

Yapılarda Gürültü Denetimi : Bir Örnek Kapsamında Değerlendirmeler

Betül UNTUÇ¹, Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Günümüzde özellikle kentlerde, gürültü kirliliği önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir. Yapı dışı ve yapı içi kaynaklı gürültüler nedeniyle, konut, eğitim yapısı, hastane gibi gürültüye duyarlı yapılarda, yapı içinde gerçekleştirilen etkinliklerin zedelenmesi ve fizyolojik/psikolojik rahatsızlıklar gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu olumsuzlukları önleyebilmek amacıyla, yakın zamanda Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği" ile yapılarda gürültü denetimi konusu yasal açıdan denetim altına alınmıştır. Bu çalışmada ise verimli bir eğitim ortamına ihtiyaç duyulan konservatuvar yapılarında, gürültü denetimi konusu ele alınmış ve Yönetmelik kapsamında tanımlanan, yapı kabuğu ve iç bölme elemanlarında sağlanması gereken sınır değerleri sağlayan kesitlerin saptanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, kurgusal bir konservatuvar yapısı ele alınarak, yönetmeliğin önerdiği standartlara uygun hesaplama yapan bir akustik simülasyon programından yararlanılarak, yapı bir bütün olarak ele alınmış ve gereken yalıtım değerlerini sağlayan kesitler belirlenmiştir. Böylece, yapının bulunduğu bölge, hacim, işlev ve özelliklerinin de değerlendirmeye alındığı hesaplamalar sonucu, gürültü denetimi açısından yönetmeliğe örnek bir uygulama ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: *Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği, yapılarda gürültü denetimi, yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değeri, eğitim yapılarında gürültü yalıtımı*

Noise Control in Buildings : An Example Assessment

ABSTRACT

Nowadays, noise pollution has become a serious environmental problem especially in big cities. Because of the outdoor and indoor noise sources, in noise sensitive buildings such as dwellings, education buildings and hospitals, the indoor activities can be damaged and physiological/psychological illnesses may occur. In order to prevent these negative situations, recently, a new noise control regulation has been entered into force and published in The Official Gazette, called "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği". In this study, to ensure an efficient learning environment in conservatory buildings, noise control issue has been studied and also sufficient building sections that ensure the required limits of sound transmission loss values of building envelope and partition elements identified in the scope of Regulation, has been determined. For this purpose, a fictive conservatory building has been studied by using an acoustic simulation program that calculates according to the standards offered by the Regulation and sufficient building sections that ensure the required insulation limits of the Regulation, has been determined. Thus, by evaluating and calculating the building function, region and room features, a noise controlled building example for implementation of the Regulation has been produced.

Keywords: *Noise control regulation, noise control for buildings, sound transmission loss values of building elements, sound insulation in educational buildings*

1.GİRİŞ

Günümüzde özellikle kentlerde, çevresel gürültü kirliliğine neden olan kaynakların sayısı hızla artmaktadır. Ulaşım, endüstri, yapım-inşaat ve açık alanlardaki insan faaliyetlerinden kaynaklanan gürültüler, gerek yapı dışında, gerekse yapı içinde yapılan etkinliğin zedelenmesinden, fizyolojik/psikolojik rahatsızlıklara kadar ulaşan birçok açıdan kişileri olumsuz etkilemektedir. Kişilerin kendilerini işitsel açıdan konforda hissetmeleri, gürültünün planlı bir biçimde denetim altına alınmasını gerektirir. Özellikle konut, eğitim yapısı, hastane benzeri gürültüye duyarlı yapıların, yapı kabuğunda ve iç bölme elemanlarında gürültüye karşı gerekli önlemlerin alınması konusu üzerinde önemle durulmalıdır. Yapı elemanlarında sağlanması gereken ses geçiş kaybı değerlerine yönelik günümüze kadar gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışma bulunmaktadır [1,2,3,4,5]. Ülkemizde, günümüze kadar ne yazık ki genelde ihmal edilmiş olan, yapılarda gürültü denetimi konusu, çok yakın zamanda Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği” ile yasal açıdan denetim kapsamına alınmıştır [6]. Yönetmelik kapsamında tanımlanan gereksinimlerin sağlandığı yapılar, kuşkusuz, kişilere işitsel açıdan çok daha konforlu ortamlar sağlayacaktır.

Gürültü denetimi açısından önem taşıyan yapılardan olan konservatuvarlarda verimli bir eğitim ortamının oluşabilmesi için, gürültü yalıtımı sağlanmış, yüksek akustik konfor sunan eğitim ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Konservatuvarlarda gürültü, ulaşım ve açık alan etkinlikleri nedeniyle yapı dışından kaynaklanabildiği gibi, yapı içinde, komşu hacimlerden, mekanik ve tesisat ekipmanlarından da kaynaklanabilir. Özellikle müzik, aralarında komşuluk ilişkisi bulunan, hatta kimi zaman bulunmayan derslikler için bile, önemli bir gürültü kaynağına dönüşebilmektedir. Bu nedenle konservatuvarlarda hem dersliklerin içinde, hem de dersliklerle etkileşimli olan komşu hacimlerde, ortamların gürültü düzeyleri ve gürültüye karşı hassasiyet durumları birlikte değerlendirilerek, akustik konfor ortamı sağlayacak ses yalıtım gereksinimleri belirlenmelidir.

