

**T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONUTLARDA GÜRÜLTÜ DENETİMİ İÇİN UYGUN KESİT SEÇENEKLERİNİN  
MODELLEME YOLUYLA BELİRLENMESİ**

**BİLLUR TEKİNBAJKAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
YAPI FİZİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. NEŞE YÜĞRÜK AKDAĞ**

**İSTANBUL, 2016**

**T.C.**  
**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONUTLARDA GÜRÜLTÜ DENETİMİ İÇİN UYGUN KESİT SEÇENEKLERİNİN  
MODELLEME YOLUYLA BELİRLENMESİ**

Billur TEKİNBAKAL tarafından hazırlanan tez çalışması 12/04/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşe ERDEM AKNESİL  
İstanbul Esenyurt Üniversitesi

---

---

---

## ÖNSÖZ

---

Günümüzde, akustik konfor konusunda daha sağlıklı konut yaşam alanlarının sağlanması bir gerekliliktir. Tez çalışmamın araştırma konusu, bu gereklilik dahilinde ortaya çıkmıştır.

Bu bilinçle yola çıktığım yüksek lisans tez çalışmamda; bana değerli bilgi ve görüşlerini sunan, tüm süreç boyunca destekleyici tutumu ile yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada kullanılan bilgisayar programının ilk teknik desteğinde katkısı bulunan Doç. Dr. Mehmet Nuri İLGÜREL' e teşekkür ederim. İlerleyen aşamalarda, akustik hesap programı için detaylı destek aldığım Y. Müh. Ali AKDAĞ' a yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Kamuoyu yoklaması aşamasında; site, apartman yönetimleri ile sakinlerine değerli katılımlarından dolayı ve yine bu konuda yardımını sunan değerli meslektaşım Y. Mim. Burak UZUN' a teşekkürlerimi iletirim.

Hayatımın her anında, her konuda sevgi ve desteklerini hissettiğim; annem Öğretmen Bircan TEKİNBAJKAL' a ve babam Mimar Haluk Balamir TEKİNBAJKAL' a sonsuz teşekkürler. Ayrıca hiç yanımdan ayrılmayarak, yazma sürecini daha keyifli hale getiren kedim Fındık' a teşekkür ederim.

Nisan, 2016

Billur TEKİNBAJKAL

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	x
ÖZET .....	xii
ABSTRACT.....	xv
<b>BÖLÜM 1</b>	
GİRİŞ.....	1
1.1    Literatür Özeti .....	1
1.2    Tezin Amacı .....	3
1.3    Hipotez .....	4
<b>BÖLÜM 2</b>	
KONUT AKUSTİK KONFORU İLE KULLANICI MEMNUNİYETİ İLİŞKİSİ .....	6
2.1    Konutlara Etki Eden Gürültü Türleri.....	6
2.2    Gürültünün Konut İçi Aktivitelere Etkisi .....	8
2.3    Konut Kullanıcılarının Memnuniyeti Üzerine Araştırmalar.....	11
<b>BÖLÜM 3</b>	
KONUT PLANLAMA SÜREÇLERİNDE GÜRÜLTÜ DENETİMİ.....	25
3.1    Konut Yerleşim Kararlarında Gürültü Denetimi .....	26
3.1.1    Konut Alanları İçin Belirlenen Çevresel Gürültü Sınır Değerleri.....	26
3.1.2    Konut Yapısının Yönelim ve Form Kararlarında Gürültü Denetimi ..	29
3.2    Konut Hacimleri Planlama Kararlarında Gürültü Denetimi .....	32
3.2.1    Konut Hacimlerinin Arka Plan Gürültü Düzeyi .....	32

3.2.2	Konut Hacimlerinin İşlevlerine Göre Kaynak veya Alıcı Hacim Olarak Davranış ve Gereksinimleri .....	36
3.3	Konut Yapı Elemanları Kararlarında Gürültü Denetimi.....	39
3.3.1	Konut Yapı Elemanlarında Sağlanması Gereken Ses Yalıtımı Değerleri.....	39
3.3.1.1	Yapı Elemanlarında Ses İletimi İle İlgili Tanımlar.....	40
3.3.1.2	Yapı Cephesi İçin Önerilen Ses Yalıtımı Değerleri .....	47
3.3.1.3	Yapı İçi Bölücü Elemanlar İçin Önerilen Ses Yalıtımı Değerleri ....	50
3.3.2	Konut Yapı Elemanı Seçiminde ve Uygulamasında Gürültü Denetimi.....	58
3.3.2.1	Yapı Elemanlarının Gruplandırılması.....	58
3.3.2.2	Yapı Elemanlarının Birleşim Detaylarında Gürültü Denetimi.....	62
3.3.2.3	Uygulama Aşamasındaki Doğru ve Yanlışlar .....	68

## BÖLÜM 4

### KURGUSAL BİR KONUT YAPISI ÜZERİNDEN UYGUN YAPI ELEMANLARI

KOMBİNASYONLARININ ÖRNEKLENDİRİLMESİ.....	72	
4.1	Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	72
4.2	Çalışmanın Yöntemi ve Kabuller .....	73
4.3	Uygun Yapı Elemanı Kombinasyonları İçin Örnekler .....	76
4.3.1	Örnek I .....	76
4.3.2	Örnek II.....	81
4.3.3	Örnek III.....	85
4.3.4	Örnek IV.....	90
4.4	Yapı Elemanlarının Uygulanmasına Yönelik Birleşim Detayı Önerileri .....	95
4.5	Genel Değerlendirme.....	99

## BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER .....	101
KAYNAKLAR.....	104
EK-A.....	107
ANKET FORMU .....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	110

## SİMGE LİSTESİ

---

A	Alıcı odasının toplam yutuculuğu (m <sup>2</sup> )
A <sub>0</sub>	Referans eş değer ses yutuculuk alanı (m <sup>2</sup> )
C	Pembe gürültü için spektrum uyarlama terimi
C <sub>i</sub>	Darbe gürültüleri için spektrum uyarlama terimi
C <sub>tr</sub>	Trafik gürültüsü için spektrum uyarlama terimi
D <sub>2m,n</sub>	Dış duvarın normalize düzey farkı
D <sub>2m,n,w</sub>	Dış duvarın ağırlıklı normalize düzey farkı
D <sub>2m,nT</sub>	Dış duvarın standardize düzey farkı
D <sub>2m,nT,w</sub>	Dış duvarın ağırlıklı standardize düzey farkı
D <sub>nT</sub>	Standardize düzey farkı
D <sub>nT,w</sub>	Ağırlıklı standardize düzey
L <sub>1</sub>	Kaynak odasında enerji ortalamalı ses basınç düzeyi (dB)
L <sub>1,2m</sub>	Cephenin 2 m önündeki ortalama ses basınç düzeyi (dB)
L <sub>2</sub>	Alıcı odasında enerji ortalamalı ses basınç düzeyi (dB)
L <sub>akşam</sub>	Akşam gürültü göstergesi
L <sub>den</sub>	Gündüz-akşam-gece gürültü düzeyi
L <sub>eq</sub>	Eşdeğer sürekli gürültü düzeyi (dBA)
L <sub>gece</sub>	Gece gürültü göstergesi
L <sub>gündüz</sub>	Gündüz gürültü göstergesi
L <sub>i</sub>	Alıcı odasında enerji ortalamalı darbe sesi basınç düzeyi (dB)
L' <sub>n</sub>	Normalize darbe sesi basınç düzeyi
L' <sub>n,w</sub>	Ağırlıklı normalize darbe sesi yalıtımı
L' <sub>nT</sub>	Standardize darbe sesi basınç düzeyi
L' <sub>nT,w</sub>	Ağırlıklı standardize darbe sesi yalıtımı
R	Ses azaltma indeksi
R'	Görünür ses azaltma indeksi
R <sub>w</sub>	Ağırlıklı ses azaltma indeksi
R' <sub>w</sub>	Ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi
S <sub>s</sub>	Bölme elemanının alanı (m <sup>2</sup> )
T	Alıcı odasında reverberasyon zamanı (sn)
T <sub>0</sub>	Referans reverberasyon zamanı (sn)
V	Alıcı odasının hacmi (m <sup>3</sup> )
W <sub>1</sub>	Yapı elemanının üzerine gelen ses gücü
W <sub>2</sub>	Yapı elemanından iletilen ses gücü

## KISALTMA LİSTESİ

---

ANSI	Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü
ASHRAE	Amerika Isıtma, Soğutma ve Hava Koşullaması Mühendisleri Derneği
ASTM	Amerika Malzeme Tecrübeleri Kurumu
CIBSE	The Chartered Institution of Building Services Engineers
COST	European Cooperation in Science and Technology
ÇGDYY	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
dB	Desibel
EN	Avrupa Standartları
FHA	Federal Konut İdaresi
IIC	Darbe sesi yalıtım sınıfı
ISO	Uluslararası Standart Organizasyonu
NC	Gürültü ölçütü
NCB	Dengelenmiş gürültü kriteri
NR	Gürültü kontrolü kriteri
OITC	Dış ortam - iç ortam ses geçiş sınıfı
STC	Ses geçiş sınıfı
TL	Ses geçiş kaybı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Yapılarda ses iletim yolları ..... 8
Şekil 2.2	Portekiz' de konut içi aktivitelerin zamana göre gerçekleşme yüzdesi ..... 10
Şekil 2.3	Hollanda' da uyku sırasındaki gürültü türleri için rahatsızlık oranları ..... 11
Şekil 2.4	İsveç' te uyku sırasında karayolu gürültüsünden rahatsızlık oranı ..... 12
Şekil 3.1	Dış gürültü denetimi için tampon bölge kullanımları .....28
Şekil 3.2	Karayolu kenarında binaların farklı yönelimlerinin gürültü denetimi ..... 29
Şekil 3.3	Bina yönelimine göre gürültü denetimi ..... 30
Şekil 3.4	Gürültü denetimi sağlayan yapı formları ..... 30
Şekil 3.5	Balkon kullanımında gürültü denetimi sağlayan çözümler ..... 31
Şekil 3.6	NCB eğrileri . ..... 34
Şekil 3.7	NR eğrileri ..... 35
Şekil 3.8	Farklı saydamlık oranlarının ses geçiş kaybı değerlerine etkisi ..... 48
Şekil 3.9	Tuğla duvar tiplerinde katmanlaşma örnekleri ..... 59
Şekil 3.10	Duvar elemanlarında ses geçiş kaybının iyileştirilmesi ..... 61
Şekil 3.11	Döşeme ve tavan elemanlarında ses geçiş kaybının iyileştirilmesi ..... 62
Şekil 3.12	Yığma duvarlar için iç duvar ile dış duvar birleşim detayları ..... 63
Şekil 3.13	Yığma duvar ile döşeme ve tavan birleşim detayları ..... 63
Şekil 3.14	Hafif çelik duvarlar için iç duvar ile dış duvar birleşim detayları ..... 64
Şekil 3.15	Hafif çelik duvar ile döşeme ve tavan birleşim detayları ..... 64
Şekil 3.16	Merdivenlerde iyileştirilmiş birleşim detayları ..... 65
Şekil 3.17	Pencerelerde iyileştirilmiş birleşim detayları ..... 66
Şekil 3.18	Kapılarda iyileştirilmiş birleşim detayları ..... 67
Şekil 3.19	Elektrik prizlerinde iyileştirilmiş birleşim detayları ..... 68
Şekil 4.1	SONarchitect yapı akustiği hesaplama programı .....73
Şekil 4.2	Konut yapısı normal kat planı ..... 75
Şekil 4.3	Örnek I' de kullanılan duvar elemanları ..... 77
Şekil 4.4	Örnek I ve II' de kullanılan döşeme elemanları..... 78
Şekil 4.5	Örnek I ve II' de kullanılan kapı ve pencere elemanları ..... 79
Şekil 4.6	Örnek I için yapı kabuğunun ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $D_{2m,nT,w}+C_{tr,50-3150}$ (dB)..... 80
Şekil 4.7	Örnek I için iç duvarların ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $D_{nT,w}+C_{100-3150}$ (dB)..... 80
Şekil 4.8	Örnek II' de kullanılan duvar elemanları ..... 83
Şekil 4.9	Örnek II için yapı kabuğunun ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $D_{2m,nT,w}+C_{tr,50-3150}$ (dB) ..... 83



Şekil 4.10	Örnek II için iç duvarların ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $D_{nT,w}+C_{100-3150}$ (dB).....	84
Şekil 4.11	Örnek III' te kullanılan duvar elemanları.....	86
Şekil 4.12	Örnek III' te kullanılan döşeme elemanları .....	87
Şekil 4.13	Örnek III ve IV' te kullanılan kapı ve pencere elemanları .....	88
Şekil 4.14	Örnek III için yapı kabuğunun ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $D_{2m,nT,w}+ C_{tr,50-3150}$ (dB).....	89
Şekil 4.15	Örnek III için iç duvarların ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $D_{nT,w}+C_{100-3150}$ (dB).....	89
Şekil 4.16	Örnek IV' te kullanılan duvar elemanları .....	91
Şekil 4.17	Örnek IV' te kullanılan döşeme elemanları.....	92
Şekil 4.18	Örnek IV için yapı kabuğunun ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $D_{2m,nT,w}+ C_{tr,50-3150}$ (dB) .....	93
Şekil 4.19	Örnek IV için iç duvarların ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $D_{nT,w}+ C_{100-3150}$ (dB) .....	94
Şekil 4.20	Örnek I' in iç duvar ile döşeme birleşim detayı.....	95
Şekil 4.21	Örnek II' nin iç duvar ile döşeme birleşim detayı.....	96
Şekil 4.22	Örnek III' ün iç duvar ile döşeme birleşim detayı .....	97
Şekil 4.23	Örnek IV' ün iç duvar ile döşeme birleşim detayı .....	98

## ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Gürültü düzeylerine göre yapı dışı ve yapı içi gürültüler ..... 7
Çizelge 2.2	Gürültü derecelerinin insanlar üzerindeki etkileri ..... 9
Çizelge 2.3	Hollanda ve İngiltere ulusal anket sonuçlarına göre konutlarda rahatsızlık veren gürültü sıralamaları..... 12
Çizelge 2.4	Anket çalışması için seçilen konut yapıları ..... 14
Çizelge 2.5	A Konutu' nun anket değerlendirmesi ..... 15
Çizelge 2.6	B Konutu' nun anket değerlendirmesi ..... 17
Çizelge 2.7	C Konutu' nun anket değerlendirmesi ..... 19
Çizelge 2.8	Anketlerin genel değerlendirmesi..... 21
Çizelge 3.1	Konut alanlarında kara yolu çevresel gürültü sınır değerleri .....27
Çizelge 3.2	Konutlarda iç ortam gürültü düzeyi için ÇGDYY' de belirtilen sınır değerler ..... 32
Çizelge 3.3	Konutlarda iç ortam gürültü düzeyi için Avrupa ülkelerinin yönetmeliklerinde belirtilen sınır değerler ..... 33
Çizelge 3.4	Konut hacimleri için belirtilen arka plan gürültü düzeyi sınır değerleri ..... 35
Çizelge 3.5	Konut yapılarında gizlilik dereceleri ve değerlendirmeleri ..... 37
Çizelge 3.6	Konut hacimlerinin akusik açıdan davranış ve gereksinimleri ..... 38
Çizelge 3.7	Avrupa' da yapı elemanlarının hava doğuşlu ses yalıtımı göstergeleri ..... 40
Çizelge 3.8	Avrupa' da cephe elemanlarının hava doğuşlu ses yalıtımı göstergeleri ..... 40
Çizelge 3.9	Hava doğuşlu ses yalıtımı için kullanılan spektrum uyarlama terimleri ve ilgili gürültü kaynakları ..... 44
Çizelge 3.10	Avrupa' da yapı elemanlarının darbe sesi yalıtımı göstergeleri ..... 45
Çizelge 3.11	Konut yapı cephesi ses yalıtımı için ülke yönetmeliklerinde önerilen ses yalıtımı değerleri ..... 49
Çizelge 3.12	Konut yapı kabuğu için önerilen yalıtım değerleri ..... 50
Çizelge 3.13	Çeşitli ülkelerde konutlar arası ses yalıtımı için belirlenen değerler ..... 52
Çizelge 3.14	Aynı konut birimindeki bölücülerde hava ve katı doğuşlu seslerin yalıtımı (dB) ..... 54
Çizelge 3.15	Konutlar arasındaki ve konut dairesi ile çok gürültülü kullanım alanları arasındaki yapı içi bölücülerde gürültü denetimi ..... 55

Çizelge 3.16	COST Projesi' nde belirtilen sınıfların kalite açısından değerlendirilmesi.....	56
Çizelge 3.17	Saint Gobain Isover tarafından önerilen ses yalıtımı sınıflandırması .....	57
Çizelge 4.1	Çalışmada yapı elemanları için kullanılan göstergeler ve ses yalıtımı sınır değerleri.....	74
Çizelge 4.2	Örnek I için döşemelerin ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $L'_{nT,w}+C_{I,100-2500}$ (dB).....	81
Çizelge 4.3	Örnek II için döşemelerin ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $L'_{nT,w}+C_{I,100-2500}$ (dB).....	85
Çizelge 4.4	Örnek III için döşemelerin ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $L'_{nT,w}+C_{I,100-2500}$ (dB).....	90
Çizelge 4.5	Örnek IV için döşemelerin ses yalıtımında sağlanan sonuçlar $L'_{nT,w}+C_{I,100-2500}$ (dB).....	94

## KONUTLARDA GÜRÜLTÜ DENETİMİ İÇİN UYGUN KESİT SEÇENEKLERİNİN MODELLEME YOLUYLA BELİRLENMESİ

Billur TEKİNBAJKAL

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Neşe YÜGRÜK AKDAĞ

Konutlar kullanıcılarına kendilerini güvende, rahat, huzurlu ve dinlenmiş hissettirmesi beklenen yaşam alanlarıdır. Bu konfor anlayışı doğrultusunda, hacim içinde yapılan etkinliği zedelemeyen akustik ortamı sağlamak, gerek yapı dışından gerekse yapı içinden kaynaklanan gürültüleri alıcı hacmin ihtiyacına uygun olarak yalıtım, gereken hacimlerde hacim içindeki aktivitelerin ve konuşmaların mahremiyetini sağlamak gürültü denetiminin kapsadığı konulardır.

Yıllar ile konut yapılarının yapım sistemleri, yapı elemanları, ortalama kat adetleri değişmektedir. Ayrıca kentlerde konut yapılarının artması ile dış gürültü düzeyinin fazla olduğu bölgelerde de konut alanları bulunabilmekte ve yüksek düzeyde dış gürültüye maruz kalabilmektedir. Hafifleyen yapı elemanları nedeniyle gürültü denetimini sağlamak daha zor hale gelmektedir. Konut kullanıcılarının kullanım şekillerinin, beklentilerinin farklı olması ve gelişen teknoloji ile ev aletlerinin de hem sayısının hem de çeşidinin artması, konutlarda gürültü denetimini daha da önemli bir hale getirmektedir.

Konut yapılarında, yapı kabuğunun ve iç bölücü elemanların sağlaması gereken ses yalıtımı değerlerine ilişkin kararlar, yapı kabuğunu etkileyen dış gürültünün özelliklerine ve alıcı ile kaynak hacimlerin işlevlerine bağlı olarak verilmelidir. Günümüzde yapı içi optimum akustik ortamın sağlanması için, yapı kabuğu ve bölme elemanlarının kesit özelliklerinin belirlenmesinde giderek daha yaygın bir biçimde bilgisayar modellemelerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı; konut yapılarında

hacimdeki etkinliği zedelemeyecek akustik ortamın sağlanması için - kurgusal bir konut yapısı modeli değerlendirmeye alınarak - yapı kabuğunda ve bölme elemanlarında çeşitli standart ve yönetmeliklerde belirtilen yalıtım değerlerini sağlayan, uygun kesit seçeneklerini yapı elemanlarından tüm ses geçiş yollarının değerlendirilebildiği bir bilgisayar simülasyon programından yararlanılarak önermektedir.

Çalışmaya, konu ile ilgili literatürde yer alan diğer çalışmalara ve yönetmeliklere kısaca değinilerek giriş yapılmaktadır. Tezin dayandığı varsayım doğrultusunda; çalışmanın amacı, kapsam ve yöntem tanımlanarak, açıklanmaktadır.

İkinci bölümde, konut akustik konforu ile kullanıcıların memnuniyeti ilişkisi ele alınmaktadır. Konutlarda rahatsızlığa neden olan gürültü türleri incelenip, bu gürültülerin kullanıcıları nasıl tehdit edebildiğine dikkat çekilmiştir. Bu bağlamda konforu olumsuz etkileyen gürültü türleri ve kullanıcıların konut hacimlerinden beklentileri anket çalışması ile desteklenerek incelenmektedir.

Üçüncü bölümde, gürültü denetiminin konut planlama süreçlerinin hangi aşamasında, ne şekilde ele alınması gerektiği belirtilmektedir. Bölüm kapsamında, konut yapılarında uygun akustik ortamın sağlanması için gereken ölçütler literatür araştırması yapılarak, karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Bu çerçevede uluslararası standartları referans alarak oluşturulmuş ülke yönetmeliklerindeki ve çeşitli akademik araştırma sonuçlarındaki çevre gürültüsü, hacimlerin arka plan gürültüsü ve ses yalıtımı ile ilgili değerlere yer verilmektedir.

Bir bölme elemanının pratik ses yalıtım hesabı için literatürde basitleştirilmiş hesap yöntemleri bulunmaktadır. Ancak dolaylı geçişler, hacim büyüklüğu ve hacimlerin toplam ses yutuculuğu gibi dolaylı etkilerin de bölme elemanının performansında incelenebildiği, yapıyı bütüncül olarak değerlendiren simülasyon programları ile sonuçlar daha hızlı elde edilmekte ve gerçeğe daha da yaklaşabilmektedir. Dördüncü bölümde, incelenen literatürdeki ses yalıtım değerlerinden bir çıkarım yapılmış ve çalışma kapsamında bir öneri oluşturulmuştur. Konut dairesi içindeki ve konut dairesini diğer hacimlerden veya dış ortamdaki ayıran yapı elemanlarında sağlanması gereken ses yalıtımı değerleri ile buna uygun kesit seçenekleri, kurgusal bir konut yapısı üzerinden önerilmiştir. Bunun için TS EN 12354-1,2,3 numaralı standartların kullanıldığı, yapı elemanlarından tüm ses geçiş yollarının değerlendirilebildiği bir yapı akustiği hesaplama programından yararlanılmıştır. Çalışmaya hem hava doğuşlu sesler hem de darbe sesleri dahil edilmiş olup, dış gürültü için trafik gürültüsü değerlendirmeye alınmıştır. Örnek konut yapısında bölme elemanlarının değerlendirilmesinde, olabildiğince farklı işlevler yan yana getirilmeye çalışılarak, uygun seçenekler oluşturulmuştur.

Sonuç kısmında, konut yapılarında akustik açıdan sağlıklı yaşam alanlarının oluşturulabilmesi için ses yalıtımı ile ilgili göstergelerin, ölçütlerin, sınır değerlerin tanımında ve hesaplama yöntemleri, uygulama, denetleme konularında verilecek doğru kararlar ile gürültü denetimi sağlanması gerekliliğine değinilmektedir. Bu çalışma ile ülkemizde uygulanabilecek ses yalıtımı sınır değerlerine, bunları sağlayabilen yapı elemanları kombinasyonlarına ve pratik şekilde, hassas sonuç veren hesaplama yöntemlerine bir örnek oluşturulması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Konutlarda gürültü denetimi, yapı elemanlarının ses yalıtımı, yapı akustiği hesaplama yöntemleri

**DETERMINING APPROPRIATE BUILDING ELEMENTS FOR DWELLINGS BY  
MODELLING IN TERMS OF NOISE CONTROL**

Billur TEKİNBAYKAL

Department of Architecture

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Dwellings provide living areas where are expected to make their users feel safe, comfortable and rested. With this approach of comfort, acoustic conditions of a room in a dwelling should be appropriated to avoid damaging activity within the room. To isolate the noise coming from outside or within the building, according to the needs of the room and if necessary, to ensure the confidentiality of activity or conversation in the room are issues of noise control.

Construction systems, building elements and the average number of floors are converting in years. With the increase of constructions in cities, the number of dwellings located in noisy areas are increasing. Thus, these dwellings can be exposed to high levels of noise from outside. And noise control of dwellings are becoming more problematic due to the widespread use of lightweight building elements. The differences in usage patterns of dwelling users and the increase in both the number and types of domestic appliances with emerging technologies show the importance of noise control in dwellings once more.

Decisions for sound insulation performance of building envelope and interior partition elements in a dwelling should be based on the characteristics of external noise which affecting the building envelope and the functions of source and receiver rooms. To provide interior optimum acoustic environment in a building, computer simulation programs are used more widely today to determine building element performances. The aim of this study is to propose appropriate building elements, by utilizing a

computer program that can evaluate the entire sound pathway, which provide insulation values specified in standards and regulations to ensure proper acoustic environment in a dwelling. For this purpose, study is carried out through a fictional dwelling.

Recent studies and regulations on the topic in the literature is mentioned briefly in the introduction part of the thesis. According to the hypothesis of this study, the purpose of the thesis, the scope and methods are described.

In the second part, the relationship between acoustic comfort of dwellings and contentment of the users are discussed. The types of noise in dwellings that cause discomfort are analyzed and it is pointed, how this noises can threat users. In this context, noise types that negatively affects users' expectations from dwellings are analyzed. And a survey is carried to support this part.

In third part, it is mentioned that how to control noise at which stage of the planning process of a dwelling structure. Criteria which are required for providing the appropriate acoustic conditions are researched in literature and presented as a comparative. Environmental noise, background noise and sound insulation values are taken from the results of various academic researches and country regulations that are constituted with references to international standards.

There are simplified methods for sound insulation calculations of a partition element in a dwelling. However, using simulation programs which evaluate whole building and calculate indirect effects such as indirect transitions, room size and total sound absorbing in a room allows to achieve results faster and more accurate. After reviewing sound insulation principles from the literature for dwellings, a proposal is developed and presented in the fourth part of the thesis. The minimum sound insulation values of building elements as building envelope and a partition element between dwellings or within a dwelling and appropriate section options are presented on a fictional dwelling structure. To constitute this section combinations of building elements, a simulation program which has calculation methods based on TS EN 12354 - 1, 2, 3 standards and takes into account all sound transmission paths is used. Both airborne and impact sounds are involved in this study and traffic noise is taken for outdoor noise. While taking account of airborne noise for building envelope and partition walls, both airborne and impact noises are taken for floors. The rooms which has different functions are brought side by side as much as possible, in the example of dwelling structure. And in this context the appropriate building element combinations are created.

In the conclusion part, importance of noise control is highlighted once again to create comfortable living spaces in dwellings. Therefore, technical terms, criteria, limited values on sound insulation should be defined properly and decisions on calculation methods, applying and controlling processes should be taken correctly. For this reason, it is a necessity to constitute a sound insulation regulation in Turkey, under the guidance of relevant authorized individuals and institutions. The main goals of this study are to give examples on minimum sound insulation values that can be applied in Turkey, building sections that meets these values and acoustic simulation programs which can calculate all the building practically and accurately.



**Keywords:** Noise control in dwellings, sound insulation of building elements, calculation methods of building acoustics.

### GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)' nün tanımı ile sağlıklı olmak, sadece hastalık veya sakatlığın olmaması ile değil, aynı zamanda fiziksel, zihinsel ve sosyal açıdan rahat hissetmekle mümkün olabilir [1]. Bir çevre kirliliği olan gürültüye maruz kalan kişilerde yapılan etkinliğin zedelenmesi, fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar gibi etkiler görülebilir. Konutların ise kullanıcılarını rahat, huzurlu, güvende hissettirmesi beklenen; dinlenme, çalışma ve sosyalleşme gibi faaliyetlerin gerçekleştirildiği yaşam alanları olduğu düşünüldüğünde, konutlarda gürültü denetiminin önemi görülmektedir. Ayrıca gürültü denetiminin konut yapım sürecinin erken evrelerinde, tasarım sürecinde ele alınması hem daha sağlıklı ve tasarımı değiştirmeyen uygulamalar elde etmeyi sağlayacak hem de uzun vadede maliyetin artmasını önleyecektir.

