



TÜBİTAK UME LABORATUVARLARI

TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ

İçindekiler



ÖNSÖZ	3
TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ (UME)	5
MİSYONUMUZ / VİZYONUMUZ	5
KALİTE YÖNETİM SİSTEMİMİZ	6
ULUSLARARASI ALANDA TÜBİTAK UME	7
FİZİK GRUBU LABORATUVARLARI	10
ELEKTROMANYETİK LABORATUVARI	11
EMPEDANS LABORATUVARI	13
DC DİRENÇ LABORATUVARI	13
KAPASİTANS LABORATUVARI	14
RF ve MİKRODALGA LABORATUVARI	16
GERİLİM LABORATUVARI	18
GÜÇ ve ENERJİ LABORATUVARI	20
MANYETİK LABORATUVARI	24
OPTİK LABORATUVARI	27
DEDEKTÖR RADYOMETRİ LABORATUVARI	27
FOTOMETRİ LABORATUVARI	28
SPEKTRİYOMETRİ LABORATUVARI	29
FİBER OPTİK LABORATUVARI	30
FOTOVOLTAİK TEST MERKEZİ	31
SICAKLIK LABORATUVARI	35
KONTAK SICAKLIĞI LABORATUVARI	35
RADYASYON SICAKLIĞI LABORATUVARI	36
NEM LABORATUVARI	37
YÜKSEK GERİLİM LABORATUVARI	39
ZAMAN / FREKANS ve DALGABOYU LABORATUVARI	41
ZAMAN / FREKANS LABORATUVARI	41
DALGABOYU LABORATUVARI	42

TÜBİTAK UME

LABORATUVARLARI

AR-GE DESTEK VE BİLGİ SİSTEMLERİ LABORATUVARI	48
ATOMİK SENSÖRLER LABORATUVARI	49
MEDİKAL METROLOJİ LABORATUVARI	50

KİMYA GRUBU LABORATUVARLARI 54

BİYOANALİZ LABORATUVARI	55
ELEKTROKİMYA LABORATUVARI	59
GAZ METROLOJİSİ LABORATUVARI	61
İNORGANİK KİMYA LABORATUVARI	63
ORGANİK KİMYA LABORATUVARI	66
REFERANS MALZEMELER LABORATUVARI	67

MEKANİK GRUBU LABORATUVARLARI 73

AKIŞKANLAR LABORATUVARI	74
SU DEBİSİ LABORATUVARI	74
GAZ DEBİSİ LABORATUVARI	75
HAVA HIZI LABORATUVARI	76
AKUSTİK LABORATUVARI	77
AKUSTİK LABORATUVARI	78
TİTREŞİM LABORATUVARI	79
BASINÇ LABORATUVARI	81
VAKUM LABORATUVARI	82
BOYUTSAL LABORATUVARI	83
MASTAR BLOKLARI VE İNTERFEROMETRİK ÖLÇÜMLER LABORATUVARI	83
AÇI ÖLÇÜMLERİ LABORATUVARI	84
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÖLÇÜMLERİ VE NANOMETROLOJİ LABORATUVARI	84
GEOMETRİK STANDARTLAR VE FORM ÖLÇÜMLERİ LABORATUVARI	85
ÜÇ BOYUTLU ÖLÇÜMLER (KOORDİNAT METROLOJİSİ) LABORATUVARI	85
TOPOGRAFIK VE ENDÜSTRİYEL ÖLÇÜMLER LABORATUVARI	86
HACİM YOĞUNLUK ve VİSKOZİTE LABORATUVARI	87
HACİM YOĞUNLUK LABORATUVARI	87
VİSKOZİTE LABORATUVARI	87
KUVVET LABORATUVARLARI	89
KUVVET LABORATUVARI	90
SERTLİK LABORATUVARI	90
TORK LABORATUVARI	91
KÜTLE LABORATUVARI	92



Değerli Okuyucular,

Bilimsel ve teknolojik anlamda gelişmiş olan ülkelerin en önemli göstergesi, çok güçlü bir sanayi ve ihracata yönelik dinamik ve sürdürülebilir ekonomilerin varlığıdır. Bu güçlüüğün en önemli unsurlarından biri de hiç kuşkusuz; kısaca kalite alt yapısı olarak tanımladığımız standardizasyon, akreditasyon, uygunluk değerlendirme ve metrolojinin (ölçüm bilimi) birbirleriyle son derece uyumlu bir şekilde çalışmasına bağlıdır. Kalite altyapısının kendi içerisindeki uyumu, uluslararası pazarlarda adil ticareti ve ticarete teknik engellerin aşımını garanti altına almaktadır. Gelişimini tamamlamış her ülkedeki oturmuş kalite alt yapısının özellikle ölçümlerin güvenilirliği ve uluslararası geçerliliği dikkate alındığında ulusal metroloji enstitülerinin hayati öneme sahip oldukları karşımıza çıkmaktadır.

Ölçümün bilimsel yöntemlerle uygulanması anlamına gelen ve bu faaliyetleri kapsayan “metroloji”, yüksek teknoloji dünyasının merkezinde yer almaktadır. Doğru ölçemediğimizde, dünyamızı, çevremizi tam olarak anlayamayız, güvenli bir şekilde üretim yapamayız, kontrol edemeyiz. Ülke teknik alt yapısının bir parçası olan ölçüm kabiliyetinin elde edilmesi; devlet, endüstri ve akademi dünyasına hizmet ederek, ülkelerin bilimde, mühendislikte, teknolojiye güçlenmesini sağlar. Yeni ölçüm teknikleri ve teknolojileri, üründe, üretimde, servis hizmetlerinde inovasyonu destekler ve canlandırır.

Ülkemizdeki resmi kayıtlı ilk metroloji aktiviteleri 15. yüzyıla dayanmaktadır. 1481 yılında Osmanlı İmparatorluğu II. Bayezid Dönemi’nde; yasal metroloji ve standardizasyon konularını içeren “Bursa Belediye Kanunu (Kanunname-i İhtisab-ı Bursa)”, tüketici haklarını korumak ve düzenlemek amacıyla çıkarılmıştır. 1869 yılında metrik sistem kabul edilerek, Osmanlı İmparatorluğu 1875 yılında Metre Konvansiyonu’na ilk imza atan ülkeler arasında yer almıştır.

1923 yılında Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasının ardından, 1931 yılında metrik sistemin adaptasyonu hakkındaki kanun çıkarılmış ve takip eden metroloji aktiviteleri daha ziyade yasal metroloji alanında gerçekleşmiştir. 1960 ve 1970'li yıllardaki hızlı endüstrileşme, Türkiye'de üst düzey bilimsel metroloji hizmetlerine olan acil ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. 1986 yılında, "Milli Fizik ve Teknik Ölçme Standartları Merkezi"nin kurulmasından sonra, ülkemizde ilk defa bilimsel metroloji aktiviteleri temel seviyede ilk laboratuvarların kurulmasıyla başlamıştır. 1992 yılında "Milli Fizik ve Teknik Ölçme Standartları Merkezi"nin ismi, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)'ne dönüştürülmüş ve yeni binalarında geliştirilmiş laboratuvarlarına taşınmıştır. Türkiye'de kalite alt yapısının geliştirilmesini hedefleyen UNIDO ve arka arkaya iki Dünya Bankası Projesi'nin uygulanması, TÜBİTAK UME'nin bugün sahip olduğu faaliyetleri geliştirmesini sağlamıştır. TÜBİTAK UME, "Karşılıklı Tanıma Düzenlemesi (CIPM MRA)" olarak adlandırılan ve Ulusal Metroloji Enstitüleri tarafından verilen hizmetlerin uluslararası platformda tanınmasını sağlayan anlaşmayı 14 Ekim 1999 tarihinde imzalamış ve BIPM (Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Bürosu)'in veri tabanında (KCDB) Kalibrasyon ve Ölçüm Kabiliyeti (CMC) verileri ilk yayımlanan enstitüler arasında yer almıştır.

TÜBİTAK UME'nin gerek ülke içerisindeki metrolojik faaliyetleri gerekse uluslararası işbirlikleriyle elde ettiği başarılı çalışmalar artarak devam etmektedir. Son yıllarda, TÜBİTAK UME'den almış oldukları izlenebilirlikle paydaşlarına kalibrasyon, test ve analiz hizmetleri veren ülkemizdeki akredite laboratuvarların vermiş oldukları sertifika sayısı yıllık 4 milyon adete ulaşmıştır. TÜBİTAK UME, başta ülkemizin ilgi odağındaki Ortadoğu, Kafkaslar, Balkanlar ve Afrika ülkeleri olmak üzere 40'dan fazla ülkedeki paydaşlarına kalibrasyon, test, karşılaştırma ölçümleri, referans cihaz üretimi, anahtar teslim laboratuvar kurulumu, eğitim ve danışmanlık gibi hizmetleri başarılı bir şekilde yerine getirmekte, EURAMET, GULFMET ve COOMET gibi bölgesel metroloji organizasyonlarında etkin görevler almakta ve ülkemizi başarılı bir şekilde temsil etmektedir. Ayrıca, kısa adı SMIIC olan İslam Ülkeleri Metroloji ve Standardizasyon Enstitüsünün Metroloji Konsey başkanlığını da 2013 yılından beri başarılı bir şekilde yürütmektedir. Bununla birlikte kazanmış olduğu bilgi ve deneyimlerini ülkemizin dışa bağımlı olduğu bazı stratejik ürünlerin millileştirilmesi amacıyla var gücüyle kullanmaya başlamıştır.

TÜBİTAK UME ülkemizin 2023 hedefleri doğrultusunda metrolojinin geleceğine yön veren Uluslararası Birimler Sistemi'ndeki (SI) kilogram, Kelvin, Ampere ve mol birimlerinin yeniden tanımlanması, oluşturulması ve sürekliliğinin sağlanması başta olmak üzere araştırma altyapısını geliştirerek savunma, çevre, uzay, enerji, otomotiv, sağlık ve gıda gibi alanlarda ülkemizin ihracat yeteneğini ve Ar-Ge ve yeniliğe dayalı rekabet gücünü artırmasına ve ülkemizin jeopolitik konumu ve gereksinimleri doğrultusunda bu alanlarda ilerleme kaydetmesine çok daha fazla katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Dünyanın ilk 8 metroloji enstitüsü içerisinde yer alabilmek hedefiyle de başta kuantum metroloji laboratuvarlarının kurulumu olmak üzere Kalkınma Bakanlığı destekli yeni yatırım çalışmalarına başlamış bulunmaktadır.

TÜBİTAK Başkanlığına doğrudan bağlı bir enstitü olarak faaliyet gösteren TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, TÜBİTAK UME yasal ismiyle anılmaktadır. Enerji, güvenlik, sağlık, çevre gibi insan sağlığı ve yaşam kalitesini etkileyen alanlarda ihtiyaç duyulan ölçüm alanları için bilimsel ve teknolojik araştırmaları yönlendirerek; Uluslararası Birimler Sistemi (SI) tanımlarına uygun olarak ulusal ölçüm standartlarının oluşturulması, muhafazası, geliştirilmesi, uluslararası izlenebilirliğinin sağlanması ve Türkiye'nin uluslararası seviyede "metroloji" alanında temsil edilmesi TÜBİTAK UME'nin temel görevleri arasında yer almaktadır. Bir başka ifade ile, TÜBİTAK UME ülkemizde yapılan ölçümleri güvence altına alan en üst düzey kurumdur. TÜBİTAK UME, farklı bilimsel ve teknik disiplinlerdeki 27 Araştırma ve Geliştirme laboratuvarındaki çalışmalara 12 idari birimde çalışan destek hizmetleriyle, uzman ve deneyimli 300'e yakın personele sahip olup, TS EN ISO/IEC 17025 standardı ve ISO Guide 34 gerekliliklerini karşılayan ve etkinliği sürekli iyileştirilen entegre bir kalite yönetim sistemi ile faaliyetlerini sürdürmektedir.

Dr. Mustafa ÇETİNTAŞ
Enstitü Müdürü
TÜBİTAK UME

TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ (UME)

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME), Türkiye Bilimsel Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) çatısı altında faaliyet gösteren bir araştırma geliştirme enstitüsüdür.

Enstitü'nün amacı, Türkiye'de yapılan tüm ölçümleri güvence altına almak, bu ölçümlerin uluslararası sisteme entegrasyonunu sağlamak, mevcut ve yeni ölçme teknolojilerini geliştirmek, böylece ticari ve endüstriyel ortamda kullanılan ölçümlerin doğruluğunu temin etmek için gerekli Ulusal Metroloji Sistemi'ni oluşturarak ulusal ve uluslararası ticarete eşitliğin sağlanmasına ve Türk endüstriyel ürünlerinin kalitesinin artırılmasına ve Türkiye'nin bilimsel ve teknolojik gelişmesine katkıda bulunmaktır.

Enstitü bu amaçla, ulusal ölçme referans standartlarını geliştirir, muhafaza eder, uluslararası ölçme sistemine izlenebilirliğini sağlar, endüstri, bilim ve araştırma sisteminin kullanımına sunar. Türkiye'de yapılan ölçümlere referans teşkil eden ve bu konuda en üst düzeyde yetkili olan Enstitü, çalışmalarında TÜBİTAK'ın diğer birimleriyle, yurt içi ve yurt dışı kuruluşlarla işbirliği yapar, gerek kendi bünyesindeki araştırmacı ve teknik personeli, gerekse bünyesi dışındaki kuruluşların ölçme, test, kalibrasyon, analiz, kalite kontrol ve metroloji konusunda faal olan teknik personelini eğitime ilkelerini göz önünde tutar.

MİSYONUMUZ

Yaşam kalitesinin ve ülkemizin rekabet gücünün artmasına katkıda bulunmak amacıyla ölçüm bilimi alanında araştırma - geliştirme çalışmaları yaparak, ölçüm birliği ve güvenilirliğini sağlamak, bu doğrultuda uluslararası kabul gören referans ölçüm standartları ve teknikleri oluşturmak, geliştirmek, muhafaza etmek ve yaygınlaştırmak.





KALİTE YÖNETİM SİSTEMİMİZ

TÜBİTAK UME, ulusal ve uluslararası üstlenilen sorumluluğun bilinci ile bilimsel araştırmalar yapan, teknolojik gelişmeleri takip eden bir kuruluş olarak;

- Paydaşlarımızın taleplerini zamanında ve eksiksiz karşılayarak, gelecekteki beklenti ve ihtiyaçlarına odaklı, beklenenin üstünde memnuniyeti sağlamayı,
- TS EN ISO/IEC 17025 ve ISO Guide 34 gerekliliklerini karşılayan ve etkinliği sürekli iyileştirilen kalite yönetim sistemi ile hizmet vermeyi,
- Sürekli gelişimi sağlanan ve sorumluluklarının bilincinde olan profesyonel kadrosu ile kurumsal faaliyetlerini kalite yönetim sistemi gereklerine göre gerçekleştirmeyi,
- Şeffaflık, gizlilik ve tarafsızlık ilkelerine bağlı kalmayı,
- Çalışan memnuniyetini göz önünde bulundurarak kurumsal hedeflere ilerlemeyi taahhüt etmektedir.

TÜBİTAK UME tarafından verilen tüm hizmetler, TS EN ISO/IEC 17025 “Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar” standardına ve ISO Guide 34 rehber dokümanına uygun olarak kurulmuş TÜBİTAK UME Kalite Yönetim Sistemi’nin kapsamındadır. TÜBİTAK UME Kalite Yönetim Sistemi ve kalibrasyon konusundaki yeterliliği Avrupa Metroloji Enstitüleri Birliği (EURAMET) tarafından oluşturulan ve kalite konusunda faaliyet gösteren Kalite Teknik Komitesi (TC-Q) tarafından periyodik olarak denetlenmektedir. 2002, 2008 ve 2013 yıllarında geçirmiş olduğu denetimlerden başarıyla geçen TÜBİTAK UME Kalite Yönetim Sistemi’nin böylelikle uluslararası düzeyde tanınırlığı da sağlanmaktadır.

Ayrıca TÜBİTAK UME ve Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK), kalibrasyon ve deney laboratuvarlarının akreditasyonu ve bu laboratuvarlarda yapılan ölçümlerin izlenebilirliğinin sağlanması konusunda işbirliği yapmaktadır. TÜBİTAK UME kalibrasyon ve deney hizmetleri, geniş bir kapsamla Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından TS EN ISO/IEC 17025 standardına göre akredite edilmiştir. Ayrıca referans malzeme üretimi kapsamında TÜRKAK tarafından akredite edilmiş TÜBİTAK UME AB-0001-RM akreditasyon belgesine sahiptir.

(Akreditasyon No: [AB-0034-K](#), [AB-0092-T](#), [AB-0001-RM](#))

ULUSLARARASI ALANDA TÜBİTAK UME

TÜBİTAK UME, hızlı gelişimi ile kısa bir zamanda uluslararası metroloji dünyasında Türkiye'nin adını duyurmuş, bir yandan teknolojik seviyesi diğer yandan da uluslararası etkinliği ile IMEKO (Uluslararası Ölçme Konfederasyonu), EURAMET (Avrupa Metroloji Enstitüleri Birliği) ve EURACHEM (Avrupa Analitik Kimya Laboratuvarları Birliği) gibi kuruluşlara tam üye olmuştur. EURAMET'in kurucu üyelerinden olan TÜBİTAK UME, teknik komite faaliyetlerinde etkin görev almaktadır. Ayrıca TÜBİTAK UME Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Komitesi (CIPM)'nin 10 danışmanlık komitesinde görev almaktadır. TÜBİTAK UME 2012 yılı aralık ayı itibarıyla bölgesel bir metroloji organizasyonu olan GULFMET (Körfez Ülkeleri Metroloji Birliği)'e asosiye, SMIIC (İslam Ülkeleri Metroloji ve Standartlar Enstitüsü)'e de tam üye olmuştur. 2014 yılında ise COOMET (Avrasya Metroloji Birliği)'e asosiye üye olmuştur.

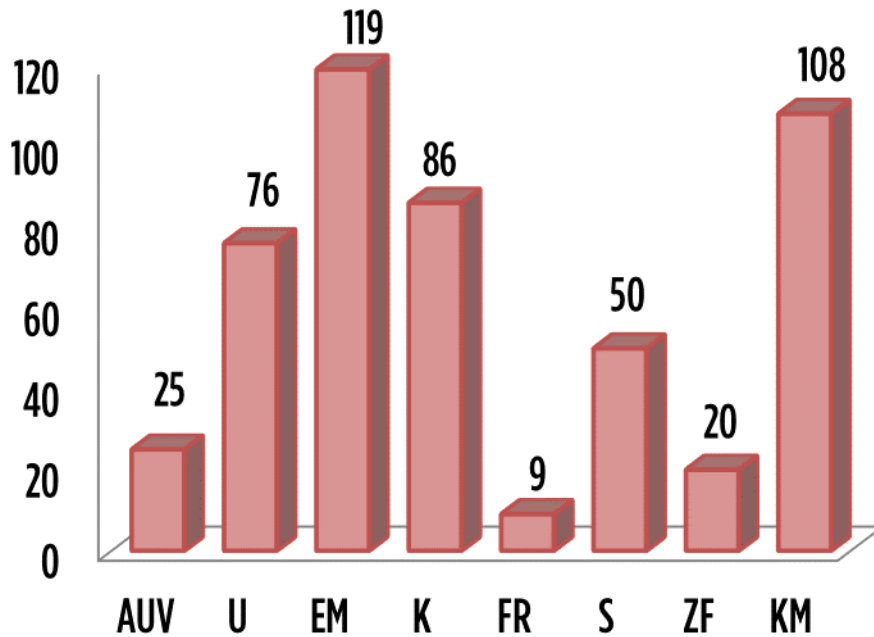
Gerçekleştirilen kalibrasyon ve ölçümleri kapsayan TÜBİTAK UME Kalibrasyon ve Ölçüm Kabiliyeti (CMC) verileri BIPM (Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Bürosu) veri tabanında da yer almaktadır. Enstitü olarak düzenlenen sertifika ve raporlar, CIPM Karşılıklı Tanıma Düzenlemesi (MRA)'ne imza atan ülke ve uluslararası kuruluşlar tarafından tanınmaktadır. Düzenlemenin metni ve düzenlemeye imza atan ülkelerin listesi ile bu anlaşma çerçevesindeki güncel bilgilere BIPM'in web sayfasından ulaşılabilir (www.bipm.org).

TÜBİTAK UME gelişmiş altyapısı, deneyim ve tecrübesi ile Avrupa Metroloji Araştırma Programları çerçevesinde büyük ölçekli ve çok katımlı araştırma projelerinde görev almaktadır. Katılım sağlanan projeler çevre, enerji, sağlık gibi insan sağlığı ve yaşam kalitesini etkileyen konulara yönelik metrolojik çözümler üretmektedir.



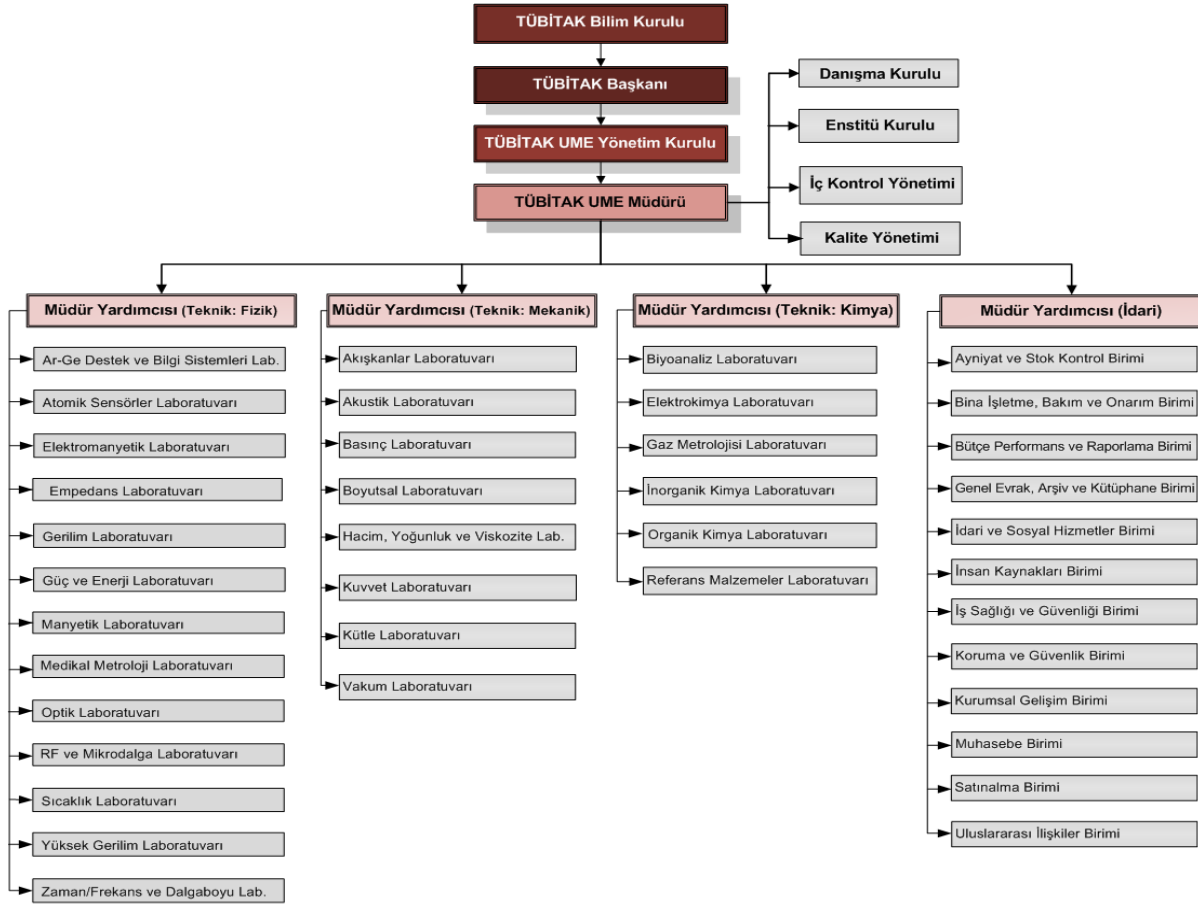


BIPM Veri Tabanında TÜBİTAK UME Kalibrasyon ve Ölçüm Kabiliyetleri (CMC) Sayısı



AUV Akustik, Ultrasonik ve Titreşim
U Uzunluk
EM Elektrik ve Manyetizma
K Kütle
FR Fotometri ve Radyometri
S Sıcaklık
ZF Zaman ve Frekans
KM Kimyasal Metroloji

TÜBİTAK UME Organizasyon Şeması

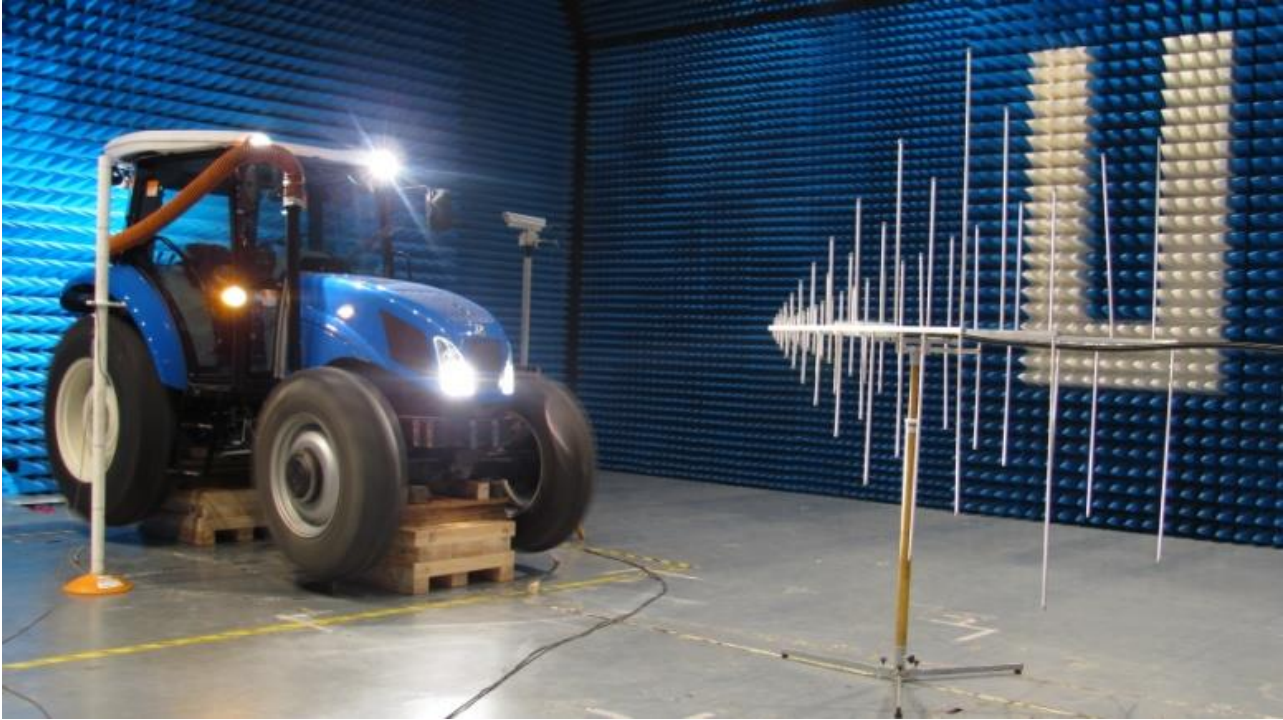




ELEKTROMANYETİK LABORATUVARI

Elektromanyetik Uyumluluk (Electromagnetic Compatibility, EMC); elektriksel veya elektronik cihazların kendi elektromanyetik ortamında çevresiyle uyumlu çalışabilme kabiliyetidir. Üretilen her elektrik, elektronik veya elektromekanik cihaz, kullanıcı hizmetine sunulmadan önce çevresine, beslendikleri elektrik güç hatlarına veya bağlı bulundukları veri iletim hatlarına istenmeyen girişim sinyalleri yaymadığı, aynı zamanda çevresinden, beslendikleri elektrik güç hatlarından veya bağlı bulundukları veri iletim hatlarından etkilenmediğini belirlemek amacıyla EMC deneylerinin uygulanması gerekmektedir.

EMC deneyleri; öngörülen askeri ve ticari standartlar uyarınca “tam yansız oda”, “yarı yansız oda”, “açık saha deney alanı” ve “ekranlı odalar” içerisinde gerçekleştirilmektedir. Tam/yarı yansız odalar; harici elektromanyetik girişimlerden izole edilmiş ve içleri elektromanyetik soğurucu malzemelerle kaplanmış özel ortamlardır. Ekranlı odalar ise sadece topraklanmış düz metal plakalardan oluşan harici elektromanyetik girişimlerden izole edilmiş yapıya sahip odalardır.



Örnek Deney

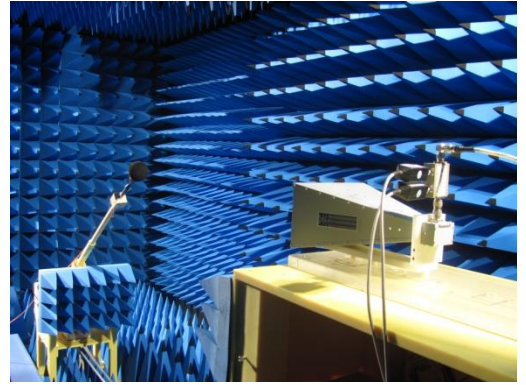
TÜBİTAK UME EMC Laboratuvarında; sivil, askeri ve otomotiv deneylerinin yapıldığı 2 adet yarı yansız oda, 2 adet ekranlı oda ve EMC deneylerinde kullanılan yönlü anten kalibrasyonlarının gerçekleştirildiği Açık Saha Deney Alanı (ASDA) bulunmaktadır.

TÜBİTAK UME EMC Laboratuvarı tarafından verilen kalibrasyon ve deney hizmetlerine ilişkin başlıklar aşağıda yer almaktadır:

- Yapılan deney faaliyetleri TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir;
 - Askeri Ürünler için EMC Deneyleri (MIL-STD 461E/F/G)
 - Ticari Ürünler için EMC Deneyleri (EN ve IEC standartları)
 - Otomotiv ve Alt Parçaları için EMC Deneyleri (İlgili Avrupa Direktifleri 2005/83/EC, 75/322/EEC v.b ve ISO Standartları)

➤ Kalibrasyon Faaliyetleri;

- Yönlü Anten Kalibrasyonları (ANSI C63.5 ve SAE-ARP 958)
- Elektrik ve Manyetik Alan Sensör Kalibrasyonları (IEEE 1309)
- Halka Anten Kalibrasyonları (IEEE291 ve SAE-ARP 958)
- Rod Anten Kalibrasyonları (ANSI C63.5 ve SAE-ARP958)
- Soğurma Kelepçesi Kalibrasyonları (CISPR16-1-3)
- Akım Probu Kalibrasyonları (CISPR 16-1- 2 ve ISO 11452-4)
- Pasif / Aktif Prob Kalibrasyonları (CISPR16-1-2)



Örnek Kalibrasyon

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- FP7 EMRP Projesi, IND60 - Endüstriyel Ortamlarda Geliştirilmiş EMC (Electromagnetic Compatibility) Test Metotları Projesi (2013 - 2016)

EMPEDANS LABORATUVARLARI

Empedans Laboratuvarı tarafından DC ve düşük frekans empedans ölçümleri alanında çalışmalar yapılmaktadır. Laboratuvar; DC Direnç ve Kapasitans Laboratuvarı olmak üzere iki alt laboratuvardan oluşmaktadır. Laboratuvarlar tarafından sağlanan hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmektedir.

DC DİRENÇ LABORATUVARI



TÜBİTAK UME Yapımı Direnç Karşılaştırma Köprüsü

Laboratuvarda DC direnç ve düşük akım ölçümleri gerçekleştirilmektedir. DC direnç ölçümlerinin izlenebilirliği TÜBİTAK UME'de bulunan Quantum Hall direnç standardından, AC direnç izlenebilirliği ise hesaplanabilir AC direnç standartlarından elde edilmektedir. Kapasitans standartları BIPM (Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Bürosu) tarafından kalibre edilirken, indüktans ölçümleri enstitümüzde kurulan Maxwell-Wien Ölçüm Sistemi ile birinci seviye gerçekleştirilmektedir.

DC direnç ölçümleri $100 \text{ Q}\Omega$ 'dan $100 \text{ T}\Omega$ değerine kadar gerçekleştirilebilmektedir. $1 \text{ G}\Omega$ değerine kadar ölçümler ticari köprülerle gerçekleştirilirken, $1 \text{ G}\Omega - 100 \text{ T}\Omega$ arasındaki ölçümler laboratuvarda kurulan Wheatstone yüksek direnç ölçüm sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Yüksek dirençler kullanılarak 2 pA değerine kadar DC düşük akım ölçümü de gerçekleştirilebilmektedir. Bu akım değerini düşürmek için laboratuvarda çalışmalar yürütülmektedir.