Bu çalışma kapsamında, “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği”nin [6] uygulanmasına örnek oluşturmak üzere, karayolu gürültüsünden etkilendiği kabul edilen, kurgusal bir konservatuvar yapısı ele alınmıştır. Yönetmelik kapsamında tanımlanan, yapı kabuğu ve iç bölme elemanlarında sağlanması gereken limit değerleri sağlayan kesitlerin saptanması amaçlanan çalışmanın, söz konusu yönetmeliğin uygulama aşamasına yönelik bir örnek oluşturacağı düşünülmektedir.

Yapı elemanlarının sağlaması gereken ses yalıtım değerleri belirlenirken, yapı kabuğuna etki eden dış gürültü ve alıcı ile kaynak hacimlerin işlevleri önemlidir. Yapı elemanlarının sağladığı ses yalıtımı değerlerini hesaplamak için, literatürde basitleştirilmiş hesap yöntemleri bulunmaktadır. Ancak yapı elemanının sağladığı yalıtım performansını, dolaylı ses geçişleri, yapı elemanının boyutları, hacim büyüklükleri ve hacimlerin toplam ses yutuculuğu gibi faktörler de etkiler. Bu nedenle, bu çalışma için, ilgili yönetmeliğin önerdiği gibi, yukarıda belirtilen faktörlerin de değerlendirmeye alındığı TS EN 12354-1,2,3 [7] numaralı standartlara uygun hesaplama yapan bir akustik simülasyon programından yararlanılarak, yapı bir bütün olarak ele alınmış ve daha gerçekçi sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada, bölücü elemanlar için, hava doğuşlu sesler ve darbe sesleri, yapı kabuğuna etki eden dış gürültü için ise karayolu gürültüsü değerlendirmeye alınmıştır.

2. KONSERVATUVARLARDA GÜRÜLTÜ DENETİMİ

Konservatuvarlar genel olarak: teorik veya müzik eğitimi verilen derslikler, öğrencilerin enstrümanları ile çalışabildiği pratik odaları, resital salonu gibi müzik işlevli kullanılan hacimlerin yanı sıra, idare ve öğretmenler için ofisler ve tüm kullanıcılara yönelik yeme-içme, sosyal alanları kapsayan yapılardır. İçinde pek çok farklı aktivitenin yapılmasından dolayı her aktiviteye uygun akustik ortamın sağlanması için hem yapı dışı hem de yapı içi kaynaklı gürültülerin denetlenmesi gerekir. Konservatuvarlara etki eden yapı dışı gürültüler, genellikle ulaşım gürültüleri, yapım-inşaat faaliyetleri, insanların açık alan etkinlikleri ve çevredeki diğer yapılardan kaynaklanan gürültülerdir. Yapı içinde ise hacimlerin komşuluk ilişkilerinden kaynaklanan: müzik, konuşma

veya darbe sesleri ile ısıtma-havalandırma-klima sistemlerinden ve sirkülasyon alanlarından kaynaklanan gürültülerdir. Gürültü yalıtımında en etkili çözüm, yapı henüz tasarım aşamasında iken, gereken yalıtım değerlerinin belirlenmesi ve bu değerleri sağlamaya yönelik önlemlerin alınmasıdır.

2.1. Konservatuvar yapılarının gürültü denetiminde sınır değerler

Birçok ülkede, yapı elemanlarından beklenen ses yalıtımı için sınır değerler, evre gürültüsü ve hacimlerin arka plan gürültüsü değerlerine bağlı olarak, yönetmeliklerle belirlenmiştir. Bunların bir kısmı akustik konfor şartlarını iyileştirmeye yönelik tavsiyeler niteliğinde olup, bir kısmı da yapıda önlem alınmasını ve gürültü denetimi yapılmasını zorunlu kılan yaptırımlardır. Bu zorunlu yaptırımlar, yapıda gereken yalıtım performansını tanımladıkları için gürültü denetiminin tasarım sürecine dahil edilmesini sağlar.

Ülkemizde yürürlüğe giren, “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği” nde [6] belirtilen sınır değerler, tanımlanmış akustik performans sınıflarına göre değişmektedir. Akustik performans sınıfı, binalar ve içindeki bağımsız birimlerde: iç gürültü düzeylerine, yapı elemanlarının yalıtım değerlerine, tesisat ve servis ekipmanlarından kaynaklanan iç gürültü düzeylerine ve yansımam sürelerine bağlı olarak, bağımsız bölümler veya binanın tümü için uygulanabilen bir değerlendirme yöntemidir. Akustik performans sınıflandırması A'dan F'ye kadar olup, A sınıfı en yüksek kaliteyi (sessiz binayı), F sınıfı ise en düşük kaliteyi göstermektedir [6].

