

YÜKSEK ÖĞRETİM KURUMLARINDA METROLOJİ (ÖLÇÜMBİLİM) VE KALİBRASYON EĞİTİMİNİN DURUMU

Naci EKEM, Suat PAT, Rahmi ÖZKURT, Elif GEDİK, Saime KEÇİALAN, Sibel YILMAZER

Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü
e-mail: ekem@ogu.edu.tr

ÖZET

Araştırma geliştirme sistemi içerisinde yapılan çalışmaların üç ayağından birisi Veri Tabanı Oluşturmasına yönelik araştırmalardır. Metrolojinin multi disiplinler bir konumda bulunması sebebiyle bu alanlardaki bileşiklerin tüm bilim ve teknoloji alanlarında kullanılır olmasını sağladığı bir gerçektir. Multi disiplinler olmasının diğer bir sonucu da metroloji alanındaki temel bilgilerin bir çok bilim alanındaki bilgilerden oluşmasıdır. Bu çalışma, Metroloji eğitimi içerisinde yer alması gereken temel konuların belirlenmesi ve bu konuların yüksek öğretimin eğitim programları içerisinde ne ölçüde yer aldığı tespitini içermektedir.

1. GİRİŞ

Ölçüme dayalı tüm bilim alanları ile ilişkili olan Metrolojiyi, ölçüm sistemleri ile ilgili teknoloji alanındaki doğruluk seviyesini, hem pratik hem de teorik olarak bütün özellikleri ile inceleyen bilim dalı olarak tanımlayabiliriz. Bu bilim dalındaki eğitim ise Türkiye ve hatta bir çok gelişmiş ülkelerde tam anlamı ile düzenlenmiş, oturmuş, dengeli, uygulamalarından olumlu sonuçlar alınmış düzeyden uzak konumdadır. O halde bu bilim alanında gerçekten uygun, geçerli ve olumlu bir eğitim düzeni kurabilmek için çok iyi bir ön çalışma yapılması gerekir. Yapılacak olan ön çalışmalar; Eğitim sürecinin gereksinimleri, ilgili kuruluşlar ve zümreler ile ilişkileri, eğitim alacak olanların bilimsel konuları ve çeşitliliği, eğitim verecek kurumların bu alandaki düzey ve yapılanması, eğitim de yer alacak bilimsel konuların uygulanması veya uyarlanması gibi bir çok teknik problemleri, hatta ekonomik ve siyasi boyutları ortaya koyar düzeyde olmalıdır. Bu ön çalışmaların yapılabilmesi için ise metrolojinin Türkiye'de şu andaki durumunun açık ve net biçimde ortaya konulması gereklidir.

Bu tebliğde iki aşamalı bir çalışma yer almaktadır.

1. Aşama: Metroloji eğitimi için söz konusu olan bilimsel konuların belirlenmesidir.

2. Aşama: Belirlenen bilimsel konuların üniversitelerimizin şu andaki eğitim programlarında ne miktarda yer aldığı tespitidir.

1. Aşamanın gerçekleşebilmesi için ölçümbilim eğitimi alanında 1984 tarihinden bu yana yapılan aktiviteler gözden geçirilmiş, Türkiye'deki sanayi kuruluşlarının ölçümbilim ve özellikle de kalibrasyon alanındaki ihtiyaçlarını karşılayan Ulusal metroloji enstitüsü (UME), Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ve diğer kuruluşların eğitim programları ile yurt dışında Metroloji hizmeti veren Metrology Institute of Measurements Technology kuruluşların eğitim programları incelenmiş ve bu çalışmaların ışığı altında metroloji eğitiminde yer alması gereken bilimsel konuları içeren bir taslak

hazırlanmış ve bu taslak hakkında UME, TSE ve ülkemizde metroloji ile ilgili yetkin kişilerin görüşleri alınmıştır. Sonuçta metroloji eğitiminde yer alması gereken bilimsel konular belirlenmiştir.

2. aşamada ise; belirlenen metroloji konuları anket formlarında hazırlanarak, Türkiye'deki bütün üniversitelerin Mühendislik Fakültelerinin ilgili bölümlerine, Fen Edebiyat Fakültelerinin Fizik, Kimya, Biyoloji ve İstatistik Bölümlerine ve Meslek yüksekokullarının ilgili bölümlerine gönderilmiştir. Çalışmanın bu aşamasına, yanıtlarıyla 45 üniversitenin 242 bölümü katkıda bulunmuştur.

