



TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Akustik Laboratuvarı Kalibrasyon ve Deney Yetenekleri

Akustik Paydaşlar Toplantısı

**Eyüp BİLGİÇ
Ulusal Metroloji Enstitüsü**

23 Ocak 2013
TÜBİTAK UME, Gebze

Laboratuvar Alt Bölümleri

Görevler

Verilen Hizmetler – Kalibrasyon/Deney/Eğitim

Projeler

Çalışma Planları

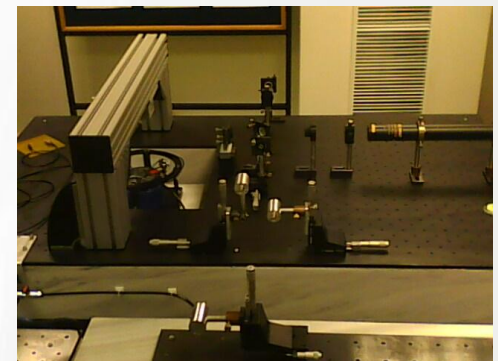
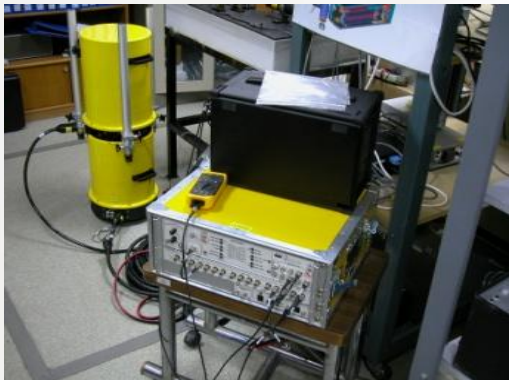
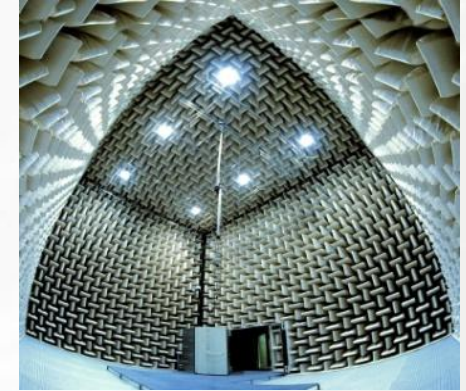
Alt Laboratuvarlar

Akustik
(Havada Ses)

Ultrasonik

Titreşim
(Doğrusal İvmelenme)

Yerçekimi İvmesi



Akustik

Titreşim

Ultrasonik

Yerçekimi İvmesi

Laboratuvar Personeli

Ata Can ÇORAKÇI - Elektronik

Cafer KIRBAŞ - Fizik

Baki KARABÖCE - Fizik

Dr. Enver SADIKOĞLU - Fizik

Dr. Eyüp BİLGİÇ - Fizik

Görevler

- Ulusal standartların oluşturulması, sürdürülebilirliğinin sağlanması, ölçüm ve kalibrasyon hizmetleri ile ülke içerisinde izlenebilirliğin oluşturulması,
- AUV alanında yeni ölçüm yöntemlerinin geliştirilmesi,
- Ulusal ölçüm sisteminin gelişmesine, kalibrasyon, ölçüm, eğitim, danışmanlık hizmetleri ile katkı sağlamak,
- Ar-Ge faaliyetleri yapmak (Dış ve iç destekli projeler).

Kalibrasyon

Kapasitif Mikrofon

Ses Kalibratörü

Ses Düzeyi Ölçer

Dozimetre

Odyometre

Yapay Kulak

Yapay Mastoid

Deney/Ölçüm

Ses Şiddeti/Ses Gücü

Çınlanım Süresi

Ses Yutma Katsayısı

Özel Akustik Ölçümler

Çevresel Gürültü Ölçümleri

Akustik ve Ultrasonikteki Ölçüm Birimleri



Ses Basıncı, [Pa]

Parçacık Hızı, [m/s]

Ses Şiddeti, [W/m²]

Ses Gücü, [W]



Basınç Hassasiyeti, [V/Pa]



Akustik Alanında Kabul Edilen Referans Ortam Şartları

Sıcaklık: 23 °C

Statik basınç: 101,325 kPa

Bağıl nem: % 50

Mikrofon Sınıflandırması

Laboratuvar Standardı : **LS**

LS2P : Laboratuvar standardı, 1/2" - basınç tipi

LS2F : Laboratuvar standardı, 1/2" - serbest alan tipi

Çalışma Standardı : **WS**

WS1P : Çalışma standardı, 1" - basınç tipi

WS2F : Çalışma standardı, 1/2" - serbest alan tipi.