#### 1.1 Literatür Özeti

Konutlarda gürültü denetimi konusunda literatürde pek çok kaynak bulunmakta ve bu kaynakların sayısı, gereksinimler doğrultusunda giderek artmaktadır. Yıllar ile konut yapılarının yapım sistemleri, yapı elemanları, ortalama kat adetleri değişmektedir. Gelişen teknoloji ile konut yapı elemanları giderek hafiflemektedir. Buna karşın konut içinde kullanılan elektrikli aletlerin ise hem sayısında hem de çeşidinde artış görülmektedir. Ayrıca yoğun kentlerde karayollarına yakın konumlanarak, yüksek düzeyde trafik gürültüsüne maruz kalan konut yapılarına da sıkça rastlanmaktadır. Bu nedenle, yakın zamanda yapılan çalışmaların derlenmesi, kentlerimizde sıkça rastlanan konut tipolojilerine ve kullanıcılarının ihtiyaçlarına uygun olarak yorumlanması, öneriler sunulması gerekmektedir.

Konut yapılarında gerekli akustik ortamın sağlanması için çeşitli ülkelerin yönetmeliklerinde çevre gürültüsü, hacimlerin arka plan gürültüsü ve yapı elemanlarının yalıtımı ile ilgili ölçütler; uluslararası standartların gösterge ve terimlerinden referans alınarak açıklanmaktadır. Bu çerçevede, ISO Standartları ve Avrupa Standartları (EN) yaygın olarak kullanılan uluslararası standartlardır. Buna karşın gürültü denetimi için tanımlanan terimler ve kabul edilen sınır değerler, çeşitli ülke yönetmeliklerinde farklı şekillerde ele alınmıştır. Özellikle yapı elemanındaki ses yalıtımı ile ilgili gösterge, frekans aralığı ve sınıflandırma sistemlerinde farklı ifadeler kullanılabilmektedir. Pek çok ülkenin katılımı ile gerçekleşen EU COST TU 0901 uyum projesinin [2]; özellikle ses yalıtımı ile ilgili göstergelerde, ölçütlerde ve sınır değerlerde bu karmaşayı önleyerek, ortak bir dil sağlayacağı görülmektedir. Bu proje, konut yapıları için hazırlanmış olup, konut cephesinin ses yalıtımına ve konut dairesini diğer hacimlerden ayıran bölücülerin ses yalıtımına yer vererek, geniş bir alanı taramaktadır. EU COST TU 0901'e göre ses yalıtımı ile ilgili aşağıdaki göstergeler önerilmektedir:

- 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,  $X_{100}$  sınıfı olarak belirtilmelidir [2,3].

Konutların gürültü denetimi ile ilgili kaynaklarda dikkat çekilen diğer bir konu ise aynı konut dairesinin içinde, gürültü denetimini sağlamak amacıyla tanımlanan, ölçütler ve sınır değerlerdir [4,5,6,7,8].

Konut yapılarının bölücülerinde sağlanması gereken yalıtım değerleri belirlendikten sonra bu yalıtımı sağlayacak yapı elemanlarının seçilmesi gerekir. Yapı elemanlarının ses yalıtım performansları standartlarda açıklanan hesaplama yöntemleriyle bulunabilmektedir [9]. Ancak, günümüzde daha pratik olan ve yaygın olarak kullanılmaya başlanan yapı akustiği hesaplama programları bulunmaktadır. Bu simülasyon programları gereken standartları kullanmakta, binayı bütüncül olarak değerlendirerek dolaylı geçişler, hacim büyüklüğü ve hacimlerin toplam ses yutuculuğu

gibi etkileri de hesaplamaya dahil etmekte ve ses yalıtım performansını hızlı bir şekilde hesaplayabilmektedir.

Türkiye' de konut yapıları için ses yalıtımı ile ilgili bir yönetmelik halihazırda bulunmamaktadır. Ancak konuyla ilişkili olarak, ilgili kişi ve kuruluşların görüşlerine de başvurularak, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanmakta olan ses yalıtım yönetmeliği çerçevesinde; ses yalıtımı ile ilgili göstergelerin, ölçütlerin, sınır değerlerin kararlarında ve hesaplama yöntemleri, uygulama, denetleme konularında verilecek kararlar ile gürültü denetimi konusunda daha kaliteli yaşam alanlarının sağlanacağı düşünülmektedir.

## **1.2 Tezin Amacı**

Gürültü; yaşam ile sürekli değişen, artan ihtiyaçlar doğrultusunda her zaman dinamik kalan bir çevre kirliliği sorunudur. Teknolojinin gelişmesi, kişilerin yaşam alanlarından beklentilerinin ve konfor anlayışlarının değişmesi ile gürültü sorunu çeşitlenmektedir. Buna karşın gürültü ile baş etme yolları da yıllar ile gelişmekte ve pratik yöntemler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, özellikle son çalışmaların derlenmesi, ülkemizdeki konutlara ve kullanıcılarının gereksinimlerine uygun olarak yorumlanması, ihtiyaç olan kısımlarda öneriler sunulması gerekmektedir.

Günümüzde özellikle kentlerde konut stoğunun artması ile işlek karayollarına yakın konumlanan, yüksek düzeyde dış gürültüye maruz kalan konutların sayısı artmaktadır. Gelişen teknoloji ile konutlar daha yüksek katlı kurgulanırken, yapı elemanları hafifletmekte ve cephedeki cam yüzey alanı oranı da artabilmektedir. Ayrıca konut yapılarında kat adedinin artması ile birim sayısı fazla olan konutlar görülmekte ve yapı içi gürültü sorunu da daha önemli hale gelmektedir. Yine teknolojinin bir sonucu olarak, ev içi elektrikli aletlerin çeşidi ve sayısı artmaktadır. Bunlarla beraber, kullanıcıların konut hacimlerini kullanım şekilleri, periyotları ile konfor beklentileri de değişmektedir. Bu nedenle, konut hacimlerinin gerek daire içindeki gerekse dışındaki etkileşimli hacimlerle olan komşuluk ilişkilerinde; gürültülülük oranları, mahremiyet ihtiyaçları ve gürültüye karşı hassasiyet durumları değerlendirmeye alınmalı ve hacimde uygun akustik ortamı sağlayacak ses yalıtımı ihtiyaçlarına karar verilmelidir. Bu çalışma kapsamında, üç farklı sitede kullanıcılar ile anket çalışması yapılmış ve

Ülkemizdeki konut kullanım Şekilleri ile akustik konfor beklentileri arasında bir iliŐki kurulmaya çalıŐılmıŐtır. Sonrasında ise konut hacimlerinin bölücülerinde hacimlerin işlevlerine uygun olan akustik ortamı sağlayacak ses yalıtımı değerlerinin araştırılması ve ülkemiz konutlarında uygulanabilecek sınır ses yalıtımı değerlerinin önerilmesi hedeflenmiştir.

Yapı elemanlarının ses yalıtımına ilişkin hesaplamalar standartlar ile belirtilmektedir. Ancak bu hesaplamalar tekil olarak yapıldığında çok zaman almakta ve hata payları artmaktadır. Buna karşın seçilen standardın hesaplama kurallarına dayanarak yapıdaki dolaylı geçiŐleri, hacim büyüklüğünü ve hacimlerin toplam ses yutuculuğunu bir arada değerlendiren; kısacası yapıyı bir bütün olarak ele alıp hesaplama yapan yapı akustiği hesaplama programları ile daha pratik sonuçlar elde edilmektedir. Her ne kadar uygulama sonrası ve kullanım sürecinde yerinde ölçülen değerler, işçilik ve yıpranma nedenleriyle ilk hesaplardan farklılık gösterse de yapı akustiği simülasyon programlarıyla yapılan hesaplar daha hassas sonuçlar sağlamakta ve gerçeğe bir adım daha yaklaŐılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; konut yapılarında hacimdeki etkinliği zedelemeyecek akustik ortamın sağlanması için kurgusal bir konut yapısı modeli değerlendirmeye alınarak, yapı kabuğunda ve bölme elemanlarında çeşitli standart ve yönetmeliklerin incelenmesi ile önerilen ses yalıtımı değerlerini sağlayan, uygun kesit seçeneklerini yapı elemanlarından tüm ses geçiş yollarının değerlendirilebildiği bir bilgisayar simülasyon programından yararlanılarak önermektir. Bu alıŐma ile henüz ses yalıtım yönetmeliği yapım aşamasında olan ülkemizin konut yapılarında uygulanması hedefiyle yapı bölücülerinde, uygun akustik ortamı sağlanabilecek yeterlilikteki ses yalıtımı değerleri örneklenmiŐtir. Kurgusal konut yapısı, özellikle kentlerdeki toplu konut tipolojilerine yakın bir kurguda oluŐturulmuŐ olup, seçilen yapı elemanları ile de benzer konut tasarımları için bu konutun bir örnek oluşturması amaçlanmıştır.

### **1.3 Hipotez**

Konut yapılarında yapı kabuğunun ve i bölücü elemanlarının sağlaması gereken ses yalıtımı değerleri kararları, yapı kabuğunu etkileyen dış gürültünün özelliklerine ve alıcı ile kaynak hacimlerin işlevlerine bağlı olarak verilmelidir. Ayrıca günümüzde uygun

akustik ortamın sağlanması için, yapı elemanlarının kesit özelliklerinin belirlenmesinde giderek daha yaygın bir biçimde bilgisayar modellemelerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışma ile, çeşitli yapı elemanları kullanılarak, yapının tamamını ele alan hesaplamaların, daha hassas ve pratik olarak uygulanabilirliği gösterilmiştir.

Ülkemizdeki konut tiplerine uygun olan ses yalıtımı kararları verilirken konut kullanıcılarının yaşam biçimleri, ihtiyaçları, beklentileri üzerine bir araştırma yapılmalı ve literatürdeki ses yalıtımı uygulamaları incelenirken bu bulgular ile karşılaştırılarak bir değerlendirme yapılmalıdır. Bu bağlamda tezin ikinci bölümünde bir ön çalışma olarak ele alınabilecek anket çalışması bulunmaktadır.

Ülkemizde konutlardaki akustik konforu sağlayacak nitelikteki kararların verilebilmesi; bu kararların doğru şekilde uygulanması, ölçülmesi, değerlendirilmesi için gereken kılavuz ve yönetmeliklerin oluşturulmasına ve işlerlik kazanmasına bağlıdır. Ayrıca birçok değişkenin etkisiyle gürültü de sürekli yenilenen bir sorun olarak algılanmalı ve yönetmeliklerin yetersiz kalması durumunda yenilenebileceği hatırlanmalıdır.

Bu tezin hipotezi, “ses yalıtımı için uygun yapı elemanı kesitinin seçiminde, yapının bir bütün olarak ele alınıp hesap ve değerlendirmelerin yapılması, yapım sonrasında elde edilecek sonuçlara olabildiğince yaklaşmak açısından gereklidir” olarak belirlenmiştir.

### **KONUT AKUSTİK KONFORU İLE KULLANICI MEMNUNİYETİ İLİŞKİSİ**

Kullanıcıların günün büyük bir kısmını geçirdikleri konut yapılarında uyuma, dinlenme, sosyalleşme, çalışma, hobileri uygulama gibi kişisel alan aktiviteleri gerçekleşmektedir. Bu nedenle konutlardan işleve uygun olarak rahat, huzur veren, güvenli ve mahremiyeti koruyan iç ortam koşullarını sağlaması beklenmektedir.

Sağlık açısından ele alındığında, uygun koşullarda, kesintisiz uyku ve kaliteli dinlenme sürelerinin sağlanabilmesi için konutlarda uygun akustik ortamın sağlanması gereklidir. Bunun için yapı dışı ve içinden kaynaklanan gürültüler, konut hacminde rahatsızlığa neden olmayacak şekilde, yalıtılmalıdır. Çalışma, hobi uygulama gibi aktivitelerde gürültünün dikkat dağıtıcı olmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Ayrıca konutlarda kullanıcının gizliliğinin ve kişisel alanında mahremiyet hissini sağlanması da önem taşımaktadır.

Bu bölümde öncelikle, konutlarda konforu olumsuz etkileyen gürültü türleri ve özellikleri incelenmiş; ardından gürültünün kullanıcılara verdiği zararlar ve aktivitelere etkisi ile kullanıcıların memnuniyet değerlendirmeleri, beklentileri açıklanmıştır.

#### **2.1 Konutlara Etki Eden Gürültü Türleri**

Konutlarda rahatsızlığa neden olan gürültü türleri; komşuluk ilişkilerinden kaynaklı kullanıcı aktiviteleri, mekanik sistemler, su tesisatı sistemleri, elektrik sistemleri, haberleşme sistemleri, sirkülasyon sistemleri, ev aletleri ve dış gürültüler olarak sıralanabilir. Çizelge 2.1' de konutları etkileyen gürültü türlerine ve gürültü düzeylerine yer verilmiştir [10].

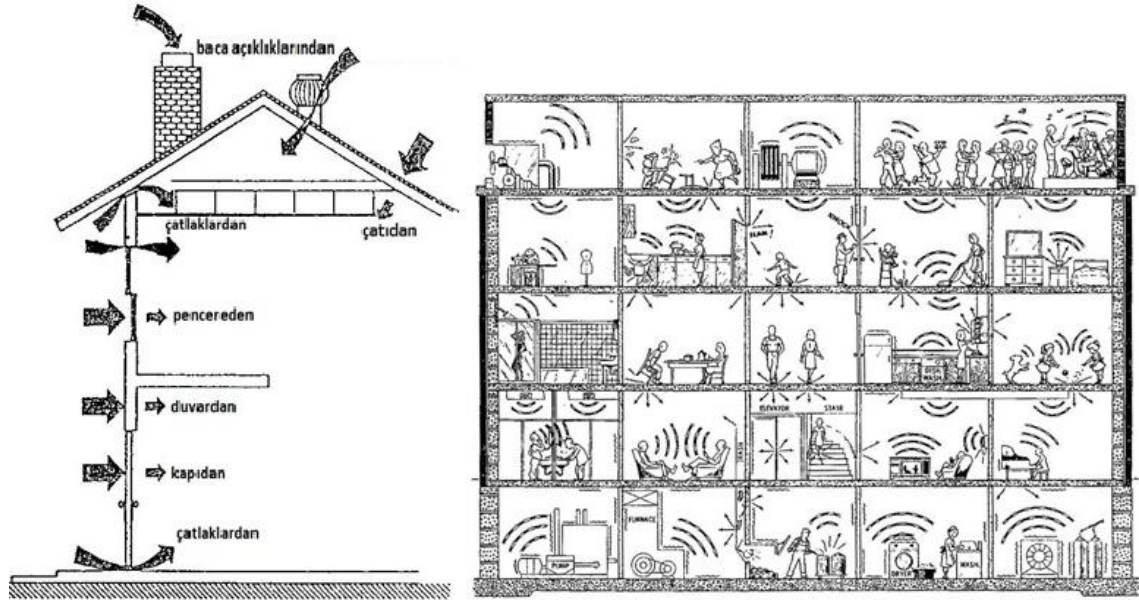
Çizelge 2.1 Gürültü düzeylerine göre yapı dışı ve yapı içi gürültüler

Gürültü düzeyi, dB	Yapı dışı gürültüler	Yapı içi gürültüler
130-140	Jet uçağı motoru	
120-130	Gök gürültüsü	
110-120	Tank geçişi	
100-110	Hava basınçlı matkap (183m uzakta), Motosiklet (15m uzakta)	
90-100	Ambulans sireni, Tren (30m uzakta)	
80-90	Motorlu taşıt kornası, Büyük köpek havlaması (15m uzakta)	Elektrik süpürgesi (1m uzakta), Alarm sesi (2m uzakta), Ev tipi çöp öğütücü, Blender (1m uzakta), Bağırarak konuşma (1m uzakta), Telefon sesi, Mekanik ekipman odası
70-80	Ağır trafik	Yüksek sesli radyo/ TV (3m uzakta), Jakuzi
60-70		Yüksek ses ile konuşma sesi
50-60	Tali yol trafiğı	Konuşma sesi Çamaşır makinesi (bitişik hacim)
40-50		
30-40	Sessiz cadde	Saat tıkırtısı
20-30	Sessiz bahçe	

Gerek hava doğuşlu gerekse darbe seslerinden oluşan gürültüler, hacmin iç ortamına çeşitli yollarla ulaşabilmektedir. Gürültü, kaynak ile alıcı ortam arasındaki yapı elemanından ses iletilmesi yoluyla veya ses enerjisinin iki ortamı ayıran yapı elemanı dışındaki yapı elemanlarından yayılarak (dolaylı geçme) iletilmektedir. Şekil 2. 1' de



hem yapı dışında hem de yapı içinde ses iletim yolları gösterilmekte ve gürültü oluşumuna örnekler verilmektedir [11].



Şekil 2.1 Yapılarda ses iletim yolları

Gürültünün düzeyi ve türü ile birlikte baskın olduğu frekans aralığı, dar veya geniş tayflı oluşu, impulsif veya durağan oluşu, alıcıya olan uzaklığı ve etki süresi de rahatsızlık için belirleyici olmaktadır. Yüksek frekanslarda baskın olan gürültüler daha çok rahatsızlık vermektedir. Öte yandan yapı elemanlarındaki ses geçiş kaybı yüksek frekanslarda fazla iken, alçak frekanslarda daha düşüktür. Bazı yapı elemanlarının alçak frekanslarda rezonansa girmesi nedeniyle, bu frekanslarda ses geçiş kaybunda ani düşüşler olabilmektedir. Bu nedenle yapıların gürültü denetiminde alçak frekansları da kapsayan önlemlerin alınması gerekmektedir.

## 2.2 Gürültünün Konut İçi Aktivitelere Etkisi

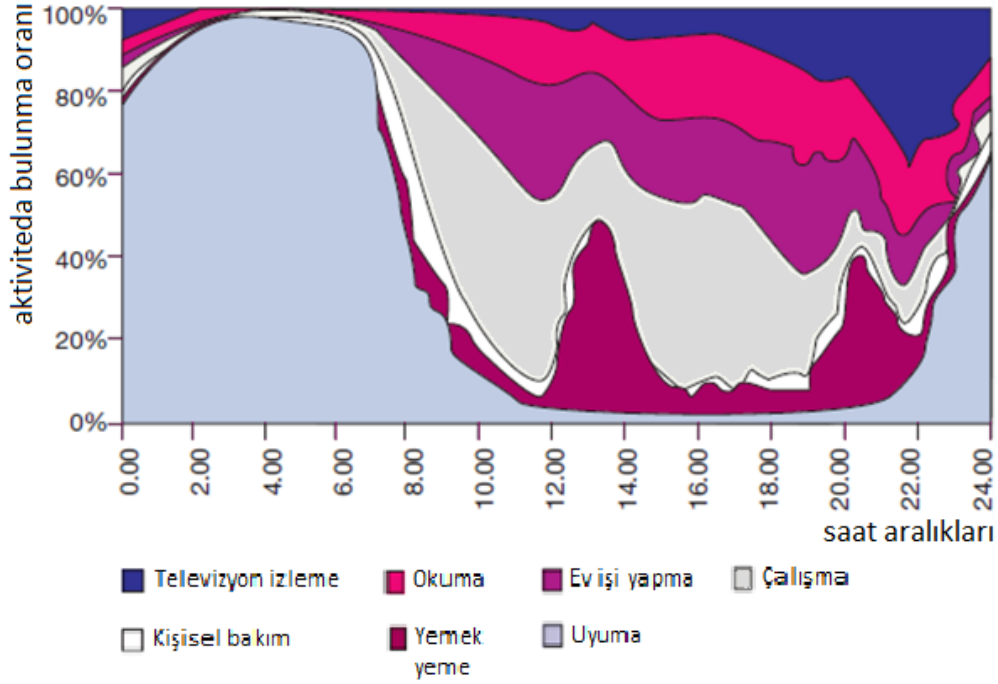
Gürültünün insanlar üzerindeki başlıca etkileri rahatsızlık, iletişimin engellenmesi ve işitme bozukluğu olarak sıralanabilir. Çizelge 2.2' de gürültünün derecelerine göre insanlar üzerindeki etkileri belirtilmektedir. Bunların yanında; yüksek frekanslı gürültülerin, dar frekans aralıklarında baskın olan gürültülerin ve ani oluşan gürültülerin daha fazla olumsuz etki oluşturduğu hatırlanmalıdır.

Çizelge 2.2 Gürültü derecelerinin insanlar üzerindeki etkileri [12]

Gürültü düzeyi	Gürültü derecesi	Etki
30 – 65 dBA	I. Derecedeki gürültüler	Konforsuzluk Rahatsızlık Sıkılma duygusu Kızgınlık Konsantrasyon ve uyku bozukluğu
65 – 90 dBA	II. Derecedeki gürültüler	Fizyolojik gürültü Kalp atışının değişimi Solunum hızlanması Beyindeki basıncın azalması
90 – 120 dBA	III. Derecedeki gürültüler	Fizyolojik gürültü Baş ağrısı
120 – 140 dBA	IV. Derecedeki gürültüler	İç kulakta bozukluk
140 > dBA	V. Derecedeki gürültüler	Kulak zarının patlaması

1971' de Dünya Sağlık Örgütü (WHO) çalışma grubu, gürültünün refah, huzur ve sağlık açısından çevre ve insan üzerinde bir tehdit olarak görülmesi gerektiğini bildirmiştir. 65 dBA değerindeki ses basınç düzeyinde uyku bölünür ve çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkar. WHO' nun yaptığı araştırmalara göre Avrupa nüfusunun yaklaşık %25' i 65 dBA (Leq(24))' nın üzerinde ulaşım gürültüsüne maruz kalmaktadır. Ayrıca Fransa, Almanya, İngiltere ve Hollanda'da yapılan çalışmalara göre de karayolu gürültüsü, toplumun %20-25' ini olumsuz etkilemektedir [1].

Gürültü, insanlarda fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve performansa dayalı olumsuz etkilere yol açmaktadır. Uyuma, dinlenme, sosyalleşme, çalışma, hobi ile uğraşma gibi pek çok aktivitenin uygulandığı konutlarda; uyku bozukluğu, sinirsel ve duygusal tepkiler, dinlenme sürecini etkileyen rahatsızlık ve konsantrasyon kesintisinin neden olduğu aktivite engellenmesi en çok rastlanan gürültü kaynaklı olumsuz durumlardır [2].



Şekil 2.2 Portekiz' de konut içi aktivitelerin zamana göre gerçekleşme yüzdesi

Şekil 2.2 ile Portekiz' de uygulanan anket çalışmasına göre konut içi aktivitelerin, günün saatlerine göre dağılımları gösterilmiştir [13]. Gün geneline bakıldığında uyuma ve onu takiben çalışma aktivitelerine daha çok zaman ayrılmaktadır. Kişisel bakım haricinde, diğer aktivitelere ise birbirine yakın saat aralıklarında, benzer süreler ayrılmaktadır. Bu örnekten de anlaşıldığı gibi gece saatlerinde uyku, gündüz saatlerinde ise çalışma aktiviteleri, yeterli önlemlerin alınmaması durumunda, gürültüden olumsuz etkilenebilmektedir. Hemen herkesin uyuma aktivitesi için konutunda bulunması nedeniyle, konutun uyku bozukluğuna sebep olmayacak iç ortam koşullarını sağlaması özellikle önemlidir.

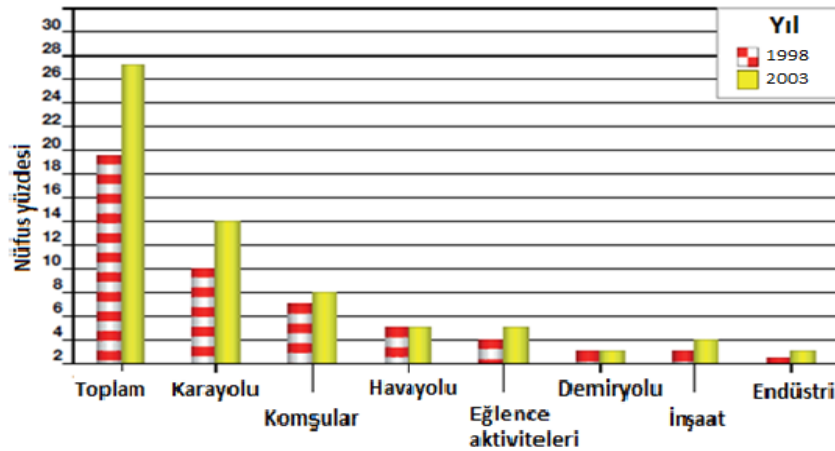
Uykunun bozulması kısa vadede uyuklama, sinirlilik hali, çalışmalarda kalitenin düşmesi, vücuttaki değişimler sonucu bağışıklığın düşmesi gibi sorunlara neden olabilmektedir. Uzun vadede ise insomnia, depresyon, asabiyet, bellek sorunları, reflekslerde yavaşlama, diyabet gibi hastalıklara neden olabilmekte ve viral hastalıklara yakalanma riskini arttırmaktadır. Ayrıca, uyku sırasında gürültünün neden olduğu rahatsızlıklardan özellikle çocuklar, yaşlılar, hamileler ile stres altında ve vardiyalı çalışanlar daha fazla etkilenmektedirler [13].

### 2.3 Konut Kullanıcılarının Memnuniyeti Üzerine Araştırmalar

Konut hacimlerinde kullanıcı konforunu sağlamak için yapı dışından ve içinden kaynaklanan gürültülerin, hacmin işlevine uygun olarak yalıtılması gerekmektedir. Bununla beraber, kullanıcıların kişisel alanları olan konut hacimlerinin hacim içindeki aktivitelerin, konuşmaların duyulabilir veya anlaşılabilir olmaması ile mahremiyeti sağlaması beklenmektedir.

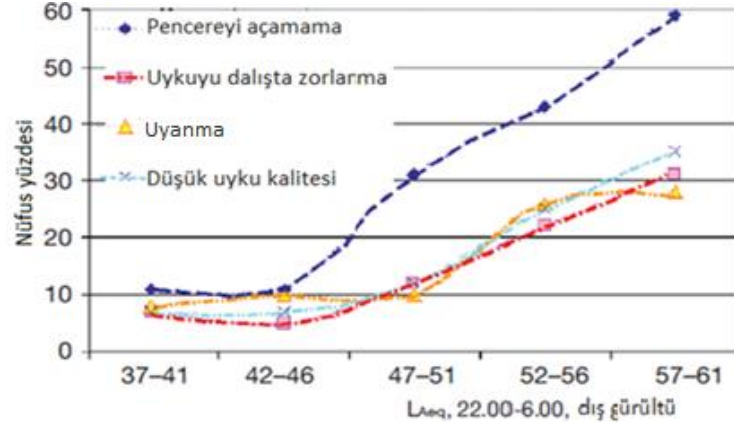
Ülkemizde yapı bölücülerinin ses yalıtımı ile ilgili, kullanımda olan bir yönetmelik bulunmamakta ancak bu konuda bir yönetmelik çalışması yürütülmektedir. Pek çok ülkede yapı bölücülerinin ses yalıtımı performansı üzerine sınır değerler şart koşulmaktadır. Ancak belirtilen değerlerin, normal komşu davranışları ile normal algı hassaslığı için sağlanan minimum konfor düzeyi olduğu üzerine görüşler de bulunmaktadır. Bu görüşlere göre minimum değer gereken konforu sağlamayabilir. Daha çok kişinin memnuniyeti için ve memnuniyetin uzun süre devam edebilmesi için 5dB kadar iyileştirilmiş değerlerin sınır kabul edilmesi önerilmektedir [11, 14].