2.1.1. İç gürültü sınır değerleri

Eğitim tesislerinde yer alan, farklı işlevli hacimlerde izin verilen en yüksek iç gürültü düzeyleri Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Akustik performans sınıfına bağlı olarak izin verilen mekan içi gürültü düzeyleri¹, dB [6]

BİNA İŞLEVI	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ Gece : 23.00 - 07.00 Akşam: 19.00 - 23.00 Gündüz: 07.00 - 19.00	İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}^2					
			AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
			A	B	C	D	E	F
Eğitim Tesisleri	Özel derslikler ³	Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	İdari odalar	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Yemek alanları	Gündüz	36	40	44	48	52	56
	Sirkülasyon alanları ⁴	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61

¹Bu Tablo yalnızca akustik tasarım amacıyla kullanılır. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği hükümleri saklıdır.

²İç gürültü karakteristiği içerisinde ani sesler, alçak frekans bileşenlerine sahip sesler, tekil gürültü olayları ve tonal bileşenler varsa TS 9315 ISO 1996-1'e göre düzeltmeler uygulanarak değerlendirmeler yapılacaktır.

³Özel derslik: Müzik odası, dans odası, resim ve el işliği dersliği gibi bireysel çalışmaya dayalı derslikleri ifade eder.

⁴Sirkülasyon alanı: Koridorlar, bekleme holü, merdiven holü, antre, girişi holü gibi ortak alanları ifade eder.

2.1.2. Ses yalıtımı sınır değerleri

Ülkelerin ulusal standartlarında, ses yalıtımı ile ilgili farklı gösterge, frekans aralığı ve sınıflandırmalar bulunmaktadır. Bu ifade farklılıklarından çıkan anlam karmaşasını önlemek adına, birçok ülkenin katılımı ile gerçekleşen “EU COST (European Cooperation in Science & Technology) TU 0901” (Integrating and Harmonizing Sound Insulation Aspects in Sustainable Urban Housing Constructions) uyum projesinde, yapı cephesi, yapı içi hava doğuşlu seslerin yalıtımı ve döşemelerin darbe sesi yalıtımı için aşağıdaki göstergeler önerilmiştir [8,9];

- Yapı cephesinin yalıtımı için: $D_{2m,nT,50} = D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150}$; $D_{2m,nT,100} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$
- Yapı içi hava doğuşlu seslerin yalıtımı için: $D_{nT,50} = D_{nT,w} + C_{50-3150}$; $D_{nT,100} = D_{nT,w} + C$
- Yapı içi darbe seslerinin yalıtımı için: $L'_{nT,50} = L'_{nT,w} + C_{l,50-2500}$; $L'_{nT,100} = L'_{nT,w} + C_l$
(50 Hz yerine 100 Hz kullanılması durumunda kalite sınıfı X sınıfı yerine, X100 sınıfı olarak belirtilmelidir).

Tablo 2 ve 3' te sırasıyla, yapı kabuğunda ve iç bölme elemanlarında hava doğuşlu sesler için sağlanması gereken en düşük ses yalıtım değerleri, Tablo 4' te ise döşemelerde darbe sesi için sağlanması gereken yalıtım değerleri yer almaktadır. Tablo 5' te, konservatuvarlarda, akustik performans sınıfına göre sağlanması gereken, maksimum yansımam süresi değerleri görülmektedir.

Tablo 2. Dış gürültü düzeylerine ve alıcı odası hassasiyet derecesine göre sağlanacak en düşük ses yalıtım değerleri ($D_{nT,A}, tr^{1,2}$, dB) [6]

ALICI ODASI HASSASİYET	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI ^{3,4}					
	A	B	C	D	E	F
I	Lgag-14	Lgag-18	Lgag-22	Lgag-26	Lgag-30	Lgag-34
II	Lgag-17	Lgag-21	Lgag-25	Lgag-29	Lgag-33	Lgag-37
III	Lgag-20	Lgag-24	Lgag-28	Lgag-32	Lgag-36	Lgag-40

¹ $D_{nT,A,tr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$

² 10 uncu maddede belirtilen durumlarda $D_{2m,nT,50} = D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150}$ değeri de kullanılabilir.

³ Lgag değerleri binanın en az 2 m uzağında ölçülen, cephe yansımaları hariç düzeylerdir.

⁴ A, B, C, D sınıfları için bu tablodaki değerlerin yanı sıra ses yalıtım değerinin en düşük 30 dB olması kriteri aranacaktır.

Tablo 3. Konservatuvarlarda bölme elemanları için istenen en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri ($D_{nT,A}^{1,2}$, dB) [6]

Bina İşlevi	KOMŞULUK İLİŞKİSİ		AKUSTİK PERFORMANS SINIFI ³					
	Kaynak Odası	Alıcı Odası	A	B	C	D	E	F
EĞİTİM TESİSLERİ	Özel derslik Yemek alanı Teknik merkezler	Özel derslik	65	61	55	51	47	43
	Özel derslik	Sirkülasyon alanı	62	58	52	48	44	40
	İdari oda Sirkülasyon alanı	Özel derslik	59	55	49	45	41	37

¹ $D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$

² Madde 10'da belirtilen durumlarda $D_{nT,50} = D_{nT,w} + C_{50-3150}$ değeri de kullanılabilir.

