

To Cite This Article: Özbek, U. (2024). An Example Assessment of Noise Control in Educational Buildings. *Journal of Interior Design and Academy*, 4(2), 172-191.

DOI: 10.53463/inda.20240299

Submitted: 09/10/2024

Revised: 19/11/2024

Accepted: 14/12/2024

AN EXAMPLE ASSESSMENT OF NOISE CONTROL IN EDUCATIONAL BUILDINGS

Eğitim Yapılarında Gürültü Denetimi Kapsamında Bir Örnek Değerlendirmesi

Umur ÖZBEK¹

Öz

Eğitim yapıları; öğrencilerin dinleme, anlama ve öğrenme faaliyetlerini gerçekleştirdiği alanlardır. Gürültü, öğrencilerin odaklanmasına ve öğrenmesine engel olmaktadır. Türkiye’de yürürlükte olan “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği” ile akustik açıdan olumsuzlukların önüne geçebilmek adına bir denetim sağlanmaya çalışılmaktadır. Belirli sınıflandırmalar altında sınır değerler belirlenerek, bazı şartların sağlanması zorunluluğu getirilmiştir. Bu çalışmada dersliklerde sağlıklı bir eğitimin sürdürülebilmesi için gürültü kontrolü konusu ele alınmış olup, yürürlükte olan yönetmelik referans alınarak mevcut bir eğitim yapısında bulunan dersliklerin akustik açıdan gerekli şartları sağlayıp sağlamadığı değerlendirilmiştir. Yapı dışı gürültü ve arka plan gürültüsü ölçümleri yapıp, yapı kabuğu yönetmelikte belirtilen hesaplama metoduna uygun bir akustik simülasyon programında değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile dersliklerin mevcut akustik performansı, yönetmeliğe göre ortaya çıkarılmıştır. Yoğun trafik gürültüsüne maruz kalan sınıflarda yapı kabuğunun dış gürültüye karşı zayıf kalması sonucu arka plan gürültü düzeyi istenilen değerlerden uzak kalmış ve yapı dışı kabuğunda iyileştirme yapılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim yapıları, gürültü kontrolü, ses geçiş kaybı, yapı kabuğu, akustik konfor

Abstract

Educational buildings are areas where students engage in listening, understanding, and learning activities. Noise hinders students' concentration and learning. The "Regulation on Protection Against Noise in Buildings" currently in force in Turkey aims to prevent acoustic disadvantages through oversight. Under specific classifications, limit values have been established, necessitating compliance with certain conditions. This study addresses noise control to ensure healthy education in classrooms, evaluating whether existing classrooms meet the necessary acoustic conditions by referencing the applicable regulation. Measurements of external noise and background noise were conducted and assessed using an acoustic simulation program compliant with the calculation method outlined in the regulation. The results revealed the current acoustic performance of classrooms, indicating that those exposed to heavy traffic noise exhibited insufficient structural resistance to external noise, resulting in background noise levels falling short of desired values. Improvements to the building envelope were recommended.

Keywords: Educational buildings, noise control, sound transmission loss, building envelope, acoustic comfort

¹ Correspondence to: Asst. Prof. Dr., Haliç University, Istanbul, umurozbek@halic.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1145-5372

1. GİRİŞ

Gürültü genel olarak istenmeyen sesler olarak ifade edilmektedir. İstenmeyen sesler ifadesi kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir. Bir sesin gürültü olarak değerlendirilebilmesi için yüksek ses basınç düzeyine sahip olması gerekmemektedir. Gıcırdayan bir kapı veya damlayan bir musluğun çıkardığı ses gürültü olarak kabul edilebilmektedir. Bilimsel olarak incelendiğinde gürültü, aralarında uyum bulunmayan farklı frekanslardan oluşan seslere verilen fiziksel bir tanımdır (Sirel, 2013).

Gürültünün farklı kaynakları bulunabilmektedir. Endüstriyel faaliyetler, inşaat-yol yapım çalışmaları, trafik sesleri, pazar yerleri gibi sesler farklı birer gürültü kaynaklarıdır. İnsanın bulunduğu bölgelerde, ulaşım, sanayi ve toplumsal faaliyetlerden kaynaklı gürültünün varlığı kaçınılmazdır (Thompson ve diğerleri, 2022). Mimari anlamda gürültü kaynakları değerlendirildiğinde ise gürültünün iki temel alt kola ayrılması mümkündür. Bunlar yapı içi ve yapı dışı gürültü kaynaklarıdır. Yapı dışı gürültü kaynakları arasında en çok akla gelenler kara, hava yolu trafik gürültüleri olmakla birlikte incelenen alanın yakınında bulunan başka bir yapıda-alanda meydana gelen gürültüler de yapı dışı gürültü olarak değerlendirilmektedir. Dış gürültü düzeyi ölçme, hesap ya da benzetme yolu ile belirlenmektedir (Yavuz, 2007). Yapı içi gürültülere örnek olarak döşemede oluşan topuk sesleri, komşu hacimlerde fonksiyonuna bağlı olarak ortaya çıkan sesler ve mekanik ekipman gürültüleri örnek verilebilmektedir. Gürültü çeşitli yollarla bir hacimden öteki hacme geçmektedir. Dış gürültü ve yapı içi gürültünün hacimlerde ve yapı katmanlarında yönetmeliklere göre belirlenen kabul edilebilir sınır değerleri bulunmaktadır. Bu değerlerin üstünde bir gürültü meydana geldiğinde insanlar üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır.

Kabul edilebilir gürültü değerinin üstündeki gürültüler, kişilerde fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklara yol açmakta olduğu gibi dikkat bozukluğu, odaklanamama ve performans düşüklüğüne sebep olmaktadır. Örneğin; ders sırasında havalandırma amacıyla pencerelerin açılması yapı dışı gürültüler, kaynakları sınıfta arka plan gürültü seviyesini arttırmakta ve öğrencilerin odaklanma-öğrenme zorluğu yaşamasına sebep olmaktadır. Bu nedenle eğitim yapısı gibi gürültüye hassas yapıların yapı dışı ve yapı içi gürültülere karşı önlemlerin alınması oldukça önem arz etmektedir (Toksoy, 2015). Jariwala, Syed, Pandya ve Gajera (2017) gürültünün sağlık açısından genel bir problem olduğunu ifade ederek günümüzde nüfus artış hızı, kentleşme ve sanayileşmenin artışı nedeniyle gürültünün daha ciddi bir tehdit haline geleceğini belirtmektedir.