Quantum Hall DC Direnç Standardı

KAPASİTANS LABORATUVARI

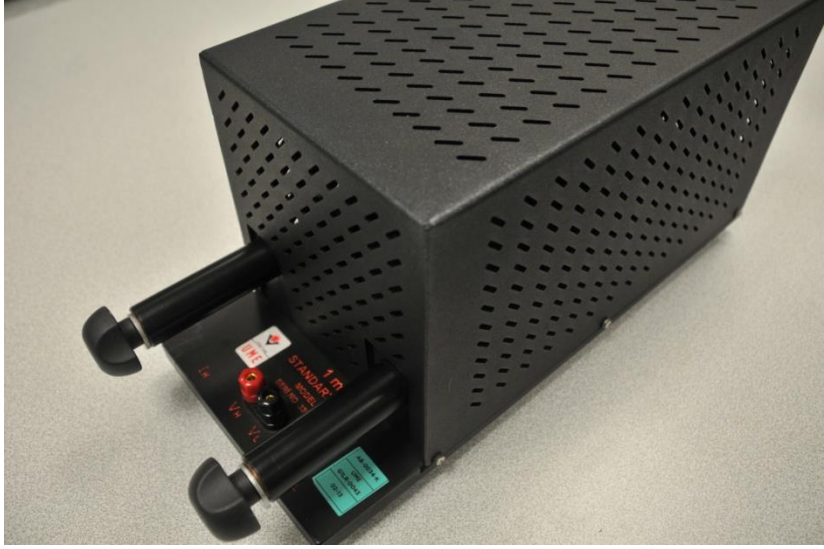
Laboratuvarda AC direnç, kapasitans, indüktans ve AC gerilim oranı ölçümleri gerçekleştirilmektedir. AC direnç ölçümlerinin izlenebilirliği hesaplanabilir AC direnç standartları ile sağlanmaktadır. DC değerleri Quantum Hall'dan izlenebilir olarak ölçülen hesaplanabilir AC direnç standartlarının AC-DC değer farkları hesap yoluyla elde edilebilmektedir. AC direnç ölçümleri çoğunlukla RLC metrelerin kalibrasyonunda kullanılmaktadır. Bu ölçümler 10Ω ile $2 M\Omega$ arasında gerçekleştirilebilmektedir.

Kapasitans izlenebilirliği BIPM tarafından kalibre edilen Fused-Silica kapasitörler ile elde edilmektedir. Kalibrasyonlarda laboratuvarda bulunan AH2500A ve AH2700A kapasitans ölçüm sistemleri kullanılmaktadır. Kapasitans ölçümleri $1 \mu F$ değerinden $1 mF$ değerine kadar gerçekleştirilmektedir. $1 \mu F$ değerinin üzerindeki kapasitans ölçümleri laboratuvarda kurulan kapasitans ölçüm sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Kapasitans ölçüm frekansı ise Agilent 16380A tipi kapasitörler için 30 MHz frekansına çıkmaktadır.

İndüktans ölçümlerinin izlenebilirliği laboratuvarda kurulan Maxwell-Wien indüktans ölçüm sistemi ile kapasitans ve AC direnç birimlerinden sağlanmaktadır. İndüktans ölçüm aralığı $100 \mu H$ - $10 H$ arasında olup yapılan son çalışmalar ile nH mertebesindeki indüktansların da ölçümü gerçekleştirilebilmektedir.

AC gerilim oranı ölçümleri çoğunlukla indüktif gerilim bölücüler ve gerilim gösterge üniteleri/kalibratörleri için kullanılmaktadır. İzlenebilirlik TÜBİTAK UME'de kurulan birinci seviye indüktif gerilim bölücü kalibrasyon sistemi ile sağlanmaktadır.

Empedans Laboratuvarları'nda kalibrasyon hizmetinin yanı sıra cihaz/standart yapım hizmeti de verilmektedir. Bu kapsamda DC direnç standardı, akım şöntü, kapasitans standardı, indüktif gerilim bölücü gibi çeşitli cihazlar laboratuvarda üretilmektedir.



TÜBİTAK UME Yapımı 1 m Ω Akım Şöntü

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

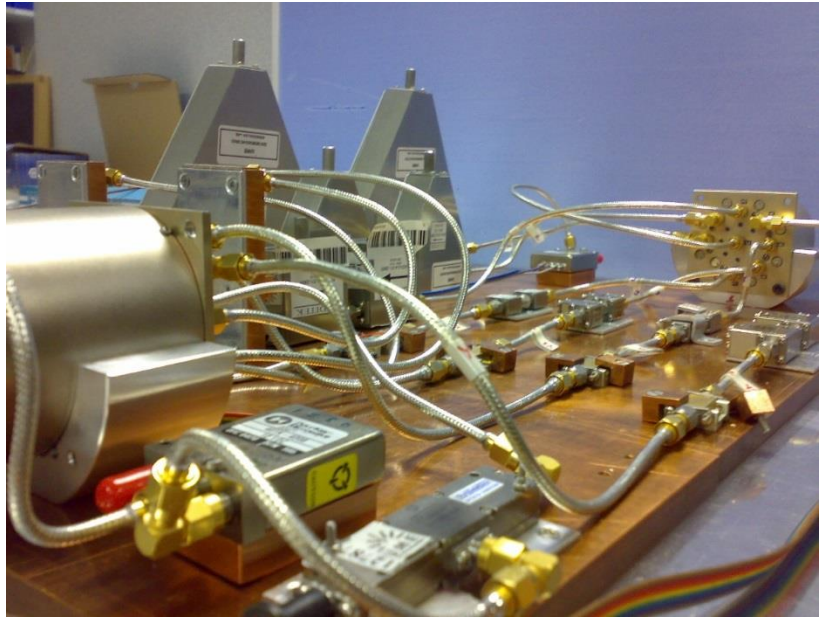
- 1 fA - 100 pA DC Akım Kaynağının Üretilmesi (2013-2014)
- İsviçre Metroloji Enstitüsü İçin İndüktif Gerilim Bölücü Üretilmesi (2013)
- Fransa Metroloji Enstitüsü İçin İndüktif Gerilim Bölücüler Üretilmesi (2014)
- FP7 EMRP Projesi, Elektriksel Ölçümler İçin Quantum Sistemlerini Kullanarak Otomatik Empedans Metrolojisinin Geliştirilmesi (2013-2016)
- “EMPIR projesi 15SIB08 e-SI-AMP, Quantum Akım Biriminin Oluşturulması (2016-2019)
- 100 M Ω - 10 T Ω Aralığında 6 adet Yüksek Değerli Direnç Standartları Üretimi, 2016

RF ve MİKRODALGA LABORATUVARI

RF ve Mikrodalga Laboratuvarı, mikrodalga güç, S-parametreleri (yansıma ve iletim katsayıları) ve gürültü ölçümlerini gerçekleştirmektedir. Koaksiyel ve dalgakılavuzu ortamlardaki birincil seviye güç ölçümleri için mikrokalerimetre sistemi kullanılmaktadır. Koaksiyel tip mikrokalerimetre 100 kHz ile 18 GHz frekans aralığında, dalgakılavuzu mikrokalerimetre ise 18 GHz ile 26,5 GHz frekans aralığında çalışmaktadır. İki kapılı bir devrenin S-parametrelerini oluşturan yansıma ve iletim katsayısını ölçmek için vektör network analizör kullanılmaktadır. Bu ölçümler için 18 GHz'e kadar N tipi konnektör, 26,5 GHz'e kadar 3,5 mm konnektör ve 50 GHz'e kadar 2,4 mm konnektör kullanılmaktadır. Mikrodalga yansıma katsayısı ölçümleri için birincil seviye empedans standardı olarak kabul edilen hesaplanabilir standartların, N tip, 3,5 mm ve 2,4 mm konnektörlüleri için boyutsal ölçümlerini de laboratuvar gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca, mikrodalga gürültü kaynaklarının ölçümleri laboratuvarın geliştirdiği ve 50 MHz - 26,5 GHz frekans aralığında çalışan toplam güç radyometre ile gerçekleştirilmektedir. Laboratuvar mikrodalga güç ve S-parametre kapsamındaki hizmetlerini akredite olarak sunmaktadır. Laboratuvar aynı zamanda, Avrupa Birliği destekli EMPIR araştırma programı kapsamında "Development of RF & microwave capability" isimli projenin de koordinatörlüğünü yapmaktadır.



Mikrokalerimetre Sistemi

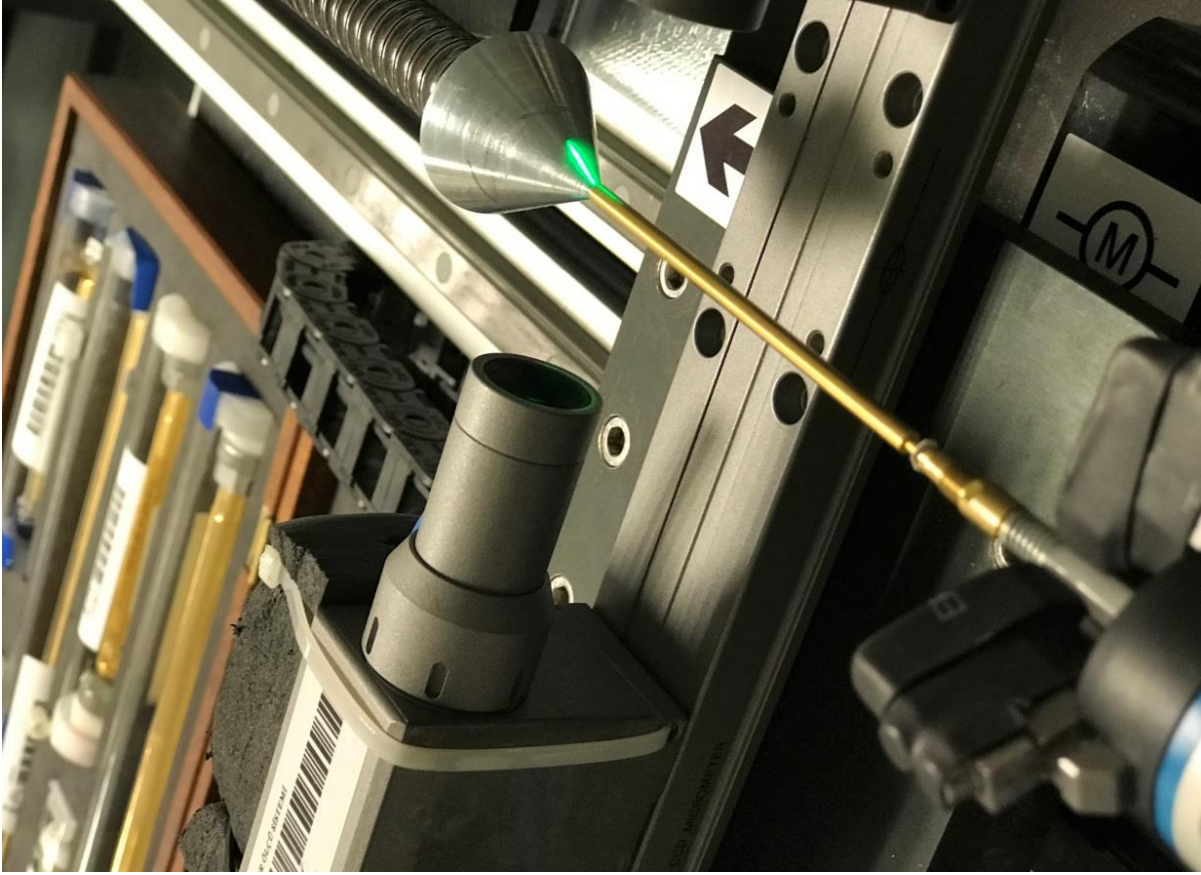


Toplam Güç Radyometre

TÜBİTAK UME RF ve Mikrodalga Laboratuvarı tarafından verilen kalibrasyon ve deney hizmetlerine ilişkin başlıklar aşağıda yer almaktadır:

- RF Güç Algılayıcısı Kalibrasyon Faktörü Kalibrasyonu
- RF Güç Metre Kalibrasyonu
- RF Güç Ölçümü
- İletim Katsayısı Kalibrasyonu (60 dB'ye kadar, 45 MHz-26,5 GHz)
- Yansıma Katsayısı, VSWR, Yansıma Kaybı Kalibrasyonu (45 MHz-26,5 GHz)
- Network Analizör Kalibrasyonu

- Yönlü Bağlayıcı Kalibrasyonu (≤ 2 GHz)
- Gürültü Kaynaklarının Kalibrasyonu (50 MHz - 26,5 GHz)
- Mobil Telefon SAR Deneyi (900 MHz, 1800 MHz)



Hesaplanabilir Standartların Boyutsal Ölçüm Sistemi

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- National Metrology Institute of Egypt (NIS) “Type N Microcalorimeter” (2014-2015)
- Metrology and Quality Organizations of The Kingdom of Saudi Arabia (SASO NMCC), “Development and Realization of Measurement and Calibration System for National Measurement and Calibration Center, RF and Microwave Laboratory Establishment (SASO D3.1) (2014-2017)
- Metrology and Quality Organizations of The Kingdom of Saudi Arabia (SASO NMCC), “Development and Existing Time and Frequency Laboratory (SASO D4) (2014-2017)
- Metrology and Quality Organizations of The Kingdom of Saudi Arabia (SASO NMCC), “Joint Work and Consultancy on RF and Microwave Laboratory (SASO J3) (2014-2017)
- FP8 EMPIR Projesi, “Development of RF & Microwave Capability (EMPIR 15RPT01 RFMICROWAVE)”, koordinatör (2016-2019)
- FP8 EMPIR Projesi, “SAR Measurement Using Vector Probes (EMPIR 16NRM07 VSAR)”, proje ortağı (2017-2019)

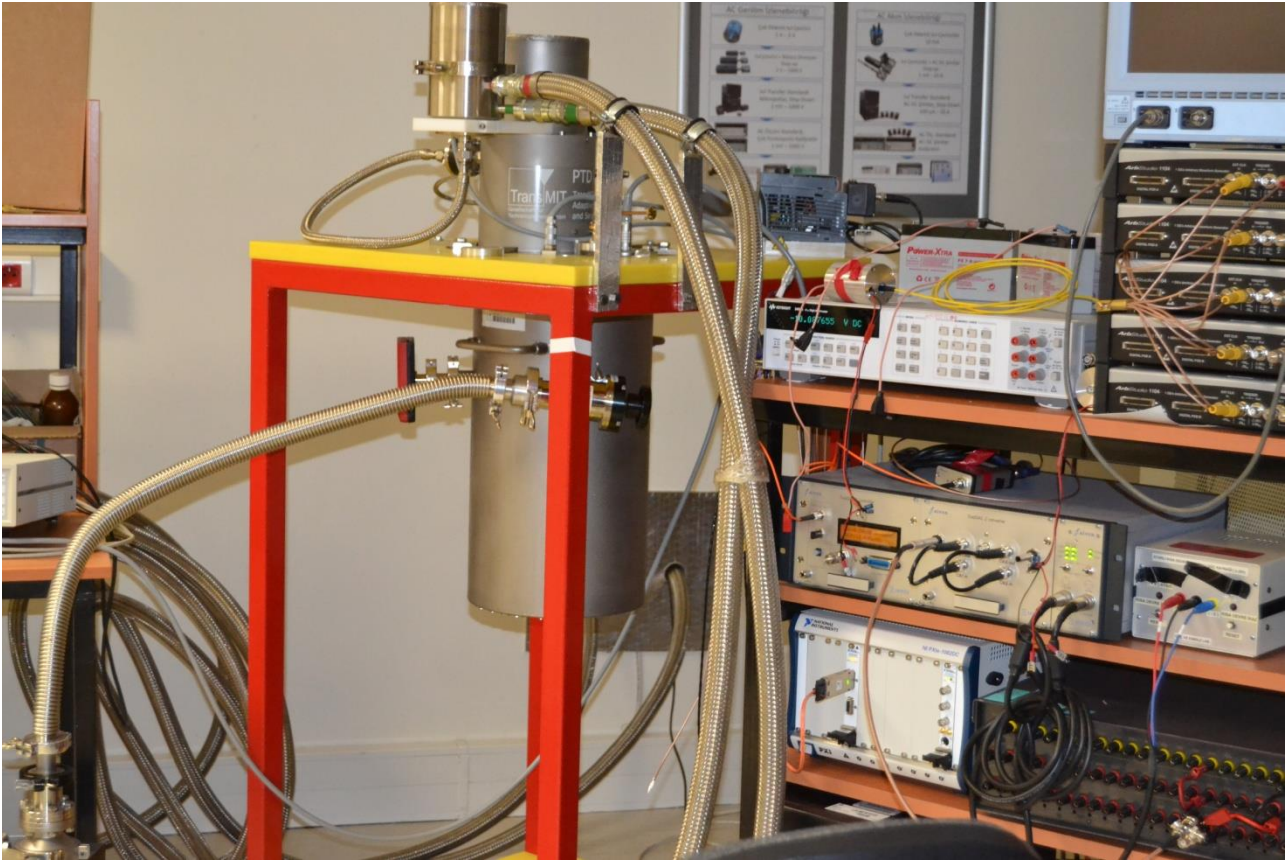
GERİLİM LABORATUVARI

Gerilim Laboratuvarı, gerilim ve akım ölçümlerinin uluslararası metroloji sistemine entegrasyonunu sağlamak amacıyla ulusal standartları oluşturmak, muhafaza etmek, uluslararası karşılaştırma ölçümleri ile ölçümlerin doğruluk seviyesinin uluslararası alanda tanınmasını sağlamak ve ulusal standartlara izlenebilirliği ikinci ve daha alt seviyedeki laboratuvarlara kalibrasyon hizmeti yoluyla aktarmakla görevlidir.

Laboratuvar, TÜBİTAK UME'nin misyon ve vizyonuna uygun olarak, sahip olduğu bilgi, tecrübe ve teknolojik altyapısı ile, AR-GE projeleri, kalibrasyon, eğitim, danışmanlık, ölçüm yöntemleri ve sistemlerinin oluşturulması, ölçüm standardı yapımı ve yayın alanlarında da faaliyet göstermektedir.

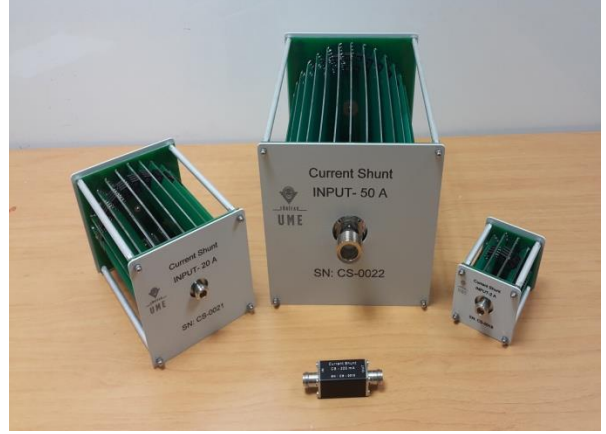
Gerilim Laboratuvarı'nda DC gerilim, AC gerilim, DC akım, AC akım ve DC direnç ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Laboratuvar, 0 V - 1000 V aralığında DC gerilim, 2 mV - 1000 V (10 Hz - 1 MHz) ve 0,1 V - 50 V (1 MHz-100 MHz) aralığında AC gerilim, 1 μ A - 1000 A aralığında DC akım, 100 μ A - 100 A (10 Hz-100 kHz) aralığında AC akım, 1 Ω - 100 M Ω aralığında DC direnç ölçümlerini gerçekleştirme kapasitesine sahiptir.

Gerilim Laboratuvarı, gerilim birimi olan Volt'u, bugün gerilim ölçümlerinde birincil seviye standart olarak kabul edilen Josephson Dizisi Gerilim Standardı (JDGS) üzerinden elde etmektedir. JDGS kullanılarak elde edilen DC gerilim doğruluğu, kalibrasyon vasıtasıyla laboratuvarı mevcut olan ikincil seviyedeki zener diyot yapıları DC gerilim standartlarına, bu standartlar kullanılarak da laboratuvar çalışma standartlarına ve müşteri cihazlarına aktarılmaktadır.



UME Kriyojenik Soğutuculu Programlanabilir Josephson Standardı

DC akım ölçümlerinin izlenebilirliği, Josephson Gerilimine izlenebilir gerilim standartları ve Kuantum Hall direncine izlenebilir direnç standartları üzerinden sağlanmaktadır. AC ölçümlerin izlenebilirliği ise, ısıtıcılar kullanılarak DC standartlar ile karşılaştırılarak sağlanmaktadır. AC gerilim ve akım için kullanılan standartlar ısıtıcılara bağlı paralel veya seri özel dirençlerinden oluşmaktadır.



TÜBİTAK UME Yapımı Akım Şöntleri

Ulusal standartlar kullanılarak gerçekleştirilen ölçümlerin güvenilirliği, uluslararası alanda gerçekleştirilen çeşitli karşılaştırmalarda sağlanan başarı ile kanıtlanmıştır. Laboratuvarın ölçüm kabiliyetlerini destekleyen bu karşılaştırmalarla ilgili ayrıntılı bilgiye BIPM'in veri tabanından (<http://kcdb.bipm.org>) ulaşılabilir.

Laboratuvarın verdiği tüm kalibrasyon hizmetleri, TS EN ISO/IEC 17025 "Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar" standardına uygun olarak kurulmuş TÜBİTAK UME Kalite Yönetim Sistemi'nin kapsamındadır.

Laboratuvar, ülke ihtiyaçları doğrultusunda AR-GE çalışmalarını da sürdürmektedir. Yürütülmekte olan projeler aşağıda verilmiştir:

- Kriyojenik soğutuculu Programlanabilir Josephson sistemin kurulması
- AC Gerilimin izlenebilirliğin Josephson gerilim standartların üzerinden elde edilmesi
- Referans DAC ve ADC'lerin yapımı ve karakterizasyonu
- Referans genişbant gerilim bölücülerin yapımı ve karakterizasyonu

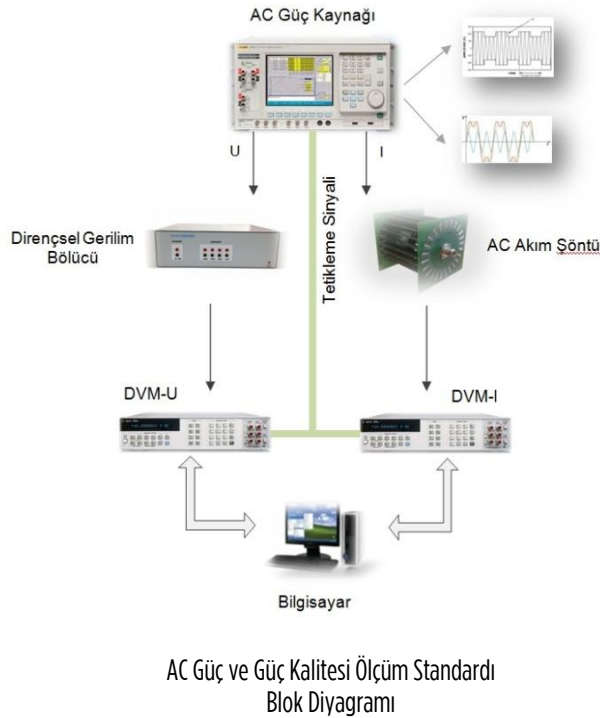
GÜÇ VE ENERJİ LABORATUVARI

Güç ve Enerji Laboratuvarı; ülke içinde gerçekleştirilen AC güç ve enerji, güç kalitesi (harmonik ve fliker), AC gerilim oranı ve AC akım oranı ölçümlerinin uluslararası metroloji sistemine entegrasyonunu sağlamakla görevlidir. Bu amaçla, ulusal standartları oluşturma, muhafaza etme, uluslararası karşılaştırma ölçümleri ile ölçümlerin doğruluk seviyesinin uluslararası alanda tanınmasını sağlama, ulusal standartlara izlenebilirliği kalibrasyon hizmeti yoluyla ülke içinde ikinci ve daha alt seviyedeki laboratuvarlara aktarma ve ülke gereksinimleri doğrultusunda Ar-Ge proje faaliyetleri yürütülmektedir.

AC güç ve enerji ölçümleri, 30 V - 500 V gerilim aralığı ile 10 mA - 120 A akım aralığında ve 45 Hz - 65 Hz frekanslarında gerçekleştirilmektedir. Laboratuvarında, tüm AC güç ve enerji ölçümleri 22 μ W/VA ile 200 μ W/VA arasında değişen belirsizliklerle gerçekleştirilebilmektedir.

Güç kalitesi ölçümleri kapsamında, 45 Hz - 65 Hz frekans aralığında harmonik akım, harmonik gerilim ve fliker ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Harmonik akım ölçümleri 10 mA - 10 A aralığında 50. harmoniğe kadar ve 200 μ A/A belirsizlikle; harmonik gerilim ölçümleri 1 V - 300 V aralığında 50. harmoniğe kadar ve 200 μ V/V belirsizlikle; fliker ölçümleri ise 0,5-10 Pst aralığında ve % 0,2-0,5 belirsizlikle gerçekleştirilmektedir.

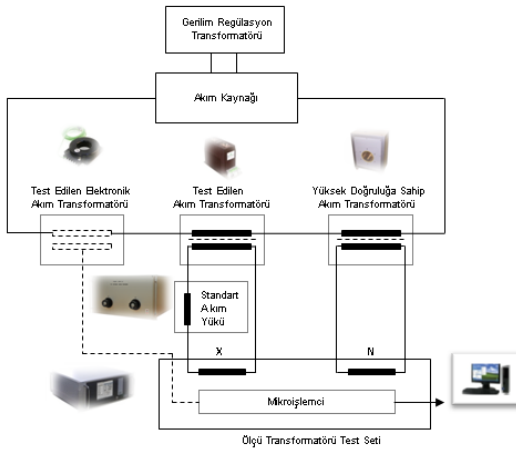
AC güç birimi "Sayısal Örnekleyici Wattmetre" olarak da adlandırılan AC Güç Ölçüm Standardı ile birincil seviyede elde edilmektedir. Sistem güç kalitesi ölçümlerini de birincil seviyede gerçekleştirmek üzere revize edilerek AC Güç ve Güç Kalitesi Ölçüm Standardı oluşturulmuştur. AC Güç ve Güç Kalitesi Ölçüm Standardı, iki adet sayısal voltmetre, kararlı dirençsel gerilim bölücüler, AC akım şöntü seti, tetikleme birimi ve sistemi kontrol eden bir bilgisayar ve yazılımdan oluşmaktadır.



AC Güç ve Güç Kalitesi Ölçüm Standardı

AC akım oranı ölçümleri kapsamında akım transformatörü kalibrasyonları, 10 mA - 10 kA aralığında, 5-50 μ A/A ve 5-50 Qrad oran ve faz hatası ölçme belirsizliği ile gerçekleştirilebilmektedir. AC gerilim oranı ölçümleri kapsamında ise, gerilim transformatörü kalibrasyonları, 30 V - 36 kV aralığında, 10-100 μ V/V ve 10-100 μ rad oran ve faz hatası ölçme belirsizliği ile gerçekleştirilebilmektedir. 45 Hz - 65 Hz frekanslarındaki bu kalibrasyonlarda kullanılmakta olan karşılaştırma köprülerinin, standart yük setlerinin ve elektronik akım ve gerilim transformatörlerinin kalibrasyonları da yüksek doğruluklarda gerçekleştirilebilmektedir.

Akım transformatörü kalibrasyonu, aynı primer akımın uygulandığı kalibre edilen akım transformatörü ile kompanzasyonlu akım komparatörünün sekonder akımları arasındaki oran hatası ve faz farkının akım transformatörü karşılaştırma köprüsü (test set) ile ölçülerek belirlenmesi yöntemiyle gerçekleştirilmektedir.

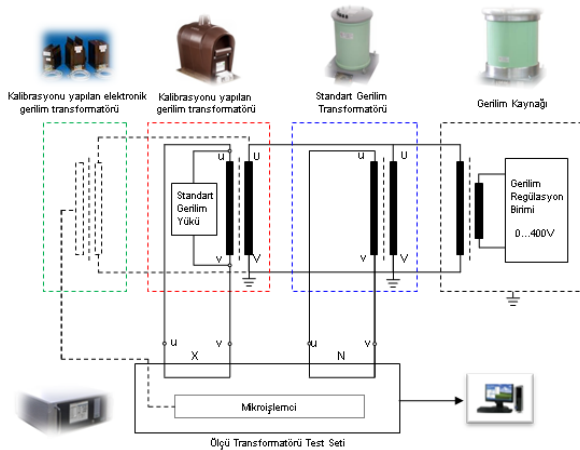


Akım Transformatörü Kalibrasyon Sistemi
Blok Diyagramı



Referans Akım Transformatörü ve Akım Transformatörü
Kalibrasyonu

Benzer şekilde gerilim transformatörü kalibrasyonları; kalibre edilecek gerilim transformatörünün referans gerilim transformatörü ile doğrudan karşılaştırılarak oran hatası ve faz kaymasının belirlenmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir.



Gerilim Transformatörü Kalibrasyon Sistemi
Blok Diyagramı



Referans Gerilim Transformatörü ve Gerilim
Transformatörü Kalibrasyonu

Tüm bu ölçüm kabiliyetleri kapsamında laboratuvarlarda, AC güç ve enerji ölçer, wattmetre, elektrik sayacı, AC güç kaynağı, güç kalitesi çözümleyicisi/analizörü, güç kalitesi kalibratörü, akım ve gerilim transformatörleri, akım ve gerilim transformatörü karşılaştırma köprüleri ve yüklerinin kalibrasyonları yapılmaktadır.

Ulusal standartlar kullanılarak gerçekleştirilen ölçümlerin güvenilirliği, uluslararası alanda gerçekleştirilen çeşitli karşılaştırmalarda sağlanan başarı ile kanıtlanmıştır. Laboratuvar, altısında pilot laboratuvar olmak üzere toplam sekiz adet uluslararası karşılaştırmada yer almıştır. Bu karşılaştırmalarla ilgili ayrıntılı bilgiye BIPM'in veri tabanından ulaşılabilir. (<http://kcdb.bipm.org>).

Ülke içinde düzenlenen laboratuvarlar arası karşılaştırmalar (LAK), akredite laboratuvarların veya akreditasyon için başvuran laboratuvarların teknik yeterliliklerini değerlendirmekte önemli bir araçtır. Bu kapsamda Güç ve Enerji Laboratuvarı ülke içinde 12 adet ulusal karşılaştırma düzenlemiştir.

Laboratuvarda Geliştirilen Cihazlar

Laboratuvarda üretilen ölçüm cihazlarından birkaç örnek aşağıda sunulmuştur.



Elektronik Kompanzasyonlu İzolasyon
Akım Transformatörü



AC Akım Şöntü



Elektronik Kompanzasyonlu Akım Transformatörü



Referans Rogowski Akım



Transformatör Sargı Oran



Akım Transformatörü
Standart Yük Seti

Laboratuvar Projeleri

Laboratuvarda son 5 yılda gerçekleştirilen projelerden bazıları:

- FP7 EMPiR Projesi, 15RPT04 TracePQM – Elektriksel Güç Kalitesi için İzlenebilirlik (2016-2019)
- Endüstriyel Proje, Elektromanyetik Alan Ölçümleri, Ölçü Akım ve Gerilim Transformatörlerinin Doğruluk Ölçümleri ve Kalibrasyonu Gerekliliğinin Belirlenmesi, Güç Kalitesi Çözümleyicileri Otomatik Kalibrasyonu için Kalibratörler ve Kalibratör Kalibrasyon Sistemi ve TEİAŞ Elektronik Laboratuvarı İşletme Müdürlüğünde Akreditasyona Hazır Bir Laboratuvarın Tesisi (2014-2018)
- Uluslararası Proje, SASO D-3.22 - SASO-NMCC için Güç ve Enerji Ölçüm ve Kalibrasyon Sisteminin Kurulması ve Geliştirilmesi (2014-2017)
- FP7 EMRP Projesi, ENG61 - Gelecekteki Elektrik Şebekeleri İçin Yeni Nesil Gerilim ve Akım Sensörleri Tasarımı ve Karakterizasyonları (2014-2017)
- FP7 EMRP Projesi, ENG63 - Elektriksel Şebeke Karakteristiklerinin Belirlenmesi İçin Sensör Ağ Metrolojisi (2014-2017)
- TÜBİTAK 1505 Projesi, Yüksek Doğruluğa Sahip Ölçü Akım ve Gerilim Transformatörleri ile Kombi Sensörlerin Robust Tasarımı (2013-2015)
- Endüstriyel Proje, KOSOVA KEDS Elektronik Kompanzasyonlu ICT Tasarımı (2014)
- FP7 EMRP Projesi, Akıllı Elektrik Şebekeleri için Metroloji (2010-2013)
- Endüstriyel Proje, Çok Oranlı Referans Akım Transformatörü ve Standart Yük Seti Tasarımı (2013)
- EURAMET TC EM Proje No 1168, Kalibrasyon Laboratuvarları için Yüksek Doğrulukta Örneklem Yöntemleri (2012-2013)

Patent

Frekansa Uyarlamalı Harmonik Akım Jeneratörü

Patent Başvuru no:

Ulusal Patent: 2016/20326

Uluslararası Patent: PCT/IB2017/058280



MANYETİK LABORATUVARI

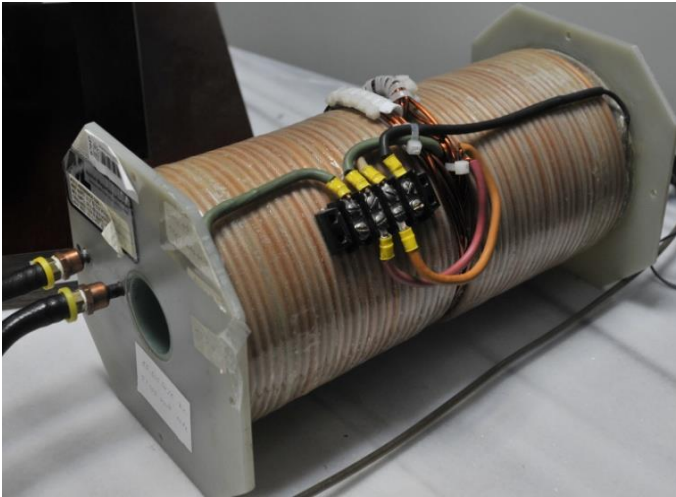
Manyetik Laboratuvarı tarafından temel olarak manyetik alan ölçen cihazların kalibrasyonları ve manyetik malzemelerin karakterizasyonu faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Bu alanlarda ulusal standartlar oluşturularak ikincil seviye laboratuvarlara aktarılmaktadır.

