



TÜRKAK  
TÜRK AKREDİTASYON KURUMU  
TURKISH ACCREDITATION AGENCY

tarafından akredite edilmiş



TÜBİTAK  
ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ

Deney Raporu  
Test Report

AB-0092-T
UME G2AK-0002
12-14

Müşterinin Adı /Adresi Customer / Address	: ÇAĞ MÜH. MİM. TİC. LTD. ŞTİ. Mimar Sinan Mh. Çavuşbaşı Cad. Özge Sk. No:1/10 Çekmeköy - İSTANBUL
İstek Numarası Order No	: 2014.02162
Numunenin Adı ve Tarihi Name and Identity of Test Item	: CelluBOR Selüloz Yalıtım Malzemesi CelluBOR Cellulose Insulation Material
Numunenin Kabul Tarihi Date of Receipt of Test Item	: 01.12.2014
Açıklamalar Remarks	: Ses Yutma Katsayısı Ölçümü Sound Absorption Coefficient Measurement
Deneyin Yapıldığı Tarih Date of Test	: 01.12.2014
Sayfa Sayısı Number of Pages	: 9

Bu deney raporu, Uluslararası Birimler Sistemi'nde (SI) tanımlanmış birimleri gerçekleştiren ulusal ölçüm standartlarına izlenebilirliği belgeler.

This test report documents traceability to national standards, which realize units of measurement according to the International System of Units (SI).

Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği (EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyonu Birliği (ILAC) ile karşılıklı tanınma anlaşmasını imzalamıştır.

The Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European Cooperation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of test reports.

Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metotları bu raporun tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.

Test and/or measurement results, expanded measurement uncertainties (if applicable) and test methods are given on the following pages, which are part of this report.

14.01.2015

Tarih  
Date

Dr. Mustafa ÇETİNTAŞ

Enstitü Müdürü (V.)  
Director (A.)

Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.  
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 2 / 9 Page	<b>TÜBİTAK</b> <b>ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ</b> NATIONAL METROLOGY INSTITUTE	AB-0092-T
		UME G2AK-0002
		12-14

**Cihaz / Numune**

Device / Test Item

**Teknik Tanım**

Technical Description

Üretici Firma Manufacturer	Çağ Mühendislik Mimarlık Tic. Ltd. Şti.
Malzeme Tarifi Description of material	100 mm kalınlığında CelluBOR Selüloz Yalıtım Malzemesi CelluBOR Cellulose Insulation Material having thickness of 100 mm
Malzeme Detayı Properties of material	Muhteviyatı : %81 kağıttan elde edilen selüloz, % 7 Boraks pentahidrat ve %12 Borik Asit Content : 81 % Cellulose obtained from paper, 7% Borax pentahydrate and 12 % Boric acid Kalınlık : 10 cm Thickness Yoğunluk : 30 kg/m <sup>3</sup> Density
Uygulama Application of material into the room	Normal serpme olarak zemine yerleştirilmiştir. Çevresi alüminyum levha ile çevrelenmiştir. Absorption surface is obtained by normal spreading method on the room floor. The perimeter of the surface is surrounded by aluminum plate.

**Deneyin Yapıldığı Yer**

Location

TÜBİTAK UME

**Deneyde Kullanılan Referans(lar)**

Reference(s) Used in Test

No	Cihaz Adı Instrument Name	Üretici Firma Manufacturer	Tip / Model Type/Model	Seri No Serial No	İzlenebilirlik Traceability
1.	Kapasitif Mikrofon Condenser Microphone	Brüel & Kjaer	4191	2340328	UME, G2AK-0147 18.12.2013
2.	Kapasitif Mikrofon Condenser Microphone	Brüel & Kjaer	4191	2340330	UME, G2AK-0148, 18.12.2013
3.	Kapasitif Mikrofon Condenser Microphone	Brüel & Kjaer	4191	2340331	UME, G2AK-0150, 18.12.2013
4.	Kapasitif Mikrofon Condenser Microphone	Brüel & Kjaer	4191	2340333	UME, G2AK-0149, 18.12.2013
5.	Kapasitif Mikrofon Condenser Microphone	Brüel & Kjaer	4133	1832429	UME, G2AK-0151, 18.12.2013
6.	Kapasitif Mikrofon Condenser Microphone	Brüel & Kjaer	4133	1832441	UME, G2AK-0152, 18.12.2013
7.	Akustik Kalibratör Acoustical Calibrator	Brüel & Kjaer	4231	2343192	UME, G2AK-0122, 11.09.2014

Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.  
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 3 / 9 Page	<b>TÜBİTAK</b> <b>ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ</b> NATIONAL METROLOGY INSTITUTE	AB-0092-T
		UME G2AK-0002
		12-14

### Deney Yöntemi ve Prosedürü

Test Method and Procedure

CelluBOR selüloz yalıtım malzemesinden oluşan yüzeyin ses yutma katsayısı ölçümleri UME Çınlanım Odası içerisinde TLM 05-G2AK-04-16 "Malzemelerin Akustik Özelliklerinin Belirlenmesi" talimatına göre ISO 354:2003 standardının şartları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

UME Çınlanım odası 9,7 m uzunluk 6,6 m genişlik, 4,1 m yükseklik boyutlarında ve dikdörtgen yapıya sahiptir. Oda hacmi 262,5 m<sup>3</sup> ve oda iç yüzeylerinin toplam yüzey alanı 261,7 m<sup>2</sup>'dir. Oda içerisinde sesin saçılımını sağlamak için çeşitli boyutlarda 16 adet yansıtıcı değişik konumlarda ve yönlerde tavana asılı olarak bulunmaktadır. Oda iç yüzeyleri epoksi boya ile boyanmış sert beton yüzeyden oluşmaktadır.

6 adet mikrofon ve 2 adet ses kaynağının oda içerisindeki yerleşim konumları Şekil 2'de gösterilmektedir. Ölçüm noktalarındaki mikrofonlar yerden minimum 1,0 m yükseklikte konumlandırıldı. Mikrofonlar ve ses kaynağının konumları ISO 354:2003 standardında verilen mikrofon ve ses kaynağı ölçüm konumları şartlarını sağlayacak şekilde düzenlendi.

CelluBOR selüloz yalıtım malzemesinden oluşan yutucu yüzey 3,0 m x 4,0 m (12 m<sup>2</sup>) boyutlarında bir yüzey alanı oluşturacak şekilde oda zemininde konumlandırıldı. Ölçüm yüzeyinin çevresi 2 mm kalınlığında alüminyum levhalar kullanılarak çevrelenmiştir. Oda içerisinde oluşturulan yüzey alanı Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmektedir.

Ses yutuculuk ölçümlerinde, Brüel & Kjaer (B&K) 4191 ve 4133 tip kapasitif mikrofonlar ve B&K tip 3560 D PULSE 15 Kanallı Analizör Sistemi (The Multi Analyzer System) kullanıldı. Her bir mikrofon konumundaki ölçümler eş zamanlı yapıldı.

Çınlanım süresi ölçümlerinde; yönsüz ses kaynağı, çınlanım odası içerisinde Şekil 1'de gösterilen 3 farklı noktada (1, 2, 3) konumlandırıldı. Düşük frekanslarda sesi oluşturmak amacıyla 4 nolu noktada bir adet sabit ses kaynağı konumlandırıldı. Yönsüz ses kaynağının her bir konumu için ölçümler 5 kez tekrarlandı. Gerçekleştirilen ölçümlerin ortalaması alınarak oda içerisinde ses yutucu yüzey varken ve yokken 100 Hz - 5000 Hz frekans aralığında 1/3 oktav bant merkez frekanslarında çınlanım süreleri ölçüldü. Tablo 1'de verilen çınlanım süresi değerleri T20 sürelerinden elde edilmiştir.