2. METROLOJİ KONULARI VE ANKETE KATKIDA BULUNANLAR

Ankete Katıda bulunan Üniversiteler ve ilgili bölümleri:

ABANT İZZET BAYSAL Ü. FEF.	FİZİK BÖL.	DİCLE Ü. BATMAN MYO.	ELEKTRİK PROG.
ABANT İZZET BAYSAL Ü. MYO.	BİYOLOJİ	DİCLE Ü. FEF.	BİYOLOJİ BÖL.
	ENDÜSTRİYEL ELEKTRONİK		KİMYA BÖL.
	İNŞAAT	DİCLE Ü. TEKNİK PROGRAMLAR	ELEKTRİK
	ELEKTRİK+KONTROL	DOKUZ EYLÜL Ü. MF.	ENDÜSTRİ MÜH.
	MAKİNE		MAKİNE MÜH.
	TARIM ALET VE MAKİNE BÖL.		METALURJİ VE MALZEME MÜH.
ADNAN MENDERES Ü. AYDIN MYO.	MAKİNE RESİM-KONST. PROG.		ENDÜSTRİ MÜH.
ADNAN MENDERES Ü. FEF.	KİMYA	DUMLUPINAR Ü. FEF.	BİYOLOJİ BÖL.
AFYON KOCATEPE Ü. MYO.	İNŞAAT	DUMLUPINAR Ü. MF.	ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.
	END. ELEKTRONİK		İNŞAAT MÜH.
	KİMYA	DUMLUPINAR Ü. OSMANELİ MYO.	ELEKTRİK BÖL.
	GIDA TEK.	DUMLUPINAR Ü. PAZARYERİ MYO.	TEKSTİL
	ELEKTRİK		TEKSTİL-BASKI
AKDENİZ Ü. FEF..	FİZİK BÖL.	EGE Ü. EGE MYO.	ELEKTRİK
	MATEMATİK BÖL.	EGE Ü. FEN	BİYOLOJİ
AKDENİZ Ü. TBMYO.	KONTROL SİSTEMLERİ	EGE Ü. MF.	KİMYA MÜH.
ANKARA Ü. ÇANKIRI MYO.	KONTROL BÖL.	ERCİYES Ü.	BIOMEDİKAL CİHAZ TEK.PROG.
	MAKİNE BÖL.	ERCİYES Ü. FEF.	FİZİK
ANKARA Ü. MF.	KİMYA MÜH.		KİMYA
	FİZİK MÜH.	ERCİYES Ü. KAYSERİ MYO.	ELEKTRİK BÖL.
ANKARA Ü. MYO.	TEKNİK PROGRAMLAR		KONTROL-MAKİNE BÖL.
ATATÜRK Ü. AŞKARA MYO.	ELEKTRİK	ERCİYES Ü. MF.	MAKİNE
ATATÜRK Ü. ERZURUM MYO.	ELEKTRONİK ELEKTRİK PROG.	ERCİYES Ü. SIVİL HAVACILIK Y.O.	ELEKTRONİK MÜH.
	İNŞAAT BÖL.	FIRAT Ü. BİNGÖL MYO.	ELEKTRİK
ATATÜRK Ü. FEF.	FİZİK		İNŞAAT
ATATÜRK Ü. MF.	KİMYA MÜH.	FIRAT Ü.	ELEK-ELEKTRONİK
	MAKİNE MÜH.	FIRAT Ü. MF.	ELEK-ELEKTRONİK MÜH.
ATATÜRK Ü. MYO.	MAKİNE BÖL.		İNŞAAT MÜH.
BALIKESİR Ü. DURSUNBEY MYO.	İNŞAAT PROG.		KİMYA MÜH.
BALIKESİR Ü. MYO.	END.ELEKTRONİK PROG.		MAKİNE MÜH.
BİLKENT Ü. FEN F.	MATEMATİK		METALURJİ VE MALZEME MÜH.
BOĞAZIÇI Ü. MF.	İNŞAAT MÜH.		KONTROL SIS TEKNOLOJİSİ
CUMHURİYET Ü. DİVRİĞİ MYO.	ELEKTRİK		ENDÜSTRİYEL ELEKTRONİK
	MAKİNE	FIRAT Ü. TBMYO.	İNŞAAT BÖL.
ÇUMHURİYET Ü. FEF	KİMYA BÖL.	FIRAT Ü. TEK.EĞT.MYO.	MAKİNE
	BİYOLOJİ BÖL.	FIRAT Ü. TEKNİK BİLİMLER MYO.	KİMYA MÜH.
ÇUMHURİYET Ü. MF.	KİMYA MÜH.	FAK	MAKİNE MÜH.
	MAKİNE MÜH.		BİYOLOJİ BÖL.
CUMHURİYET Ü. SIVAS MYO.	MAKİNE PROG.	GAZİ Ü. FEF.	KİMYA BÖL.
CUMHURİYET Ü. SMYO.	END. OTOMASYON PROG.		FİZİK BÖL.
CUKUROVA Ü. FEF.	BİYOLOJİ	GAZİ Ü. KIRSEHİR FEF	ELEKTRİK BÖL.
CUKUROVA Ü. MMF.	ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.	GAZİ Ü. KIRSEHİR MYO.	MAKİNE MÜH.
	İNŞAAT MÜH.	GAZİ Ü. MMF.	MAKİNE MÜH.
CUKUROVA Ü. OSMANİYE MYO.	END. ELEK VE ELEKTR.	GAZİANTEP Ü. MMF.	
	İNS. VE HARİTA KOD.PROG.		
CUKUROVA Ü. KADIRLI MYO.	END. ELEKTR.		