Ses Basınç Biriminin Oluşturulması

TS EN 61094 - 2

**Ölçme Mikrofonları - Bölüm 2: Lâboratuvar Standard
Mikrofonlarının Karşılıklılık Tekniğiyle Yapılan Basınç
Kalibrasyonu İçin Birincil Metot**

Ses Basınç Biriminin Oluşturulması

Üç Mikrofon Kullanımı



$$|\underline{M}_{p,1}| = \left\{ \left| \frac{\underline{Z}_{e,12} \cdot \underline{Z}_{e,31}}{\underline{Z}_{e,23}} \right| \left| \frac{\underline{Z}''_{a,23}}{\underline{Z}''_{a,12} \cdot \underline{Z}''_{a,31}} \right| \left| \frac{\underline{\Delta}_{c,12} \cdot \underline{\Delta}_{c,31}}{\underline{\Delta}_{c,23}} \right| \right\}^{1/2}$$

$|\underline{M}_{p,1}|$: 1 nolu mikrofonun basınç hassasiyeti ,

$\underline{Z}_{e,12}$: 1 ve 2 nolu mikrofon kullanıldığında elektriksel aktarma (transfer) empedansı

$\underline{Z}''_{a,12}$: 1 ve 2 nolu mikrofon kullanıldığında oluşan ve ısı iletimi düzeltmesi uygulanmış akustik aktarma (transfer) empedansı,

$\underline{D}_{c,12}$: Kılcal boru düzeltmesi

Ses Basınç Biriminin Oluşturulması

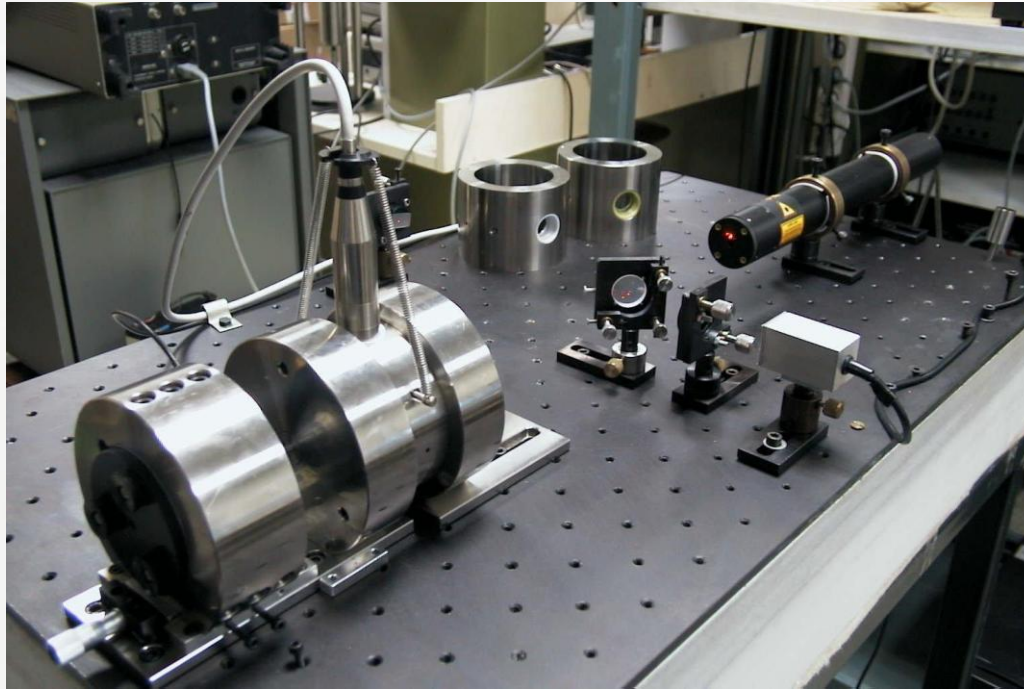
Mevcut Yetenek

LS1P için 10 Hz – 10 kHz

LS2P için 10 Hz – 25 kHz

Ses Basınç Biriminin Oluşturulması

Lazer Pistonfon – Düşük Frekanslar



İkincil Seviye Kalibrasyonlar

Kapasitif Mikrofon

TS EN 61094 - 5

Ölçme Mikrofonları - Bölüm 5:

Çalışma Standardı Mikrofonların Karşılaştırma Yoluyla Basınç Kalibrasyonu İçin Kullanılan Metotlar