Uluslararası ve ulusal literatürde eğitim yapılarında gürültü denetimi üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Shield ve Dockrell (2008) çalışmalarında dış gürültü ve arka plan gürültüsünün öğrencilerin öğrenmesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Çevresel gürültü

maruziyetinin, öğrenme süreci, uyku ve stres üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle beyin ve biliş etkilediği düşünülmektedir (Thompson ve diğerleri, 2022). Hétu, Truchon-Gagnon ve Bilodeau (1990) sınıflarda arka plan gürültüsünün konuşmaya uygun olan düzeyden daha yüksek düzeye çıktığında, öğrencilerin performansında önemli bir düşüş görüldüğünden bahsetmektedir. Mogas-Recalde, Palau ve Marquez (2021) dersliklerin akustik performansının öğrenciler ve öğretmenler üzerindeki etkilerini sistematik bir literatür incelemesiyle değerlendirmiş ve akustik parametrelerin eğitim ortamındaki önemini vurgulamıştır. Avşar ve Gönüllü (2010)'nın çalışmasında trafik gürültüsü sonucu oluşan arka plan gürültüsünün en olumsuz parametre olduğu tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada ise yapılan anket sonucunda sadece öğrencilerin değil, öğretmenlerinde eğitim faaliyetlerinde gürültüden olumsuz etkilendiği görülmektedir (Bulunuz, Bulunuz, ve Kelmendi Tuncal, 2017). Astolfi ve diğerleri (2019), sınıf akustiğinin öğrencilerin gürültü rahatsızlığı ve genel iyilik hali üzerindeki etkilerini araştırmış ve uzun yansıma sürelerinin öğrencilerin mutluluk algısını azalttığını tespit etmiştir. Kavraz (2015) yaptığı çalışmada yüksek düzey trafik gürültüsüne maruz kalan bir üniversite kampüsünde dış gürültünün sınıflardaki arka plan gürültü düzeyini de olumsuz yönde etkilediğini ve yönetmelik standartlarının üstünde olduğunu ortaya koymuştur.

Kapalı bir mekânda uygun akustik koşulların, mekânın fonksiyonuna göre belirlenmesi gerekmektedir. Farklı fonksiyonlardaki hacimlerin akustik açıdan gereksinimleri farklı olabilmektedir. Optimum akustik koşulların elde edilmesinde temel olarak gürültü denetimi ve hacim akustiği ilkeleri kullanılmaktadır. Gürültü denetiminde yapı kabuğu ve iç bölme elemanlarının yapı içi ve yapı dışı gürültülere karşı sahip olduğu performans değerlendirilmektedir. Bu kapsamda yapıyı etkileyen gürültü kaynaklarını belirleyerek, yapı elemanlarının akustik performansını artırmak amacıyla yapılan düzenlemeleri kapsamaktadır (Yang ve Jeon, 2020). Hacim akustiğinde ise kapalı bir hacimde, örneğin bir derslikte, yansıma süresi gibi akustik parametreler incelenerek mevcut veya oluşabilecek akustik kusurların önüne geçilmesi hedeflenmektedir (Şimşek, 2021).

Ülkemizde, yapılarda gürültü denetimi konusu, uzun yıllar yeterince önemsenmemiş ve göz ardı edilmiştir. Ancak, yakın zamanda Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği” ile bu konu yasal olarak denetim altına alınmıştır (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği, 2017). Yönetmelikte belirtilen gereksinimlere uyularak inşa edilen yapılar, kullanıcılara gürültüden daha az etkilenecekleri, daha huzurlu ve sağlıklı bir yaşam ortamı sağlayacaktır (Untuç ve Yüğrük Akdağ, 2017).

Bu çalışma kapsamında, “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği”nin uygulanmasına örnek oluşturmak üzere bir okulun derslikleri gürültü denetimi ve hacim akustiği açısından

incelenmiştir. Bu çalışma, söz konusu yönetmeliğin uygulama aşamasına yönelik bir yol gösterici niteliğindedir.

2. DERSLİKLERDE GÜRÜLTÜ DENETİMİ

Çalışma kapsamında İstanbul ili Avcılar ilçesi Ispartakule mevkiinde bulunan bir okulun derslikleri gürültü denetimi ve hacim akustiği açısından incelenmiştir. Yapı, mevcut durumda var olduğu için tasarımda bir değişim yapmanın gerçekçi olmayacağı düşünülerek mevcut mekânların akustik verileri ölçüm ya da hesap yoluyla bulunarak akustik kusurlar saptanmış, sorunlar giderilmeye çalışılmış ve yeni öneriler getirilmiştir. Yapı toplamda 3 kattan oluşmaktadır. 2. bodrum katta lise bölümü, 1. bodrum katta ortaokul, zemin kat' ta ise ilköğretim ve anaokulu kısımları bulunmaktadır.

Okulun güney cephesi, TEM otoyoluna doğru bakmaktadır. TEM otoyolu, okulun bulunduğu bölgeden geçen en önemli ulaşım hatlarından biridir. Ayrıca TEM otoyolu ile okul arasında bölge sakinleri tarafından yoğun olarak kullanılan bir yan yol da bulunmaktadır. Bu nedenle, okulun güney cephesi, gürültüye ve hava kirliliğine maruz kalmaktadır. Okulun kuzey, batı ve doğu cepheleri konut bölgesine bakmaktadır. Bu cepheler, daha sakin bir bölgede yer almaktadır. Ancak, yine de bu cepheler, gürültü ve hava kirliliğine maruz kalabilmektedir. Okulun vaziyet planı Şekil 1'de, bölgeye ait uydu görüntüsü ise Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1. Eğitim yapısına ait vaziyet planı (CM Mimarlık Arşivi, 2013)



Şekil 2. Uydu görüntüsü (Google, Erişim 18 Ocak 2024)

Yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değerleri, yapı kabuğunu çevreleyen gürültü kaynaklarının ve gürültüye maruz kalabilecek alıcı hacimlerin işlevlerine göre belirlenmelidir (Untuç ve Yüğrük Akdağ, 2017). Okullarda genel olarak derslikler, laboratuvarlar, kütüphaneler, spor salonları, müzik odaları, konferans salonu ve tuvaletler gibi hacimler yer almaktadır. Okul yapılarının en önemli bölümlerinden biri olan sınıflar, öğrencilerin eğitim aldığı ve derslerin verildiği yerlerdir. Dersliklerde oluşan gürültü, yapı dışı ve yapı içi ses kaynaklarından oluşan seslerin bir bütünüdür. Yapı dışı ses kaynakları, trafik-ulaşım gürültüleri, yakındaki inşaat-yapım gürültüleri, çevre konut bölgelerinden gelebilecek rekreasyon seslerinden oluşmaktadır. Bu sesler hava yoluyla sınıf ortamına ulaşır. Yapı içi gürültü kaynaklarına örnek olarak ise öğrenci aktiviteleri, sınıflarda kullanılan projeksiyon, ekran gibi araçlar gereçler, ısıtma havalandırma ve klima sistemleri verilebilmektedir (Toksoy, 2015). Çalışma kapsamında Dış gürültü düzeyini ölçmek için TS ISO 1996-2 standardına uygun olarak Bruel and Kjaer Tip 2250 ses düzeyi ölçer cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, yapı dışındaki trafik kaynaklı gürültüyü belirlemek amacıyla dış cephede tek bir noktada gerçekleştirilmiştir. İç mekânda, derslik arka plan gürültü düzeyleri, aynı cihazla ölçülerek analiz edilmiştir.