GAZİANTEP Ü. FEF. .	BİYOLOJİ BÖL	MARMARA Ü. MF.	METAL. VE MALZ. MÜH. BÖL.
GAZİANTEP Ü. KİLİS MYO.	ELEKTRİK BÖL.	MARMARA Ü. MYO.	MAKİNA
	MAKİNE BÖL.	MARMARA Ü. TEKBİL MYO.	BİOMEDİKAL CİH. TEKN.
GAZİANTEP Ü. MF.	ENDÜSTRİ MÜH.		MALZEME
	FİZİK MÜH.	MARMARA Ü. MF	MAKİNA MÜH.
	MAKİNE MÜH.	MERSİN Ü. GÜLNAR MYO.	İNŞAAT BÖL.
	TEKSTİL MÜH.	MERSİN Ü. MYO.	ELEKTRİK BÖL.
GAZİOSMANPASA Ü.	TURHAL MYO. ELEKTRİK		İNŞAAT BÖL.
HACETTEPE Ü. FEF.	BİYOLOJİ	MİMAR SİNAN Ü. FEF.	KONTROL SİS. TEK.
HACETTEPE Ü. KAMAN MYO.	TEK.PROG.BÖL. İNŞAAT PROG.	MUĞLA Ü. FEF.	İSTATİSTİK BÖL.
HACETTEPE Ü. MF.	GIDA MÜH.	MYO.	BİYOLOJİ
HARRAN Ü. BİRECİK MYO.	ELEKTRİK BÖL.	NİĞDE Ü. BOR MYO.	MAKİNE-BAKIM
HARRAN Ü. HİLVAN MYO.	MAKİNE BÖL.	NİĞDE Ü. FEF.	ELEKTRİK
HARRAN Ü. MF.	İNŞAAT MÜH.	NİĞDE Ü. MMF.	FİZİK BÖL.
	MAKİNE MÜH.	NİĞDE Ü. MYO.	ELEK-ELEKTRONİK MÜH.
HARRAN Ü. VİRANSEHİR MYO.	ELEKTRONİK BÖL.	ODTÜ MF.	ENDÜSTRİYEL ELEKTRONİK
ISIK Ü. FEF.	FİZİK BÖL.	OMÜ. FEF	İNŞAAT MÜH.
İNÖNÜ Ü. ARAPGİR MYO.	ELEKTRİK	ONDOKUZ MAYIS Ü. AMASYA MYO.	İSTATİSTİK BÖL.
İNÖNÜ Ü. FEF.	BİYOLOJİ		ELEKTRİK
İNÖNÜ Ü. MALATYA MYO.	ELEKTRONİK		END.ELEKTRONİK
İNÖNÜ Ü. MF	ELEKTRİK-ELEKTRONİK		İNŞAAT
	MAKİNE MÜH.	ONDOKUZ MAYIS Ü. FEF.	İNŞAAT
	KİMYA MÜH. BÖL.	ONDOKUZ MAYIS Ü. FEF.	BİYOLOJİ BÖL.
İSTANBUL KÜLTÜR Ü. MMF.	İNŞAAT MÜH.	ONDOKUZ MAYIS Ü. KAVAK MYO.	FİZİK BÖL.
İSTANBUL Ü. FEN F.	FİZİK	ONDOKUZ MAYIS Ü. ORDU FEF	İNŞAAT BÖL.
	KATIHAL FİZİĞİ ABD.	ONDOKUZMAYIS Ü. AMASYA MYO.	BİYOLOJİ BÖL.
	MATEMATİKSEL FİZİK ABD.	ONSEKİZMART Ü. CNKKL MYO.	ENDÜSTRİYEL ELEKT.
İSTANBUL Ü. MF.	ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.	OSMANGAZİ Ü. FEF.	İNŞAAT BÖL.
	İNŞAAT MÜH.		FİZİK BÖL.
	KİMYA MÜH.	OSMANGAZİ Ü. MMF.	KİMYA BÖL.
	BİYOLOJİ BÖL.		BİYOLOJİ BÖL.
İSTANBUL Ü.FEN F.	ENDÜSTRİ MÜH.		MAKİNA MÜH.
İTÜ İŞLETME FAK.	KİMYA MÜHENDİSLİĞİ		MADEN MÜH.
İTÜ	UCAKVEUZAYBİLFAK METMÜH.		ENDÜSTRİ MÜH.
	MAKİNE MÜH.		KİMYA MÜH.
İZMİR YÜKSEK TEK. ENS. MF.	KİMYA MÜH.	PAMUKKALE Ü. FEF.	BİYOLOJİ BÖL.
KADİR HAS Ü. MF.	ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ	SAKARYA Ü. FEF.	FİZİK BÖL.
	ELEKTRONİK MÜH.	SAKARYA Ü. HENDEK MYO.	ELEKTRİK
KARAEMLAS Ü. MYO.	İNŞAAT		MAKİNE RESİM KONS. BÖL.
KIRIKKALE Ü. FEF.	FİZİK	SAKARYA Ü. MF.	ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.
KOCAELİ Ü.	MÜH.	SELCUK Ü. BOZKIR MYO.	ELEKTRİK
KOCAELİ Ü. FEF.	FİZİK	SELCUK Ü. CİHANBEYLİ MYO.	MAKİNE
KOCAELİ Ü. MF.	ENDÜSTRİ MÜH.	SELCUK Ü. CUMRA MYO.	OTOMOTİV BÖL.
	METALURJİ VE MALZEME MÜH	SELCUK Ü. FEF.	FİZİK BÖL.
KOCAELİ Ü. MYO.	ELEKTRONİK HABERLEŞME	SELCUK Ü. KADINHANI MYO.	İNŞAAT
	İNŞAAT	SELCUK Ü. MMF.	ELEK-ELT.MÜH
KSE. ELBİSTAN MYO.	İNŞAAT BÖL.	SELCUK Ü. ZİRAAT FAK.	GIDA MÜH.
KTÜ ELK.	ELEK. MÜH.	SELCUK Ü. MMF.	ENDÜSTRİ MÜH.
KTÜ. FEF.	BİYOLOJİ BÖL.	SELCUK Ü. SİLİFKE TORUCU MYO.	ELEKTRİK-ELEKTRONİK PROG.
	KİMYA	SELCUK Ü. TASKENT MYO.	MAK.RES. KONSTRÜKSİYON
KTÜ. GÜMÜSHANE MYO.	TEK PROG.BÖL. (ELEK.-İNS.)	SELCUK Ü. TEKNİK BİLİMLER MYO.	MAKİNE PROG.
KTÜ. KARADENİZ MYO.	ELEKTRİK		KONTROL SİSTEMLERİ
KTÜ. MMF.	MAKİNE MÜH.	SELCUK Ü. MMF.	İNŞAAT MÜH.
KTÜ. MYO.	MAKİNE	SÜLEYMAN DEMİREL Ü. MYO.	ELEKTRİK BÖL.
	MAKİNE RES.	SÜLEYMAN DEMİREL Ü. FEF.	KİMYA
KTÜ. ORDU MYO.	ENDÜSTRİYEL ELEKT.	SÜLEYMAN DEMİREL Ü. MYO.(İsp.)	ELEKTRONİK
	MAKİNE RES. KONS.	SÜLEYMAN DEMİREL Ü. MYO.	TEKNİK PROGRAMLAR
KTÜ. RİZE FEF	FİZİK BÖLÜMÜ	SÜTCÜ İMAM Ü. FEF.	FİZİK
KTÜ. RİZE MYO.	ELEKTRİK	SÜTCÜ İMAM Ü. MMF.	TEKSTİL MÜH.
	İNŞAAT	MYO.	İNŞAAT BÖL.
KTÜ. TRABZON MYO.	TEK. PROG. (ELEKTRİK)		