$$M_x = M_{ref} + \sum_i \delta k_i$$

M_x : Kalibre edilen mikrofon hassasiyeti, dB

M_{ref} : Laboratuvar standardı mikrofon hassasiyeti, dB

δk_i : Düzeltme terimleri, (basınç, hacim, kazanç vb.), dB

İkincil Seviye Kalibrasyonlar

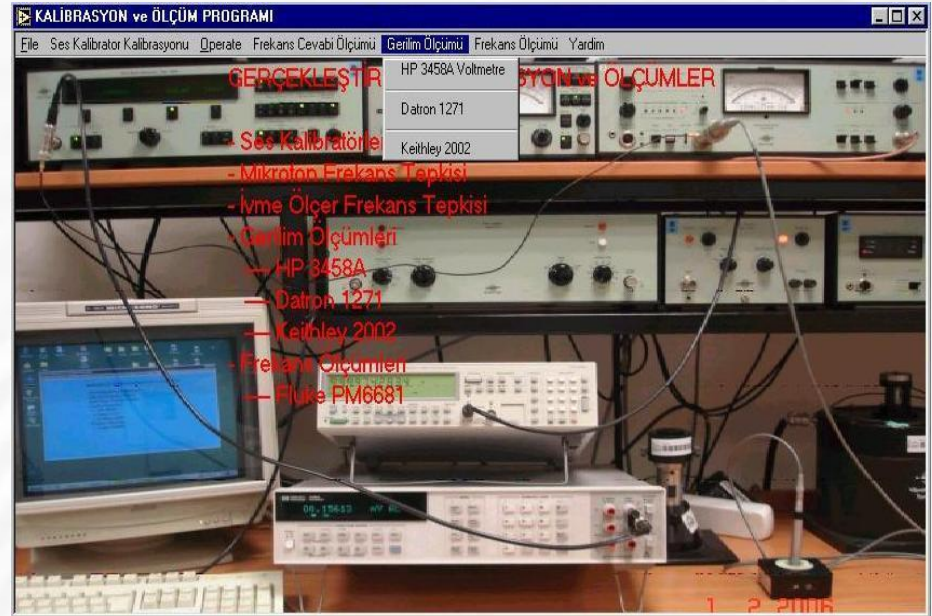
Akustik Kalibratör

- Ses Düzeyi Kalibratörü
- Pistonfon

TS EN 60942

Elektroakustik - Ses Kalibratörleri

- Ses basınç düzeyi (SPL)
- SPL kısa dönem kararlılık
- Frekans
- Harmonik bozulma



Ölçümler UME'de geliştirilen yazılım kullanılarak yapılmaktadır.

İkincil Seviye Kalibrasyonlar

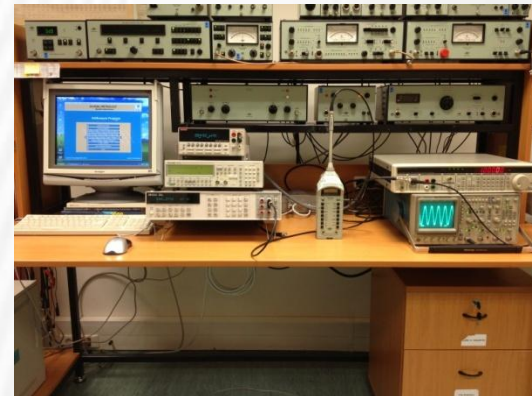
Ses Düzeyi Ölçer,
Ses Analizörü,
Gürültü Dozu Ölçer, ($\text{pa}^2 \cdot \text{h}$)

IEC 61672-1 Elektroakustik – Ses Düzeyi Ölçerler
Bölüm 1 : Özellikler

Akustik Kalibrasyon



Elektriksel Kalibrasyon

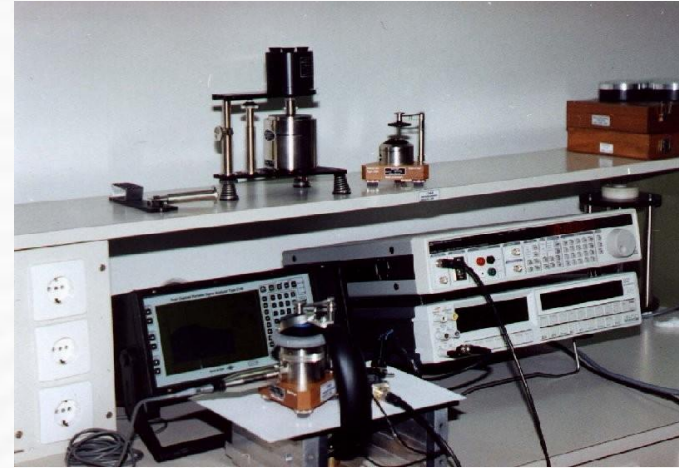


Ölçümler UME'de geliştirilen yazılım kullanılarak yapılmaktadır.

İkincil Seviye Kalibrasyonlar

IEC 60318 serisi standartlar

Yapay Kulak,



Yapay Mastoid,

IEC 60645-1

Odyometre,



Kulak, mastoid ve odyometre resimleri bksv.com ve audiometer ile ilgili görseller sayfalarından alınmıştır.

- CIPM Akustik, Ultrasonik ve Titreşim Danışmanlık Komitesi (CCAUV)
- CCAUV Stratejik Planlama Çalışma Grubu
- CCAUV Bölgelerarası CMC Değerlendirme Çalışma Grubu
- EURAMET Akustik, Ultrasonik ve Titreşim Teknik Komitesi (TC-AUV)
- EURAMET TC-AUV “Havada Ses” Alt Komitesi
- EURAMET TC-AUV “İvme ve Titreşim” Alt Komitesi
- EURAMET “Ultrasonik ve Sualtı Akustik” Alt Komitesi
- CCM Gravimetri Çalışma Grubu
- IMEKO TC 22 “Titreşim Ölçümleri”

