

MİKROFONLARIN DAĞINIK SES ALANI KARŞILAŞTIRMALI KALİBRASYONU

Cafer KIRBAŞ*
Eyüp BİLGİÇ**
Enver SADIKOĞLU

* cafer.kirbas@tubitak.gov.tr

** eyup.bilgic@tubitak.gov.tr

TUBITAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, Gebze, KOCAELİ
Tel: 262-679 50 00

ÖZET

Akustik ölçümlerde kullanılan farklı mikrofon tipleri vardır. Bunlar, basınç alan (pressure), serbest alan (free field) ve dağınık alan (diffuse) tip mikrofonlardır. Günümüzde genelde mikrofonlar küçük kapalı hacimler içerisinde oluşturulan basınç alanlarına maruz bırakılarak birincil karşılıklık kalibrasyon yöntemi veya ikincil karşılaştırma yöntemi ile kalibre edilmektedirler. Üreticilerin vermiş olduğu düzeltme değerleri basınç alanında kalibre edilmiş mikrofonlara uygulanarak mikrofonların serbest alan ve dağınık alan tepkileri belirlenmektedir. Dağınık alan içerisinde karşılıklık kalibrasyonu ile ilgili çalışmalar literatürde mevcuttur ve hatta dağınık alan kalibrasyonu ile ilgili standart oluşturma çalışmaları halen devam etmektedir. Dağınık alan mikrofonların karşılaştırmalı kalibrasyonları çınlanım odası gibi dağınık alan ortamlarında gerçekleştirilebilmektedir. Dağınık alan tipi mikrofonların hassasiyetinin ve tepkisinin belirlenmesi veya ses düzeyi ölçerlerin dağınık alan içerisindeki tepkisinin belirlenmesi, IEC 61183 “Ses Düzeyi Ölçerlerin her yönden gelen ve dağınık alan seslere göre kalibrasyonu” [1] standardına göre yapılabilmektedir. Bu bildiride IEC 61183 standardına göre dağınık alan tipi mikrofonların hassasiyetlerinin ve tepkilerinin belirlenmesi ile ilgili yapılan ölçümler ve sonuçlar verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dağınık ses alanı, Mikrofon kalibrasyonu,

ABSTRACT

There are different microphones types used in acoustical measurements. These are pressure type, free field type and diffuse field type microphones. Microphones are generally calibrated by reciprocity technique or comparison calibration technique in a closed coupler. Free field and diffuse field response of microphones can be determined by using correction values given by manufacturer. Some researches on reciprocity calibration technique in diffuse field environment are available in the literature and still continued to constitute a standard for reciprocity diffuse field calibration of microphones. The comparison calibration of diffuse fields microphones are performed in a reverberation room. The method is described in details by IEC 61183 “Electroacoustics — Random incidence and diffuse-field calibration of sound level meters _International Electrotechnical commission, Geneva, Switzerland, 1994” [1] standard. In this paper, it is presented the results of diffuse field calibration of microphones performed according to above mentioned standard.

Key Words: Diffuse field, Microphone calibration

1. GİRİŞ

Akustik ölçümlerde kullanılan farklı mikrofon tipleri vardır. Bunlar, basınç alan (pressure), serbest alan (free field) ve dağınık alan (diffuse field) tip mikrofonlardır. Uygulamalarda, ölçümlerin gerçekleştirildiği akustik alana göre bu mikrofon tipleri seçilmektedir. Homojen ses alanının olduğu küçük kapalı ortamlarda basınç tip, yansımaların olmadığı açık ortamlar veya tam yansısız odalarda (Anechoic Chamber) serbest alan tip, çevreden olan yansımaların veya çınlanım süresinin yüksek olduğu ortam veya çınlanım odalarında (Reverberation Chamber) dağınık alan tip mikrofonlar kullanılmaktadır. Mikrofon tiplerinin kendi kullandıkları alanlardaki hassasiyet ve tepkileri ancak kendi ortamlarında gerçekleştirilen birincil veya ikincil seviyeli kalibrasyonlar ile belirlenmektedir.