SÜTCÜİMAM Ü. MMF.	ELEK.-ELEKTRONİK.	MYO.	ELEKTMÜH. TEKN BÖL.
TRAKYA Ü. FEF.	FİZİK BÖL.	ULUDAĞ Ü. ZİRAAT FAK.	KONTROL SIS.TEKNOLOJİSİ
TRAKYA Ü. KESAN MYO.	KİMYA -BİOKİMYA BÖL.	YILDIZ TEKNİK Ü.	GIDA MÜH.
TRAKYA Ü. MALKARA MYO.	BESİCİLİK		KİMYA METALURJİ BÖL.
TRAKYA Ü. MYO	ELEKTRİK PROG.		METALURJİ VE MALZEME MÜH.
TRAKYA Ü. MMF.	İNŞAAT	YÜZÜNCÜ YIL Ü. FEF.	İNŞAAT MÜH.
TRAKYA Ü. TEKİRDAĞ MYO.	MAKİNE MÜH.	YÜZÜNCÜ YIL Ü. MYO.	FİZİK
TRAKYA Ü. TEKİRDAĞ ZİRAAT FAK.	END.ELEKTRONİK	YÜZÜNCÜ YIL Ü.	İNŞAAT MÜH.
ULUDAĞ Ü. FEF.	GIDA MÜHENDİSLİĞİ	YÜZÜNCÜ YIL Ü. VAN MYO.	TEK. EĞİT.FAK. İNŞAAT ÖGR.
ULUDAĞ Ü. İNEGÖL MYO.	FİZİK	YÜZÜNCÜ YIL Ü. ZİRAAT FAK.	MAKİNE BÖL.
ULUDAĞ Ü. MMF.	MAKİNE PROG.	ZONGULDAK KARAEİLMAS Ü.	GIDA MÜH.
	ELEKTRONİK		MAKİNE MÜH.
ULUDAĞ Ü. MYO.	ENDÜSTRİ MÜH.		FİZİK BÖL.
MYO.	TEKSTİL		KİMYA BÖL.
	ELEKTMÜH. TEKN BÖL.		

FEF: Fen Edebiyat Fakültesi, MMF: Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, MF: Mühendislik Fakültesi, MYO: Meslek Yüksek Okulu

Birinci aşamanın sonucu olarak belirlenen ve anket formatına göre düzenlenen metroloji konuları Tablo.1'de yer almaktadır.

