

# ANKARA MUSİKİ MUALLİM MEKTEBİ MAMAK BELEDİYESİ KONSERVATUVAR BİNASI VE GÜRÜLTÜ KONTROL ANALİZİ

**Fusun DEMİREL\***, **Zuhal ÖZÇETİN\*\***

\*Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Gazi Üni., Ankara/Türkiye

\*\*Mimarlık Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fak., Bozok Üni., Yozgat/Türkiye

[fusund@gazi.edu.tr](mailto:fusund@gazi.edu.tr), [zuhal.ozcetin@bozok.edu.tr](mailto:zuhal.ozcetin@bozok.edu.tr)

(Geliş/Received: 15.05.2014; Kabul/Accepted: 09.10.2014)

## ÖZET

Eğitim binaları içinde özellikli bir yer tutan konservatuvar binalarında eğitim ve öğretimin verimli olabilmesi için uygun akustik koşulların sağlanması gerekmektedir. Bu düşünceden hareketle çalışmada; Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar binası örneklem olarak seçilerek, çalışma odalarında konuşma seviyesi, arka plan gürültü düzeyi, uygun mekân boyutları, yapı bileşenlerinde sağlanması gereken ses yalıtım değerleri, reverberasyon süresi ve konuşmanın anlaşılabilirliği gibi parametreler araştırılmıştır. Bu bağlamda Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar binasına ait yapı elemanlarının ses geçiş kayıpları; Insul 6.4 simülasyon programı aracılığı ile ortaya konulmuş ardından binada çevresel gürültü düzeyi, arka plan gürültü düzeyi ve yapı elemanlarının ses geçiş kaybı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; simülasyon programı sonuçları ile karşılaştırılarak değerlendirilmeleri yapılmış ve uygun olmayan durumlar için öneriler geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gürültü Kontrolü, Konservatuvar Binaları, Ankara Musiki Muallim Mektebi.

## ANKARA MUSIKI MUALLIM MEKTEBI MAMAK MUNICIPALITY CONSERVATORY BUILDING AND NOISE CONTROL ANALYSIS

### ABSTRACT

Conservatory buildings, which have a special role among other educational buildings, should have appropriate acoustic conditions for an effective education and teaching. Based on this view, choosing Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Municipality Conservatory Building as a sample, this study analyzed parameters such as speaking rate, background noise level, suitable spatial dimensions, sound insulation values that should be met in construction components, reverberation time and speech intelligibility. In this context, Insul 6.4 simulation program was used to determine sound transmission losses of construction elements of Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Municipality Conservatory Building. Environmental noise level, background noise level and sound transmission loss of construction elements were measured. The results obtained were compared to the results of the simulation program; the results were evaluated and suggestions were made for inappropriate conditions.

**Key Words:** Noise Control, Conservatory Buildings, Ankara Musiki Muallim Mektebi.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İşitsel açıdan konforlu bir çevre oluşturmak için istenmeyen ses olarak kabul edilen gürültü, tasarım aşamasında yapıdan uzaklaştırılmalı ya da denetim altına alınmalıdır. Bunun için öncelikle gürültü koşullarının ölçüm ve simülasyon yöntemleri ile belirlenmesi ve bunlara bağlı olarak gürültü kontrolü sağlanarak mekân içindeki sesin homojen olarak dağılması sağlanmalıdır [1,2,3]. Bu bilgiler ışığında

sesle ilgilenen insanları yetiştirmeye yönelik olarak kullanılan konservatuvar binalarında eğitim ve öğretimin verimli olabilmesi için hacim içerisinde ihtiyaç duyulan akustik koşulların sağlanması ve arka plan gürültü düzeyinin denetlenmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda çalışmanın amacı; müzik eğitimi verilen binalarda akustik konforun sağlanması gerekliliği düşüncesinden hareketle, Ankara'nın önemli tarihi binalarından Musiki Muallim Mektebi Mamak

Belediyesi Konservatuvar binasına ait çalışma odalarının (sınıfların) akustik performansının değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda gürültü kontrolü ile ilgili ulusal ve uluslararası mevzuatlar konservatuvar binaları açısından incelenerek, performans kriterleri ortaya konmuş [4,5,6] ve örneklem olarak seçilen Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar binasının; Insul 6.4 simülasyon programı ve yerinde yapılan akustik ölçümler aracılığı ile gürültü kontrolüne yönelik analizleri yapılmış ve değerlendirilmiştir.

## 2. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışmada, öncelikle sağlıklı karşılaştırma yapılabilmesi için Insul 6.4 simülasyon programının güvenilirliği sınamış ve güvenilirlik %5'lik bir farkla doğrulanmıştır. Örneklem olarak seçilen Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar binasına ait yapı elemanlarının ses geçiş kayıpları (ses azaltma indeksi değerleri); aynı özelliklere sahip iki sınıfta Insul 6.4 simülasyon programı ile ortaya konup, ardından da sınıflarda çevresel gürültü düzeyi, arka plan gürültü düzeyi ve yapı elemanlarının ses geçiş kaybı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; simülasyon programı ve oluşturulan performans kriterleriyle

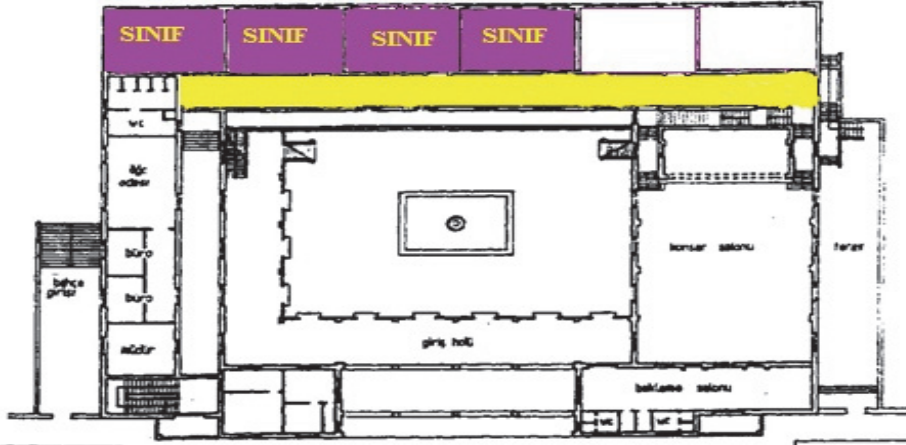
karşılaştırılarak değerlendirilmiş, uygun olmayan durumlar için öneriler geliştirilmiştir.