Yapı elemanlarının ses geçiş kaybı performansını değerlendirmek için, yapı kabuğuna ait ses geçiş kaybı hesaplamaları TS EN 12354-3 standardına uygun olarak CYPE Sound v.2019 akustik simülasyon programı ile gerçekleştirilmiştir. Simülasyon için, dersliklerin üç boyutlu modelleri

oluşturulmuş ve yapı elemanlarının malzeme katmanları, kalınlıkları ile yönetmelikte belirlenen sınır değerler veri girişleri olarak kullanılmıştır.

Elde edilen ölçüm ve simülasyon sonuçları, Türkiye'de yürürlükte olan "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği"ne göre değerlendirilmiş ve dersliklerdeki mevcut akustik performansın yeterliliği sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Çalışmada ayrıca, eksikliklerin giderilmesi için yapı kabağı ve pencere sistemleri gibi bileşenlere yönelik öneriler geliştirilmiştir.

2.1. Okul Yapılarında Sınır Değerleri

Yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değerleri, yapılarda akustik konforun ve gürültü kontrolünün sağlanması için önem arz etmektedir. Bu nedenle, Türkiye'de olduğu gibi diğer ülkelerde de yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değerleri için sahip olması istenilen sınır değerler yönetmeliklerle belirlenmiştir. Sınır değerler, akustik konfor şartlarını iyileştirmek için tavsiye niteliğinde olabildiği gibi, yapıda önlem alınmasını ve gürültü denetimi yapılmasını zorunlu kılan yaptırımları da içerebilmektedir.

Türkiye'de yürürlükte olan "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği'nde belirtilen sınır değerler, akustik performans sınıflarına göre değişkenlik göstermektedir. Akustik performans sınıfı, binalarda ve içinde bulunan bağımsız bölümlerde akustik konfor koşullarının ne kadar iyi kontrol edildiğini gösteren bir ölçektir. Bu ölçek, arka plan gürültü düzeylerini, yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değerlerini, tesisat ve servis ekipmanlarından kaynaklanan arka plan gürültü düzeylerini ve yansıma sürelerini dikkate alır. Akustik performans sınıflandırması, binaların gürültüye karşı ne kadar korunaklı olduğunu gösteren bir ölçektir. Bu ölçekte, A sınıfı en sessiz binayı, F sınıfı ise en gürültülü binayı temsil etmektedir. Yönetmeliğin 12. Maddesine göre yeni yapılacak binaların akustik performans sınıflandırmasında en az C sınıfının sağlanması gerektiğinden bu çalışmada belirlenen sınır değerlerde C sınıfı referans olarak alınmıştır.

2.1. Belirlenen Sınır Değerler

"Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği'nde eğitim yapıları için belirlenen, mekân işlevlerine bağı gürültülülük ve hassasiyet dereceleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1

Eğitim Yapıları İçin Belirlenen, Mekân İşlevlerine Bağlı Gürültülülük ve Gürültüye Hassasiyet Dereceleri (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği, 2017)

BİNA ÖLÇEĞİNDE			MEKÂN ÖLÇEĞİNDE		
Bina İşlevi	Kaynak olması durumu	Alıcı olması durumu	Mekân	Kaynak olması durumu	Alıcı olması durumu
	Gürültülülük derecesi	Hassasiyet derecesi		Gürültülülük derecesi	Hassasiyet derecesi
Eğitim Tesisleri	OG	II	Derslikler	OG	I
			Özel Derslikler ¹	YG	II
			İdari Odalar	OG	II
			Spor Salonu	YG	III
			Okuma Odaları	DG	I
			Sirkülasyon Alanları ²	OG	III
			Teknik Merkezler	YG	III
			Kreşler		
			Oyun-Yemek	YG	II
			Yatak Odaları	DG	I
I - Gürültüye karşı çok hassas bina ve kullanım			YG - Yüksek düzeyli gürültü üretimi		
II - Gürültüye karşı hassas bina ve kullanım			OG - Orta düzeyli gürültü üretimi		
III - Gürültüye karşı az hassas bina ve kullanım			DG - Düşük düzeyli gürültü üretimi		

¹ Özel derslik: Müzik odası, dans odası, resim ve el işi dersliği gibi bireysel çalışmaya dayalı derslikleri ifade eder.

² Sirkülasyon alanı: Koridorlar, bekleme holü, merdiven holü, antre, girişi holü gibi ortak alanları ifade eder.

Tabloya göre, dersliklerin sahip olduğu Hassasiyet Derecesi I, yani “Gürültüye karşı çok hassas” olarak kabul edilmektedir.

"Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği"nde eğitim yapıları için belirlenen, farklı işlevlere sahip mekânlarda izin verilen arka plan gürültü düzeyleri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2

Akustik Performans Sınıfına Bağlı İzin Verilen Mekân İçi En Yüksek Arka Plan Gürültü Düzeyleri, dBA (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği, 2017)

BİNA İŞLEVİ	MEKÂN	ZAMAN DİLİMİ	İç gürültü düzeyi, LAeq ¹					
		Gece: 23.00 – 07.00 Akşam: 19.00 – 23.00 Gündüz: 07.00-19.00	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
Eğitim Tesisleri	Derslikler	Gündüz-Akşam	A	B	C	D	E	F
	Özel Derslikler	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	İdari Odalar	Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	Spor Salonu	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Okuma Odaları	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Sirkülasyon Alanları	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Oyun-yemek	Gündüz	41	45	49	53	57	61
	Yatak Odaları	Gündüz	36	40	44	48	52	56
			26	30	34	38	42	46

¹ İç 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 değerlendirilmeler yapılacaktır.

