

## METROLOJİ MÜHENDİSLİĞİNİN KURULMASINA YÖNELİK ÜNİVERSİTE-UME İŞBİRLİĞİ VE MARMARA ÜNİVERSİTESİ TEKNİK EĞİTİM FAKÜLTESİ'NDE ÖLÇME PROGRAMLARI

*Yrd.Doç.Dr. Koray TUNÇALP<sup>1</sup>, Arş.Gör. Erkan KAPLANOĞLU<sup>2</sup>, Arş.Gör. Mehmet SUCU<sup>3</sup>,*

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü Göztepe-İstanbul TÜRKİYE

Tel : 216 349 41 73 / 250 E-Posta : koray@marun.edu.tr

<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik Bilgisayar Eğt.Böl.-İstanbul TÜRKİYE

Tel : 216 349 41 73 / 221 E-Posta : ekaplano@marun.edu.tr

<sup>3</sup>Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü Göztepe-İstanbul TÜRKİYE

Tel : 216 349 41 73 / 257 E-Posta : m.sucu@marun.edu.tr

### ÖZET

Bilimsel araştırmaların ve endüstriyel çalışmaların temeli, veri toplama, değerlendirme ve yorumlamadır. Özellikle teknik bilimlerin alanında veri toplamayı sağlamak için ölçme işlemini gerçekleştirmenin gerekliliği de bilinen bir gerçektir. Öte yandan ülkemizde metroloji biliminin önemi; metroloji konusunda eğitim almış mühendis ve eğitmen gereksinimi, ISO 9000 kalite belgelendirme çalışmalarının yaygınlaşmasından sonra ancak anlaşılabilir. Özet

Metroloji konusundaki eğitimlerin yaygın olmayışı ve yüksek ücretli olması da gerek metroloji mühendisliği gerekse de metroloji eğitmenliği mesleklerinin yaygınlaşmasına ve kabul görmesine engel oluşturmaktadır. Bu çalışmada; ülkemizdeki üniversitelerden biri olan Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik - Bilgisayar Eğitimi ile Elektrik Eğitimi Bölümlerinde ölçme ile ilgili laboratuvarlar ve dersler çalışmaları hakkında bilgi verilerek, metroloji mühendisliğine yönelik yeni program önerisi yapılmıştır. Ayrıca bilimsel metrolojinin ülkemizdeki temsilcisi olan UME Ulusal Metroloji Enstitüsü'nün, metrolojinin yaygınlaşmasına yönelik yaptığı eğitim çalışmalarındaki eksiklikler ortaya konarak, metrolojiyi yaygınlaştırmak açısından üniversitelerle birlikte yapması gerekenler hakkında öneriler yapılmıştır.

### 1. GİRİŞ

Metroloji konusu ülkemizde son yıllarda yaygınlaşmıştır. Ürün ve hizmetlere yönelik Kalite Güvencesi Sistemi oluşturmak amacıyla muayene ve deneylerin yaygınlaşması, hemen hemen her büyüklüğün ölçümünü gerçekleştiren cihazların doğruluğunu ve güvenilirliğini yazılı bir belgeye bağlama gereksinimi doğurmuştur. Ancak ülkemizde kalibrasyon kavramını bilen ve uygulayan teknik personelin az, yetersiz ve bölgelere göre dağılımının dengesiz oluşu da, metroloji konusunun disipline edilmesi açısından teknik eğitime bağlanıp bağlanamayacağı sorusunu beraberinde getirmektedir. Bu nedenle Metroloji Mühendisliği ile Metroloji Teknikerliği mesleklerinin olabilirliği ilk akla gelenler arasındadır.