## 3. ANKARA MUSİKİ MUALLİM MEKTEBİ MAMAK BELEDİYESİ KONSERVATUVAR BİNASININ GÜRÜLTÜ KONTROL ANALİZİ (ANKARA MUSİKİ MUALLİM MEKTEBİ MAMAK MUNICIPALITY CONSERVATORY BUILDING NOISE CONTROL ANALYSIS)

Ankara Musiki Muallim Mektebi, 1928 yılında Avusturya kökenli İsviçreli mimar Ernest Arnold EGLI tarafından tasarlanan ve 1938 yılında eklenen yeni mekânlarla genişleyerek Devlet Konservatuarı olmuştur.

### 3.1. Bina ve Çalışma Odalarıyla İlgili Genel Bilgiler (General Information about the Building and Study Rooms)

Alt katta sınıfların, üst katta yatakhanelerin bulunduğu avlulu 2 katlı konservatuvar binasının zemin katında; müzik eğitimi için düzenlenen sınıflar, konser-tiyatro salonu, merdiven ve revaklı ana giriş yer almaktadır. İkinci katta revir, yatakhanelerin bir bölümü ve okuma odası, bodrumda yemekhane ve mutfak yer almaktadır. Avlu; üç yönde revaklarla çevrilmiştir (Şekil 1-2) [7].



Şekil 1. Musiki Muallim Mektebi, Ankara, 1927-29 Zemin Kat Planı (Musiki Muallim Mektebi, Ankara, 1927-29, Ground Floor Plan) [4,7]



Şekil 2. Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar Binası'nın Görünüşü (Appearance of Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Municipality Conservatory Building)

Günümüzde Mamak Kültür Merkezi olarak kullanılan ve doğusundan tren yolu geçen binanın; 12.400 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip olup, 289 kişilik tiyatro ve konser salonu, 100 kişilik tiyatro salonu, 500 m<sup>2</sup>'lik sergi salonu, 4000 m<sup>2</sup>'lik eğitim salonu, 600 m<sup>2</sup>'lik halk kütüphanesi, 150 m<sup>2</sup>'lik çocuk meclisi salonu, 1000 m<sup>2</sup>'lik restaurant ve 750 m<sup>2</sup>'lik kafesi bulunmaktadır [7].

### 3.2. Çalışma Odalarının Çevreleyen Yapı Elemanlarının Ses Yalıtım Performansının Simülasyon Yöntemi ile Analizi (Analysis of Sound Insulation Performance of the Construction Elements that Surround Study Rooms with Simulation Method)

Bu çalışmada; öncelikle çalışma odalarının mevcut durumu için kabul edilen performans kriterleri belirlenmiş (Tablo 1), kullanılacak olan simülasyon programının güvenilirliği sorgulanmış ve bu amaçla Insul 6.4 simülasyon programı ile elde edilen veriler literatür bilgileri ile karşılaştırılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2'de görüldüğü üzere literatür bilgileri ile Insul 6.4 simülasyon programı arasında en fazla 3 dB ile %5'lik bir fark olduğu saptanmıştır. Söz konusu sonuçların güven aralığında yer almasından dolayı Insul 6.4 simülasyon programı bu çalışmada güvenle kullanılmıştır. Bu bağlamda; çalışma odalarını çevreleyen yapı elemanları Insul 6.4 simülasyon

programıyla analiz edilerek, belirlenen ses geçiş kayıpları (ses azaltma indeksi değerleri), Tablo 3'te verilmiştir.

### 3.3. Çalışma Odalarının Gürültü Kontrol Ölçüm Yöntemi ile Analizi (Analysis of Study Rooms with Noise Control Measurement Method)

Çalışmanın amacı doğrultusunda, gürültü kontrolüne ilişkin değişkenlerden sırasıyla çevresel gürültü düzeyi, arka plan gürültü düzeyi ve yapı elemanlarının ses azaltma indeksi değerleri ölçülmüştür.

#### Çevresel Gürültü Düzeyi Ölçümleri:


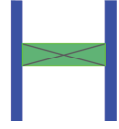


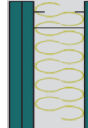
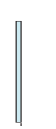

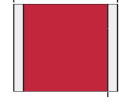
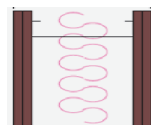
Ölçümler; TS ISO 1996-2: Mart 2009 standardına uygun olarak Reten Electronic RS104 SLM ses seviyesi ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümlere başlanmadan önce ses düzeyi ölçer kalibre edilmiştir. Zeminden 1,50 m yükseklikte gerçekleştirilen ölçümlerde rüzgârlık kullanılmıştır. Ölçüm sırasındaki hava koşulları aşağıda belirtildiği gibidir. Hava sıcaklığı: 19,3°C, Nem: % 33,5, Basınç: 915 hPa, Rüzgâr hızı ve yönü: 0,8 m/sn, Kuzey, Yağış: Yok.

Ölçümler; belirlenen Alıcı 1, Alıcı 2 ve Alıcı 3 noktaları için 2 dakikalık sürelerle beş kez tekrarlanarak ortalamalar alınmıştır (Şekil 3-4 ve Ek-1).

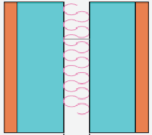
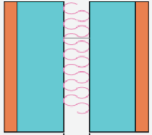

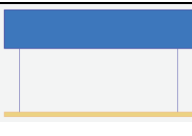
**Tablo 1.** Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar Binası Çalışma Odalarının Mevcut Durumu İçin Kabul Edilen Performans Kriterleri (Performance Criteria Accepted for the Current ( Situation of the Study Rooms in Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Municipality Conservatory Building) [4,5,6])