Manyetik alan şiddeti ölçümü birincil seviye standard olan NMR Teslametre ile 7 ppm belirsizlik ile 0,35 T - 3,4 T manyetik alan aralığında yapılmaktadır.

Manyetik alan ölçerlerin kalibrasyonu 0-10 mT G manyetik alan aralığında Helmholtz bobini ile 10-180 mT aralığında Yarıklı Manyetik Alan Bobini ile yapılmaktadır. 2 T'ya kadar DC manyetik alan oluşturmak ve kalibrasyon yapmak için ise elektromıknatıs kullanılmaktadır. 0-10 mT DC ve 0-5 mT AC manyetik alan için % 0,3 belirsizlik ile; 10-180 mT DC manyetik alan aralığında % 0,35-0,5 belirsizlik; 180 mT - 2 T DC manyetik alan aralığında % 0,2 belirsizlik ile kalibrasyon hizmeti verilmektedir. Manyetik Akı ölçümleri ise 10^{-6} - 1 Wb aralığında % 0,09 belirsizlik ile gerçekleştirilmektedir.

Manyetik alan bobini kalibrasyonu 30 μ T/A-50 mT/A bobin sabiti ve 0-1 T manyetik alan aralığında DC manyetik alan için % 0,2, 0-5 mT manyetik alan aralığında AC manyetik alan için % 0,26 belirsizlikle yapılmaktadır.

Manyetik malzeme karakterizasyonu için VSM (Vibrating Sample Magnetometer) ve SQUID (Superconducting Quantum Interference) Manyetometreleri kullanılmaktadır. Malzemelerin manyetik alan duyarlılığı (μ), doyum mıknatıslanma (M_s), koersif alan (H_c), artık mıknatıslanma (M_r) gibi temel manyetik parametreleri bu cihazlarla tespit edilmektedir. VSM ve SQUID manyetometreleri nikel ve paladyum gibi mıknatıslanma değerleri bilinen sertifikalı referans malzemeler kullanılarak kalibre edilmektedir. SQUID manyetometre ile 1,9-400 K sıcaklık, 0-5 T manyetik alan aralığında ve 0,000125 - 1,25 emu mıknatıslanma aralığında % 0,1 belirsizlik ile ölçümler yapılabilmektedir.



Yarıklı Manyetik Alan Bobini



Hall Probu Gaussmetre

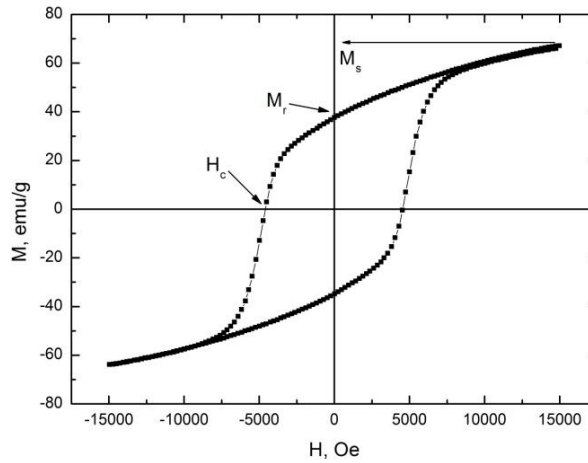


Helmholtz Bobini

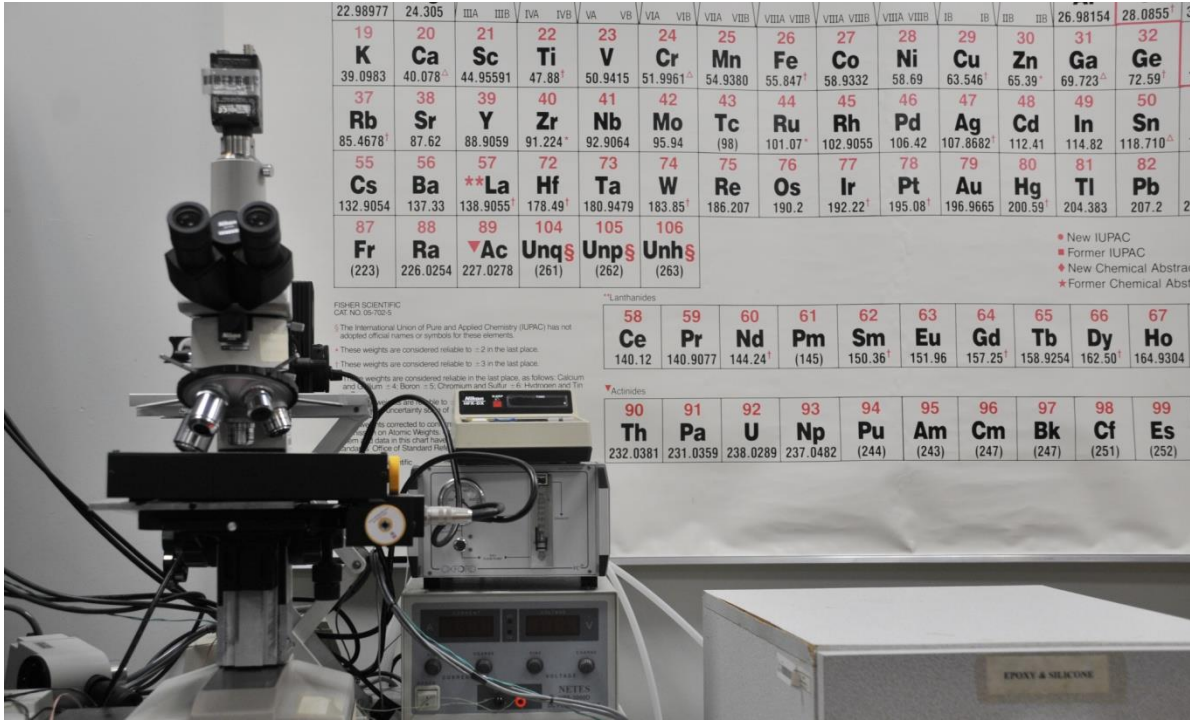


Kumpas Tipi Gaussmetre

Bunun yanı sıra Manyetik Laboratuvarı'nda Manyeto-optik Görüntüleme Sistemi adı verilen ve malzemelerin yüzeyindeki manyetik alan dağılımını görüntülemek için kullanılan bir sistem mevcuttur. Sistemin çalışma prensibi, polarize bir ışığın manyetik alan içerisinden geçerken polarizasyon vektörünün manyetik alanla orantılı olarak sapmasına (Faraday Etkisi) dayanmaktadır. Miknatıslanma eksenine paralel olan ve ışığı geçiren özel bir manyetik film (Yttrium Iron Garnet) kullanılmaktadır. 1 μm çapındaki bir yüzeyde % 4 hassasiyet ile lokal manyetik alan ölçümü 0,1 mT- 100 mT aralığında yapılabilmektedir.



Manyetik Bir Malzemenin M-H Histerisis Eğrisi



Manyeto-optik (MO) Görüntüleme Sistemi

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- FP7 EMRP Projesi, MetMag - İleri Endüstriyel Manyetizma için Metroloji (2011-2014)
- Çelik Levhalarda AC Güç Kaybı ve Manyetik Özelliklerin Ölçümü için Single Sheet Tester Sistemi Yapımı (2013-2014)
- Bor Kullanarak Radar Soğurucu Manyetik Malzeme Geliştirilmesi (2014-2015)
- Düşük Manyetik Alan Algılama için Hızlı Söndürmeli Manyetik Alaşım Geliştirme (2013-2016)

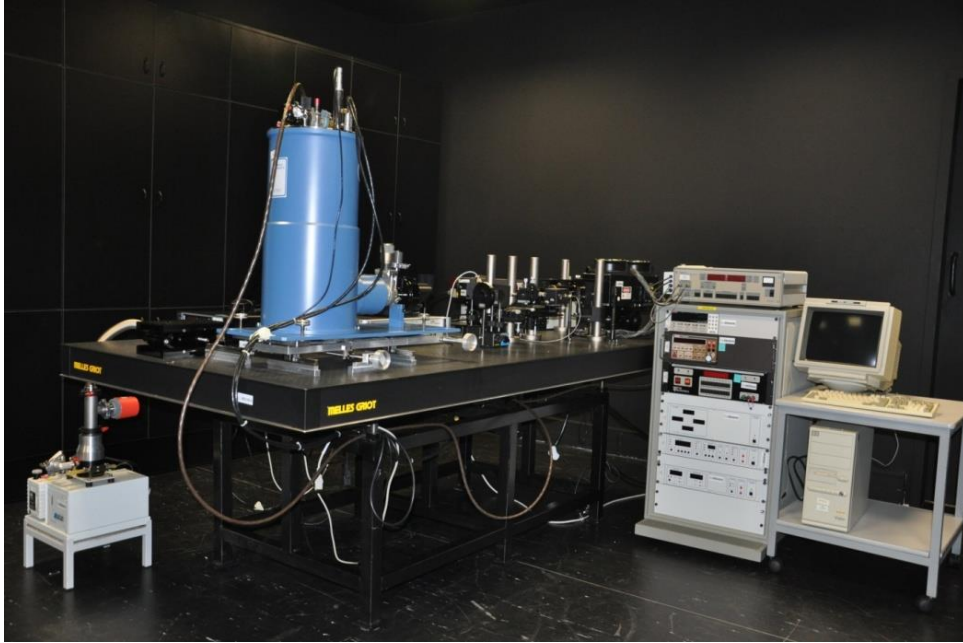
OPTİK LABORATUVARI

TÜBİTAK UME Optik Laboratuvarı; bilimsel metroloji alanında temel olarak dört alt laboratuvar (Radyometri, Fotometri, Spektrofotometri ve Fiber Optik) ile Fotovoltaik Test Merkezi'nden oluşmaktadır.

RADYOMETRİ LABORATUVARI

Radyometri laboratuvarında gerçekleştirilen kalibrasyon hizmetleri aşağıda verilmiştir.

- Sürekli ısıya yapan lazerlerin tayfsal optik güç kalibrasyonları He-Ne, Ar+ ve Nd:YAG lazer dalga boylarında, 10 μ W - 1 W aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Atımlı lazerlerin optik enerji kalibrasyonları, 355 nm, 532 nm ve 1064 nm dalga boyunda, 6 mm - 8 mm ışınlam çapında ve 10 mJ - 150 mJ aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Işıma kaynaklarının tayfsal ışınlam düzeyi kalibrasyonları 300 nm - 1100 nm dalga boyu aralığında monokromatik ölçüm düzeneği kullanılarak $3 \cdot 10^{-4}$ W/m² - 0,12 W/m² aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Polikromatik ısıma kaynaklarının tayfsal ısıma duyarlılığı kalibrasyonları 300 nm - 1100 nm dalga boyu aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Yarıiletken ve ısı dedektörlerin tayfsal duyarlılık kalibrasyonları 300 nm - 1650 nm dalga boyu aralığında monokromatik ışınlam kullanılarak $1 \cdot 10^{-4}$ A/W - 1,5 A/W aralığında gerçekleştirilmektedir.

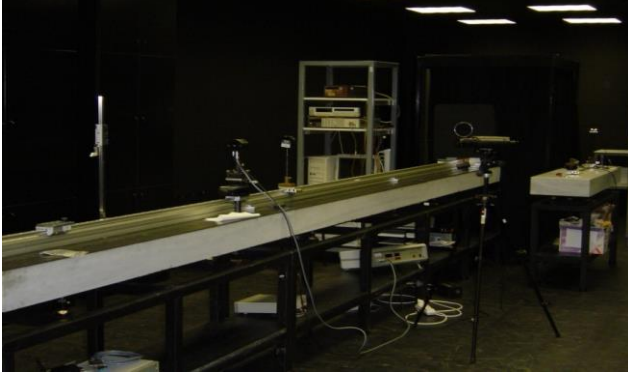


Birincil Seviye Düşük Sıcaklık Krayojenik Radyometre Tabanlı Mutlak Optik Güç Ölçüm Sistemi

Radyometrik ölçümlerde transfer ve çalışma standartları olarak Si, Ge, InGaAs ve pyroelektrik dedektörler kullanılmaktadır. Bu dedektörlerin izlenebilirliği laboratuvarında mevcut olan birincil seviye Düşük Sıcaklık Krayojenik Radyometre sistemi kullanılarak elde edilmektedir.

FOTOMETRİ LABORATUVARI

Laboratuvarıda BIPM tarafından tanımlanan yedi SI birimden birisi olan ışık şiddeti birimi Kandela (cd) ve bu birimden türetilerek elde edilen ışık akısı (lm), aydınlık düzeyi (lx), parlıltı (cd/m^2) ve ışıksal etki süresi (lx·s) ölçülmektedir.



Işık Şiddeti ve Aydınlık Düzeyi Ölçüm Düzeneği



Işık Akısı Ölçüm Düzeneği

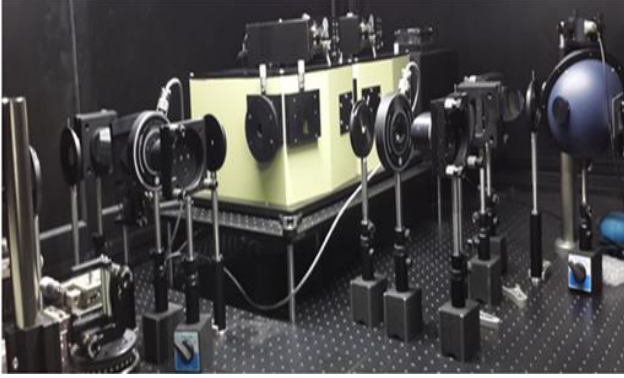
Fotometrik ölçüm düzeneği, referans fotometreler ve toplama küresi kullanılarak gerçekleştirilen kalibrasyon hizmetleri aşağıda verilmiştir.

- Işık kaynaklarının ışık şiddeti kalibrasyonları 1 cd - 10000 cd aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Işık kaynaklarının toplam ışık akısı kalibrasyonları 5 lm - 5000 lm aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Aydınlık düzeyi ölçer cihazların kalibrasyonları 0,1 lx - 5000 lx aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Fotometre başlıklarının ışıksal duyarlılık kalibrasyonları 0,0002 nA/lx - 10 mA/lx aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Flaşlı ışık kaynaklarının ışıksal etki kalibrasyonları 10 lx·s - 4000 lx·s aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Parlıltı kaynaklarının ve parlıltı ölçerlerin kalibrasyonları 1 cd/m^2 - 5000 cd/m^2 aralığında gerçekleştirilmektedir.

Fotometrik büyüklüklerin izlenebilirliği TÜBİTAK UME'nin radyometrik ölçeğine izlenebilir fotometrelerle sağlanmaktadır.

SPEKTROFOTOMETRİ LABORATUVARI

Spektrofotometri Laboratuvarı'nda monokromatör tabanlı ölçüm düzenekleri kullanılarak opak, saydam ve yarı-saydam malzemelerin tayfsal ölçümleri gerçekleştirilmektedir.



Düzgün/Dağılık Geçirgenlik Ölçüm Sistemi



Düzgün/Dağılık Yansım Ölçüm Sistemi

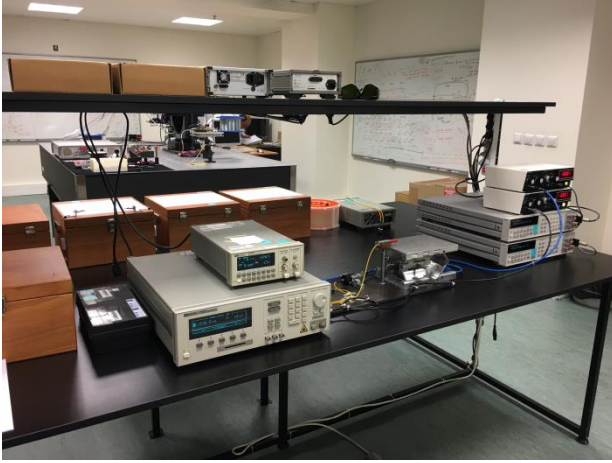
Spektrofotometri Laboratuvarı'nda gerçekleştirilen kalibrasyon hizmetleri aşağıda verilmiştir.

- Malzemelerin 250 nm - 2500 nm dalga boyu aralığında tayfsal düzgün ve dağınık geçirgenlik kalibrasyonları 0,001 - 1,0 aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Malzemelerin 250 nm - 2500 nm dalga boyu aralığında Optik yoğunluk (absorbans) kalibrasyonları 0,0 Abs - 3,0 Abs aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Malzemelerin 250 nm - 2500 nm dalga boyu aralığında tayfsal düzgün ve dağınık yansım kalibrasyonları 0,1 - 1,0 aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Spektrofotometre cihazlarının dalga boyu ve fotometrik doğruluk kalibrasyonları 180 nm - 1100 nm dalga boyu ve 0,0 Abs - 3,0 Abs soğurma aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Malzemelerin (yansıtıcı ve geçirgen) renk koordinatları ve üçtörsel renk değerleri (CIE-XYZ, CIE-Yxy ve CIE-L*a*b*) d:8/45°:0° ölçüm geometrilerinde ve 2° / 10° gözlemci açılarındaki gerçekleştirilmektedir.
- Renk-ölçer cihazların kalibrasyonları d:8/45°:0° ölçüm geometrilerinde ve 2°/10° gözlemci açılarındaki gerçekleştirilmektedir.
- Parlaklık plakalarının 20°, 60° ve 85° ölçüm geometrilerinde kalibrasyonları 60 GU - 100 GU aralığında gerçekleştirilmektedir.

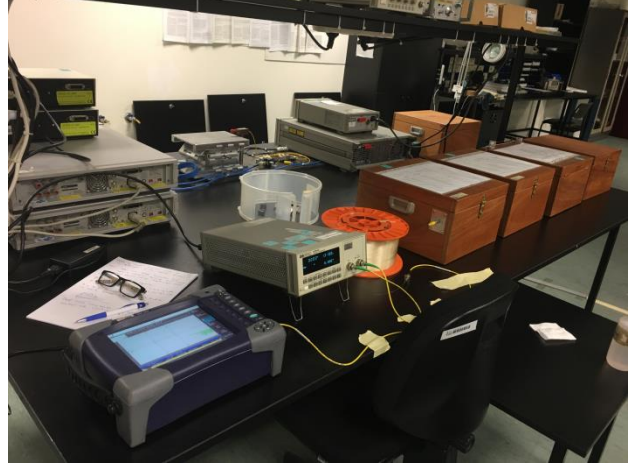
Geçirgenlik ve optik yoğunluk ölçümlerin izlenebilirlikleri TÜBİTAK UME radyometrik ölçeğinden; tayfsal yansım, renk ve parlaklık ölçümlerinin izlenebilirlikleri ise yurt dışındaki diğer Ulusal Metroloji Enstitüleri'nden sağlanmaktadır.

FİBER OPTİK LABORATUVARI

Fiber Optik Laboratuvarı'nda tek modlu ve FC/PC konektörlü fiber optik güç ölçerlerin, zayıflatıcıların ve OTDR cihazlarının 1310 nm ve 1550 nm dalga boylarında kalibrasyonları gerçekleştirilmektedir.



Fiber Optik Güç Ölçer ve Zayıflatıcı Cihazların Kalibrasyon Düzenliği



OTDR Cihazların Kalibrasyon Düzenliği

Fiber Optik Laboratuvarı'nda gerçekleştirilen kalibrasyon hizmetleri aşağıda verilmiştir.

- Tek modlu fiber optik güç ölçerlerin 1310 nm ve 1550 nm dalga boylarında kalibrasyonları 10 μ W - 380 W aralığında gerçekleştirilmektedir.
- Tek modlu fiber optik zayıflatıcıların 1310 nm ve 1550 nm dalga boylarında kalibrasyonları 0,00 dB - 15,00 dB aralığında gerçekleştirilmektedir.

Tek modlu OTDR cihazlarının 1310 nm ve 1550 nm dalga boylarında kalibrasyonları 1285 nm - 1327 nm ve 1530 nm - 1570 nm tayf aralığında IEC 60793-1-40 standardına göre laboratuvarda karakterize edilmiş Fiber Optik Zayıflatma Standartlarıyla, mesafe eksenli kalibrasyonu da yine laboratuvarda karakterize edilen ve 10 tekrarlı geçiş üreten tekrarlı geciktirme hattı kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

FOTOVOLTAİK TEST MERKEZİ

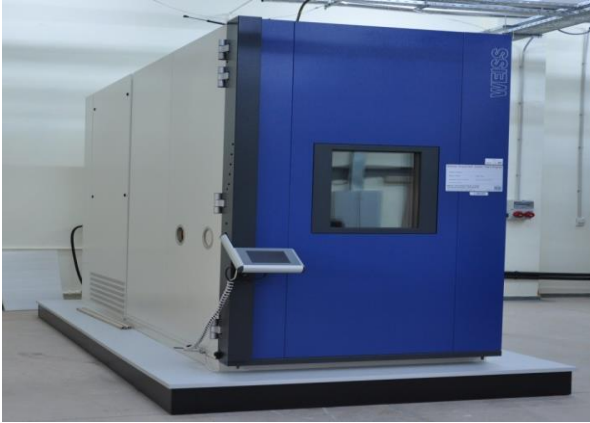
Optik Laboratuvarları, bilimsel metroloji alanındaki yürüttüğü çalışmalarına ek olarak 2012 yılı içerisinde; Kalkınma Bakanlığı destekli proje kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından en önemlisi olan güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesinde kullanılan güneş panellerinin performans ve güvenlik testlerinin yapılabilmesi için altyapı oluşturma çalışmalarına başlamıştır ve 2018 yılında deney laboratuvarının kurulumu ve sistemlerin test ölçümleri tamamlanarak akreditasyon aşamasına gelinmiştir.



Flash Tipi Güneş Simülatorü



Sürekli Işımalı Güneş Simülatorü



İklimlendirme Kabini



Mekanik Yükleme Test Sistemi



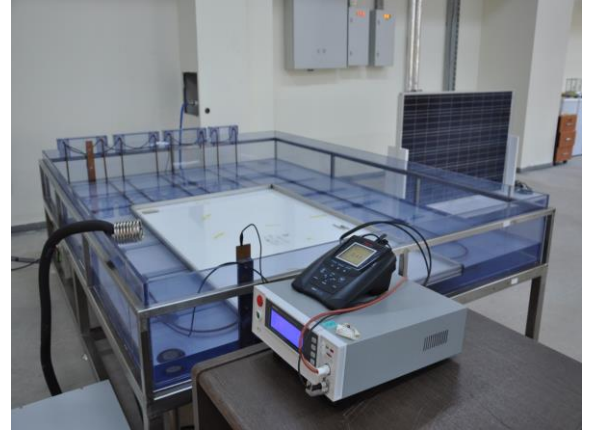
Dış Ortama Maruz Kalma ve Nominal Modül Çalışma Sıcaklığı Sistemi



Dolu Test Sistemi



Yanma Test sistemi



Islak Sızıntı Sistemi

Fotovoltaik Test Merkezi'nde silikon ve ince film esaslı fotovoltaik panellerin IEC 61215 standardına göre gerçekleştirilecek olan performans deneyleri aşağıda verilmiştir.

- Görsel Muayene Deneyi (MQT 01)
- Maksimum Güç Deneyi (MQT 02)
- Yalıtım Direnci Deneyi (MQT 03)
- Sıcaklık Katsayılarının Deneyi (MQT 04)
- Nominal Modül Çalışma Sıcaklığı Deneyi, NMOT (MQT 05)
- STC ve NMOT Performans Deneyi (MQT 06)
- Düşük Işınım Düzeyi Performans Deneyi (MQT 07)
- Dış Ortama Maruz Kalma Deneyi, OET (MQT 08)
- Sıcak-Nokta Dayanım Deneyi (MQT 09)
- UV Ön Koşullandırma Deneyi (MQT 10)
- Isıl Çevrim Deneyi (MQT 11)
- Nem-Buzlanma Deneyi (MQT 12)
- Sıcaklık-Nem Deneyi (MQT 13)

- Sonlandırmaların Sağlamlık Deneyi (MQT 14)
- Islak Sızıntı Akımı Deneyi (MQT 15)
- Mekanik Yükleme Deneyi (MQT 16)
- Dolu Deneyi (MQT 17)
- Köprüleme Diyotu Isıl Deneyi (MQT 18.1)
- Köprüleme Diyotu Fonksiyonellik Deneyi (MQT 18.2)
- Kararlılık Deneyi (MQT 19)
- Işık Kaynaklı Bozulma (LID) Deneyi

Fotovoltaik Test Merkezi'nde silikon ve ince film esaslı fotovoltaik panellerin IEC 61730-2 standardına göre gerçekleştirilecek olan güvenlik deneyleri aşağıda verilmiştir.

- Görsel Muayene Deneyi (MST 01)
- Standart Test Koşulu (STC) Performans Deneyi (MST 02)
- Maksimum Güç Deneyi (MST 03)
- Köprüleme Diyotu Fonksiyonellik Deneyi (MST 07)
- Ulaşılabilirlik Deneyi (MST 11)
- Kesme Duyarlılığı Deneyi (MST 12)
- Topraklama Sürekliliği Deneyi (MST 13)
- Darbe Gerilim Deneyi (MST 14)
- Yalıtım Direnci Deneyi (MST 16)
- Islak Sızıntı Akımı Deneyi (MST 17)
- Sıcaklık Deneyi (MST 21)
- Sıcak-Nokta Dayanım Deneyi (MST 22)
- Yanma Deneyi (MST 23)
- Köprüleme Diyotu Isıl Deneyi (MST 25)
- Ters Aşırı Akım Deneyi (MST 26)
- Modül Kırma Deneyi (MST 32)
- Statik Mekanik Yükleme Deneyi (MST 34)
- Malzeme Deformasyon Deneyi (MST 37)
- Sonlandırmaların Sağlamlık Deneyi (MST 42)
- Isıl Çevrim Deneyi (MST 51)
- Nem-Buzlanma Deneyi (MST 52)
- Sıcaklık-Nem Deneyi (MST 53)
- UV Deneyi (MST 54)
- Soğuk Şartlandırma Deneyi (MST 55)
- Sıcak Şartlandırma Deneyi (MST 56)

Performans ve güvenlik testlerine ek olarak fotovoltaik panellerin

IEC 61853-1 standardına göre;

- Tayfsal Duyarlılık Deneyleri

IEC 61853-1 standardına göre;

- Yüksek Gerilim Kaynaklı Bozulma (PID) Deneyleri

IEC TS 62804-1, Metot A göre;

- Enerji Derecelendirme Deneyleri gerçekleştirilmektedir.



SICAKLIK LABORATUVARI

Sıcaklık Laboratuvarı; Kontak Sıcaklığı, Radyasyon Sıcaklığı ve Nem Laboratuvarı olmak üzere üç alt laboratuvardan oluşmaktadır. Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

KONTAK SICAKLIĞI LABORATUVARI

Kontak Sıcaklığı Laboratuvarı; yedi temel SI biriminden biri olan termodinamik sıcaklık birimi Kelvin'i (K) oluşturmaktadır. Laboratuvar tarafından ITS-90 ölçeğinde 83,8058 K (-189,3442 °C) ile 1234,93 K (961,78 °C) sıcaklık aralığında tanımlı interpolasyon cihazı olan Standart Platin Direnç Termometrelerin birincil seviye kalibrasyonları gerçekleştirilmektedir. Bahsedilen sıcaklık aralığı için ITS-90 ölçeğinde tanımlanmış sabit noktalar ve faz geçiş sıcaklıkları aşağıdaki gibidir:

- Argon üçlü nokta sıcaklığı (-189,3442 °C),
- Civa üçlü nokta sıcaklığı (-38,8344 °C),
- Suyun üçlü nokta sıcaklığı (0,010 °C),
- Galyum ergime nokta sıcaklığı (29,7646 °C),
- İndiyum donma nokta sıcaklığı (156,5985 °C),
- Kalay donma nokta sıcaklığı (231,928 °C),
- Çinko donma nokta sıcaklığı (419,527 °C),
- Alüminyum donma nokta sıcaklığı (660,323 °C),
- Gümüş donma nokta sıcaklığı (961,780 °C)

Tüm bu sabit noktalar sıcaklık laboratuvarı bünyesinde mevcut olup, izlenebilirlikleri uluslararası karşılaştırmalar ile garanti altına alınmıştır. Sıcaklık ölçümlerindeki izlenebilirlik zincirinin en üst seviyesinin oluşturulmasıyla birlikte, endüstri ve savunma sanayisinin taleplerini karşılamak amacıyla izlenebilir sıcaklık ölçüm ve kalibrasyonları gerçekleştirilmektedir.

Tanımlanan sıcaklık değerlerinin elde edilmesinde kullanılan sabit nokta hücrelerinin çoğu Sıcaklık Laboratuvarı tarafından üretilmektedir. Bu çalışmalarla birlikte platin bazlı referans ısı çiftlerinin yapımı laboratuvarın temel çalışmaları arasındadır. Bunların yanı sıra Sıcaklık Laboratuvarı birçok ulusal ve uluslararası AR-GE ve altyapı geliştirme projelerinde görev almaktadır.



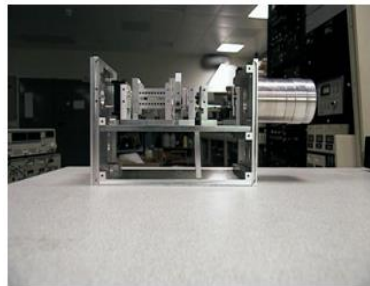
Referans Sabit Nokta Hücresi Yapım Sistemi



Birinci Seviye Kontak Sıcaklık Laboratuvarı

RADYASYON SICAKLIĞI LABORATUVARI

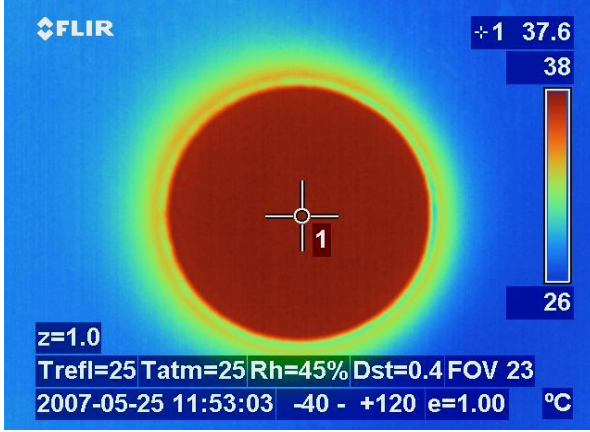
Uluslararası Sıcaklık Ölçeği'nin (ITS-90) gümüş donma sıcaklığı değeri olan 1234,93 K'in (961,78 °C) üzerindeki sıcaklıklarda Planck Işınım Kanunu ile tanımlanmış olan bölümü TÜBİTAK UME Radyasyon Sıcaklığı Laboratuvarı'nda oluşturulur. Laboratuvarında ITS-90 ölçeği oluşturulurken gümüş, altın ve bakır siyah cisim sabit nokta hücreleri kullanılmaktadır. Ayrıca indiyum, kalay, çinko, alüminyum siyah cisim sabit nokta hücreleri ile düşük sıcaklık aralığında ölçümler yapılmaktadır. Laboratuvar bünyesinde -50 °C ile 2600 °C sıcaklık aralığında akredite ölçümler gerçekleştirilmektedir.



Radyasyon Sıcaklığı Kalibrasyon Düzeneği ve Radyasyon Termometresi

Yüksek sıcaklık ölçüm belirsizliğinin iyileştirilmesi için ötetik sabit nokta siyah cisim hücreleri yapımı ve ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Referans radyasyon termometresi yapımı konusunda tecrübeli personel mevcuttur ve bu konuda yeni Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir.

Radyasyon Sıcaklığı yöntemi, uzaktan ve hızlı sıcaklık ölçümlerine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle demir-çelik, tekstil, lastik, cam, kağıt, çimento ve gıda gibi ölçüm cihazının malzemeye zarar verebileceği veya cismin uzak ve ulaşamayacak bir konumda olduğu durumlarda, askeri ve sivil amaçlı termal kamera ile gece görüş dürbünleri gibi sistemlerde kullanılmaktadır. Radyasyon sıcaklığı ölçeği her ne kadar yüksek sıcaklıklar için tanımlanmış olsa da, uygulamada özellikle gıda, tıp, inşaat gibi alanlarda -50 °C'ye kadar radyasyon sıcaklığı ölçümü yapılabilmektedir.