Günümüzde genelde mikrofonlar küçük kapalı hacimler içerisinde oluşturulan ses alanlarına maruz bırakılarak birincil, karşılıklı kalibrasyon, yöntemi [2] veya ikincil, karşılaştırma, yöntemi ile kalibre edilmektedirler. Üreticilerin vermiş olduğu düzeltme değerleri basınç alanında kalibre edilmiş mikrofonu uygulanarak mikrofonların serbest alan ve dağınık alan hassasiyetleri ve tepkileri belirlenmektedir. Mikrofonların serbest alandaki kalibrasyon yöntemi uluslararası standartlarda [3] tanımlanmasına rağmen ulusal metroloji enstitüleri veya kalibrasyon laboratuvarlarında çok fazla bu yöntemler ile kalibrasyonlar yapılmamaktadır. Dağınık alan içerisinde karşılıklı kalibrasyonu ile ilgili çalışmalar literatürde mevcuttur [4,5] ve hatta dağınık alan kalibrasyonu ile ilgili standart oluşturma çalışmaları halen devam etmektedir.

Dağınık alan mikrofonların karşılaştırmalı kalibrasyonları çınlanım odası gibi dağınık alan ortamlarında karşılaştırmalı olarak gerçekleştirilebilmektedir. Dağınık alan tipi mikrofonların hassasiyetinin ve tepkisinin belirlenmesi veya ses düzeyi ölçerlerin dağınık alan içerisindeki tepkisinin belirlenmesi, IEC 61183 standardına göre yapılabilmektedir.

2. IEC 61183 STANDART KAPSAMI

IEC 61183 standardı, ses düzeyi ölçerlerin veya mikrofonların serbest alan ve dağınık ses alanı içerisindeki, sırasıyla serbest alan ve dağınık alan hassasiyet ve tepkilerinin belirlenmesi için kalibrasyon yöntemlerini tanımlamaktadır.

Bu standart kullanılarak mikrofonların standardın 4. maddesindeki yöntemle göre serbest alan hassasiyet ve tepkileri belirlenmektedir. Standardın 5. maddesinde tarif edilen yöntemle göre de dağınık alan hassasiyetleri belirlenmektedir.

Dağınık ses alan hassasiyetlerinin belirlenmesi için standardın ifade ettiği yöntemin temeli mikrofonların karşılaştırmalı kalibrasyonu temeline dayanmaktadır. Dağınık ses alanı içerisinde (çınlanım odası) hassasiyeti belirlenecek olan mikrofon ve referans standart mikrofon yerleştirilir, Mikrofonların oda içerisindeki konumları aynı noktada olmalıdır. Karşılaştırma yöntemiyle de kalibre edilecek mikrofonun hassasiyeti aşağıdaki 2 nolu denklem kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\Delta G_D = L_D - L_{D,ref} \quad (1)$$

L_D : Test edilen mikrofon tarafından ölçülen ses basınç düzeyi
 $L_{D,ref}$: Referans standart mikrofon tarafından ölçülen ses basınç düzeyi

Yukarıda 1 nolu denklemde referans standart mikrofon ve kalibrasyonu yapılacak mikrofon aynı ses ortamına maruz bırakılarak mikrofonlar arasındaki ses basınç düzeyi farkları hesaplanmaktadır. Ölçümlerde kullandığımız referans standart mikrofon basınç alanında kalibrasyonu yapılmış 1/2" boyuttaki laboratuvar standardı mikrofondur. Test edilen mikrofonun dağınık alan hassasiyetinin belirlenmesinde aşağıdaki 2 nolu denklem kullanılmaktadır. 1 nolu denklemde hesaplanan sonucun 2 nolu denklemde yerine konulması ve diğer düzeltme değerlerinin eklenmesi ile dağınık alan içerisindeki mikrofonun hassasiyeti hesaplanmaktadır.

$$G_D = \Delta G_D + (G_{p,ref} + \Delta_{DP}) \quad (2)$$

G_D : Kalibre edilen mikrofonun dağınık alan hassasiyeti
 $G_{p,ref}$: Referans standart mikrofonun basınç hassasiyeti
 Δ_{DP} : Referans standart mikrofonun dağınık alan hassasiyeti ile basınç hassasiyeti arasındaki farklar

Δ_{DP} değeri standarttan alınan aşağıda Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. LS2aP/LS2F Tip Mikrofonların Karakteristikleri [1]