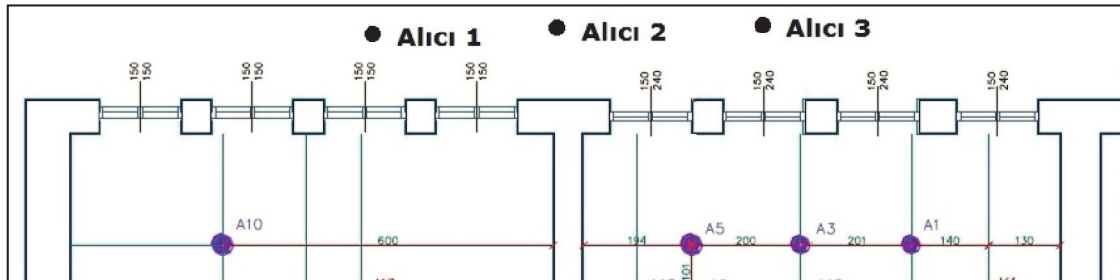
Parametreler		Kabul Edilen Performans Kriterleri
Arka plan gürültü düzeyi	Sınıflar	Müzik sınıfları: 35 dBA (~NC 25) [11,12]
	Büyük hacimler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temel öğrenme mekânı &gt; 283 m<sup>3</sup> ve ≤ 566 m<sup>3</sup>: 35dBA [13]</li> <li>Temel öğrenme mekânı &gt; 566 m<sup>3</sup> ve tüm yardımcı öğrenme mekânı: 40 dBA [13]</li> </ul>
Mekânın boyutları	Müzik odaları	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öğrenim odası: 85 m<sup>2</sup> [11]</li> <li>Çalışma odası: 20 m<sup>2</sup> [11]</li> <li>Pratik yapılan grup odaları: 8 m<sup>2</sup> [11]</li> </ul>
	Mekânın geometrisi	Mekânın en/yükseklik/boy oranı 1.25:1:1.6 oranı en ideal oran olarak kabul edilmektedir [11].
	Mekânın toplam hava hacmi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yüksek sesli enstrümanlarla kişisel derslerin yapıldığı odalar: 40 m<sup>3</sup> [14]</li> <li>Orkestra prova odaları ve kişisel çalışma odaları: En az 20-30 m<sup>3</sup> [14]</li> <li>Koro prova odaları: 10-15 m<sup>3</sup> [14]</li> </ul>
Yapı bileşenlerinde sağlanması gereken ses yalıtım değerleri	Binanın, dış duvar ve çatı gibi yapı bileşenlerinde sağlanması gereken ses yalıtımı (Sınıflar için)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çevresel gürültü düzeyi 56-60 dBA arasında olan yerlerde: Rw,res : 30 dB [15].</li> <li>Çevresel gürültü düzeyi 55 dBA' ya kadar olan yerlerde: Rw,res : 30 dB [15].</li> </ul>
	Mekânlar arasındaki yapı elemanlarında havada yayılan ses yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sınıflar ve koridorlar arasındaki kapılar: Rw: 32 dB [11]</li> <li>Sınıflar ve merdivenler arasındaki duvarlar: Rw: 52 dB [11]</li> <li>Sınıflar ve jimnastik, müzik odaları, atölye gibi odalar arasındaki duvarlar: Rw: 55 dB [15]</li> <li>Sınıflarda tavanlar ve döşemeler: Rw: 55dB [15]</li> </ul>
	Döşemelerde katlarda yayılan ses yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sınıflar arasındaki döşemeler Ln,w : 53 dB [15]</li> <li>Sınıflar ve jimnastik, müzik odaları, atölye gibi odalar arasındaki döşemeler Ln,w : 46 dB [15]</li> </ul>
Reverberasyon süresi		<ul style="list-style-type: none"> <li>V &lt; 283 m<sup>3</sup> sınıflar için T=0,6 sn [16,17]</li> <li>283 m<sup>3</sup> &lt; V ≤ 566 m<sup>3</sup> sınıflar için T = 0,7 sn [16,17]</li> </ul>
	Öğrenme ve çalışma mekânlarında reverberasyon süresi	Müzik sınıfları T < 1,0 sn [11]
Konuşmanın anlaşılabilirliği		Konuşma iletim indeksi (STI) > 0,60 [11]

**Tablo 2.** Insul 6.4 Simülasyon Programının Güvenilirliği (Reliability of Insul 6.4 Simulation Program) [4]

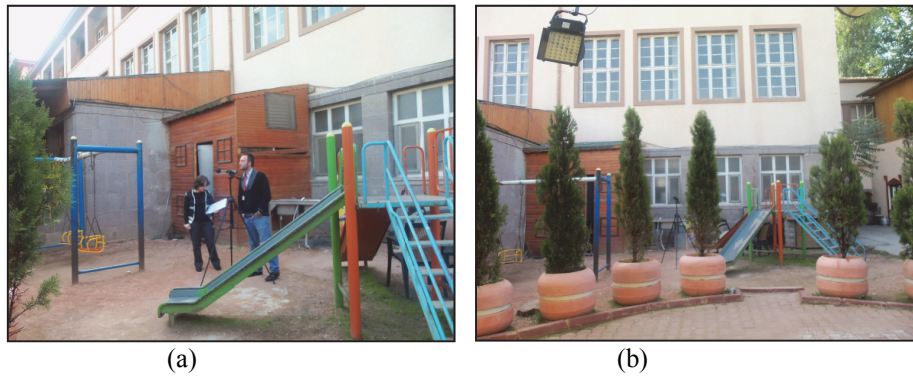
Kaynaklar	Yapı Bileşeninin Detayları	Yapı Bileşenlerinin Malzeme Bilgileri	Laboratuvar Koşullarındaki Ölçüm Sonuçları (dB)	Insul 6.4 Simülasyon Programı (dB)	Ölçüm ve Simülasyon Yöntemleri Arasındaki Fark (dB)
W.Cavanaugh, J.Wilkes [8]		12,5mm alçı sıva+150mm betonarme duvar+12,5mm alçı sıva	53	56	3
		12,5mm alçı pano+ 100mm boşluk (ahşap taşıyıcı aralığı 400 mm) +12,5mm alçı pano	32	35	3
		15,9mm alçı pano+65mm boşluk (metal taşıyıcı aralığı 600 mm) + 15,9mm alçı pano	36	36	-
M.David Egan [9]		12,5mm alçı sıva+150mm betonarme duvar+ 12,5mm alçı sıva	53	56	3
		2x16mm alçı pano+65mm boşluk, içi taş yünü doldurulmuş (metal taşıyıcı aralığı 600 mm) + 16mm alçı pano	51	51	-
		6mm cam+50mm boşluk+4mm cam	39	40	1
M.Mehta, J.Rocaford, J.Johnson [10]		300mm tuğla duvar	61	60	1
BB93 [11]		12,5mm alçı pano+ 115mm tuğla duvar+ 12,5mm alçı pano	45-50	46	1
		2x12,5mm alçı pano+150mm boşluk, içi 75 mm cam yünü doldurulmuş (metal taşıyıcılı) + 2x12,5mm alçı pano	50-55	55	-

**Tablo 3.** Çalışma Odalarında Insul 6.4 Simülasyon Programı ile Elde Edilen Yapı Elemanlarının Ses Azaltma İndeksi Değerleri (Sound Reduction Index Values of Construction Elements in Study Rooms Obtained from Insul 6.4 Simulation Program) [4]