Laboratuvar Altyapısının Diğer Metroloji Enstitüleri ile Karşılaştırılması

Uluslararası Düzeyde Katılınan Karşılaştırmalar - AKUSTİK

Ölçüm Büyüklüğü	Kodu	Konusu	Katılım Yılı	Katılan Ülke Sayısı
Ses basıncı	-	1" Çapında Referans Standart Mikrofonların Karşılıklık Yöntemiyle Kalibrasyonu	1996	2
Ses basıncı	-	1/2" Çapında Referans Standart Mikrofonların Karşılıklık Yöntemiyle Kalibrasyonu	1997	2
Ses basıncı	EUROMET.AUV.A-K1 (EUROMET proje No: 399)	1/2" ve 1" Çapında Referans Standart Mikrofonların Karşılıklık Yöntemiyle Kalibrasyonu	1999	14
Ses basıncı	COOMET.AUV.A-K1	1" Çapında Referans Standart Mikrofonların Karşılıklık Yöntemiyle Kalibrasyonu	2003	6
Ses basıncı	CCAUV.A-K3	1/2" Çapında Referans Standart Mikrofonların Karşılıklık Yöntemiyle Kalibrasyonu	2004	15
Ses basıncı	-	1" Çapında Referans Standart Mikrofonların Karşılıklık Yöntemiyle Kalibrasyonu	2006	2
Ses basıncı	-	Pistonfon kalibrasyonu	2006	2
Ses basıncı	CCAUV.A-K2	1" Çapında Referans Standart Mikrofonların Düşük Frekans Bölgesinde Kalibrasyonu	2006	9
Ses Gücü	-	Ses gücü düzeyi belirlenmesi karşılaştırması	2012	2
Ses Yutma Katsayısı	-	Ses yutma katsayısı ölçümleri karşılaştırması	2012	2

Düşük Frekans Bölgesindeki Karşılaştırma - AKUSTİK

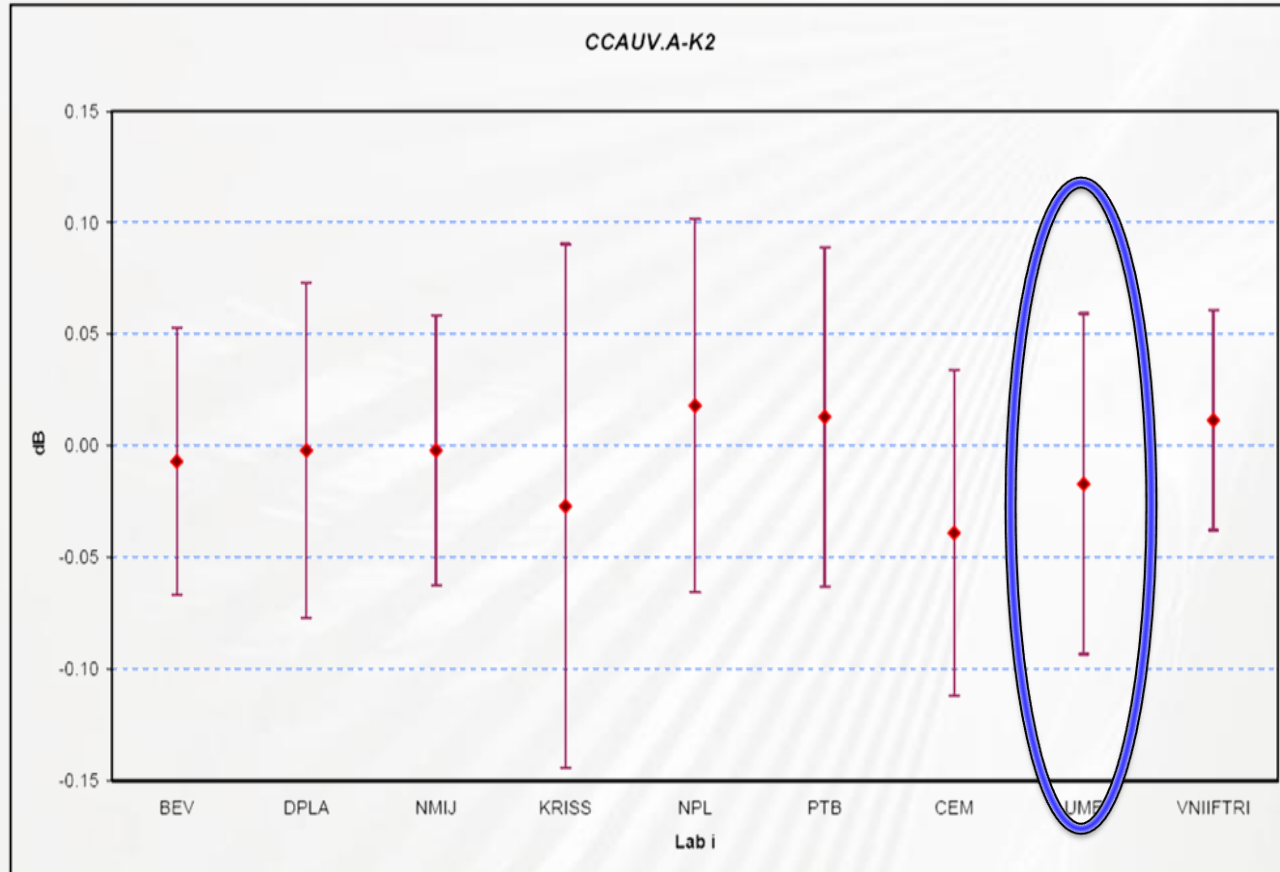
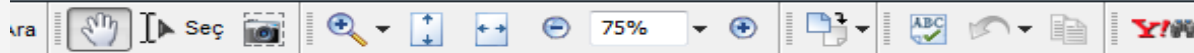


Figure 10. Degrees of equivalence: deviation D_i and its uncertainty (bars) at a 95 % level of confidence U_i per laboratory at 10 Hz, both expressed in dB.

