1/299 792 458 saniyelik zaman aralığında boşlukta aldığı yol olarak yeniden tanımlanmış ve bu tanım iyot-kararlı helyum-neon lazerinin ışınım dalgaboyu vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu yeni tanımlama ile 10-7 m olan bağıl belirsizlik değeri 10-11 m'ye düşürülmüştür.

7 adet olan temel SI birimlerinin tanımı aşağıda verilmiştir:

Metre, ışığın saniyenin 1/299 792 458 kesri zaman aralığında vakum ortamda kat ettiği mesafedir.

Kilogram, uluslararası kilogram prototipinin kütlesine eşittir.

Saniye, en düşük enerji seviyesindeki sezyum-133 atomunun iki süper-ince seviye arasındaki geçiş ışınımının 9 192 631 770 periyoduna karşılık gelen süredir.

Amper, dairesel kesiti ihmal edilebilir, sonsuz uzunlukta iki düz paralel iletkenin vakum ortamda 1 metre aralıkla yerleştirilmesi halinde, bu iletkenler arasında 210-7 newton/metre'ye eşit gücü üretebilecek sabit akımdır.

Kelvin, suyun üçlü noktasının termodinamik sıcaklığının 1/273,16 kesridir.

Mol, karbon-12'nin 0,012 kg'ının içerdiği atom sayısı kadar temel öğe içeren bir sistemin madde miktarıdır. Mol kullanıldığında, temel öğeler belirtilmelidir ve bu temel öğeler atomlar, moleküller, iyonlar, elektronlar, diğer parçacıklar veya parçacıkların belirli grupları olabilir.

Kandela, 5401012 Hz frekansında tek renk ışınım yayan ve 1/683 watt/steradyan ışıma şiddetine sahip bir kaynağın belirli bir doğrultudaki ışık şiddetidir.

Tablo 1. Temel SI birimleri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Temel Büyüklükler | Birim | Sembol |
| uzunluk | metre | m |
| kütle | kilogram | kg |
| zaman | saniye | s |
| elektrik akımı | amper | A |
| termodinamik sıcaklık | kelvin | K |
| madde miktarı | mol | mol |
| ışık şiddeti | kandela | cd |

TÜRETİLMİŞ BİRİMLER

Türetilmiş birim belirli bir büyüklükler sistemi içerisinde türetilmiş bir büyüklüğün ölçüm birimidir.

Türetilmiş SI birimleri, büyüklükler arasındaki fiziksel ilişkilere göre temel SI birimlerinden türetilmiştir.

Örnek: Uzunluk miktarı ölçüm birimi m ve zaman miktarı ölçüm birimi s arasındaki fiziksel ilişkiden hız ölçüm birimi m/s türetilebilir.

Türetilmiş birimler, çarpma ve bölmenin matematiksel sembolleri kullanılarak temel birimler türünden ifade edilir. Bunlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Temel SI birimleri ile ifade edilen türetilmiş SI birimler

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Türetilmiş Büyüklükler | Birim | Temel Si Birimleri Cinsinden |
| alan | metrekare | m2 |
| hacim | metreküp | m3 |
| hız | saniye başına metre | m/s |
| ivme | saniye kare başına metre | m/s2 |
| yoğunluk, kütle yoğunluğu | metreküp başına kilogram | kg/m3 |
| yüzey yoğunluğu | metrekare başına kilogram | kg/m2 |
| akım yoğunluğu | metrekare başına amper | A/m2 |
| manyetik alan şiddeti | metre başına amper | A/m |
| madde miktarı konsantrasyonu | metreküp başına mol | mol/m3 |
| kütle konsantrasyonu | metreküp başına kilogram | kg/m3 |
| parlaklık | metrekare başına kandela | cd/m2 |

1. Bu bölüm tamamen TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü tarafında Şubat 2013’te basılan “METROLOJİ” kitabı’ndan alınmıştır. [↑](#footnote-ref-1)