Yapı Elemanları	Yapı Bileşeninin Malzeme Bilgileri	Yapı Bileşeninin Detayları	Ses Azaltma İndeksi $R_w$ (C;Ctr) ve $L_{n,w}$ (C <sub>1</sub> ) (dB)
<b>Sınıflar Arasındaki Duvar</b>	25mm sıva+90mm tuğla duvar+ 50mm camyünü+ 90mm tuğla duvar+ 25mm sıva		$R_w = 56$ (-1; -3)
<b>Sınıf ve Koridor Arasındaki Duvar (Bileşik Cidar)</b>	25mm sıva+90mm tuğla duvar+ 50mm camyünü+ 90mm tuğla duvar+ 25mm sıva + kapı		$R_w = 30$ (0; 1)
<b>Sınıfların Tavan Döşemesi</b>	2,6mm vinil döşeme kaplaması + 150mm betonarme döşeme + 1500mm boşluk + Z profil taşıyıcı + 16mm delikli taşıyıcı asma tavan		$R_w = 62$ (-1; -5)
			$L_{n,w} = 58$ (-7)
<b>Sınıfların Zemin Döşemesi</b>	2,6mm vinil döşeme kaplaması+ 150mm betonarme döşeme+ 250mm boşluk + Z profil taşıyıcı + 16mm delikli taşıyıcı asma tavan		$R_w = 62$ (-2; -5)
			$L_{n,w} = 59$ (-5)



**Şekil 3.** Alıcı 1, Alıcı 2 ve Alıcı 3 noktaları (Receiver 1, Receiver 2 and Receiver 3 points)



**Şekil 4.** (a) (b) Yapılan Ölçümlerden Fotoğraflar (Photographs of Measurements)

*Arka plan gürültü düzeyi ölçümleri:*

Çalışma odaları için arka plan gürültü düzeyi ölçümleri TS ISO 1996-2: Mart 2009 [18] standardına uygun olarak Reten Electronic RS104 SLM ses seviyesi ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler; sınıfın boyutuna ve mekânsal düzenlemesine bağlı olarak belirlenen 6 adet (A1,A2,A3,A4,A5,A6) ölçüm noktasında yapılmıştır (Şekil 5-6). İlk alıcı, döşemeden 1,30 m yükseklikte, dış cephe duvarından 2,00 m ve yazı tahtasının bulunduğu duvardan 4,70 m uzaklıkta konumlandırılmıştır. Diğer alıcılar, yine 1,30 m yüksekliğe ayarlanarak arkadan öne ve sağdan sola 2'er m ara ile yerleştirilmiştir.

Ölçümlere başlamadan önce mikrofonlar kalibre edilmiştir. Daha sonra ölçümler, belirlenen her bir alıcı noktası için 1/3 oktav bant frekanslarına bağlı olarak 16 saniyelik sürelerle üçer kez tekrar edilerek ortalamaları alınmıştır (Ek-2). Ölçülen arka plan gürültü düzeyinin 125-2000 Hz aralığında; literatüre uygun olarak NC-25 eğrisinin altında olduğu, yüksek frekanslarda ise eğrinin dışına çıktığı görülmüştür (Şekil 7).

*Yapı elemanlarının ses geçiş kaybı ölçümleri:*

Çalışma odalarını çevreleyen yapı elemanları ve yapılar için TS EN ISO 16283-1:2014 [19] standardına uygun olarak ses azaltma indeksi ölçümleri; mekân/alan boyutlarına, mekânsal düzenlemeye ve mekânın bitişik mekânlarla olan ilişkisine bağlı olarak belirlenen kaynak ve alıcı noktalarında yapılmıştır. Ölçümler; iç duvarlar için sınıf ile bitişik mekânlar (sınıf-sınıf ve sınıf-koridor) arasında gerçekleştirilmiştir. Dış duvarda yapılması planlanan ölçümler, cephede yer alan sundurmadan

dolayı yapılamamıştır. Ölçümlere başlamadan önce mikrofonlar kalibre edilmiştir. Daha sonra ölçümler, belirlenen her bir alıcı noktası için frekanslara bağlı olarak 12 yüzlü ses kaynağından 16 sn'lik beyaz gürültü verilmesi ile üçer kez tekrar edilmiş, kaynak ve algılama mekânlarındaki eşdeğer sürekli ses basınç seviyeleri (Leq) ölçülmüştür. Ardından ölçüm değerlerinin ortalamaları alınarak, yapı elemanlarının havada yayılan ses karşısındaki performansını belirlemek üzere kullanılan, "Ses Azaltma İndeksi";

$$R_w = L_1 - L_2 + 10 \log S/A, \quad (1)$$

formülü ile hesaplanmıştır. Burada;

$R_w$  = ses azaltma indeksi (dB),

$L_1$  = kaynak odasındaki ortalama ses basınç seviyesi (dB),

$L_2$  = algılama odasındaki ortalama ses basınç seviyesi (dB),

$S$  = ara duvarın - döşemenin alanı ( $m^2$ ),

$A$  = algılama odasındaki eş değer absorpsiyon alanını (Sabin,  $m^2$ ), göstermektedir.

Eş değer absorpsiyon alanı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

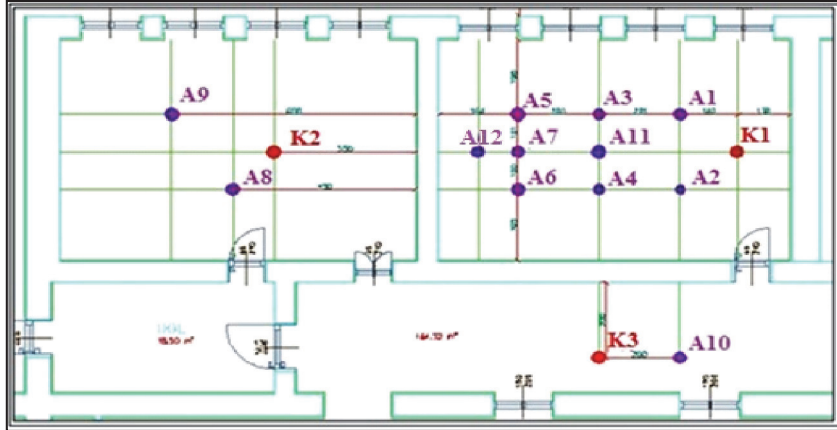
$$A = \frac{0,16V}{T} \quad (2)$$

Burada;

$A$ : Algılama odasındaki eşdeğer ses absorpsiyon alanı (ses yutucu yüzey alanı,  $m^2$ )

$V$ : Algılama odasının hacmi,  $m^3$

$T$ : Algılama odasındaki reverberasyon süresini, sn ifade etmektedir.