## 2. METROLOJİ, ÖNEMİ VE GÜNÜMÜZDEKİ DURUMU

İlk çağlardan bugüne kadar insanlığın gerçekleştirdiği teknolojik aşamalar, bir şekilde onun ölçme yeteneği ile yakından ilgilidir. Metroloji ve kalibrasyon, endüstriyel faaliyetlerin önemli bir parametresidir. Doğru ve güvenilir ölçme faaliyetleri ilmi, ticari, ahlaki ve sosyal boyutları olan ve sağlanamaması durumunda toplumsal, bölgesel, ulusal ve uluslararası ilişkileri etkileyecek öneme haiz teknik ve sosyal tarafları olan bir konudur. Doğru ve güvenilir ölçme faaliyetlerinin işte bu yönleri de dikkate alındığında, her bireyin, her firmanın, her bölgenin bağımsız bir ölçme sistemine sahip olması belki kendi dar ve dışı açık olmayan topluluklar için problem oluşturmayacaktır. Ancak karşılıklı ilişkiler söz konusu ise, anlaşılacak ortak bir dilden daha önemli olacak ortak bir ölçme sistemi ve birimlerine gerek olduğu açıktır. Elbette her toplumun, her ferdin ölçme faaliyetlerinden farklı seviyede ve farklı fiziksel birimlerde ilişkisi vardır. Seviyesi veya iş sahası ne olursa olsun ölçme ile ilgili her türlü faaliyete metroloji (ölçümbilim) denmektedir. [1]

## 3. ISO 900X STANDARTLARI - METROLOJİ İLİŞKİSİ

Kaliteye ulaşmada ölçme tekniği, kuruluşun görme ve duyu organlarının işlevini üstlenir. Kuruluşlar, ürettikleri ürünün kalite karakteristiklerini ölçüm tekniklerini kullanarak "görür" ve "duyar", ürün özelliklerini, üretimi takip ederek kontrol altında tutar. Ürün özellikleri ve ürün kalitesi ancak kuruluşun ürünün fonksiyonu ile ilgili özelliklerini ölçebilecek ölçüm tekniğine sahip olması durumunda tam olarak kontrol edilebilir. İşte bu nedenle kalite sistemlerinin işletilmesinde ölçme tekniği önemli bir yer tutar. ISO 9000 Serisi Kalite Güvencesi Standartlarında ürünün müşteri spesifikasyonlarına uygunluğunu gösteren bir ölçme ve kalibrasyon sisteminin bulunması zorunludur. Ölçüm cihazlarının, bilinen belirsizlik sınırlarında doğru olarak çalışmasını sağlamak için, bir kalibrasyon sisteminin işletilmesi istenir.

ISO 9000 Standardı'nın 4.11. no'lu maddesi, "Muayene, Ölçüm ve Deney Teçhizatları" başlığı altında, kuruluşlarda oluşturulması istenen "Kalibrasyon Sistemi"ne ilişkin gerekler tarif edilmektedir. Kuruluş, müşteri tarafından temin edilmiş olanlarda dahil olmak üzere, ürünün spesifikasyonlarında belirlenen şartlara uygunlukları kanıtladıkları tüm muayene, ölçme ve deney teçhizatını, kontrol ve kalibre etmeli ve bu kalibrasyonların sürekliliğini sağlamalıdır. Kullanılan ölçüm cihazların ait ölçüm belirsizlikleri bilinmeli ve bunlar istenen ölçüm yeterliliğine uygun olmalıdır. [2]

## 4. UME, GÖREVLERİ VE UME'NİN METROLOJİ AÇISINDAN TÜRKİYE'DEKİ YERİ

Sanayileşmiş ülkelerde yapılan ölçümlerin güvenilirliği ve doğruluğu da, ülke çapında oluşturulan bir kalibrasyon ağıyla gerçekleştirilir. Bu alt yapının en üst noktası da ülkedeki her türlü bilimsel ve endüstriyel ölçümlerin izlenebilir olduğu ulusal bir merkezdir. Bu merkezlerin önemli görevlerinden birisi de ulusal kalibrasyon ağı kapsamında kuruluş ve laboratuvarlar arasındaki koordinasyonu sağlamak ve böylece oluşturulan metroloji sistemini uygun bir şekilde uluslararası sisteme entegre etmektir.