Frekans Hz	Yön Faktörü dB ref 20 µPa	Dağınık ve basınç tip hassasiyetleri arasındaki düzey farkları dB ref 20 µPa
25 - 800	0,00	0,00
1000	0,05	0,00
1250	0,10	0,00
1600	0,20	0,05
2000	0,20	0,10
2500	0,35	0,10
3150	0,65	0,15
4000	0,85	0,25
5000	1,25	0,40
6300	1,80	0,65
8000	2,45	1,20
10000	3,30	1,90
12500	4,30	2,70
16000	5,30	3,05
20000	6,70	2,20

3. ÖLÇÜMLERİN GERÇEKLEŞTİRİLDİĞİ ODA ÖZELLİKLERİ

UME Çınlanım odası 9,7 m uzunluk 6,6 m genişlik, 4,1 m yükseklik boyutlarında ve dikdörtgen yapıya sahiptir. Oda hacmi 263 m^3 ve oda iç yüzeylerinin toplam yüzey alanı 262 m^2 'dir. Oda içerisinde sesin saçılımını sağlamak için Tablo 6'da boyutları verilen 16 adet yansıtıcı değişik konumlarda ve yönlerde tavana asılı olarak bulunmaktadır. Oda iç yüzeyleri epoksi boya ile boyanmış sert beton yüzeyden oluşmaktadır. Oda yüzeylerinde odanın çınlanım süresinin ayarlanabilmesi için 6 adet yutucu eleman bulunmaktadır. Odanın ISO 3741 standardına göre dağınık alan ölçümleri ve kalifikasyon ölçümleri [6] DELTA Acoustics tarafından yapılmıştır. Çınlanım odasının görünümü Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Çınlanım odasında bulunan dağıtıcıların yüzey alanları, sayıları ve toplam yüzey alanı boyutları

Boyutlar	Yüzey Alanı	Sayı	Toplam Yüzey Alanı
m	m^2		m^2
200 x 150	3,00	5	15,00
150 x 120	2,40	4	7,20
200 x 120	2,40	3	7,20
120 x 80	0,96	4	3,84
Toplam Dağıtıcı Sayısı		16	
Oda içerisindeki dağıtıcıların toplam yüzey alanı			33,24 m^2