Şekil 5. Yapılan ölçümler için Kaynak ve Alıcı Noktaları (Source and Receiver Points for the Measurements)

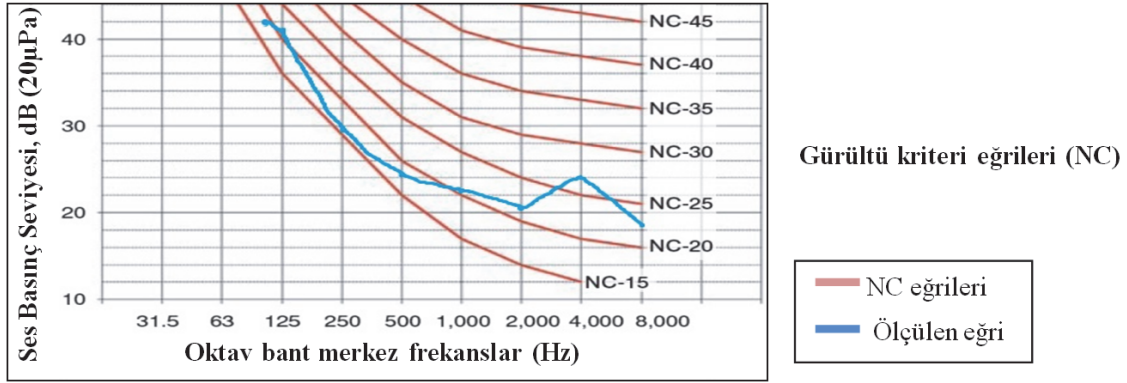


(a)



(b)

Şekil 6. (a) (b) Yapılan Ölçümlerden Fotoğraflar (Photographs of Measurements)



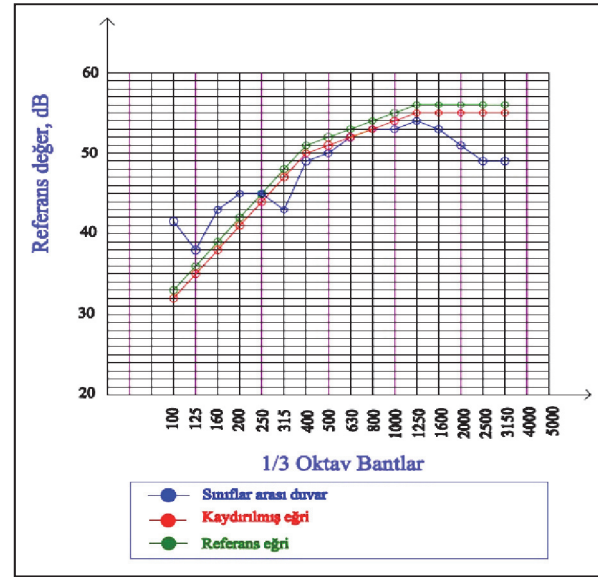
**Şekil 7.** Yapılan Ölçümler Sonucunda Arka Plan Gürültü Düzeyi Grafiği (Background Noise Level Graphic in Results Measurement)

Sınıflarda algılama odasında orta frekanslardaki (500, 1000 Hz ortalaması) reverberasyon süresi ( $T_{mid}$ ); 0,8 sn olarak ölçülmüştür. Algılama odasının hacmi  $179,6 \text{ m}^3$  tür.

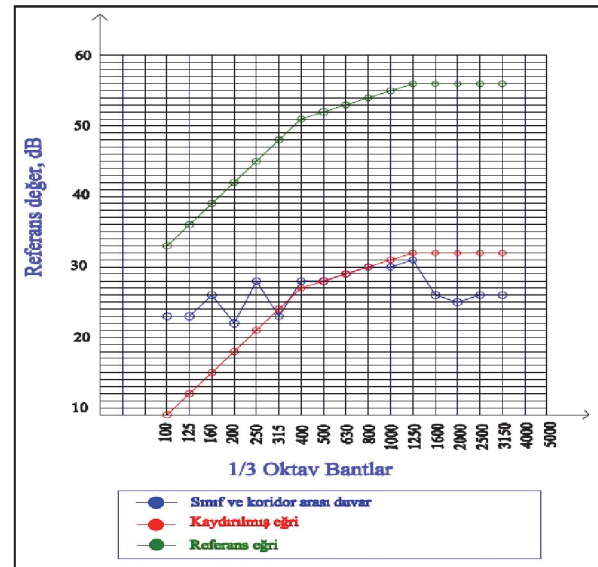
TS ISO 1996-2: Mart 2009 [18] standardı doğrultusunda; iki sınıf arasındaki iç duvar için K2 ses kaynağı sabit, A6, A8, A9 ve A12 alıcı noktalarında olmak üzere 4 noktada ölçüm alınmıştır. K2 ses kaynağı orta aks üzerinde yazı tahtasının bulunduğu duvardan 3,50 m, A8; 4,50 m, A9; 6,00 m, yan duvardan ise 2,00 m uzaklıkta yerleştirilmiştir (Şekil 5-6). Sınıf ile koridor arasındaki iç duvar için TS ISO 1996-2: Mart 2009 standardı doğrultusunda; K3 ses kaynağı sabit, A10, A1 ve A4 alıcı noktalarında olmak üzere 3 noktada ölçüm alınmıştır. K3 ses kaynağı; duvardan 2,00 m ara ile konumlandırılmıştır (Şekil 5-6). Bu ölçme noktalarında frekanslara bağlı olarak ölçülen ortalama ses basınç seviyeleri; Ek-3 ve Ek-4'te, sınıflar arasındaki duvarın ses azaltma indeksi grafikleri; Şekil 8-a ve b'de verilmiştir.