http://kcdb.bipm.org/appendixC/AUV/TR/AUV_TR.pdf

/TR/AUV_TR.pdf - Internet Explorer: provided by Dell

V/TR/AUV_TR.pdf



Bul: Önceki Sonraki

Calibration and Measurement Capabilities

Acoustics, Ultrasound and Vibration, Turkey, UME (TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü)



Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range			Measurement Conditions/Independent Variable		Expanded Uncertainty					Comments
Quantity	Instrument or Artifact	Instrument Type or Method	Minimum value	Maximum value	Units	Parameter	Specifications	Value	Units	Coverage Factor	Level of Confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?	
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS1	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	63 Hz to 2.5 kHz	0.06	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS1	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	3.15 kHz to 5 kHz	0.07	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS1	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	6.3 kHz	0.08	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS1	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	8 kHz	0.09	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS1	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	10 kHz	0.12	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS2	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	63 Hz to 6.3 kHz	0.08	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS2	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	8 kHz	0.09	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS2	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	10 kHz	0.1	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS2	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	12.5 kHz	0.11	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS2	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	16 kHz	0.12	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005
Pressure sensitivity level	Measurement microphone type LS2	IEC 61094-2:1992			dB (reference: 1 V/Pa)	Frequency	20 kHz	0.17	dB	2	95%	No	Approved on 18 October 2005

Deney/Ölçümler

Özel Akustik Odalarda ve İç ve Dış ortamlarda

Ses Basınç Düzeyi Ölçümleri, 16 kanallı - eş zamanlı

Toplam Seviye – Frekans Analizi

Yönelim İndisi belirleme

Ses Şiddet Düzeyi / Ses Güç Düzeyi Belirleme

ISO 3740 serisi, 9614, 11200 serisi, diğer ürün stds.

Özel Akustik Ölçümler

Özel akustik odaların doğrulama ölçümleri

Ses Yutumu Ölçümü

ISO 354 standardına göre

Çınlanım Süresi Ölçümleri

ISO 3382-2 standardına göre

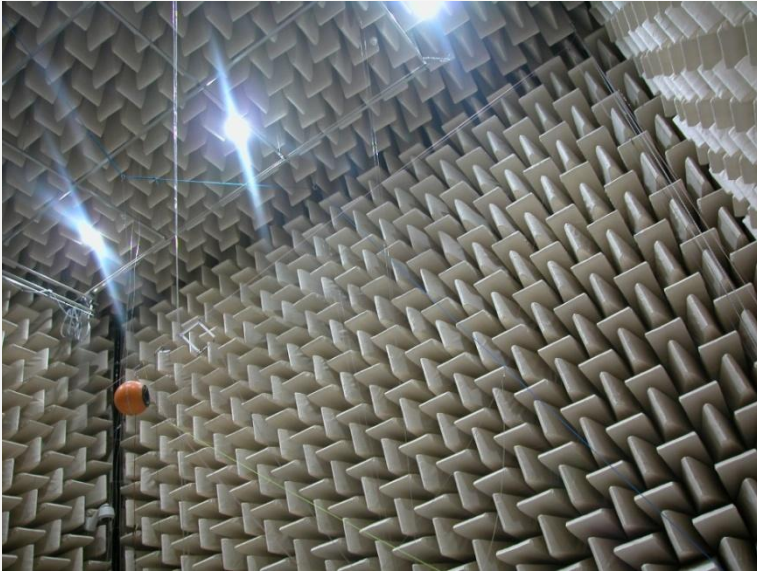
Tam Yansısız Oda ISO 3745

Alt Frekans : 50 Hz

İç Boyutlar : 9,8 m x 7,6 m x 10,3 m

Geriplan Gürültüsü : 20 dBA (Klima Açık)

0 dBA (Işık-Klima Kapalı)



Çınlanım Odası – ISO 3741

Oda Yapısı : **Dikdörtgen prizma**

Boyutlar: **9,71 m x 6,61 m x 4,09 m**

Hacim : **263 m³**

Çınlanım Süresi : **4 s - 10 s**

Geriplan Gürültüsü : 15 dBA - 30 dBA







Akreditasyon No: AB-0092-T

Tarih: 10.10.2006

Kapsam:

Ses Basıncı Ölçümleri

Ses Gücü Ölçümleri

(ISO 3741, 3744, 3745 ve 3746 standartlarına göre)

Ses Şiddeti Ölçümleri

(ISO 9614-1 ve 9614-2 standartlarına göre)

Ses Yutumu Ölçümü

(ISO 354 standardına göre)

Çınlanım Süresi Ölçümleri

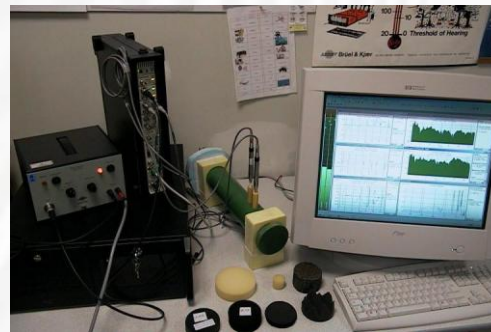
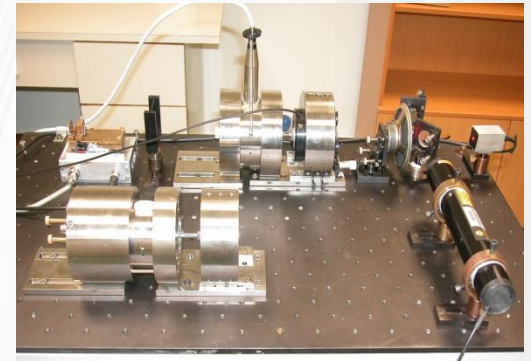
(ISO 3382-2 standardına göre)