Şekil 1. UME çınlanım odası genel görünümü

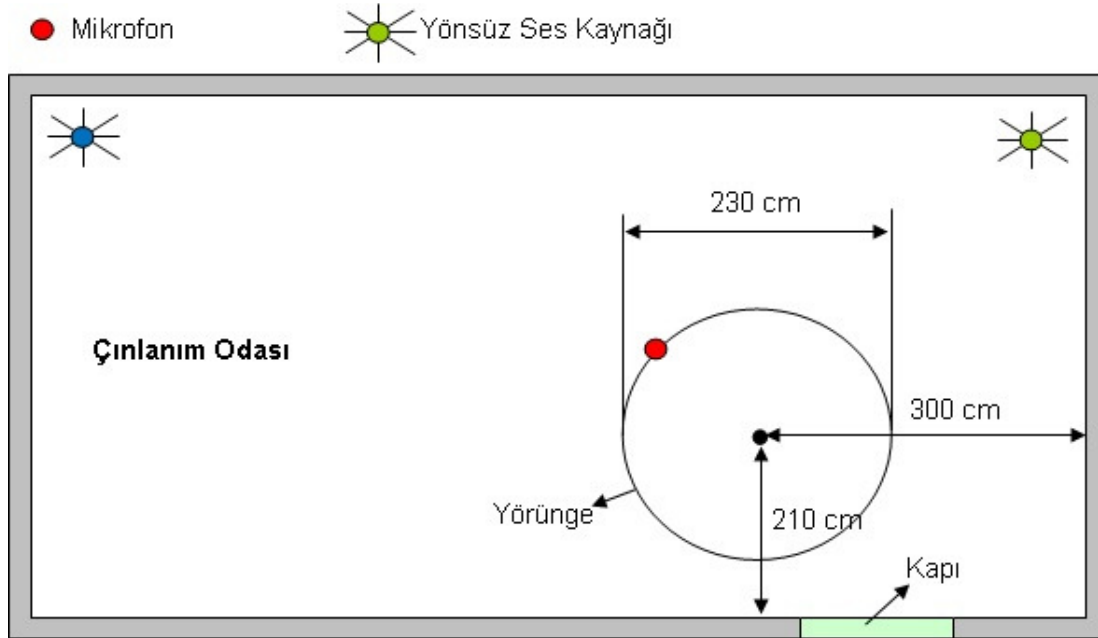
4. ÖLÇÜMLER

Dağınık ses alanı içerisinde ölçümler Bölüm 3'te özellikleri verilen UME çınlanım odası içerisinde gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyonda, çınlanım odası içerisinde oluşturulan referans ses, geniş bant gürültü olan 100 Hz ile 10.000 Hz aralığında beyaz gürültü olarak belirlenmiştir. Ölçümler sonucunda beyan edilen kalibrasyon sonuçları, 1/3 oktav merkez frekans bant değerlerinde verilmiştir. Ölçüm süresi, ölçümler için standart sapma değeri bütün frekanslarda 0,05 dB değerinden küçük olacak şekilde belirlenmiştir.

Çınlanım oda içerisinde oluşturulan ses alanı UME yönsüz ses kaynağı kullanılarak sağlanmıştır. Ayrıca düşük frekans bölgelerinde de sesin üretilebilmesi için yönsüz ses kaynağı haricinde ikinci bir ses kaynağı kullanılmıştır.

IEC 61183'te belirtildiği üzere, ses basınç düzeyi ölçüm süreleri frekansa göre farklılık göstermektedir. 500 Hz ve üzeri frekans bölgesi için en az 2 dakika ortalama değeri, 250 Hz ile 500 Hz arası 8 dakika, 250 Hz frekansından küçük değerler için 15 dakikalık ortalama alınması gerekliliği standart tarafından vurgulanmaktadır. Bu amaçla ölçümler 15 dakika süre ortalama olarak alınmıştır. Bu süreler dikkate alınmadığında istenilen 0,05 dB standart sapma değerinin yakalanmamasının mümkün olmadığı yapılan ölçümler sonucunda tespit edilmiştir.

Döner kol oda içerisinde Şekil 2'de gösterildiği üzere duvarlardan, 2,1 m ve 3,0 m mesafede konumlandırıldı. Döner kolun taradığı dairenin yarıçapı 1,15 m olarak belirlendi. Döner kol çınlanım oda içerisinde Şekil 3'te gösterildiği gibi yerden 10 derece açılı olacak şekilde konumlandırıldı. Döner kol oda içerisine yerleştirildikten sonra Şekil 3'te gösterildiği üzere, bir ucuna mikrofon tutucu yerleştirildi. Mikrofon tutucu üzerine B&K 2669 önyükselteç yerleştirildi. Karşılaştırmalı kalibrasyon sırasında sadece mikrofon kartuşları ön yükselteç üzerine takılarak değişimler yapıldı. Buradaki amaç her iki mikrofonun akustik merkezlerinin de aynı noktada kalmasıdır. Mikrofon tutucunun döner kol üzerindeki yerleşimi Şekil 4'de gösterilmektedir. Ölçümler önce referans standart mikrofon daha sonra kalibre edilecek mikrofon kartuşu ön yükselteç üzerinde takılarak ölçümler tekrarlandı. Oda içerisinde oluşturulan gürültü seviyesinin toplam değeri 100 dB olarak ölçüldü.



Şekil 2. Döner kolün oda içerisindeki konumu, mikrofonun taradığı alan ve ses kaynaklarının oda içerisindeki yerleşim planları



Şekil 3. Ölçüm düzeneğinin oda içerisindeki ve mikrofonun döner kol üzerindeki yerleşimi



a) 4180 tip mikrofon

b) 4191 tip mikrofon

Şekil 4. Kalibre edilecek mikrofonların döner kol üzerindeki mikrofon tutucu üzerine yerleştirilmesi

5. ÖLÇÜM SONUÇLARI

Mikrofonların dağınık alan kalibrasyonları 4191 ve 4133 tip iki farklı B&K mikrofon olmak üzere 6 adet mikrofon için tekrarlanmıştır.