#### 4. DEĞERLENDİRME (ASSESSMENT)

Bu çalışma için seçilen Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar binasının çalışma odalarının gürültü kontrol analizini yapmak üzere öncelikle, sınıfları çevreleyen yapı elemanlarının ses azaltma indeksi değerleri, güvenilirliği kanıtlanmış olan Insul 6.4 simülasyon programı ile ortaya konmuş, ardından sınıflarda çevresel gürültü düzeyi, arka plan gürültü düzeyi ve yapı elemanlarının ses azaltma indeksi ölçümleri ve hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; simülasyon programı ve oluşturulan performans kriterleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular ve değerlendirmeleri içeren bilgiler Tablo 4'de verilmiştir.



a



b

**Şekil 8.** Yapılan Ölçümler Sonucunda a) Sınıflar Arasındaki Duvarın Ses Azaltma İndeksi Grafiği b) Sınıf ve Koridor Arası Duvarın Ses Azaltma İndeksi Grafiği (Based on the Measurements a) Sound Reduction Index Graph of the Wall between the Classrooms b) Sound Reduction Index Graph of the Wall between the Classroom and the Corridor)

**Tablo 4.** Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar Binası Çalışma Odalarına Yönelik Akustik Analiz (Acoustic Analysis for Study Rooms of Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Municipality Conservatory Building) [4]

Yapı Elemanları	Yapı Bileşeninin Malzeme Bilgileri	Yapı Bileşeninin Detayı	Optimum Değerler Rw (C;Ctr) ve Ln,w (C <sub>i</sub> ) (dB)	Insul 6.4 Simülasyon Programı Ses Azaltma İndeksi Değeri Rw (C;Ctr) ve Ln,w (C <sub>i</sub> ) (dB)	Yapılan Ölçümler Aracılığı ile Hesaplanan Ses Azaltma İndeksi Rw (C;Ctr) * (dB)	Değerlendirme	Öneriler
Sınıf Arasındaki Duvar	25mm sıva+90mm tuğla duvar+ 50mm camyünü+ 90mm tuğla duvar+ 25mm sıva		Rw ≥ 55 [15]	Rw=56 (-1;-3)	Rw = 51 (0;-2)	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN  Alan ölçümlerine göre UYGUN DEĞİL	Yapılan tadilatlardan dolayı duvarda bazı açıklıklar oluşmuştur. Bu açıklıkların kapatılması ile olumlu sonuçlar elde edilebilecektir.
Sınıf ve Koridor Arasındaki Duvar	25mm sıva+90mm tuğla duvar+ 50mm camyünü+ 90mm tuğla duvar+ 25mm sıva		Rw ≥ 55 [15]	Rw=30 (0;1)	Rw = 28 (-1;-1)	Simülasyon ve alan ölçümlerine göre UYGUN DEĞİL	Kapıların ses yalıtım değerleri yükseltilmeli ve kasa-kanat, kanat-döşeme boşluğu conta, keçe vb. ile kapatılmalıdır.
Sınıfların Tavan Döşemesi	2,6mm vinil döşeme kaplaması + 150mm betonarme döşeme+ 1500mm boşluk + Z profil taşıyıcı + 16mm delikli taşıyıcı asma tavan		Rw ≥ 55 [15]	Rw=62 (-1;-5)	-	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN	-
			Ln,w ≤ 46 [15]	Ln,w = 58 (-7)		Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN DEĞİL	Mevcut duruma 2,6mm kurşun katkılı vinil ilavesi ile; Rw = 62 (-1; -5) Ln,w = 43 (-1) UYGUN olacaktır.
Sınıfların Zemin Döşemesi	2,6mm vinil döşeme kaplaması + 150mm betonarme döşeme+ 250mm boşluk + Z profil taşıyıcı + 16mm delikli taşıyıcı asma tavan		Rw ≥ 55 [15]	Rw=62 (-2;-5)	-	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN	-
			Ln,w ≤ 46 [15]	Ln,w = 59 (-5)		Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN DEĞİL	Mevcut duruma 2,6mm kurşun katkılı vinil + kauçuk yalıtım ilavesi ile; Rw = 71 (-2; -6) Ln,w = 39 (1) UYGUN olacaktır.
Dış Duvar (Duvar + Pencere) (Bileşik Cidar)	60mm taş kaplama + 190mm tuğla duvar + 50mm camyünü + 190mm tuğla duvar + 25mm sıva + (4mm cam + 150mm boşluk + 4mm cam)		Rw ≥ 55 [15] Çevresel gürültü düzeyi 55dBA'ya kadar olan yerlerde dış duvar Rw,res ≥ 30 dB [15]	Duvar için Rw=64 (-1;-5)  Pencere için Rw=45 (-1;-6)  Bileşik cidar Rw,res=50 (-2;-6)	-	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN	-

\* C, Ctr spektrum adaptasyon terimlerinin hesaplanması TS EN ISO 717-1: 2013 standardına [20] uygun olarak yapılmıştır.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (RESULTS AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmada, Ankara'nın tarihi binalarından Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar binasının müzik işlevli sınıflarının gürültü kontrolüne yönelik analizi yapılmıştır. Bu bağlamda öncelikli olarak Insul 6.4 simülasyon programıyla sınıfları çevreleyen yapı elemanlarının ses yalıtım performansları ortaya konmuş, ardından gürültü kontrol ölçümleri yapılarak, simülasyon ve ölçüm sonuçları literatür bilgileri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda ise aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

➤ Ankara Musiki Muallim Mektebi'nin sınıf mekânlarında; iki sınıf arasındaki iç duvarın ses azaltma indeksi değeri; yapılan ölçümler aracılığı ile 51 (0;-2) dB, sınıf ve koridor arasındaki duvardaki ses azaltma indeksi değeri ise 28 (-1;-1) dB olarak hesaplanmıştır. Bu değerler; literatürde belirtilen uygun sınırlar içinde değildir (Tablo 4). Sınıf ve koridor arasındaki duvarda yer alan kapının ses yalıtım performansının düşük olması, bileşik cidarın ses azaltma indeksinin düşmesine neden olmaktadır. Kapının ses yalıtım performansının iyileştirilmesiyle iç duvarın (bileşik cidarın) ses azaltma indeksi de yükselecektir. Bunun için; kapıların ses yalıtım performansları artırılmalı, kasa-kanat birleşimlerinde conta, kanat-döşeme birleşimlerinde keçe vb. yalıtım malzemeleri kullanılarak kapı birleşim yerlerindeki açıklıkların giderilmesi gerekmektedir. Yapılmış olan tadilatardan dolayı iki sınıf arasındaki iç duvarda açıklıklar meydana gelmiştir. Bu açıklıklar kapatılarak iç duvarın ses azaltma indeksi uygun sınırlara getirilebilecektir.