Tabloya göre, dersliklerde sağlanması gereken en yüksek arka plan gürültü düzeyi 39 dBA olmalıdır. Bu değerin altı kabul edilebilir iken, 39 dBA' nın üstünde ölçülen değerler önlem alınması gereken bir durumu ifade etmektedir.

"Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği'nde belirlenen, Dış gürültü düzeylerine ve alıcı odası hassasiyet derecesine göre sağlanacak en düşük ses geçiş kaybı değerleri Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3

Dış Gürültü Düzeylerine ve Alıcı Odası Hassasiyet Derecesine Göre Sağlanacak En Düşük Ses Geçiş Kaybı Değerleri (DnT,A,tr , dB) (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği, 2017)

ALICI ODASI HASSASİYET	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI ^{1 2}					
	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 Lgag değerleri binanın en az 2 m uzağında ölçülen, cephe yansımaları hariç düzeylerdir

² A, B, C, D sınıfları için bu tablodaki değerlerin yanı sıra ses yalıtım değerinin en düşük 30 dB olması kriteri aranacaktır

Tablo 3' e göre, yönetmelikte en az C sınıfı sağlanması gerekliliğinden ve dersliklerin gürültü hassasiyet derecesi "I" olduğundan cephe kesitlerinde sağlanması gereken ses geçiş kaybı değerleri Lgag-22 formülü ile yani dış gürültü düzeyini belirten gösterge olan ve A ağırlıklı uzun süreli ortalama ses düzeylerinden elde edilen gündüz-akşam-gece düzeyinden (Lgag) 22 dB çıkarılarak belirlenecektir.

"Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği'nde belirlenen, akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlanacak en yüksek yansım süresi değerleri Tablo 4' te verilmektedir.

Tablo 4

Akustik Performans Sınıfına Bağlı Olarak Sağlanacak En Yüksek Yansım Süreleri (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği, 2017)

BİNA İŞLEVİ	MEKÂN	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI
Eğitim Tesisleri	Derslikler, Özel derslik, İdari odalar, okuma odaları	C-D 0,8
	Spor salonu	1,8
	Sirkülasyon Alanları	1,2
	Kreşler	0,8
	Yatak odaları	0,5

3. DERSLİKLERDE GÜRÜLTÜNÜN İNCELENMESİ

3.1. Arka Plan Gürültü Düzeyinin Değerlendirilmesi

Derslik içi arka plan gürültü düzeyleri, dersliğin konumuna göre farklılık gösterebilmektedir. Ön cephede bulunan derslikler, yapının anayola yakın olması dolayısıyla ulaşım-trafik gürültüsünden etkilenmektedir. Arka plan gürültü düzeyi ölçümleri TS ISO 1996-2 standardına uygun olarak yapılmıştır. Ölçümler Brüel and Kjaer Tip 2250 ses düzeyi ölçer ile tek noktada mikrofon yerden 150 cm yükseklikte ve dış cephe duvarından 200 cm uzakta konumlandırılmış pozisyonda yapılmıştır. Ölçümler insan kulağının duyarlılık sınırlarına göre dBA cinsinden gerçekleştirilmiştir.

Yapılan arka plan gürültü düzeyi ölçümlerinde, mevcut durumdaki ön cephede bulunan sınıfların arka plan gürültü düzeyleri kabul edilebilir değerlerin üstünde olduğu görülmektedir. Ön cepheye bakan 227 nolu derslik ile iç avluya bakmakta olan 260 nolu derslikte ölçülen arka plan gürültü düzeyleri Tablo 5' te görülmektedir. 30 dBA' nın altındaki değerler ölçüm cihazının hassasiyetinin altındadır. Dersliklerin konumlarını ve ölçüm noktalarını gösteren kat planı Şekil 3'te gösterilmektedir.

Tablo 5

Dersliklerde Ölçülen Arka Plan Gürültü Düzeyleri

LeqA	
Sınıf 227 (ön cephe)	43,0 dBA
Sınıf 260 (avlu)	- (30 dBA altında)



Şekil 3. Okul Kat Planı ve Dersliklerin Konumu (CM Mimarlık Arşivi, 2013)

Tablo 2' ye göre dersliklerde arka plan gürültü düzeyi için kabul edilebilir belirlenen değer 39 dBA'dır. Bu doğrultuda yapılan ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde 227 nolu derslikte kabul edilebilir değerlerin üstünde olduğu görülmektedir. Değerlendirme sonucu Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6

Derslikler İçin Ölçülen ve Sınır Kabul Edilen Arka Plan Gürültü Düzeyleri

Parametre	Derslik No	Ölçüm Sonucu	Sınır Değer	Değerlendirme
Arka Plan Gürültü	227	43,0	39	UYGUN DEĞİL
Düzeyi	260	- (30 dBA altında)		UYGUN

Sonuçlar incelendiğinde 227 nolu derslikte iyileştirme çalışmalarının yapılması gerektiği görülmektedir. 260 nolu derslikte ise arka plan gürültü düzeyleri açısından bir sorun yaşanmadığı görülmektedir.

3.2. Yapı Kabuğu Ses Geçiş Kaybının Değerlendirilmesi

Bu bölüm kapsamında 227 nolu derslik değerlendirilmeye alınarak, eğitim işlevi için yeterli akustik koşulların sağlanıp sağlanmayacağının değerlendirilmesi ve iyileştirme önerisinin yapılması amaçlanmaktadır. Dersliğin dış cephe duvarında yönetmeliğin belirlediği ses geçiş kaybı değerlerinin uygun olup olmadığı değerlendirilecektir.

Yapı konumu itibariyle yoğun araç trafiğinin olduğu bir bölgede bulunmaktadır. Okul E-80 TEM otoyoluna oldukça yakın bulunmakta olup ayrıca TEM ile arasında ağır vasıtaların gün içinde yoğun olarak kullandığı bir yan yol bulunmaktadır. Dış gürültü düzeyini ölçmek amacıyla ölçüm yapılmıştır. Dış gürültü ölçümleri TS ISO 1996-2 standardına uygun olarak yapılmıştır. Ölçümler Bruel and Kjaer Tip 2250 ses düzeyi ölçer ile yapılmış olup, rüzgarlık kullanılmıştır. Tek noktada on dakikalık periyotlarda altı tekrar ölçüm yapılarak değerlerin ortalaması alınmıştır. Ölçümler insan kulağının duyarlılık sınırlarına göre dBA cinsinden gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonucu Tablo 7' de ve ölçüm noktası Şekil 4 'te görülmektedir.