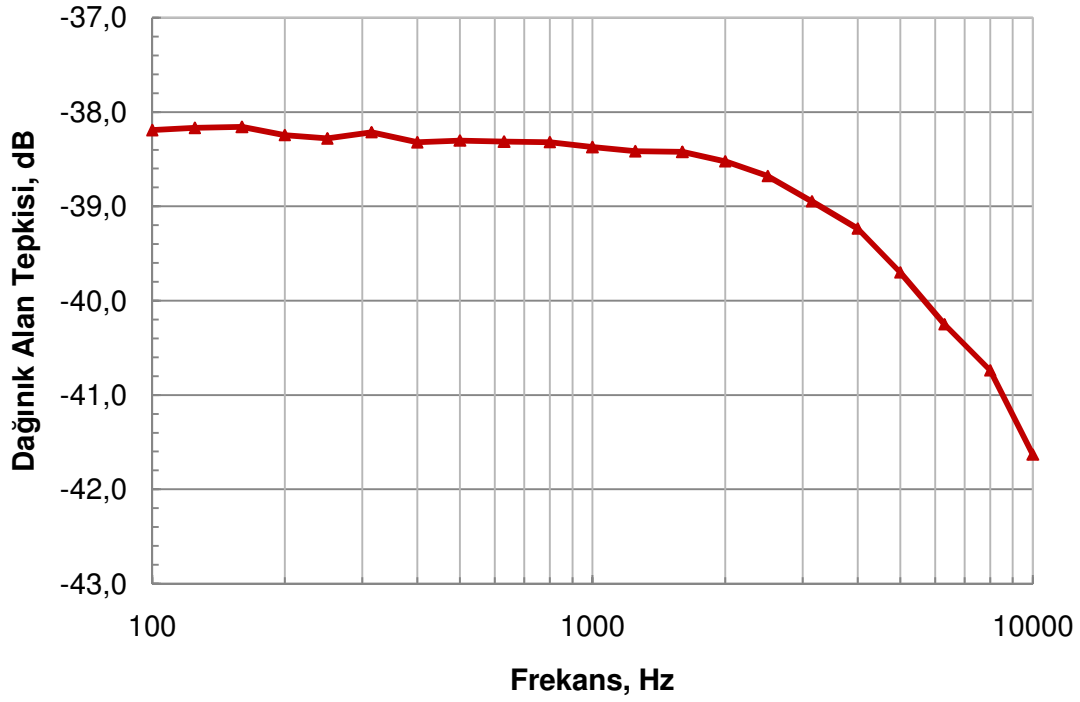
Tablo 3'te 4191_1 tip olarak kodlanmış bir mikrofon için dağınık ses alanı içerisinde 100 Hz – 10 000 Hz frekans aralığında 1/3 oktav merkez frekans bantlarında ölçülen ses basınç düzeyi değerleri ve fark hesaplaması verilmektedir. Tablo 4'te ise aynı mikrofon için dağınık alan kalibrasyon sonucunda elde edilen dağınık alan hassasiyetleri frekansa göre verilmektedir.

Tablo 3. Mikrofonların Dağınık alan içerisinde ölçülen ses basınç düzeyi (SPL) değerleri ve hesaplanan fark değerleri

Frekans Hz	B&K 4180 Referans Standart Mikrofon	B&K 4191_1 Tip Mikrofon	Fark
	$L_{D,ref}$ dB	L_D	ΔG_D
100	87,5	87,6	0,1
125	89,4	89,6	0,1
160	92,3	92,4	0,1
200	92,6	92,7	0,1
250	91,2	91,2	0,0
315	90,3	90,4	0,1
400	88,6	88,6	0,0
500	87,0	87,1	0,0
630	87,4	87,4	0,0
800	86,3	86,3	0,0
1000	85,7	85,6	-0,1
1250	85,0	84,9	-0,1
1600	82,5	82,4	-0,2
2000	80,9	80,6	-0,3
2500	81,5	81,0	-0,5
3150	82,2	81,3	-0,9
4000	84,1	82,8	-1,3
5000	84,4	82,3	-2,1
6300	83,4	80,4	-3,0
8000	77,9	73,6	-4,3
10000	77,1	71,0	-6,1