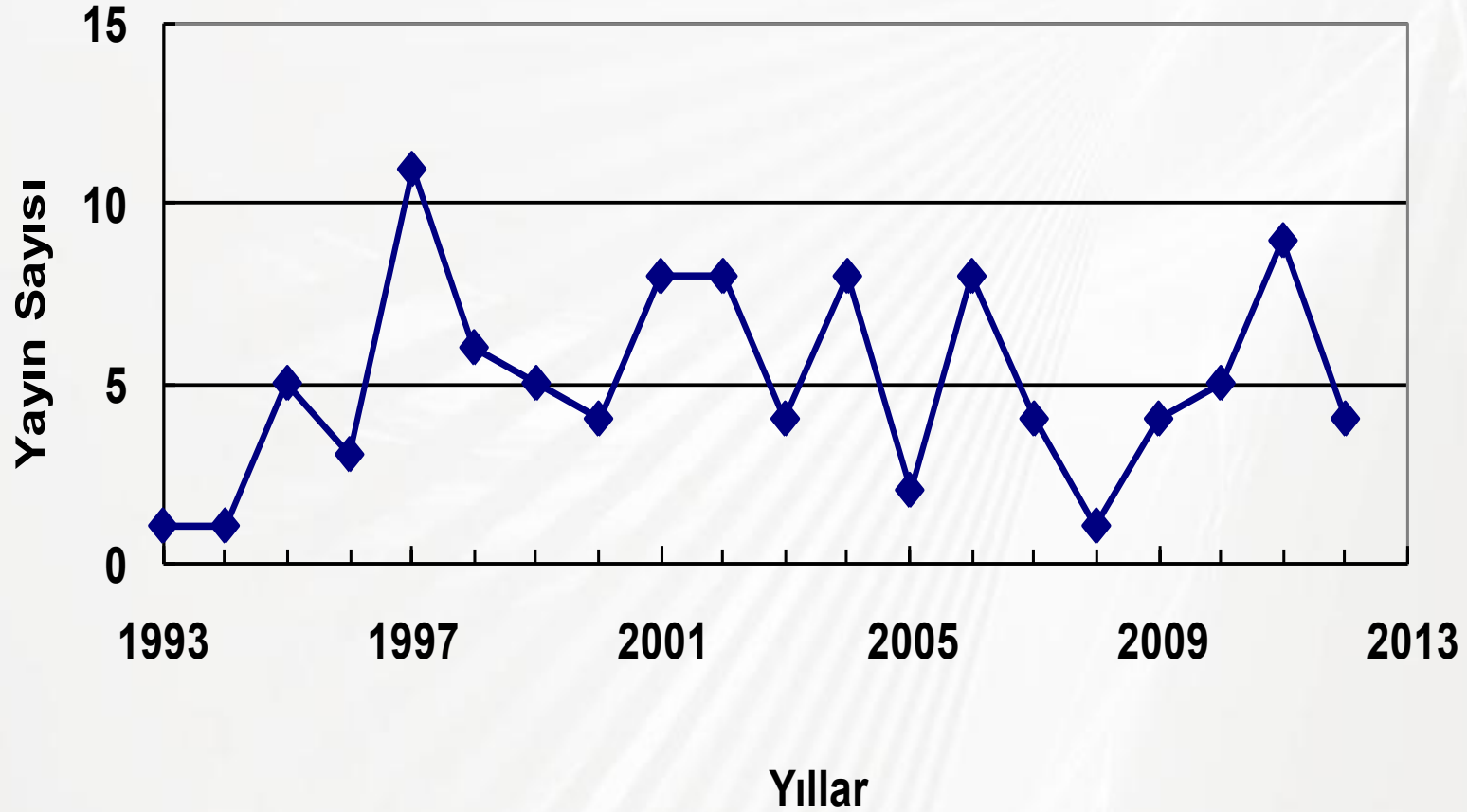
Titreşim Ölçümleri

Ses Basınç Birimi Pascal'ın Yaygınlaştırılması

- G2AK-010 Akustik ölçümlerde kullanılan cihazlar ve kalibrasyonları
- G2AK-020 Genel Akustik, Çevresel ve Mekansal Gürültü Ölçümleri
- Özel Akustik Eğitimleri

- Yönsüz Ses Kaynağı
- Lazer Pistonfonu
- Tıkırtı Makinesi
- Empedans Tüpü
- Ultrasonik Dönüştürücüler