Ölçülen çınlanım süresi değerleri kullanılarak ISO 354 (2003) standardında verilen formüle göre CelluBOR selüloz yalıtım malzemesinden oluşan yüzeyin ses yutma katsayısı değerleri hesaplandı. Ağırlıklandırılmış ses yutma katsayısı ( $\alpha_w$ ) ISO 11654:1997, standardına göre hesaplanarak belirlendi.

Ölçümlerden önce ve sonra ölçüm sisteminin doğrulaması B&K tip 4231 Akustik Kalibratör kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.  
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.



Sayfa 4 / 9 Page	<b>TÜBİTAK</b> <b>ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ</b> NATIONAL METROLOGY INSTITUTE	AB-0092-T
		UME G2AK-0002
		12-14

Sound absorption coefficient measurements of CelluBOR Cellulose Insulation Material were carried out in UME's Reverberation Room in accordance with TLM-05-G2AK-04-16 "Instruction for determination of acoustical properties of acoustical materials" and ISO 354:2013 standard.

UME's Reverberation Room has a length of 9.7 m, width of 6.6 m and a height of 4.1 m. It has a rectangular shape. The volume of the room is 263 m<sup>3</sup> and the total inner surface area of the walls is 262 m<sup>2</sup>. In order to provide diffusion, there are 16 diffusers having different dimensions and hanged randomly in the room. The inner surfaces of the room are hard concrete surfaces and painted with epoxy.

Six (6) microphones and two (2) sound source positions in the room used during measurements are shown in Figure 1. The height of the microphones at the measurement points was minimum 1 m from ground surface. The positions of microphones and sound sources in the room were determined according to recommendations of ISO 354:2000 standard.

Absorption surface consist of CelluBOR Cellulose Insulation Material having dimension of 3 m x 4 m (12 m<sup>2</sup>) was put on the room floor. The perimeter of absorption surface was surrounded by an aluminum plate having 2 mm thickness. The absorption surface in the room is shown in Figure 1 and 2.

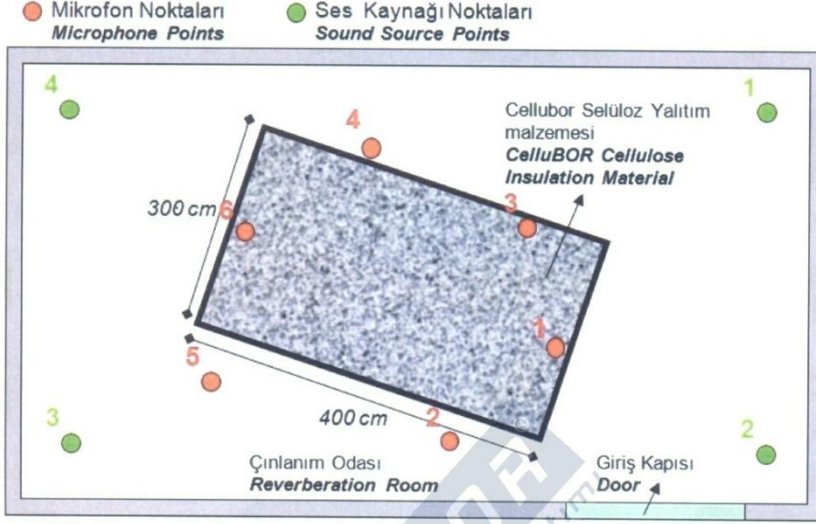
Brüel & Kjaer (B&K) Type 4191 and B&K Type 4133 microphones, B&K PULSE Type 3560 D 15 channels multi analyzer system were used in sound absorption coefficient measurements. Measurements at each microphone location were performed simultaneously.

In reverberation time measurements, two (2) sound sources were used to provide broadband noise in the room. One of them covers low frequency range and was kept fixed at 4<sup>th</sup> position as shown in Figure 1. The other one is omni directional sound source and was located in three (3) different corners (1, 2 and 3<sup>rd</sup> positions as shown in Figure 1) in the room during the measurements. Measurements were repeated five (5) times at each microphone locations for every omni directional sound source position. Ensemble averaging of reverberation time was calculated from measured values in conditions with and without panels in the room for all measurements at 1/3 octave band center frequencies in the frequency range from 100 Hz to 5000 Hz. Reverberation time values shown in the Table 1 were obtained from T20 reverberation time values.