Tablo 7

Yapı Dışında Ölçülen Dış Gürültü Düzeyleri (dBA)

LeqA
65,0



Şekil 4. Dış gürültü ölçüm noktası (Google, Erişim 18 Ocak 2024)

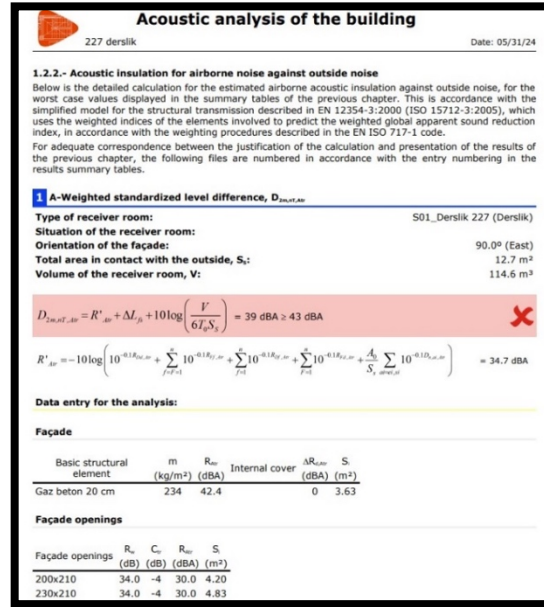
Tablo 3’ e göre, yönetmelikte en az C sınıfı sağlanması gerekliliğinden ve dersliklerin gürültü hassasiyet derecesi “I” olduğundan cephe kesitlerinde sağlanması gereken ses geçiş kaybı değerleri Lgag-22 formülü ile yani dış gürültü düzeyini belirten gösterge olan ve A ağırlıklı uzun süreli ortalama ses düzeylerinden elde edilen gündüz-akşam-gece düzeyinden (Lgag) 22 dB çıkarılarak belirlenecektir. Bu durumda 227 nolu dersliği sağlaması gereken ses geçiş kaybı değeri Tablo 8’ de gösterilmektedir.

Tablo 8

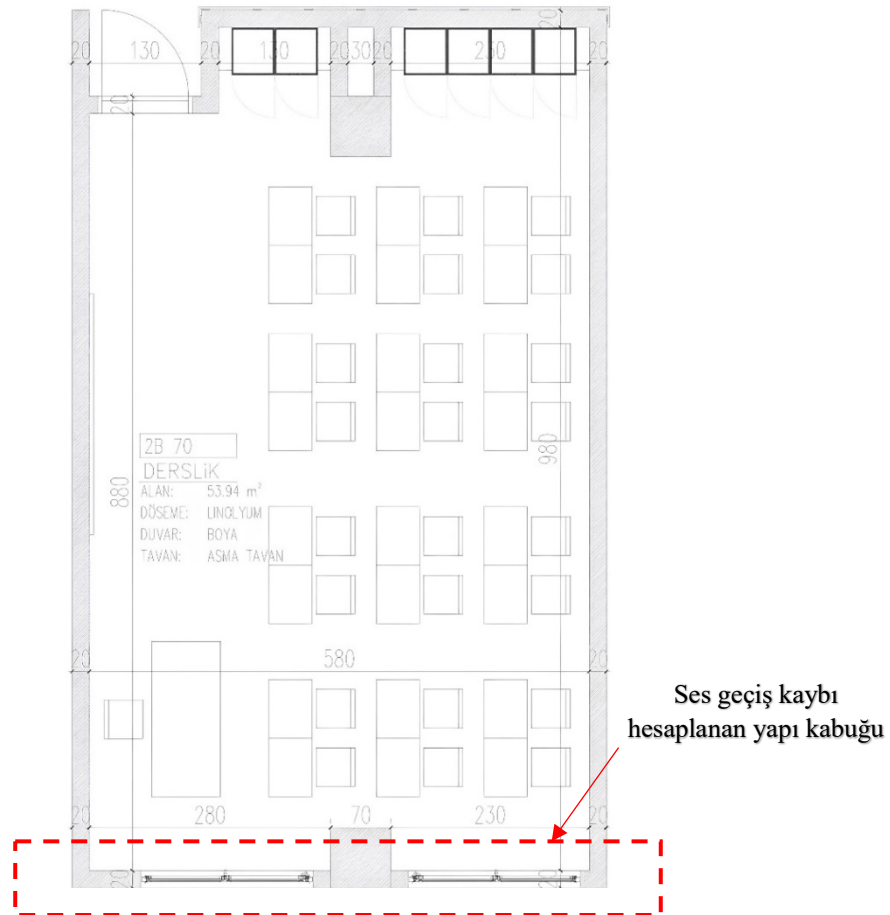
Yapı Kabuğunun Sağlaması Gereken Ses Geçiş Kaybı Değeri

Dış Gürültü-L1 (dBA)	Çıkarılacak Değer (Lgag-22)	Sağlanması Gereken Ses Geçiş Kaybı Değeri (dBA)
65	22	43

Çalışmada 227 nolu dersliğin yapı kabuğuna ait ses geçiş kaybı hesaplamaları CYPE Sound v.2019 akustik simülasyon programı ile yapılmıştır. Bu program yürürlükte olan ve çalışmada referans alınan “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliği” ne uygun olarak TS EN 12354-3 standardında hesaplama yapmaktadır. Dersliğin üç boyutlu modellemesi yapılmış, duvar döşeme kalınlıkları ile malzeme katman girişi yapılmıştır. Sağlanması gereken sınır değer veri girişleri de ayarlandıktan sonra simülasyon programı çalıştırılmış ve analiz işlemleri yapılmıştır. Analizler sonucunda yapı kabuğunun sağladığı ses geçiş kaybı değeri bulunmuştur. Program ile hesaplanan ses geçiş kaybı değerine ait ekran görüntüsü Şekil 5’ te, 227 nolu sınıfa ait plan ise Şekil 6’ da görülmektedir.



Şekil 5. Ses geçiş kaybı değeri hesaplamasına ait ekran görüntüsü

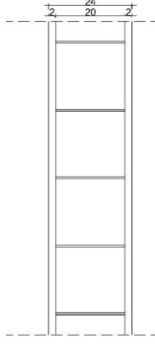


Şekil 6. 227 Nolu sınıfa ait kat planı (CM Mimarlık Arşivi, 2013)

Akustik simülasyon programına göre sınıfa ait cephe duvarının sağlamış olduğu ses geçiş kaybı değeri Tablo 9’da görülmektedir.