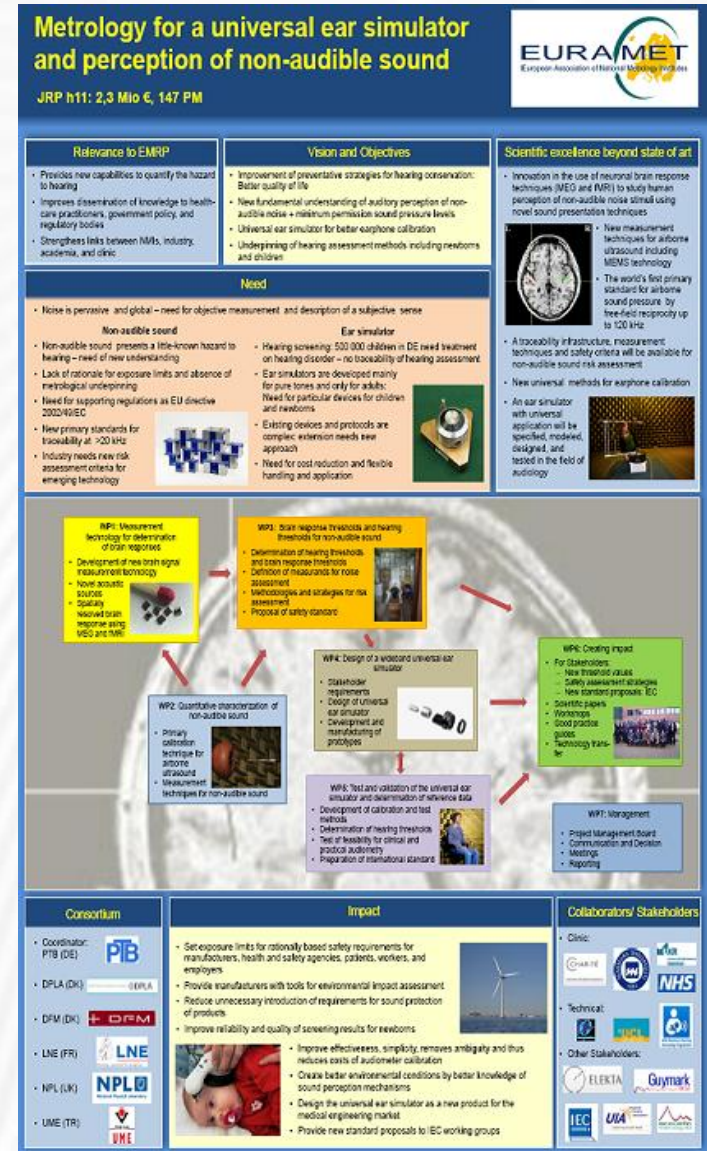




AUV Alanında toplam 70'den fazla yayın bulunmaktadır

- Milli Sonar Deniz Birimleri Üretim ve Entegrasyonu Projesi (2006 – 2009),
- Milli Sonoboy Geliştirilmesi ve Üretilmesi Projesi (2007 – 2010),
- Marmara Bölgesinde Düşey Yerkabuğu Hareketlerinin Mutlak Gravite ve GPS Ölçümleri İle Araştırılması (2008 – 2011)
- Harici Işın Kanser Tedavisi (EMRP Projesi, 2008 – 2011),
- Hacim Akustiği Parametrelerinin Türk Makam Müziği İcra Edilen Kapalı Mekanlar Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi.

- Evrensel kulak simülatörü ve işitilemeyen sesin algılanması için metroloji (Metrology for universal ear simulator and perception of non-audible sound), AB 7.Çerçeve Programı Kapsamında Proje (2012 – 2015)



Yürürlükteki EMRP Projeleri

- Tedavi edici ultrasonik için metroloji (Metrology for therapeutic ultrasound), AB 7.Çerçeve Programı Kapsamında Proje (2012 – 2015)

Metrology for therapeutic ultrasound the right dose for every patient



Vision

The establishment of a global metrology infrastructure for ultrasound exposure and dose to tissue that will enable more effective and safer treatments across the spectrum of conditions from benign and minor fractures through to life threatening cancers.

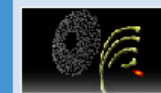
- Ultrasound is the most widely used treatment modality for soft tissue medical conditions, with an estimated 10 million treatments per year in the EU.
- The number of ultrasound treatments per patient is increasing, with some patients receiving up to 100 treatments per year.
- Patients and doctors need more information on the safety and effectiveness of the treatment.

There is a need for a global metrology infrastructure for ultrasound exposure and dose to tissue that will enable more effective and safer treatments across the spectrum of conditions from benign and minor fractures through to life threatening cancers.

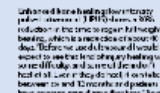


Ultrasound therapies

Therapeutic ultrasound is used to treat a wide range of conditions, from benign and minor fractures through to life threatening cancers. The treatment of choice is in conjunction with other treatments such as surgery and chemotherapy.



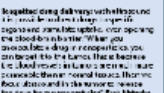
Therapeutic ultrasound is used to treat a wide range of conditions, from benign and minor fractures through to life threatening cancers. The treatment of choice is in conjunction with other treatments such as surgery and chemotherapy.



Therapeutic ultrasound is used to treat a wide range of conditions, from benign and minor fractures through to life threatening cancers. The treatment of choice is in conjunction with other treatments such as surgery and chemotherapy.



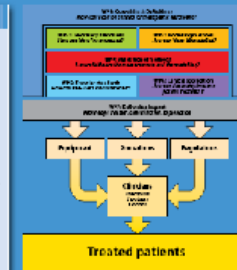
Therapeutic ultrasound is used to treat a wide range of conditions, from benign and minor fractures through to life threatening cancers. The treatment of choice is in conjunction with other treatments such as surgery and chemotherapy.