NEM LABORATUVARI

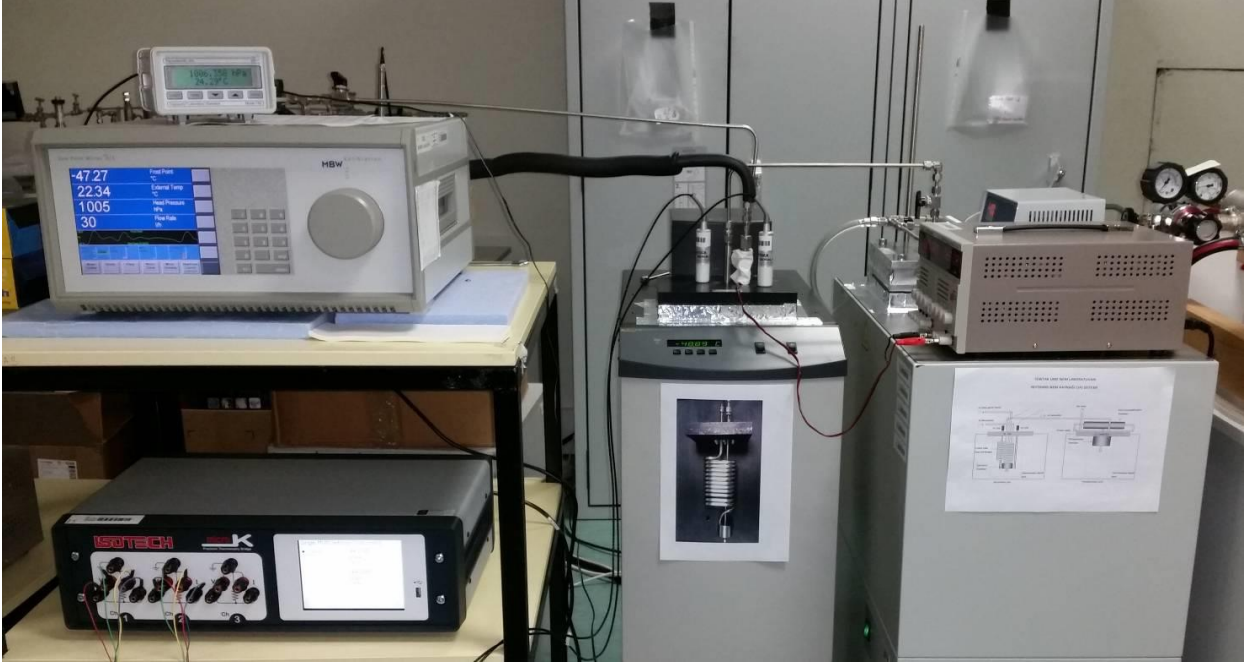
Laboratuvarda yapılan ölçümlerin izlenebilirliği sıcaklık, basınç ve akış ölçerlerin TÜBİTAK UME birincil seviye sistemlerinde gerçekleştirilen kalibrasyonları ile sağlanmaktadır.

Bağıl nem ve sıcaklık ölçümleri, -10 °C ile 70 °C aralığındaki hava sıcaklık değerlerinde, 11 %rh ile 95 %rh bağıl nem değerleri arasında gerçekleştirilmektedir.

Çiy-noktası sıcaklık ölçümleri ise -30 °C ile 60 °C kırıgı/çiy-noktası sıcaklık aralığında, -10 °C ile 70 °C aralığındaki hava sıcaklık değerlerinde “iki-basınç” nem kaynağı kullanılarak yapılmaktadır. -80 °C ile 10 °C kırıgı/çiy-noktası aralığındaki kalibrasyonlar ise “tek-sıcaklık ve tek-basınç” sisteminde gerçekleştirilmektedir.

Nem kaynaklarının izlenebilirliği basınç ve sıcaklık ölçümleri üzerinden sağlanmaktadır. Ayrıca referans nem kaynağı ve referans çiy-noktası ölçerlerin doğrulukları karşılıklı olarak izlenmektedir. Referans nem kaynağı ve çiy-noktası ölçerlerle uluslararası karşılaştırmalara girilmektedir.

Laboratuvarda malzemede rutubet ölçümleri konusunda Ar-Ge çalışmaları yapılmaktadır. 10 °C ile 90 °C çiy-noktası sıcaklık aralığındaki kalibrasyon ve ölçümlerde kullanılmak üzere 2019 yılında hizmet verecek olan birincil seviye “tek-sıcaklık” nem kaynağı sisteminin kurulum çalışmaları devam etmektedir.



“Tek-Sıcaklık, Tek-Basınç” Sistemi Çiy-Noktası Ölçer Kalibrasyon Düzeneği

Laboratuvarın Yürüttüğü Projeler

- Sudan Metroloji Enstitüsü (SSMO) Altyapı Geliştirme Projesi
- SASO D-3, Suudi Arabistan Metroloji Enstitüsü Altyapı Geliştirme Projesi
- EMPIR Projesi, InK2 - Yeni Kelvin'in Uygulanması-2
- EMPIR Projesi, EuraThermal – Termal Metrolojide izlenebilir kapabilitenin geliştirilmesi
- EMPIR Projesi, HUMEA – Nem ölçümlerinde Avrupa Araştırma Kabiliyetlerinin geliştirilmesi
- FP7 EMRP Projesi, NOTED - İzlenebilir Sıcaklık Aktarımı için Yeni Teknikler
- FP7 EMRP Projesi, InK - Yeni Kelvin'in Uygulanması
- FP7 EMRP Projesi, MetefNET – Rutubet Ölçümleri için Metroloji
- FP7 EMRP Projesi, HiTeMS - Endüstriyel Uygulamalar İçin Yüksek Sıcaklık Metrolojisi
- FP7 EMRP Projesi, MeteoMET2 – Meteoroloji için Metroloji
- Birinci Seviye Referans ITS-90 Sabit Noktalarının Yapımı
- Isılçift Kalibrasyonları için Yüksek Sıcaklık Sabit Noktaların Yapımı

YÜKSEK GERİLİM LABORATUVARI

UME Yüksek Gerilim Laboratuvarı tarafından oldukça geniş bir yelpazede, elektromekanik sanayi üreticilerinin laboratuvarlarında bulunan AC, DC, Darbe Yüksek Gerilim ölçüm sistemlerinin kalibrasyonları gerek UME’de, gerekse sistemin kullanım alanında gerçekleştirilebilmektedir. Aynı zamanda ülke gereksinimlerine yönelik, özel ölçüm ve test sistemlerinin kurulması, uygun ölçüm metodlarının oluşturulması, laboratuvarlar arasında izlenebilirliğin taşınmasında kullanılan standartların tasarımı ve yapımı laboratuvarın faaliyetleri arasındadır.



400 kV AC Yüksek Gerilim Sistemi



1000 kV Darbe Gerilim Üretici ve Bölücüsü

Mevcut altyapısı ile laboratuvarda 400 kV’a kadar DC Yüksek Gerilim Ölçüm Sistemi Kalibrasyonu, 400 kV’a kadar AC Yüksek Gerilim Ölçüm Sistemi Kalibrasyonu, 1000 kV’a kadar Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Ölçüm Sistemi Kalibrasyonu, 850 kV’a kadar Anahtarlama Darbe Ölçüm Sistemi Kalibrasyonu, Kısmi Boşalma (PD) Dedektörü Kalibrasyonu, Kısmi Boşalma (PD) Kalibratörü Kalibrasyonu, Elektromekanik Ürünlerin Yüksek Gerilim Altında Kısmi Boşalma (PD) Ölçümleri, Yüksek Gerilim Kapasitans Standardı Kalibrasyonu, Yüksek Gerilim Kapasitans/Tan δ Ölçüm Cihazı Kalibrasyonu, Elektromekanik Ürünlerin Yüksek Gerilim Altında Kapasite/Tan δ Ölçümleri konularında kalibrasyon hizmetleri verilmektedir. Kalibrasyon hizmetlerinin yanı sıra, elektromekanik ürünlerin yüksek gerilim testleri de ilgili ulusal ve uluslararası standartlara göre gerçekleştirilmektedir.

UME Yüksek Gerilim Laboratuvarı tarafından DC Yüksek Gerilim Bölücüsü Tasarımı ve Yapımı, AC Yüksek Gerilim Bölücüsü Tasarımı ve Yapımı, Yıldırım ve Anahtarlama Darbe Yüksek Gerilim Bölücüsü Tasarımı ve Yapımı, Yıldırım ve Anahtarlama Darbe Kalibratörü Tasarımı ve Yapımı, Yıldırım ve Anahtarlama Darbe Yüksek Gerilim Kayıt Cihazı Tasarımı ve Yapımı, AC ve DC Yüksek Gerilim Özel Voltmetrelerin Tasarımı ve Yapımı konularında Ar-Ge çalışmaları da yapılmaktadır.

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- 100 kV DC Referans Yüksek Gerilim Bölücüsü Tasarımı ve Yapımı (2011)
- 100 kV AC Standart Kapasitesi / Yüksek Gerilim Bölücüsü (SF6 gaz yalıtımlı) Tasarımı ve Yapımı (2013)
- TÜBİTAK 1001 Projesi, 500 kV Referans ve 1000 kV Transfer Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Bölücüsü Tasarımı ve Yapımı (2009-2011)
- 200 kV Yıldırım ve Anahtarlama Darbe Yüksek Gerilim Bölücüsü Tasarımı ve Yapımı (2011)
- Yıldırım ve Anahtarlama Darbe Sayısal Ölçüm ve Analiz Sistemi Tasarımı ve Yapımı (2011)
- TÜBİTAK 1001 Projesi, AC ve DC Referans Yüksek Gerilim Problemleri ve Tepe Değer Voltmetre Tasarımı ve Yapımı (2010-2012)
- FP7 EMRP Projesi, DC Yüksek Gerilim Metrolojisi (2010-2013)



ZAMAN - FREKANS ve DALGABOYU LABORATUVARI

Yedi temel SI biriminden olan zaman birimi saniye günümüzde 10^{-17} - 10^{-18} hassasiyetle, en doğru ölçülebilen birimdir. Bu nedenle, diğer birimlerin ölçüm doğruluklarını arttırmak için zaman ve frekans ölçümlerinden yararlanılmaktadır. Diğer taraftan, gelişen teknolojiyle birlikte doğru zaman ve frekans bilgisine olan ihtiyacı karşılamak, havacılık, uzay ve savunma sistemlerinde özel önem taşıyan zaman koruma sistemlerini iyileştirmek için gelişmiş ülkeler, zaman ve frekans standartları sistemlerini kurarak yapılan bu çalışmaları desteklemektedir. Geliştirilen lazer standartları ile hem daha hassas optik saatler yapılmakta hem de lazer interferometrik yöntemlerle nanometre ve pikometre belirsizlikle uzunluk ve yer değişim ölçümleri yapılmaktadır. Bu kapsamda faaliyet gösteren TÜBİTAK UME Zaman - Frekans ve Dalgaboyu Laboratuvarı; Zaman – Frekans Laboratuvarı ve Dalgaboyu Laboratuvarı olmak üzere iki alt laboratuvarından oluşmaktadır. Laboratuvarlar tarafından sağlanan hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmektedir.

ZAMAN - FREKANS LABORATUVARI

Zaman Ölçeğinin Oluşumu ve İzlenebilirliği

Zaman - Frekans Laboratuvarı mevcut 5 adet Cs atomik saati ve 2 adet GNSS uydu alıcısıyla 1994 yılından beri Uluslararası Atomik Zaman (TAI) Kulübü üyesi olup Koordine Evrensel Zaman (UTC) ölçeğinin oluşturulmasına katkıda bulunmakta ve uluslararası izlenebilirliğini sağlamaktadır. Zaman ölçeği $2 \cdot 10^{-14}$ doğrulukla üretilmekte olup, atomik saatin 10 MHz sinyali hem kalibrasyon hizmetlerinde hem de femtosaniye optik frekans tıraşı ile lazer mutlak frekans ölçümlerinde referans olarak kullanılmaktadır.



Zaman Dağıtım Sistemi

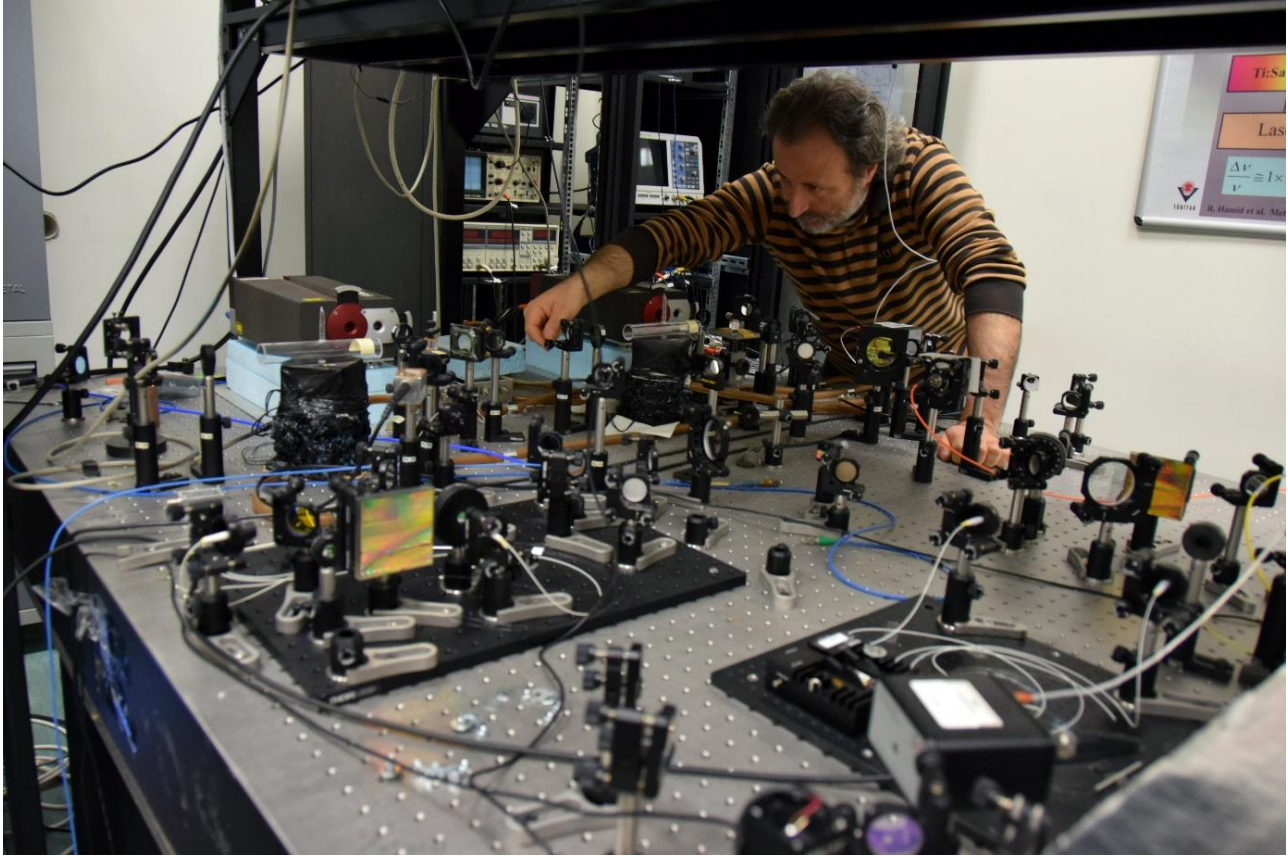
Zaman Dağıtımı

Cs atomik saatinden elde edilen doğru zaman bilgisinin internet hattı kullanılarak UME dışı kurum ve kuruluşlara dağıtılması amacıyla taşınabilir zaman dağıtım sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem ile iç ağlara 5 ms'den az, internete ise 50 ms'den az belirsizlikle zaman bilgisi dağıtılmaktadır.

DALGABOYU LABORATUVARI

Frekans Stabilize Lazerler

Dalgaboyu Laboratuvarı'nda farklı dalgaboylarında lazerler geliştirilmiş ve frekansları Rb ve Cs atomlarının, I_2 ve CH_4 moleküllerinin enerji geçişlerine $1 \cdot 10^{-11}$ - $1 \cdot 10^{-14}$ kararlılıkla kilitlenmiştir. He-Ne/ I_2 ve He-Ne/ CH_4 gaz lazerleri, Nd-YAG/ I_2 katı-hal lazeri ve ECDL/Rb, Cs yarı iletken lazerlerinin frekansını etkileyen parametreler araştırılmış ve analiz edilmiştir.



İyot Moleküllerine Kilitli Nd:YAG Lazeri Sistemi

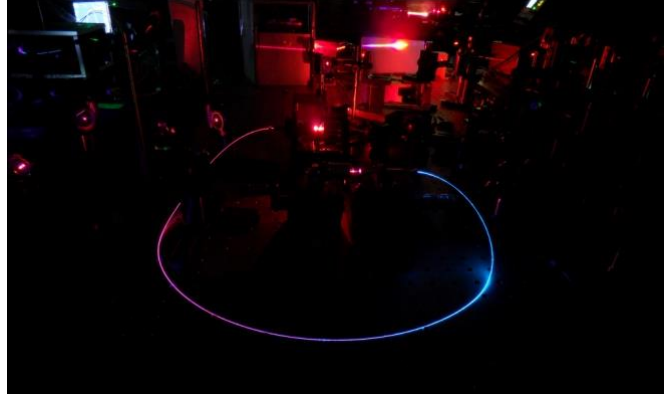
İyot moleküllerinin f çizgisine kilitlenmiş He-Ne/ I_2 lazerinin (633 nm) mutlak frekansı hem BIPM ($473\,612\,353\,602,0 \pm 1,1$ kHz) hem de UME ($473\,612\,353\,600,6 \pm 1,1$ kHz) Ti:Sa optik frekans tırağı ile ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. He-Ne/ CH_4 lazerinin (3390 nm) mutlak frekansı ($88\,376\,181\,000\,253 \pm 23$ Hz) PTB frekans zincirinde ölçülmüştür. Geliştirilen ECDL lazerleri Cs (852 nm) ve Rb (780 nm) atomlarının D_2 geçişlerine ve Rb atomlarının 2 foton S-D geçişine (778 nm) kilitlenmiştir.

Yüksek Çözünürlüklü Lazer Spektroskopisi

Laboratuvar tarafından frekansı taranabilir lazerlerin kullanımıyla Cs atomlarının D_2 geçişinde selektif yansıma, dalga karışımı, rezonanslara lazer basıncı, Zeeman seviyesinde optik pompalama ve koherent optik tuzaklama etkilerinin araştırılması yapılmaktadır. Bu çerçevede serbest uzay şartlarında mikrodalga-atom-lazer etkileşimi incelenmiş ve radio-optik koherent rezonansları gözlenmiştir. Rb atomlarının S-D 2 foton enerji geçişinde polarizasyon ve Faraday etkenlerine dayanan doğrusal olmayan rezonanslar analiz edilmiştir. I_2 ve CH_4 moleküllerinde ışıyım şiddetinin ve gaz basıncının soğurum rezonanslarına etkileri ölçülmüştür.

Femtosaniye Optik Frekans Tarağı ve Lazerlerin Mutlak Frekans Ölçümü

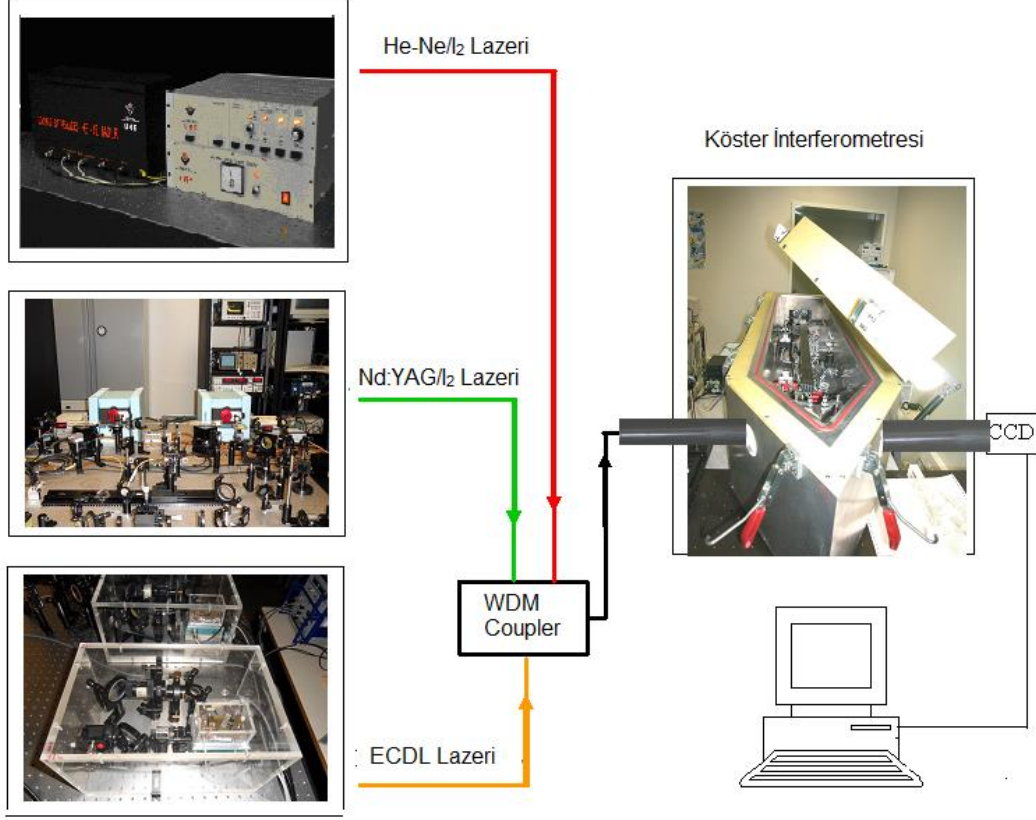
530 nm - 1100 nm aralığında çalışan femtosaniye Ti:Sa optik frekans tarağının tekrarlama ve ofset frekansı Cs atomik saatin 10 MHz referans sinyaline kilitlenmiş ve bu dalgaboyu aralığında çalışan He-Ne/ I_2 , Nd-YAG/ I_2 ve ECDL/Rb, Cs lazerlerinin mutlak frekansları ölçülmüştür. Laboratuvarıda Yb fiber lazeri temelli 650 nm - 1450 nm dalgaboyu aralığında çalışan ve 33 fs darbeler üretebilen optik frekans tarağı geliştirilmiş ve bu sistemin tekrarlama ve ofset frekansı Cs atomik saatin 10 MHz sinyaline kilitlenmiştir.



Yb Fiber Tabanlı Femtosaniye Frekans Tarağı ve Fotonik Kristal Fiberinde Supercontinuum Üretilmesi

Lazer Interferometre ile Uzunluk Ölçümü

Köster Interferometresi, uzun master blokların uzunluklarını 10^{-9} metre hassasiyetinde ölçebilen bir sistemdir. Bu interferometrede, farklı dalga boyulu kararlı lazer ışınları, fiber kablolarla master bloğu içeren interferometreye gönderilmektedir. Interferometre çıkışında oluşan girişim desenleri CCD kamera üzerinden bilgisayar kontrollü olarak analiz edilmekte ve master bloğun uzunluk değerine ulaşılmaktadır. Laboratuvar tarafından bu sistem ile 125 mm - 1000 mm aralığındaki master bloklarının kalibrasyonları gerçekleştirilmektedir. Köster interferometresi ile 1 m uzunluğundaki master bloklar 200 nm belirsizlikle ölçülmektedir. Yine laboratuvarımızda geliştirilen kısa master blok interferometresi ile 0,5 mm - 300 mm aralığındaki master bloklarının kalibrasyonları yapılmaktadır.



Lazer İnterferometre ile Uzunluk Ölçümü Sistemi

Nanometre-Altı Yer Değiştirme Ölçümleri

TÜBİTAK UME Avrupa'nın önde gelen Ulusal Metroloji Enstitüleri (NMI) ile birlikte, İtalya Ulusal Metroloji Enstitüsü (INRIM) ve Almanya Ulusal Metroloji Enstitüsü (PTB)'nin koordinatörlüğünde sırası ile Avrupa Metroloji Araştırma Programı (EMRP) destekli Nanotrace ve Subnano projelerinde yer almıştır. Nanotrace projesinin amacı 10 pm hedef belirsizlikli gelecek nesil interferometrelerin geliştirilmesi olmuş, bu kapsamda laboratuvar tarafından sıcaklık ve vakum kontrollü Fabry-Perot interferometreleri tasarlanmış ve kurulmuştur. Ayrıca Diferansiyel Fabry-Perot İnterferometreleri (DFPI) de kurularak, izlenebilir referans yer değiştirmeleri üreten X-ışınları interferometresi (İngiltere Ulusal Metroloji Enstitüsü, NPL) ile karşılaştırılmıştır. Kurulan DFPI sistemi; frekansı stabilize taranabilir dış kaviteli diyot lazerleri (ECDL) ve fark frekans ölçüm tekniğini kullanmaktadır. Kurulan sistem ile X-ışınları interferometresinin yarım ve tam saçak yer değiştirmeleri 5 pm'nin altında bir doğruluk değeri ile ölçülmüştür. Subnano projesinde ise lazer interferometreler, kapasitif vb. sensörlerin ölçüm, karakterizasyon ve izlenebilirliklerinin geliştirilmesi amaçlanmış, kurulan sistem ve geliştirilen yöntemler ile geniş ölçüm aralığında (> 100 μm) nanometre seviyesinde belirsizlik ile yerdeğiştirme ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bunların yanı sıra; DFPI ölçüm sistemi nanoradyan-altı açı ölçümleri için kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (EMRP Angles).



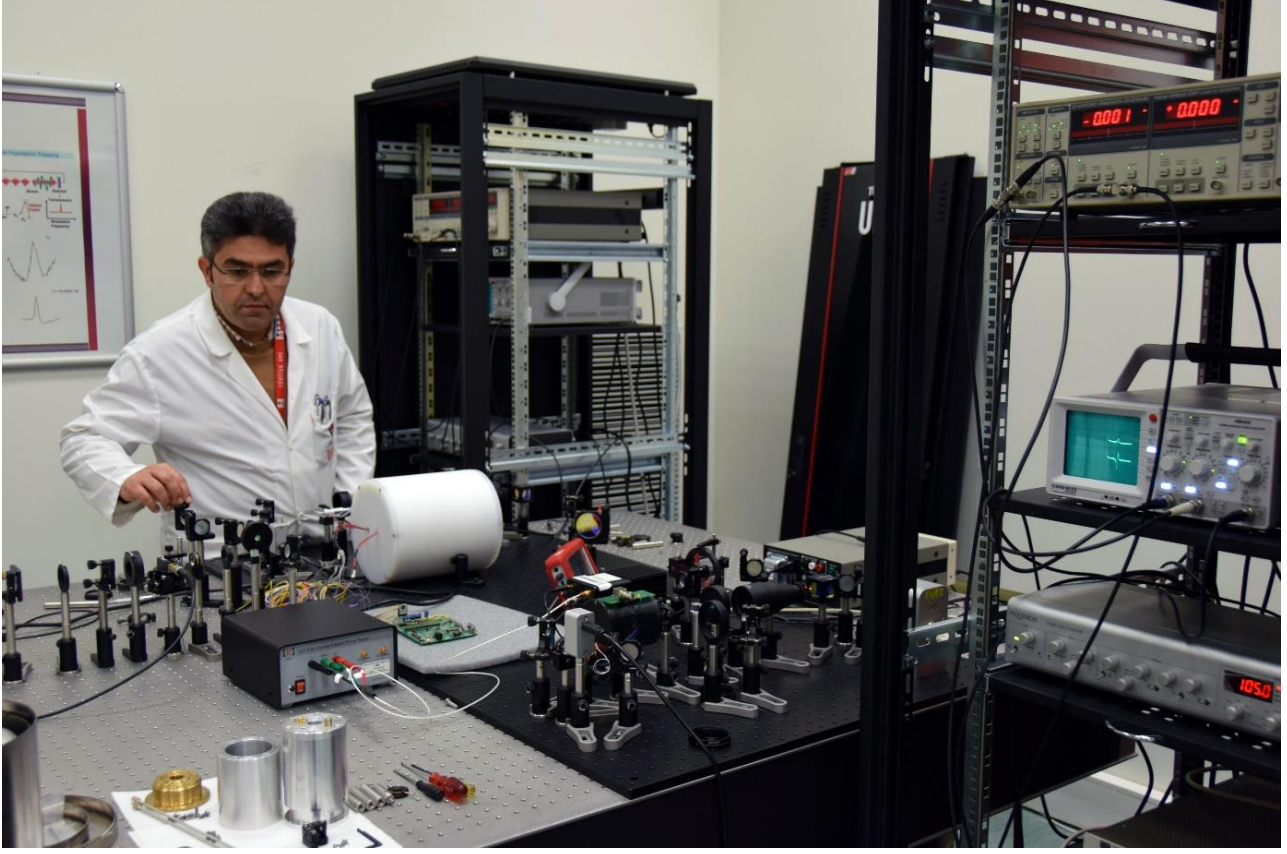
Nanometre-altı Yer Değiştirme Ölçümleri Deney Düzeneği

Ultra-Düşük Faz Gürültülü Mikrodalga Sinyallerinin Üretimi

TÜBİTAK UME, Almanya Ulusal Metroloji Enstitüsü (PTB) koordinatörlüğünde Avrupa İnovasyon ve Araştırma için Metroloji Programı (EMPIR) destekli OFTEN Projesi'nde yer almaktadır. Bu proje kapsamında laboratuvarında femtosaniye fiber lazer temelli, ultra-düşük faz gürültülü 10 GHz sinyaller üreten, taşınabilir bir kaynak geliştirilmiştir. Bu kaynak, Medicina/İtalya'daki Radyoastronomi Enstitüsü'ndeki radyo-teleskoplarda referans kaynak olarak kullanılacaktır. Geliştirilen kaynak ayrıca radarlar ve yüksek-hızlı iletişim gibi düşük faz gürültülü kaynaklara ihtiyaç duyulan uygulamalarda da kullanılabilir.

Fotonik Temelli Rb Atomik Saatleri ve Rb Atomik Frekans Standardının Oluşturulması

Atomik frekans standartlarının son elli yıl içinde ulaştığı frekans kararlılık ve doğruluk değerleri; bu standartları SI birimleri ve evrensel fiziksel sabitlerin oluşturulması, haberleşme, navigasyon ve zaman oluşturma (time keeping) sistemlerinin vazgeçilmez cihazları haline getirmiştir. Uydu konumlama sistemlerinde kararlı frekans bilgisine gereksinim duyulmaktadır. Konumlama sistemlerinde kullanılan atomik frekans standartları incelendiğinde, Rb atomik frekans standartlarının düşük hacim ve düşük güç tüketimi yanında sağladıkları yüksek performans sebebi ile öne çıkmaktadır.



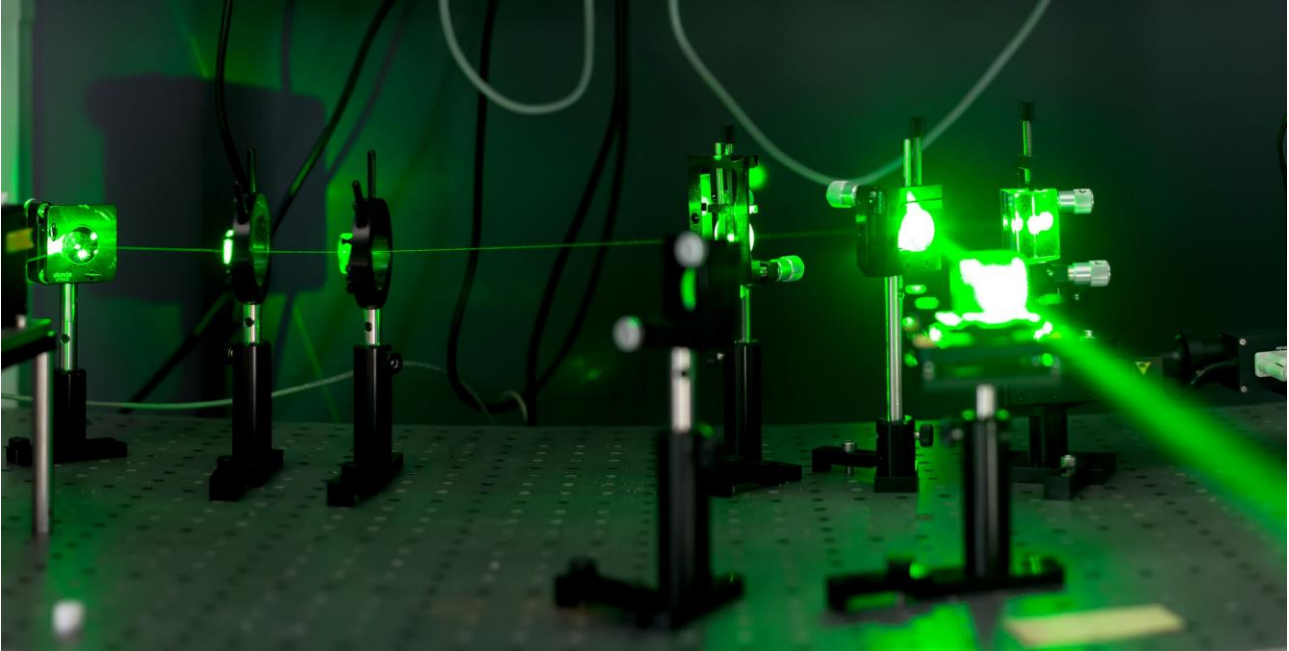
Fotonik Temelli Rb Atomik Saatleri

TÜBİTAK UME Zaman-Frekans ve Dalgaboyu laboratuvarında yürütülmekte olan projede; 1 adet “Lazer Atım Optik Pompalama Temelli Rb Atomik Saati”, az enerji tüketimli, küçük hacimli, uydu konumlama sistemlerine uyumlu 1 adet “Rb Atomik Saati” laboratuvar prototipi geliştirilmektedir. Ayrıca projede düşük faz gürültüsüne sahip 1550 nm dalgaboyunda çalışan Er katkılı kip kilitli fiber lazer, 780 nm dalgaboyunda çalışan dış kaviteli diyot lazer, dielektrik rezonatör ve Sagnac interferometresi kullanımı ile “Fotonik Temelli Rb Atomik Saati” bilimsel araştırması da yapılmaktadır.