³ Kapı içeren yapı elemanlarında kapı ile beraber sağlanan ses yalıtım değeri yönetmelikte tanımlanan sınır değerlerden en fazla 10 dB düşük olacaktır.

Tablo 4. Konservatuvarlarda kaynak odası döşemelerinde sağlanacak en yüksek darbe sesi düzeyleri ($L'_{nT,w}^1$, dB) [6]

Bina İşlevi	KOMŞULUK İLİŞKİSİ		AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
	Kaynak Odası (üst kat)		A	B	C	D	E	F
EĞİTİM TESİSLERİ	Özel derslik Yemek alanı Teknik merkezler		40	44	48	52	56	60
	İdari oda Sirkülasyon alanı		46	50	54	58	62	66

¹14üncü maddede belirtilen durumlarda $L'_{nT,50} = L'_{nT,w} + C_{l,50-2500}$ değeri de kullanılabilir. Bu durumda sınır değerler 4 dB arttırılacaktır.

Tablo 5. Akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlanacak en yüksek reverberasyon süreleri¹, s [6]

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI
		C - D ²
Eğitim Tesisleri	Özel derslik ⁴ , idari odalar, yemek alanı	0.8
	Sirkülasyon Alanları ³	1.2

¹Verilen sınır değer 250, 500, 1000, 2000 Hz frekanslarındaki değerlerin aritmetik ortalamasıdır

²Burada belirtilen sınır değerler C ve D sınıfları için geçerlidir. Bina işlevlerine bağlı olarak diğer sınıflar için sınır değerlere uluslararası sınır değerlere bağlı olarak akustik uzman karar verecektir.

³Sirkülasyon alanı: Koridorlar, bekleme holü, merdiven holü, antre, girişi holü gibi ortak alanları ifade eder.

⁴Özel derslik: Müzik odası, dans odası, resim ve el işliği dersliği gibi bireysel çalışmaya dayalı derslikleri ifade eder.

3. BİR ÖRNEK KAPSAMINDA KONSERVATUVARLARDA GÜRÜLTÜ SORUNUNUN İNCELENMESİ

Çalışma kapsamında, belirli bir düzeyde karayolu gürültüsünden etkilendiği kabul edilen, kurgusal bir konservatuvar yapısı tasarlanmış ve gürültü denetimi açısından sağlaması gereken yapı elemanı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kurgulanan konservatuvar yapısı zemin ve üst kattan oluşmaktadır. Zemin katta, çeşitli büyüklüklerde müzik derslikleri, öğrencilerin bireysel veya grup halinde kullanabileceği pratik odaları, iki kat yüksekliğinde resital salonu olarak hizmet verebilen bir adet büyük derslik, kayıt-kontrol odası, enstrüman deposu ve koridor-fuaye- bekleme alanını içine alan bir sirkülasyon alanı yer almaktadır. Üst katta ise idare ve eğitmenlere ait açık planlı kurgulanmış ofisler, resital salonuna ait balkon, kafeterya ve teras yer almaktadır. Şekil 1 ve Şekil 2' de zemin kat ve üst kat planları yer almaktadır.



Şekil 1. Zemin kat planı



Şekil 2. Üst kat planı

3.1. Kabuller

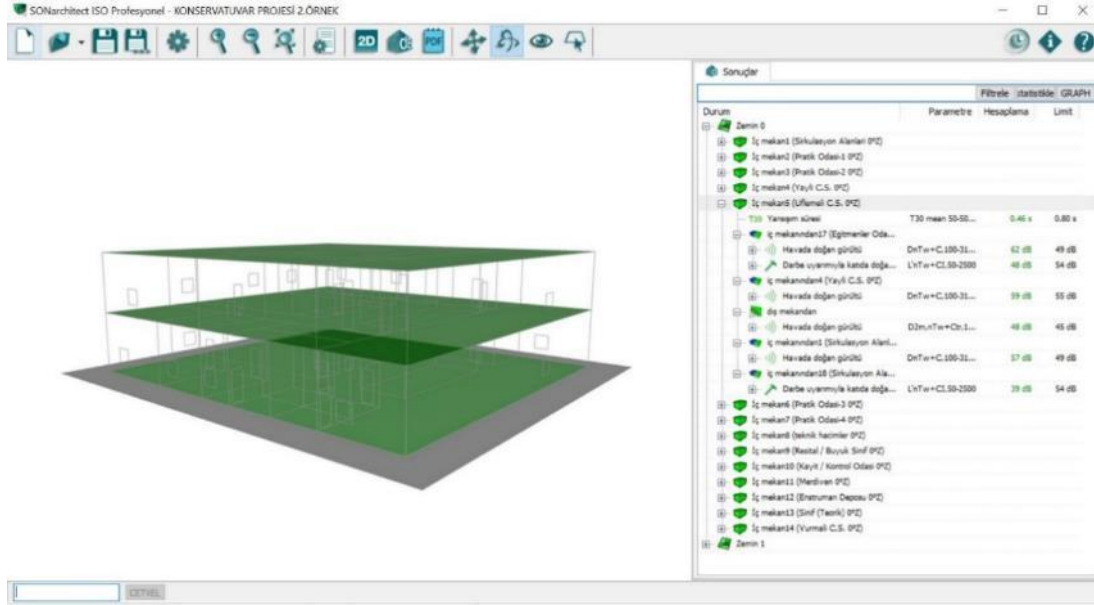
“Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği” ne göre, yeni tasarlanacak yapıların en az C sınıfı limit değerlerini sağlaması gerekmektedir. Bu çalışmada, yapı kabuğunun 70 Leq (dBA) (cephenin 2 m önünde ölçülen ses basınç düzeyi) karayolu trafik gürültüsünden etkilendiği kabul edilmiştir. Bu kabul ile, konservatuvar binalarında dış duvarlar için sağlanması gereken en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değeri, Tablo 2’ ye göre; $D_{2m,nT,w} + C_{tr,100-3150} \geq 45$ dB olarak belirlenmiştir. (Konservatuvar binalarının alıcı hassasiyet derecesi II olarak alınmıştır [6]).