Tablo 9

227 Nolu Sınıfın Dış Cephe Duvarının Hava Doğuşlu Gürültülere Karşı Performansı

Duvar Kesiti	Duvar Katmanları
	20mm alçı sıva 200mm gazbeton blok 20mm alçı sıva 4mm cam, 16mm hava boşluğu, 4mm cam
Sonuç, $D_{nT,A,tr} = 39,00$ dBA	

Elde edilen sonuç ile yönetmeliğe göre sağlanması gereken ses geçiş kaybı değerlerinin karşılaştırması Tablo 10’ da görülmektedir.

Tablo 10

Yapı Kabuğunun Sağlaması Gereken Ve Sağladığı Ses Geçiş Kaybı Değerleri

Sağlanması Gereken Ses Geçiş Kaybı Değeri (dBA)	Sağlanan Ses Geçiş Kaybı Değeri (dBA)	Değerlendirme
43	39	UYGUN DEĞİL

Tablo 10’da elde edilen sonuca göre 227 nolu sınıfa ait yapı kabuğunu oluşturan dış duvar yeterli ses geçiş kaybı değerini sağlamamaktadır. Bu sonuçta, dış duvarda bulunan pencerelerin büyük olması önemli rol oynamaktadır. Pencereler, ses geçirmezliği açısından zayıf olan elemanlar olup duvar kesitlerinde ses geçiş kaybı performansını düşürmektedir. Doğramalarda yeterli ses geçiş kaybı değeri sağlanmadığında ve birleşim yerlerinde ses sızıntılarına karşı önlemler alınmadığında istenilen akustik performansın sağlanması zorlaşmaktadır. Cam kalınlıkları ve camlar arası hava boşluğunun artırılması durumunda ses geçiş kaybının artacağı bilinmelidir. Doğramalar ile cam paneller arasında kullanılacak fitillerin tam sızdırmaz balon fitiller olarak seçilmesi önerilmektedir.

4. SONUÇ

Eğitim öğretim faaliyetlerinin gerçekleştiği okul yapılarında uygun ortam koşullarının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Fiziksel çevrenin önemli unsurlarından biri de sestir. Bu çalışmada İstanbul’da bulunan bir okulun seçilen sınıfları akustik açıdan incelenmiş ve gürültü kontrolü açısından yeterli şartları sağlayıp sağlamadığı araştırılmıştır.

İncelenen okul yapısı, konumu itibarıyla yoğun araç trafiğinin olduğu bir bölgede bulunmaktadır. Okul E-80 TEM otoyoluna oldukça yakın bulunmakta olup ayrıca TEM ile arasında ağır vasıtaların gün içinde yoğun olarak kullandığı bir yan yol bulunmaktadır. Dış gürültü düzeyini ve sınıf içi arka

plan gürültü düzeylerini ölçmek amacıyla ölçümler yapılmıştır. Ölçümler sonrasında arka plan gürültü düzeyinin yüksek olduğu 227 nolu derslik için, yapı kabuğu ses geçiş kaybı hesaplaması çalışması yapılmış ve tüm sonuçlar ülkemizde yürürlükte olan “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliği” referans alınarak değerlendirilmiştir.

Dış gürültü ölçümü sonucuna göre, yapı kabuğuna yaklaşık olarak 65 dBA düzeyinde bir gürültü etki etmektedir. Bu düzey, yapı kabuğu kesitinin dikkatlice akustik alanında uzman kişiler tarafından belirlenmesi gereken yüksek bir değerdir. Okul yapısının mevcut yapı kabuğu iki tarafı 2 cm kaba sıva ile sıvalı 20 cm kalınlığında yoğunluğu 840 kg/m³ olan gazbetondan oluşmaktadır. Yönetmeliğe göre yapı kabuğu DnT,A,tr 43 ses geçiş kaybı değerine sahip olması gerekirken, mevcutta DnT,A,tr 39 değerine sahiptir. Bu değer sağlanması gereken sınır değere göre oldukça düşük kalmaktadır.

Yapılan arka plan gürültü düzeyi ölçümlerinde derslikler için sınır değer 39 dBA olması gerekirken, 227 nolu derslik için 43 dBA lık bir ölçüm sonucu elde edilmiştir. Bu değerde derslikte istenilenden daha gürültülü bir ortam olduğunu ve yapı kabuğunun yeterli akustik performansa sahip olmadığını göstermektedir.

Yapı kabuğunun yeterli ses geçiş kaybı değerine sahip olmamasında duvar kesitinin yetersizliği ile beraber, cephede kullanılan pencerelerin cam ve doğrama detaylarının akustik açıdan yetersiz olması ile beraber yüzey alanının büyüklüğünün önemli yer oynadığı düşünülmektedir.

Yapı kabuğu kesitinde uygun katmanların seçilmesi, pencerelerde akustik açıdan daha yüksek performansa sahip tercihlerin yapılması, doğramaların yalıtımlı olması ve tam sızdırmaz fitillerin kullanılması, hedef değerlerin elde edilmesi için gerekli görülmektedir. Dış duvar yüzeylerinin döşeme ve tavan birleşimlerinde ses köprüsü oluşturulmamasına dikkat edilmelidir. Bu nedenle, duvar elemanlarının temas ettiği her noktadan elastik malzeme kullanılarak ayrılması önem kazanmaktadır. Duvara ait taşıyıcı elemanlar ile yüzey malzemelerinin döşeme ve tavan birleşimlerinde ve taşıyıcı elemanlar ile yüzey malzemeleri arasında elastik bant kullanılması, sağlanacak ses geçiş kaybı değerlerinin artırılması açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, mevcut literatürle paralellik göstermektedir. Shield ve Dockrell (2008) tarafından yapılan çalışmada, dış ve arka plan gürültüsünün eğitim yapılarındaki öğrencilerin öğrenme performansı üzerindeki olumsuz etkileri vurgulanmıştır. Benzer şekilde, bu araştırmada da trafik kaynaklı gürültünün dersliklerde kabul edilebilir sınır değerlerin üzerine çıktığı ve bu durumun öğrenci odaklanmasını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Kavraz (2015) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, üniversite kampüslerinde dış gürültünün iç mekân akustiğini bozduğu ve yönetmelik standartlarının sağlanamadığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da özellikle TEM otoyolu gibi yoğun trafik kaynaklarından gelen gürültünün, incelenen okulun güney cephesindeki dersliklerde ciddi bir sorun oluşturduğu görülmüştür.

Ayrıca, Yang ve Jeon (2020) tarafından yapılan incelemelerde, yapı kabuğunun malzeme özelliklerinin ve tasarımının akustik performans üzerindeki etkileri vurgulanmıştır. Bu araştırmada, dış duvarlarda kullanılan gazbeton ve pencerelerin ses geçiş kaybı değerlerinin yönetmeliklerin altında olduğu ve bu durumun gürültü kontrolünü zorlaştırdığı görülmüştür.