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- Suudi Arabistan Standart, Metroloji ve Kalite Organizasyonu (SASO) için “Zaman – Frekans, Uzunluk Ölçüm ve Kalibrasyon Sisteminin Kurulması”
- FP7 EMRP Projesi, Nanometre altı Ölçümlerin İzlenebilirliği
- İki Foton Geçişine Kilitli Kararlı Lazer Sisteminin Geliştirilmesi ve Kurulumu
- Zaman Dağıtım ve Damgalama Sistemi Geliştirilmesi ve Kurulumu
- Sezyum (Cs) Atomik Frekans Standardına Kilitli Yb Fiber Optik Frekans Üretici Geliştirilmesi ve Gerçeklenmesi

- Doppler Radar Kalibratörü Geliştirilmesi ve Kurulumu
- FP7 EMRP Projesi, NANOTRACE - Nanometroloji için Yeni İzlenebilirlik Yolları
- Master Blokların Ölçümü için İnterferometre Geliştirilmesi
- Uzunluk Ölçümleri için Dalgaboyu Standartları Geliştirilmesi
- Sezyum (Cs) Atomik Frekans Standardı ve GPS Tabanlı Zaman ve Frekans Sisteminin Geliştirilmesi ve Uluslararası İzlenebilirliğinin Sağlanması
- FP7 EMRP Projesi, Endüstriyel Uygulamalar için Taşınabilir Mikrodalga Saat
- EMPIR Projesi, $1 \cdot 10^{-18}$ Belirsizlikli Optik Saatler
- EMPIR Projesi, Optik Frekans Transferi – Bir Avrupa Ağı
- Fotonik Temelli Rb Atomik Saatleri ve Rb Atomik Frekans Standardının Oluşturulması



AR-GE DESTEK ve BİLGİ SİSTEMLERİ LABORATUVARI

TÜBİTAK UME Ar-Ge Destek ve Bilgi Sistemleri Laboratuvarı; UME’de laboratuvar ve birimlerin yararlandığı Bilgi İşlem Altyapısı ve UME’de laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilen projeler konusunda destek hizmetleri sağlamaktadır. Bu destek hizmetleri aşağıdaki alt birimler tarafından verilmektedir.

BİLGİ İŞLEM

TÜBİTAK UME tarafından ihtiyaç duyulan yazılım, donanım ve ağ sistemi kaynakları ve destek hizmetleri Enstitü bünyesinde faaliyet gösteren Ar-Ge Destek ve Bilgi Sistemleri Laboratuvarı’na bağlı Bilgi İşlem Grubu tarafından sağlanmaktadır. Ayrıca UME’de Bina Güvenlik Sistemlerinin yönetimi ve bakımı yine Bilgi İşlem Grubu tarafından gerçekleştirilmektedir.



KALİBRASYON/DENEY OTOMASYONU

UME’de laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilen projelere endüstriyel otomasyon desteği (ihtiyaç analizi, donanım tedariki, yazılım geliştirme, entegrasyon, kurulum, devreye alma ve test işlemleri) laboratuvara bağlı Otomasyon Grubu tarafından verilmektedir.

MEKANİK İMALAT/BAKIM ONARIM

Mekanik Atölye

UME’de laboratuvarlar tarafından ihtiyaç duyulan mekanik sistem, sistem parçaları ve aparatların imalat, bakım ve onarımı atölyenin kapasitesi ve yetenekleri dahilinde Mekanik Atölye tarafından yapılmaktadır.

Ahşap Atölye

UME’de laboratuvarlar ve birimler tarafından ihtiyaç duyulan ahşap işleri, imalat ve tamir atölyenin kapasitesi ve yetenekleri dahilinde Ahşap Atölye tarafından yapılmaktadır.

ELEKTRONİK İMALAT/BAKIM/ONARIM

UME’de laboratuvarlar tarafından ihtiyaç duyulan elektronik sistem, cihaz ve devrelerin tasarımı, üretimi, bakımı ve onarımı bilgi, tecrübe ve yetenekler ölçüsünde Elektronik İmalat/Bakım/Onarım Grubu tarafından yapılmaktadır.

ATOMİK SENSÖRLER LABORATUVARI

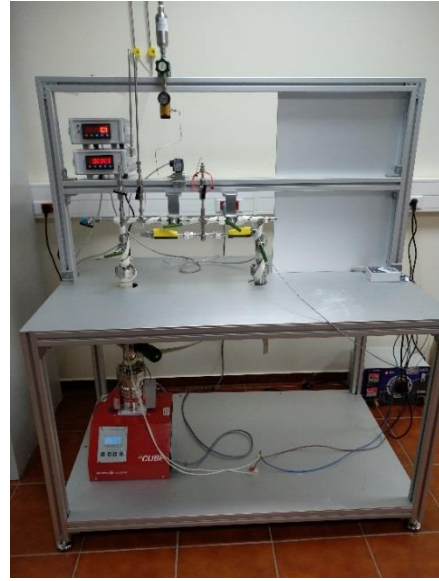
Atomik Sensörler Laboratuvarı, alkali metalik gaz atomlarının spin polarizasyonlarına duyarlı atomik sensörler geliştirmek üzere 2017 yılında faaliyete geçmiş bir laboratuvardır.

Laboratuvarın faaliyet alanları, başta cam hücre şişirme tekniğine dayalı atomik referans gaz hücresi geliştirme, spin polarizasyonunun bozulmasına karşı hücre içi yüzey kaplaması ve atomik gaz hücresi soğurma spektroskopisi ölçümlerini, T1, T2 süreleri ölçümlerini içermektedir.

Amaçlanan projeler arasında çok hassas atomik manyetometrelerin geliştirilmesi bulunmaktadır.



Atomik Gaz Hücre İçi Kaplama Düzeneği



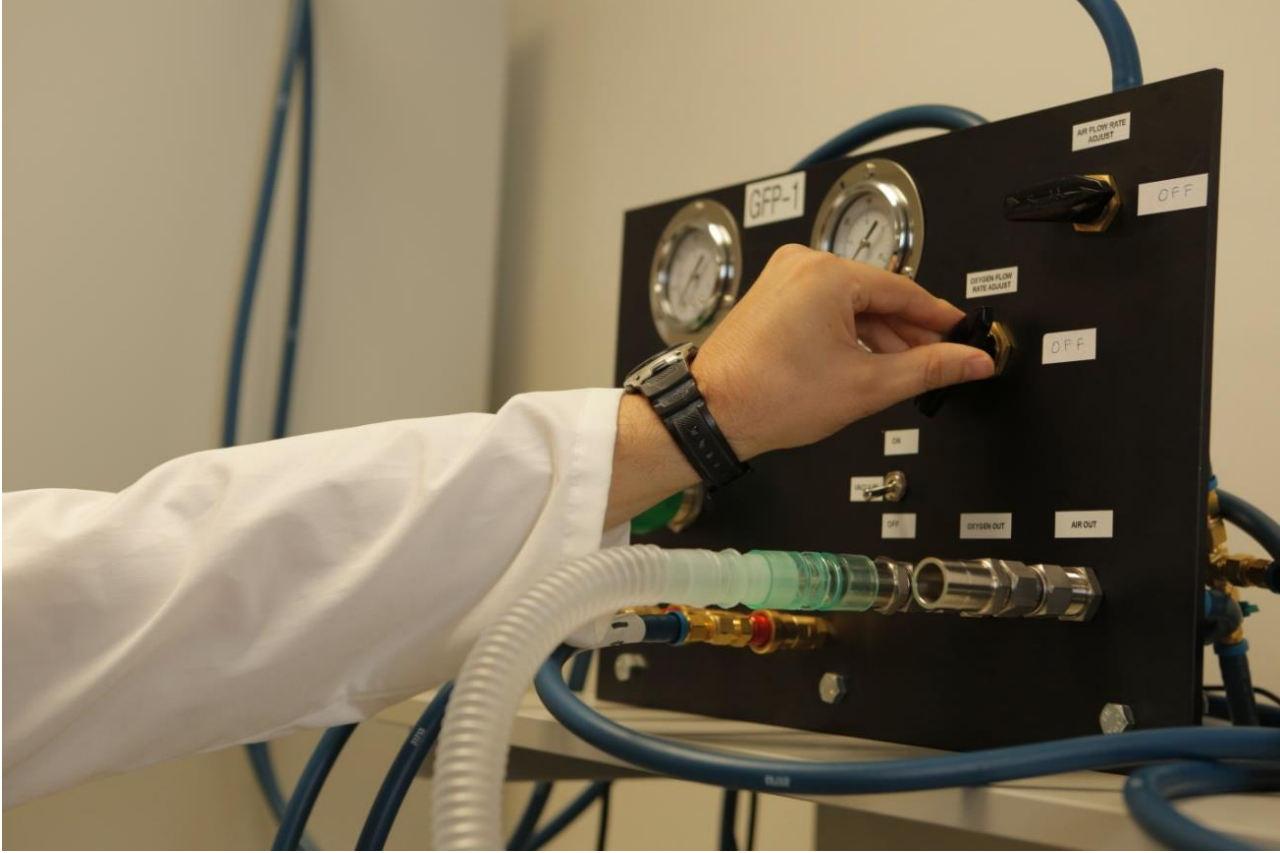
Atomik Gaz Hücresi Hazırlama Düzeneği



Alkali Metal Tabanlı Atomik Gaz Hücresi

MEDİKAL METROLOJİ LABORATUVARI

UME Medikal Metroloji Laboratuvarı'nın temel amacı; medikal metroloji alanlarında ölçüm büyüklüklerin izlenebilirliğini sağlamak, geliştirmek, uluslararası metroloji sistemine uluslararası karşılaştırmalar yoluyla entegre etmek ve verilen kalibrasyon, ölçüm ve deney hizmetleri ile ülke içerisinde veya dışında kurulu alt seviyedeki laboratuvarlara izlenebilirlik sağlayarak ölçüm birliğini oluşturmaktır. Ayrıca laboratuvar faaliyet alanlarında ülke ihtiyaçları ve paydaşlarının talepleri doğrultusunda ilgili konularda araştırma projeleri üretmek laboratuvarın diğer bir amacıdır. Bu kapsamda laboratuvar, Avrupa Metroloji Araştırma Programı araştırma projelerinde proje ortağı olarak da görev almaktadır.



Medikal Metroloji Laboratuvarı sağlık alanında kullanılan cihazların ölçüm izlenebilirliği ve güvenilirliğinin sağlanması çalışmaları yanında, otoanalizörler için sertifikalı referans malzeme üretimi, medikal cihazlar için kalibratör tasarımı ve üretimi projelerinde de yer almaktadır. Ayrıca medikal cihaz kalibrasyonu konusunda çalışan profesyonellere eğitimler de düzenlemektedir.

Laboratuvar çalışma alanları aşağıda özetlendiği gibidir;

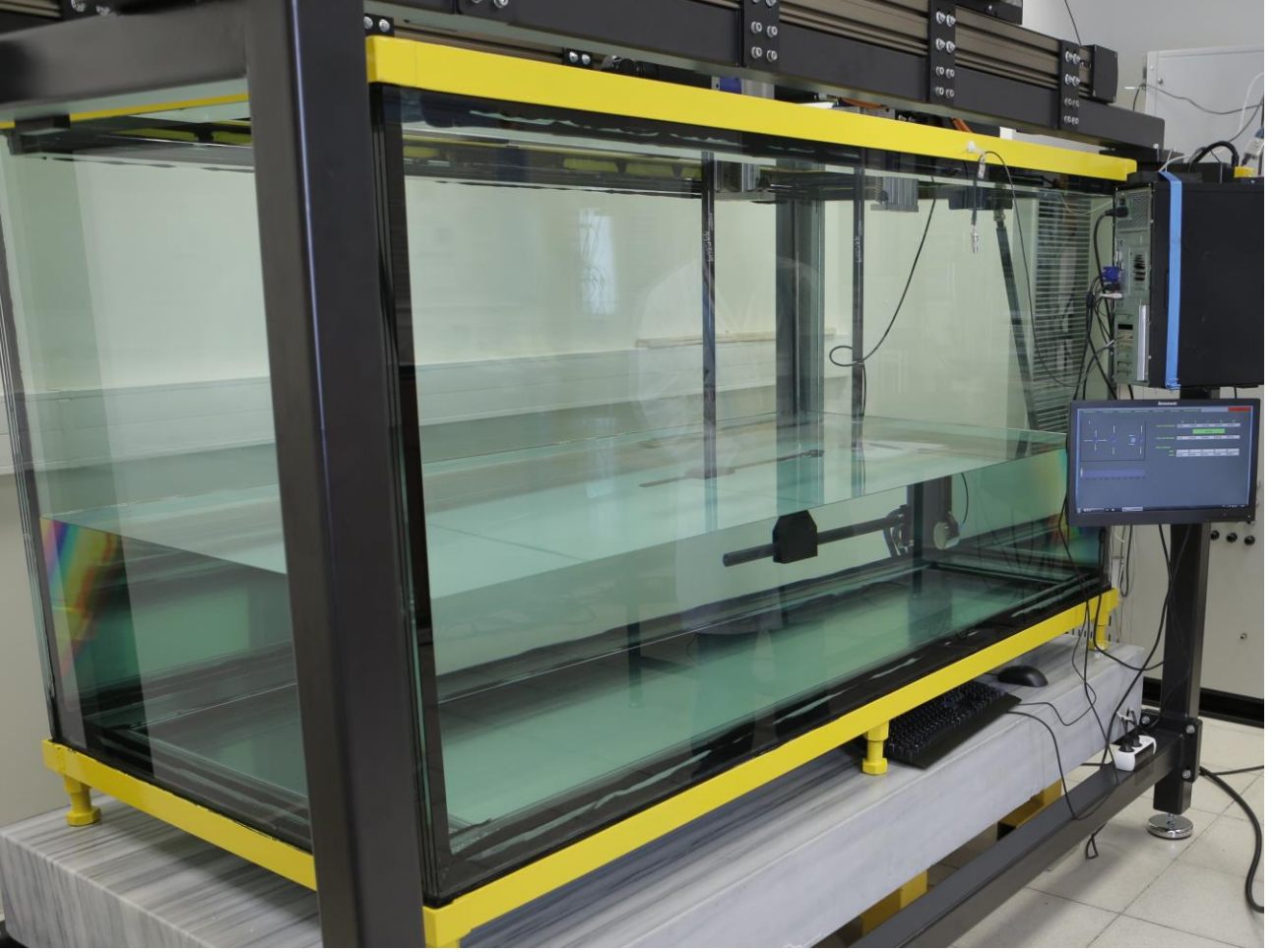
- Sağlık alanında kullanılan cihazların ölçüm izlenebilirliği ve güvenilirliğinin sağlanması
- Klinik ölçümler için sertifikalı referans malzeme üretimi
- Medikal cihazlar için kalibratör tasarımı ve üretimi
- Kalibrasyon konusunda çalışan profesyonellere uygulamalı eğitimler
- Ultrasonik tekniklerin sağlık alanındaki uygulamaları için sistemler kurulması ve projeler üretilmesi
- İşitme cihazları ve kulaklıkların performans testlerinin gerçekleştirilmesi

Kalibrasyon ve Ölçüm Hizmetleri;

- Hasta Simülatörü Kalibrasyon Sistemi
- NIBP Simülatörü Kalibrasyon Sistemi
- Puls-Oksimetre/SpO₂ Test Cihazı Kalibrasyon Sistemi
- Spirometre Cihazının Filtreli Ağzılığı Kalibrasyonu
- Elektriksel Güvenlik Analizörü Kalibrasyon Sistemi
- Elektro-cerrahi/Elektrokoter Analizörü Kalibrasyon Sistemi
- Defibrillatör/Pace Analizörü Kalibrasyon Sistemi
- Gaz Akışı Analizörü Kalibrasyon Sistemi
- İnfüzyon Pompası Analizörü Kalibrasyon Sistemi
- Ultrasonik Güç Kalibrasyonu
- İşitme Cihazı Akustik Performans Testleri
- Akış Sensörlü Hemodiyaliz Analiz Cihazı Testleri
- Özel Ultrasonik/Sualtı Akustiği Ölçümleri
- Sağlık Alanında Ultrasonik Uygulamalar İçin Ölçüm Sistemleri
- SRM (Standart Referans Malzeme) Üretimi



Laboratuvarda ultrasonik güç birimi standardının birincil düzeyde oluşturulması, geliştirilmesine yönelik çalışmalar öncelikli faaliyetler arasında bulunmaktadır. Ultrasonik alanda kullanılan dönüştürücülerin alan karakterizasyonları laboratuvarda yürütülen diğer çalışmalar arasında yer almaktadır. Ultrasonik alanında laboratuvarın çalışma konuları aşağıda gösterildiği gibi sıralanmıştır.



- Ultrasonik teşhis ve tedavi cihazlarının çıkış güçlerinin belirlenmesi,
- Dönüştürücü alan karakterizasyonları.

Ultrasonik güç biriminin birincil düzeyde ulusal standardı IEC 61161 standardına uygun olarak radyasyon kuvvet terazisi yöntemiyle oluşturulmuştur.

Mevcut durumda ulusal standardın çalışma bölgesi 1 MHz - 15 MHz frekans ve 10 mW-15 W güç aralığını kapsamaktadır. Laboratuvarında kurulmuş olan radyasyon kuvvet terazisi ile tıpta yaygın olarak kullanılan Yüksek Şiddet Odaklanmış Ultrasonik Dönüştürücülerin çıkış güçlerinin 150 W'a kadar ölçme imkanı sağlanmıştır. Ultrasonik tekniklerin sağlık alanındaki uygulamaları için sistemler kurulmuş ve projeler üretilmektedir.

Ayrıca işitme cihazları ve kulaklıkların performans testlerinin yapılması konusunda da laboratuvarımızda sistemler kurulmuş ve bu alanda da hizmetler verilmektedir.

Laboratuvar Projelerinden Örnekler;

- FP7 EMRP Projesi, Evrensel Kulak Simülatörü ve İşitilemeyen Sesin Algılanması İçin Metroloji (2012 - 2015)
- FP7 EMRP Projesi, Tedavi Edici Ultrasonik İçin Metroloji (2012 - 2015)
- SUDAN Standartlar ve Metroloji Organizasyonu'nda (SSMO) Medikal Ölçüm Sistemlerinin Kurulması
- Portatif Ultrasonik Güç Ölçer Sistemi Üretimi
- Kızıl Ötesi (IR) Termometreler için Kulak Sıcaklık Referansı Sisteminin Kurulması
- Ultrasonik Kalibrasyonlar için Fantom Geliştirilmesi
- Ultrasonik Frekanslarda Anlık Elektriksel Giriş Gücü Ölçümü İçin Portatif Cihaz Üretilmesi (UFES)
- Prototip Ultrasonik Yutucu Geliştirilmesi
- Ultrasonik Görüntü Doğrulama Sistemi Kurulması
- Tansiyon Ölçer Kalibrasyon Sisteminin Kurulması
- Diğer Ulusal Metroloji Enstitüleri ile İkili Ultrasonik Güç Karşılaştırmaları
- SpO₂ Ölçüm Cihazı Prototipi Geliştirilmesi
- Yüksek Sıcaklıklarda Çalışan Otoklav ve Etüv Sisteminden Kablosuz Olarak Veri Alınması ve Kalibrasyonu Projesi
- Kuvöz Kalibratörü Sistemi Kurulması



[illegible]

BİYOANALİZ LABORATUVARI

TÜBİTAK UME Biyoanaliz Laboratuvarı'nın amacı, biyometroloji ve yaşam bilimleri alanında geçerliliği kanıtlanmış birincil ölçüm yöntemlerinin geliştirilmesi; uluslararası ölçüm karşılaştırmalarına katılım sağlanması; dünyada ve özellikle ülkemizde gereksinim duyulan sertifikalı referans malzemelerin (CRM) üretilmesi ve ulusal yeterlilik testlerinin düzenlenmesi ile ilgili çalışmalar yapmaktır.

Tam üyesi olduğumuz CIPM Madde Miktarı Danışma Komitesi (CCQM) altında yer alan Nükleik Asit Analizleri Çalışma Grubu (NAWG), Protein Analizleri Çalışma Grubu (PAWG), Hücre Analizleri Çalışma Grubu (CAWG) ve Klinik Laboratuvarlarda İzlenebilirlik Ortak Komitesi (JCTLM) tarafından düzenlenen toplantılarda belirlenen stratejiler doğrultusunda, ülkemizin ihtiyaçları değerlendirilerek çalışmalar yönlendirilmektedir.

Biyoanaliz Laboratuvarı'nda, DNA, RNA ve protein gibi polimer yapısındaki biyomoleküllerin ve hücrelerin miktarlarının yüksek doğrulukta ve düşük belirsizlikte belirlenebilmesi amacıyla araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. EURAMET tarafından yürütülen Avrupa Metroloji Araştırma Programları (EMRP ve EMPIR) projelerinde de görev alınmakta ve yeni geliştirilen ölçüm sistemleri ve yetenekleri laboratuvarımıza kazandırılmaktadır.

Kazanılan ölçüm yeteneklerinin tescillenmesi amacıyla BIPM tarafından düzenlenen uluslararası karşılaştırmalara katılım sağlanmaktadır. DNA ölçümlerinde referans cihaz niteliği taşıyan ve DNA miktarını CRM ihtiyacı olmadan yüksek doğruluk ve düşük belirsizlikle ölçülmesine olanak sağlayan sayısal polimeraz zincir tepkimesi cihazı (dPCR) ile yeni ölçüm metotları geliştirilmektedir.

İmmünolojik ve kütle spektrometrisine dayalı peptit/protein miktar ölçümleri, protein aktivitesi ölçümleri ve kan hücreleri ölçümlerine yönelik olarak yeni referans cihazlar ile metot geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Ayrıca ülkemizde bulunan tıbbi tahlil laboratuvarlarının ihtiyacı olan CRM üretimi ve yeterlilik testlerinin düzenlenmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır.

Yeni referans ölçüm sistemlerinin kurulumu ve referans ölçüm metotlarının geliştirilmesi ile kazanılan ölçüm kabiliyetleri sayesinde ülkemizde düzenlenecek olan yeterlilik testlerinde referans değerler belirlenecek, hazırlanacak referans malzemelerin sertifikasyonları gerçekleştirilecek ve ülkemizin referans ölçüm ihtiyaçları karşılanacaktır.

Biyoanaliz Laboratuvarı'nın bu çalışmalar sonucunda dünya ile uyumlu bir şekilde, ülkemizin, sağlık, gıda ve çevre alanlarında yapılan biyolojik ölçümlerde, hem ulusal hem de uluslararası ölçüm birliğinin sağlanması amaçlanmaktadır.

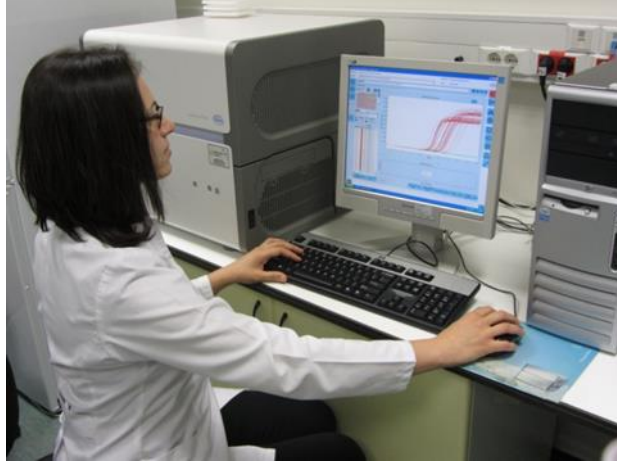


Laboratuvarda Bulunan Cihaz ve Sistemler

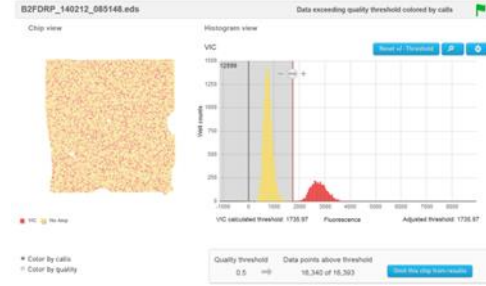
- DNA/RNA miktarı ve DNA metilasyonu ölçümlerinde kullanılan temel ve ileri ölçüm sistemleri: Referans sayısal polimeraz zincir tepkimesi (dPCR) cihazı, gerçek zamanlı polimeraz zincir tepkimesi (qPCR) cihazı, 96 kuyucuklu plaka okuyucu, NanoDrop Spektrofotometre ve Elektropherez sistemleri.
- Peptit/Protein karakterizasyonu ve miktar ölçümlerinde kullanılan temel ve ileri ölçüm sistemleri: Orbitrap Q-Exactive LC/MSMS, 2D Jel Elektrophorezi, MALDI-TOF, LC-MS/MS ve Nano-LC-Q-TOF.
- Hücre sayımı ve karakterizasyonu çalışmaları için gerekli temel ve ileri ölçüm sistemleri: Referans Akış Sitometrisi, Floresan Mikroskopu, hücre büyüme ve besleme ünitesi.

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- Hemoglobin A1c Referans Malzemesi Üretimi (2017-2019)
- EMPIR Projesi, ReMIND - Alzheimer Hastalığı gibi Nörodejeneratif Hastalıklarda Metallerin ve Metal İçeren Biyomoleküllerin Rolü (2017-2019)
- TÜBİTAK İkili - Türkiye-Güney Kore İşbirliği ile Gen Metilasyon Ölçümleri için Uluslararası Standart Sistem Geliştirilmesi (2017-2018)
- FP7 EMRP Projesi, AntiMicroResist - Mikrop Direncinin Belirlenmesi, SI İzlenebilir Takibi ve Değerlendirilmesi için Yeni Malzemeler ve Metotlar (2016-2019)
- Et Tür Tayini için Referans Malzeme Üretimi (2015-2017)
- FP7 EMRP Projesi BIO-SITrace - Biyolojik Moleküller ve Büyüklükler için İzlenebilirlik (2013-2016)
- SEA-EU NET2 Projesi, Güneydoğu Asya ve Avrupa Birliği Üye Ülkeleri Bilimsel Ağın Kurulması (2012-2016)
- FP7 EMRP Projesi, INFECT-MET - Enfeksiyon Hastalıkları, Antibiyotik Dirençli Bakteri ve Zararlı Mikroorganizmaların İzlenmesi için Metroloji (2012-2015)
- Medikal Metroloji Araştırma Laboratuvarı Kurulması Projesi (2014-2017)
- FP7 EMRP Projesi, - Metaloproteinler için Metroloji (2011-2015)
- TÜBİTAK 1001 Projesi, Transplantasyon Öncesi Kullanılan Karaciğer ve Böbrek Koruma Solüsyonlarının Proteomik Analizi (2010-2014)
- TÜBİTAK 1001 Projesi, Tüberküloz Tanısı İçin Biyosensörlerde Kullanılabilecek Aptamer Geliştirilmesi (2010-2012)



Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Tepkimesi Cihazı (qPCR)



Referans DNA Ölçümü Cihazı: Sayısal Polimeraz Zincir Tepkimesi Cihazı (dPCR)

Laboratuvar tarafından ayrıca CCQM faaliyetlerinde etkin olarak görev alınmakta, aşağıda verilen uluslararası ölçüm karşılaştırmalarına katılım sağlanmış olup katılım sağlanması planlanan karşılaştırmalar*, laboratuvarımız tarafından düzenlenmesi planlananlar** olarak verilmiştir*.

- CCQM-P184 : Yabanıl tip DNA ile karıştırılmış bir mutasyonun kopya sayısı konsantrasyonu ve fraksiyonel miktarı (SNV veya INDEL) 2018
- CCQM-KC86c : Biyolojik Dokudan Ayrıştırılan genomik DNA Parçalarının Göreceli Miktar Ölçümü, GDO, 2017
- CCQM-P137 : Alfa Amilaz Aktivitesi Ölçümü, 2017
- CCQM-P164 : Serum Matriksinde İnsan Büyüme Hormonu Miktarı Ölçümü, 2017
- CCQM-K115 : Sentetik İnsan C peptidi Saflığı Miktarı Ölçümü, 2015
- CCQM-P165 : CD34+ Kök Hücre Sayımı, 2015
- CCQM-P155 : Çoklu Kanser Hücre Biyobelirteç Miktar Ölçümü, 2015
- CCQM-P154.1 : DNA'nın Bağımsız Miktar Ölçümü (dPCR), 2014
- CCQM-P94.2 : DNA Metillenmesi Miktarı Ölçümü, 2013
- CCQM-P113.2 : Genetiği Değiştirilmiş Pirinç Matriksi Örneğinde Bt63 Geninin Göreceli Miktar Ölçümü, 2013
- CCQM-P58.1 : İmmunolojik Test Yöntemi ile İnsan Kalp Troponin I (cTnI) Protein Miktarı Ölçümü, 2012
- CCQM-P103.1 : RNA Transkriptlerinin Çoklu Biyomarker Panelinin Miktar Ölçümü, 2012
- CCQM-K86 : Biyolojik Dokudan Ayrıştırılan Genomik DNA Parçalarının Göreceli Miktar Ölçümü, GDO, 2010
- CCQM-Kxx : Gene Özgü Metilasyon Miktar Tayini Karşılaştırması
- CCQM-Pxx : PCR Yöntemi ile Et Tür Tayini Karşılaştırması
- CCQM-Kxx : Hemogloblin A1c (HbA1c) Karşılaştırması
- CCQM-Pxx : Hücre Canlılığı Tespit Çalışması
- CCQM-Pxx : Serumda Prokalcitonin Tayini Karşılaştırması
- CCQM-Pxx : Oksitosin Safsızlık Tayini Karşılaştırması

ELEKTROKİMYA LABORATUVARI

TÜBİTAK UME Elektrokimya Laboratuvarı'nın temel amacı, ulusal ve uluslararası düzeyde elektrokimya alanına giren endüstriyel, yasal ve bilimsel faaliyetlerin doğru ve güvenilir bir şekilde yürütülmesi için ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirlikleri oluşturulması, destek sağlanması ve gerekli çalışmaların gerçekleştirilmesidir.

TÜBİTAK UME Elektrokimya Laboratuvarı pH ve iletkenlik ölçümlerinin birincil seviyede yapılmasını ve kimya, gıda, çevre ve sağlık sektörleri için gerekli olan yeterlilik testleri ve eğitimlerin düzenlenmesinde görev almayı hedeflemiştir. Bu amaçla, pH ve iletkenlik ölçümleri için ulusal ve uluslararası düzeyde izlenebilirlik zincirini kurmak için referans malzemeler üretilmekte ve doğru ve güvenilir ölçümler için gerekli çalışmalar düzenlenmektedir. Bunlara ek olarak, elektrokimya alanında gerçekleştirilen uluslararası karşılaştırmalara katılım sağlanmaktadır.

TÜBİTAK UME Elektrokimya Laboratuvarı'nın öncelikli hedefi ulusal ve uluslararası seviyede elektrolitik iletkenlik ölçümleri için sertifikalı iletkenlik çözeltilerini (SRM) hazırlamak, sertifikalandırmak bunların muhafaza etmek ve izlenebilirlik zincirinin oluşturulması ve devamlılığı için gerekli faaliyetleri yerine getirmektir. Böylelikle yurt dışından temin edilen kalibrasyon çözeltilerinin ulusal seviyede hazırlanıp sertifikalandırarak bu alanda yurt dışı bağımlılığımızın sonlandırılması planlanmıştır. Bunlara ek olarak kulometri, potansiyometri ve voltammetri tekniklerine ait yeni metotların geliştirilmesi planlanmıştır.



Kulometri Sistemi



Birincil Seviye pH Ölçüm Sistemi

Laboratuvarlarda Bulunan Cihaz ve Sistemler

- Birincil Seviye pH Ölçüm Sistemi (Harned Cell)
- Birincil Seviye Elektrolitik İletkenlik Ölçüm Sistemi (Jones Cell)
- Yüksek Doğruluk Sabit Akım Kulometri Sistemi
- Potansiyostat/Galvanostat
- pH-metre
- Elektrolitik İletkenlik Ölçer
- Nanovoltmetre

Son yıllarda CIPM CCQM Elektrokimyasal Analizler Çalışma Grubunun (EAWG) tüm faaliyetlerinde etkin olarak görev alınmış olup aşağıda verilen uluslararası ölçüm karşılaştırmalarına katılım sağlanmıştır;

- CCQM-K91 : Ftalat Tampon Çözeltilerinin pH Ölçümleri
- CCQM-P37.2 : Ag/AgCl Elektrot Hazırlama
- CCQM K99 : Fosfat Tampon Çözeltilerinin pH Ölçümleri
- APMP.QM-K91 : Phthalate buffer pH karşılaştırması
- COOMET: 655/RU/15 : Fosfat Tampon Çözeltilerinin pH Ölçümleri
- CCQM-K18.2016 : Karbonat Tampon Çözeltilerinin pH Ölçümleri

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- pH Ölçüm ve Kalibrasyonları İçin Sertifikalı Referans Çözeltilerin Üretimi (2015 - 2016)
- Birincil Seviye Elektrolitik İletkenlik Sisteminin Kurulması (2016 - 2017)
- Ulusal Ölçüm ve Kalibrasyon Merkezi(SASO/NMCC) için Elektrokimya Laboratuvarının Kurulması ve Geliştirilmesi Projesi (2014-2018)
- JRP f09: Birleşik pH Ölçeğinin Gerçekleştirilmesi (2018 - 2021)

GAZ METROLOJİSİ LABORATUVARI

Gaz Metrolojisi alanının temel amacı, endüstriyel kaynaklı gazlar, taşıt egsoz gazları ve atmosferdeki gaz bileşenlerinin tanımlanması ve ölçülebilmesi için gerekli metotların geliştirilmesi, incelenmesi ve uygulanması ile yüksek kaliteli izlenebilir bir gaz ölçüm ağının oluşturulması ve bu şekilde bilimsel, yasal ve endüstriyel gaz ölçüm faaliyetlerinin doğru bir şekilde yürütülmesini sağlamaktır. Gaz metrolojisi kapsamında hazırlanan düşük belirsizliğe sahip gaz standartları sağlık, çevre ve güvenlik konularında ihtiyaç duyulan ölçümlerde izlenebilirliğin sağlanması ve korunmasına hizmet etmektedir. Gaz Metroloji Laboratuvarı'nda, ülkemizde yapılan gaz ölçümlerinde izlenebilirlik zincirinin kurulması ve izlenebilir ve güvenilir gaz ölçümlerinin yapılabilmesi için gereken faaliyetler yürütülmekte, birincil gaz standartları hazırlanmakta ve analiz edilmektedir. Gaz metrolojisi alanına giren bilimsel, yasal ve endüstriyel alanlarda ulusal ve uluslararası düzeyde ihtiyaçların karşılanması için ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirlikleri oluşturulmaktadır.