C sınıfı konservatuvar binalarında, Tablo 3’te görüldüğü gibi, hava doğuşlu ses yalıtımı için sınır değer düşey ve yatay bölücü elemanlarda; iki hassas hacim arasında; $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 55$ dB; yüksek gürültülü ve az hassas hacim arasında; $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 52$ dB; orta gürültülü ve hassas hacim arasında $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 49$ dB olmalıdır. Darbe sesi yalıtımı için ise; Tablo 4’te görüldüğü gibi, idari oda ve sirkülasyon alanı gibi orta seviye gürültülü hacimlerin döşemeleri için $L'_{nT,w} + C_{l,100-2500} \leq 54$ dB; yemekhane, teknik merkez ve özel derslik gibi yüksek gürültülü hacimlerin döşemeleri için; $L'_{nT,w} + C_{l,100-2500} \leq 48$ dB önerilmektedir. Ayrıca Tablo 5’te görülen yansıma sürelerini sağlayabilmek için, hacimlerin belli ses yutuculuk değerlerini sağlaması gerekmektedir.

3.2. Yeterli yalıtımı sağlayan kesitlerin belirlenmesi

Ülkemizde yapı elemanlarının akredite laboratuvar ortamında, ses yalıtım performans ölçümlerinin yapıldığı ayrıntılı bir katalog bulunmamasından ötürü, kurgulanan konservatuvar yapısında kullanılan malzemeler için simülasyon programının (SONArchitect ISO) kataloğundan faydalanılmıştır. Yapı kabuğunda, ısı yalıtımı da göz önünde bulundurularak, cam yünü, hava boşluğu ve alçı panel cephe kaplaması ile yalıtımı güçlendirilmiş tek katmanlı tuğla duvar kullanılırken, bölücü duvarlarda: derslikler ve ofisler için farklı kalınlıkta olmak üzere cam yünü ve alçı panel kaplamalı tek katmanlı tuğla duvar kesitleri kullanılmıştır. Duvar kaplaması olarak, derslik, ofisler ve diğer hacimlerde delikli ahşap paneller, pratik odalarında ise kumaş perde uygulanarak gereken yutuculuk sağlanmıştır.

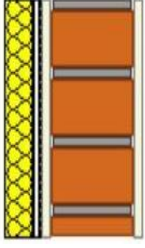




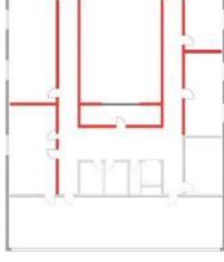
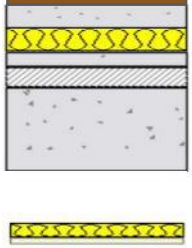
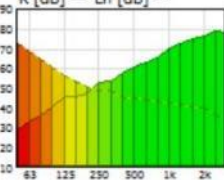
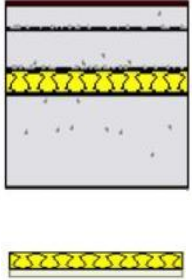
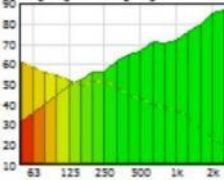
Döşeme elemanlarının, betonarme tabanlı yüzer döşeme ve asma tavan kullanımı ile hem darbe seslerine hem de hava doğuşlu seslere karşı yalıtımı güçlendirilmiştir. Döşeme kaplamaları; derslikler, ofisler ve kafeteryada ahşap parke, pratik odalarında ise halı kullanılmıştır. Hacimlerde kullanılan kapılar için, hava doğuşlu seslere karşı yüksek yalıtım sağlayan bir kapı; pencereler için de boşluğunda argon gazı bulunan çift camlı yüksek yalıtımlı bir kesit önerilmiştir. Duvar ve döşeme bağlantılarına, uygulamanın yapıldığı programda da tanımlanan esnek bağlantı elemanları atanmıştır. Şekil 3'te simülasyon programından bir görsel, Tablo 6'da ise, çalışmada kullanılan tüm yapı malzemelerinin; kullanım yerleri, kesit ve katman açıklamaları ile ses geçiş kaybı değerleri yer almaktadır.