Tablo 4. 4191_1 mikrofonun dağınık alan tepkisinin hesaplanması

Frekans	4180 tip Referans Mikrofonun Basınç Hassasiyet Değerleri	IEC 61183 Annex B Table B.1 Düzeltme Değerleri	Fark	B&K 4191_1 tip mikrofonun dağınık alan tepkisi
	$L_{D,ref}$	Δ_{DP}	ΔG_D	G_D
Hz	dB			
100	-38,294	0	0,1	-38,194
125	-38,299	0	0,1	-38,169
160	-38,306	0	0,1	-38,159
200	-38,308	0	0,1	-38,245
250	-38,315	0	0,0	-38,281
315	-38,314	0	0,1	-38,215
400	-38,321	0	0,0	-38,321
500	-38,319	0	0,0	-38,304
630	-38,321	0	0,0	-38,315
800	-38,320	0	0,0	-38,319
1000	-38,318	0	-0,1	-38,373
1250	-38,316	0	-0,1	-38,417
1600	-38,304	0,05	-0,2	-38,423
2000	-38,289	0,1	-0,3	-38,524
2500	-38,262	0,1	-0,5	-38,679
3150	-38,218	0,15	-0,9	-38,947
4000	-38,151	0,25	-1,3	-39,237
5000	-38,050	0,4	-2,1	-39,700
6300	-37,896	0,65	-3,0	-40,251
8000	-37,679	1,2	-4,3	-40,738
10000	-37,416	1,9	-6,1	-41,632



Şekil 5. 4191_1 tip mikrofonun dağılık alan tepkisi

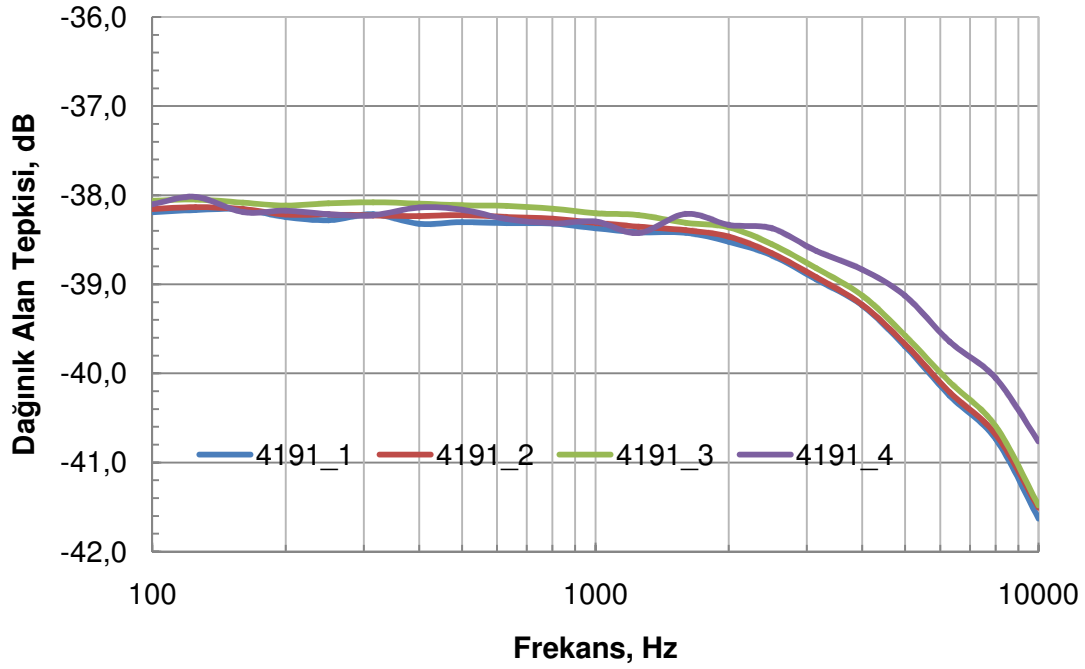
Şekil 5'den görüldüğü üzere mikrofonun dağılık alan tepkisi yüksek frekans bölgesine doğru gidildikçe düştüğü gözlenmektedir. Bu tip bir tepki mikrofonların basınç alan tepkilerinden farklıdır. Bu nedenle mikrofonların kullanıldıkları ortamlara göre frekans cevaplarının belirlenmesi ve bu tepkilerin ölçümlerde kullanılması gerekmektedir

Aşağıda Tablo 5'te diğer mikrofonlar için 100 Hz – 10000 Hz frekans aralığında elde edilen tepki değerleri verilmektedir.