Konut kullanıcıları için uyku saatlerinde, yatak odasının kaliteli uyku konusunda uygun iç ortam koşullarını sağlaması önem taşımaktadır. Genellikle gece saatlerinde konut içinden kaynaklı gürültüler azalmakta ve özellikle karayolundan kaynaklanan dış gürültü daha rahatsız edici olmaktadır. Şekil 2.3 ile Hollanda' da uyku saatleri için yapılan bir çalışmaya göre, farklı gürültü unsurlarının ve toplam gürültünün kullanıcılar üzerindeki rahatsızlık oranları gösterilmiştir [13]. Bu örnekte sırasıyla; karayolu, komşu ve havayolu gürültüleri ilk üç gürültü unsuru olarak belirtilmiştir.



Şekil 2.3 Hollanda' da uyku sırasındaki gürültü türleri için rahatsızlık oranları

Şekil 2.4 ile İsveç' te gece saatlerindeki dış gürültü düzeyinin, uyku sürecini nasıl etkilediği üzerine yapılan bir araştırmanın sonuçları verilmiştir [13]. Konforsuz ortam koşullarının neden olduğu kalitesiz uykunun fiziksel, fizyolojik, psikolojik, performansa dayalı pek çok etkisi görülmekte ve bu durum uzun ya da kısa vadede insan sağlığını olumsuz etkilemektedir.



Şekil 2.4 İsveç' te uyku sırasında karayolu gürültüsünden rahatsızlık oranı

Konutlarda kullanıcı memnuniyeti üzerine Hollanda' da ve İngiltere' de yapılan ulusal anket sonuçları Çizelge 2.3 ile gösterilmektedir. Sonuçlar en çok rahatsızlık verenden başlanarak sıralanmıştır [2].

Çizelge 2.3 Hollanda ve İngiltere ulusal anket sonuçlarına göre konutlarda rahatsızlık veren gürültü sıralamaları

Hollanda anket sonuçları	İngiltere anket sonuçları
1. Pop müzik	1. Konuşma sesi
2. Yüksek sesli radyo/ TV/ müzik	2. Radyo/ TV/ müzik
3. Kapı çarpması	3. Köpek sesi
4. Kurutma veya çamaşır makinesi	4. Çocuk sesi
5. Döşemelerde şiddetli yürüme sesi	5. Garajda motorlu taşıt veya bakım sesi
6. Merdivenlerde şiddetli yürüme sesi	6. Hırsız alarmı
7. Hobi aktiviteleri	7. Hobi aktiviteleri
8. Yüksek sesli veya bağırarak konuşma	8. Kapı çarpması
9. Köpek havlaması	9. Çim biçme ve benzeri bahçe ekipmanı
10. Banyoda sifon sesi	10. Açık havada düzenlenen toplantılar
11. Normal sesli radyo/ TV/ müzik	11. Kapalı alanda düzenlenen toplantılar
12. Banyoda duş sesi	12. Ayak sesleri
13. Merdivenlerde normal yürüme sesi	13. Ev aletleri
14. Normal sesli konuşma	14. Diğer evcil hayvan sesleri
	15. Elektrik düğmeleri
	16. Diğer türdeki gürültüler

Türkiye' deki apartman tipi konut yapılarının kullanıcılarına sağladığı akustik konfor düzeyinin kullanıcı değerlendirmesi ile irdelenmesi için tez çalışması kapsamında bir anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması ile örnek olarak seçilen konutlar üzerinden, konut mekanlarında mekanların işlevine bağlı olarak gereksinim duyulan gürültüsüzlük oranlarının kullanıcı değerlendirmesi ile tespiti amaçlanmıştır. Anket çalışması kapsamında yapı içinden kaynaklanan gürültü sorunu ile kullanıcıların rahatsızlığı ilişkisi sorgulanmıştır. Ankette; hem kullanılan konut daresi geneli için, hem de daire içinde farklı işlevli hacimler için kullanıcıların konfor beklentilerinin ölçülmesi hedeflenmiştir.

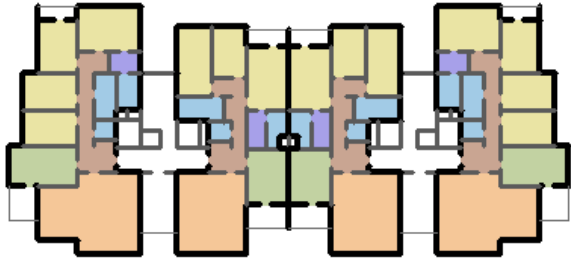
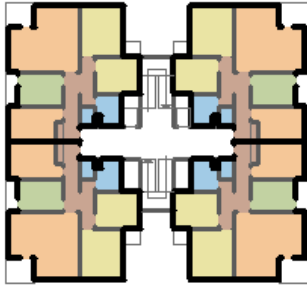



















Anket uygulaması için belirlenen üç farklı konut yapısı; nüfusun fazla olması ve toplu konut sayısının çok olması nedeniyle İstanbul' dan seçilmiştir. Örnek konut yapıları seçilirken, kentlerimizde sıkça rastlanabilecek plan tiplerine sahip olmalarına ve hacim organizasyonunda farklı işlevli hacimlerin yan yana gelerek sorunlu alanların vurgulamasına dikkat edilmiştir.

Konutların yönetim kurulları ile görüşülerek yürütülen süreçte, yönetimler konutların isimlerinin tez kapsamında verilmesini istememiştir. Bu nedenle konutlar harfler ile birbirinden ayrılmıştır. Çizelge 2.4' te konutların bulunduğu semt, yapım yılı aralığı, yapı sistemi, kullanılan malzemeler, kat adedi, katta bulunan daire sayısı, toplam daire sayısı ile normal kat plan şemaları gösterilmiştir.

Anket formları her daireye birer tane olmak üzere ve zarf içinde verilerek, yine kapalı zarf ile teslim alınmıştır. Ek-A' da görülebilen anket formunun soruları aşağıdaki şekilde gruplandırılarak hazırlanmıştır.

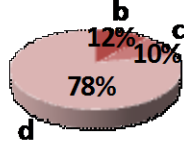
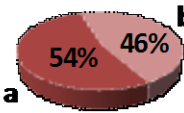
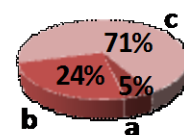
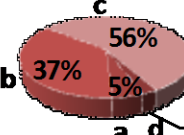
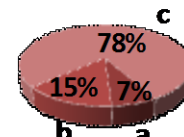
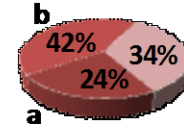
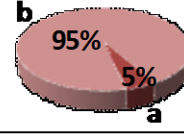
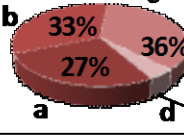

- Katılımcıyı tanımlayan, demografik bilgi içeren sorular.
- Katılımcının konut dairesini kullanımı ile ilgili sorular.
- Konut dairesinin tamamı için kullanıcının akustik değerlendirmesini içeren sorular.
- Salon / oturma odası için kullanıcının akustik değerlendirmesini içeren sorular.
- Yatak odası için kullanıcının akustik değerlendirmesini içeren sorular.
- Mutfak / WC / banyo için kullanıcının akustik değerlendirmesini içeren sorular.

Çizelge 2.4 Anket çalışması için seçilen konut yapıları

<p>Semt: Batı Ataşehir          Yapım yılı aralığı: 2000 - 2010          Yapı sistemi: betonarme iskelet          Cephe malzemesi: yalıtımlı gazbeton          Duvar malzemesi: gazbeton          Döşeme malzemesi: laminat parke /          seramik kaplı betonarme döşeme          Kat adedi: 17          Katta bulunan birim sayısı: 4          Toplam birim sayısı: 68</p>							
<p>Semt: K.Bakkalköy          Yapım yılı aralığı: 1990-2000          Yapı sistemi: betonarme iskelet          Cephe malzemesi: yalıtımlı gazbeton          Duvar malzemesi: gazbeton          Döşeme malzemesi: lamine parke /          seramik kaplı betonarme döşeme          Kat adedi: 14          Katta bulunan birim sayısı: 4          Toplam birim sayısı: 56</p>							
<p>Semt: Bostancı          Yapım yılı aralığı: 1980-1990          Yapı sistemi: betonarme iskelet          Cephe malzemesi: yalıtımlı tuğla          Duvar malzemesi: tuğla          Döşeme malzemesi: lamine parke /          seramik kaplı betonarme döşeme          Kat adedi: 10          Katta bulunan birim sayısı: 2          Toplam birim sayısı: 20</p>							
<p>Hacimlerin işlev lejantı</p>	<table border="0"> <tr> <td> Oturma odası / Salon</td> <td> Yatak Odası</td> </tr> <tr> <td> Mutfak</td> <td> Giyinme Odası</td> </tr> <tr> <td> Banyo / WC</td> <td> Koridor / Hol</td> </tr> </table>	 Oturma odası / Salon	 Yatak Odası	 Mutfak	 Giyinme Odası	 Banyo / WC	 Koridor / Hol
 Oturma odası / Salon	 Yatak Odası						
 Mutfak	 Giyinme Odası						
 Banyo / WC	 Koridor / Hol						

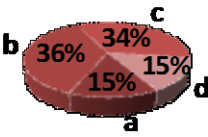
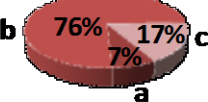

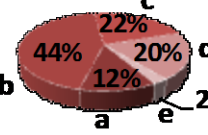
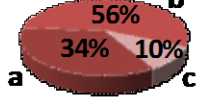

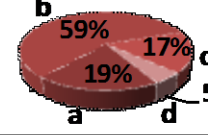
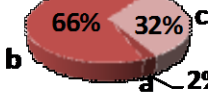

Hem üç konut için ayrı ayrı hem de katılımcıların tamamını ele alan anket sonuçları Çizelge 2.5 ile Çizelge 2.8 arasında gösterilmiştir. Sonuçlar, üzerlerine yüzdelerinin ve seçenek etiketlerinin belirtildiği, kolay algılanabilen pasta grafikler ile sunulmuştur.

Çizelge 2.5 A Konutu' nun anket değerlendirmesi

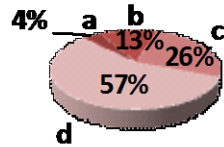
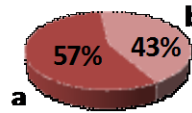
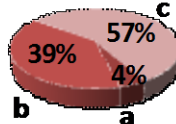
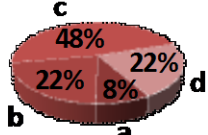
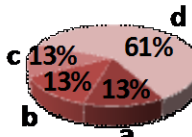
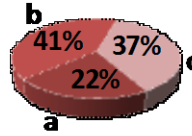
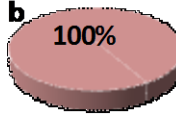
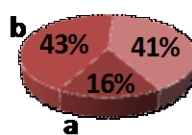

<b>A Konutu</b>	<p>Toplam birim sayısı: 68 Ankete katılan birim sayısı: 41 Ankete katılan birim oranı: % 60</p>
<b>Yaş</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 20' den az</li> <li>■ b) 20-30</li> <li>■ c) 30-40</li> <li>■ d) 40 üstü</li> </ul>
<b>Cinsiyet</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) kadın</li> <li>■ b) erkek</li> </ul>
<b>Eğitim durumu</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) ilköğretim</li> <li>■ b) lise</li> <li>■ c) yüksekokul</li> </ul>
<b>Konutunuzu kaç kişi kullanıyorsunuz?</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 1</li> <li>■ b) 2</li> <li>■ c) 3</li> <li>■ d) 4-6</li> <li>■ e) 6 ve üzeri</li> </ul>
<b>Ne kadar zamandır bu konutta yaşıyorsunuz?</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 1 yıldan az</li> <li>■ b) 1-5 yıl</li> <li>■ c) 5-10 yıl</li> <li>■ d) 10 yıldan fazla</li> </ul>
<b>Günün hangi aralıklarında konutunuzda bulunuyorsunuz? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) gündüz</li> <li>■ b) akşam</li> <li>■ c) gece</li> </ul>
<b>Konutunuzda (komşularınızın konutlarından farklı olarak) gürültüye karşı alınmış özel önlem/önlemler var mı?</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) evet</li> <li>■ b) hayır</li> </ul>
<b>Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde gürültünün sizi rahatsız ettiği zaman dilimlerini işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) gündüz</li> <li>■ b) akşam</li> <li>■ c) gece</li> <li>■ d) hiçbiri</li> </ul>
<b>Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralanmıştır.)</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ elektrikli evaletleri</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ diğer</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> </ul>



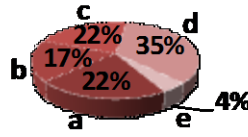
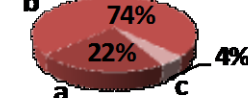

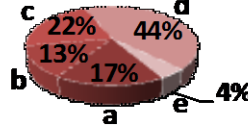
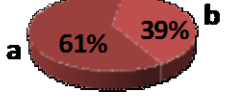

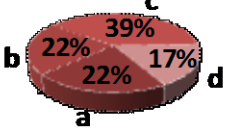
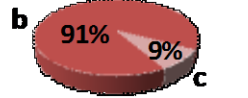

Çizelge 2.6 A Konutu' nun anket değerlendirmesi (devamı)

<p>Salonunuzu/ oturma odanızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre salonunuzda/ oturma odanızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Salonunuzda/ oturma odanızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ çocuklar</li> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ diğer</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> </ul>
<p>Yatak odalarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre yatak odalarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Yatak odalarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ diğer</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> </ul>
<p>Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> <li>■ diğer</li> </ul>

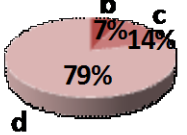
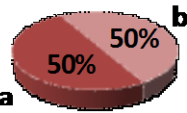
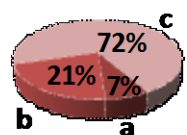
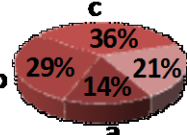
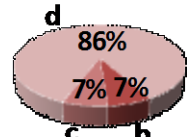
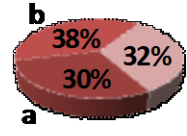
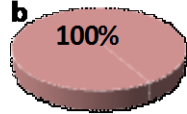
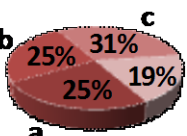

Çizelge 2.7 B Konutu' nun anket değerlendirmesi

<b>B Konutu</b>	<p>Toplam birim sayısı: 56 Ankete katılan birim sayısı: 23 Ankete katılan birim oranı: % 41</p>
<b>Yaş</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 20' den az</li> <li>■ b) 20-30</li> <li>■ c) 30-40</li> <li>■ d) 40 üstü</li> </ul>
<b>Cinsiyet</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) kadın</li> <li>■ b) erkek</li> </ul>
<b>Eğitim durumu</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) ilköğretim</li> <li>■ b) lise</li> <li>■ c) yüksekokul</li> </ul>
<b>Konutunuzu kaç kişi kullanıyorsunuz?</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 1</li> <li>■ b) 2</li> <li>■ c) 3</li> <li>■ d) 4-6</li> <li>■ e) 6 ve üzeri</li> </ul>
<b>Ne kadar zamandır bu konutta yaşıyorsunuz?</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 1 yıldan az</li> <li>■ b) 1-5 yıl</li> <li>■ c) 5-10 yıl</li> <li>■ d) 10 yıldan fazla</li> </ul>
<b>Günün hangi aralıklarında konutunuzda bulunuyorsunuz? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) gündüz</li> <li>■ b) akşam</li> <li>■ c) gece</li> </ul>
<b>Konutunuzda (komşularınızın konutlarından farklı olarak) gürültüye karşı alınmış özel önlem/önlemler var mı?</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) evet</li> <li>■ b) hayır</li> </ul>
<b>Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde gürültünün sizi rahatsız ettiği zaman dilimlerini işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) gündüz</li> <li>■ b) akşam</li> <li>■ c) gece</li> <li>■ d) hiçbiri</li> </ul>
<b>Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralanmıştır.)</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ diğer</li> </ul>

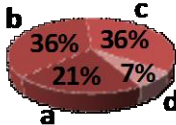
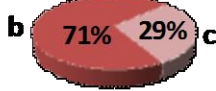
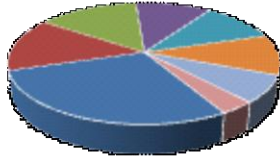
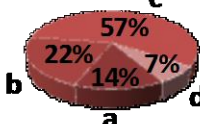
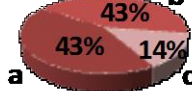

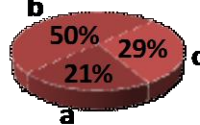
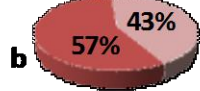
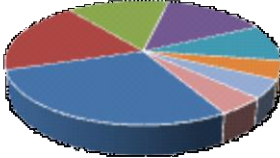
Çizelge 2.8 B Konutu' nun anket değerlendirmesi (devamı)

<p>Salonunuzu/ oturma odanızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre salonunuzda/ oturma odanızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Salonunuzda/ oturma odanızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ diğer</li> </ul>
<p>Yatak odalarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre yatak odalarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Yatak odalarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ diğer</li> </ul>
<p>Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ diğer</li> </ul>

Çizelge 2.9 C Konutu' nun anket değerlendirmesi

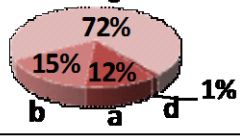
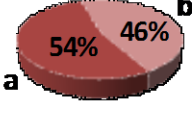
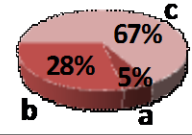
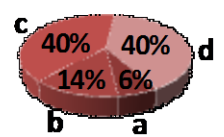
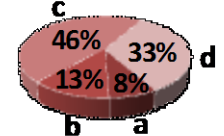
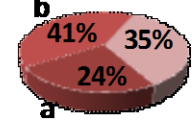
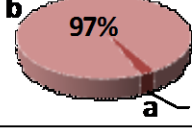
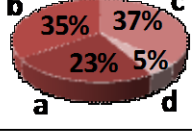

<b>C Konutu</b>	<p>Toplam birim sayısı: 20 Ankete katılan birim sayısı: 14 Ankete katılan birim oranı: % 70</p>
<b>Yaş</b>	 <p>■ a) 20' den az ■ b) 20-30 ■ c) 30-40 ■ d) 40 üstü</p>
<b>Cinsiyet</b>	 <p>■ a) kadın ■ b) erkek</p>
<b>Eğitim durumu</b>	 <p>■ a) ilköğretim ■ b) lise ■ c) yüksekokul</p>
<b>Konutunuzu kaç kişi kullanıyorsunuz?</b>	 <p>■ a) 1 ■ b) 2 ■ c) 3 ■ d) 4-6 ■ e) 6 ve üzeri</p>
<b>Ne kadar zamandır bu konutta yaşıyorsunuz?</b>	 <p>■ a) 1 yıldan az ■ b) 1-5 yıl ■ c) 5-10 yıl ■ d) 10 yıldan fazla</p>
<b>Günün hangi aralıklarında konutunuzda bulunuyorsunuz? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)</b>	 <p>■ a) gündüz ■ b) akşam ■ c) gece</p>
<b>Konutunuzda (komşularınızın konutlarından farklı olarak) gürültüye karşı alınmış özel önlem/önlemler var mı?</b>	 <p>■ a) evet ■ b) hayır</p>
<b>Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde gürültünün sizi rahatsız ettiği zaman dilimlerini işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)</b>	 <p>■ a) gündüz ■ b) akşam ■ c) gece ■ d) hiçbiri</p>
<b>Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralanmıştır.)</b>	 <p>■ eşya itilip çekilmesi ■ konuşma,bağırma ■ çocuklar ■ radyo,TV,müzik ■ kapı çarpması ■ ayak sesleri,yürüme ■ elektrikli ev aletleri ■ sifon,duş vb ■ diğer</p>

Çizelge 2.10 C Konutu' nun anket değerlendirmesi (devamı)

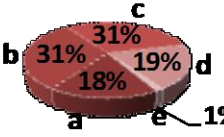
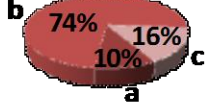
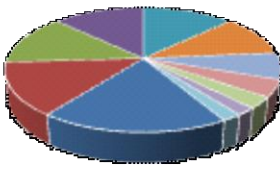
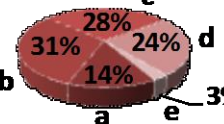
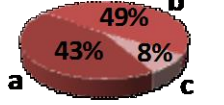

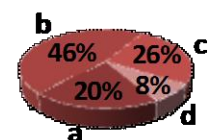
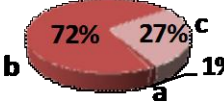

<p>Salonunuzu/ oturma odanızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre salonunuzda/ oturma odanızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Salonunuzda/ oturma odanızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ sifon, duş vb</li> </ul>
<p>Yatak odalarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre yatak odalarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Yatak odalarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> </ul>
<p>Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ kapı çarpması</li> </ul>



Çizelge 2.11 Anketlerin genel değerlendirmesi

A, B ve C Konutları	Ankete katılan birim sayısı: 78
Yaş	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 20' den az</li> <li>■ b) 20-30</li> <li>■ c) 30-40</li> <li>■ d) 40 üstü</li> </ul>
Cinsiyet	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) kadın</li> <li>■ b) erkek</li> </ul>
Eğitim durumu	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) ilköğretim</li> <li>■ b) lise</li> <li>■ c) yüksekokul</li> </ul>
Konutunuzu kaç kişi kullanıyorsunuz?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 1</li> <li>■ b) 2</li> <li>■ c) 3</li> <li>■ d) 4-6</li> <li>■ e) 6 ve üzeri</li> </ul>
Ne kadar zamandır bu konutta yaşıyorsunuz?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) 1 yıldan az</li> <li>■ b) 1-5 yıl</li> <li>■ c) 5-10 yıl</li> <li>■ d) 10 yıldan fazla</li> </ul>
Günün hangi aralıklarında konutunuzda bulunuyorsunuz? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) gündüz</li> <li>■ b) akşam</li> <li>■ c) gece</li> </ul>
Konutunuzda (komşularınızın konutlarından farklı olarak) gürültüye karşı alınmış özel önlem/önlemler var mı?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) evet</li> <li>■ b) hayır</li> </ul>
Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde gürültünün sizi rahatsız ettiği zaman dilimlerini işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) gündüz</li> <li>■ b) akşam</li> <li>■ c) gece</li> <li>■ d) hiçbirisi</li> </ul>
Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralanmıştır.)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ diğer</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> </ul>

Çizelge 2.12 Anketlerin genel değerlendirmesi (devamı)

<p>Salonunuzu/ oturma odanızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre salonunuzda/ oturma odanızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Salonunuzda/ oturma odanızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> <li>■ diğer</li> </ul>
<p>Yatak odalarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre yatak odalarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Yatak odalarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ diğer</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> </ul>
<p>Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) rahatsız olmuyor</li> <li>■ b) biraz</li> <li>■ c) orta derecede</li> <li>■ d) epeyce</li> <li>■ e) feci şekilde</li> </ul>
<p>Size göre Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a) çok sessiz</li> <li>■ b) sessiz</li> <li>■ c) orta derecede</li> </ul>
<p>Mutfak/ WC/ banyo alanlarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.) (Rahatsızlık, çoktan aza doğru sıralıdır.)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ sifon, duş vb</li> <li>■ konuşma, bağırma</li> <li>■ eşya itilip çekilmesi</li> <li>■ elektrikli ev aletleri</li> <li>■ kapı çarpması</li> <li>■ ayak sesleri, yürüme</li> <li>■ mutfak tezgahı</li> <li>■ çocuklar</li> <li>■ radyo, TV, müzik</li> <li>■ evcil hayvanlar</li> <li>■ diğer</li> </ul>

Çizelge 2.8' de görülebileceği gibi A, B ve C konutlarının tüm katılımcılarından elde edilen verilere göre katılımcılar ağırlıklı 40 yaş üstü, kadın ve yüksek okul mezunudur.

3+1 ve 4+1 tipindeki dairelerin seçildiği anket çalışmasında katılımcılar konutlarını daha çok 3 ve 4-6 kişi kullandıklarını belirtmiştir. Değerlendirmeyi yapan katılımcıların büyük bir kısmı 5-10 yıl süre ile konutunu kullanmaktadır. Ayrıca ağırlıklı olarak akşam ve onu takiben gece saatlerinde konutlarında bulunmaktadır. Katılımcıların çoğu takip eden sorularda gürültü ile ilgili rahatsızlıklarını dile getirmiş olsalar da; konutlardaki gürültü sorununu gidermeye yönelik sadece % 3' lük kısmı özel önlemlere başvurmuştur.

Konutta buldukları sürede sadece % 5' lik dilim gürültüden rahatsız olmazken; diğerlerinin en çok rahatsız oldukları zaman dilimleri sırasıyla, uyku saatlerini de içeren gece ve akabinde akşam saatleri olarak tespit edilmiştir. Konutun genel değerlendirmesinde katılımcıları rahatsız eden gürültü kaynakları Çizelge 2.8' de çok işaretlenenden az işaretlenene doğru sıralanarak verilmiştir. Buna göre; sırasıyla konuşma / bağırma, elektrikli ev aletleri, radyo / TV / müzik, çocuk gürültülerinin kullanıcıları daha çok rahatsız ettiği söylenebilir.

Konutların farklı işlevli hacimleri için yapılan değerlendirmede ise katılımcıların hemen hepsi bir rahatsızlık derecesi işaretlemiştir. Anketin bu kısmında katılımcıların rahatsızlık derecelerinin yanı sıra hacimden beklentileri de ölçülmüştür. Buna göre; salon / oturma odası ile yatak odası için değerlendirmeler birbirine yakın olmakla birlikte, daire genelinde ölçülen sonuçlarla da uyumludur. Bu hacimlerde rahatsızlık daha çok "orta derece" ve "biraz" ile ifade edilmiş olup; akustik konfor için ölçülen minimum konfor beklentisi çoğunlukla "sessiz" ve "çok sessiz" olarak belirlenmiştir. Mutfak / WC / banyo hacimlerinde ise rahatsızlık derecesi ağırlıklı "biraz" olarak belirtilirken, bu hacimlerden minimum akustik konfor için beklenti "sessiz" ifadesinde yoğunlaşmaktadır.

Özellikle komşu ilişkilerinden kaynaklanan gürültü sorununu ölçmeyi hedefleyen anketin formlarının kapalı zarf yöntemi ile teslim alınmasına ve konut isimlerinin gizli tutulmasına karşın, katılımcıların kim olduğunun bilinmesi ve konutunun kalite sınıfının duyurulması gibi endişeleri gerek katılım sayısının az olmasından, gerekse anket formlarına düşülen notlardan anlaşılmaktadır. Bunların yanında katılımcılar, hacimlerin



genelde sessiz ve çok sessiz ortamlar sağlamasını beklmelerine ve rahatsız oldukları pek çok kaynağı işaretlemelerine rağmen, rahatsızlık derecelendirmesi için daha çok orta derece ve biraz ifadelerini kullanmışlardır. Katılımcıların gürültüyü bir çevre kirliliği sorunu olarak değerlendirmekle beraber konut seğerken ya da kullanım sırasında bu konuda alınacak önlemleri öncelikli olarak değerlendirmeye almamaları ve gürültü sorununu zamanla alışılacak bir sorun olarak görmeleri bu ifadelerinin nedeni olarak düşünülebilir. Bundan dolayı, sağlığa olumsuz etkisinin hem kısa hem de uzun vadede ortaya çıktığı bilinen gürültü sorunu konusunda toplumun bilinçlendirilmesi de önemlidir. Ayrıca bu çalışma; yerel yönetimlerin de katkısıyla, daha kapsamlı olarak yürütülebilecek diğer çalışmalar için kamuoyu yoklaması yapan bir altlık niteliğindedir.