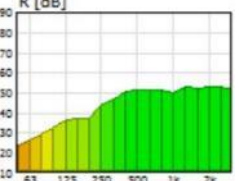
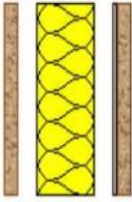

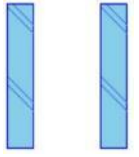

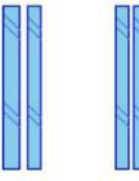



Şekil 3. Akustik simülasyon programından (SONArchitect ISO) bir görsel

Tablo 6. Çalışmada kullanılan yapı elemanları

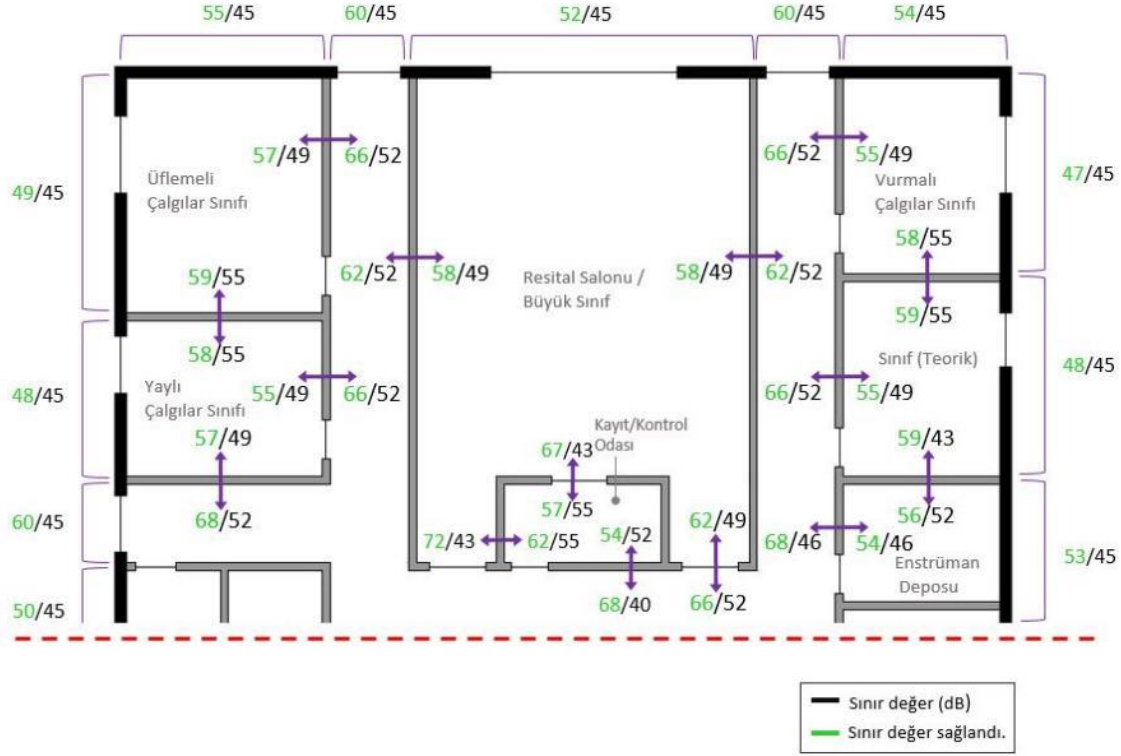
Duvar Elemanı: Tuğla duvar, cam yünü ve hava boşluğu	Yalıtım değeri	Kullanım yeri
<p>DIŞ</p> <p>İÇ</p> <ul style="list-style-type: none"> •12.5 mm cephe kaplaması •5 mm hava boşluğu •45 mm cam yünü •15 mm sıva •125 mm tuğla •15 mm sıva 	<p>R_w (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : 62 (-2;-8)</p> <p>Kütle [kg/m²] : 199</p> <p>Kalınlık [mm] : 217</p>	<p>Yapı kabuğu ve kayıt-kontrol odası</p>