Bir ülke içinde yapılan ölçümlerin uluslararası alanda tanınmasını sağlamak için her türlü uygunluğun onaylanmasını ve organize bir belgelendirme sistemini yürütecek bir ulusal ölçüm (metroloji) sistemine gerek duyulmaktadır. Türkiye Ulusal Metroloji Sisteminde ilk adım 1992 yılında TÜBİTAK bünyesinde Ulusal Metroloji Enstitüsü'nün(UME) kurulmasıyla atılmıştır. Ulusal Metroloji Enstitüsü ülkede yapılan her türlü ölçüme referans oluşturan en üst seviye uzman kuruluş olup, 1992- 2006 yılları arasında kapsayan kuruluş aşamalarındaki amaçları ise, ülke dahilindeki tüm ölçümleri güvence altına almak, mevcut ve yeni ölçme teknolojilerini geliştirerek Türkiye'nin bilimsel ve teknolojik gelişimine katkıda bulunmak, dolayısıyla Türk endüstriyel ürünlerinin kalitesini artırmak ve uluslararası ticarete karşılaşılan teknik engellerin aşılmasında Türk endüstrisine yardımcı olmaktır. [3], [4]

UME, bünyesindeki uluslararası seviyedeki 29 laboratuvarıyla Türkiye gereksinimlerinin % 40'ını karşılamakta olup, 2006 yılında tamamlanacak UME kuruluş projesiyle ülkenin kalibrasyon konusundaki gereksinimlerinin tamamına yakın bir kısmını karşılar konuma gelecektir. Gerek 9 yıllık bir kuruluş olmasına gerekse ülkede metroloji alanında yapılan çalışmaların büyük bir kısmını yürütmesine rağmen UME; 3000'i aşkın firma ve çok sayıda sanayi odası ile ilişki içinde olup, 400'e yakın firmaya çeşitli hizmetler vermektedir. UME'nin verdiği hizmetler; kalibrasyon, ölçme, eğitim, endüstriyi yönlendirecek yayınlar, danışmanlık (laboratuvar kurma, kalite sistemi oluşturma, pazar araştırması, yatırım planlaması, ortam şartları, yerinde problem çözme), kalibrasyon eğitim gereksinimleri, seminerler- teknik komiteler, akreditasyon, cihaz yapımı, ölçme ve test cihazları ile ilgili bakım ve onarım, laboratuvar yeterlilik belgesi verme şeklindedir. [3], [4]

## 5. MARMARA ÜNİVERSİTESİ TEKNİK EĞİTİM FAKÜLTESİ'NDE ÖLÇME İLE İLGİLİ DERSLER

Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi ile Elektrik Eğitimi Bölümlerinde ölçme ile ilgili 4 laboratuvar yer almakta ve lisans programında 6 çeşit ders verilmektedir.

### LABORATUVARLAR :

- 1- Elektronik Ölçme Laboratuvarı (Elektronik - Bilgisayar Eğitimi Bölümü)
- 2- Endüstriyel Enstrümantasyon Laboratuvarı (Elektronik - Bilgisayar, Eğitimi Bölümü)
- 3- Endüstriyel Kontrol Laboratuvarı (Elektronik - Bilgisayar Eğitimi Bölümü)
- 4- Elektrik Ölçme Laboratuvarı (Elektrik Eğitimi Bölümü)

### DERSLER :

1- ELEKTRİK ÖLÇMELERİ VE LABORATUVARI 1 : 1. sınıflar, I. yarıyıl. 3-2-4 (Elektrik Eğitimi Bölümü)  
Genel ölçme kavramları, ölçü hataları, RLC'nin tanıtımı, döner bobinli galvanometre, DC ampermetre, DC voltmetre, akım ve gerilim ölçme sınırlarının genişletilmesi, seri ohmmetre, paralel ohmmetre, çapraz bobinli ölçü aleti, Meger, Wheatstone Köprüsü, Kelvin Köprüsü, potansiyometre devreleri, DC köprü uygulamaları, konulara ilişkin laboratuvar uygulamaları.