Tablo.1 Metroloji Konuları :

1. Ölçüm Sistemleri	c. Uzunluk, Kütle, Zaman, Elektrik akımı, Sıcaklık, Işık Şiddeti, Madde Miktarı Referans Standartları
a. Ölçümün Tanımı ve Tabiatı	d. İzlenebilirlik
b. Ölçüm Sistemindeki Algılayıcı, Değiştirici, Gösterici Elemanların İşlevleri	5. Ölçüm Hataları
c. Bilgi Transfer Elemanları	a. Ölçüm Hataları ve Sınıflandırılması
2. Ölçüm İşlemi	b. Ölçümün Hassasiyeti ve Doğruluğu
a. Ölçüm Sisteminin Hazırlanması	c. Hataların Bulunması ve Değerlendirilmesi
b. Ölçüm İşleminin Yapılması	d. Tolerans ve Doğruluk Oranı
c. Ölçüm Sonuç Raporları	e. Klimatik Hatalar
d. Uygunluk / Uygunsuzluk Bildirimleri	f. Referans Etkileri
3. Ölçümün Tarihçesi ve Ölçüm Birimleri	g. Personel Etkileri
a. Ölçümün Tarihçesi	h. Diğer Etkiler (Elektromanyetik Girişim, v.b.)
b. Birim Sistemleri	i. Ayar / İnterpolasyon
c. Temel Birimler, Türetilmiş Birimler	6. Belirsizlik
d. Karşılaştırma Mekanizmaları	a. Belirsizlik Tanımları
4. Standartlar (Referans Ölçüm Standartları)	b. Ölçüm Belirsizliğinin Hesabı
a. Standartların Özellikleri	c. Ölçüm Sonuçlarının Belirsizlikleri İle Gösterimi
b. Standartların Sınıflandırılması	

7. Anlamlı Rakamlar ve Yuvarlama
8. Kalibrasyon Programı
a. Tanımlar, Kalibrasyon Şartları, Fonksiyonları (Kalite Temin Fonksiyonu, v.b.)
b. Organizasyon Yapısı (Ülke Organizasyonu, Lab. Organizasyonu)
c. İşlevsel Yapısı (Gereksinim, Kontrol ve Geri Çağırma Sistemi, Talimatlar, Etiketleme ve Kayıt.)
d. Mekan ve Çevre Özellikleri.
e. Kalibrasyon Yapan Personelin Nitelikleri.
9. Kontrol, Kalite-Çevre Sistemleri ve Ölçüm
a. Kontrol Teknolojisi Kavramları
b. Transfer Fonksiyonları, Kontrol Çeşitleri
c. Kontrol Kombinasyonlu Cihazlar (Termik Kontrol Cihazları v.b.)
d. Ölçüm/Kontrol İşlemi
10. Boyut (Geometrik) Ölçümleri, Standartları
a. Giriş
b. Uzunluk Ölçüm Aletleri
.Cetvel
.Verniyer Kumpas
.Mikrometre
.Verniyerli Yükseklik Ölçer
.Komparatör Saati
.Mastarlar (Geçer-Geçmez)
.Elektronik Komparatörler
.Koordinat Ölçüm Aletleri
c. Açısal Ölçüm
.Açı Ölçer
.Karelik Kontrol Aleti
.Sinüs Tablası

.Seviye Kontrol Aletleri
.Gonyometre
.Otokolimatör
.Referans Açılı Poligonları
.Açı Mastarları
.İndeks tablo
d. Yüzey Düzgünlük Ölçüm Aletleri
.Gönye
.Granit tabla
.Yüzey pürüzsüzlük Referansları
e. Dış Ölçümleri
.Geçer Geçmez Mastarları
.Pimler
f. Enterferometrik Ölçümler
g. Üniversal Ölçüm Tezgahları
.h. Hacim Ölçümleri
11. Diğer Fiziksel Ölçümler
a. Sıcaklık
.Cıvalı Termometre
.Gazlı Termometre
.Sıvılı Termometre
.Isıl Çift
.Pyrometre
.Termistör
.Platin Dirençli Termometre
.Referans Sabit Sıcaklık Noktaları
.Kalibrasyon Tuz Banyoları

b. Rutubet (Nem)
.Islak ve Kuru Hazneli Termometreler
.Higrometreler
c. ITS.90 Skalasının Oluşturulması
12. Basınç ve Vakum
.Barometreler
.Manometreler
.Basınç Saatleri
.Transdüserler
.Basınç Anahtarları
.Ölü Ağırlık Piston Basınç Referansları
.Vakum Saatleri
.Basınç Belirsizlikleri
13. Doğrusal ve Periyodik Hareket
a. Doğrusal ve Açısal Hız
b. Doğrusal ve Açısal İvme
c. Takometre
d. Stroboskop
14. Tork
a. Torkmetre
b. Stroboskop
15. Kuvvet ve Ağırlık
.Kütle ve Ağırlık
.Terazi
.Baskül
.Kuvvet ve Ağırlık Algılayıcıları
.Ağırlık Standartları