Sonuç olarak, bu çalışma, literatürde daha önce belirtilen bulguları destekler nitelikte olup, eğitim yapılarında gürültü kontrolünün önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Yapı kabuğu ve iç mekân düzenlemelerine yönelik iyileştirme önerileri, mevcut sorunların çözümüne yönelik literatürdeki önerilerle uyumludur.

Teşekkür ve Bilgi Notu

Makalede, ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada Etik Kurul izni gerekmemiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Makale tek yazarlıdır.

KAYNAKÇA

- Astolfi, A., Puglisi, G., Murgia, S., Minella, G., Pellerey, F., Prato, A. ve Sacco, T. (2019). Influence of classroom acoustics on noise disturbance and well-being for first graders. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02736>
- Avşar, Y. ve Gönüllü, M. T. (2010). The influence of indoor acoustical parameters on student perception in classrooms. *Noise Control Engineering Journal* 58(3), 310-318. DOI:10.3397/1.3383098
- Binaların gürültüye karşı korunması yönetmeliği (2017, 31 Mayıs). *Resmî Gazete* (Sayı:30082). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/05/20170531-7.htm>
- Bulunuz, M., Bulunuz, N. ve Kelmendi Tuncal, J. (2017). Akustik iyileştirme yapılmış bir okulda gürültü düzeyinin değerlendirilmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama* 13(4) 637-658. <https://doi.org/10.17244/eku.347793>

- CM Mimarlık Arşivi. (2013). <https://cmmimarlik.com.tr/tum-projeler/> adresinden alındı.
- Google. (Erişim 18 Ocak 2024). Google Earth. <https://earth.google.com/web/> adresinden alındı.
- Hétu, R., Truchon-Gagnon, C. ve Bilodeau, S. A. (1990). Problems of noise in school settings: a review of literature and the results of an exploratory study. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*.
- Jariwala, H. J., Syed, H. S., Pandya, M. J. ve Gajera, Y. M. (2017, Mart). Noise pollution & human health: a review. Noise and Air Pollution: Challenges and Opportunities, Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/319329633_Noise_Pollution_Human_Health_A_Review/stats. Erişim tarihi: 06.09.2024.
- Kavraz, M. (2015). Gürültü düzeylerinin iç mekanlar açısından değerlendirilmesi-ktü kanuni kampüsü örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 597-601.
- Mogas-Recalde, J., Palau, R. ve Marquez, M. (2021). How classroom acoustics influence students and teachers: A systematic literature review. *Journal of Technology and Science Education*, s. 11(2), 245-259.
- Shield, B. ve Dockrell, J. (2008). The effects of classroom and environmental noise on children's academic performance. 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN). Foxwoods, CT.
- Sirel, Ş. (2013). *Yapı Akustiğinde 30 Terim 30 Tanım*. İstanbul: YFU Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü.
- Şimşek, O. (2021). Dersliklerde gürültü denetimi: bir örnek üzerinden inceleme. *Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2(1), 34-51.
- Thompson, R., Smith, R., Bou Karim, Y., Shen, C., Drummond, K., Teng, C. ve Toledano, M. (2022). Noise pollution and human cognition: An updated systematic review and meta-analysis of recent evidence. *Environment International*, 158, 1-27. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106905>
- Toksoy, M. (2015). *Okullarda akustik konfor*. İzmir: TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- Untu, B. ve Yüğrük Akdağ, N. (2017). Yapılarda gürültü denetimi – bir örnek kapsamında değerlendirmeler. *Artium*, 5(2), 11-21.
- Yang, W. ve Jeon, J. (2020). Design strategies and elements of building envelope for urban acoustic environment. *Building and Environment*, 187, 107-121.
- Yavuz, A. (2007). *Ses Kayıt Stüdyosu Tasarımı ve Mimari Akustik*. (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

SUMMARY

The term "noise" is typically used to describe sounds that are perceived as unwanted. However, the definition of what constitutes as such can vary considerably between individuals. Even sounds that do not have a high sound pressure level, such as the creaking of a door or the dripping of a faucet, can be perceived as noise. In a scientific context, noise is defined as sounds composed of frequencies

that lack harmony, representing a complex auditory phenomenon with various sources. Such sources may include industrial activities, construction work, traffic noise, and the cacophony of a marketplace environment. From an architectural standpoint, noise sources can be classified into two principal categories: external and internal sources. External noise sources encompass traffic from roads and airways, construction activities in the vicinity of the building, and sounds originating from other nearby structures or recreational areas. Internal noise sources may include footsteps on floors, mechanical equipment noise, or sounds travelling through walls from adjacent rooms.

The detrimental impact of noise on human health can be evidenced by the emergence of notable physiological and psychological concerns. Prolonged exposure to elevated noise levels has been linked to an array of adverse health outcomes, including hearing impairment, stress, sleep disturbances, and even cardiovascular diseases. In educational settings, noise can have a particularly deleterious effect on cognitive functions, leading to difficulties in attention, concentration, and learning, which ultimately affects academic performance. It is therefore imperative to mitigate noise and ensure adequate acoustic conditions, particularly in educational settings where a quieter environment can significantly enhance teaching and learning activities. The acoustic characteristics of an enclosed space must be determined in accordance with the intended use of the space. This necessitates the implementation of measures to ensure optimal acoustic conditions, in accordance with the principles of noise control and room acoustics.

The objective of noise control is to assess the efficacy of the building envelope (comprising walls, windows and doors) and internal partition elements (such as room dividers or ceilings) in attenuating noise transmitted from both internal and external sources. It is of paramount importance to ascertain the efficacy of these elements in mitigating sound transmission, in order to ensure the maintenance of a comfortable and functional indoor environment. Conversely, room acoustics seek to preclude potential acoustic deficiencies by examining parameters such as reverberation times within enclosed spaces. The objective is to minimise any unwanted echoes or acoustic flaws that could hinder speech intelligibility and listening comfort by controlling factors such as sound absorption and reflection.