ELEKTRİK ÖLÇMELERİ VE LABORATUVARI 2 : 1. sınıflar, II. yarıyıl 3-2-4 (Elektrik Eğitimi Bölümü)  
Alternatif akımların tanıtılması, elektrodinamik ölçü aleti, döner demirli ölçü aleti, ısı ölçü aletleri, tepe değer voltmetresi, elektrostatik voltmetre, AC işaretlerin doğrultularak ölçülmesi, ölçü transformatörleri, ölçü transformatörlerinin ölçü hatalarına etkileri, elektrodinamik wattmetre, üç fazlı devrelerde güç ölçülmesi, osiloskop, AC köprü yöntemleri, özel amaçlı AC köprüleri, konularla ilgili laboratuvar uygulamaları.

ENDÜSTRİYEL ÖLÇME TEKNİĞİ : 3. sınıflar, V. yarıyıl 2-2-3 (Elektrik Eğitimi Bölümü)  
Endüstriyel ölçme tanımı, sensör ve transdüser özellikleri, kuvvet ölçümü, ağırlık ölçümü, load cell, basınç ölçümü, basınç sensörleri, basınç ölçüm teknikleri, LVTD, akış ölçümü, çeşitli akışmetreler, gerilme ölçümü, gerilme ölçerler (strain gage'ler), pozisyon ölçümü, senkro, uzunluk ölçümü. Çeşitli endüstriyel ölçme deneyleri.

ÖLÇME SİSTEMLERİ 3. sınıflar, V. yarıyıl 3-0-3 (Elektrik Eğitimi Bölümü)  
Fiziksel ölçmeler, direk ölçme sistemleri, dengelenmiş ölçme sistemi, kodlanmış ölçme sistemleri, duyarlılık elemanları ısı etkisi ile genleşme esasına dayanan elektriksel sıcaklık değerlendiricileri, termo elemanlarla elektriksel ısı ölçülmesi, pirometrelerle hassas ısı ölçülmesi, devir sayısı ölçme sistemleri, reglaj tekniği ve reglaj tekniği esasına göre ölçme sistemleri, elektrik ve elektronik sıvı seviye ölçme sistemleri.

**DİJİTAL ÖLÇMELER** : 4. sınıflar, VII. yarıyıl 3-0-3 (Elektrik Eğitimi Bölümü)

Dijital ölçü cihazları, dijital cihazların teknik karakteristikleri, dijital frekansmetreler, dijital fazmetreler, dijital kronometreler, dijital-analog dönüştürücüler (DAC), lineer analog-dijital dönüştürücüler (ADC), fonksiyonel ADC, analog elektronik voltmetreler, ölçü aletlerinin kalibrasyonu, bilgisayarla veri toplama sistemleri.

**ÖLÇME VE ENSTRÜMANTASYON**: 3. sınıflar, V. yarıyıl 3-2-4 (Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü)

Deneyel Hatalar; Hata kaynakları, deneysel hataları en aza indirmek, Kayıt Aletleri; genel karakteristikleri, analog ve dijital kayıt aletleri, Transdüserlerin Sensörleri; Potansiyometreler, diferansiyel transformatörler, dirençli strain gauge kapasitans sensör. Eddy - akım sensörü, piezoelektrik sensör, piezorezistans sensör, direnç ısı dedektörleri, termistörler, termokupllar, kristal osilatör. Sıcaklık Ölçümleri; Direnç termometreleri, termokupllar, kuvvet, dönme momenti ve basınç ölçümleri, hız değişimi ve İvme Ölçümü; piezoelektrik sensör devreleri, piezoelektrik transdüserlerle hata kaynakları, hız ölçümleri, akış hızı, kapalı sistemlerde akış oranı, basınç değişim ölçümü. Konularla ilgili laboratuvar deneyleri. [5]