.Ağırlık Ölçüm Sistemleri
.Ölü Ağırlıklı Kuvvet Referans Standardı
.OIML Kuralları
16. Elektriksel Ölçümler
a. Temel Elektrik Kavramları
b. Elektriksel Gösterme Elemanları
.Analog-Digital Gösterme Elemanları
.Kaydediciler
c. Elektriksel Referans Ölçüm Standartları
.İndüktans
.Kapasitans
.Kapasitans Köprüsü
.Direnç Standardı
.Akım Terazisi
.Akım Bölücü
.Kelvin Varlei Köprüsü
d. Elektriksel Aletler
.Multimetre
.Ohmmetre
.Voltmetre
.Ampermetre
.Counter-Sayıcı
.Osiloskop
.Frekansmetre
.Mikrodalga
e. Çok Amaçlı Kalibratörler

17. Akışkanlık Ölçüm Sistemleri
a. Akışkanlık Ölçüm Kavramları
b. Akışmetreler ve Sistemleri
.Debi ve Miktar Ölçen Aletler
18. Optik Ölçüm Aletleri
a. Optik Kavramlar
b. Optik Aletler ve Aksesuarları
.Transit
.Kolimätör
.Ayna, Mercek

.Optik Mikrometre
c. Spektroskopik Ölçüm Aletleri
19. Titreşim
20. Megatronik
21. Sensör ve Algılama Teknolojileri
22. Kompakt Ölçüm Sistemleri
23. Enstrumantasyon
24. Uluslararası Metroloji – Kalibrasyon Organizasyonları
25. Akreditasyon
26. Karşılıklı Tanınırlık

3. ANKET SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

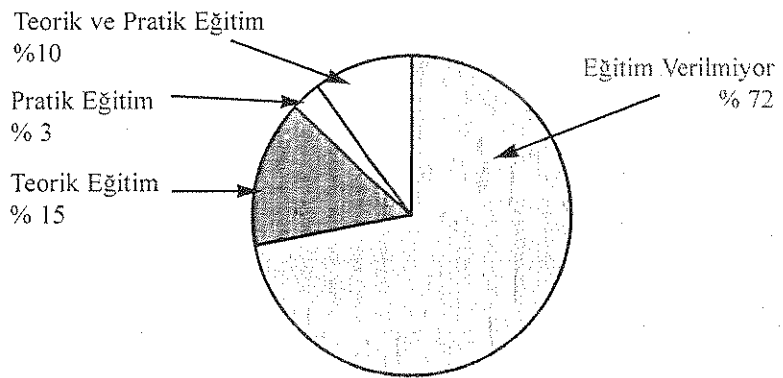
Elde edilen anket sonuçları çeşitli şekillerde değerlendirmeye alınmıştır. Bu tebliğde, önemli görülen sonuçlar ve yorumları sunulmuştur.

3.1. Genel Değerlendirme

Ankete katkıda bulunan 242 bölümün (134 Devlet Üniversitesinin Fakültelerindeki ilgili bölümleri, 4 Vakıf Üniversitesinin Fakültelerinin ilgili bölümleri, 104 Devlet üniversitesi Meslek Yüksek Okullarındaki ilgili bölümler.) genel değerlendirilmesi Tablo.2 ve grafik de verilmektedir. Bu tablo ve grafikte görüleceği gibi üniversitelerimizin ilgili bölümlerinde metroloji alanında verilen eğitimin % 28 olduğu belirlenmiştir. Bu oran çok düşük bir orandır. Pratik (Uygulamalı) eğitim oranını %3 + %10 = %13 gibi çok daha düşük seviyede ise olması dikkat çekicidir.

Tablo 2 Genel Değerlendirme ve Grafiği

Eğitim veriliyor	28%
Teorik Eğitim	15%
Pratik Eğitim	3%
Teorik ve Pratik Eğitim	10%
Eğitim verilmiyor	72%



3.2. Fakülteler ve Meslek Yüksek Okulları Bazında Değerlendirme

Tablo.3'de Fen Edebiyat Fakülteleri, Tablo.4'de Mühendislik Fakülteleri Tablo.5'de ise Meslek Yüksek Okulları için elde edilen sonuçlar verilmektedir. Bu üç sonucun dikkat çekici ortak noktası, düşük oranda verilen metroloji eğitimi içinde pratik (uygulamalı) bilginin %15-%18 gibi çok düşük oranda olmasıdır.

3.3. Bölüm Bazında Değerlendirme

Bölüm bazında yapılan değerlendirmelerde en yüksek oranda eğitim verebilen üç bölüm; Fizik Bölümü, Makine Mühendisliği Bölümü ve Uçak Mühendisliği Bölümüdür. Tablo.6, 7, 8'de sırasıyla verilen sonuçlar kendi aralarında karşılaştırıldığında Uçak Mühendisliğinin %44 gibi en yüksek oranı, ancak pratik (uygulama) eğitimde ise %11 gibi en düşük oranı taşıdığı görülmektedir. Bu çok önemli bir çarpıklık olarak değerlendirilebilir. Pratik (uygulama) eğitimin en üst düzeyde verildiği bölüm Fen Edebiyat Fakülteleri Fizik Bölümü (%28)'dür.