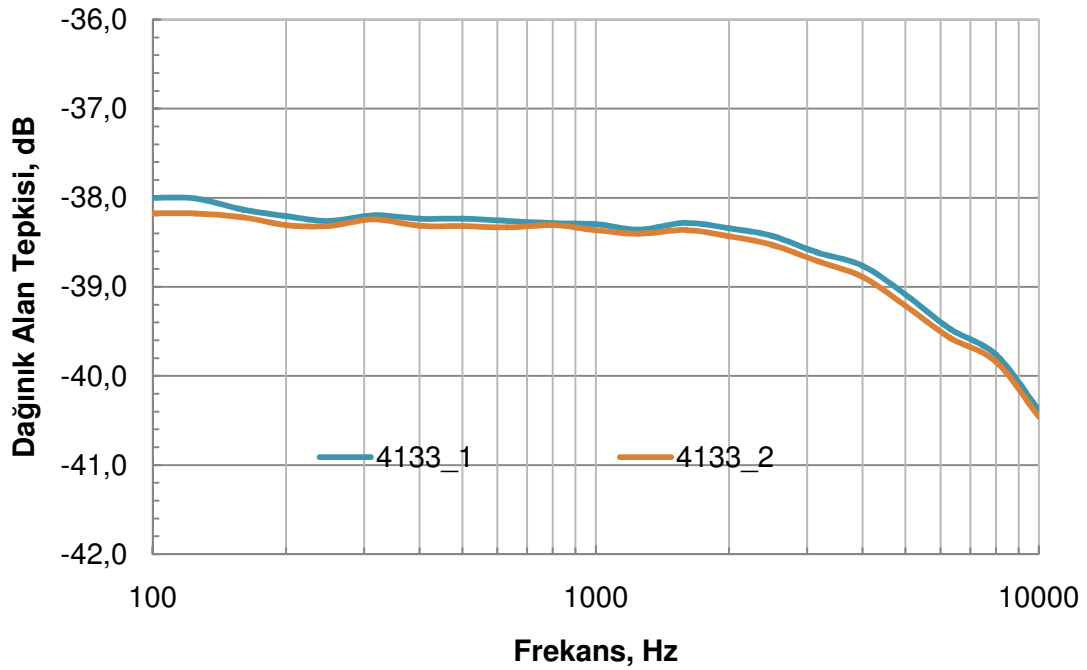
Tablo 5. Mikrofonların Dağılık Alan Hassasiyetleri

Frekans	B&K 4191_1	B&K 4191_2	B&K 4191_3	B&K 4191_4	B&K 4133_1	B&K 4133_2
Hz	$G_D = \Delta G_D + (G_{p,ref} + \Delta DP)$					
100	-38,194	-38,158	-38,063	-38,103	-38,001	-38,176
125	-38,169	-38,136	-38,048	-38,020	-38,010	-38,179
160	-38,159	-38,158	-38,084	-38,190	-38,136	-38,221
200	-38,245	-38,219	-38,118	-38,177	-38,206	-38,309
250	-38,281	-38,217	-38,091	-38,213	-38,262	-38,317
315	-38,215	-38,228	-38,083	-38,226	-38,198	-38,242
400	-38,321	-38,235	-38,096	-38,138	-38,236	-38,317
500	-38,304	-38,225	-38,113	-38,165	-38,236	-38,318
630	-38,315	-38,247	-38,122	-38,270	-38,262	-38,333
800	-38,319	-38,266	-38,154	-38,316	-38,285	-38,308
1000	-38,373	-38,312	-38,203	-38,296	-38,298	-38,365
1250	-38,417	-38,355	-38,224	-38,427	-38,359	-38,405
1600	-38,423	-38,393	-38,311	-38,210	-38,284	-38,364
2000	-38,524	-38,466	-38,362	-38,335	-38,344	-38,433
2500	-38,679	-38,653	-38,552	-38,373	-38,429	-38,532
3150	-38,947	-38,923	-38,821	-38,627	-38,612	-38,712
4000	-39,237	-39,231	-39,127	-38,837	-38,763	-38,891
5000	-39,700	-39,673	-39,574	-39,130	-39,087	-39,213
6300	-40,251	-40,212	-40,098	-39,643	-39,470	-39,571
8000	-40,738	-40,685	-40,593	-40,055	-39,762	-39,843
10000	-41,632	-41,510	-41,482	-40,765	-40,387	-40,458

Kalibrasyon sonucunda mikrofonlar için elde edilen dağınık alan frekans tepkileri Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmektedir.