### KONUT PLANLAMA SÜREÇLERİNDE GÜRÜLTÜ DENETİMİ

Gürültünün insanlar üzerinde hem kısa hem de uzun vadede görülebilen birçok fizyolojik, psikolojik ve performans üzerine olumsuz etkileri vardır. Bireylerin sağlıklı olabilmeleri için, yaşam alanlarının akustik açıdan da sağlıklı ortamları sunması gerekmektedir. Konutlar ise, günün büyük bir kısmında kullanılan, dolayısıyla gürültünün önemli bir sorun olduğu yaşam alanlarıdır. Uyuma, dinlenme, sosyalleşme gibi aktivitelerin gerçekleştiği ve içindeki aktiviteye uygun akustik ortamın sağlamanın, kişisel gizliliğin korumasının beklendiği konut yaşam alanları, hem yapı dışından hem de yapı içinden kaynaklanan gürültüye tahammülün az olduğu alanlardır. Konut yapısı dışındaki gürültüler için, konutun bulunduğu bölgenin çevresel gürültüleri belirleyici olmaktadır. Yapı dışı gürültüler için ulaşımdan kaynaklı gürültüler, açık alan etkinlikleri, yakında bulunan gürültülü işlevli yapılar ile oluşan açık hava sesleri en yaygın görülen örnekler olarak sunulabilir. Yapı içinde ise hacimlerin komşuluk ilişkilerinden, tesisat ve mekanik ekipmanlardan kaynaklanan hava ve darbe doğuşlu gürültüler veya titreşim sorunu etkili olmaktadır.

Gürültü denetimi kaynaktan, kaynak ile alıcı arasında ve alıcıda sağlanan önlemler ile mümkün olmaktadır. Yapı akustiğinde ise doğal veya yapay dış ortam tampon bölgelerini ve yapı bölücülerini uygun şekilde kurgulayarak, kaynak ile alıcı arasında gürültü denetimi sağlanabilmektedir.

Konutlarda gürültü sorunu kent ölçeğinde alınacak kararlardan, yapı elemanı birleşim detaylarına kadar dikkatle ele alınması gereken bir konudur. Gelişen teknoloji, yoğunlaşan kentler gibi nedenler ile zaman içinde gürültü problemleri artmakta ve akustik konfor beklentileri değişebilmektedir. Bu nedenle gürültü denetiminin

planlama sürecinin erken evrelerinde, gelişen koşullara da uyum sağlanması hedeflenerek ele alınması, hem daha sağlıklı ve uzun ömürlü hem de daha düşük maliyetle daha az enerji harcanması açısından gereklidir.

### **3.1 Konut Yerleşim Kararlarında Gürültü Denetimi**

Yapıların kullanım sürecinden önceki yapım aşamalarında, gürültünün insan sağlığını olumsuz etkileyen bir çevre kirliliği olarak görülmesi ve gürültü denetiminin yapım süreçlerinin ilk adımlarından itibaren dahil edilmesi, hem maliyet hem de enerji tasarrufu açısından önemlidir. Sağlıklı konut yaşam alanları oluşturabilmek için, kent ölçeğinde konuta uygun alanların seçilmesi ve konut yapısının araziye yerleşimi, formu ile cephe - hacim kararlarının doğru verilmesi önemlidir.

#### **3.1.1 Konut Alanları İçin Belirlenen Çevresel Gürültü Sınır Değerleri**

Konutlarda hacimlerin akustik ortamını hem yapı içinden hem de yapı dışından kaynaklanan gürültüler etkilemektedir. Yapı dışı gürültüler özellikle kent merkezlerinde bulunan konutlarda daha önemli bir sorun olmaktadır. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY)' nde yapı dışındaki gürültüler, "çevresel gürültü" olarak tanımlanmaktadır.

"**Çevresel gürültü:** Ulaşım araçları, kara yolu trafiği, demir yolu trafiği, hava yolu trafiği, deniz yolu trafiği, açık alanda kullanılan teçhizat, şantiye alanları, sanayi tesisleri, atölye, imalathane, işyerleri ve benzeri ile rekreasyon ve eğlence yerlerinden çevreye yayılan gürültü dâhil olmak üzere, insan faaliyetleri neticesinde oluşan zararlı veya istenmeyen açık hava seslerini ifade eder [15]."

Konutların bulunduğu alanlarda kara yolu, hava alanı, endüstri tesisleri için belirleyici olan çevresel gürültü sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ile açıklanmaktadır [15]. Konutların büyük bir kısmının maruz kaldığı ve bu çalışma ile sunulan örneklerde de değerlendirmeye alınan kara yolu gürültüsünün, konut alanlarında izin verilen gürültü değerleri Çizelge 3.1' de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 Konut alanlarında kara yolu çevresel gürültü sınır değerleri [15]

Alanlar	"Planlanan/Yenilenmiş/ Onarılmış yollar"			"Mevcut yollar"		
	L <sub>gündüz</sub> <sup>1</sup> (dBA)	L <sub>ağşam</sub> <sup>2</sup> (dBA)	L <sub>gece</sub> <sup>3</sup> (dBA)	L <sub>gündüz</sub> <sup>1</sup> (dBA)	L <sub>ağşam</sub> <sup>2</sup> (dBA)	L <sub>gece</sub> <sup>3</sup> (dBA)
"Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar"	63	58	53	68	63	58
"Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar"	65	60	55	70	65	60

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği' ne göre yapılar dört farklı hassaslık kademesi ile ifade edilmektedir. Konutlar ise, 18 Kasım 2015 tarihinde yapılan değişiklik ile "çok hassas kullanımlar" olarak tanımlanmaktadır.

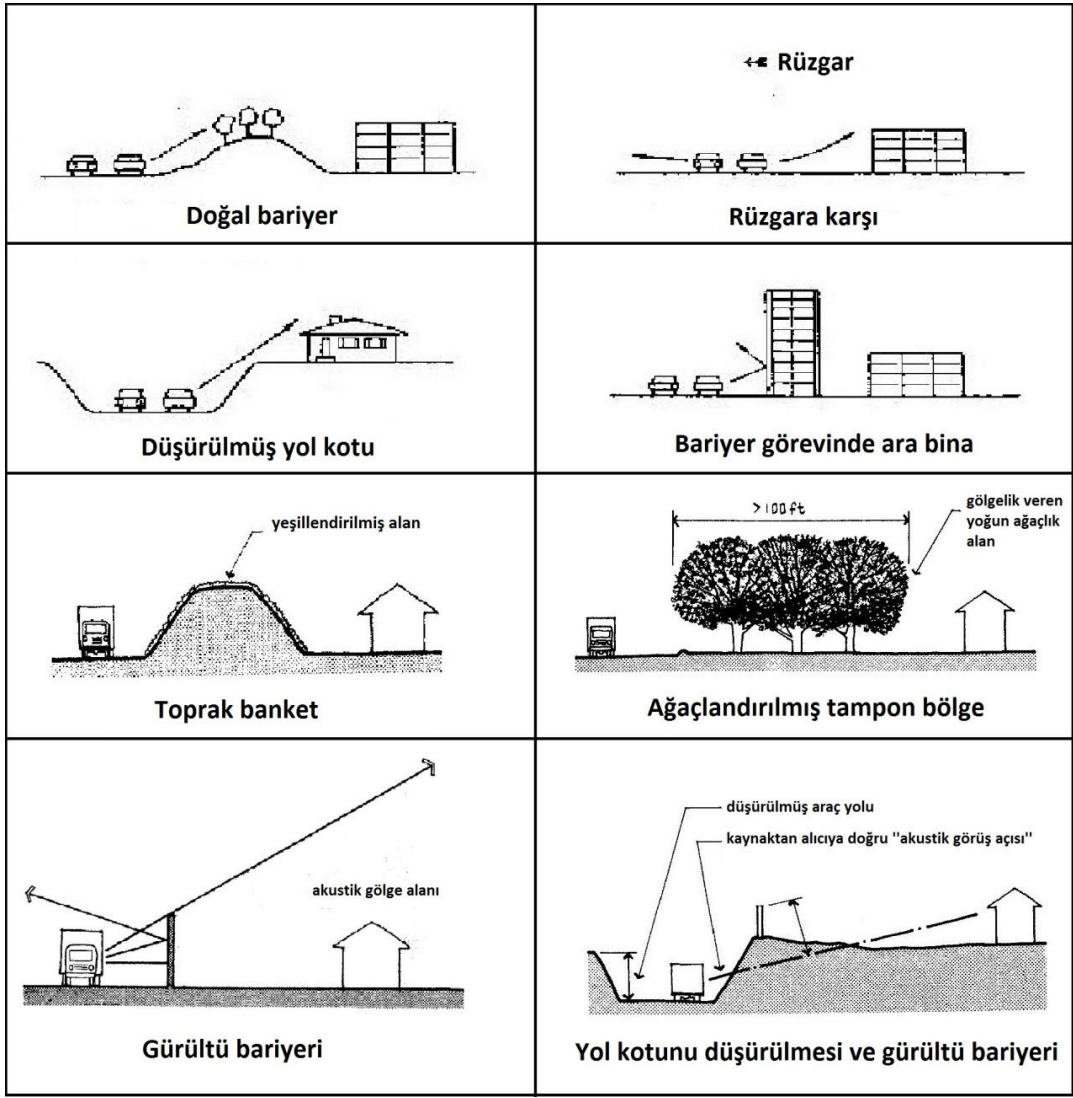
**"Çok hassas kullanımlar:** Konut, yataklı hizmet veren sağlık kurumları, çocuk ve yaşlı bakım evleri, yatılı eğitim kurumları, öğrenci yurtları gibi kullanımları ifade eder [16]."

Yönetmelikte belirtilen sınır değerlere uyulması ile beraber; konut alanlarını gürültülü alanların uzağına yerleştirmek ya da araya gürültüyü azaltıcı özellikte olan, doğal ya da yapay tampon bölgeler oluşturmak da kent ölçeğinde gürültü denetimini sağlamak için alınacak etkili kararlardır (Şekil 3.1).

<sup>1</sup> "L<sub>gündüz</sub> (dBA): TS ISO 1996-2' de tanımlandığı gibi; A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyinin enerji ortalaması olup, yılın gündüz sürelerinin tamamına göre (07.00'den 19.00'a kadar olmak üzere 12 saat) belirlenen ve gündüz süresindeki rahatsızlığı ifade etmekte kullanılan etkilenim düzeyidir."

<sup>2</sup> "L<sub>ağşam</sub> (dBA): TS ISO 1996-2' de tanımlandığı gibi; A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyinin enerji ortalaması olup, yılın akşam zaman diliminin tamamına (19.00'dan 23.00 'e kadar olmak üzere 4 saat) göre belirlenen ve akşam süresindeki rahatsızlığı ifade etmekte kullanılan etkilenim düzeyidir."

<sup>3</sup> "L<sub>gece</sub> (dBA): TS ISO 1996-2' de tanımlandığı gibi; A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyinin enerji ortalaması olup, yılın gece sürelerinin tamamına göre (23.00'den 07.00'ye kadar olmak üzere 8 saat) belirlenen ve gece süresindeki uyku kaçırmaya rahatsızlığı ifade etmekte kullanılan etkilenim düzeyidir."

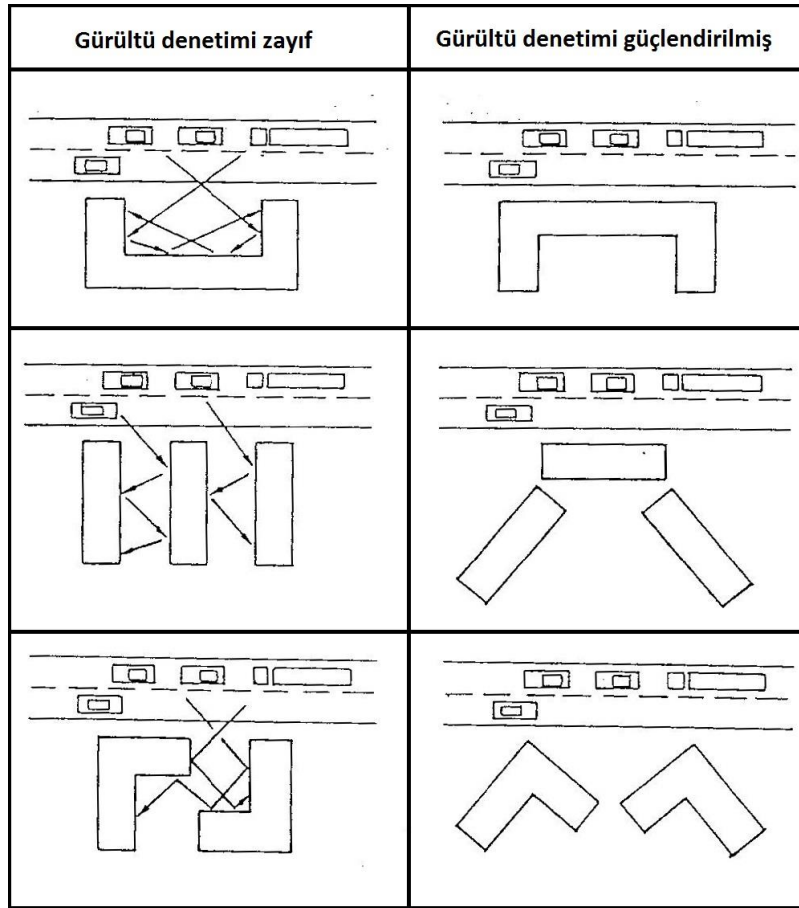


Şekil 3.1 Dış gürültü denetimi için tampon bölge kullanımları [10,11]

Kent merkezleri ile banliyö alanlarının çevresel gürültü verileri birbirinden oldukça farklıdır. Örneğin; banliyö alanlarında çevre gürültü düzeyi, özel bir durum olmadığı sürece daha düşük olarak ölçülmektedir. Buna bağlı olarak, konut hacimlerinin fon gürültüsü de daha düşük olmakta ve yapı içinden kaynaklanan gürültülere karşı hacmin hassaslığı artmaktadır. Bu durum, yapı içi gürültüleri daha önemli hale getirmekte ve yapı içi bölücülerde daha yüksek yalıtım beklenebilmektedir. Kent ölçeğinde konut alanı kararlarının doğru şekilde verilmesinin yanında, çevresel gürültü verilerinin konut yapım süreçlerine dahil edilmesi önemlidir.

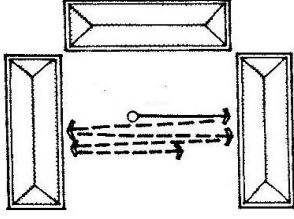
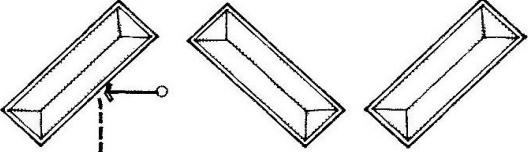
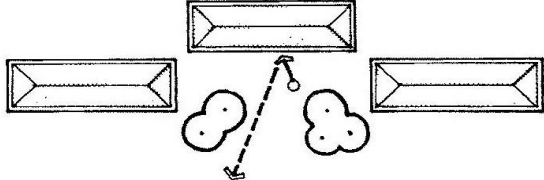
### 3.1.2 Konut Yapısının Yönelim ve Form Kararlarında Gürültü Denetimi

Yapılarda yerleşim şekli, uygun form ve cephede hassasiyetlerine uygun hacim dağılımları kararları ile gürültüye karşı kendiliğinden, pasif korunumlu çözümler üretmek mümkündür. Avlulu yapılarda karayolu gürültüsünden kaynaklanan ses, binaların iç yüzeylerinden yansımakta ve ses enerjisi artmaktadır. Dolayısıyla gürültünün verdiği rahatsızlık da artmaktadır. Aynı yaklaşım ile yapının gürültü kaynağına açık kısımlarında birbirine paralel cepheler bulunması sesin yansımalarına ve rahatsızlığın da buna oranlı olarak artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle; gürültü kaynağına doğrudan açılmayan avlular ve cephelerin paralelliği bozulmuş yapılar, yönelim açısından gürültü denetimi sağlayan yapılardır (Şekil 3.2).



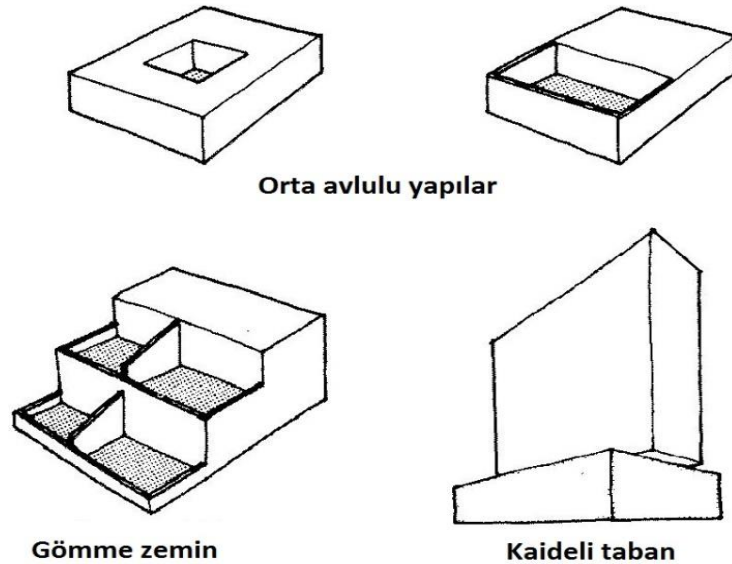
Şekil 3.2 Karayolu kenarında binaların farklı yönelimlerinin gürültü denetimi [11]

Şekil 3.3' te görüldüğü gibi avlulu yapılaşmada paralel ve sert, yansıtıcı özellikte olan cepheler vurgusal yankıya sebep olmakta, gürültüyü daha büyük bir sorun haline getirebilmektedir. Buna karşın paralelliğin bozulması ya da kaydırma yöntemiyle yansımaların azaltılması gürültü denetimini olumlu etkilemektedir.

Gürültü denetimi zayıf	Gürültü denetimi açısından uygun
 <p>Paralel duvarlar</p>	 <p>Açılı çözüm</p>  <p>Kaydırma ile çözüm</p>

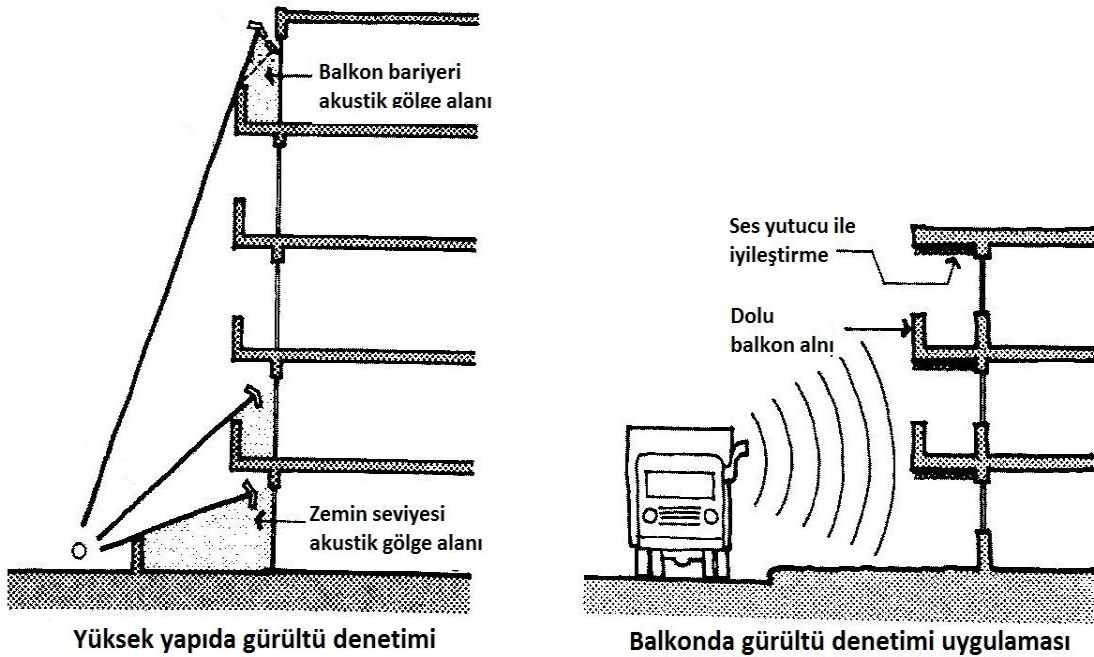
Şekil 3.3 Bina yönelimine göre gürültü denetimi [10]

Avlulu veya yapı içinde gömme zeminler oluşturarak, yapının dış elemanlarını gürültüye karşı bir bariyer olarak kullanmak mümkündür. Bu tip yapılarda gürültüye doğrudan maruz kalan cephelerden çok, korunaklı cephelerde pencereler açılmalıdır. Kaideli taban üzerinde yükselen ve gömme zeminli teras kullanımı olan yapılarda cephelerin sağladığı akustik gölge alanları da gürültü denetimini yapı formunda gerçekleştiren uygulamalardır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Gürültü denetimi sağlayan yapı formları [10]

Yapı cephesindeki balkon ve çıkıntılar dış gürültü denetimi için bir çözüm olarak kullanılabilir. Balkon ve çıkıntıların sağladığı akustik gölge alanları gürültü açısından kurtarılmış bölgelerdir. Pencere, kapı yüzeyleri ile havalandırma benzeri amaçlar için kullanılan açıklıklar gölge alanlara yerleştirildiğinde dış gürültüye karşı daha kolay bir denetim sağlanabilmektedir. Tam dolu balkon alanı tercih edilmelidir. Ancak tasarım kararları gereği balkon korkuluklarında boşluklar olacaksa; boşluk oranını mümkün olduğunca az tutmak, akustik gölge alanının daha iyi korunmasını sağlayacaktır. Ayrıca balkon ve çıkıntıların alt kısımlarının dışa bakan yüzeylerinde ses yutucu malzemeler kullanılmasıyla, dış gürültünün yansımalar ile yapının hassas yüzeylerine ulaşması engellenebilmektedir. Bu yöntemler ile dış gürültünün iç ortama geçişinde 5 -10 dB kadar azalma sağlanabilmektedir. Şekil 3.5' in sol kısmında görülebileceği üzere, yüksek katlı yapılarda balkon kullanımı ile zemin yüzeyine yakın bulunan gürültü kaynaklarına karşı başarılı uygulamalar sağlanabilmektedir. Ancak yapının alt katlarında çıkıntının sağladığı akustik gölge yeterli gelmeyebilmektedir. Bu durumda örneğin, kaynakla bina arasında kullanılan bir gürültü engeli yarar sağlamaktadır.



Şekil 3.5 Balkon kullanımında gürültü denetimi sağlayan çözümler [10]



### 3.2 Konut Hacimleri Planlama Kararlarında Gürültü Denetimi

Konut planlama sürecinde hacimlerle ilgili kararlar alınırken, hacimlerin gürültü kaynağı ve alıcı hacim olarak özelliklerini de değerlendirmeye almak gerekmektedir. Hacimde ihtiyaç duyulan akustik iç ortam koşulları için, hacimlerdeki etkinliği zedelemeyecek iç ortam gürültü düzeylerinin ve ekipmanlardan kaynaklanan arka plan gürültü düzeylerinin sağlanması gerekmektedir. Bununla birlikte, hacimlerin kaynak veya alıcı hacim olarak davranış ve gereksinimleri sorgulanmalıdır. Hacim dağılımları ve tampon bölge kullanımları ile ve gerekirse yüksek ses geçirmezliğindeki bölücüler kullanılarak, hacimler arası gürültü denetimi sağlanmalıdır.

Ayrıca yapı içi gürültü denetiminde yapının apartman, teras ev veya müstakil konut olması; komşuluk ilişkilerindeki farklılıklardan ötürü, alınacak kararları etkilemektedir. Konut tipolojisi ile birlikte, konutun hitap ettiği kullanıcı profiline ve akustik konfor beklentisine göre de gürültü denetimi kararları şekillenmelidir.

#### 3.2.1 Konut Hacimlerinin Arka Plan Gürültü Düzeyi

Türkiye' de gürültüye karşı hassas olan konut hacimleri için iç ortam gürültü düzeyi sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ile belirtilmektedir. Konut yatak ve oturma odaları için, pencerenin açık veya kapalı olması durumunda sağlanması gereken iç ortam gürültü düzeyi sınır değerleri; Çizelge 3.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Konutlarda iç ortam gürültü düzeyi için ÇGDYY' de belirtilen sınır değerler  
[15]

Kullanım Alanı	Kapalı Pencere, $L_{eq}$ (dBA)	Açık Pencere, $L_{eq}$ (dBA)
	"Kullanım alanlarında herhangi bir faaliyet olmadığı durumlardaki değerler:"	
Yatak odaları	35	45
Oturma odaları	45	55

Çizelge 3.3 ile Avrupa ülkelerinin yönetmeliklerinde, konutlar için belirtilen iç ortam gürültü düzeyleri sınır değerleri sunulmuştur. Bu değerlendirmeler alıcı hacim olarak

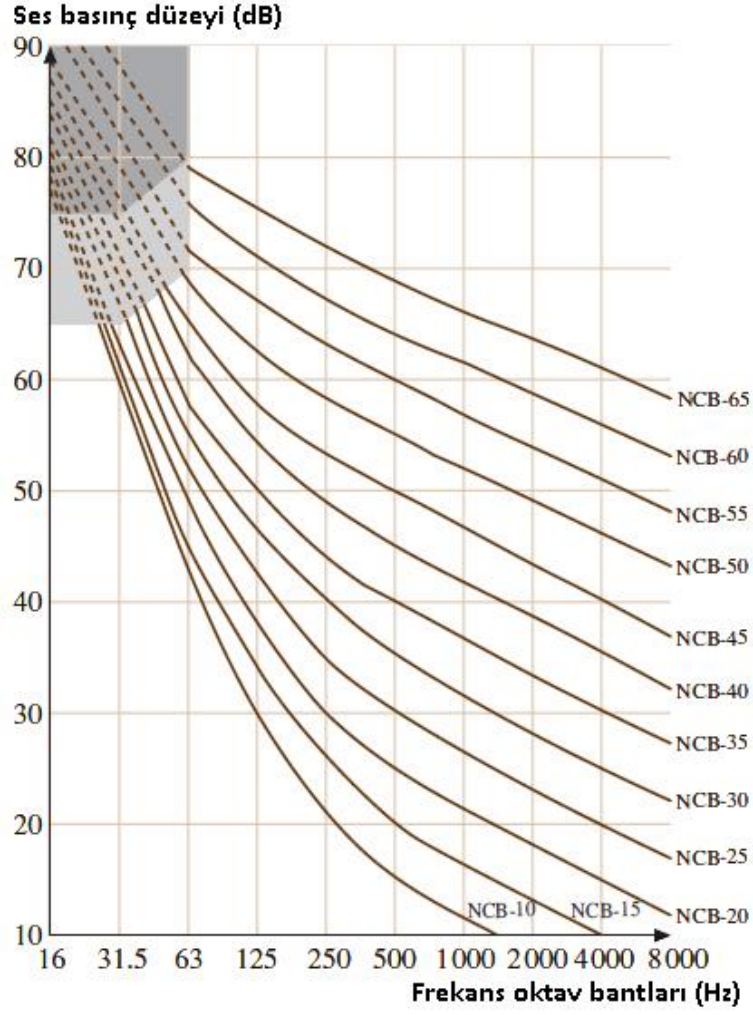
gürültüye karşı hassaslığı olan yatak, çalışma, oturma odaları ve salon için ele alınmıştır. Çizelgede, yeni konut yapıları için kabul edilen en düşük konfor sınıfının (C sınıfının) ve daha yüksek konfor sınıflarının iç ortam gürültü düzeyi sınır değerlerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.3 Konutlarda iç ortam gürültü düzeyi için Avrupa ülkelerinin yönetmeliklerinde belirtilen sınır değerler [17]

Ülke ve ilgili yönetmelik	Gösterge (iç ortam gürültü düzeyi)	Sınıf A	Sınıf B	Sınıf C
Danimarka	$L_{Aeq,24h}$	$\leq 20$	$\leq 25$	$\leq 30$
Finlandiya	$L_{Aeq, 7-22}$	$\leq 25$	$\leq 30$	$\leq 35$
	$L_{Aeq, 22-7}$	$\leq 20$	$\leq 25$	$\leq 30$
İzlanda	$L_{pA,eq, 24h}$	$\leq 20$	$\leq 25$	$\leq 30$
	$L_{pA,max, 22-06}$	$\leq 35$	$\leq 40$	$\leq 45$
Norveç	$L_{pA,eq,24h}$	$\leq 20$	$\leq 25$	$\leq 30$
	$L_{pA,max, 23-07}$	$\leq 35$	$\leq 40$	$\leq 45$
İsveç	$L_{pAeq,24h}$	$\leq 22$	$\leq 26$	$\leq 30$
	$L_{pAFmax, 22-06}$	$\leq 37$	$\leq 41$	$\leq 45$

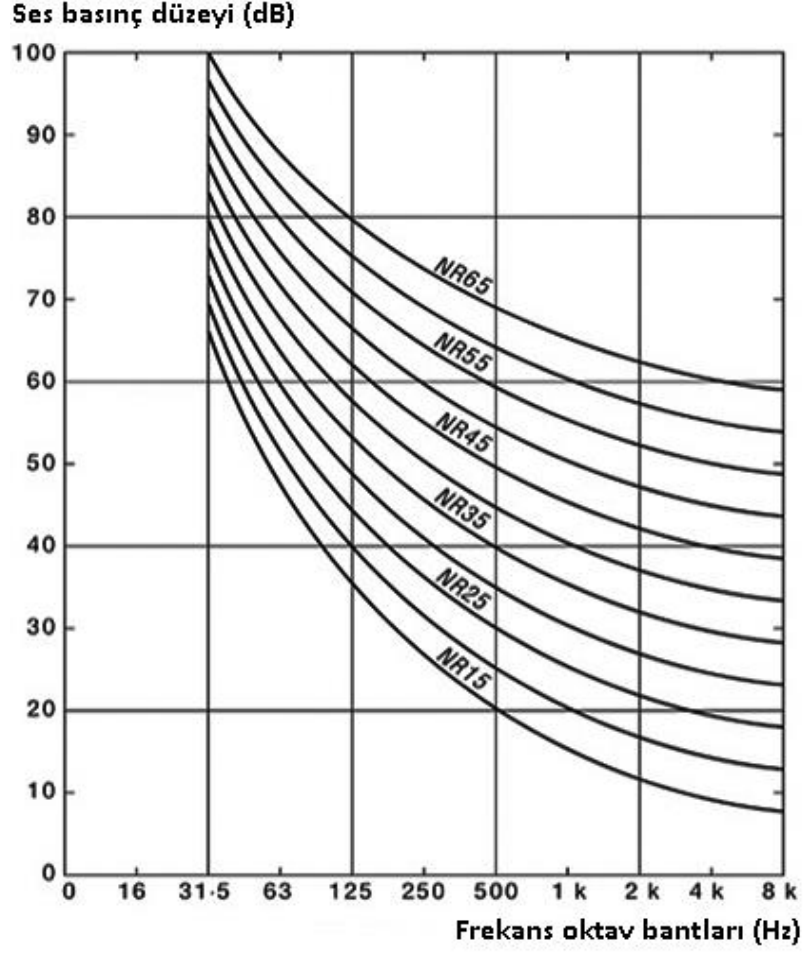
Bir çevrede incelenen sesler bastırıldığında, verilen konumdaki ve verilen durumdaki geriye kalan toplam ses, arka plan gürültüsü olarak tanımlanmaktadır [15]. Hacim içinde arka plan gürültü düzeyini değerlendirirken, hacimlerde kabul edilebilir gürültü düzeyinin frekanslara göre değerlendirilmesine olanak tanıyan bir çok ölçüt söz konusudur.