Sound absorption coefficient values of the absorption surface consist of CelluBOR Cellulose Insulation Material was calculated by using measured reverberation times according to formula given in ISO 354:2003 standard. Weighted sound absorption coefficient ( $\alpha_w$ ) was calculated according to ISO 11654:1997 standard.

Measurement system was checked before and after the measurements by using B&K type 4131 Acoustical Calibrator.

**Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.**  
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.



Şekil 1. CelluBOR selüloz yalıtım malzemesinden oluşan ses yutucu yüzey, mikrofonlar ve ses kaynaklarının çınlanım odası içerisindeki yerleşimi

Figure 1. Location of microphones, sound sources and absorption surface consisting of CelluBOR Cellulose Insulation Material in reverberation room



Şekil 2. CelluBOR selüloz yalıtım malzemesinden oluşan ses yutucu yüzey ve mikrofonların çınlanım odası içerisindeki yerleşiminin gösterimi

Figure 2. The picture showing location of microphones, sound sources and absorption surface consisting of CelluBOR Cellulose Insulation Material in reverberation room

Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.  
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 6 / 9 Page	<b>TÜBİTAK</b> <b>ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ</b> NATIONAL METROLOGY INSTITUTE	AB-0092-T
		UME G2AK-0002
		12-14

### Çevre Şartları

*Environmental Conditions*

Oda içerisinde malzeme varken  
*Absorbing surface inside the room*

Sıcaklık : (22,2 ± 1,0) °C  
*Temperature*

Bağıl Nem : (42,1 ± 3,0) % rh  
*Relative Humidity*

Basınç : (100,10 ± 0,10) kPa  
*Pressure*

Oda içerisinde malzeme yokken  
*Empty Room*

Sıcaklık : (22,4 ± 1,0) °C  
*Temperature*

Bağıl Nem : (42,2 ± 3,0) % rh  
*Relative Humidity*

Basınç : (100,10 ± 0,10) kPa  
*Pressure*



**Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.**  
*This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.*

### Deney Sonuçları

Test Results

Ölçüm sonuçları Tablo 1, 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.  
Measurement results are presented in Tables 1, 2 and Figure 3.

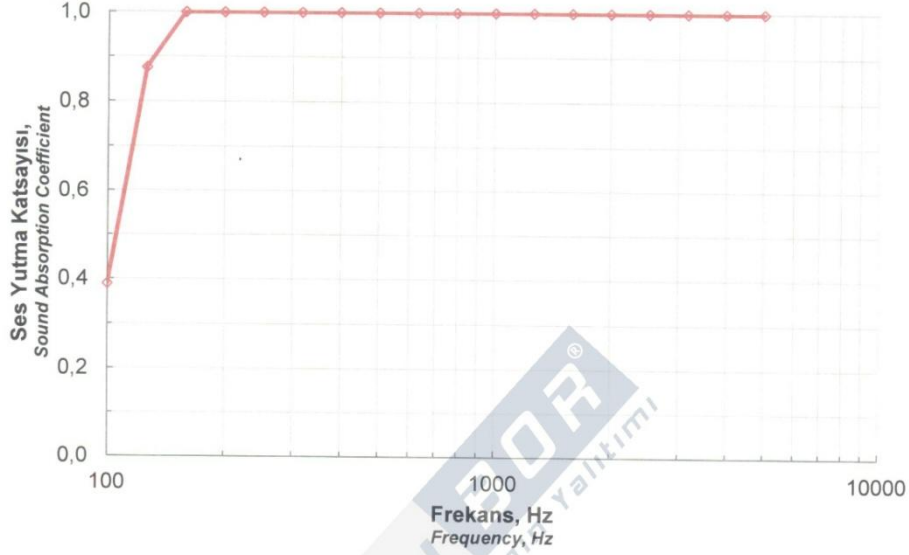
**Tablo 1.** Boş odanın ve CelluBOR selüloz yalıtım malzemesinden oluşan ses yutucu yüzey oda içindeyken ölçülen çınlanım süreleri ve hesaplanan ses yutma katsayısı değerleri