Şekil 6. 4191 tip mikrofonların dağınık alan tepkileri



Şekil 7. 4133 tip mikrofonların dağınık alan tepkileri

5. SONUÇ

IEC 61183 standardına göre çınlanım oda içerisinde yapılan ölçümler sonucunda kapasitif mikrofonların dağınık alan hassasiyetleri belirlenmiştir. Laboratuvarımızda mikrofonların hassasiyetleri karşılaştırmalı kalibrasyon sonucunda belirlenmektedir ve elektrostatik uyarıcı yöntemi ile de mikrofonların frekans cevapları çizdirilmektedir. Basınç hassasiyetini bildiğimiz mikrofonları çınlanım odası içerisinde gerçekleştirilen ses gücü, ses yutma katsayısı, gürültü ölçümleri deneylerinde kullanılmaktadır. Kullandığımız mikrofonların dağınık alan tepkilerinin belirlenmesi ve elde edilen hassasiyetlerin ölçümlerde kullanılması sonucunda ölçüm sonuçlarının doğruluğunu artırmış olmaktadır. Ayrıca mikrofonların dağınık alan kalibrasyonlarında laboratuvarımızda gerçekleştirilmesi kabiliyetini kazanmış bulunmaktayız.

KAYNAKLAR

- [1] IEC 61183 “Electroacoustics — Random incidence and diffuse-field calibration of sound level meters _International Electrotechnical commission, Geneva, Switzerland, 1994” (International Electrotechnical Commission, Genova 1994)
- [2] IEC 61094-2 “Measurement microphones part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standart microphones by the reciprocity technique” (International Electrotechnical Commission, Genova 1995)
- [3] IEC 61094-3 “Measurement microphones part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standart microphones by the reciprocity technique” (International Electrotechnical Commission, Genova 1995)
- [4] H.G.Diestel, Reciprocity Calibration of Microphones in a Diffuse Sound Field, The Journal of the Acoustical Society of America, V33, N4, pg 514,1961
- [5] Salvador Barrera-Figueroa and Knud Rasmussen , On experimental determination of the random-incidence response of microphones, Vol. 121, No. 5, pg 2628, 2007
- [6] Test Report, “Verification of the Anechoic Chamber and the Reverberation Room at TÜBİTAK UME”, Delta Acoustics, 2003

ÖZGEÇMİŞ

Cafer KIRBAŞ

1969 yılı Ankara doğumludur. 1996 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünü bitirdi. 1999 yılında aynı üniversitede Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. Halen Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fizik bölümünde Doktora çalışmasına devam etmektedir. 1996 yılından günümüze kadar TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Akustik Laboratuvarlarında Uzman Araştırmacı olarak görev yapmaktadır.

Eyüp BİLGİÇ

1966 yılı Polatlı Ankara doğumludur. 1988 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1993 yılında Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2004 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fen Bilimleri Enstitüsünden Doktor ünvanını almıştır. 1991 yılında TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Akustik Laboratuvarında göreve başlamış olup halen Akustik Laboratuvarları Sorumlusu ve Mekanik Grubu Kalite Yönetim Temsilcisi görevlerini yapmaktadır. Ayrıca TÜRKAK Laboratuvar akreditasyonu denetimlerinde Teknik Uzman olarak görev almaktadır.

Enver SADIKOĞLU

1969 yılı Bakü doğumludur. 1992 yılında Bakü Devlet Üniversitesi Fizik Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır. 1992 yılında Bakü Devlet Üniversitesi Yariletken Fiziği Araştırma Laboratuvarı'nda araştırma görevlisi olarak çalışmıştır. 2001 yılında Azerbaycan Bilimsel Akademisi Fotoelektronik Enstitüsü'nde doktora çalışmasını tamamlamıştır. 1993 yılından beri TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Akustik Laboratuvarlarında Başuzman Araştırmacı olarak ve TÜBİTAK UME'nin Kalite Yöneticisi görevlerini yapmaktadır. 2009 yılından beri Avrupa Metroloji Enstitüler Birliği (EURAMET)'nde Kalite Yöneticiliği görevini yürütmekte, ayrıca TÜRKAK Laboratuvar akreditasyonu denetimlerinde denetçi olarak görev almaktadır.