Bu değerlendirme yöntemlerinden biri ANSI standartlarında ve Amerika Isıtma, Soğutma ve Hava Koşullaması Mühendisleri Derneği (ASHRAE) El Kitabı'nda açıklanan, Dengelenmiş Gürültü Kriteri (NCB) eğrileridir. NCB eğrileri; daha önce yaygın kullanımı olan Gürültü Kriteri (NC) eğrilerinin güncellenmiş halidir. NC eğrilerinde düşük frekans 63 Hz oktav bant ile sınırlı iken; NCB eğrilerinde 31,5 Hz ve 16 Hz oktav bantları da değerlendirmeye alınmaktadır. NCB eğrileri Şekil 3.6 ile gösterilmektedir [18].



Şekil 3.6 NCB eğrileri [18].

Diğer bir yöntem olan Gürültü Sınıflandırma Ölçütü (NR), Avrupa' da sıkça kullanılan bir değerlendirme yöntemidir. ISO standartları ile geliştirilen NR eğrileri; özellikle sağlıklı konuşma ortamının korunmasına yönelik, iç ortamdaki arka plan gürültüsünün değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Şekil 3.7' de NR eğrileri gösterilmektedir [19].



Şekil 3.7 NR eğrileri [19]

Konut yapıları için önerilen arka plan gürültü düzeyleri sınır değerleri, Çizelge 3.4 ile sunulmuştur. Gürültüye karşı hassaslığı fazla olan yatak odasında ve oturma odasında bu değerleri aşmamak, hacimdeki etkinliğe zarar vermeyecek akustik iç ortamın sağlanması için önemlidir.

Çizelge 3.4 Konut hacimleri için belirtilen arka plan gürültü düzeyi sınır değerleri [18,20]

Hacim işlevi	NCB eğrileri	NR eğrileri
Yatak odaları	25 - 35	30
Oturma odaları	30 - 35	35

### **3.2.2 Konut Hacimlerinin İşlevlerine Göre Kaynak veya Alıcı Hacim Olarak Davranış ve Gereksinimleri**

Konutlar bireylerin uyuma, dinlenme, çalışma gibi yaşam aktivitelerinin yanında; günümüzde sosyalleşme, hobileri uygulama ve home-office amaçlı mekanlar olarak da kullanılabilir. Konutların kullanım amaçları çeşitlenmekle birlikte, bu aktivitelerin gün içine yayılımları da esnemektedir. Bu nedenle, konut yapılarında gürültü denetimi daha önemli hale gelmektedir.

Ses yalıtımı ihtiyacı belirlenirken, alıcı hacmin hassaslığı ve kaynak hacimdeki gürültü düzeyi ile beraber kaynak hacimdeki aktivitelerin diğer hacimlerde anlaşılabilir olup olmadığı da irdelenmelidir. Yatak odası, oturma odası ve çalışma odası hacimleri alıcı olarak daha hassas hacimlerdir. Kaynak hacim olarak yatak odası gürültünün fazla oluşmadığı hacim iken; oturma odası, mutfak, banyo hacimlerinde gürültü düzeyi daha yüksek olabilmektedir. Kaynak hacmin gizlilik ihtiyacı ise gürültünün kaynağı olan hacimdeki aktivitelerin ve özellikle konuşma seslerinin anlaşılabilirlik oranını ifade eder [21]. Çizelge 3.5' te gizlilik dereceleri ve buna bağlı akustik durum ile olası kullanıcı ifadeleri belirtilmiştir.

Çizelge 3.5 Konut yapılarında gizlilik dereceleri ve değerlendirmeleri [22]

Gizlilik derecesi	Akustik durum	Öznel değerlendirmeler
Gizli (STC > 55)	Konuşma ve aktivite sesleri komşu hacimlerden duyulmaz. Komşu hacmin kullanıcılarının varlığı hissedilmez. Müzik sesi yüksekse duyulabilir; ancak rahatsızlık vermez.	Tam gizlilik vardır. Tamamen yalıtılmışlık algısı oluşur. Gizlilik konusunda rahatsızlık beklenmez.
Normal (STC 52-55)	Konuşma sesleri komşu hacimlerden duyulabilir; ancak anlaşılmaz. Makine ve aktivite sesleri bazen duyulabilir; ancak rahatsız etmez. Komşu hacmin kullanıcılarının varlığı nadiren hissedilebilir. Müzik sesi yüksekse genellikle duyulabilir.	Gizlilik algısı vardır. Görece yalıtılmışlık algısı oluşur. Gizlilik konusunda rahatsızlık beklenmez.
Marjinal (STC 50-52)	Konuşma sesleri komşu hacimlerden duyulur; bazen de anlaşılabilir. Makine ve aktivite sesleri duyulur ve bazen de rahatsızlık verir. Komşu hacmin kullanıcılarının varlığı genelde hissedilir.	Sınır düzeyde gizlilik algısı vardır. Kişisel alan algısı bazen kaybolur. Gizlilik konusunda bazı şikayetler olabilir.
Zayıf (STC 47-50)	Komşu hacimlerden konuşma, aktivite ve makine sesleri sürekli olarak duyulur. Komşu hacmin kullanıcılarının varlığı sürekli hissedilir. Gürültüler sıklıkla rahatsız edicidir.	Toplu yaşam algısı vardır, gizlilik kaybolur. Kişisel alan algısı genellikle kaybolur. Gizlilikle ilgili şikayetler olur.
Gizlilik yok (STC < 47)	Komşu hacimlerden konuşma kolaylıkla anlaşılır. Makine ve aktivite sesleri açıkça duyulur. Gürültüler rahatsız edicidir.	Gizlilik yoktur. Kişisel alan ihlali algısı oluşur. Gizlilikle ilgili sıkça şikayetler olur.

Konut yapılarında yatak, çalışma ve oturma odaları konut birimi dışındaki hacimler için gizliliği olan; aynı konut birimi için ise kişiselliğin sağlanması gereken hacimlerdir. Ancak banyo, mutfak gibi hacimlerdeki aktivitelerin anlaşılabilir olmaması konut birimi dışı için önemini sürdürürken; aynı birimde daha az önemsenmektedir. Çizelge 3.6' da konut hacimlerinin hem aynı birim içinde hem de komşuluk ilişkisi bulunması durumundaki davranış ve gereksinimleri ile ilgili ifadeler için bir öneri geliştirilmiştir. Bu adımdan sonra, minimum akustik konfor için hacimler arasındaki yapı bölücülerinin sağlanması gereken ses yalıtım değerleri kararları daha sağlıklı verilebilecektir.

Çizelge 3.6 Konut hacimlerinin akusik açıdan davranış ve gereksinimleri

Hacim Tipi	Kaynağın gizlilik ihtiyacı <sup>1</sup>		Kaynak olarak gürültü sınıfı <sup>2</sup>	Alıcı olarak gürültü hassaslığı <sup>3</sup>
	Daire içi	Daire dışı		
Yatak odası	Kişisel	Yüksek gizlilik	Orta derece	Çok hassas
Çalışma oda.	Kişisel	Yüksek gizlilik	Orta derece	Hassas
Oturma o./Salon	Orta	Yüksek gizlilik	Gürültülü	Hassas
Banyo	Orta	Yüksek gizlilik	Gürültülü	Orta hassas
Mutfak	Orta	Kişisel	Gürültülü	Orta hassas
Koridor /Hol (daire içi)	Orta	Kişisel	Gürültülü	Orta hassas
Ortak Alanlar	Kişisel olmayan	Kişisel olmayan	Gürültülü	Hassas olmayan

Yapıların hacim dağılımı kararları verilirken, hacimlerin kaynak ve alıcı hacim olarak özellikleri de değerlendirilmelidir. Yatak odası, salon, oturma ve çalışma odaları gibi gürültüye karşı hassasiyetin fazla olduğu konut hacimleri, gürültüden korunmuş cephelerde kurgulanmalıdır. Bu gibi dış gürültüye karşı alınması gereken önlemler her konut tipolojisi için benzer şekilde önem taşımaktadır. Yapı içinden kaynaklanan gürültülere karşı denetim sağlamak için ise; yatak odası gibi alıcı olarak hassas hacimleri, kaynak olarak gürültülü olan hacimlere yakın yerleştirmemek en etkili çözüm olacaktır. Ancak bu durum engellenemediğinde araya vestiyer dolabı, giyinme odası vb. tampon elemanlar yerleştirilebilir ve son çare olarak da aradaki yapı bölücüleri için ses geçirmezliği yüksek olan seçenekler kullanılabilir.

<sup>1</sup> Kaynak hacim gizlilik dereceleri sırasıyla; yüksek gizlilik, kişisel, orta, kişisel olmayan şeklindedir.

<sup>2</sup> Kaynak hacim gürültü kuşağı sırasıyla; çok gürültülü, gürültülü, orta derece, gürültüsüz şeklindedir.

<sup>3</sup> Alıcı hacmin hassaslığı sırasıyla; çok hassas, hassas, orta hassas ve hassas olmayan şeklindedir.

Ayrıca mekanik ekipmanların olduğu odalara (kazan dairesi, asansör boşluğu, çöp kanalı, soğutma bacası, garaj gibi) bitişik yaşama alanları bulunmamalıdır. Bitişik olması zorunlu ise, ara bölücülerin konutun diğer kısımlarından daha yüksek ses geçirmezliğinde olması beklenir. Düşeyde konut yaşam alanı çok gürültülü bir hacmin üzerinde ise hava doğuşlu sesler için yalıtım çok önemli hale gelirken, titreşim az düzeyde kalıyorsa darbe sesi yalıtımı ikinci planda tutulabilir. Eğer çok gürültülü hacim yaşam alanının üzerinde ise hava doğuşlu ve darbe doğuşlu seslerin yalıtımı çok önemli iken; titreşime karşı alınacak özel önlemler de gerekebilir [11].

### **3.3 Konut Yapı Elemanları Kararlarında Gürültü Denetimi**

Konutların, gerek yapı dışından gerekse yapı içinden kaynaklanan gürültülere karşı korunum sağlayacak ve kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verecek akustik iç ortamı sağlaması beklenmektedir. Hacimlerin cephedeki ve yapı içindeki uygun dağılımları, gereken yerlerde tampon hacimlerin oluşturulması gibi önlemlerin yanında, yapı bölücülerinin gürültüyü uygun şekilde yalıtması da gürültü denetimi açısından önemlidir. Bunu için, yapı bölücülerinin ses yalıtımına yönelik özelliklerinin bilinmesi, uygun eleman seçiminin yapılması ve uygulama sürecinde gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

#### **3.3.1 Konut Yapı Elemanlarında Sağlanması Gereken Ses Yalıtımı Değerleri**

Yapı elemanlarının sağladığı ses yalıtımı özellikleri, sadece elemanın yapısal özelliklerine değil; aynı zamanda gürültü kaynaklarının özelliklerine ve alıcı hacmin fon gürültüsü değerlerine de bağlıdır. Ayrıca uygulama sonrası ölçümler; birleşim yerlerinde oluşacak çatlaklardan, ses köprülerinden veya işçilikten kaynaklanan diğer hatalardan dolayı ses sızdırmaz olan laboratuvar ölçümlerinden farklılık gösterecektir. Kütle ağırlığı fazla olan yapı elemanları kullanılan yapılarda farklılık daha az gözlenirken, hafif yapı elemanları kullanılan yapılarda fark artmaktadır. Bu nedenle, ses yalıtımı için hedeflenen değer üzerinden 5 dB' lik güven payı bırakmak uygun olacaktır [22].



### 3.3.1.1 Yapı Elemanlarında Ses İletimi İle İlgili Tanımlar

Yapı elemanlarının ses yalıtımına ilişkin göstergeler, ölçüm ve hesap yöntemleri uluslararası standartlar ile belirtilmektedir. Ülkelerin bu standartları baz alarak oluşturdukları ulusal yönetmeliklerde ise ele alınan gösterge, frekans aralığı ile kullanılan spektrum uyarlama terimi gibi kriterlerde ve belirlenen ses yalıtımı sınır değerlerinde farklı kabuller bulunabilmektedir.

### Yapı Elemanlarında Hava Doğuşlu Seslerin Yalıtımı İle İlgili Tanımlar

Çizelge 3.7' de Avrupa ülkelerinde yapı elemanlarının hava doğuşlu ses yalıtımı için sıklıkla kullanılan, ölçülen değerlere ait ifadeler ve tek sayılı yalıtım göstergeleri belirtilmiştir. Yapı cephesi için ise çoğu Avrupa ülkesinde farklı tanımlar kullanılmaktadır (Çizelge 3.8). Genel olarak Avrupa' da EN standartlarından yararlanılmakta ve laboratuvar ölçüm koşullarına, yalıtım değerlendirmelerine, yapı akustiği hesaplamalarına ait bilgiler ilgili standartlar ile açıklanmaktadır.

Çizelge 3.7 Avrupa' da yapı elemanlarının hava doğuşlu ses yalıtımı göstergeleri [9]

Ölçülen değer (1/1 ya da 1/3 oktav bantta)		Tek sayılı yalıtım göstergesi (50 - 3150 Hz veya 100 - 3150 Hz)	
Kısaltma	İfade	Kısaltma	İfade
R	Ses azaltma indeksi	$R_w$	Ağırlıklı ses azaltma indeksi
R'	Görünür ses azaltma indeksi	$R'_w$	Ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi
$D_{nT}$	Standardize düzey farkı	$D_{nT,w}$	Ağırlıklı standardize düzey

Çizelge 3.8 Avrupa' da cephe elemanlarının hava doğuşlu ses yalıtımı göstergeleri [2]

Ölçülen değer (1/1 ya da 1/3 oktav bantta)		Tek sayılı yalıtım göstergesi (50 - 3150 Hz veya 100 - 3150 Hz)	
Kısaltma	İfade	Kısaltma	İfade
$D_{2m,nT}$	Dış duvarın standardize düzey farkı	$D_{2m,nT,w}$	Dış duvarın ağırlıklı standardize düzey farkı
$D_{2m,n}$	Dış duvarın normalize düzey farkı	$D_{2m,n,w}$	Dış duvarın ağırlıklı normalize düzey farkı

Yapı elemanının yalıtımına ait değerlere ulaşabilmek için laboratuvar ortamında TS EN ISO 10140-2 ile belirtilen teknikler kullanılarak; standartta tanımlanan frekans aralıklarında, 1/1 ya da 1/3 oktav bantlarda ölçümler yapılmaktadır [23]. Bu testlerin sonucunda, yapı elemanlarının yalıtım performansına ilişkin ölçüm değerleri, belirli formüller ile bulunmaktadır [9].

Ses azaltma indeksi (R), yapı elemanının ses azaltma performansını belirten birimdir. TS EN 12354-1 ile açıklandığı gibi, (3.1)' de belirtilen formülle hesaplanır [9]:

$$R = 10 \log \frac{W_1}{W_2} \text{ dB} \quad (3.1)$$

$W_1$ : Yapı elemanının üzerine gelen ses gücü

$W_2$ : Yapı elemanından iletilen ses gücü

Görünür ses azaltma indeksi (R') ve standardize düzey farkı ( $D_{nT}$ ) birimlerine ait TS EN 12354-1 ile belirtilen hesaplar, (3.2) ve (3.3)' teki formüllerle bulunur [9]:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S_s}{A} \quad (3.2)$$

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{T}{T_0} \quad (3.3)$$

$L_1$  : Kaynak odasında enerji ortalamalı ses basınç düzeyi, dB

$L_2$  : Alıcı odasında enerji ortalamalı ses basınç düzeyi, dB

$L_1-L_2$  : Bölmenin gürültü azaltımı (NR)

$S_s$  : Bölme elemanının alanı,  $m^2$

$A$  : Alıcı odasının toplam yutuculuğu,  $m^2$

$T$  : Alıcı odasında reverberasyon zamanı, sn

$T_0$  : Referans reverberasyon zamanı, sn (Konutlar için 0.5sn)

Bu formüllerde anlaşılacağı gibi R' olarak ifade edilen değer konstrüksiyon performansını ölçümlenmektedir,  $D_{nT}$  değeri ise oda ve bölücü ebadına bağlı olmaksızın

direkt olarak alıcı oda düzeylerine bağlıdır ve oda ölçümlerini temel aldığı için kullanıcının algıladığı düzeyi ifade etmektedir [24]. Yapı elemanlarının laboratuvarında ölçülerek elde edilmiş, görünür ses azaltma indisi ( $R'$ ) ile standardize düzey farkı ( $D_{nT}$ ) arasında (3.4)' te gösterilen formül ile dönüşüm yapılabilmektedir [9].

$$D_{nT} = R' + 10 \log \frac{0.16V}{T_0 S_s} = R' + 10 \log \frac{0.32V}{S_s} \text{ dB} \quad (3.4)$$

$T_0$  : Referans reverberasyon zamanı, sn (Konutlar için 0.5sn)

$V$  : Alıcı odasının hacmi,  $m^3$

$S_s$  : Bölme duvarının alanı,  $m^2$

Dış duvarın standardize düzey farkı ( $D_{2m,nT}$ ), cephenin 2 m önünde ölçülen ses basınç düzeyi baz alınarak (3.5)' teki formül ile hesaplanmaktadır [2]:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \frac{T}{T_0} \quad (3.5)$$

$L_{1,2m}$  : Cephenin 2 m önündeki ortalama ses basınç düzeyi, dB

$L_2$  : Alıcı odasındaki ortalama ses basınç düzeyi, dB

$T$  : Alıcı odasındaki reverberasyon zamanı, sn

$T_0$  : Referans reverberasyon zamanı (Konutlar için 0,5 sn)

Dış duvarın normalize düzey farkı ( $D_{2m,n}$ ), 2 m önünde ölçülen ses basınç düzeyi baz alınarak (3.6)' daki formül ile hesaplanmaktadır [25]:

$$D_{2m,n} = L_{1,2m} - L_2 - 10 \log \frac{A}{A_0} \quad (3.6)$$

$L_{1,2m}$  : Cephenin 2 m önündeki ortalama ses basınç düzeyi, dB

$T$  : Alıcı odasındaki reverberasyon zamanı, sn

$A$  : Alıcı odasının toplam yutuculuğu,  $m^2$

$A_0$  : Referans eş değer ses yutuculuk alanı,  $m^2$  (konutlar için 10  $m^2$  alınır.)

Yapı elemanlarının frekanslara göre değişen ses yalıtım performanslarını tek bir sayı ile ifade etmek için; yapı elemanın 1/1 veya 1/3 oktav bantlardaki ölçüm değerlerinden, bir standart frekans spektrumu kullanılarak elde edilen tek sayılı yalıtım göstergelerinden yararlanılmaktadır. Tek sayılı yalıtım göstergeleri Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8' de belirtildiği üzere;  $R_w$ ,  $R'_w$ ,  $D_{nT,w}$ ,  $D_{2m,nT,w}$ ,  $D_{2m,n,w}$  ile ifade edilmektedir. Yenilenen yönetmelikler ve uluslararası uyum çalışmalarında  $R'_w$  yerine, iki oda arasındaki ses basınç düzey farkını gerçeğe daha yaklaşarak tanımlaması nedeniyle  $D_{nT,w}$  kullanılmasının gerekliliği belirtilmektedir [26]. Bunun yanında dış cephe için ise  $D_{2m,nT,w}$  göstergesi yaygınlaşmaktadır.

Bu göstergeler belirli frekans aralıklarında, genellikle 50 - 3150 Hz veya 100 - 3150 Hz frekans aralıklarında ele alınmaktadır [27]. Yapı dışındaki gürültülerin veya yapı içindeki müzik sistemlerinin kullanılmasından ve çeşitli ev aletlerinden kaynaklanan gürültülerin düşük frekanslarda da etkili oldukları bilinmektedir. Bu nedenle, yapı elemanının seçiminde düşük frekanslardaki yalıtım özelliklerinin de ele alınması gerekmektedir. Ayrıca bir çok ülkenin yönetmeliğinde tek sayılı yalıtım göstergelerinin elde edilmesinde, TS EN ISO 717-1 ile tarif edilen spektrum uyarlama terimleri kullanılmaktadır. Bu terimler Çizelge 3.9' da, ilgili gürültü kaynakları ile ilişkilendirilerek sunulmuştur. Özellikle hafif yapı sistemlerinin yaygınlaştığı günümüzde spektrum uyarlama terimlerinin kullanılması önemlidir. Genel olarak yapı içindeki kaynaklar için C terimi tercih edilmektedir.  $C_{tr}$  terimi ise dış gürültü kaynaklarında olduğu gibi daha düşük frekanslarda etkin olan gürültü kaynakları için tercih edilmektedir ve cephe elemanları göstergeleri için kullanılması daha uygundur.

Çizelge 3.9 Hava doğuşlu ses yalıtımı için kullanılan spektrum uyarlama terimleri ve ilgili gürültü kaynakları [27]

Spektrum uyarlama terimi	Gürültü kaynağı
C	Yaşam faaliyetleri (konuşma, müzik, radyo, tv) Çocuk oyunu Demir yolu trafiğı (yüksek ve ortalama hızda) Otoban yolu trafiğı ( > 80 km/h) Jet hava taşıtı (kısa mesafe) Baskın gürültülü fabrikalar (orta ve yüksek frekanslarda)
C <sub>tr</sub>	Kent trafiğı Demir yolu trafiğı (düşük hızda) Hava taşıtı (pervaneli uçak) Jet hava taşıtı (uzun mesafe) Disko müziğı Baskın gürültülü fabrikalar (düşük ve orta frekanslarda)

Ses yalıtımı ile ilgili ifadeler için çeşitli ülkelerin ulusal standartlarında farklı gösterge, frekans aralıkları ve sınıflandırma sistemleri kullanılmaktadır. Ancak son zamanlarda yapılan çalışmalarda bu ifadeler için anlam karmaşasını önlemek adına ortak bir dil arayışına girilmiştir. Pek çok ülkenin katılımı ile gerçekleşen EU COST TU 0901 uyum projesinde önerilen ifadelerin yaygınlaşacağı görülmektedir. EU COST TU 0901' e göre [2];

- 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:  $D_{nT,50} = D_{nT,w} + C_{50-3150}$  ;  $D_{nT,100} = D_{nT,w} + C$
- önerilmektedir. 50 Hz yerine 100 Hz kullanılması durumunda kalite sınıfı X sınıfı yerine, X<sub>100</sub> sınıfı olarak belirtilmelidir [2, 3].

Tanımlanan bu göstergeler sıklıkla Avrupa ülkelerinde tercih edilmektedir. Amerika' da ise ASTM standartları ile tanımlanan ses geçiş kaybı (TL) ölçüm değeri ve ses geçiş sınıfı (STC) tek sayılı yalıtım göstergesi kullanılmaktadır [28]. Ölçüm ve hesap yöntemleri benzer olmak ile birlikte; değerler 1/3 oktav bantta yapılmakta ve göstergeler 125 - 4000 Hz frekans aralığında ele alınmaktadır. Ayrıca; Amerika' da düşük frekanslarda

baskın olan dış gürültülerin cephelere etkisini ele alan OITC göstergesi kullanılmaktadır [11].

### Yapı Elemanlarında Darbe Seslerinin Yalıtımı İle İlgili Tanımlar

Çizelge 3.10' da Avrupa ülkelerinde yapı elemanlarının darbe sesi yalıtımı için sıklıkla karşılaşılan, ölçülen değerlere ait ifadeler ve tek sayılı yalıtım göstergeleri belirtilmiştir. Avrupa' da EN standartlarından yararlanılmakta ve laboratuvar ölçüm koşullarına, yalıtım değerlendirmelerine, yapı akustiği hesaplamalarına ait bilgiler ilgili standartlar ile açıklanmaktadır.

Çizelge 3.10 Avrupa' da yapı elemanlarının darbe sesi yalıtımı göstergeleri [9]

Ölçülen değer (1/1 ya da 1/3 oktav bantta)		Tek sayılı yalıtım göstergesi (50 - 3150 Hz veya 100 - 3150 Hz)	
Kısaltma	İfade	Kısaltma	İfade
$L'_n$	Normalize darbe sesi basınç düzeyi	$L'_{n,w}$	Ağırlıklı normalize darbe sesi yalıtımı
$L'_{nT}$	Standardize darbe sesi basınç düzeyi	$L'_{nT,w}$	Ağırlıklı standardize darbe sesi yalıtımı

Yapı elemanının darbe sesi yalıtımına ait değerlere ulaşabilmek için laboratuvar ortamında, 1/1 ya da 1/3 oktav bantlarda ölçümler yapılmaktadır. Bu testlerin sonucunda; yapı elemanlarının darbe sesi yalıtım performansına ilişkin ölçüm değerleri, TS EN 12354-2' de açıklanan formüller ile bulunmaktadır [9].