Laboratuvar 2011 yılında kurulmuştur. Laboratuvardaki cihaz ve sistemler aşağıda verilmiştir:

Gaz Karışımları Hazırlama Laboratuvarı

- Gaz dolum istasyonu
- Turbomoleküler vakum pompa sistemi
- Tüp karıştırma sistemi
- Tüp tartım sistemleri

Gaz Analiz Laboratuvarı

- Gaz kromatografi (GC) sistemleri
- Cavity Ringdown Spektrometre (CRDS)
- CO (karbon monoksit), CO₂ (karbon dioksit), NO_x (azot oksit), SO₂ (kükürt dioksit) gaz analizörleri
- GC ve gaz analizörleri için örnekleme sistemleri
- Hassas akış ölçerler
- Kütle Akış ve basınç kontrol cihazları

Isıl Değer Ölçümleri Laboratuvarı

- Referans Katı Yakıt K kalorimetresi
- Referans Sıvı Yakıt K kalorimetresi
- Referans Gaz K kalorimetresi



Gaz Karışımı Hazırlama Laboratuvarı



Gaz Analiz Laboratuvarı



Gaz Analiz Laboratuvarı



Isıl Değer Ölçümleri Laboratuvarı

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- EU-IPA Projesi, Batı Balkan ve Türkiye Kalite Altyapısının Geliştirilmesi (2008-2011)
- EU-IPA Projesi, Batı Balkan ve Türkiye Kalite Altyapısının Geliştirilmesi (2011-2014)
- FP7 EMRP Araştırmacı Değişim Bursu, Havadaki Kimyasal Kirleticiler için Metroloji (2012-2013)
- FP7 EMRP Çevre Projesi, Önemli sera gazları için metroloji (2014 – 2017)
- FP7 EMRP Enerji Projesi, Biyogaz için metroloji (2014 – 2017)
- UME İç Proje, Karbon monoksit ve karbon dioksit gazları için primer referans gaz karışımlarının hazırlanması ve sertifikasyonu (2014-2017)
- UME İç Proje, Doğal gaz ölçümleri için primer referans gaz karışımlarının hazırlanması ve sertifikasyonu (2014-2017)
- UME İç Proje, Referans Katı, Sıvı ve Gaz Yakıt Kalorimetrelerinin Yapımı ve Geliştirilmesi (2014-2015)
- UFUK 2020 EMPIR Projesi, MetN₂O - Azot dioksit için metroloji (2017-2020)
- UFUK 2020 EMPIR Projesi, SIRS - Kararlı izotop referans standartlar için metroloji (2017-2020)

Laboratuvar ayrıca CCQM-Gaz Analizleri Çalışma Grubu (GAWG) ve EURAMET TC-MC faaliyetlerinde etkin olarak görev almakta ve açılan uluslararası ölçüm karşılaştırmalarına katılım sağlamakta olup örnek çalışmalar aşağıda verilmiştir:

EURAMET.QM-S5	: Azotta karbondioksit tayini
APMP.QM-S7	: Azotta metan tayini
CCQM-K112	: Biyogaz bileşenlerinin tayini
EURAMET.QM-K111	: Azotta propan tayini
CCQM-K118	: Doğalgaz bileşenlerinin tayini
APMP.QM-S9	: Azotta karbonmonoksit tayini
CCQM-K120	: Havada karbondioksit tayini

İNORGANİK KİMYA LABORATUVARI

TÜBİTAK UME İnorganik Kimya Laboratuvarı'nın temel amacı, ölçüm kalitesinin artırılması ve ölçümlerin izlenebilirliğinin sağlanması için inorganik analizler alanındaki ölçümlere yönelik metotların geliştirilmesi, geliştirilen metotların geçerli kılınması (metot validasyonu), ölçüm belirsizliği bütçelerinin hazırlanarak hesaplamaların yapılmasıdır. Laboratuvar tarafından inorganik analizler alanında yapılan ölçümlerin izlenebilirliğini, ölçüm sonuçlarının uluslararası alanda karşılaştırılabilirliğini sağlamak için metrolojik hiyerarşi içerisinde uluslararası düzeyde çalışmalar yürütülmektedir.

Laboratuvar, ülkemizde metroloji bilincinin sağlanması ve kimyasal metroloji alanındaki farkındalığın artırılması için çeşitli faaliyetler ve çalışmalar düzenlemekte, ulusal ve uluslararası boyutta birincil seviyede sertifikalı referans malzemeler üretilmesini sağlamakta, üretilen malzemelerin izlenebilirlik zincirini oluşturmak ve devamlılığı için gerekli faaliyetleri yerine getirmektedir.

TÜBİTAK UME İnorganik Kimya Laboratuvarı ulusal ve uluslararası düzeyde endüstriyel, yasal ve bilimsel faaliyetlerin doğru ve güvenilir bir şekilde yürütülmesi için ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirlikleri oluşturmakta, destek sağlamaktadır. İnorganik analizler alanında uluslararası düzeydeki komite ve çalışma gruplarında (EURAMET TC-MC ve CIPM CCQM IAWG) Türkiye'yi seçilen delegelerle temsil etmektedir. Bu kapsamda, her yıl düzenlenen toplantılara katılım sağlanmakta, EMRP gibi uluslararası projelerde görev alınmakta ve 2005 yılından beri uluslararası karşılaştırmalara katılım sağlanmaktadır. Ayrıca, üretilen sertifikalı referans malzemelerin SI birimlerine izlenebilirliğinin sağlanması için, uluslararası karşılaştırmalara katılım sonucunda hazırlanan CMC (Kalibrasyon ve Ölçüm Kabiliyetleri) verileri ile ölçüm kabiliyetlerinin uluslararası alanda tanınmasının sağlanması ve yeni ölçüm kabiliyetlerinin ülkemize kazandırılması amaçlanmaktadır. Hazırlanan CMC verilerinin yayınlanması ile uluslararası arenada ilgili alanlarda metrolojik yeterlilik sağlanmış bulunmaktadır. TÜBİTAK UME Kimya Grubu tarafından her yıl düzenlenen "Kimyasal Ölçümlerde Belirsizlik Hesaplamaları" ile "Metot Validasyonu" eğitimlerinde ve Avrupa Birliği tarafından desteklenen EC JRC önderliğinde yürütülen TrainMiC aktivitelerinin ülkemizde düzenlenen faaliyetlerinde görev alınmaktadır. Bunun yanı sıra Türkiye'deki kimyasal ölçüm ve analiz laboratuvarlarının güvenilirliğini artırmaya yönelik her yıl iki periyot halinde düzenlenen yeterlilik testi çalışmalarına destek sağlanmaktadır.

Laboratuvarda Bulunan Cihaz ve Sistemler

- Yüksek çözünürlüklü endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (HR-ICP-MS)
- Endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometreleri (ICP-MS ve ICP-MS/MS)
- Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS)
- İyon Kromatografi Cihazı (IC)
- Lazer Aşındırma Sistemi (LA)
- Mikrodalga Çözünürleştirme Sistemleri (MW)



Yüksek Çözünürlüklü Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (HR-ICPMS)



İyon Kromatografi Cihazı

Laboratuvarlarda Bulunan Cihaz ve Sistemler

- Yüksek Çözünürlüklü Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (HR-ICPMS)
- Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometreleri (ICPMS ve ICPMS/MS)
- Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS)
- İyon Kromatografi Cihazı (IC)
- Sıvı ve Gaz Kromatografi Cihazları (HPLC ve GC)
- Lazer Aşındırma Sistemi (LA)
- Mikrodalga Çözünürleştirme Sistemleri (MW)

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- Anadolu Projesi (2005-2008)
- FP6 iMERA-Plus Projesi, Klinik Kimya Alanında İzlenebilir Biyotür ve İyon Aktivitesi Ölçümleri (2008 - 2011)
- IPA 2008 Türkiye ve Batı Balkan Ülkelerinde Kalite Alt Yapısının Geliştirilmesi Projesi (2009 - 2010)
- EU-IPA Projesi, IPA TR080209 - Kimyasal ve İyolaştırıcı Radyasyon Metroloji Altyapısının Geliştirilmesi (2009 - 2012)
- EU-IPA Projesi, IPA TR2009/0301.02 - Kimyasal Metroloji Cihazlarının TÜBİTAK UME'ye Tedarik Edilmesi (2010 - 2014)
- FP7 EMRP Enerji Projesi, Biyoyakıtlar için Metroloji (2010 - 2013)
- FP7 EMRP Çevre Projesi, AB Su Direktifi Çerçevesinde Önemli Kirleticilerin Takibi için İzlenebilir Ölçümler (2011 - 2014)
- FP7 EMRP Sağlık Projesi, Metaloproteinler için Metroloji (Metalomics) (2012 - 2015)
- FP7 EMPIR Sağlık Projesi, Nörodejeneratif Hastalıklar (ReMiND) (2016 - 2019)
- UFUK 2020 EMPIR Çevre Projesi, Havada Cıva Oksidasyonu (MercOx) (2017 - 2020)
- UFUK 2020 EMPIR Projesi, Kimyasal Metrolojide Bilimsel ve Teknik Yetenekler (ChemMet-Cap) (2017 - 2020)
- Kaynak Suyu Sertifikalı Referans Malzeme Üretimi (2012 - 2013)
- Fındıkta Eser Element Sertifikalı Referans Malzeme Üretimi (2013 - 2015)
- Dizelde Kükürt Sertifikalı Referans Malzeme Üretimi (2013 - 2014)
- Atık Su Sertifikalı Referans Malzeme Üretimi (2014 - 2016)
- Kolemanit Sertifikalı Referans Malzeme Üretimi (2016 - 2017)



Laboratuvar tarafından CCQM-İnorganik Analizler Çalışma Grubu faaliyetlerinde etkin olarak görev alınmış olup aşağıda verilen uluslararası ölçüm karşılaştırmalarına katılım sağlanmıştır;

- CCQM-K49/P85 – Sığır Ciğerinde Eser ve Toksik Elementlerin Tayini
- CCQM K42 – Alüminyum Alaşımında Cr, Cu, Fe, Mn ve Zn Tayini
- CCQM-P64 – Soya Ununda Eser Element Tayini
- CCQM-P72 – Domates Salçasında Çinko, Kurşun ve Kadmiyum
- CCQM-P62 – Nikelde Safsızlık
- CCQM-K43.1/P96 – Deniz Balığında As, Hg, Se ve Metilciva İçeriği
- CCQM-K45 – Salçada Kalay Tayini
- CCQM-K56/P64.1 – Tam Yağlı Soya Fasulyesinde Eser Element Tayini
- CCQM-P97 – Şifalı Bitkilerde Cd ve Pb Tayini
- CCQM-P111 – Deniz Suyu Tuzluluğu
- CCQM-K75/P118 – Yosunda Toksik Elementlerin Tayini
- SIM-QM-S2 – İçme Suyunda Eser Element Tayini
- CCQM-K89/P126 – Herba Ecliptae’da Eser ve Elzem Elementlerin Tayini
- EUROMET-763 – Zn, Pb, Ca ve Cu İçin Tek Elementli Kalibrasyon Çözeltileri
- CCQM-P86.1 – Buğday Ununda Toplam Se Tayini ve Selenyum Türleendirme Analizi
- CCQM-K30.1 – Şarapta Pb Tayini
- CCQM-P12.2 – Şarapta Pb, Fe, Cu and Cd Tayini
- CCQM-K87/P124 – Pb, Cr ve Co Tek Elementli Kalibrasyon Çözeltileri
- EURAMET 1185 – İnsan Serumunda Selenometiyonin Tayini
- CCQM-K100 – Etanolde Bakır Tayini
- CCQM-P96.1 – AsB Çözeltilisinin Ölçümü ve Deniz Balığında AsB Tayini
- CCQM-K72 – Çinkoda Safsızlık
- CCQM-K98/P134 – Bronzda Kurşun İzotop Oranı
- CCQM-K106 – Kozmetikte Pb, As ve Hg Tayini
- CCQM-K107 – İnsan Serumunda Selenometiyonin ve Element Tayini
- CCQM-K123 – Biyodizelde Eser Elementler
- CCQM-K122 – Tuz Çözeltilerinde Anyon Safsızlıkları ve Kurşun
- CCQM-P135.1 – Tuz Çözeltilerinde Nitrat Safsızlığı
- CCQM-K124 – İçme Suyunda Eser Elementler ve Krom Türleendirmesi
- CCQM-K125 – Bebek Mamasında Elementler
- CCQM-K127 – Toprakta Toksik ve Eser Elementler
- COOMET 645/RU/14 – Bakır Safılık Tayini
- COOMET 650/RU/14 – Cürufatta Metal Kütle Kesri Ölçümleri
- CCQM-K128 – Deride Ağır Metaller ve Organokalay Bileşikler
- CCQM-K139 – İnsan Serumunda Elementler
- CCQM-K143 – Bakır Kalibrasyon Çözeltilerinin Hazırlanması
- CCQM-K145 – Sığır Ciğerinde Elementler
- EURAMET.QM-S11 /1424 – Nehir Suyunda Elementler

ORGANİK KİMYA LABORATUVARI

Organik Kimya Laboratuvarı tarafından; organik kimya alanında ölçümlerin kalitesini ve ölçümlerin ülke çapında izlenebilirliğini sağlamak amacıyla yönelik faaliyetler yürütülmektedir. Bu amaçla; yöntem geliştirme ve metot validasyonu çalışmaları yürütülmekte ve yeni ölçüm metotları için belirsizlik değerleri hesaplaması çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Yapılan kimyasal ölçümlerin izlenebilirliğini ve sonuçlarının uluslararası alanda karşılaştırılabilirliğini sağlamak için metrolojik hiyerarşi içerisinde uluslararası düzeyde çalışmalar yürütülmektedir.



LecoPegasus GC-HRT 4DCihazı



Thermo TSQ Quantum GC-MS/MS Cihazı



Tandem Gold LC-MS/MS Cihazı

2003 yılında kurulan Organik Kimya Laboratuvarı 2006 yılından bu yana; Türkiye'de dağıtılan tüm akaryakıtlara eklenen Ulusal Markerleri üretmek, dağıtmak ve kontrol etmek için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu ile işbirliği yapmaktadır.

Uluslararası düzeyde, Organik Kimya Laboratuvarı kendi uzmanlık alanında Türkiye'yi temsil etmektedir. Bu kapsamda, FP7-EMRP proje ortaklıkları, EURAMET TC-MC ve CIPM CCQM temsilcilikleri yürütülmektedir. Uluslararası karşılaştırmalara katılım ve anahtar karşılaştırma veritabanında CMC (Kalibrasyon ve Ölçüm Kabiliyetleri) verilerinin yayınlanması ile uluslararası arenada metrolojik yeterlilik sağlanmış bulunmaktadır.

REFERANS MALZEMELER LABORATUVARI

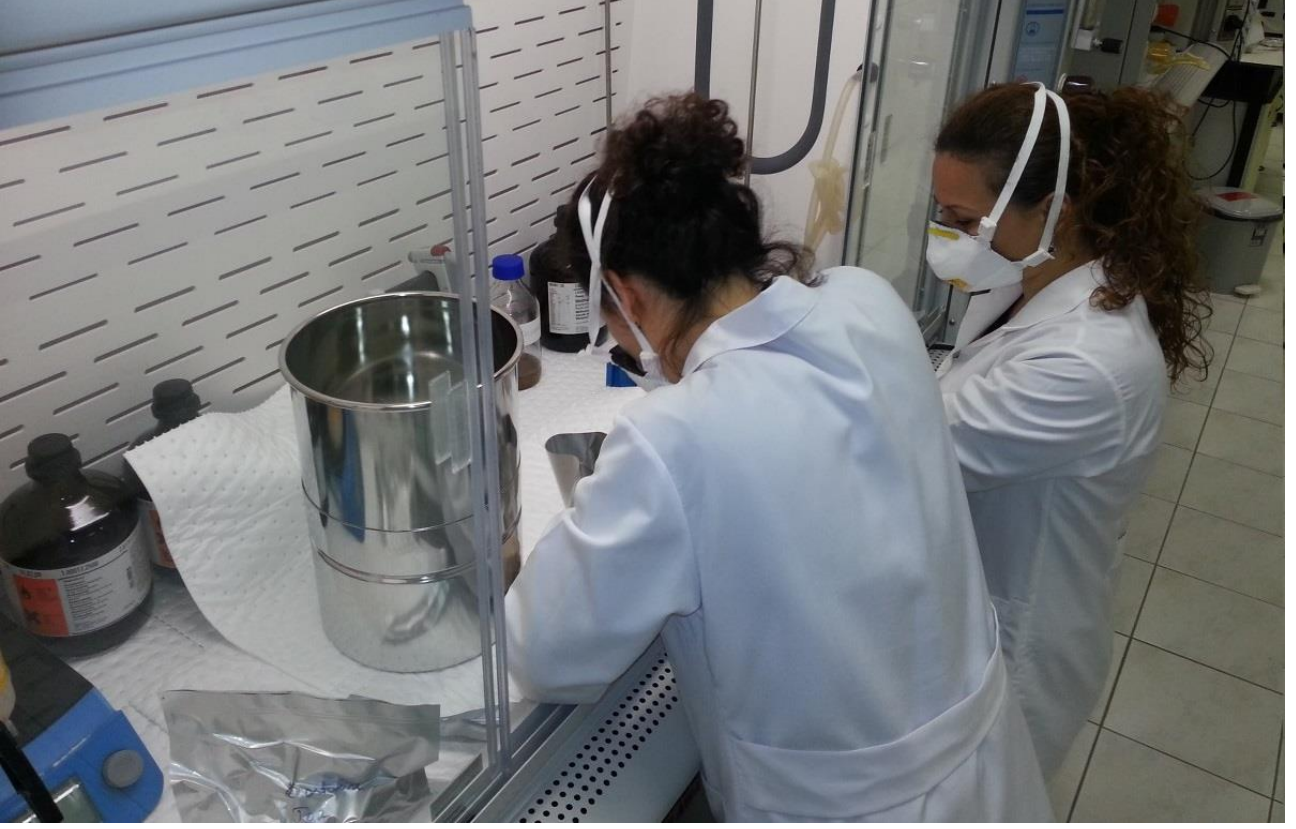
TÜBİTAK UME Kimya Grubu laboratuvarları 2000 yılından beri, ülke genelinde yeterlilik testi organizasyonları yapmakta olup bu çalışmalar Referans Malzemeler Laboratuvarının çekirdeğini teşkil etmektedir. Kimya grubu laboratuvarlarının (yeterlilik testleri gibi) ulusal ve (karşılaştırmalar gibi) uluslararası faaliyetleri, 2006 yılında başlayan Ulusal Marker projesi gibi ülke önceliklerini gözetten projelerde ölçüm kalitesini artırmak amacı ile referans malzeme üretimi için gereken teknik ve cihaz altyapısının oluşturulması çalışmaları başlatılmıştır. Bu üretimlerin bir standardizasyona sahip olması amacı ile 2007 yılından itibaren Referans Malzeme (RM) üretiminin Uluslararası kalite standartlarına uygun olarak yapılması için çalışmalara başlanmıştır. Bu kapsamda Avrupa Birliği desteği ile 2 aşamalı IPA projeleri ile teknik bilgi aktarımı sağlanmış ve IRMM danışmanlığında cihaz ve üretim altyapısı oluşturulmuştur.

Ayrıca, Kimya grubu laboratuvarlarının vermiş olduğu eğitim ve danışmanlık hizmetleri ve yeterlilik testi organizasyonları sayesinde ülkemizdeki laboratuvarlar ve Türkiye Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) ile yapılan görüşmeler neticesinde çeşitli referans malzemelerin üretilmesi talepleri toplanmıştır.

Gıda, Çevre ve Sağlık alanlarında tespit edilen ihtiyaçlar doğrultusunda, 2008 yılında SRM üretimi ve yeterlilik testi organizasyonunun TÜBİTAK UME tarafından yapılmasına, mevcut faaliyetlerin desteklenmesine ve geliştirilmesine karar verilmiştir. Bu amaçla, *European Metrology in Turkey* (EMIT-1) adı altında “IPA TR080209 - Kimyasal ve İyonlaştırıcı Radyasyon Metroloji Altyapısının Geliştirilmesi” adı altında Avrupa Birliği Katılım Öncesi Mali yardım kapsamında desteklenen projenin güçlendirilmesine karar verilmiştir. JRC-IRMM ve TÜBİTAK UME arasında Avrupa Birliği Bakanlığı’nın koordinasyonunda gerçekleşen proje ile 8 TÜBİTAK UME personeli JRC-IRMM yöneticiliğinde Belçika’da referans malzeme üretimi ve kalite yönetim sistemi konularında eğitim almıştır. Bu eğitimlerin ardından SRM ve Yeterlilik testi organizasyonu üretim alt yapısının kurulması projesi yine IPA projesi kapsamında Avrupa Birliği Bakanlığı’nın koordinasyonu ile gerçekleşmiştir.



Referans Malzemeler



Referans Malzemeler Laboratuvarı'nın, ülke laboratuvarlarının ihtiyaçları doğrultusunda belirlenmiş görevleri öncelikli olarak sağlık, gıda güvenliği ve çevre alanlarında ihtiyaç duyulan referans malzemeleri üretmek, yeterlilik testleri düzenlemek, kimyasal metroloji eğitimleri vererek konu hakkında farkındalığın artmasını sağlamaktır.

Kuruluş tarihinden itibaren hızla gelişen laboratuvar diğer Kimya Grubu Laboratuvarları ile birlikte ISO Guide 34 kalite alt yapısı oluşturulması ve Referans Malzeme Üretimi çalışmalarına başlamıştır. Referans Malzemeler Laboratuvarı diğer Kimya Grubu Laboratuvarları, Biyoanaliz Laboratuvarı, Elektrokimya Laboratuvarı, Gaz Metrolojisi Laboratuvarı, İnorganik Kimya Laboratuvarı ve Organik Kimya Laboratuvarı ile ortak çalışmalar yaparak Referans Malzemeler üretmektedir.

TÜBİTAK UME Referans Malzemeler Laboratuvarı 2012 yılında kurulmuştur. Çevre, sağlık ve gıda güvenliği alanlarındaki ölçümler için sertifikalı referans malzemeler gerektiğinden; laboratuvarın öncelikli amacı ülke genelinde yapılan tüm kimyasal ölçümlerin güvenilirliğinin garanti altına alınmasını sağlayacak referans malzemelerin üretimini ve sertifikasyonunu gerçekleştirmektir. Laboratuvar ayrıca talep doğrultusunda Kimya'da metroloji eğitimi vermekte (Training Metrology in Chemistry – TrainMiC) ve yılda iki kere yeterlilik testleri düzenlemektedir. "Kimyasal Ölçümlerde Belirsizlik Hesaplamaları" ve "Genel Metroloji" Eğitimleri ilgili sektörler için yılda iki kez verilmektedir. Referans malzeme üretimi ve sertifika değeri belirleme konusunda da danışmanlık verilmektedir. ISO Guide 34 kapsamındaki ilk uluslararası denetim TÜBİTAK UME'nin ürettiği ilk SRM (UME CRM 1301) üzerinden uluslararası denetçiler tarafından 12 Ekim 2012 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 15 Mart 2013 tarihinde EURAMET nezdinde sunularak EURAMET Kalite Teknik Komitesi tarafından TÜBİTAK UME'nin ISO Guide Kalite sistemi resmen onaylanmıştır.

TÜBİTAK UME'nin diğer Referans Malzemesi UME CRM 1201 de ISO Guide 34 kapsamında ikili gözden geçirme şeklinde 13-14 Haziran 2013 tarihinde denetime tabii tutulmuştur. TÜBİTAK UME ISO Guide 34 şartlarına uygunluğu açısından 21 Aralık 2016 tarihinde TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

LABORATUVARIN ENDÜSTRİYEL HİZMETLERİ

	REFERANS MALZEME KODU	REFERANS MALZEME ADI
1	UME CRM 1201	Kaynak Suyunda Elementler
2	UME CRM 1202	Fındıkta Elementler
3	UME CRM 1203-1	Motorinde Kükürt
4	UME CRM 1203-2	Motorinde Kükürt
5	UME CRM 1204	Atık Suda Elementler
6	UME CRM 1205	Kolemanit
7	UME CRM 1301	Kloramfenikol
8	UME CRM 1302	Kuru İncirde Aflatoksin
9	UME CRM 1308	Liyofilize serumda 25-hidroksi vitamin D2 ve 25-hidroksi vitamin D3
10	UME CRM 1309	Sakkaroz
11	UME CRM 1310	Glikoz
12	UME CRM 1311	Fruktoz
13	UME CRM 1312	Bal (şeker katkısız)
14	UME CRM 1313	Bal (şeker katkılı)
15	UME CRM 1314	Plazmada Aminoasitler, Liyofilize
16	UME CRM 1315	İdrarda Organik Asitler, Liyofilize
17	UME CRM 1401	Sertifikalı pH 4 Tamponu
18	UME CRM 1402	Sertifikalı pH 7 Tamponu
19	UME CRM 1403	Sertifikalı pH 10 Tamponu
20	UME CRM 1501	Motorinde Çoklu Parametre
21	UME CRM 1502	Motorinde Çoklu Parametre
22	UME RM 1001	%100 Dana Eti Liyofilize Toz
23	UME RM 1002	%100 Domuz Eti Liyofilize Toz
24	UME RM 1003-1	Dana Eti içinde %1 Domuz Eti Liyofilize Toz
25	UME RM 1003-2	Dana Eti içinde %10 Domuz Eti Liyofilize Toz
26	UME RM 9901b	Motorinde Toplam Kirlilik
27	UME RM 9902a	Buğday Unu
28	UME RM 9903	Ayçiçek Yağı
29	UME RM 9904	Siyah Çay
30	UME RM 9905	Süzme Çiçek Balı
31	UME RM 9905a	Süzme Çiçek Balı
32	UME RM 9906	Ayçiçek Yağı
33	UME RM 9907	Kayısıda Kükürt Dioksit
34	UME RM 9908	Toprakta toplam organik madde (TOM) ve kireç
35	UME RM 9909	Fındıkta aflatoksin ve yağ
36	UME RM 9910	Yemeklik yağda mineral yağ
37	UME RM 9911	Toprakta pH
38	UME RM 9912	Hayvan Yemi
39	UME RM 9913	Biyoetanol-Ülusal Marker Uyumluluk Test Malzemesi
40	UME RM 9914	Benzin-Ülusal Marker Uyumluluk Test Malzemesi
41	UME RM 9915-1	İdrarda Organik Asitler Liyofilize Seviye 1
42	UME RM 9915-2	İdrarda Organik Asitler Liyofilize Seviye 2
43	UME RM 9915-3	İdrarda Organik Asitler Liyofilize Seviye 3
44	UME RM 9916-1	Plazmada Aminoasitler Liyofilize Seviye 1
45	UME RM 9916-2	Plazmada Aminoasitler Liyofilize Seviye 2
46	UME RM 9916-3	Plazmada Aminoasitler Liyofilize Seviye 3

Laboratuvar aşağıda listesi verilen yeterlilik testlerini organize etmektedir.

KOD	ADI
KAR-G3RM-120	Atıksuda KOİ Tayini
KAR-G3RM-130	Atıksuda Metal Tayini (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, ve Zn) Tayini
KAR-G3RM-140	İçme Suyunda Anyon (florür, fosfat , klorür, nitrat , nitrit ve sülfat) Tayini
KAR-G3RM-150	İçme Suyunda Metal (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg,Mn,Ni, Pb, Sb ve Zn) Tayini
KAR-G3RM-160	Suda Katyon (kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum ve amonyum) Tayini
KAR-G3RM-170	Suda PAH Tayini
KAR-G3RM-180	Suda PBDE Tayini
KAR-G3RM-190	Suda pH Tayini
KAR-G3RM-200	Suda İletkenlik Tayini
KAR-G3RM-210	Suda Askıda Katı Madde Tayini
KAR-G3RM-300	Klinik Kimya Paneli (Albumin, Alkalen Fosfataz (ALP), Alanin Aminotransferaz (ALT), Amilaz (Toplam), Aspartat Aminotransferaz (AST), Bakır, Bilirubin (Direkt), Bilirubin (Toplam), Demir, Demir Bağlama Kapasitesi, Fosfor (İnorganik), Glukoz, Kalsiyum, Klor, Kolesterol (HDL), Kolesterol (LDL), Kolesterol (Toplam), Kolesterol (VLDL), Kreatin Kinaz (CK), Kreatin Kinaz-MB (CK-MB), Kreatinin, Laktat, Laktat Dehidrogenaz (LDH), Lipaz, Magnezyum, Potasyum, Protein: Toplam, Sodyum, Transferrin, Trigliserid, Üre, Ürik Asit)
KAR-G3RM-400	Toprakta pH Tayini
KAR-G3RM-410	Toprakta İletkenlik Tayini
KAR-G3RM-420	Toprakta Element Tayini
KAR-G3RM-500	Gıda Maddelerinde Nem, Kül, Yağ ve Protein Tayini
KAR-G3RM-510	Gıda Maddelerinde Aflatoksin Tayini
KAR-G3RM-520	Ketçapta Benzoat ve Sorbat Tayini
KAR-G3RM-530	Salçada Metal (Cd, Cu, Fe, Pb, Zn ve Sn) Tayini
KAR-G3RM-540	Ayçiçek Yağında Yağ Asitleri Kompozisyonu Tayini
KAR-G3RM-550	Ayçiçek Yağında Kırılma İndisi, Peroksit Sayısı ve İyot Sayısı Tayini
KAR-G3RM-560	Domateste Klorlu Pestisit Tayini
KAR-G3RM-570	Çayda Pestisit Tayini
KAR-G3RM-580	Balda HMF, Glikoz, Fruktoz ve Sakkaroz Tayini
KAR-G3RM-590	Balda d13C İzotop Tayini
KAR-G3RM-600	Kuru Kayısıda Kükürt Dioksit (SO2) Tayini
KAR-G3RM-800	Biodizelde Yağ Asitleri (Palmitik Asit, Oleik Asit, Linoleik Asit ve Stearik Asit) Tayini
KAR-G3RM-900	Atık Yağda Element Tayini
KAR-G3RM-9900	Özel Yeterlilik Testleri
KAR-UME-100	Laboratuvarlar Arası Karşılaştırmalar

Laboratuvarda Bulunan Cihaz ve Sistemler

- Lazer difraksiyon parçacık büyüklük dağılımı analiz cihazı
- Titreşimli Elekli Parçacık Büyüklük Dağılım Analiz Cihazı
- Hava Jeti Elekli Parçacık Büyüklük Dağılım Analiz Cihazı
- Karl Fischer (Kulometrik) Nem Tayin Cihazı
- UPLC (DAD ve FLD dedektörlü) Sıvı Kromatografi Cihazı
- Etüvler (240 L ve 720 L kapasiteli)
- Liyofilizatörler (Pilot [0,6 m² raf alanı] ve Üretim [3,9 m² raf alanı])
- Çeşitli Değirmenler (kriojenik titreşimli, merdaneli, çeneli, diskli, ayarlanabilir hızlı çarklı, gezegensel bilyalı, havanlı, universal bıçaklı)
- Elek Sistemleri
- Çeşitli Homojenizatörler (V-Tipi [150 L], 3-D [2, 20 and 350 L kapasiteli])
- Otomatik Toz Dolum Cihazı
- Ultrasonik Yıkama Makinası



Büyük ve Orta Ölçekli Liyofilizatör



Çeşitli Homojenizatörler

- Ham madde saklama depoları (-20 °C, +4 °C)
- Ürün saklama depoları (-20 °C, +4 °C ve +18 °C)
- Dondurucular (-86 °C ve -20 °C)
- Lazer Difraksiyon Parçacık
- Büyüklük Dağılım Analiz Cihazı
- Pilot Ölçekli Liyofilizatör
- Dolaplar (+4 °C)
- İklimlendirme Test Kabinleri
- Laminar Akış Kabinleri
- Glove Box Sistemleri
- Çeker Ocaklar
- Su Sıfırlama Sistemi
- Titreşimli Besleyici ve Örnek Bölme Makinası
- Vakumlu Parçalayıcı
- Vakumlu Saşe Paketleme Makinesi
- Endüstriyel Bulaşık Makineleri



Saklama Depoları

MEKANİK GRUBU LABORATUVARLARI



AKIŞKANLAR LABORATUVARI

Akışkanlar Laboratuvarı; Su Debisi, Gaz Debisi ve Hava Hızı Laboratuvarı olmak üzere üç alt laboratuvarından oluşmaktadır. Laboratuvarlar tarafından sağlanan hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmektedir.