➤ Zemin kat taban ve tavan döşemesi havada yayılan sese karşı yalıtım performansını sağlarken, katlarda yayılan sese karşı yeterli performansı sağlayamamıştır. Zemin kat döşemesinin iyileştirilmesi için 2,6 mm vinil döşeme kaplaması üstüne 2,6 mm kurşun katkılı vinil kaplama ilave edilmesi halinde zemin kat döşemesinin ses azaltma indeksi aynı kalacak [Rw; 62 (-1;-5) dB] ve darbe kaynaklı ses basıncı seviyesi [Ln,w; 43 (-1) dB] ile uygun değerlere getirilebilecektir. Tavan döşemesinin iyileştirilmesi için 2,6 mm vinil döşeme kaplaması üstüne 2,6 mm kurşun katkılı vinil kaplama ilave edilmesi ve kauçuk yalıtımlı taşıyıcı eleman kullanılması halinde tavan döşemesinin ses azaltma indeksi [Rw; 71 (-2;-6) dB] ve darbe kaynaklı ses basıncı seviyesi [Ln,w; 39 (1) dB] ile uygun değerlere ulaşılabilecektir (Tablo 4).

➤ Pencereli dış duvar bileşeninde (bileşik cidarda); birleşik (muntabık) pencere kasalarının halen bulunması nedeniyle binanın orjinalinde çift cam uygulamasının yapılmış olduğu, ancak restorasyon sırasında ya da daha sonrasında çift cam uygulamasının kaldırılmış olduğu düşünülmektedir.

Her ne kadar dış duvar bileşeni için ses azaltma indeksi simülasyon sonuçları uygun sınırlar içinde kalmış olsa da, çift cam uygulamasına tekrar geçilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

## KISALTMALAR VE SEMBOLLER (ABBREVIATIONS AND SYMBOLS)

<b>C</b>	Orta ve yüksek frekanslı gürültü kaynağı için spektrum adaptasyon terimi
<b>Ctr</b>	Düşük ve orta frekanslı gürültü kaynağı için spektrum adaptasyon terimi
<b>dB</b>	Desibel - Ses basınç seviyesi birimi
<b>dBA</b>	A-Ağırlıklı ses basınç seviyesi birimi
<b>Hz</b>	Hertz
<b>Leq</b>	Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi
<b>Ln,w</b>	Darbe kaynaklı ses basınç seviyesi
<b>MKM</b>	Mamak Kültür Merkezi
<b>NC</b>	Gürültü düzeyi kriteri
<b>Rw</b>	Ses azaltma indeksi
<b>Rw,res</b>	Ses azaltma indeksi (dış yapı bileşeni için)
<b>SEL</b>	Ses etkilenim seviyesi
<b>STI</b>	Konuşmanın iletim indeksi
<b>T</b>	Reverberasyon süresi
<b>Tmid</b>	Reverberasyon süresi (500-1000 Hz için)

## TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Bu çalışma; 2009/2011-43 kodlu Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi'nin bir bölümü olup, Gazi Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Yılmaz Demirkale, S., **Çevre ve yapı akustiği**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2007.
2. Kurra, S., "Çevre gürültüsü kirliliği ve kontrolü", **Gürültü ile Savaşım Sempozyumu**,YTÜ, İstanbul, 31-40, 5 Haziran 1997.
3. Kurra, S., **Çevre gürültüsü ve yönetimi I-II-III**, Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, İstanbul,2009.
4. Özçetin, Z., **Konservatuvar Binalarının Gürültü Kontrolü Açısından Analizi ve Bir Örnek Çalışma: Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar Binası**, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.
5. Demirel, F., Özçetin, Z., Doğan, M., **Mevzuatlar Çerçevesinde Konservatuvar Binalarının Gürültü Kontrolü Açısından Analizi ve Bir Örnek Çalışma: Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar Binası**, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bilimsel Araştırma Projesi raporu, 2011.
6. Özçetin, Z., Demirel, F., "Gürültü Kontrolüne Yönelik Mevzuatların Konservatuvar Binaları Açısından İncelenmesi", **Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi ISSN:1307-3818**, Cilt 5, No 1-2, 145-154, 2012.

7. Aslanoğlu, İ., **Musiki Muallim Mektebi**, Mimarlık, 2004.
8. Cavanaugh, W.J., Wilkes, J.W., **Architectural acoustics principles and practice**, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1999.
9. Egan, D., **Architectural acoustics**, Mc Graw Hill, New York, 2007.
10. Mehta, M., Johnson, J., Rocafort, J., **Architectural acoustics principles and design**, Prentice-Hall, New Jersey, 1999.
11. Building Bulletin 93, **Acoustic design of schools a design guide**, Department for Education and Skills The Stationary Office, London, 2003.
12. Mumovic, D., Palmer, J., Davies, M., Orme, M., Ridley, I., ve ark., “Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England”, **Building and Environment**, 44,1466-1477, 2009.
13. ANSI S12.60-2002, **Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools**, American National Standard, Melville-ABD, 2002.
14. Mommertz, E., **Acoustics and Sound Insulation**, Detail Practice, Berlin, 2009.
15. DIN 4109, **Sound insulation in buildings**, Almanya, 1989.
16. Zannin, P.H.T., Zwirnes, D.P.Z., “Evaluation of the acoustic performance of classrooms in public schools”, **Applied Acoustics**, 70, 626-635, 2009.
17. Zannin, P.H.T., Marcon, C.R., “Objective and subjective evaluation of the acoustic comfort in classrooms”, **Applied Ergonomics**, 38, 675-680, 2007.
18. TS ISO 1996-2: 2009, “Akustik-Çevre Gürültüsünün Tarifi, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Çevre Gürültü Seviyelerinin Tayini”, 2009.
19. TS EN ISO 16283-1: 2014, “Akustik-Yapı Elemanlarında ve yapılarda ses yalıtımının alan ölçümü-Bölüm 1: Hava ile yayılan sesin yalıtımı (ISO 16283-1:2014)” 2014.
20. TS EN ISO 717-1: 2013, “Akustik-Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının değerlendirilmesi-Bölüm 1: Hava ile yayılan sesin yalıtımı (ISO 717-1: 2013)”, 2013.