In Turkey, for an extended period, the importance of noise control in buildings was not adequately recognised, resulting in a considerable number of structures that failed to meet the current acoustic standards. This situation has now changed with the enforcement of the Regulation on the Protection of Buildings Against Noise, which has brought the issue of noise control under legal scrutiny. The regulation delineates the requisite standards for noise transmission, sound insulation performance, and acoustic quality in diverse building types, including educational facilities. The regulation outlines the requisite acoustic performance classes, which are contingent upon the prevailing background

noise levels, the sound transmission loss of building components, and the reverberation times in various spaces. In particular, the regulation sets out limits and requirements for educational facilities, which are considered to be highly sensitive to noise, with the objective of ensuring that classrooms meet specific acoustic standards. The objective of compliance with these requirements is to provide occupants with a quieter, healthier, and more conducive environment for learning.

The present study examines the noise control and room acoustics of classrooms in a school situated in Avcılar, Istanbul. The school is situated in close proximity to the TEM highway, which results in the exposure to considerable external noise levels, predominantly from vehicular traffic. The investigation entailed the implementation of acoustic measurements in accordance with established standards and regulatory guidelines. These measurements included an assessment of background noise levels in the classrooms and a calculation of the sound transmission loss through the building envelope, with the objective of identifying any deficiencies. In light of the findings, recommendations for improvement were put forth, with particular emphasis on classrooms where elevated background noise levels were recorded.

The results of the measurements demonstrated that classrooms situated in proximity to the primary façade of the building, which is oriented towards the highway, exhibited background noise levels that exceeded the acceptable regulatory threshold. Although the regulatory limit for background noise in classrooms is set at 39 dBA, levels as high as 43 dBA were recorded, indicating that the learning environment could be significantly affected by external noise. Such elevated noise levels have the potential to impede concentration in students and negatively impact the learning process. This finding underscored the necessity for efficacious measures to diminish background noise and enhance the acoustic conditions in the affected classrooms.

The inadequate performance was attributable to a number of factors, including the dimensions of the windows, the acoustic characteristics of the glazing system, and the architectural specifications of the exterior walls. Windows are typically less effective in terms of sound insulation, which can result in a reduction in the overall sound transmission loss of the building envelope. In this instance, the extensive window area had a considerable impact on the reduction in acoustic performance. Furthermore, inadequate sound insulation in the window frames and the absence of effective sealing against sound leakage at junctions served to compound the issue.

In order to enhance the sound transmission loss performance of the building envelope, a series of improvement measures were proposed. These included an increase in the thickness of the glass panes, an expansion of the air gap between the glass layers, and the selection of materials with enhanced acoustic performance for the window frames. Furthermore, the installation of airtight sealing gaskets

between the frames and glass panels was proposed as a means of minimising sound transmission through potential gaps. The implementation of these recommendations has the potential to significantly enhance the acoustic performance of the building envelope, thereby facilitating more effective noise control within the classrooms.

It is of paramount importance to consider the selection of materials and construction techniques in order to guarantee that the desired acoustic conditions are met. The utilisation of materials exhibiting high sound insulation properties for the construction of the building envelope, such as specialised glazing and soundproof doors, can play a pivotal role in the reduction of noise transmission. The utilisation of resilient materials to acoustically insulate structural elements, such as walls and floors, can serve to further enhance the building's sound insulation capabilities. For example, the application of acoustic insulation layers between the primary structural components and internal surfaces can prevent the formation of sound bridges, which are pathways through which sound can travel from one room to another.

In conclusion, it is of the utmost importance to provide educational buildings with appropriate acoustic conditions in order to maintain a high-quality learning environment. The assessment undertaken in this study revealed a number of deficiencies in the acoustic performance of the educational facility. The presence of elevated external noise levels and the inadequate sound transmission loss of the building envelope were identified as significant challenges. These findings emphasise the necessity of implementing efficacious noise control measures in order to comply with the standards set forth by the regulatory body. It is evident that acoustic improvements, such as an increase in the sound insulation performance of the building envelope and an optimisation of the design of windows and doors, are essential steps to ensure a quieter and more conducive environment for learning.

The importance of noise control extends beyond mere regulatory compliance. An optimally designed acoustic environment facilitates enhanced communication and mitigates the burden on both educators and learners. The provision of an environment in which background noise is kept to a minimum has the potential to enhance the learning process, thereby facilitating greater concentration and information retention. The utilisation of sound-absorbing materials in walls, ceilings and floors can also assist in the management of reverberation times, thereby ensuring that speech remains clear and intelligible even in larger classrooms.

Moreover, the selection of appropriate sound insulation materials, the judicious choice of building components, and the optimization of the acoustic properties of glass surfaces are pivotal elements in the attainment of effective noise control. The utilisation of multi-layered materials and sophisticated construction methodologies can facilitate the attainment of the desired sound transmission loss values.

To illustrate, the selection of acoustically laminated glass, comprising multiple layers bonded with a special acoustic interlayer, can provide substantial enhancements in sound insulation. Similarly, the utilisation of thicker glass panes and wider air gaps in double or triple glazed configurations can serve to enhance the overall acoustic performance of windows.

It is also essential to ensure that windows, doors and other building elements are airtight at their joints in order to achieve the desired acoustic performance. The utilisation of soundproofing sealants or specialised acoustic gaskets at these junctions can prevent sound leakage and enhance the overall sound insulation of the building envelope. Furthermore, the implementation of appropriate installation techniques that circumvent the formation of sound bridges between structural components and internal finishes is essential. This can be achieved by the utilisation of resilient strips or flexible acoustic tapes for the purpose of separating the various layers of materials, thereby reducing the transmission of sound directly.

In educational settings, the advantages of effective noise control and acoustic performance are especially pronounced. A classroom with well-designed acoustics not only facilitates more effective communication but also supports students' cognitive development by reducing distractions and auditory fatigue. Teachers are able to deliver lessons in a more effective manner in a quieter environment, which in turn leads to improved educational outcomes. It can be argued that the implementation of noise control measures and the enhancement of acoustic performance are not only regulatory requirements but also essential elements in fostering an optimal educational experience.

In conclusion, the study has demonstrated that the attainment of appropriate noise control and compliance with the regulatory standards for acoustic performance in educational buildings necessitates a comprehensive approach. The findings of the acoustic assessment of the educational facility in Avcılar, Istanbul, revealed the necessity for substantial enhancements in noise control strategies to address the concerns pertaining to elevated background noise levels and inadequate sound insulation of the building envelope. The implementation of the recommended improvements would enable the school to significantly enhance its acoustic environment, thereby providing a more suitable setting for learning and teaching.

By prioritising acoustic quality in the design and construction of educational buildings, schools can create environments that are conducive to learning and promote the well-being of students and staff alike. The utilisation of advanced materials, construction techniques and design strategies will facilitate the mitigation of noise-related challenges in urban settings, thereby ensuring that the acoustic performance of educational facilities aligns with contemporary standards and expectations.