SU DEBİSİ LABORATUVARI

UME Su Debisi Laboratuvarı; ülke endüstrisinin su sayaçları ölçüm ve kalibrasyon hizmetlerini karşılamak amacı ile kurulmuştur. Laboratuvarında bulunan birincil seviye referans sistemlerin kapasitesi 0,01 m³/h ile 2000 m³/h debi aralığını kapsamaktadır ve ölçüm belirsizliği % 0,06 değerinin altındadır.



Su Debisi Laboratuvarı

Laboratuvarında su besleme sistemi; laboratuvar içerisinde bulunan 300 m³ hacimli havuzdan veya laboratuvar dışında bulunan 35 m yüksekliğindeki su kulesinde bulunan 50 m³, 15 m³ ve 5 m³ hacimli sabit seviye tanklarından yapılmaktadır. Ölçüm hatlarına su besleme için çok sayıda frekans kontrollü pompalar bulunmaktadır. Bu pompaların maksimum debileri 20 m³/h ile 1000 m³/h arasında değişmektedir ve direk ya da su kulesi tankları üzerinden sistemi besleyecek şekilde ölçüm hatlarına bağlanmıştır.

Su sıcaklığının kontrol edilmesi gereken ölçümler için (örneğin sıcak su sayaçları), laboratuvarında ayrıca su sıcaklık kontrollü, su havuzundan bağımsız olarak çalışan ve ölçüm hattına sıcak veya soğuk su veren iki ayrı tank mevcuttur. Su Debisi Laboratuvarı'nda toplam 15 adet ölçüm hattı vardır ve bu ölçüm hatlarının çapları DN-250 ve DN-5 aralığında değişmektedir. Bu ölçüm paslanmaz çelik borulardan oluşup, otomatik vanalar, değişik türdeki referans akış ölçerler (Coriolis, manyetik ve ultrasonik) ve sıcaklık/basınç sensörleri ile donatılmıştır. Laboratuvarında gravimetrik esaslı birincil seviye sistemler referans olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerden dört adet mevcut olup, hepsi Türkiye'de tasarlanmış ve imal edilmiştir. Sistemlerin maksimum tartım kapasiteleri 10 kg, 1 ton, 5 ton ve 30 tondur. Sistemlerin tamamı flying start and stop modunda kullanılmaktadır. Bunların haricinde 1 adet Piston Prover hacimsel debi ölçüm sistemi bulunmaktadır.

Su Debisi Laboratuvarı'nda bulunan tüm ekipman ve cihazlar bir PLC sistemi tarafından kontrol edilmekte ve ölçümler bilgisayar aracılığıyla yapılmaktadır. Laboratuvarda yapılabilen ölçümler aşağıda sıralanmıştır.

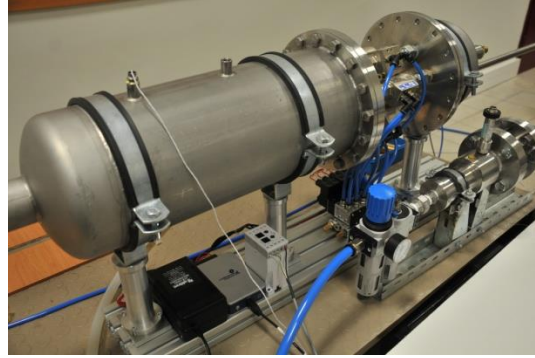
- Su sayaçlarının kalibrasyonu ve testleri
- Sıcak ve soğuk su sayaçlarının testi
- Vana, armatür ve pompa deneyleri

GAZ DEBİSİ LABORATUVARI

Gaz Debisi Laboratuvarı'nda bulunan çok sayıdaki gaz debisi referans cihazları; 1 ccm'den 14100 m³/h kadar geniş bir debi aralığını kapsamaktadır. Laboratuvarda farklı tipteki gaz sayaçları ve debimetre cihazlarının kalibrasyonları ve testleri yapılabilmektedir. Laboratuvarda birincil seviye referans sistemi Bell-Prover cihazıdır. Bu cihaz atmosfer basıncı koşullarında 0,2 m³/h ile 100 m³/h debi aralığını % 0,2 belirsizlik değeri ile kapsamaktadır. Bell-prover cihazının ana parçaları çan şeklindeki bir silindir, silindir ağırlığını dengede tutan bir karşı ağırlık ve silindir hareketini ölçen bir dönel enkoderdan oluşmaktadır.



Bell-Prover Sistemi



Sonik Nozul Bank Gaz Debisi Kalibrasyon ve Test Cihazı

Silindir içerisine hava dolarken gaz basıncı ile yukarı doğru hareket eden çanın zamana karşı yer değiştirmesi dönel enkoder vasıtasıyla ölçülerek içerisine dolan hacim ve debi değeri elde edilmektedir. Bell prover cihazı UME Boyutsal, Basıncı, Zaman-Frekans ve Sıcaklık Laboratuvarları'ndan izlenebilir. Laboratuvarda bulunan tüm diğer referans cihazların izlenebilirliği Bell-Prover cihazından sağlanmaktadır.

Düşük gaz debileri için kullanılan diğer referans cihazlar ıslak tip gaz sayaçları (İng. wet gas meters) ve kuru piston (dry piston) cihazlarıdır. Islak tip gaz sayaçları ile 2 l/h - 18 000 l/h debi aralığı % 0,25 belirsizlikle, kuru piston cihazları ile de 1 ccm - 50 LPM debi aralığında % 0,25 belirsizlikle hizmet verilmektedir.

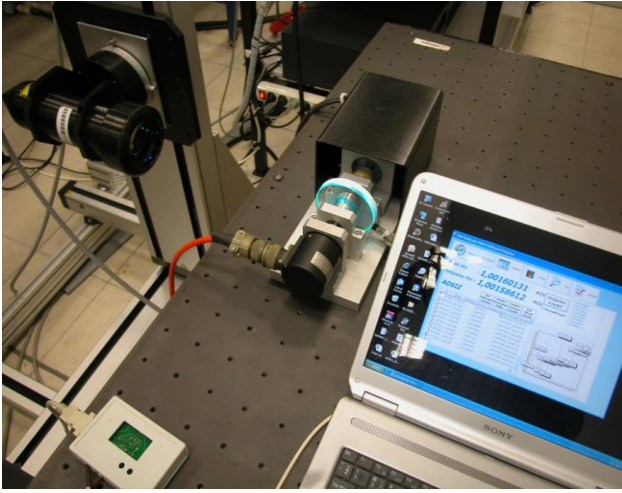
UME Gaz Debisi Laboratuvarı'nda yeni ölçüm cihazları geliştirilmektedir. Sonik nozul bank gaz debisi ölçüm ve kalibrasyon sistemi laboratuvarda geliştirilen cihazlara en yeni örneklerdir. Bu sistem maksimum altı nozul ile çalışmakta ve her bir nozul debi aralığı giriş hava basıncı ve nozulun çapı aracılığıyla kontrol edilmektedir. Sonik nozul sistemi çok kararlı seviyede 120 m³/h debisine kadar kesintisiz sabit hava akışını % 0,21 belirsizlikle sağlayabilmektedir. Tüm sistem bilgisayar aracılığıyla kontrol edilmektedir. Müşteri ihtiyaçları ve isteklerine göre özellikle doğal gaz dağıtıcı firmaları ve gaz sayacı üreticileri için sonik nozul bank kalibrasyon ve test cihazları üretilmektedir.

Laboratuvarlarda ayrıca çok sayıda türbinmetre cihazı, referans cihazlar olarak atmosfer basıncı koşullarında kullanılmaktadır. Bu türbinmetre cihazları ve test sistemleri ile UME Gaz Debisi Laboratuvarı tarafından aşağıda verilen debi aralıklarında test ve kalibrasyon hizmetleri verilmektedir:

- 10 m³/h - 6600 m³/h debi aralığında % 0,45 belirsizlikle
- 14100 m³/h debi değerine kadar % 0,80 belirsizlikle

HAVA HIZI LABORATUVARI

UME Hava Hızı Laboratuvarı'nda 0,5 m/s ile 40 m/s hava hızı aralığında değişik tipteki anemometrelerin ve hava hızı ölçerlerin kalibrasyon ve test hizmetleri Eyfel tipi 315 mm nozul çıkışlı açık Rüzgar Tüneli vasıtasıyla verilmektedir.

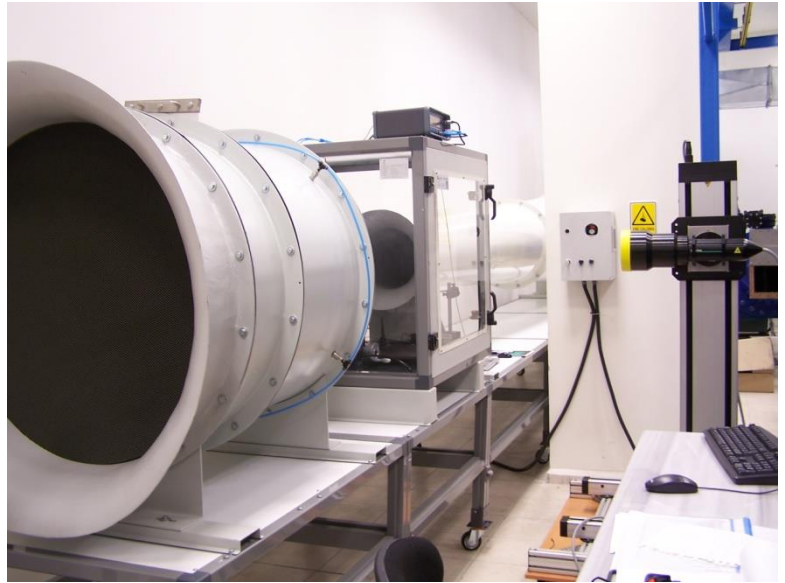


Laboratuvarlarda iki boyutlu bir Lazer Doppler Anemometre (LDA) cihazı ana referans olarak kullanılmaktadır. Bu cihazın birincil seviyedeki kullanımını sağlamak amacıyla bir döner disk cihazı laboratuvarlarda geliştirilmiştir. Bu cihaz basit olarak sabit hızlarda dönen bir cam tekerlekten oluşmaktadır. LDA cihazının kalibrasyonu tekerleğin üst yüzeyinde hız ölçümleri gerçekleştirilerek yapılmaktadır. Tekerleğin yüzeyel (yada çizgisel) hızı açısal hız ve tekerlek çapına bağlı olmasından dolayı; LDA cihazının izlenebilirliği UME Boyutsal ve Zaman-Frekans Laboratuvarı tarafından sağlanmaktadır. Laboratuvarlarda yapılan çoğu kalibrasyon ve testlerde pitot tüp cihazı referans olarak kullanılmaktadır.

Döner Disk Cihazı ve LDA Sisteminde Bir Kalibrasyon Ölçümü

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

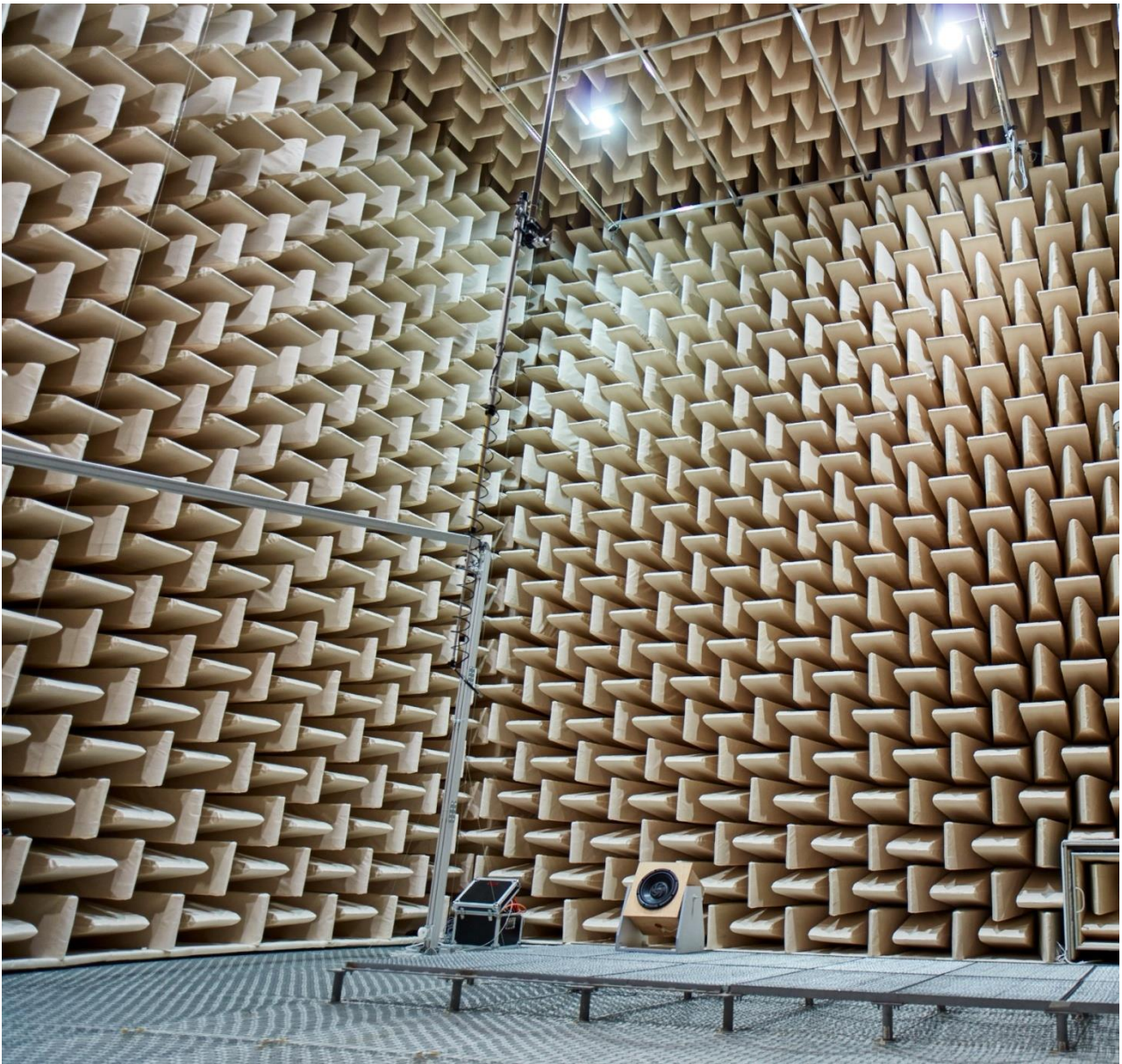
- FP7 EMRP Projesi, HLT07 MeDD İlaç Dağıtımı İçin Metroloji (2012-2015)
- FP7 EMRP Projesi, METEOMET-Meteoroloji için Metroloji (2011-2014)



TÜBİTAK UME Rüzgar Tüneli

AKUSTİK LABORATUVARI

UME Akustik Laboratuvarı'nın temel amacı akustik, titreşim ve gravite alanlarında ölçüm büyüklüklerin standartlarını birincil seviyede oluşturmak, muhafaza etmek, geliştirmek, uluslararası metroloji sistemine uluslararası karşılaştırmalar yoluyla entegre etmek ve verilen kalibrasyon, ölçüm ve deney hizmetleri ile ülke içerisinde veya dışında kurulu alt seviyedeki laboratuvarlara izlenebilirlik sağlayarak ölçüm birliğini oluşturmaktır. Laboratuvar faaliyet alanlarında ülke ihtiyaçları ve paydaşların talepleri doğrultusunda ilgili konularda araştırma projeleri üretmek laboratuvarın diğer bir amacıdır. Bu bağlamda laboratuvar, Avrupa Metroloji Araştırma Programları (EMRP ve EMPIR) ve diğer tabanlarda Ar-Ge projelerinde görev almaktadır. Bu tip projeler, laboratuvarın yurtdışı işbirliklerinin, deneyim ve tecrübenin artmasını sağlamaktadır. Akustik Laboratuvarı; Akustik ve Titreşim Laboratuvarı olmak üzere iki alt laboratuvardan oluşmaktadır. Laboratuvarlar tarafından sağlanan hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmektedir.



Endüstriyel Ürünlerin Tam Yansısız Oda İçerisinde Ses Güç Düzeyi Belirlenmesi

AKUSTİK LABORATUVARI

Laboratuvarda ses basıncı birimi standardının birincil düzeyde oluşturulması ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Ayrıca; akustik ölçümlerde kullanılan cihaz ve dönüştürücülerin birincil ve ikincil seviyelerdeki kalibrasyonları, özel akustik odaların karakterizasyonu, ses/gürültü kaynaklarının ses basıncı ve ses gücü ölçümleri, yapı malzemelerinin ses yutma katsayısı ve kapalı hacimlerin çınlanım süresi ölçümleri laboratuvar tarafından gerçekleştirilmektedir.



Yapı Malzemelerinin Çınlanım Odasında Ses Yutma Katsayısı Ölçümleri

Laboratuvar tarafından ses basıncı birimi standardı 10 Hz - 25 kHz frekans aralığında IEC 61094-2 standardına göre oluşturulmuş olup, standardın diğer ülkelerin ulusal standartları ile eşdeğerlik dereceleri çeşitli uluslararası anahtar karşılaştırmalarda elde edilen sonuçlarla belirlenmiştir. Ulusal standardın belirsizliği önde gelen ulusal metroloji enstitülerin standartlarının belirsizliği ile kıyaslanabilecek düzeydedir. Ulusal standardın değeri çeşitli cihaz ve dönüştürücülerin, örneğin; mikrofona, ses kalibratörleri, kalibrasyonları üzerinden alt seviyeye aktarılmaktadır. Ayrıca laboratuvar tarafından ısıtma değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan odyometre ve benzeri cihazlar için izlenebilirlik sağlanmaktadır. 50 Hz alt limit frekansına sahip tam yansız oda, çınlanım odası ve geniş cihaz ve ölçüm altyapısı ile laboratuvar, ülke içinde ve dışında akustik alanında birçok hassas ölçümleri yapacak ve akustik metrolojisinin gerekli olduğu projelere katkı sağlayacak düzeydedir. Yurtiçi ve yurtdışında, çeşitli projelere ve Avrupa Metroloji Araştırma Programlarına katkı sağlamaktadır.

Laboratuvar ülkemizi Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Komitesi nezdindeki Akustik, Ultrasonik ve Titreşim Danışmanlık Komitesi (CCAUV), Avrupa Metroloji Enstitüler Birliği (EURAMET) Akustik, Ultrasonik ve Titreşim Komitesi (TC-AUV) ve alt komitelerinde, IMEKO Titreşim Ölçümleri Teknik Komitesinde (TC- 22) temsil etmektedir. Laboratuvar temsilcileri özellikle CCAUV Statejik Planlama Çalışma Grubu (SPWG) ve TC-AUV Kalibrasyon ve Ölçüm Yeteneklerinin Değerlendirmesi Çalışma Grubu'nda etkin olarak görev almaktadırlar.

TİTREŞİM LABORATUVARI

Laboratuvarıda doğrusal ivme birimi standardının birincil düzeyde oluşturulması ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Titreşim ve kuvvet ölçüm ve deneylerinde kullanılan cihaz ve dönüştürücülerin birincil ve ikincil seviyelerdeki kalibrasyonları, titreşim ölçümleri de laboratuvarın faaliyetleri arasında yer almaktadır.

Doğrusal ivme biriminin ulusal standardı, ISO 16063-11 standardına uygun olarak lazer interferometresi ile oluşturulmuştur. Oluşturulan standart kullanılarak referans ivmeölçerlerin 10 Hz - 10 kHz frekans aralığında mutlak kalibrasyonları gerçekleştirilmektedir. Birincil seviyede kalibrasyonu yapılmış ivmeölçerler karşılaştırma yöntemiyle gerçekleştirilen kalibrasyonlarda referans olarak kullanılarak doğrusal ivme birimi standardının değeri alt seviyelere aktarılmaktadır. Yakın gelecekte doğrusal ivme birimi standardının çalışma bölgesinin daha düşük frekanslara kadar genişletilmesi planlanmaktadır. Titreşim laboratuvarı tarafından çeşitli titreşim dönüştürücülerin, titreşim kaynaklarının ve titreşim ölçme cihazlarının kalibrasyonları gerçekleştirilmektedir. Ulusal şok birimi standardının birincil düzeyde oluşturulması ve böylece şok alanında kalibrasyon hizmetlerinin verilmesi laboratuvarın kısa dönem hedefleri arasında yer almaktadır.



Mutlak Gravimetre Cihazları

Laboratuvar çok az sayıda Ulusal Metroloji Enstitü'nün sahip olduğu yerçekimi ivmesi ölçme yeteneğine sahiptir. Yerçekimi ivmesi ölçümlerinin yapılması için laboratuvar altyapısında serbest düşme prensibi ile çalışan 1 adet FG5X ve 2 adet A10 olmak üzere 3 adet mutlak gravimetre cihazı bulunmaktadır. FG5X mutlak gravimetre cihazı 2 μGal ($1 \text{ Gal}=1 \text{ cm/s}^2$), A10 mutlak gravimetre cihazı ise 10 μGal 'lik belirsizlikle ölçüm yapma imkanı sağlamaktadır. Mutlak gravimetre cihazları ile TÜBİTAK UME Titreşim Laboratuvarı'nda bulunan referans gravite noktasında yerçekimi ivmesi değeri sürekli izlenmektedir.

Gravite alanındaki ölçüm yetenekleri laboratuvar tarafından katılım sağlanan dünya çapında CCM.G-K1 ve CCM.G-K2.2017 anahtar karşılaştırmalarla teyit edilmiştir. Mutlak gravimetre cihazları ile yerçekimi ivmesi ölçümleri gerçekleştirilerek kütle biriminin yeniden tanımlanmasına yönelik TÜBİTAK UME'de kurulmuş olan "Kible Watt Balans Sistemi"ne de destek verilmektedir. Ayrıca gravite alanında ülke çapında büyük ölçekli araştırma projelerine önemli katkılar sağlanmaktadır.

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- TARAL 1001 projesi, Marmara Bölgesinde Düşey Yerkabuğu Hareketlerinin Mutlak Gravite ve GPS Ölçüleri ile Araştırılması (2008 – 2011)
- FP7 EMRP Projesi, Evrensel Kulak Simülatörü ve İşitilemeyen Sesin Algılanması İçin Metroloji (2012 - 2015)
- FP7 EMRP Projesi, Tedavi Edici Ultrasonik İçin Metroloji (2012 - 2015)
- FP7 EMRP Projesi, Havada Ses İçin Watt Biriminin Oluşturulması, Dağıtılması ve Uygulamaları (2013 - 2016)
- Katı Malzemeler İçerisinde Ses Hızı Ölçümü (2013 - 2014)
- Medikal Metroloji Araştırma Laboratuvarı Kurulumu (2013 - 2015)
- SASO NMCC Akustik Laboratuvarının Kurulması (2014 - 2017)
- SASO NMCC Titreşim Laboratuvarının Kurulması (2014 - 2017)
- SASO NMCC'de Yerçekimi İvmesi Ölçümü Yeteneğinin Kazandırılması (2014 - 2017)
- Türkiye Yükseklik Sistemi Modernizasyonu ve Gravite Altyapısının İyileştirilmesi Projesi (2015 - 2019)
- UFUK 2020 EMPIR Projesi, Çağdaş İşitme Değerlendirmesi ve Toplum Sağlığının Yeni Nesil Gürültü Kaynaklarından Korunması İçin Metroloji, EARS II (2016 - 2019)

BASINÇ LABORATUVARI

Basınç Laboratuvarı, basınç metrolojisi konusunda kütle ve türetilmiş büyüklükler kapsamında BIPM CMC (Kalibrasyon ve Ölçüm Kabiliyetleri) veri tabanında toplam 12 adet ölçüm büyüklüğü ile yer almaktadır.

Laboratuvarda, SI birim sistemindeki basınç birimi Pascal (Pa)'ın birincil düzeyde oluşturulması, geliştirilmesine yönelik çalışmalar öncelikli faaliyetler arasında bulunmaktadır.

Basınç Laboratuvarı'nda hidrolik ve pnömatik olarak mutlak ya da bağıl basınç ölçümleri yapılmaktadır. Yüksek basınç ölçümleri pnömatik (gaz veya hava ile çalışan) sistemlerde 20 adet dead weight kullanarak, 20 Pa - 100 MPa aralığında, yaklaşık 25 ppm - 44 ppm belirsizlik değeri ile gerçekleştirilmektedir. Hidrolik sistemlerde bu durum 15 adet dead weight kullanarak, $8 \cdot 10^5$ Pa - 500 MPa aralığında, yaklaşık 49 ppm - 110 ppm belirsizlik değerinde gerçekleştirilmektedir.

Basınç Laboratuvarı'nda referans cihaz ve sistemler olarak, birincil seviye basınç ölçüm cihazları olarak da bilinen pistonlu basınç standartları (dead weight tester) kullanılmaktadır. Basınç Laboratuvarı, 44'ü aşkın referans cihaz ve sistemleri ile alanında yüksek teknolojiye sahip cihaz ve sistemlerle donatılmış laboratuvarlar arasında bulunmaktadır. Ayrıca kalibre edilecek cihazın belirsizliği göz önünde bulundurularak yüksek doğrulukta kalibratörler de kullanılmaktadır.

Basınç Laboratuvarı tarafından basınç metrolojisi, basınç ölçerlerin kalibrasyon metotları, ölçüm teknikleri ve belirsizlik hesapları ile kuruluşların laboratuvar kurma ve laboratuvar akreditasyonu aşamasında ihtiyaç duyduğu teknik kriterler konularında danışmanlık hizmeti verilmektedir.



Hidrolik Basınç Ölçümleri



Dinamik Basınç Dönüştürücü Ölçümleri



Laboratuvar Projelerinden Örnekler

FP7 EMRP Projesi, IND09 - Mekanik Büyüklüklerin İzlenebilir Dinamik Ölçümleri (2011 - 2014)

Dinamik Basınç Dönüştürücü Ölçümleri

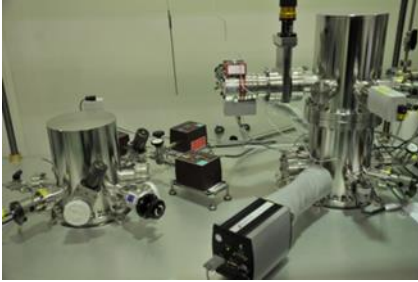
VAKUM LABORATUVARI

Genel olarak dört ana başlık altında faaliyetlerini sürdürmektedir: Ulusal vakum standardı çok aşamalı statik genişleme sistemi MSSEI (Multi-Stage Static Expansion System), ikincil seviye vakum kalibrasyon sistemi, sızıntı ölçümleri ve kütle spektrometresi ölçümleri.

Bu kapsamda tüm ikincil seviye vakum ölçer kalibrasyonları ikincil seviye standart olan VGMS (Vacuum Gauge Metrology System) sistemi üzerinde gerçekleştirilmektedir. Sistemin basınç çalışma aralığı 10^{-4} Pa - $1,33 \cdot 10^5$ Pa, bağıl genişletilmiş belirsizliği $8,3 \cdot 10^{-2}$ - $7,9 \cdot 10^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Referans standartların izlenebilirliği ise MSSEI birincil seviye standart statik sistem üzerinden sağlanmaktadır. Sistemin basınç çalışma aralığı $9 \cdot 10^{-4}$ Pa - 10^3 Pa, bağıl genişletilmiş belirsizliği $2,1 \cdot 10^{-3}$ - $9,5 \cdot 10^{-4}$ olarak belirlenmiştir. Uluslararası alanda gerçekleştirilen karşılaştırma (EUROMET 442 A/B Projesi) ile Statik Sistem Avrupa Birliği tarafından kabul görmüştür.

Avrupa Birliği Projesi kapsamında, sızıntı standartları ve dedektörleri kararlılık ölçümleri, kuadropol kütle spektrometresi kararlılık ölçümleri ve parametrelerinin hassasiyet üzerindeki etkilerinin incelenmesi gibi konular da laboratuvarın çalışma alanlarına girmiştir.

Vakum Laboratuvarı tarafından vakum metrolojisi, vakum ölçerlerin kalibrasyon yöntemleri, ölçüm teknikleri ve belirsizlik hesapları ile kuruluşların laboratuvar kurma ve laboratuvar akreditasyonu aşamasında ihtiyaç duyduğu teknik kriterler konularında danışmanlık hizmeti verilmektedir.



Dinamik Vakum Sistemi



İkincil Seviye Vakum Ölçer Kalibrasyon Sistemi (VGMS)



Birincil Seviye Vakum Standardı
"Çok Aşamalı Statik Genişleme
Sistemi" (MSSEI)

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- FP7 EMRP Projesi, IND12 - Endüstriyel Uygulamalar İçin Vakum Metrolojisi (2011 - 2014)
- Dinamik Vakum Sisteminin Geliştirilmesi (2013 - 2014)
- Manometrik Gaz Karışım Sisteminin Kurulumu (2013 - 2014)

BOYUTSAL LABORATUVARI

TÜBİTAK UME Boyutsal Laboratuvarı'nın çalışma alanları, uzunluk birimi metre ile ilgilidir. Metre SI birimi olup, 1983 yılında ışığın vakum ortamında 1/299 792 458 saniyede aldığı mesafe olarak yeniden tanımlanmıştır. Bu birim, UME Zaman-Frekans ve Dalgaboyu Laboratuvarları'nda bulunan stabilize lazerler tarafından elde edilir ve izlenebilirlik, Boyutsal Laboratuvarı'nda ölçüm amacıyla kullanılan ve "metre" biriminin endüstriye aktarılmasını sağlayan lazerlerin bu stabilize lazerle karşılaştırılması ile gerçekleştirilir. Boyutsal Laboratuvarları halen mühendislik ve boyutsal metroloji alanında aşağıda verilen 6 farklı çalışma alanına sahip laboratuvarlarda faaliyetlerini sürdürmektedir.

MASTAR BLOKLARI VE İNTERFEROMETRİK ÖLÇÜMLER LABORATUVARI

Malzemelerin boyutları, interferometrik ölçüm yöntemi kullanarak, uluslararası kabul görmüş dalgaboyu standartları ile karşılaştırılarak ölçülebilir. Bu şekilde, uluslararası kurumlarca tanımlandığı şekilde, uzunluk SI birimi metre'ye doğrudan bağlantı sağlanmış olur. İnterferometrik metot ile, ölçümü yapılacak nesnenin boyunca gönderilen lazerin dalgaboyları, özel yöntemler ile sayılır, interpolasyonu yapılır ve onlarca metreden, nanometre boyutlarına kadar ölçme aralığında ölçüm gerçekleştirilmiş olur.



Master Bloğu İnterferometresi



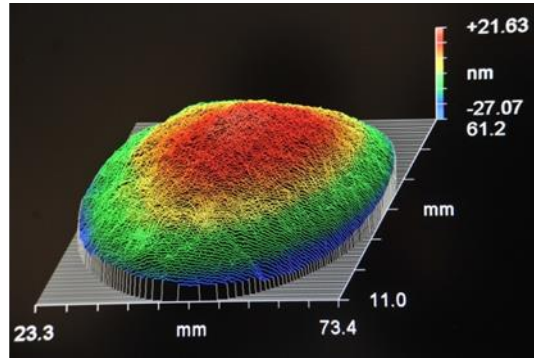
Uzun Master Bloğu Komparatörü

Yüksek sınıf değerlerine sahip master bloklarının kalibrasyonu interferometrik yöntem ile yapılmaktadır. 300 mm boya kadar olan master bloklarının kalibrasyonu, otomatik master bloğu interferometresinde, farklı dalga boyunda iki adet kararlı lazer ile karşılaştırılarak gerçekleştirilmektedir. 100 mm ile 1000 mm arasındaki master bloklarının kalibrasyonu, yüksek doğruluğa sahip uzun master bloğu komparatöründe yapıldığı gibi, uzunluk laboratuvarında bulunan UME yapımı Köster interferometresi ile de yapılabilmektedir. Ayrıca kısa master blok kalibrasyonları talep doğrultusunda interferometrik veya mekanik yöntem ile yapılmaktadır.

Optik yüzeylerin (optik flat, ayna, platen gibi) düzlemsellik ölçümleri ve retro-reflektör kalibrasyonları Zygo Verifire İnterferometresi ile yapılmaktadır ve burada 150 mm'ye kadar çap değerine sahip parçaların yüzeyleri ölçülebilmektedir.



Zygo Düzlemsellik İnterferometresi



Düzlemsellik Ölçüm Sonucu

AÇI ÖLÇÜMLERİ LABORATUVARI

SI açi birimi “radyan”dır ve bir çemberde yarıçapa eşit yayın gördüğü açi olarak tanımlanmaktadır. Endüstride açi ölçümlerinde derece birimi (°) kullanılmaktadır. Bir tam dairenin (2π radyan), 360 eşit parçaya bölünmesi ile derece birimi elde edilmektedir. Derece 60 eşit parçaya bölünerek dakika (') ve 3600 eşit parçaya bölünerek arc saniye birimi (") elde edilmektedir. Açi için temel birincil seviye bir standart mevcut değildir ve izlenebilirlik, dairenin (360 derecenin) kendi kendine kalibrasyon (self-calibration) tekniği kullanılarak eşit parçalara bölünmesi ile elde edilir.