## EKLER

### Ek-1. Çevresel Gürültü Düzeyi Ölçüm Sonuçları (Environmental Noise Level Measurement Results)

Frekans (Hz)	Ortalama gürültü düzeyleri - dB		
	Alıcı 1 noktası	Alıcı 2 noktası	Alıcı 3 noktası
63	60,3	61,0	59,8
125	60,0	62,2	61,0
250	56,0	56,8	58,0
500	51,1	52,8	52,0
1000	50,1	50,6	51,5
2000	45,5	46,0	50,0
4000	36,3	37,2	35,8
8000	< 30	< 30	< 30

### Ek-2. Arka Plan Gürültü Düzeyi Ölçüm Sonuçları (Background Noise Level Measurement Results)

Frekans (Hz)	Ortalama gürültü düzeyleri - (L <sub>eq</sub> ) dBA						
	A1 noktası	A2 noktası	A3 noktası	A4 noktası	A5 noktası	A6 noktası	Ortalama
100	42,1	40,4	42,5	41,1	43,7	41,6	41,9
125	40,1	40,3	42,5	43,7	39,1	42,6	41,3
160	36,4	37,4	38,8	41,1	36,4	39,5	38,2
200	31,4	33,3	33,5	34,7	31,9	34,8	33,2
250	28,7	28,7	29,7	31,7	28,3	31,3	29,7
315	27,2	27,8	28,4	29,3	27,0	27,9	27,9
400	26,5	24,3	25,7	26,1	24,3	25,1	25,3
500	26,6	23,9	24,1	24,2	23,0	23,5	24,2
630	25,3	24,5	23,4	23,2	22,2	24,3	26,6
800	24,6	27,5	22,8	23,0	24,2	22,9	24,1
1000	24,0	26,6	21,9	22,2	20,3	20,8	22,6
1250	20,4	24,8	20,7	20,6	19,2	20,9	21,1
1600	20,2	21,6	20,6	20,3	19,4	19,9	20,3
2000	20,8	23,5	21,6	20,8	20,8	20,5	21,3
2500	21,8	23,7	22,3	22,0	21,7	21,7	22,2
3150	24,1	24,4	22,5	23,1	23,8	22,5	23,4
4000	26,7	25,8	21,7	22,7	25,3	22,0	24,0
5000	19,8	21,6	20,2	19,4	19,2	19,1	19,8
6300	18,6	20,6	18,8	18,1	17,9	18,0	18,6
8000	17,0	20,1	17,1	16,2	16,4	16,2	17,1
<b>Toplam</b>	25,7	26,6	25,5	25,9	24,6	25,4	25,7

**Ek-3. İki Sınıf Arasındaki İç Duvar için Ses Azaltma İndeksi Sonuçları (Sound Reduction Index)**  
Results for the Inner Wall Between Two Classrooms)

Frekans (Hz)	L <sub>1</sub> (dB)		L <sub>2</sub> (dB)		L <sub>1</sub> -L <sub>2</sub> (dB)			Ort.L <sub>1</sub> -L <sub>2</sub> (dB)	Rw (dB)
	A8	A9	A6	A12	A8-A6	A9-A6	A9-A12		
100	102,7	94,8	59,5	57,1	43,2	35,3	45,6	41,3	41,5
125	101,0	102,3	62,6	63,4	38,4	39,7	37,6	38,5	38,2
160	107,3	103,9	63,1	61,9	44,2	40,8	45,4	43,4	43,4
200	105,3	104,0	58,2	61,1	47,1	45,8	44,2	45,7	44,9
250	103,0	101,7	57,1	56,5	45,9	44,6	46,5	45,6	44,8
315	100,6	98,3	56,5	52,3	44,1	41,8	48,3	44,7	43,2
400	102,5	100,1	50,3	50,8	52,2	49,8	51,7	51,2	49,4
500	99,1	98,6	46,9	47,1	52,2	51,7	52,0	51,9	50,0
630	96,5	95,9	42,2	41,9	54,3	53,7	54,6	54,2	52,0
800	96,0	95,1	40,2	39,9	55,8	54,9	56,1	55,6	53,1
1000	94,6	93,8	39,0	37,8	55,6	54,8	56,8	55,7	52,8
1250	96,1	94,6	38,2	37,5	57,9	56,4	58,6	57,6	54,4
1600	97,3	96,3	41,1	41,5	56,2	55,2	55,8	55,7	52,8
2000	95,6	92,2	41,1	39,7	54,5	51,1	55,9	53,8	50,6
2500	95,4	93,9	42,6	41,8	52,8	51,3	53,6	52,5	49,2
3150	95,0	92,8	42,0	41,2	53,0	50,8	53,8	52,5	49,3
4000	91,9	92,3	37,7	36,9	54,2	54,6	55,0	54,6	51,2
5000	94,7	94,1	35,9	36,1	58,8	58,2	58,6	58,5	54,8
6300	91,5	92,4	*	*	-	-	-	-	-
8000	83,8	84,1	*	*	-	-	-	-	-

\* Ölçülemediştir.

**Ek-4. Sınıf ile Koridor Arasındaki İç Duvar için Ses Azaltma İndeksi Sonuçları (Sound Reduction Index)**  
Results for the Inner Wall Between Classroom and Corridor)

Frekans (Hz)	L <sub>1</sub> (dB)		L <sub>2</sub> (dB)		L <sub>1</sub> -L <sub>2</sub> (dB)		Ort.L <sub>1</sub> -L <sub>2</sub> (dB)	Rw (dB)
	A10	A1	A4	A10-A1	A10-A4			
100	99,9	73,7	74,8	26,2	25,1	25,6	23,2	
125	108,0	82,9	82,9	25,1	25,1	25,1	22,7	
160	109,5	79,9	82,0	29,6	27,5	28,5	26,1	
200	107,2	83,3	82,5	23,9	24,7	24,3	21,9	
250	109,4	78,4	78,8	31,0	30,6	30,8	28,4	
315	102,9	76,8	77,3	26,1	25,6	25,8	23,4	
400	105,4	75,9	74,6	29,5	30,8	30,1	27,7	
500	102,6	70,6	73,4	32,0	29,2	30,6	28,2	
630	100,5	68,3	69,1	32,2	31,4	31,8	29,4	
800	99,3	66,5	66,2	32,8	33,1	32,9	30,5	
1000	98,2	66,8	65,5	31,4	32,7	32,0	29,6	
1250	99,9	66,8	66,7	33,1	33,2	33,1	30,7	
1600	99,8	72,1	71,1	27,7	28,7	28,2	25,8	
2000	98,4	71,0	70,1	27,4	28,3	27,8	25,3	
2500	99,5	71,8	70,8	27,7	28,7	28,2	25,8	
3150	98,3	69,6	69,3	28,7	29,0	28,8	26,4	
4000	96,7	67,4	66,4	29,3	30,3	29,8	27,3	
5000	97,6	65,4	64,7	32,2	32,9	32,5	30,1	
6300	96,1	60,7	59,8	35,4	36,3	35,8	33,4	
8000	87,0	50,8	50,3	36,2	36,7	36,4	33,9	