Tablo.3 Fen-Edebiyat Fakülteleri (Fizik, Kimya, Biyoloji ve İstatistik Bölümleri)

Eğitim veriliyor	%27	
	Teorik Eğitim	%9
	Pratik Eğitim	%7
	Teorik ve Pratik Eğitim	%11
Eğitim verilmiyor	%73	

Tablo.4 Mühendislik Fakülteleri

Eğitim veriliyor	%30	
	Teorik Eğitim	%15
	Pratik Eğitim	%4
	Teorik ve Pratik Eğitim	%11
Eğitim verilmiyor	%70	

Tablo. 5 Meslek Yüksek Okulları

Eğitim veriliyor	% 38	
	Teorik Eğitim	% 21
	Pratik Eğitim	% 2
	Teorik ve Pratik Eğitim	% 15
Eğitim verilmiyor	% 62	

Tablo.6 Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümleri

Eğitim veriliyor	% 37	
	Teorik Eğitim	% 9
	Pratik Eğitim	% 13
	Teorik ve Pratik Eğitim	% 15
Eğitim verilmiyor	% 63	

Tablo.7 Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümleri

Eğitim veriliyor	% 38	
	Teorik Eğitim	% 19
	Pratik Eğitim	% 4
	Teorik ve Pratik Eğitim	% 15
Eğitim verilmiyor	% 62	

Tablo.8 Mühendislik Fakültesi Uçak Mühendisliği Bölümleri

Eğitim veriliyor	% 44	
	Teorik Eğitim	% 33
	Pratik Eğitim	% 3
	Teorik ve Pratik Eğitim	% 8
Eğitim verilmiyor	% 56	

3.4. Konu Grupları Değerlendirmesi

Metroloji alanındaki konular kendi aralarında gruplandırılmaya çalışılırsa beş ayrı grup oluşturulabilir. Bunlar;

- 1- Ölçüm Hakkında Temel Bilgiler
- 2- Ölçümleri Değerlendirme İle İlgili Konular
- 3- Sanayide Yaygın Olarak Kullanılan Ölçü Aletleri İle İlgili Konular
- 4- Yaygın Olmayan Ölçü Aletleri İle İlgili Konular
- 5- Metrolojinin Spesifik Konuları'dır.

Bu gruplar ile ilgili verilebilen eğitimin oranları ;

ÖLÇÜM HAKKINDA TEMEL BİLGİLER

- 1- Ölçüm Sistemleri
 - 2- Ölçüm İşlemi
 - 3- Ölçümün Tarihçesi ve Ölçüm Birimleri
 - 4- Standartlar
 - 5- Ölçüm Hataları
- Verilen Eğitim %50

ÖLÇÜMLERİ DEĞERLENDİRME İLE İLGİLİ KONULAR

- 6- Belirsizlik
 - 7- Anlamlı Rakamlar Ve Yuvarlama
 - 8- Kalibrasyon Programı
 - 9- Kontrol, Kalite-Çevre Sistemleri ve Ölçüm
- Verilen Eğitim % 29

SANAYİDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN ÖLÇÜ ALETLERİ İLE İLGİLİ KONULAR

- 10- Boyut (Geometrik) Ölçümleri, Standartları
 - 11- Diğer Fiziksel Ölçümler
 - 12- Basınç ve Vakum
 - 13- Doğrusal ve Periyodik Hareket
 - 14- Tork
 - 15- Kuvvet ve Ağırlık
 - 16- Elektriksel Ölçümler
- Verilen Eğitim %29

YAYGIN OLMAYAN ÖLÇÜ ALETLERİ İLE İLGİLİ KONULAR

- 17- Akışkanlık Ölçüm Sistemleri
- 18- Optik ölçüm Aletleri
- 19- Titreşim
- 20- Megatronik
- 21- Sensör ve Algılama Teknolojileri
- 22- Kompakt Ölçüm Sistemleri
- 23- Enstrümantasyon

Verilen Eğitim %18

METROLOJİNİN SPESİFİK KONULARI

- 24- Ulusal Metroloji-Kalibrasyon Organizasyonları
- 25- Akreditasyon
- 26- Karşılıklı Tanınırlık

Verilen Eğitim %3

3.5. Ankete Katılan Bölümlerin Metrolojiye İlgileri

Ankete katılan 142 bölümden, 41 bölüm Metroloji ile doğrudan ilgili olduklarını, 135 Bölüm ilgilenmek istediklerini, 66 Bölüm ise şimdilik ilgili olmadıklarını belirtmişlerdir.