## **6. METROLOJİ MÜHENDİSLİĞİ AÇISINDAN UME-ÜNİVERSİTE İŞBİRLİĞİ ÖNERİSİ**

Metroloji mühendisliği için UME ve konuya ilgi duyan çeşitli üniversite birimleri ile ortak bir eğitim programı düzenlenebilir. UME'nin eğitim konusundaki çalışmaları; kısa süreli ve ticari amaçlı olduğundan özel konuları kapsamaktadır. Burada hareket noktası; ülkemizin çeşitli kalibrasyonlar ve ayar konusundaki yıllık eleman haritasının sanayiinin yoğun olduğu bölgelere göre çıkarılmasıdır. Bu çalışmanın amacı; ölçme, kalibrasyon ve ayar konusunda verilecek teknik eğitim için gerekli teknik personelin miktarı belirlenecektir.

Tablo - 1'de Metroloji Mühendisliği için önerilen program; 4 yıllık tasarım ağırlıklı eğitim alan elektrik, elektronik, fizik, kimya, makine, metalurji, nükleer, inşaat, tekstil, otomasyon ve kontrol mühendisleri ile 4 yıllık uygulama ağırlıklı eğitim alan elektrik, elektronik, kontrol, otomasyon makine, otomotiv, metal, tekstil, inşaat teknik öğretmenleri ile fizik, kimya öğretmenleri veya bu disiplinlerden lisans diploması alanlara yönelik teknik eğitimi kapsamaktadır. Burada teknik eğitim iki şekilde uygulanabilir :

- 1- Bütün derslerin alındığı ve yaklaşık 5-6 süren **METROLOJİ MÜHENDİSLİĞİ**,
- 2- Süresi kişilerin uzmanlaşmak istediği programa göre değişen **METROLOJİ UZMANLIĞI**.

Metroloji Mühendisliği'nde eğitim alacak olanlar, zorunlu olarak 16 dersi içeren 40 Teori 40 Uygulama ve toplam 60 Kredilik programı takip edecektir.

Metroloji Uzmanlığı'nda eğitim alacak olanlar ise öncelikle 10 gün sürecek MET 101 Metrolojiye Giriş ve Temel Kavramlar ve MET 102 Belirsizlik Hesapları derslerini alacaklardır. Böylece ilk olarak kişiler; metroloji, metroloji kavramları, metroloji türleri vb. ile ölçmede doğruluğun önemli göstergesi olan belirsizlik hesaplarını öğreneceklerdir. Daha sonra eğitim için gelecek öğrencilere; meslekleri ve/veya çalıştıkları sektörlerle ilgili dersleri alma imkanı tanınacaktır. Örneğin bir elektrik mühendisi veya elektrik teknik öğretmeni, ilk olarak MET 103 Elektriksel Ölçmeler Kalibrasyonu - 1 ile MET 106 Sıcaklık - Nem Kalibrasyonu derslerini alabilir. Bu iki dersi başardıktan sonra talep ederse MET 105 Elektriksel Ölçmeler Kalibrasyonu-2 ile MET 104 RF - Mikrodalga Kalibrasyonu derslerini alabilir.