Therapeutic ultrasound is used to treat a wide range of conditions, from benign and minor fractures through to life threatening cancers. The treatment of choice is in conjunction with other treatments such as surgery and chemotherapy.

Need

Reliable and appropriate definitions of dose, parameters, and treatment methods for determining therapeutic ultrasound are not available. The lack of standardisation in clinical and therapeutic use is a major barrier to the development of new treatments and the improvement of existing ones.



Impact

The outputs of this project will lead to improved management, clinical practice and patient safety. The project will also lead to the development of new treatments and the improvement of existing ones.



The project partners are: EURAMET, the European Association of Metrology Institutes, and the European Association of Ultrasound Manufacturers.

The project partners are: EURAMET, the European Association of Metrology Institutes, and the European Association of Ultrasound Manufacturers.

-
- # JRP e01 Realisation, Dissemination and Application of the Unit Watt in Airborne Sound
- FIB
funded funded funded funded funded integrated fully funded fully funded
Total ERNs & Coordinator: FIB
- ## State-of-the-art:
- Measurement of fluid quantity sound pressure with omniscient Phase!
 - + Calculation of sound power with the unit Watt under the disposable assumption idealized sound fields.
- Sound power levels are not comparable due to different methods of determination
-
-
- ## Need:
- Sound power required for the following European directives:
 - * 2000/49/EC "Outdoor"
 - * 2000/49/EC "Waste"
 - * 2000/49/EC "Machinery"
 - * 2000/49/EC "Energy Label"
- These directives promote:
 - + Quality of life
 - + Environment
 - + Health
- Comparable sound power levels essential
-
- ## Beyond the state-of-the-art:
- ### WP1 „Realisation of the Unit Watt“
- Construct primary sound source made up of baffled piston
 - Measure piston's motion by laser interferometry
 - Calculate sound power emitted into free field
 - Analyse emerging sound field analytically and numerically
 - Seek uncertainty of U-B dis for sound power
-
- Note: As the sphere is infinitely concentrated at one point, there will be infinite pressure at each point of its circumference or surface. This process is sound power by integration along the surface
-
- Note: At enough low prototype of a vibrating wire transducer in a reflecting plane rate have been observed
- ### WP2 „Dissemination of the Unit Watt by Transfer Standards“
- Measure emitted sound power of transfer standard by comparison with calibration of primary sound source (Substitution Method)
 - Use existing broadband reference sound sources for broadband transfer standards
 - Develop tonal transfer standards
 - Interlaboratory test of transfer standards among NMIs of this JRP
- ### WP3 „Application in Machinery Noise“
- Investigate complete measurement setups for sound power
 - Use transfer standards within those setups to link to known amount of sound power
 - Establish chain for derivation of uncertainties
 - Develop substitution method for sound intensity measurements
- ## Impact:
- Primary sound power source at the NMI
 - Viability of key comparisons
 - Traceable assessment of noise emissions and their uncertainties
 - Website and workshop
 - Drafting appropriate BSU standards
 - Scientific papers and presentations
 - Revision of certification services for sound power
 - Data bank products (scale factor)
 - Protection from noise induced hearing loss
- ## Scientific & Technical Experience:
- Pooling the mature experience available in Europe
 - Uncertainty analysis in sound power Determinations
 - Numerical modelling of airborne sound Fields
 - Highly specialized acoustic facilities:
 - Semi-anechoic chambers
 - Reverberant rooms
 - Up-to-date measurement equipment:
 - Laser Doppler vibrometers
 - Scattering apparatus for airborne sound fields
-
- Microphone on standing grid table in anechoic room
- ## Relevance to EMFP-objectives:
- Established strong and enduring links between participating NMIs
 - Established new metrological infrastructure with sound power as main quantity in service, standards and application
 - Stimulated the development of innovative sound sources and applied measurement setups
 - Greater comparability by referring to traceable sound power

- Serbest ses alanında standart tip mikrofonların davranışlarının incelenmesi,
- Dağınık ses alanında standart tip mikrofonların davranışlarının incelenmesi,
- Fotoakustik spektroskopi ile malzeme karakterizasyonu için düzenek kurulması,
- Çevresel Gürültü İzleme Sisteminin Geliştirilmesi,
- Tarihi ve Kültürel Mekanlar için Yönlü Ses Kaynağı Yapımı,

Laboratuvarlararası karşılaştırmaların düzenlenmesi

- Ses Kalibratörü Kalibrasyonu,
- Ses Basıncı Ölçümleri,
- Ses Güç Düzeyi Belirleme Ölçümleri,
- Ses Yutma Katsayısı Ölçümleri



ISO 3741 Ses Güç Düzeyi, muhtelif ürünler



IEC 61672 - Prototip SLM'nin Serbest Alan Karakterizasyon Ölçümleri



ISO 354 Ses Yutma Katsayısı



ISO 354 Ses Yutma Katsayısı



Ses Basınç Düzeyi Ses Güç Düzeyi Ölçümleri



ISO 6393-4-5-6 Ses Basınç/Güç Düzeyi



ISO 3744 Ses Güç Düzeyi veya
MIL STD 1474D



Acil Durum İkaz Sirenleri



Hacim Akustiği Parametrelerinin Türk Makam Müziği İcra Edilen Kapalı Mekanlar Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi

Teşekkürler...