Normalize darbe sesi basınç düzeyi ( $L'_n$ ); yanal iletimlerin de ele alındığı, alıcı odasında ölçülmüş ve hesaplanmış darbe sesi basınç düzeyinin bir düzeltme terimi kullanılarak artırılmış değeridir. (3.7)' de belirtilen formül ile hesaplanır [25].

$$L'_n = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \quad (3.7)$$

$L_i$  : Alıcı odasında enerji ortalamalı darbe sesi basınç düzeyi, dB

$A$  : Alıcı odasının toplam yutuculuğu, m<sup>2</sup>

$A_0$  : Referans eş değer ses yutuculuk alanı, m<sup>2</sup> (konutlar için 10 m<sup>2</sup> alınır.)

Standardize darbe sesi basınç düzeyi ( $L'_{nT}$ ); reverberasyon zamanına bağlı bir düzeltme terimi kullanılarak, (3.8)'deki formülle hesaplanmaktadır [9].

$$L'_{nT} = L_i - 10 \log \frac{T}{T_0} \quad (3.8)$$

$L_i$  : Alıcı odasında enerji ortalamalı darbe sesi basınç düzeyi, dB

$T$  : Alıcı odasındaki reverberasyon zamanı, sn

$T_0$  : Referans reverberasyon zamanı (Konutlar için 0,5 sn)

Yapı elemanlarının frekanslara göre değişen darbe sesi yalıtım performanslarını tek bir sayı ile ifade etmek için; yapı elemanın 1/1 veya 1/3 oktav bantlardaki darbe sesi basınç düzeylerinden bir standart darbe sesi spektrumu kullanılarak elde edilen tek sayılı yalıtım göstergelerinden yararlanılmaktadır. Çizelge 3.10' da belirtilen ( $L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ ) göstergeleri, alan ölçümlerini ve yanal iletimleri de değerlendirmektedir [27]. Bu göstergeler belirli frekans aralıklarında, genellikle 50 - 2500 Hz veya 100 - 2500 Hz frekans aralıklarında ele alınmaktadır. Ayrıca tek sayılı yalıtım göstergelerinin elde edilmesinde, TS EN ISO 717-2 standartlarında belirtilen spektrum uyarlama terimlerinden  $C_1$  terimi sıklıkla kullanılmaktadır [29].

Ses yalıtımı ile ilgili ifadelerde anlam birliği sağlamak adına oluşturulan EU COST TU 0901 uyum projesinde yapı içi darbe seslerinin yalıtımı için:  $L'_{nT,50} = L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$  ;  $L'_{nT,100} = L'_{nT,w} + C_1$  önerilmektedir. 50 Hz yerine 100 Hz kullanılması durumunda kalite sınıfı X sınıfı yerine,  $X_{100}$  sınıfı olarak belirtilmelidir [2, 3].

Bu göstergeler Avrupa ülkelerinde tercih edilmektedir. Amerika' da ise ASTM standartları ile tanımlanan, darbe yalıtım sınıfı (IIC) tek sayılı yalıtım göstergesi kullanılmaktadır [30]. 1/3 oktav bantta yapılan testlerde, döşeme altındaki odada kaydedilen ses basınç düzeyleri ASTM E 989' da belirtilen referans eğrilerden uygun olanı ile eşleştirilir ve yapı elemanının darbe yalıtım sınıfı belirlenir. IIC göstergesinde genellikle 125 - 4000 Hz frekans aralığı ele alınmaktadır [11].

### 3.3.1.2 Yapı Cephesi İçin Önerilen Ses Yalıtımı Değerleri

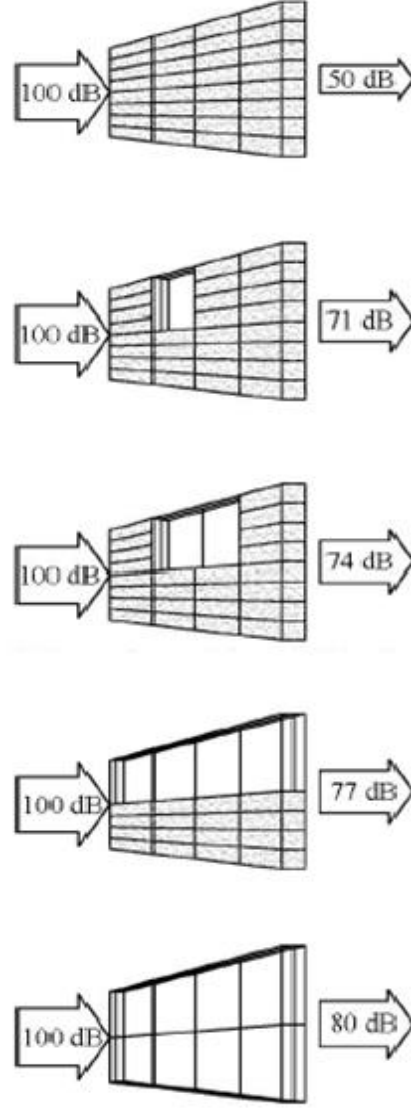
Kullanıcıların akustik konforunu sağlama konusunda yapı cephesinin akustik performansı büyük önem taşımaktadır. Yapı kabuğunun gürültü denetimi açısından uygunluğu bir kaç parametre ile saptanabilmektedir. Birlikte değerlendirilmesi gereken bu parametreler; dış ortam gürültüsü, bina veya hacim işlevi ve saydamlık oranı şeklinde sıralanabilmektedir [31].

Dış ortam gürültüsü; ulaşım araçlarından, şantiye alanlarından, sanayi bölgelerinden, işyerlerinden ve diğer açık hava etkinliklerinden kaynaklanabilmektedir. Ancak konut yapıları için karayolu trafik gürültüsünün daha yaygın karşılaşılan gürültü unsuru olduğu görülmektedir.

Hacmin işlevi de hacmin ihtiyaç duyduğu akustik ortamın sağlanmasında belirleyicidir. Yatak odası, çalışma odası, oturma odası ve salon gibi gürültüye karşı hassas hacimlerde fon gürültüsü daha düşüktür. Bu nedenle, gürültüye karşı korunum bu hacim bölücülerinde daha önemli hale gelmektedir. Bazı ülkelerin yönetmeliklerinde dış gürültü denetimi için, iç ortam gürültü düzeyi ( $L_{Aeq}$ ) sınır değerleri şart koşulmuştur (Çizelge 3.3).

Yapı kabuğu gürültü denetiminde bir diğer parametre ise cephedeki ses yalıtımı açısından zayıf olan yapı bileşeninin oranıdır. Çoğunlukla pencere ve duvar bileşenlerinden oluşan yapı cephesinin ses yalıtımı performansı, zayıf olan pencere elemanının ses yalıtım performansına yaklaşacaktır. Diğer bir deyişle Şekil 3.8' de görüldüğü gibi yapı kabuğu gürültü denetimi kalitesi düşecektir. Pencerenin ses yalıtımı özelliğini genel olarak cam yüzeyi belirler, yalıtım önlemlerinin daha kolay alındığı çerçeve kısmı ise  $R_w \approx 45$ dB civarı yalıtıma sahiptir [26].





Şekil 3.8 Farklı saydamlık oranlarının ses geçiş kaybı değerlerine etkisi [10]

Çizelge 3.11' de konut yapı cephesinin ses yalıtımı için çeşitli ülkelerin yönetmeliklerinde belirtilen yalıtım değerleri gösterilmiştir. Belirtilen ses yalıtım değerleri yeni yapılar için kabul edilen sınır değerleri ifade etmektedir. Litvanya, Hollanda, Belçika ve Amerika için iyileştirilmiş sınır değerler de belirtilmiştir [17, 31, 32].

Çizelge 3.11 Konut yapı cephesi ses yalıtımı için ülke yönetmeliklerinde önerilen ses yalıtımı değerleri

Ülke	Ses yalıtımı göstergesi	Koşul	Ses yalıtımı değerleri	İlgili yönetmelik
Litvanya	$D_{2m,nT,w}$	Hassas hacimler <sup>1</sup>	Sınıf A : $\geq 40$ Sınıf B : $\geq 35$ Sınıf C : $\geq 30$	STR 2.01.07 (2003)
Hollanda	$D_{2m,nT,w} + C_{tr}$	Hassas hacimler <sup>1</sup>	Sınıf I : $\geq 23$ Sınıf II : $\geq 28$ Sınıf III : $\geq 32$	NEN 1070 (1999)
Avusturya	$R_w$	$L_{Aeq} \leq 55$ $56 \leq L_{Aeq} \leq 60$ $61 \leq L_{Aeq} \leq 65$ $66 \leq L_{Aeq} \leq 70$ $L_{Aeq} > 70$	33 38 43 48 52	Önorm B 8115
Bulgaristan	$R_w$	$L_{Aeq} \leq 55$ $56 \leq L_{Aeq} \leq 60$ $61 \leq L_{Aeq} \leq 65$ $66 \leq L_{Aeq} \leq 70$	25 30 35 40	BDC 8998-80
Almanya	$R_w$	$L_{Aeq} \leq 55$ $56 \leq L_{Aeq} \leq 60$ $61 \leq L_{Aeq} \leq 65$ $66 \leq L_{Aeq} \leq 70$ $71 \leq L_{Aeq} \leq 75$ $76 \leq L_{Aeq} \leq 80$ $L_{Aeq} > 80$	30 30 35 40 45 50 Özel önlem gerekir	DIN 4109
Belçika	$D_{Atr}$	Hassas hacimler <sup>1</sup> ve mutfak	$\geq 26$ (EAC <sup>3</sup> : $\geq L_A-30+m$ ) (NAC <sup>3</sup> : $\geq L_A-34+m$ ) <sup>2</sup>	NBN S01-400-1 (2008)
Amerika	STC	NC 20-25 NC 25-30 NC 30-35	Sınıf I : $\geq 55$ Sınıf II : $\geq 52$ Sınıf III : $\geq 48$	FHA (Federal Housing Administration)

<sup>1</sup> Hassas hacimler; yatak, çalışma, oturma odaları ve salonu ifade etmektedir.

<sup>2</sup>  $m=0$  dB alınır. Ancak dış ortamın  $L_A > 60$  dB olduğu durumda, hacmin birden fazla cephesi varsa ve bu cephedeki bileşenlerden biri ya da daha fazlası  $R_{Atr} < 48$  dB yalıtım değerinde ise;  $m=3$  dB alınmalıdır.

<sup>3</sup> EAC geliştirilmiş kalite sınıfını, NAC standart kalite sınıfını ifade etmektedir.

Sınıf I öncelikle banliyö ve banliyö yakın çevresindeki sessiz ve daha az sesli alanlar olarak düşünülebilecek (gece saatlerindeki dış gürültü düzeyinin 45 dB(A) ve üzerinde olduğu alanlar), A ağırlıklı ölçüm ile geçerli standarda uygun olan alanlar için uygulanabilir. İzin verilen iç ortam gürültüsü için gürültü ölçütü NC 20-25 olarak belirlenmiştir. Bunun yanında, yüksek katlı konutların sekizinci katından sonraki üst katlarında bulunan konut birimleri için de ve "lüks" yapılarda konut dış alanına bakılmaksızın bu yalıtım ölçütü kullanılabilir. Sınıf II en önemli kategoridir ve öncelikli olarak çevresel gürültünün "ortalama" düzeyde olduğu düşünülen, konuta uygun kent ve banliyö alanlarında kullanılabilir. Gece saatlerindeki dış gürültü düzeyi 40-45 dB(A) civarında olmalı ve izin verilen iç ortam gürültüsü için gürültü ölçütü NC 25-30' u aşmamalıdır. Sınıf III önerilen en düşük ölçüt olarak düşünülmelidir ve genellikle "gürültülü" alanlar olarak ifade edilen bazı kent alanları için uygulanabilir. Gece saatlerindeki dış gürültü düzeyinin 45 dB(A) ve üzerinde olduğu durumlar için kullanılmaktadır. İzin verilen iç ortam gürültüsü için gürültü ölçütünün NC 35' i aşmaması önerilir [10, 11]. Bu sınıflara göre konutların minimum akustik konforu için yapı cephesinin yalıtımında belirlenen değerler Çizelge 3.11' de görülmektedir.

Türkiye de dahil olmak üzere bir çok Avrupa ülkesinin katılımı ile gerçekleşen COST Uyum Projesi' nde alınan kararların yaygınlaşacağı görülmektedir. Buna göre; yapı cephesinin yalıtımı için tercih edilen frekans aralıkları 1/3 oktav bantlarda ve 50 ya da 100 - 3150 Hz arasındadır.  $D_{2m,nT,50} = D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150}$  önerilmekle birlikte, daha yaygın olan  $D_{2m,nT,100} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$  de kullanılabilir. Ancak 50 Hz aralığının da alınması, ağır trafik koşulları ve hafif konstrüksiyonlar için önerilmektedir [3].

Çizelge 3.12 Konut yapı kabuğu için önerilen yalıtım değerleri [2]

Gösterge	A Sınıfı	B Sınıfı	C Sınıfı	D Sınıfı	E Sınıfı	F Sınıfı
$D_{2m,nT,w} + C_{tr}(dB)$	$\geq L_{den} - 20$	$\geq L_{den} - 24$	$\geq L_{den} - 28$	$\geq L_{den} - 32$	$\geq L_{den} - 36$	$\geq L_{den} - 40$

### 3.3.1.3 Yapı İçi Bölücü Elemanlar İçin Önerilen Ses Yalıtımı Değerleri

Konut hacimlerinde yapılan etkinliği zedelemeyecek akustik ortamın sağlanması; dış gürültülerin yanında, yapı içi gürültülere karşı da önlem alınması ile mümkündür. Yapı

içi bölücülerin akustik özelliklerinde; gürültünün özellikleri, alıcı hacmin işlevi, yapı elemanında kapı ve pencere gibi zayıf eleman bulunması ve alansal oranı belirleyici olmaktadır.

Gürültünün düzeyi, frekans dağılımı vb. özellikleri gürültü denetimi kararlarında önem taşımaktadır. Örneğin; konuşma sesleri daha çok orta frekanslarda etkili iken, ev aletleri daha düşük frekanslarda ve daha yüksek düzeyde etkilidir. Bu nedenle yapı elemanlarının akustik performansları değerlendirilirken mümkün olduğunca geniş frekans aralıkları ele alınmalıdır.

Hacimlerin kaynak ve alıcı hacim olarak davranış ve gereksinimleri bu bölümün daha önceki kısımlarında detaylı olarak sunulmuştur. Hacimlerin işlevleri ile ilişkili olarak ortaya çıkan bu özellikleri de aradaki bölücünün akustik özelliklerini belirlemede önem taşımaktadır. Konut hacimleri söz konusu olduğunda; kaynak hacmin sebep olduğu gürültü düzeyi kadar, bu hacmin gizlilik gereksinimi de dikkate alınmalıdır.

Konut içi yapı elemanlarında, ses yalıtımı açısından kapı ve pencere gibi bileşenlerin bulunması elemanın toplam akustik performansını düşürecektir. İç yapı elemanlarında özellikle kapı bulunması halinde bu duruma sıkça rastlanmaktadır. Pek çok yönetmelikte bölücüler için belirtilen ses yalıtımı değerleri, kapının bulunmadığı duvarlar için geçerlidir. Bazı ülke yönetmeliklerinde bu tür yapı bileşenleri için ayrıca akustik yalıtım değerleri şart koşulmaktadır. Örneğin, Litvanya yönetmeliğine göre yeni yapıların konut dairesi giriş kapıları en az  $R_w$  veya  $D_{nTw} = 30$  dB yalıtım sağlamalıdır. Ayrıca bu değer B Sınıfı için 35 dB, A Sınıfı için ise 40 dB olarak şart koşulmaktadır [7].

Çizelge 3.13 ile çeşitli ülkelerde yönetmeliklerce, hem hava hem de darbe sesleri için tanımlanmış ses yalıtımı sınır değerleri sunulmuştur. Farklı ülkelerde sınır yalıtım değerleri için farklı beklentilerin olduğu ve göstergelerdeki dil farklılığı görülmektedir.

Çizelge 3.13 Çeşitli ülkelerde konutlar arası ses yalıtımı için belirlenen değerler [2, 3, 11]

Ülke	Hava doğuşlu sesler	Çok katlı yapılar	Sıra evler	Darbe sesleri	Çok katlı yapılar	Sıra evler
	Gösterge	(dB)	(dB)	Gösterge	(dB)	(dB)
Austurya	$D_{nT,w}$	$\geq 55$	$\geq 60$	$L'_{nT,w}$	$\leq 48$	$\leq 43$
Belçika	$D_{nT,w}$	$\geq 54$	$\geq 58$	$L'_{nT,w}$	$\leq 58$	$\leq 50$
Bulgaristan	$R'_w$	$\geq 53$	$\geq 53$	$L'_{n,w}$	$\leq 53$	$\leq 53$
Hırvatistan	$R'_w$	$\geq 52$	$\geq 52$	$L'_w$	$\leq 68$	$\leq 68$
Çek cum.	$R'_w$	$\geq 53$	$\geq 57$	$L'_{n,w}$	$\leq 55$	$\leq 48$
Danimarka	$R'_w$	$\geq 55$	$\geq 55$	$L'_{n,w}$	$\leq 53$	$\leq 53$
İngiltere ve Galler	$D_{nT,w} + C_{tr}$	$\geq 45$	$\geq 45$	$L'_{nT,w}$	$\leq 62$	-
Estonya	$R'_w$	$\geq 55$	$\geq 55$	$L'_{n,w}$	$\leq 53$	$\leq 53$
Finlandiya	$R'_w$	$\geq 55$	$\geq 55$	$L'_{n,w}$	$\leq 53$	$\leq 53$
Fransa	$D_{nT,w} + C$	$\geq 53$	$\geq 53$	$L'_{nT,w}$	$\leq 58$	$\leq 58$
Almanya	$R'_w$	$\geq 53$	$\geq 57$	$L'_{n,w}$	$\leq 53$	$\leq 48$
Yunanistan	$R'_w$	$\geq 50$	$\geq 50$	$L'_{n,w}$	$\leq 60$	$\leq 60$
Macaristan	$R'_w + C$	$\geq 51$	$\geq 56$	$L'_{n,w}$	$\leq 55$	$\leq 45$
İzlanda	$R'_w$	$\geq 55$	$\geq 55$	$L'_{n,w}$	$\leq 53$	$\leq 53$
İrlanda	$D_{nT,w}$	$\geq 53$	$\geq 53$	$L'_{nT,w}$	$\leq 62$	-
İtalya	$R'_w$	$\geq 50$	$\geq 50$	$L'_{n,w}$	$\leq 63$	$\leq 63$
Latviya	$R'_w$	$\geq 54$	$\geq 54$	$L'_{n,w}$	$\leq 54$	$\leq 54$
Litvanya	$D_{nT,w}$ veya $R'_w$	$\geq 55$	$\geq 55$	$L'_{n,w}$	$\leq 53$	$\leq 53$
Hollanda	$R'_w + C$	$\geq 52$	$\geq 52$	$L'_{nT,w} + C_l$	$\leq 54$	$\leq 54$
Norveç	$R'_w$	$\geq 55$	$\geq 55$	$L'_{n,w}$	$\leq 53$	$\leq 53$

Çizelge 3.14 Çeşitli ülkelerde konutlar arası ses yalıtımı için belirlenen değerler [2, 3, 11]  
(devamı)

Ülke	Hava doğuşlu sesler	Çok katlı yapılar	Sıra evler	Darbe sesleri	Çok katlı yapılar	Sıra evler
	Gösterge	(dB)	(dB)	Gösterge	(dB)	(dB)
Polonya	$R'_{w} + C$	$\geq 50$	$\geq 52$	$L'_{n,w}$	$\leq 58$	$\leq 53$
Portekiz	$D_{nT,w}$	$\geq 50$	$\geq 50$	$L'_{nT,w}$	$\leq 60$	$\leq 60$
Romanya	$R'_{w}$	$\geq 51$	$\geq 51$	$L'_{n,w}$	$\leq 59$	$\leq 59$
İskoçya	$D_{nT,w}$	$\geq 56$	$\geq 56$	$L'_{nT,w}$	$\leq 56$	-
Sırbistan	$R'_{w}$	$\geq 52$	$\geq 52$	$L'_{n,w}$	$\leq 68$	$\leq 68$
Slovakya	$R'_{w}$ veya $D_{nT,w}$	$\geq 53$	$\geq 57$	$L'_{n,w}$ veya $L'_{nT,w}$	$\leq 55$	$\leq 48$
Slovenya	$R'_{w}$	$\geq 52$	$\geq 52$	$L'_{n,w}$	$\leq 58$	$\leq 58$
İspanya	$D_{nT,A} \approx D_{nT,w} + C$	$\geq 50$	$\geq 50$	$L'_{nT,w}$	$\leq 65$	$\leq 65$
İsveç	$R'_{w} + C_{50-3150}$	$\geq 53$	$\geq 53$	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	$\leq 56$	$\leq 56$
İsviçre	$D_{nT,w} + C$	$\geq 52$	$\geq 55$	$L'_{nT,w} + C_i$	$\leq 53$	$\leq 50$
Amerika <sup>1</sup>	STC	Sınıf I : $\geq 55$ Sınıf II : $\geq 52$ Sınıf III: $\geq 48$		IIC	Sınıf I : $\geq 53$ Sınıf II : $\geq 50$ Sınıf III: $\geq 46$	

Aynı konut dairesine ait hacimler olsa bile, mahremiyetin önemli olduğu hacimlerin bölücülerinin en azından 35 STC ses azaltımı sağlayacak nitelikte olması önerilmektedir. [11]. Çizelge 3.14' te bazı Avrupa ülkelerinin yönetmeliklerinden referans alınarak,

<sup>1</sup> Amerika' da kullanılan Sınıf I, II, III; kalite sınıfını belirlemek için veya yapının bulunduğu bölgenin çevresel gürültü faktörüne göre sağlanması gereken minimum akustik özelliklerin tanımlayıcı olarak kullanılmaktadır. Dış gürültünün fazla olduğu kent merkezlerinde bulunan, apartman tipi konutlara Sınıf II ve III daha uygunken; banliyö alanlarında sıklıkla tercih edilen sıra ev tipinde Sınıf I ve II uygun olmaktadır.

konut birimi içinde hava doğuşlu ve darbe seslerinin yalıtımı için önerilen değerler yer almaktadır. Çizelge en üst kalite sınıfı ile başlayıp, yeni yapılar için kabul edilen en alt kalite sınıfı ile sonlanmaktadır. Buna göre standart kalite sınıfı için gereken yalıtım değerleri şart koşulmuş ise kolay sağlanabilecek düzeylerde tutulmuş ya da bir öneri olarak sunulmuştur. Çizelge 3.14' te belirtilen değerler kapı olan duvarların yalıtımında ve banyo ile bağlantılı olan suit oda arasında geçerli değildir.

Çizelge 3.15 Aynı konut birimindeki bölücülerde hava ve katı doğuşlu seslerin yalıtımı (dB) [4, 5, 6, 7] <sup>1</sup>

Ülkeler	Almanya: Sınıf III Belçika: - Hollanda:Sınıf I Litvanya: Sınıf A	Almanya: Sınıf II Belçika: EAC Hollanda: Sınıf II Litvanya: Sınıf B	Almanya: Sınıf I Belçika: NAC Hollanda: Sınıf III Litvanya: Sınıf C	İlgili Yönetmelik
Almanya <sup>2</sup>	Yatayda: $R'_w \geq 48$ Düşeyde: $R'_w \geq 55$	Yatayda: $R'_w \geq 48$ Düşeyde: $R'_w \geq 55$	Yatayda: $R'_w \geq 40$ Düşeyde: $R'_w \geq 50$	VDI 4100 (2007)
	$L'_{n,w} \leq 46$	$L'_{n,w} \leq 46$	$L'_{n,w} \leq 56$	
Belçika	-	$D_{nT,w} \geq 43$	$D_{nT,w} \geq 35$	NBN S01- 400-1 (2008)
	-	$L'_{nT,w} \leq 58$	-	
Hollanda	$D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 52$	$D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 42$	$D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 32$	NEN 1070 (1999)
	$L'_{nT,w} + C_{1,100-2500} \leq 53$	$L'_{nT,w} + C_{1,100-2500} \leq 63$	$L'_{nT,w} + C_{1,100-2500} \leq 73$	
Litvanya <sup>3, 4</sup>	$R'_w + C_{50-3150} \geq 48$ $D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 48$	$R'_w + C_{50-3150} \geq 44$ $D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 44$	$R'_w$ veya $D_{nT,w} \geq 41$	STR 2.01.07 (2003)
	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 53$	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 58$	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ veya $L'_{n,w} \leq 60$	

<sup>1</sup> Tabloda her ülke yönetmeliğine ait ilk satırlar hava doğuşlu seslerin yalıtımını; taralı olarak gösterilen, ikinci satırlar ise darbe seslerinin yalıtımını ifade etmektedir.

<sup>2</sup> Almanya yönetmeliğinde çok katlı konut yapıları ile teras evlerin yalıtım gereksinimleri farklı olarak belirtilmiştir. Tablodaki değerler çok katlı konut yapıları için istenen yalıtım değerleridir.

<sup>3</sup> Litvanya yönetmeliğinde yatak odası sayısının ikiden fazla olduğu durumlarda C sınıfı için 41dB istenmektedir. C sınıfında C50-3150 terimi önerilmekte ancak şart koşulmamaktadır. Kullanılması durumunda ise  $R'_w + C_{50-3150}$  veya  $D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 39$  dB sınır kabul edilir.

<sup>4</sup> Litvanya yönetmeliğinde yatak odası sayısının ikiden fazla olduğu durumlarda C sınıfı için 60dB istenmektedir. C sınıfında C50-3150 terimi önerilmekte ancak şart koşulmamaktadır.

Gösterge, frekans aralığı ve sınır yalıtım değerleri konusunda ülkelerde dil birliğinin olması için, Türkiye' nin de dahil olduğu EU COST TU 0901 projesi gerçekleştirilmiştir. Güncel önerilerin bulunduğu bu proje ile önerilen yalıtım değerleri Çizelge 3.15' te yer almaktadır. Yapı elemanlarının düşük frekanslardaki performanslarının incelenebileceği göstergeler önerilmekle beraber, günümüze kadar yaygın olarak kullanılması nedeniyle  $D_{nT,100} = D_{nT,w}+C$  ve  $L'_{nT,100} = L'_{nT,w}+C_i$  göstergelerinin de kullanıma uygun olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 3.16 Konutlar arasındaki ve konut dairesi ile çok gürültülü kullanım alanları arasındaki yapı içi bölücülerde gürültü denetimi [2]

Tanım ve Gösterge	A-Sınıfı	B-Sınıfı	C-Sınıfı	D-Sınıfı	E-Sınıfı	F-Sınıfı
Konut ile çok gürültülü alan arasında hava doğuşlu ses yalıtımı değerleri; $D_{nT,50}(dB)$ <sup>1</sup>	≥ 68	≥ 64	≥ 60	≥ 56	≥ 52	≥ 48
Konutlar arasında hava doğuşlu ses yalıtımı değerleri; $D_{nT,50}(dB)$	≥ 62	≥ 58	≥ 54	≥ 50	≥ 46	≥ 42
Konut ile çok gürültülü alan arasında darbe sesi yalıtımı değerleri; $L'_{nT,50}(dB)$ <sup>1</sup>	≤ 38	≤ 42	≤ 46	≤ 50	≤ 54	≤ 58
Konutlar arasında darbe sesi yalıtımı değerleri; $L'_{nT,50}(dB)$	≤ 44	≤ 48	≤ 52	≤ 56	≤ 60	≤ 64

<sup>1</sup> Ticari birimler, teknik hacimler, sinema sistemlerinin bulunduğu hacimler vb. hacimler çok gürültülü alanlar olarak ifade edilmektedir.



COST projesinde akustik kalite sınıfları, sağladıkları konfor koşullarına göre belirlenmiştir (Çizelge 3.16). Ancak katılan ülkelerin yönetmeliklerinde şart koşulmak üzere, hangi sınıfın en alt kalite sınıfı olarak kullanılacağına dair bir yaptırım bulunmamaktadır. Bununla birlikte; yeni yapılacak konut yapıları için C kalite sınıfı, mevcut yapıların iyileştirilmesi için de D kalite sınıfının sınır kabul edilmesi önerilmektedir [2].