UME’de ulusal açi standardı, dairenin, Heidenhein ERP 880 enkoder (0,001” çözünürlükte) bağlanmış, hava yastıklı döner tabla kullanarak, hassas bir şekilde bölünmesi ile elde edilmektedir. Yüksek doğruluklu, çok küçük adımda açılabilir büyüklükler tablaya ait nano pozisyonlama mekanizmaları ile elde edilebilmektedir. Hassas açi standartlarının kalibrasyonu, döner tabla ile çözünürlüğü yüksek (0,005”) otokolimatör (Elcomat HR) kullanılarak gerçekleştirilir. Bu ekipmanlara ek olarak, Moore indeks tablalar, otokolimatörler, poygonlar, açi master blokları ve hassas düzeçler çeşitli açi ölçümleri için kullanılmaktadır.

Açi birimi, uzunluk biriminden de, trigonometrik hesaplamalardan yararlanılarak, elde edilebilir. Küçük açılar, sinüs çubuğu veya benzer tip ekipmanlar ile üretilmektedir ve düzeçlerin (su terazileri, elektronik düzeçler) kalibrasyonları gerçekleştirilmektedir. Boyutsal Laboratuvarlarında değişik boyut ve tasarımlarda, amaca göre küçük açi üreticileri geliştirilmiştir. Bu açi üreticileri, SI açi birimi radyanın 0,01” (50 nanoradyan) belirsizlikle elde edilmesinde, düzeçlerin ve otokolimatörlerin kalibrasyonunda kullanılmaktadır.

YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÖLÇÜMLERİ VE NANO METROLOJİ LABORATUVARI

Ürünlerin yüzey pürüzlülüğü, mekanik ve fiziksel özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. İstenilen yüzey kalitesi, amaca uygun üretim yöntemlerini seçerek ve kontrol ederek elde edilebilir. Ürünlerde, sürtünme, aşınma, geçme, sızdırmazlık, yorulma, yapışma, optik yüzey, elektriksel ve termal kontak gibi arzu edilen fiziksel özellikler üretim yöntemi ile ayarlanabilir.

UME’de yüzey pürüzlülüğü ölçümleri iğne uçlu ekipmanlar (Mahr Perthometer Concept) kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Tüm yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin (R_a , R_q , R_y , R_z , vb.) ölçülmesinin yanında yüzey pürüzlülüğü, geometrik ve derinlik standartlarının kalibrasyonu ISO 4287 standardı dikkate alınarak yapılmaktadır.

Nanosensörler, düz ayna veya diferansiyel interferometreler kullanılarak kalibre edilmektedir. Nanometroloji alanında, hassas mask ve line scale ölçümlerini gerçekleştirmek amacıyla laboratuvar tarafından yürütülen projeler bulunmaktadır. Bu ölçümler için Mask ölçme cihazı üretim çalışmaları devam etmektedir. Mask ölçme sistemi iki boyutta çok hassas hareket edebilen (300 mm x 400 mm) hava yastıklı nano pozisyonlama ve kontrol sistemine sahiptir. Uzama katsayısı sıfır olan zerodur malzemeden imal edilmiş, üzerinde L şeklinde ayna bulunduran tablanın hareket miktarı diferansiyel interferometre ile 2 boyutta ve nanometre mertebesinde ölçülebilmektedir. Bu tabla üzerine yerleştirilecek standartlar, bir dijital kameralı mikroskop yardımı ile hedeflenerek, tablanın hassas hareketi sayesinde ölçülebilecektir.

Boyutsal nanometrolojisi alanında kullanılan cihazların kalibrasyonu ve izlenebilirliğinin sağlanması için transfer standardı olarak kullanılan optik ızgaraların (grating) izlenebilir şekilde kalibrasyonlarının yapılması gerekmektedir. Optik kırınım prensibi ve Littrow konfigürasyonuna dayanan adım standartları ölçümü için, UME referans açi enkoder sistemini kullanarak, laser difraktometre yapılmıştır.



Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleri

GEOMETRİK STANDARTLAR VE FORM ÖLÇÜMLERİ LABORATUVARI

Birbirine montajı yapılan ürünlerin form özellikleri son derece önem teşkil etmektedir. Yüksek doğruluğa sahip standartlarda boyutsal doğruluk, form özelliklerine bağlı olduğu için de önemlidir. Kısaca form hatası, ürünün şeklinin ilgili geometrik şekilden sapması olarak tanımlanmaktadır. Geometrik form matematiksel olarak ifade edilmektedir ve birincil seviye bir standart mevcut değildir. Bu sebeple, fiziksel bir referans standarda bağlı kalmaksızın, tekrarlanabilir bir şekilde geometrik form üretebilen ölçme sistemleri, yüksek doğruluklu form parametrelerinin ölçümleri için kullanılabilir. Hata ayırma teknikleri yardımı ile cihaza ait form hataları ölçüm sırasında tespit edilir ve ayrıştırılarak sadece referansa ait form hataları yüksek doğrulukla birincil seviyede tespit edilebilir.

Doğrusallık ve diklik ölçümleri, CMM cihazı kullanılarak hata ayırma tekniği uygulamasıyla gerçekleştirilmektedir. CMM cihazı ile alınan veriler laboratuvar tarafından geliştirilen yazılıma aktararak, CMM hataları ayrıştırılmakta ve standarda ait diklik ve doğrusallık hataları tespit edilmektedir.

Yeni doğrusallık ve diklik ölçüm faaliyetleri için çalışmalar sürmektedir. 1 m uzunluğunda hareket edebilen, hassas hava yastıklı ve kızaklı sistem kullanılarak, yeni bir doğrusallık ve diklik ölçme sistemi kurulmaktadır. Pleytlerin düzlemsellik ölçümleri, elektronik seviye ölçerler ve bu cihazlar ile alınan verileri değerlendiren özel yazılımlarla gerçekleştirilmektedir.

Yuvarlaklık ve silindiriklik ölçümleri, Mahr MMQ40 veya MFU800 form ölçme cihazları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Yüksek doğruluklu ölçümler için hata ayırma metodları kullanılmaktadır. Çap standartları ve diğer masterlar laboratuvar tarafından modifiye edilmiş Mahr 828 CIM cihazı kullanılarak kalibre edilmektedir. Cihaz, sıcaklık kontrol kabini, sıcaklık ölçerler ve ölçümü kabin dışından gerçekleştirmeye imkan verecek uzaktan kontrol edilebilen motor mekanizmaları yerleştirilmiştir. 300 mm'ye kadar çap standartları kalibrasyonları, master yerine koyma metodu ile gerçekleştirilmektedir. Bu cihazla yapılan ölçümlerin belirsizliği 0,2 m'nin altındadır.

3-BOYUTLU ÖLÇÜMLER (KOORDİNAT METROLOJİSİ) LABORATUVARI

Form ve boyut ölçümlerinin birleştirilmesi ile oluşan endüstriyel üretim talepleri nedeniyle koordinat metrolojisi daha önemli hale gelmiştir. Bu konudaki UME faaliyetleri; silindir standartların, konik masterların, vida, konik vida, dişli çark masterlarının ve özel masterların kalibrasyonlarından, iş parçalarının ölçümlerinden ve konu ile ilgili araştırmalardan oluşmaktadır.



3 Boyutlu Ölçüm Cihazı



Şerit Metre ve Çelik Cetvel Ölçüm Sistemi

TOPOGRAFİK VE ENDÜSTRİYEL ÖLÇÜMLER LABORATUVARI

Çelik cetvel ve şerit metre kalibrasyonları için Boyutsal Laboratuvarları tarafından imal edilen Şerit Metre ve Çelik Cetvel Ölçüm Sistemi kullanılmaktadır. Hassas optik düzeçler, nivolar, teodolitler, teleskoplar, kollimatörler ve total stationlar gibi farklı model ve yapıdaki optik takımlama cihazları endüstriden, savunma sanayinden ve TSK'dan gelen taleplere göre kullanılarak, ölçüm problemlerine çözümler üretilmektedir. Optik ölçme ve düzeçleme ölçüm alanlarında (Laboratuvar dışında) yapılabilmektedir.

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

FP7 EMRP Projesi, SIB 58 ANGLES - Açık Metrolojisi Projesi (2013 - 2016)

FP7 SEA-EU-NET 2-EU-ASEAN S&T Projesi, Avrupa Birliği ve Güney Asya Ülkeleri Bilimsel Politikalarının Uyumlaştırılması (2013 - 2016)

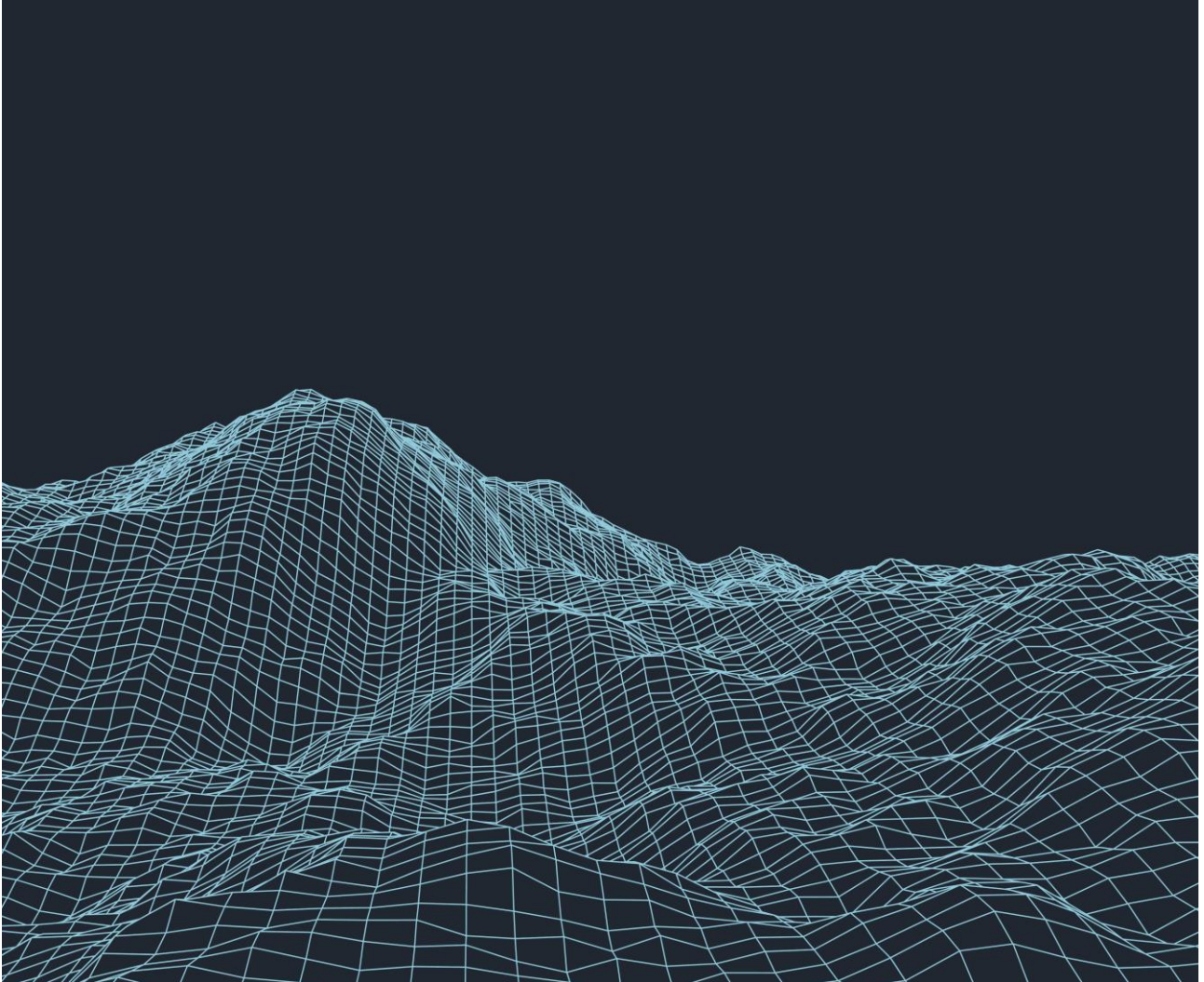
Adım (Pitch) Standartları Ölçümü için Lazer Difraktometre Yapımı Projesi (2012 - 2013)

SASO/NMCC'de Boyutsal Ölçüm ve Kalibrasyon Sistemleri Kurulumu ve Geliştirilmesi Projesi (2014 - 2017)

UFUK 2020 EMRP Projesi, 15SIB01 FreeFORM Asferik ve FreeForm Mercekler için Referans Algoritmalar ve Metroloji (2016 - 2019)

n11-EUCoM Endüstriyel Koordinat (3D) Ölçümleri için Belirsizlik Hesaplama Standartları (2018 - 2021)

Elipsometri ve Skaterometri Metotları ve Ölçüm Sistemi Altyapısının Kurulması (2016 - 2019)



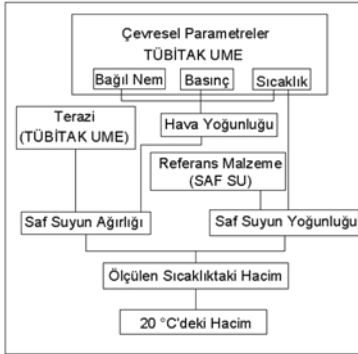
HACİM YOĞUNLUK VE VİSKOZİTE LABORATUVARI

Laboratuvar, Hacim, Yoğunluk ve Viskozite Laboratuvarı olmak üzere üç alt laboratuvardan oluşmaktadır. Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

HACİM YOĞUNLUK LABORATUVARI

Hacim bir SI birimi değildir, ancak Uluslararası Birimler Sistemiyle kullanımı kabul edilmiş bir birimdir. 1 kg saf suyun hacmi, 1 L olarak tanımlanmıştır (3. CGPM 1901). 1901'de yapılan tanım yürürlükten kaldırılmış, yerine 1 L'nin 1 desimetreküpe eşit olduğu kabulü yapılmıştır. (12. CGPM 1964). Hacim biriminin, "l" veya "L" şeklinde gösterilebileceği kararlaştırılmıştır (16. CGPM, 1979). Hacim, metreküp (m^3) veya litrenin (L) katları olarak kullanılan birimdir. Hacim kaplarında hacim birimi olarak mililitre (ml) ya da eş değeri olan santimetreküp (cm^3) ifadelerinin kullanılması yaygındır. Daha büyük hacimlerde desimetreküp (dm^3) veya eş değeri litre (L), nispeten küçük hacimlerde milimetreküp (mm^3) ya da eşdeğeri mikrolitre (μl) kullanılır.

TÜBİTAK UME Hacim-Yoğunluk Laboratuvarı tarafından oluşturulan, birincil seviye standartlar kullanılarak gravimetrik ölçüm yöntemiyle pistonlu pipet, pistonlu bütet, pipet, balon joje, piknometre ve bütetler gibi cam hacim kaplarında ve metal hacim kaplarında ölçümlere izlenebilirlik aktarılmaktadır.



Hacim İzlenebilirlik Zinciri



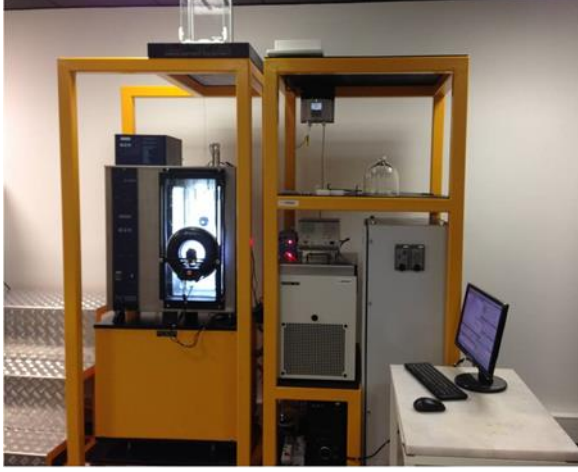
Pistonlu Pipet Kalibrasyon Sistemi



Metal Hacim Kabi

Yoğunluk, SI uluslararası birimler sisteminde türetilmiş bir birim olup, bir maddenin kütlesinin hacmine oranı olarak tanımlanır. Yoğunluk için kullanılan SI birimi kg/m^3 'tür. Ancak kütle birimi g, mg veya μg , hacimde dm^3 , cm^3 veya mm^3 ve l = Litre, ml, μl alınarak $g/cm^3 = g/ml$ = $10^3 kg/m^3$ veya $g/dm^3 = mg/cm^3 = kg/m^3$ gibi yoğunluk birimleri de kullanılmaktadır.

Laboratuvar tarafından oluşturulan birincil seviye standartlar kullanılarak, Cuckow yöntemiyle hidrometrelerin izlenebilirliği sağlanmaktadır. Laboratuvarda, birincil seviye otomatik hidrometre kalibrasyon sistemi ile hidrometrelerin skala çizgilerinin kalibrasyonunun yapılması amacıyla otomatik hizalama ve referans yoğunluk standardı (sinker) kullanarak kaldırma sıvısının yoğunluğu belirlenebilmektedir.



Birincil Seviye Otomatik Hidrometre Kalibrasyon Sistemi



Sayısal Yoğunluk Ölçer

VİSKOZİTE LABORATUVARI

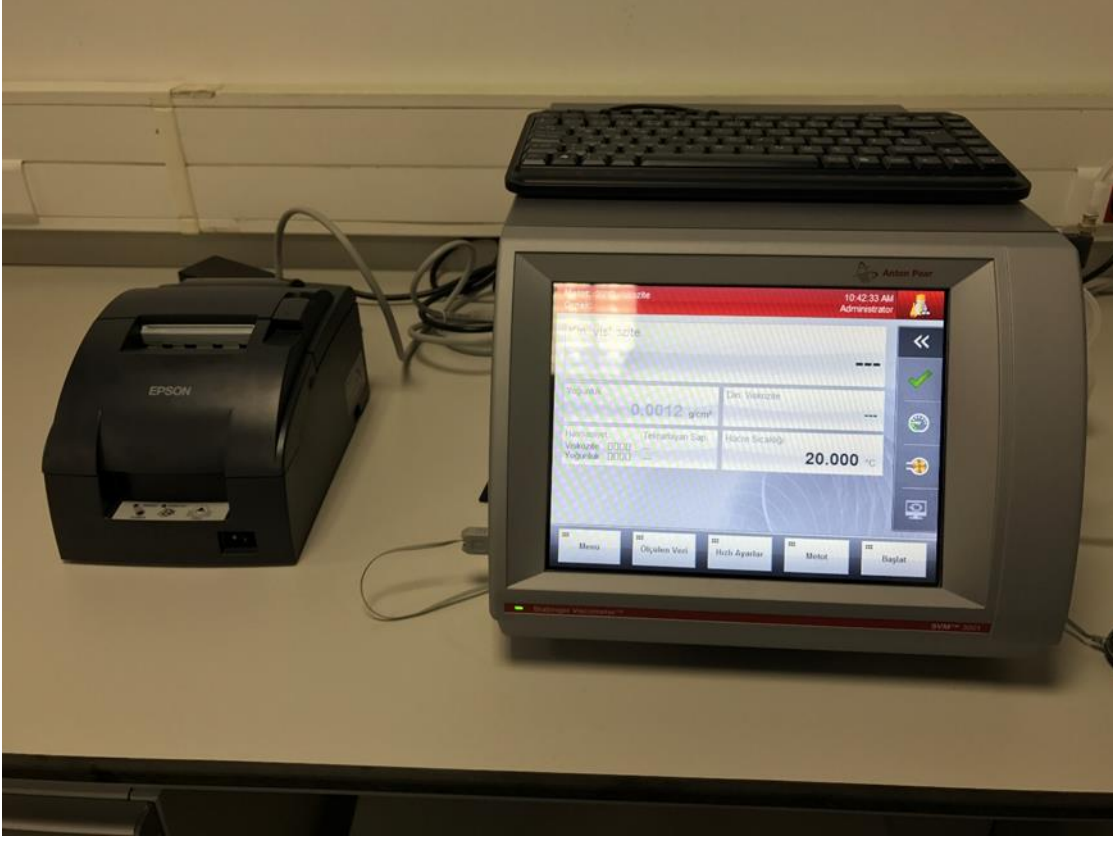
Viskozite, sıvıların akmaya karşı gösterdikleri direnç olarak tanımlanmaktadır. Kısa bir ifadeyle akışmazlık olarak tanımlanan bu fiziksel özellik dinamik ve kinematik viskozite olarak iki ana başlık altında incelenmektedir. Viskozite Laboratuvarı izlenebilirliğini iki defa destile edilmiş saf suyun normal atmosfer basıncı (0,101325 MPa) altında 20°C'deki yoğunluğu 0,99820 g/cm³ alındığında buna karşılık gelen kinematik dinamik viskozite değerlerini almaktadır. Viskozite Laboratuvarı tarafından izlenebilirliğin aktarılmasında, 0,5 mm²/s ila 100 000 mm²/s ölçüm aralığında olan birincil referans Ubbelohde viskometreler kullanılmaktadır. Ayrıca laboratuvarda oluşturulan birincil seviye standartlar kullanılarak Newtonian sıvıların kinematik ve dinamik viskozite ölçümlerine izlenebilirlik aktarılmaktadır.



Kinematik Viskozite Ölçüm Sistemi



Rotasyonel Viskometre



Sayısal Viskometre

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- UFUK 2020 EMPIR Projesi JRP-r08, Sıvı yoğunluk ölçümlerinde izlenebilirliğin kurulması (2018 -)
- CCM.D-K5, Sıvı örneklerinin yoğunluk değerlerinin sayısal yoğunluk ölçer ile belirlenmesi (2018 -)
- SASO/NMCC'de ölçüm ve kalibrasyon sistemleri kurulumu ve geliştirilmesi projesi (2014 - 2017)
 - a. SASO/NMCC'de, hacim ölçüm kalibrasyon sistemleri kurulumu ve geliştirilmesi
 - b. SASO/NMCC'de, yoğunluk ölçümü kalibrasyon sistemleri kurulumu ve geliştirilmesi
 - c. SASO/NMCC'de, viskozite ölçümü kalibrasyon sistemleri kurulumu ve geliştirilmesi
- Birincil Seviye Hidrometre Kalibrasyon Sisteminin Otomasyonu (2016-2017)
- EURAMET Proje No 1297, 50 mL Piknometre ve 500 mL Flask Karşılaştırması (2014)
- BIPM/CIPM Anahtar Karşılaştırma CCM.FF-K4.2.2011, 100 µL için Hacim Karşılaştırması (2013)
- CCM.V-K3, Viskozite Anahtar Karşılaştırması (2013)

KUVVET LABORATUVARI

Kuvvet Laboratuvarları; Kuvvet, Sertlik ve Tork Laboratuvarı olmak üzere üç alt laboratuvarından oluşmaktadır. Laboratuvarlar tarafından sağlanan hizmetler ile çalışma alanları aşağıda özetlenmektedir.

KUVVET LABORATUVARI

Standart kuvvetlerin oluşturulması temel olarak statik kuvvet ölçümü prensibine göre gerçekleştirilerek ve Newton'un 2. kanunu kullanılarak, yerel yer çekim ivmesi ve havanın kaldırma etkisi düzeltilmesi yapılarak, kalibre edilen ölü ağırlıklar yardımıyla türetilmiş bir SI birimi olan Newton (N), tanımına göre gerçekleştirilir ve ulusal kuvvet ölçeği oluşturulur. Temel olarak ölü ağırlıklar veya ölü ağırlıkları manivela veya hidrolik sistemler yardımıyla büyütürük kuvvet oluşturulan sistemlere Kuvvet Standardı Makinaları (KSM) adı verilir. Bu sistemler kuvvet ölçme cihazlarının (yük halkaları, dinamometreler, yük hücreleri, kuvvet dönüştürücüleri vs.) kalibrasyonlarında kullanılır. Kuvvet ölçme cihazı terimi, yük veya kuvvet uygulandığında elastik deformasyona uğrayan bir eleman ve bu deformasyonun mekanik veya elektriksel olarak okunmasını sağlayan gösterge sistemlerinin bütününe ifade etmektedir. UME Kuvvet Laboratuvarı'nın çalışma alanı; ulusal kuvvet standartlarının kurulması ve bunların izlenebilirlik zincirinin en üst halkasını oluşturarak dağıtımının sağlanmasıdır. Bu kapsamda, kuvvet ölçme cihazlarının kalibrasyonları en yüksek doğrulukla, UME Kuvvet Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmektedir.



Brinell-Vickers Sertlik İz Ölçme Sistemi



110 kN ve 1,1 MN Kapasiteli Kuvvet Standard Makinaları

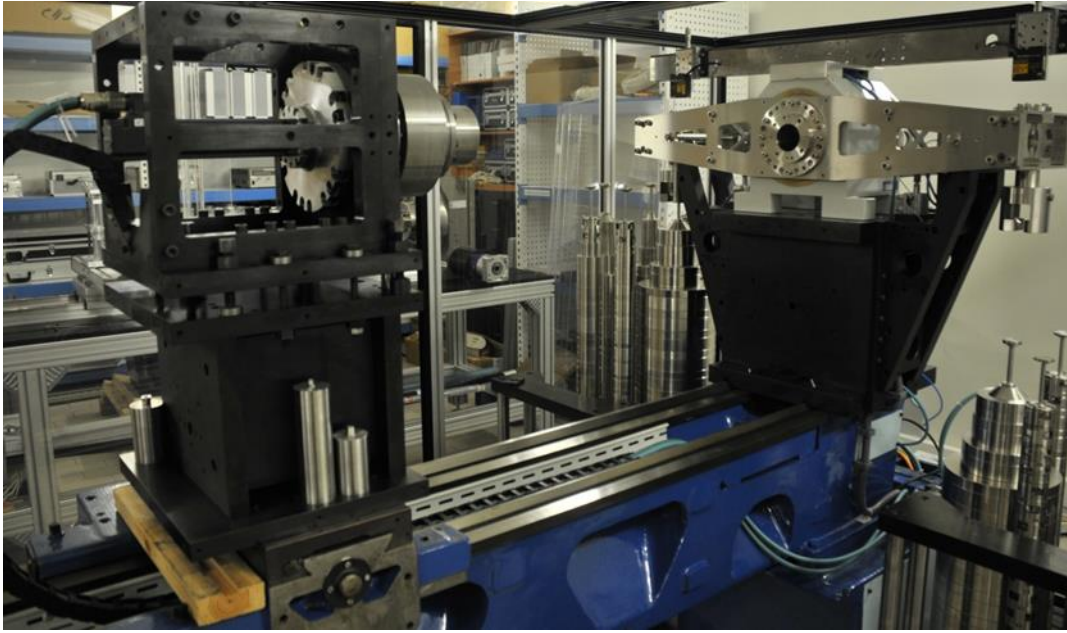
SERTLİK LABORATUVARI

Sertlik yaygın olarak kullanılan önemli bir malzeme özelliği olup, malzemenin statik veya dinamik yükleme koşulları altında deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Bu tanıma göre sertlik ölçümü gerçekleştirilirken malzeme standart koşullar altında deforme edilir ve bu deformasyonun büyüklüğü ölçülür. Ölçüm prensibi ise deformasyon ne kadar küçük ise malzeme o kadar serttir. En çok ve yaygın olarak kullanılan sertlik ölçekleri metal malzemeler için Rockwell, Brinell ve Vickers sertlik ölçekleri ile plastik ve kauçuk malzemeler için Shore ve Irlhd sertlik ölçme yöntemleridir. Bu yöntemler statik kuvvet altında gerçekleştirilen ölçme yöntemleridir. Dinamik koşullar altında malzeme yüzeyine gelen etkilere karşı malzeme davranışına yönelik çalışmalar dinamik sertlik ölçme yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir.

Sertlik laboratuvarı, metrolojinin diğer uygulama alanlarında olduğu gibi ulusal sertlik ölçeğini oluşturarak endüstri ve ihtiyaç duyan tüm kullanıcılara aktarılmasını sağlar. UME Sertlik Laboratuvarında Rockwell, Brinell ve Vickers ölçeklerinde sertlik referans bloklarının kalibrasyonları, en yüksek doğruluğa sahip birincil sertlik standardı makineleri kullanılarak gerçekleştirilir.

TORK LABORATUVARI

Türetilmiş bir SI birimi olan Newton metre [N-m]'nin, tanımına göre gerçekleştirilmesi, ulusal tork ölçeğinin oluşturulması ve sanayiye transfer edilmesi Tork Laboratuvarı tarafından sağlanmaktadır. 1000 N-m kapasiteye kadar UME yapımı tork standardı makineleri ile ülkemizin birincil seviye tork standartları kurulmuştur. Bu kapsamda, tork ölçme cihazlarının kalibrasyonu TÜBİTAK UME Tork Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmektedir.



1000 N-m Kapasiteli Tork Standardı Makinası

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- SASO NMCC D3 Projesi, SASO NMCC – TÜBİTAK UME D-3-10 Kuvvet ölçümü ve kalibrasyon sistemlerinin geliştirilmesi ve kurulması (2014-2017)
- SASO NMCC D3 Projesi, SASO NMCC – TÜBİTAK UME D-3-9 Sertlik ölçümü ve kalibrasyon sistemlerinin geliştirilmesi ve kurulması (2014-2017)
- SASO NMCC D3 Projesi, SASO NMCC – TÜBİTAK UME D-3-11 Tork ölçümü ve kalibrasyon sistemlerinin geliştirilmesi ve kurulması (2014-2017)
- KAMAG 1007 Projesi, 10 N - 100 kN Aralığında Kuvvet Kalibrasyon Makineleri Tasarımı, Geliştirilmesi ve Kurulması (2013-2015)
- KAMAG 1007 Projesi, Sertlik Referans Blok Kalibrasyonu Referans Sistemi Tasarımı, Geliştirilmesi ve Kurulması (2013-2015)
- FP7 EMRP Projesi, Meganewton Kuvvet Seviyesinde Kuvvet izlenebilirliğinin Sağlanması (2013-2016)

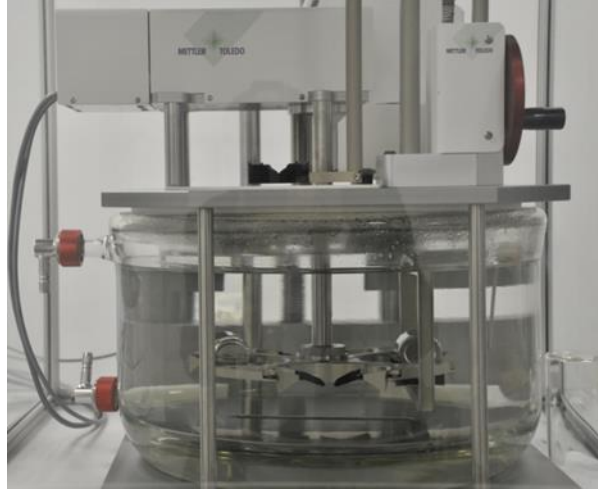
KÜTLE LABORATUVARI

SI birim sisteminde yer alan yedi temel birimden biri olan kütle birimi kilogramdır. Kütle birimi kilogram, 1901 yılında düzenlenen 3.CGPM (Conference Generale des Poids et Mesure) toplantısında alınan kararla tanımlanmıştır. “Kütle birimi kilogramdır ve uluslararası kilogram prototipinin kütlesine eşittir”. Birincil seviye kütle ölçümlerin izlenebilirliği Türkiye’nin 54 nolu ulusal kilogram prototipiyle gerçekleştirilmektedir. Birincil seviyede birimin gerçekleşmesinde çok yüksek metrolojik özelliklere sahip olan E0 sınıfı kütle standartları ve çözünürlüğü 0,1 μ g ve maksimum kapasitesi 1 kg olan kütle komparatörü kullanılmaktadır. Kütle Laboratuvarı’nda birincil seviyede 1 kg kütle standardı 30 μ g belirsizlikle belirlenmektedir. Belirlenen bu belirsizlikle Kütle Laboratuvarı tarafından birincil seviye kütle standartları ve referans kütle standartları oluşturulmaktadır. Laboratuvarda gerçekleştirilen bu standartlarla, yasal metroloji, endüstriyel metroloji, bilimsel çalışmalar ve türetilmiş fiziksel büyüklükler olan kuvvet, yoğunluk ve basınç gibi alanlarda izlenebilir ölçümler sağlanmaktadır.

Kütle Laboratuvarı tarafından; hava yoğunluğunun, hava, vakum ve durağan gaz ortamında deneysel olarak belirlenmesi, farklı ortamlarda (vakum, durağan gaz ve hava) beklenen kütle standartlarının saklama koşullarının belirlenmesi, temizlik etkilerinin incelenmesi ve vakumdan havaya geçiş yöntemlerinin incelenmesi gibi bilimsel araştırmalar da yapılmaktadır.



Laboratuvarı, Arşimet ilkesini esas alan ve hidrostatik tartım yönteminin kullanıldığı ölçüm sistemiyle 1 g ile 50 kg arasındaki referans kütlelerin hacim değeri izlenebilirliği sağlanmaktadır.



TÜBİTAK UME Referans Katı Yoğunluğu Belirlemesi Ölçüm Sistemi

Laboratuvar Projelerinden Örnekler

- FP7 EMRP Projesi, SIB 05 NewKILO - Yeni Kilogram İletiminin Pratiğinin Geliştirilmesi (2012-2016)
- EURAMET Proje No 1210, Kilogramın İletimi İçin En İyi Pratik Uygulamalar (2012-2014)
- EURAMET Proje No 1205, EURAMET cg 18'in İncelenmesi; Otomatik Olmayan Tartım Cihazlarının Kalibrasyon Kuralları (2012-2014)

ÖLÇÜMLE



DEĞİŞİME...

ÖLÇÜMİÇİN
DOĞRUMERKEZ