<p>Duvar Elemanı: Tuğla duvar, cam yünü ve hava boşluğu</p>  <ul style="list-style-type: none"> •12.5 mm alçı panel •5 mm hava boşluğu •45 mm cam yünü •10 mm çita •3 mm keçe •15 mm sıva •125 mm tuğla •15 mm sıva 	<p>Yalıtım değeri</p> <p>Rw (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : 60 (-2;-8) Kütle [kg/m²] : 200 Kalınlık [mm] : 218</p> 	<p>Kullanım yeri</p> <p>Müzik derslikleri</p> 
<p>Duvar Elemanı: Tuğla duvar, cam yünü</p>  <ul style="list-style-type: none"> •12.5 mm alçı panel •30 mm cam yünü •150 mm tuğla •15 mm sıva 	<p>Yalıtım değeri</p> <p>Rw (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz: 57 (-2;-6) Kütle [kg/m²] : 250 Kalınlık [mm] : 207</p> 	<p>Kullanım yeri</p> <p>Resital salonu, ofisler, kafeterya</p> 
<p>Döşeme Elemanı: Betonarme tabanlı yüzer döşeme</p> <p>Kullanım yeri: Kafeterya hariç tüm zeminler</p> 	<p>Katmanlar</p> <ul style="list-style-type: none"> •11 mm ahşap parke •50 mm beton katman •50 mm mineral yünü •30 mm şap •membran •40 mm yalıtım levhası •160 mm betonarme döşeme •100 mm boşluk •30 mm mineral yünü •15 mm alçı panel 	<p>Yalıtım değeri</p> <p>Rw (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz: 62 (-1;-7) Ln,w (CI)[dB] 50-2500 Hz: 48 (11) Kütle [kg/m²] : 627 Kalınlık [mm] : 330</p> 
<p>Döşeme Elemanı: Betonarme tabanlı yüzer döşeme</p> <p>Kullanım yeri: Kafeterya</p> 	<p>Katmanlar</p> <ul style="list-style-type: none"> •11 mm ahşap parke •60 mm şap •3 mm ayırıcı tabaka •95 mm beton •3 mm ayıcı tabaka •60 mm mineral yünü •220 mm güçlendirilmiş beton •10 mm alçı sıva •100 mm boşluk •30 mm mineral yünü •15 mm alçı panel 	<p>Yalıtım değeri</p> <p>Rw (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : 68 (-2;-7) Ln,w (CI)[dB] 50-2500 Hz : 44 (6) Kütle [kg/m²] : 920 Kalınlık [mm] : 462</p> 

<p>Kapı Elemanı: Metal levhalı ahşap kapı</p> <p>Kullanım yeri: Genel</p> 	<p>Katmanlar</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 mm ahşap lifli panel • 0.5 mm metal levha • 3.5 mm ahşap lifli panel • 17.5 mm sunta • 11 mm sıkıştırılmış sunta • 17.5 mm sunta • 3.2 mm ahşap lifli panel • 0.5 mm metal levha • 3.2 mm ahşap lifli panel 	<p>Yalıtım değeri</p> <p>Rw (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : 50 (-1;-5) Kalınlık [mm] : 35</p> 
<p>Kapı Elemanı: Mineral yünlü akustik yalıtımlı kapı</p> <p>Kullanım yeri: Kayıt-kontrol odası</p> 	<p>Katmanlar</p> <ul style="list-style-type: none"> •16 mm sunta •18 mm hava boşluğu •60 mm mineral yünü •18 mm hava boşluğu •5 mm membran •16 mm sunta 	<p>Yalıtım değeri</p> <p>Rw (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : 51 (-2;-5) Kalınlık [mm] : 133</p> 
<p>Pencere Elemanı: 8-19-8 mm cam</p> <p>Kullanım yeri: Genel</p> 	<p>Katmanlar</p> <ul style="list-style-type: none"> •8 mm cam •19 mm argon gazlı boşluk •8 mm cam 	<p>Yalıtım değeri</p> <p>Rw (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : 44 (-1;-4) Kalınlık [mm] : 35</p> 
<p>Pencere Elemanı: Akustik lamine çift cam</p> <p>Kullanım yeri: Resital salonu ile kayıt-kontrol odası arasında</p> 	<p>Katmanlar</p> <ul style="list-style-type: none"> •5 mm cam •2 mm folyo tabaka •4 mm cam •20 mm boşluk •4 mm cam •1 mm folyo tabaka •4 mm cam 	<p>Yalıtım değeri</p> <p>Rw (C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : 52 (-5;-12) Kalınlık [mm] : 40</p> 

Birden fazla cepesinde cam yüzeyi bulunan hacimlerde, dış gürültü denetiminin sağlanması güçleşmektedir. Ayrıca, yapı kabuğunun ses yalıtım performansı, yalıtımı zayıf olan pencerenin performansına yaklaştığı için düşmektedir. Bu nedenle yalnızca duvar elemanının yalıtımını arttırmak yetersiz olup, pencere elemanını da yüksek yalıtımlı kesitlerden tercih etmek gerekmiştir. Döşemeler için ise ancak asma tavan ve yüzer döşeme uygulaması ile gürültü denetimi sağlanabilmişken, yüksek gürültülü hacimlerden olan kafeteryanın döşemesi için darbe sesi yalıtımını sağlamak güçleşmiş ve bu nedenle daha yalıtımlı döşeme kesiti tercih edilmiştir. Yapı içi bölücü duvarlarda, hassas hacimler için yüksek yalıtımlı tuğla duvar ile istenilen değerler sağlanabilmiştir.