4. İSTATİSTİKİ YAKLAŞIM

Yapılan çalışma bilimselliği ve kabul edilebilirliği açısından ele alındığında birinci aşamada tespit edilen konuların güvenilirliği;

1. 1984'den bugüne kadar literatürde yer alan uluslararası ve ulusal eğitim programlarında yer alan konular olması,
2. Ülkemizde metroloji alanındaki yetkili kuruluşların olumlu görüşlerini içermesi,
3. Hazırlanan ankette 26 konunun her birinde, "diğer" başlığı ile katılımcıların Metroloji Eğitiminde yer alması gerektiğini düşündükleri konuları belirtmeleri istenmiştir. Alınan anket sonuçlarında ilave edilmesi veya çıkarılması istenen kayda değer konuların olmaması edeniyle sağlanmış olarak kabul edilmiştir.

İkinci Aşamının güvenilirliği ise istatistiki olarak katılımın %33'ün üzerinde olması ve cevapların ilgili bölüm başkanlıkları veya cevaplayan akademik kişilerin imzalarıyla sağlanmış olarak kabul edilmiştir.

5. SONUÇ

Yüksek Öğretim Kurumlarında, çeşitli derslerin içerisinde yer alan metroloji konularının hangi oranlarda verilmekte olduğunu belirlemeye yönelik yapılan bu çalışma sonuçları, metroloji alanı ile ilgili bilgilerin üniversite öğretim sürecinde düşük oranlarda verilmekte olduğunu göstermektedir.

Gelişmenin temel şartının eğitim olduğu göz önüne alınarak metroloji alanındaki bu açığın kapatılması gerekir. Ülkemizdeki UME, TÜBİTAK, TSE gibi metroloji ile ilgili kurumların genel eğitimdeki eksikliği telafi etmek amacıyla yönelik spesifik özel kurslar veya eğitim programları gerçekleştirmeleri, metroloji alanındaki bilgi eksikliğini tamamlayıcı olmaktan uzak olacaktır. Çünkü bu tür kurs veya programlarda ders taleplerinin öğrenmeye yönelik olmayıp, sertifika, yeterlilik belgesi gibi özel amaçları da içermektedir.

Ayrıca bu özel bilgilendirme yöntemleri, metroloji ile ilgili kurumlarımızı tahrip edebilecek veya rahatsız edecek durumlar veya düşünceler oluşmasına da neden olabilmektedir. Bu kurumlar Yüksek Öğretim Kurumu ile bizzat ilişkiye geçerek ve kendi duyarlılıklarını yansıtarak, gereksinimi üniversitelerle birlikte çözmeye yönelmelidirler. Ancak bu ilişkiler aşamasında, her iki tarafında aceleci davranmaksızın giriş bölümünde çok kısa olarak ifade edilen çalışmalarını öncelikle gerçekleştirilmeleri gerekmektedir.

Sanayi ve Teknolojinin hızlı ilerlemesiyle Metroloji alanındaki ihtiyaçlarda artmaktadır. Bilgi düzeyindeki gereksinim ise daha da yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle metroloji alanındaki eğitimin öncelikle ve ivedi olarak ele alınması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] İç Kalite Tetkili Eğitim Notları, Türk Standartları Enstitüsü
- [2] Kalibrasyonda Ölçme Belirsizliğinin İfadesi için Klavuz, Şubat 1993, Ulusal Metroloji Enstitüsü
- [3] Ölçüm Belirsizliği, Ulusal Metroloji Enstitüsü, Kasım 1995
- [4] Kalite Güvencesi Yönetimi Eğitim Kitabı, 1995
- [5] Morris S. Alan, Principles of Measurement and Instrumentation
- [6] Metrology Training Program, Metron Institute of Measurement Technology, 1984
- [7] Isıl çift kalibrasyon eğitim notları, TÜBİTAK-UME, Kasım -1997
- [8] Yazar Doğan, Büyükkatak Levent, Uzunluk Metrolojisi ve Kalibrasyonu Eğitim Notları, Ocak-1997
- [9] Kalibrasyon ve Ölçme Sistemleri, TSE, Mayıs-1989
- [10] Kalibrasyon Laboratuvarlarının Akreditasyonu, UME, Eylül 1994
- [11] Birimler Sistemleri (SI) , Akustik Büyüklük ve Birimleri, TSE, Nisan-1994
- [12] Birimler Sistemleri (SI) , Elektrik ve Magnetizmada Kullanılan Büyüklükler ve Birimleri, TSE, Nisan-1994
- [13] Birimler Sistemleri (SI) , Mekanik Büyüklük ve Birimleri, TSE, Nisan-1994
- [14] Birincil Seviyede Volt Birimi İçin Josephson Jonksiyon Sistemi, UME, Ağustos-1993
- [15] TKS, Akustik ve Titreşim Laboratuvarlarının Akreditasyonu İçin Teknik Şartlar, Ocak-1995
- [16] Gürültü ve Titreşim, UME, Aralık 1994
- [17] Existing Calibration Capabilities and Short-term Dejectives of the Mechanical Metrology Laboratories, UME, June-1993
- [18] Mekanik Metroloji Laboratuvarlarının Mevcut Kalibrasyon İmkanları ve Kıs Dönem Amaçları, UME, Ağustos 1993