**Table 1.** Measured reverberation time values of empty room and when CelluBOR Cellulose Insulation Material placed in the room and calculated sound absorption coefficient values

Frekans Frequency (Hz)	Çınlanım Süresi		Ses Yutma Katsayısı Sound Absorption Coefficient ( $\alpha_p$ )
	Ses yutucu yüzey yokken Empty Room	Ses yutucu yüzey varken Absorbing Surface inside the room	
	(s)		
100	3,77	2,66	0,39
125	7,30	2,59	0,88
160	6,92	2,16	1,00
200	7,95	2,15	1,00
250	8,73	2,19	1,00
315	8,30	2,00	1,00
400	7,80	2,18	1,00
500	8,06	2,19	1,00
630	8,79	2,34	1,00
800	8,07	2,35	1,00
1000	7,51	2,29	1,00
1250	6,89	2,31	1,00
1600	6,37	2,20	1,00
2000	5,60	2,12	1,00
2500	4,64	1,95	1,00
3150	3,53	1,71	1,00
4000	2,86	1,51	1,00
5000	2,18	1,32	1,00

Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.  
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.





Şekil 3. Ses yutma katsayısının frekansa göre değişimi  
Figure 3. Sound absorption coefficient versus frequency

Tablo 2. ISO 11654:1997 standardına göre elde edilen ağırlıklandırılmış ses yutma katsayısı ve ses yutuculuk sınıfı

Table 2. Weighted sound absorption coefficient and absorption class according to ISO 11654:1997 standard

Ağırlıklandırılmış Ses Yutma Katsayısı, $\alpha_w$ Weighted Sound Absorption Coefficient	1,0
Ses Yutuculuk Sınıfı Sound Absorption Class	A

Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.  
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.



Sayfa 9 / 9 Page	<b>TÜBİTAK</b> <b>ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ</b> NATIONAL METROLOGY INSTITUTE	AB-0092-T
		UME G2AK-0002
		12-14

### Ölçüm Belirsizliği

*Measurement Uncertainty*

Ses yutma katsayısı ölçümlerindeki tahmini belirsizlik %10,0'dur.  
*Uncertainty of sound absorption coefficient measurements is 10.0 %.*

Beyan edilen genişletilmiş ölçüm belirsizliği, standart ölçüm belirsizliğinin normal dağılım için yaklaşık % 95 güvenilirlik seviyesini sağlayan  $k=2$  kapsam faktörü ile çarpımının sonucudur. Standart ölçüm belirsizliği GUM ve EA-4/02 dokümanlarına uygun olarak belirlenmiştir.

*The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor  $k = 2$ , which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with GUM and EA-4/02.*

### Görüşler, Açıklamalar ve Uygunluk Beyanı

*Comments, Remarks and Statement of Compliance*

Deney sonuçları sadece deneyi yapılan CelluBOR Selüloz Yalıtım Malzemesi numunesine aittir.

*The test results refer only to the tested CelluBOR Cellulose Insulation Material.*

Bu rapor, 2014 tarih ve G2AK-0147 numaralı rapor yerine hazırlanmış olup, eski rapor yanlış anlamaları önleyecek şekilde ortadan kaldırılmalıdır.

*This report replaces the report with the numbered G2AK-0147 and dated 2014. The previous report must be withdrawn to prevent misunderstandings.*

Deneyi Yapan(lar) * <i>Performed By</i>	Laboratuvar Sorumlusu * <i>Head of the Laboratory</i>
Cafer KIRBAŞ	Dr. Eyüp BILGIÇ

\* Elektronik olarak onaylanmıştır.  
*Approved electronically.*

Bu rapor, TÜBİTAK UME'nin yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.  
*This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of TÜBİTAK UME. Test reports without signature and seal are not valid.*