Çizelge 3.17 COST Projesi' nde belirtilen sınıfların kalite açısından değerlendirilmesi [2]

Kalite sınıfları	Farklı sınıfların kalite açısından değerlendirilmesinde genel tanımlamalar	Ses yalıtımının zayıf olarak nitelendirilme oranı
A Sınıfı	Gürültüye karşı yüksek yalıtımla sağlanan sessiz bir ortam	5% 'ten az
B Sınıfı	Normal koşullarda kullanıcı davranışında sınırlama olmaksızın iyi bir koruma	5% civarı
C Sınıfı	Kullanıcıların normal davranışı karşısında dayanılmaz rahatsızlık	10% civarı
D Sınıfı	Kullanıcının komşusunu düşünmesine rağmen, gürültüden sürekli rahatsızlık	20% civarı
E Sınıfı	Komşu mekan seslerine karşı herhangi bir koruma önlemi alınmamış	35% civarı
F Sınıfı	Komşuluk ilişkilerinde doğal seslere karşı koruma önlemi yapılmamış	50% veya daha fazlası

2013 yılında tamamlanan ve raporu yayınlanan COST projesi, pek çok ülkenin ses yalıtımı yönetmeliği oluşturması ve geliştirmesinde yararlanabileceği, güncel bir çalışmadır. Ayrıca bu projede ele alınan göstergeler, frekans aralığı ve adaptasyon terimleri kullanılarak; son dönemlerde yapılan akademik araştırmalarda geleceğe yönelik, daha geliştirilmiş değerler de önerilmektedir. Örneğin Rasmussen' e göre, günümüzde hava doğuşlu ses yalıtımı için  $D_{nT,w} + C_{50-3150} = 55$  dB ve darbe sesi yalıtımı için  $L_{nT,w} + C_{1,50-2500} = 50$  dB sınır değerleri yasal zorunluluk olarak şart koşulabilir. Ancak bu değerler rahatsızlık değerlendirmesinde "normal" algısı olan kullanıcılar ve gürültü açısından "normal" davranış sergileyen komşular olması durumunda kabul edilebilecek

en düşük akustik konforu tanımlamaktadır. Artan akustik konfor ihtiyaçlarını uzun vadede de karşılayabilecek veya daha gelişmiş bir akustik konfor hedeflenirse;  $D_{nT,w} + C_{50-3150} = 60$  dB ve  $L_{nT,w} + C_{1,50-2500} = 45$  dB değerleri sağlanmalıdır [14].

Benzer bir çalışma da Çizelge 3.17' de görülmektedir. Saint Gobain Isover Firması ile Avusturya'da Viyana Üniversitesi' nin ortak girişimi olan bir projenin sonucunda, akustik konfor için önerilen yalıtım değerleri verilmiştir [8]. Bir konut içindeki farklı aktivite tiplerinin algılanma düzeylerinin değerlendirildiği çalışmada, sonuçlar hava ve darbe sesleri için sınıflandırma yapılarak sunulmuştur.

Çizelge 3.18 Saint Gobain Isover tarafından önerilen ses yalıtımı sınıflandırması [8]

Sınıflar	Müzik	Konfor	Geliştirilmiş <sup>1</sup>	Standart
Konut birimleri arasında hava doğuşlu ses yalıtımı; $D_{nT,w} + C$ (dB)	$\geq 68$ ( $C_{50-3150}$ )	$\geq 63$	$\geq 58$	$\geq 54$
Aynı konut birimi hacimleri arasında hava doğuşlu ses yalıtımı (kapı olmadığı durumda); $D_{nT,w} + C$ (dB)	$\geq 48$	$\geq 48$	$\geq 45$	$\geq 40^{**}$
Konut birimleri arasında darbe doğuşlu ses yalıtımı; $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$ (dB) <sup>2</sup>	$\leq 40$	$\leq 40$	$\leq 45$	$\leq 50$
Aynı konut birimi hacimleri arasında darbe doğuşlu ses yalıtımı; $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$ (dB) <sup>3</sup>	$\leq 45$	$\leq 45$	$\leq 50$	$\leq 55$

<sup>1</sup> Teras evler için minimum gereksinimdir.

<sup>2</sup> Eğer talep edilirse uygulanabilir.

<sup>3</sup> Uygulama sonrası ölçümlerde hata payı düşünülerek, değerlerin 2 dB tolerans payı ile ele alınması önerilir.

### **3.3.2 Konut Yapı Elemanı Seçiminde ve Uygulamasında Gürültü Denetimi**

Yapılardaki gürültüye sebep olan, yapı dışından ya da içinden kaynaklanan hava doğuşlu sesler ve darbe sesleri, dolaylı ve dolaysız iletimler ile hacimlere ulaşmaktadır. Bu bölümde, hava doğuşlu gürültü ve darbe gürültüsü için sesin dolaysız yoldan iletiildiği yapı bölücülerinin ses yalıtım özelliklerine ve sızıntı yoluyla veya dolaylı ses geçişlerini denetleyecek uygulama önerilerine yer verilmiştir.

Konut yapılarında gürültü denetiminin sağlanabilmesinde yerleşim alanı planlaması, bina yönelim ve formunun planlanması, uygun hacim dağılımı kararları ile birlikte uygun yapı elemanlarının seçimi ve doğru şekilde uygulanması da önem taşımaktadır. Bunun için yapı bölücüsünün sağlaması gereken ses geçirmezlik değeri belirlendikten sonra, seçilen yapı malzemesinin özelliklerine uygun olan uygulama detay kararları verilmeli ve uygulayacaklar için anlaşılır şekilde ifade edilmelidir. Bu şekilde pratik ve ekonomik sonuçlar sağlanabilmektedir.

Malzemelerin laboratuvar ortamında ölçülen ses geçirmezlikleri, yapılardaki uygulama sonrası ölçümlerle farklılık göstermektedir. Bu farklılıkların nedenleri; yapısal özellikleri, yüzey alanı, birleşim detayları, işçilik vb. ile açıklanmaktadır. Önlem olarak, seçilen malzeme 5- 10 dB tolerans sağlayacak şekilde seçilmeli ve uygun detay çözümü seçilip, iyi bir işçilikle uygulanmalıdır.

#### **3.3.2.1 Yapı Elemanlarının Gruplandırılması**

Yapıdaki konumları açısından yapı elemanlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür [20].

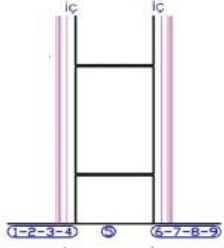
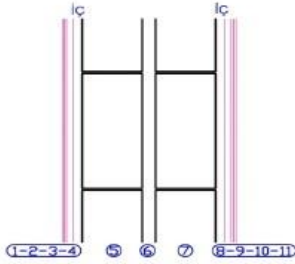
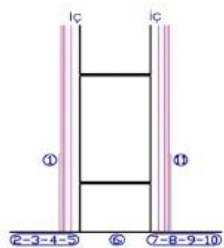
a. Dış yapı elemanları:

- Çatı
- Dış duvar
- Pencere
- Kapı

b. İç yapı elemanları:

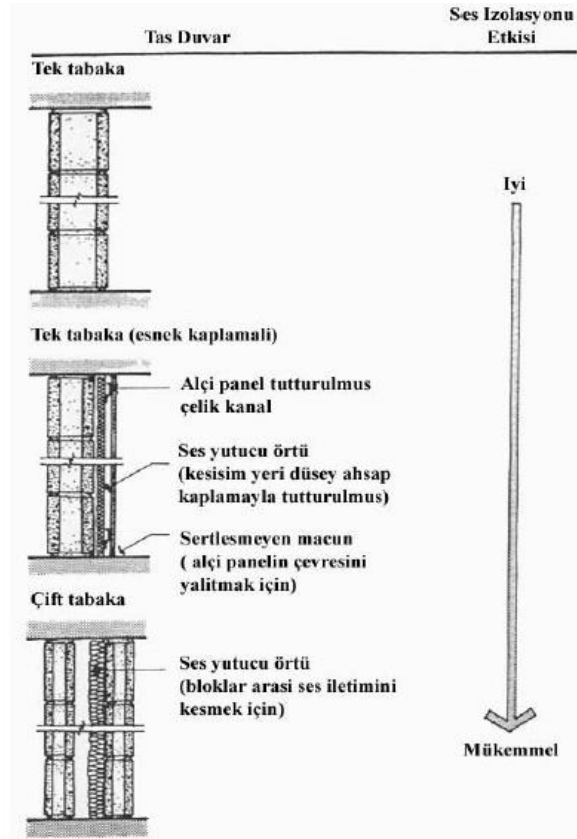
- Döşeme
- İç duvar
- Hareketli bölme
- Asma tavan
- Camlı bölme
- Kapı

Yapı elemanları yapısal parametreler göz önüne alındığında; fiziksel özelliklerine, katman sayılarına, varsa boşluk genişliklerine göre de gruplandırılabilir. Yapı elemanlarının ses geçirmezlik değerleri ele alındığında ise, tek tabakalı ve çok tabakalı olarak gruplanabileceği gibi duvar, kapı, pencere gibi çoklu bileşenlerden oluşan kompozit elemanlar olarak da ele alınabilmektedir. Yapı elemanlarından sesin yayılması ile ilgili hesaplarda, elemanların katmanlılık durumları ve bileşen sayısı da etkili olmaktadır.

<p><b>Tek tabakalı tuğla duvar</b></p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1_Plastik boya</li> <li>2_Saten alçı siva (1 mm)</li> <li>3_Alçı siva (15 mm)</li> <li>4_Kaba siva (20 mm)</li> <li>5_Tuğla duvar (190 mm)</li> <li>6_Kaba siva (20 mm)</li> <li>7_Alçı siva (15 mm)</li> <li>8_Saten alçı siva (1 mm)</li> <li>9_Plastik boya</li> </ol>
<p><b>Çok tabakalı tuğla duvar</b></p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1_Plastik boya</li> <li>2_Saten alçı (1 mm)</li> <li>3_Alçı siva (15 mm)</li> <li>4_Kaba siva (20 mm)</li> <li>5_Tuğla duvar (135 mm)</li> <li>6_Boşluk (30 mm)</li> <li>7_Tuğla duvar (135 mm)</li> <li>8_Kaba siva (20 mm)</li> <li>9_Alçı siva (15 mm)</li> <li>10_Saten alçı (1 mm)</li> <li>11_Plastik boya</li> </ol>
<p><b>Kaplamalı tuğla duvar</b></p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1_Darbe emici pano (h&lt;2000 mm)</li> <li>2_Su bazlı saten boya</li> <li>3_Saten alçı siva (1 mm)</li> <li>4_Alçı siva (15 mm)</li> <li>5_Kaba siva (20 mm)</li> <li>6_Tuğla duvar (100 mm)</li> <li>7_Kaba siva (20 mm)</li> <li>8_Alçı siva (15 mm)</li> <li>9_Saten alçı siva (1 mm)</li> <li>10_Su bazlı saten boya</li> <li>11_Darbe emici pano (h&lt;2000 mm)</li> </ol>

Şekil 3.9 Tuğla duvar tiplerinde katmanlaşma örnekleri [33].

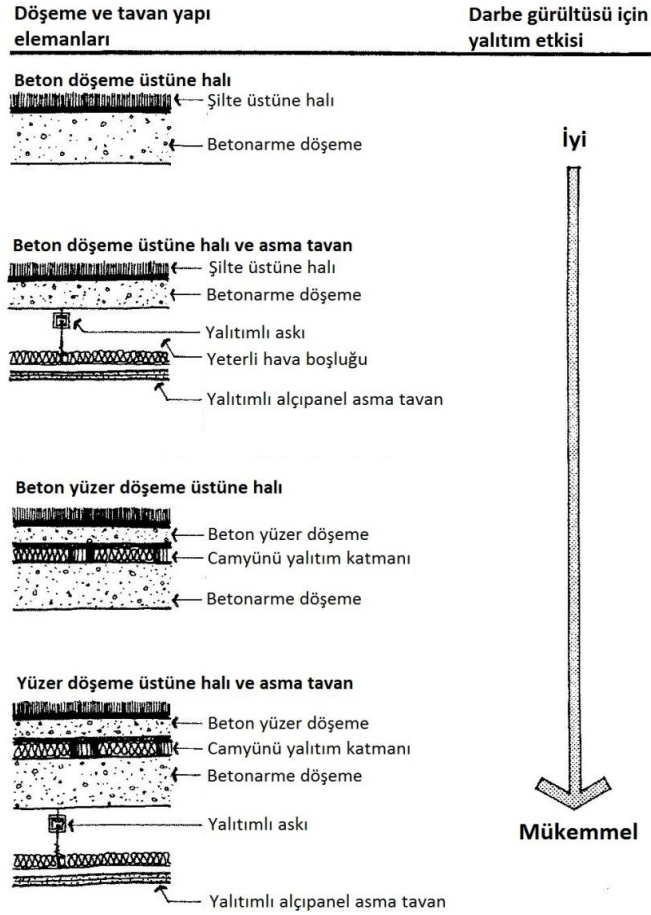
Şekil 3.9' da tuğla gövdeli duvarlar için farklı katman tiplerine örnekler verilmiştir. Şekil 3.10' da tuğla duvar elemanları için, Şekil 3.11' de ise döşeme ve tavan elemanları için ses geçiş kaybının iyileştirilmesine örnekler gösterilmektedir. Tek tabakalı duvar elemanları genel olarak incelendiğinde, düşük frekanslarda malzemenin sertliği etkilidir. Frekans yükselip rezonans bölgesine girdiğinde ise ses geçiş kaybını malzemenin sönümlemesi etkiler. Orta frekans bölgesinde ise ses geçiş kaybı malzemenin kütlesine bağlıdır. İdeal olarak, çok tabakalı kesitler birbirine bağlı olmamalıdır. Şayet bir şekilde, yapı elemanları, birbirlerinden bütünüyle bağımsız olacak şekilde birleştirilebilecek olsalardı, bu sistemin ses geçiş kaybı, her tabakanın ses geçiş kayıpları toplamına eşit olacaktı. Ancak gerçek bir yapı sisteminde bu tam anlamıyla mümkün değildir. Çünkü strüktürel açıdan bağımsız olsalar da, iki tabaka birbirine, altta ve üstte, döşeme ve tavan ile bağlıdır. Ayrıca, iki tabakayı içten birbirine bağlayan elemanlar da mevcuttur. O halde genel kural olarak çift tabakalı yapı bileşenlerinin hava doğuşlu ses yalıtımı bakımından yeterli olabilmesi için rezonans frekansının mümkün olduğu kadar düşük olması gerekir. Ebat ve yoğunluklarda, farklı rezonans frekansları olan malzemeleri bir araya getiren katmanlaşmaların başarısı artabilmektedir. Ancak bunun için kabukların ağırlığının yeterli olması ve aradaki hava tabakası derinliğinin rezonans çukurunu düşük frekanslara çekebilecek şekilde, makul oranlarda arttırılması gerekmektedir [34].



Şekil 3.10 Duvar elemanlarında ses geçiş kaybının iyileştirilmesi [10]

İyileştirilmiş bir çözüm için, duvar boşluğuna fiberglas ya da açık gözenekli plastik köpük gibi gözenekli bir ses yutucu malzeme koymak gerekir. Fiberglas, boşluğun eni ve boyunu kaplayacak şekilde konulmalıdır. Boşluk tamamen yalıtım malzemesi ile kapatılacaksa, malzemenin çok yumuşak ve esnek olması gerekmektedir. Örneğin düşük yoğunluklu cam yünü kullanıldığında ( $< 11 \text{ kg / m}^2$ ), hava boşluğunun tamamen kapatılması en iyi çözümdür. Ancak mineral yünü kullanıldığında ( $> 11 \text{ kg / m}^2$ ), hava boşluğu tamamen doldurulmamalıdır, çünkü sert malzeme ses köprüsü olarak sesi boşluğa iletir.

Sonuç olarak çok katmanlı duvar elemanlarında; katmanların farklı yüzey ağırlıkları olmasına, daha iyileştirilmiş çözüm için boşluğun ses emici malzeme içermesine, duvar katmanları arasında ses köprüsü olmamasına dikkat edilmelidir. Eğer duvarları birbirlerine bağlamak gerekiyorsa direnç uyumsuzluğu sağlanmalıdır. Bunun için ağır panellerle hafif bağlar, hafif panellerle ağır bağlar kullanılması ile mümkün olabilir [34].

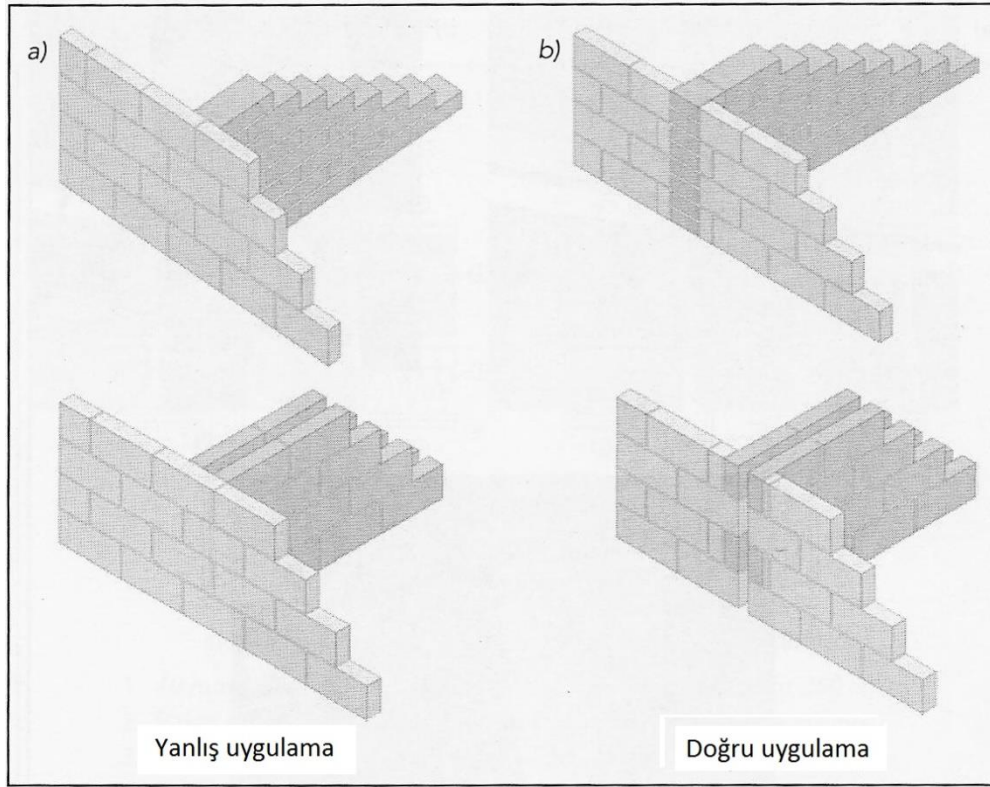


Şekil 3.11 Döşeme ve tavan elemanlarında ses geçiş kaybının iyileştirilmesi [10]

Uygulama aşamasında ise yapı elemanlarının tüm bu özelliklerinin yanında bağlantı tipleri ve yüzey alanları da önemli hale gelmektedir. Bu durumda bileşenlerin yüzey alanı oranları ve bağlantı detayları ile ilgili kararları, gürültü denetimine uygun şekilde almak gerekmektedir.

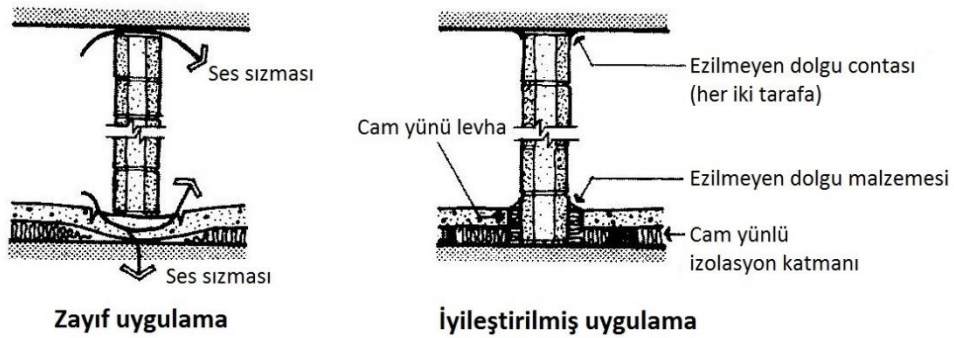
### 3.3.2.2 Yapı Elemanlarının Birleşim Detaylarında Gürültü Denetimi

Şekil 3.12' de yığma duvarların birleşim detaylarına örnekler verilmiştir. Üstteki örneklerde iç duvar tek katmanlı, alttaki örneklerde ise çift katmanlıdır. a seçeneğinde yetersiz/ yanlış uygulamalar örneklendirilirken, b seçeneğinde iyileştirilmiş örnekler sunulmuştur. a seçeneğindeki uygulamalarda komşu hacimden kaynaklanan ses, cephe duvarından iletilerek diğer hacme ulaşmakta ve performansın 8 ile 10 dB arası düşmesine neden olmaktadır. İyileştirilmiş örneklerin bulunduğu b seçeneğinde ise dış duvar bölüntüye uğratarak ses iletim yolu kesilmiştir.



Şekil 3.12 Yiğma duvarlar için iç duvar ile dış duvar birleşim detayları [2]

Döşeme ile duvar birleşimlerinde akustik köprüleri önleyen çözümler daha iyi sonuç vermektedir. Şekil 3.13' te yiğma duvar ile döşeme ve tavan birleşimleri için, zayıf uygulama ve yüzer döşeme ile iyileştirilmiş uygulama örneklendirilmiştir. İyileştirilmiş uygulamada yüzer döşeme katmanı, yalıtım şilteleri ve esnek bağlantılar kullanılarak taban döşemesinden akustik köprü oluşturmayacak şekilde, tamamen ayrılmıştır.

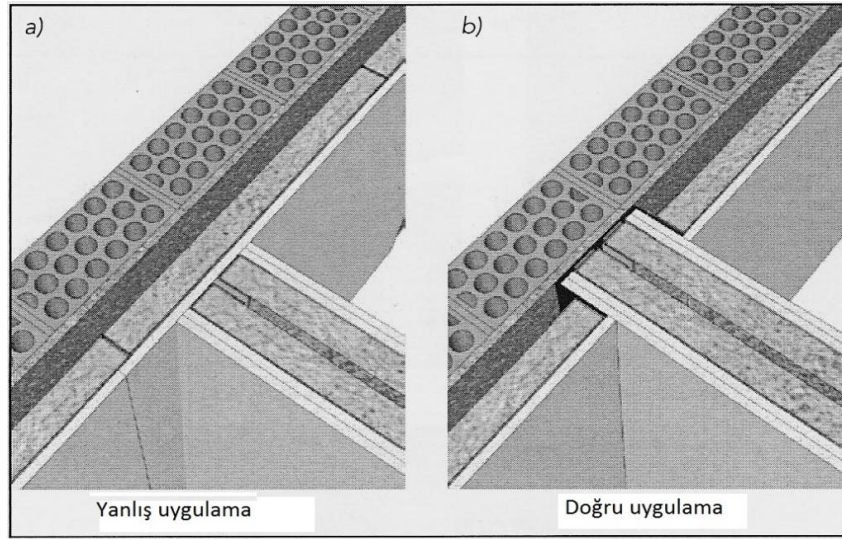


Şekil 3.13 Yiğma duvar ile döşeme ve tavan birleşim detayları [10]

Yiğma duvarlar gibi hafif duvar elemanları kullanıldığında da strüktür üzerinden ses iletimini engellemek için, strüktürü kesintiye uğratmak ve temas eden kısımlarda esnek

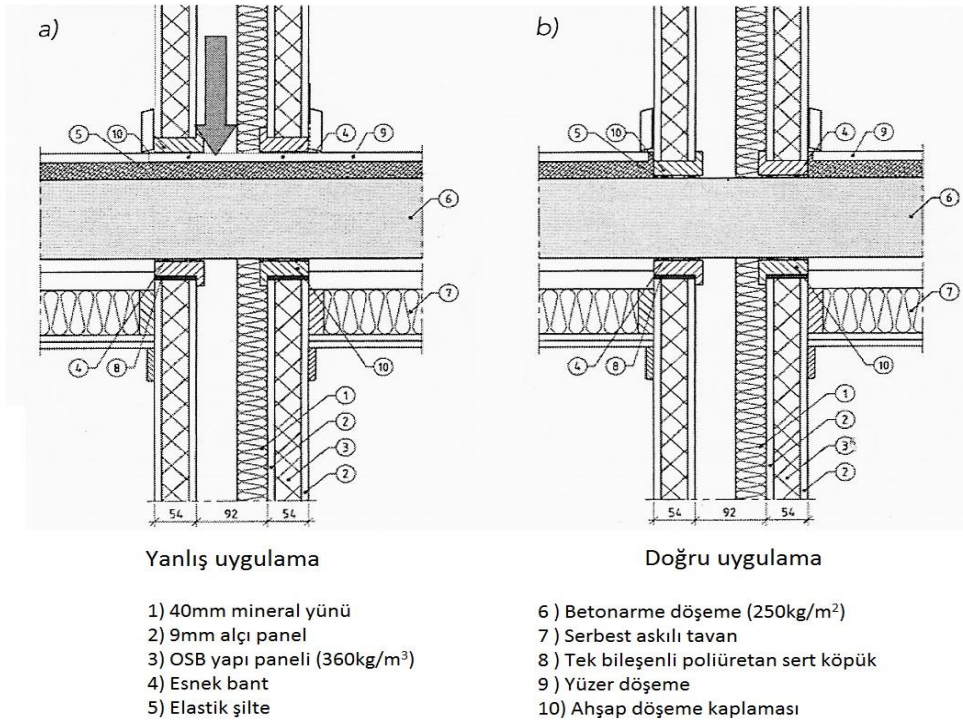


bağlantı elemanları kullanarak akustik köprüleri önlemek daha iyi sonuç vermektedir (Şekil 3.14).



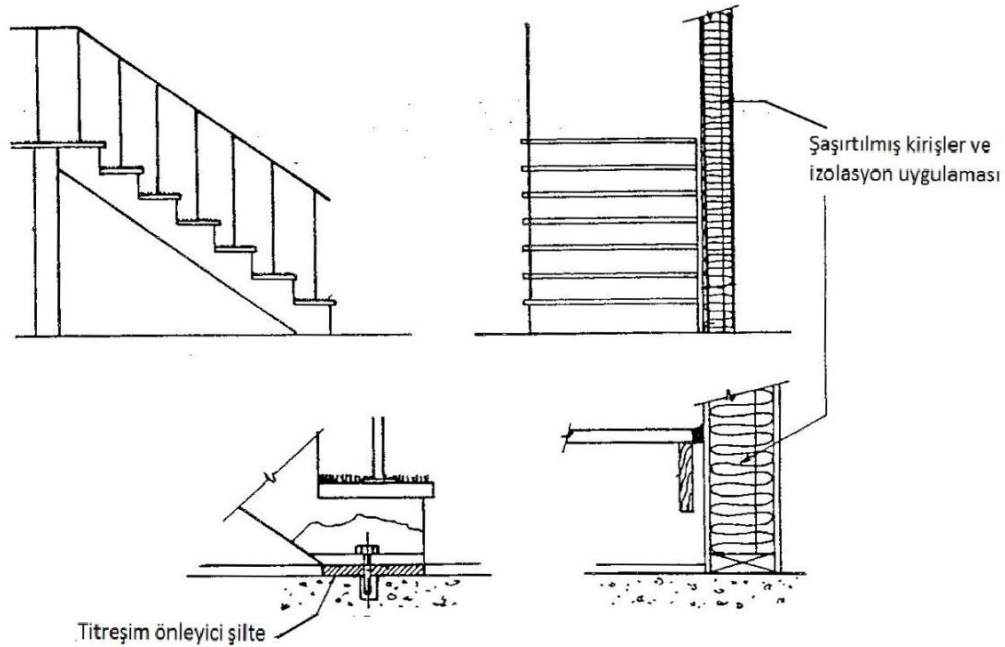
Şekil 3.14 Hafif çelik duvarlar için iç duvar ile dış duvar birleşim detayları [2]

Hafif duvar elemanları kullanıldığında da, duvar ile döşeme veya tavan birleşim yerlerinin akustik köprü oluşturmayacak şekilde birbirinden koparılması daha uygundur. Bu nedenle hem hava hem de darbe doğuşlu gürültülerin denetimi açısından yüzer döşeme kullanmak olumlu sonuç vermektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Hafif çelik duvar ile döşeme ve tavan birleşim detayları [2]

Şekil 3.16 ile merdivenler için gürültü denetimi sağlayan örnekler sunulmaktadır. Örneklerde merdiven ile duvar arasında boşluk bırakılması, boşluğun ses yalıtımı sağlayan bir malzeme ile doldurulması, aradaki profiller ile bağlantılarda esnek bağlantıların kullanılması ve merdivenin döşemeye oturduğu yüzeyde titreşimi önleyici malzemeler kullanılması vurgulanmıştır. Bunların yanında; merdiven basışlarını halı veya keçe gibi malzemelerle kaplamak, korkuluk ve küpeşterleri strüktüre esnek bağlantılarla bağlamak gürültü denetimi açısından daha iyi çözümler sağlamaktadır. Kısacası, merdiven ve yardımcı elemanlarını strüktürden kopararak, ses iletimini ve titreşimi önlemek gerekmektedir.