Şekil 4 'te, yapı kabuğunun ses yalıtımında ($D_{2m,nT,w} + C_{tr,100-3150}$ (dB)) ve iç bölme elemanlarının ses yalıtımında ($D_{nT,w} + C_{100-3150}$ (dB)) sağlanan sonuçlara örnekler, konservatuvar binası zemin kat kısmi planı üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 4. Zemin kat kısmi plan

4.SONUÇ

İnsanların, etkinliklerini işitsel olarak konforlu ortamlarda gerçekleştirebilmeleri, yapı kabuğunda ve iç bölme elemanlarında gereken ses yalıtımını sağlayacak kesitlerin uygulanmış olmasına bağlıdır. Bu nedenle, yapının bulunduğu gürültü bölgesine ve hacimlerin işlevlerine bağlı olarak, yeterli ses geçiş kaybını sağlayan kesitlerin, yapının tasarım aşamasında belirlenerek, titizlikle uygulanmasının sağlanması gerekir. Böylece, hem işitsel açıdan konforlu ortamlar sağlanması, hem de daha akılcı ve uzun vadede ekonomik çözümler elde edilebilmesi olanaklı olur.

Bu çalışmada, konservatuvar binalarında, uygun akustik ortamın sağlanmasında önemli parametrelerden biri olan gürültü denetimi konusunda, işleve dayalı yalıtım gereksinimleri belirlenerek, uygun yapı elemanı kesitlerinin saptanması amaçlanmıştır. Çalışmada, yapı elemanlarının yalıtım performansını etkileyen yanıl ses iletimlerinin, bölücü eleman boyutlarının, hacim büyüklükleri ve yansıma sürelerinin de eş zamanlı olarak değerlendirilmeye alındığı, standartlara (TS EN 12354-1,2,3 [7]) uygun biçimde hesaplama yapan bir akustik simülasyon programından (SONArchitect-ISO) yararlanılmıştır.

Ülkemizde, yapı elemanlarından beklenen ses yalıtım performanslarının sağlanması konusuna ne yazık ki, yeterince önem verilmemektedir. Ancak, yakın zamanda yürürlüğe giren "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği" ile birlikte, gürültü denetimi konularına ilişkin uygulamaların, yönetmeliğin getireceği yaptırımlar nedeniyle artacağı açıktır. Bu çalışmanın da, söz konusu yönetmeliğin uygulama aşamasına yönelik bir örnek oluşturacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında önerilen kesitler, yapının bulunduğu gürültü bölgesi, yapı kabuğunun saydam/dolu oranı, hacim büyüklük ve boyut oranları, hacimlerin işlev ve yansıma süreleri

benzeri değişkenlere bağlı olarak belirlenmiştir. Her yapı, söz konusu değişkenler göz önünde bulundurularak değerlendirilmeli, gereken ses yalıtımı performansını sağlayacak yapı kabuğu ve bölme elemanlarının kesitleri belirlenmelidir. Kuşkusuz, belirlenen kesitlerin, yapının yapım aşamasında titizlikle uygulanmasının sağlanması ve zaman içinde gereken bakım ve onarımların yapılması da son derece önemlidir.

5. KAYNAKLAR

1. Monterio, C., Machimbarrera, M., Tarrero, A.I., Smith, S.R. (2017). "Translation Between Existing And Proposed Harmonized Airborne Sound Insulation Descriptors: A Statistical Approach Based On In-Situ Measurements", *Applied Acoustics*, 116: 94-106
2. Hongisto, V., Mäkilä, M., Suoakas, M. (2015). "Satisfaction With Sound Insulation In Residential Dwellings -The Effect Of Wall Construction", *Building and Environment*, 85: 309-320
3. Pääkkönen, R., Vehviläinen, T., Jokitulppo, J., Niemi, O., Nenonen, S., Vinha, J. (2015). "Acoustics and New Learning Environment – A Case Study", *Applied Acoustics*, 100: 74-78
4. Jagniatinskis, A., Mickaitis, M., Fiks, B. (2013). "Development Classification Scheme for Evaluation Dwellings Sound Insulation Performance in Lithuania", *Procedia Engineering*, 57: 443-449
5. Garg, N., Kumar, A., Maji, S. (2013). "Significance and Implications of Airborne Sound Insulation Criteria in Building Elements for Traffic Noise Abatement", *Applied Acoustics*, 74: 1429-1435
6. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017), "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik"; <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/05/20170531-7.htm> (Erişim Tarihi: 31.05.2017).
7. TS EN 12354-1,2,3, (2006). Yapı Akustiği - Yapıların Akustik Performansının, Elemanların Performanslarından Hesaplanması - Bölüm 1: Odalar Arasında Hava ile Yayılan Sesin Yalıtımı, Bölüm 2: Odalar Arasında Darbe Sesinin Yalıtımı, Bölüm 3: Hava ile Yayılan Dışarıdaki Sesin Yalıtımı, TSE, I. Baskı, Ankara.
8. COST Action TU0901, (2014). Integrating and Harmonizing Sound Insulation Aspects in Sustainable Urban Housing Constructions, *Building Acoustics Throughout Europe Volume 1: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe*, First Edition, Madrid, Spain.
9. Kurra, S., (2013). "EU COST TU 0901 - Ses Yalıtımı Değerlendirmelerinde Uyum Projesi ve Sonuçların Ülkemizde Uygulanabilirliği", 10. Ulusal Akustik Kongresi, 16-17 Aralık 2013, İstanbul.