Tablo - 1 Metroloji Mühendisliği İçin Program Önerisi

Kod	Ders Adı	Durumu	T	U	K	Kod	Ders Adı	Durumu	T	U	K	
MET 101	Metrolojiye Giriş ve Temel Kavramlar	Zorunlu	2	0	2	MET 109	Basınç - Vakum Kalibrasyonu	Seçmeli	2	2	3	
MET 102	Belirsizlik Hesapları	Zorunlu	2	0	2	MET 110	Kuvvet - Sertlik - Tork Kalibrasyonu	Seçmeli	2	4	4	
MET 103	Elektriksel Ölçmeler Kalibrasyonu – 1	Seçmeli	4	4	6	MET 111	Açı Ölçümleri Kalibrasyonu	Seçmeli	2	2	3	
MET 104	RF - Mikrodalga Kalibrasyonu	Seçmeli	2	2	3	MET 112	Yüzey Pürüzlülüğü Kalibrasyonu	Seçmeli	1	2	2	
MET 105	Elektriksel Ölçmeler Kalibrasyonu – 2 (ÖKI)	Seçmeli	4	4	6	MET 113	Boyutsal Ölçümler Kalibrasyonu	Seçmeli	2	2	3	
MET 106	Sıcaklık - Nem Kalibrasyonu	Seçmeli	4	4	6	MET 114	Form Kalibrasyonu	Seçmeli	2	2	3	
MET 107	Akışkanlar Mekanığı Kalibrasyonu	Seçmeli	1	2	2	MET 115	Cihaz Ayar Teknikleri – 1	Seçmeli	4	4	6	
MET 108	Hacim - Yoğunluk-Kütle Kalibrasyonu	Seçmeli	2	2	3	MET 116	Cihaz Ayar Teknikleri – 2 (ÖKII)	Seçmeli	4	4	6	
									<b>Toplam</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>60</b>

ÖKI : Ön koşullu ders : MET 105 kodlu dersi almak için ilk olarak MET 103 kodlu dersten başarı şartı aranacaktır.

ÖKII : Ön koşullu ders : MET 116 kodlu dersi almak için ilk olarak MET 115 kodlu dersten başarı şartı aranacaktır.

Programın uygulanmasında UME Ulusal Metroloji Enstitüsü'ne ve akademisyenlere önemli görevler düşmektedir. Ayrıca öğrenci sayısının kısıtlanması da öğretim kalitesini arttıracak ve sektörde daha sonra Metroloji Mühendisi ile Metroloji Uzmanı enflasyonu olmayacaktır. Ders içeriklerinin belirlenmesinde UME Eğitim programları baz alınabilir.

## 7. SONUÇ

Gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere göre en önemli farkının, eğitimin her alanına verdikleri önem ve sınırsız destek olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Ülkemizin gereksinim duyduğu ve sanayiye geliştikçe daha fazla önem duymaya başlayacağı metroloji mühendisleri ve metroloji uzmanları konusunda önerilenden farklı teknik eğitim program önerileri de yapmak olasıdır.

Ülkemizde konuyla ilgili kurumlardan (UME, TÜRKAK, ...) yararlanılıp, fayda getirmeyen çekişmeleri bir kenara bırakarak metroloji gibi çok önemli bir konuda iç dinamiklerini araştırması, mevcut potansiyeli harekete geçirecek sinerjiyi oluşturması gerekmektedir. Çünkü ülkemiz sanayiisi krizlerden kurtulup büyüme sürecine tekrar girdiğinde; metroloji kurumlarına, kalibrasyon laboratuvarlarına, bu laboratuvarlarda çalışacak teknik personele ve bu teknik personelin eğitilmesine mutlaka günümüzden daha fazla gereksinim duyulacaktır. İşte o zaman geldiğinde hazırlıklı olmak zorunluluğu vardır.

## KAYNAKLAR

- [1] T.Eren, "Kalibrasyon Kavramı Ve Önemi", Birinci Ulusal Ölçümbilim Kongresi Bildiri Kitapçığı, Eskişehir, 1995, s.161.
- [2] A.Atilla, "Muayene, Ölçme ve Deney Teçhizatının Kontrolü ", Kalite Güvencesi Sistemi ve Standartlarının Yorumu ve Uygulama Örnekleri; Çağlayan Kitabevi, 1996, İstanbul.
- [3] UME Tanıtım Broşürü, Kocaeli, 2000.
- [4] <http://www.ume.gov.tr>, erişim tarihi : 02 Mayıs 2001, İstanbul.
- [5] Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü ve Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü 2000 - 2001 Öğretim Yılı Ders Programları, İstanbul.