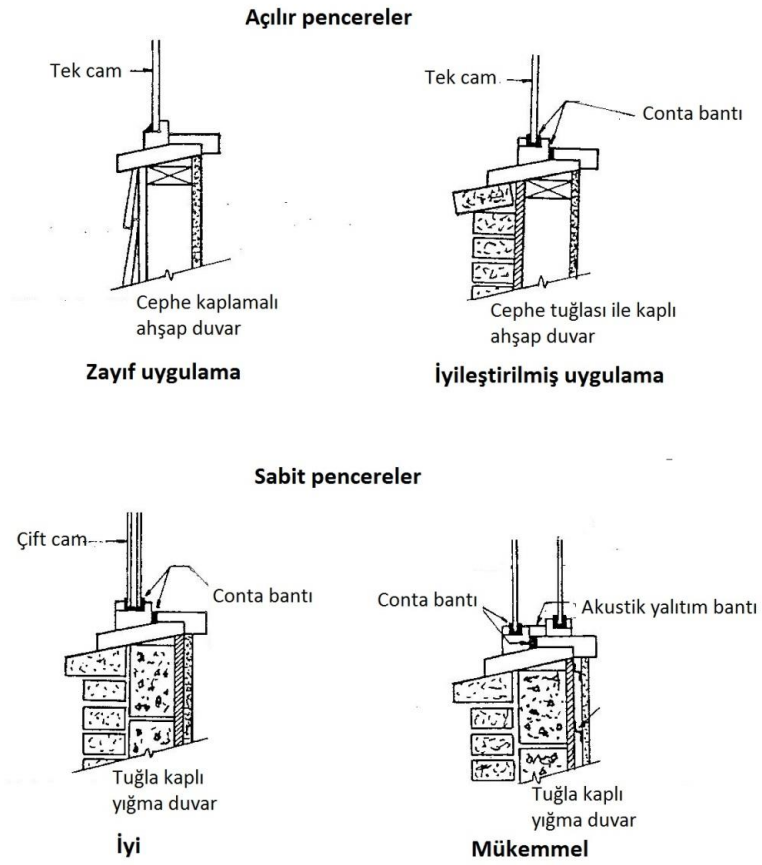


Şekil 3.16 Merdivenlerde iyileştirilmiş birleşim detayları [11]

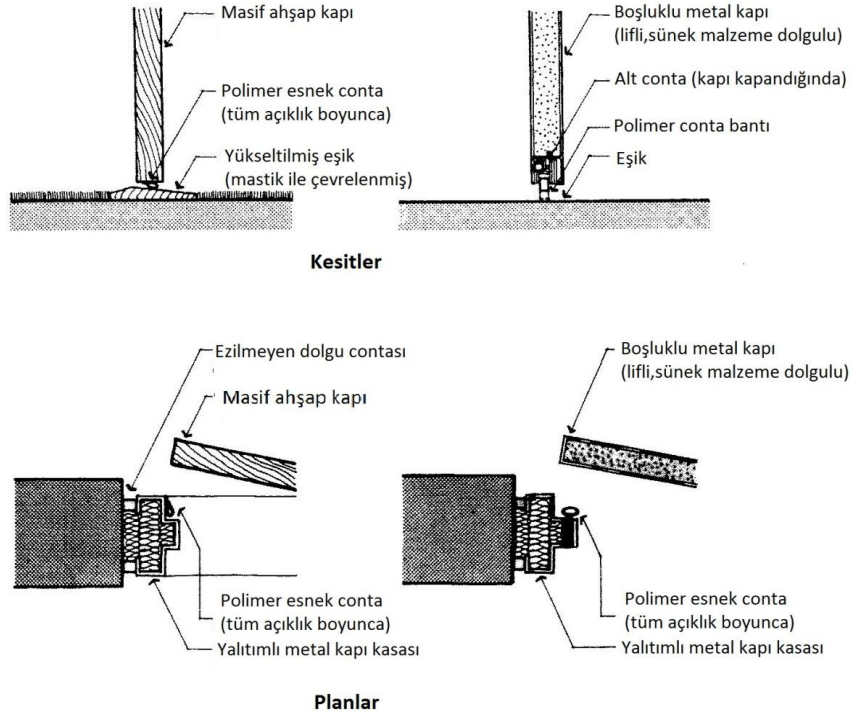
Pencereler, ses geçirmezliği açısından zayıf olan elemanlar olup; kompozit yapı elemanlarında ses yalıtım performansını düşüren kısımlardır. Cam yüzeyler ince olmaları sebebiyle, diğer yapı elemanlarına kıyasla, daha yüksek frekanslarda rezonansa girebilmektedir. Bunun yanında doğramalarda yeterli ses yalıtımı sağlanmadığında ve birleşim yerlerinde ses sızıntılarına karşı önlemler alınmadığında, hacimde akustik konforun sağlanması zorlaşmaktadır. Özellikle açılan pencerelerin gürültü denetimi daha zor sağlanmaktadır. Açılan pencereler kapalıyken bile; esnek

malzemelerde, açılmadan kaynaklanan deformasyonlar görülmekte ve ses sızması daha yüksek oranlara ulaşmaktadır.

Şekil 3.17' de hem açılır hem de sabit pencereler için uygulama detayları gösterilmektedir. Örneklere bakıldığında çift cam uygulamasında, cam- doğrama arası ve doğrama- denizlik arasında esnek bağlantı kullanımının daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Ayrıca dış duvarın da daha ağır bir kaplama malzemesi ile desteklenmesi gürültü denetimini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır.



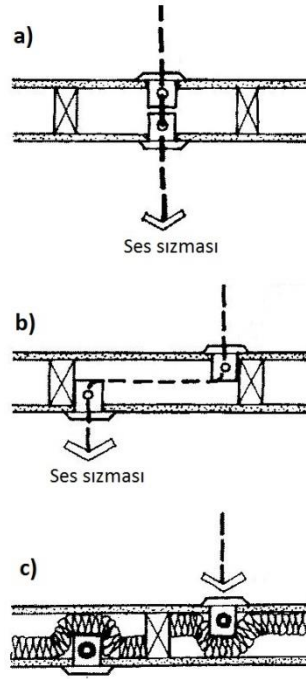
Şekil 3.17 Pencerelerde iyileştirilmiş birleşim detayları [11]



Şekil 3.18 Kapılarda iyileştirilmiş birleşim detayları [10].

Kapıların akustik performansını arttırmak için üzerinde menfez bulunmayan kapıların kullanılması, dolu ahşap kapıların ya da boşluğunda lifli yalıtım malzemesi ile doldurulmuş kapıların kullanılması, duvar ile kasa bağlantısında boşluk kalmayacak şekilde esnek malzemeler ile dolgu yapılması uygun olmaktadır. Ayrıca kapının kanadı kapalı iken hem pervaz ile arasına, hem de eşik hizasına ses sızmasını önleyecek şekilde conta bantları konulmalıdır. Esnek bağlantılar ile çevrili yükseltilmiş eşikler daha iyi sonuç vermekle beraber, kullanım amacına göre hemzemin eşikler de yeterli önlemler alınarak tercih edilebilmektedir. Kapı çözümleri için gürültü denetimi açısından önlemler alınmış örnekler Şekil 3.18 ile gösterilmiştir.

Şekil 3.19' da elektrik prizlerinin üç farklı uygulaması ve sonuçları gösterilmiştir. a seçeneğinde prizler sırt sırta, b seçeneğinde ise çapraz olarak konumlanmıştır ve her iki seçenekte de komşu hacimden ses iletiminin engellenemediği görülmektedir. c seçeneğinde ise çapraz kurgulanan prizlerin arası 60 santimetreden fazla açılmış, boşluk lifli yalıtım malzemesi ile doldurulmuş ve esnek bağlantılar ile monte edilmiş profil yardımıyla ses iletimi engellenmiştir.



Şekil 3.19 Elektrik prizlerinde iyileştirilmiş birleşim detayları [10]

### 3.3.2.3 Uygulama Aşamasındaki Doğru ve Yanlışlar

Yapı elemanlarının uygulanması sırasında, hava doğuşlu gürültünün yalıtımı için laboratuvar sonuçlarından daha düşük akustik yalıtım sonuçları gözlenmektedir. Bunun başlıca nedenleri işçilikten kaynaklı olarak ,birleşim noktalarındaki hatalar ya da yanlış malzeme kullanımlarıdır. Ayrıca kullanım sırasında malzemelerin yıpranma durumları ile beraber akustik kalite de düşmektedir. Aşağıda Avrupa ülkelerinde sıkça gözlenen uygulama hataları belirtilmektedir [2].

- Örme duvarların düşey derzlerinde harcın yetersiz uygulanması.
- Projede belirlenenden daha az sıva tabakası uygulanması.
- Duvarlarda boşluk ya da çatlakların bulunması (akustik sızıntı).
- Boşluklu duvarların boşluğunda yalıtım malzemesinin süreksiz uygulanması.
- Boşluklu duvarların yalıtımlı boşluğunda boru, baca geçmesi nedeniyle yalıtım malzemesinin kesintiye uğraması; bu ekipmanları çevreleyen harç benzeri dolgu maddelerinin uygun şekilde yapılmaması sonucu akustik köprülerin oluşması.

- Boşluklu duvarlarda katmanların iç boşluğa bakan yüzeyleri için projede sıva uygulaması gösterilmesine rağmen, yapım aşamasında uygulanmaması.
- Esnek bağlantı için seçilen elastik malzemenin hatalı montajı.
- Duvar elemanı için ağır bir malzeme seçilmiş ise, duvar ile döşeme altına bu ağırlığı kaldıramayacak, ağırlık altında ezilerek yapısı bozulacak bir esnek malzeme kullanılması.
- Projede belirtilenin aksine duvar katmanları arasında sabit bağlantı yapılması ile akustik köprü oluşumu.
- Proje aşamasında dinamik sertlik de göz önüne alınarak belirlenmiş bölücü duvarların bağlantılarının hatalı uygulanması.
- Pencere, kapı kullanımlarında bağlantı yerlerinde sünek yalıtım malzemeleri yerine sert yalıtım malzemelerinin kullanılması
- Boşluklu duvar uygulamalarında boşluğun temiz bırakılmaması, alt kısımda harç birikmesi nedeniyle akustik köprü oluşması.
- Ahşap bölücü duvarlar, arada yalıtım için yeterli boşluğu bırakacak şekilde, birbirine sırt sırta çizilmiş olabilmektedir. Önlemleri alınmış bu proje kararının yeterince anlaşılabilmesi nedeniyle uygulamada dikmelerin şaşırtılması.
- Neme karşı önlem alınmamış, su geçirmez membranlar ile desteklenmemiş ahşap yapılarda üst katmanların eğilerek deforme olması sonucu boşluk derinliklerinin değişmesi.

Bunlarla beraber, ısı yalıtımının ses yalıtımına da katkı sağlayacağı önyargısı ile yapılan uygulamalar da akustik performansı düşürmektedir. Isı yalıtımı sağlayan malzemeler son yıllarda daha çok rijit yapıdaki malzemelerden seçilmektedir. Ses geçirmezliği söz konusu olduğunda yalıtım malzemesinin lifli ve sünek yapıda olması daha iyi sonuçlar vermektedir [2].

Darbe gürültüsü yalıtımı için özellikle yüzer döşeme uygulamalarında, işçilikten kaynaklanan hatalara daha çok dikkat edilmelidir. Yüzer döşemenin duvar, cephe ve

taban döşemesinden tamamen koparılmış olarak uygulanması gerekmektedir. Aşağıda darbe gürültüsü konusunda sık rastlanan uygulama hataları listelenmiştir [2, 10, 11].

- Döşeme ile doğrudan temas eden süpürgelik uygulaması.
- Duvar ile temas eden döşeme karoları.
- Duvar ile döşemeyi ayıran esnek bantın hatalı uygulanması, tüm çevreyi saramaması, köşelerde açıklıkların kalması ve bu bölgede harç tabakasının neden olduğu akustik köprü.
- Kaplama karoları arasında ya da yüzer şap ile Fransız balkonun eşik mermeri arasındaki rijit bağlantılar.
- Yüzer şap ile oda kapıları arasında yeterli yapı boşluğunun bırakılmaması.
- Döşemelerdeki ses yutucu malzemelerin altında bulunan katmanın yapım aşamasında iyi temizlenmemesi, tuğla ve metal parçalarının kalması ya da bu kısımdan kablo geçmesi.
- Ses yutucu malzemelerde yarıklar bulunması ve şapın bu yarıklardan geçerek akustik köprü oluşturması.
- Ses yutucu malzemenin altında uygun şekilde yerleştirilmemiş boruların bulunması.
- Kalorifer borularının yetersiz veya hatalı yalıtımı.
- Tavan uygulamalarında esnek bağlantıların hatalı uygulanması.
- Ahşap yüzer döşemelerde ahşap kirişlerin hatalı yerleştirilmesi.
- Ahşap yüzer döşemelerde, duvar elemanı ile veya süpürgelik ile yüzer döşeme arasında hatalı bağlantı malzemelerinin kullanılması.

Ayrıca yer karoları, duvar fayansları ve pek çok boru bulunması nedeniyle banyolar uygulama hatalarının en çok görüldüğü hacimlerdir.

Cephelerde gürültü denetimi daha çok pencerelerin konumlarına ve doğrama yapılarına bağlıdır. Bunun yanında, panjur ile kutusunun malzemesi ve tipi de önemlidir. Cephelerde uygulamadan kaynaklı hatalar aşağıdaki gibi sıralanabilir [2, 11].

- Kapı ve pencerelerin ayarları yapılmamış olabilir.
- Dış duvar ile panjur arasında fırça fitili kullanılmaması ve açıklığın fazla olması.
- Özellikle duvar içine gömülü olan panjur kutularında, kutunun iç kısmının ses yutucu malzeme ile desteklenmemiş olması.
- Panjur kutusunun duvara uygun şekilde monte edilmemesi, arada boşluklar kalması.
- Pencerelerde açılır kanat doğraması ile sabit doğrama arasındaki birleşim yerinde sızıntı yapan kısımların bulunması.
- Pencere doğramalarının içinde yeterli yalıtım malzemesinin bulunmaması.
- Cam ile doğrama birleşim yerlerinde sızdırmaların olması.



### KURGUSAL BİR KONUT YAPISI ÜZERİNDEN UYGUN YAPI ELEMANLARI KOMBİNASYONLARININ ÖRNEKLENDİRİLMESİ

#### 4.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Türkiye' de, yapı elemanlarının sağlaması gereken ses yalıtımı değerlerine ilişkin yönetmelik bulunmamakta ancak, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, bu konuda ilgili kişi, kurum ve kuruluşların da görüşlerine başvurularak bir yönetmelik çalışması sürdürülmektedir. 3. bölümde konu üzerine literatür araştırması yapıldıktan sonra, bu çalışma ile ülkemizde de uygulanabilecek ses yalıtımı değerleri önerilmektedir. Çalışmadaki amaç; gereken ses yalıtımı özelliklerini sağlayabilecek yapı elemanı kombinasyonlarına örnekler oluşturmak ve tüm ses iletim yollarının dikkate alındığı, yapının tamamının değerlendirildiği hesap yöntemlerinin daha gerçekçi sonuçlar sağlayacağına dikkat çekmektir.

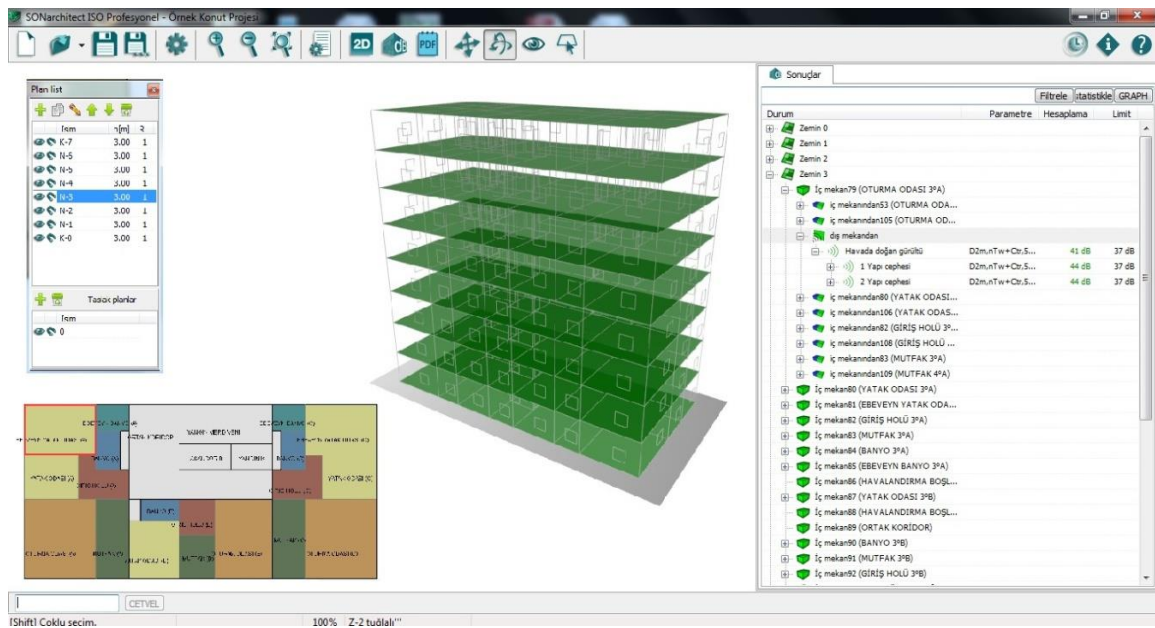
Çalışma kapsamında, yapı cephesi için dışarıdan etki eden hava doğuşlu sesler dikkate alınırken; yapı içindeki düşey bölücülerde sadece hava doğuşlu sesler, yatay bölücülerde ise hem hava hem de darbe doğuşlu sesler değerlendirilmektedir. Hacimlerin yansıma süreleri ve ekipmanlardan kaynaklanan gürültüler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışma için önerilen ses yalıtımı sınır değerleri, rahatsızlık değerlendirmesinde "normal" algısı olan kullanıcılar ve "normal" davranış sergileyen komşular olması durumunda, kabul edilebilecek en düşük akustik konforu tanımlamaktadır [14]. Verilen tüm örneklerde bu değerlerin sağlanması öncelikli hedef olup, bazı bölücüler için daha üst akustik konforu sağlayacak değerler de sunulmaktadır.

Kentlerde sıklıkla rastlanan apartman tipi konut yapıları düşünülerek kurgulanan konut yapısında; gürültüye karşı farklı hassaslıkta olan hacimler yan yana getirilerek, gürültü denetimi için öneriler sunulmuştur.

Yapıların ses yalıtımı performansı hesabında, hacim özelliklerinin ve tüm yapı elemanları ile ses geçiş yollarının ele alındığı bütüncül değerlendirmeler daha gerçekçi sonuçlar vermektedir. Bunun için, ilgili standartlarda belirtilen hesap yöntemlerini uygulayan hesaplama yazılımları ve simülasyon programları kullanılmaktadır. Bu çalışmada; TS EN 12354- 1, 2, 3 [9] standartları kullanılarak, SONarchitect yapı akustiği hesaplama programından yararlanılmıştır.

## 4.2 Çalışmanın Yöntemi ve Kabuller

Çalışma için günümüz kentlerindeki apartman tipi konutlara uyarlanabilecek nitelikte bir konut yapısı kurgulanmıştır. Yapının tümüne ait akustik hesaplar için, TS EN 12354 - 1, 2, 3 [9] standartlarına göre hesap yapan SONarchitect ISO yapı akustiği hesaplama programı kullanılmıştır. Şekil 4.1' de programa ait bir görsel sunulmuştur.



Şekil 4.1 SONarchitect yapı akustiği hesaplama programı

Yapı elemanlarının ses yalıtımı sınır değerleri ile ilgili 3. bölümde geniş çaplı bir inceleme yapılmıştır. Güncel ve gelişmelere açık yaklaşımlar değerlendirilerek, çalışmada kullanılacak sınır değerler belirlenmiş ve Çizelge 4.1' de sunulmuştur. Türkiye

de dahil olmak üzere, pek çok Avrupa ülkesinin katıldığı EU COST TU 0901 [2] uyum projesinde belirlenen değerler bu çalışma için de belirleyici olmuştur. Ancak EU COST TU 0901 projesinde ele alınmayan, konut dairesi içindeki ses yalıtımı değerleri için ise yine 3. bölümde incelenen kaynaklardan yola çıkılmış ve Çizelge 4.1 ile belirtilen değerler önerilmiştir.

Çizelge 4.1 Çalışmada yapı elemanları için kullanılan göstergeler ve ses yalıtımı sınır değerleri

Tanım	Gösterge	Sınır değer
Yapı kabuğunda hava doğuşlu ses yalıtımı	$D_{2m,nT,50} = D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150}$ (dB)	$\geq L_{den} - 28$
Konut daireleri ve konut dairesi ile ortak kullanım alanları (merdiven holü, kat koridorları vb.) arasındaki yapı bölücülerinde hava doğuşlu ses yalıtımı	$D_{nT,100} = D_{nT,w} + C$ (dB)	$\geq 54$
Konut daireleri ve konut dairesi ile ortak kullanım alanları (merdiven holü, kat koridorları vb.) arasındaki yapı bölücülerinde darbe sesi yalıtımı	$L'_{nT,100} = L'_{nT,w} + C_i$ (dB)	$\leq 52$
Konut dairesi içindeki kapı bulunmayan duvar elemanlarında hava doğuşlu ses yalıtımı	$D_{nT,100} = D_{nT,w} + C$ (dB)	$\geq 40$

Bu çalışmada iç bölücülerde ele alınan frekans aralığı, malzemelere ait bilgilerin 100-3150 Hz aralığında daha yaygın kullanımı nedeniyle,  $C_{100-3150}$  ve  $C_{i,100-2500}$  olarak kabul edilmiştir. Ancak yapı kabuğunda alçak frekansların etkisinin fazla olmasından dolayı frekans aralığı  $C_{tr,50-3150}$  olarak değerlendirmeye alınmıştır. Yapı dışı gürültüler için trafik gürültüsü değerlendirmeye alınmış olup, konut yapı kabuğuna 65 dB (cephenin 2 m önünde ölçülen ses basınç düzeyi) ses ulaştığı kabul edilmiştir. Uygun yalıtım için COST TU 0901 ile belirtilen ve alçak frekansları da kapsayan C sınıfı hedeflenmiştir.  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150} \geq 65$  dB-28 dB hesabı kullanılmış ve yapı kabuğu için yeterli yalıtım  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150} \geq 37$  dB olarak kabul edilmiştir.

Ayrıca sonuçların daha doğru olması için hava koşulları, yapı akustiği hesaplama programına 20°C ve % 50-70 arası bağıl nem olarak tanımlanmıştır.

Örneklere sunulan yapı malzemeleri için programın kataloğundan yararlanılmıştır. Kullanılan elemanların yapıdaki konumları, kesit katmanları ve ses yalıtımı özellikleri belirtilmiştir. Örneklere, duvar ile döşemelerin bağlantıları esnek bağlantı olarak belirlenmiş ve programda da bu şekilde tanımlanmıştır. Çalışmanın izleyen kısımlarında döşeme ile konut dairelerini bölen duvar arasındaki, uygulamalara yönelik detaylara yer verilmiştir.

Doğal veya yapay gürültü engelleri vb. olmadığı durumlarda, dış gürültüden yapının alt kat cepheleri daha fazla etkilenmektedir. Üst katlarda ise bu etki azalmaktadır. Çalışma kapsamında, kurgulanan konut yapısının cephesinde her noktaya aynı düzey ve özellikte ses enerjisi ulaştığı kabul edilmiştir. Ancak çalışmanın gerçeğe yaklaşabilmesi amacıyla, bina cephesine etki eden dış gürültü farkının katlara göre fazla değişkenlik göstermeyeceği, az kat adedi kurgulanmıştır.

Çalışma için kurgulanan konut yapısı 8 katlı olup, kat yüksekliği 3 metre olarak alınmıştır. Bir katta ikisi 2+1, biri 1+1 olmak üzere toplamda üç adet daire bulunmaktadır. Cephede, ebeveyn banyosu dışındaki tüm hacimler için, % 50 oranında cam yüzeyi oluşturulmuştur. Ebeveyn banyosunda ise 1 metrelik cam yüzeyi alınmıştır.

Kentlerde sıklıkla rastlanan apartman tipi konut yapıları düşünülerek kurgulanan konut yapısında, gürültü denetimi değerlendirmesi için, gürültüye karşı farklı hassaslıkta olan hacimler yan yana getirilmiştir. Şekil 4.2' de konutun bir normal kat planı yer almaktadır.



Şekil 4.2 Konut yapısı normal kat planı

Günümüz apartman tipi konut yapılarında gürültüye karşı hassas olan hacimler ile gürültülü hacimlerin yan yana olması çokça karşılaşılan bir durumdur. Çalışma için oluşturulan konut örneğinde de gürültüye duyarlı olan yatak odası ve oturma odasına, diğer dairenin mutfak hacimleri bitişik kurgulanmış ve yeterli ses yalıtımı için uygun kesit önerileri, ilerleyen kısımlarda sunulmuştur.

### **4.3 Uygun Yapı Elemanı Kombinasyonları İçin Örnekler**

Dünya genelinde, yapı elemanlarının akustik performanslarına ilişkin güvenilir ölçümler ve detaylı bilgiler içeren katalogların sayısı sınırlıdır. Özellikle ülkemizde yaygın olarak kullanılan yapı elemanları için güvenilir laboratuvar ortamında ve frekans aralıklarında performans ölçümlerinin yapıldığı kataloglar bulunmamaktadır. Bu nedenle; kurgulanan konut yapısı için hesaplama programının mevcut kataloğundan, yeterli ses yalıtımını sağlayan kesitler seçilmiştir.

Döşeme elemanları için farklı kesit özelliklerindeki betonarme tabanlı yüzer döşemeler kullanılmıştır. Duvarlarda kullanılan elemanlar ise aşağıda sıralanmıştır.

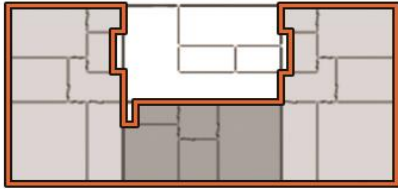


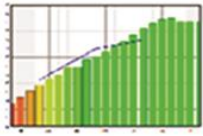
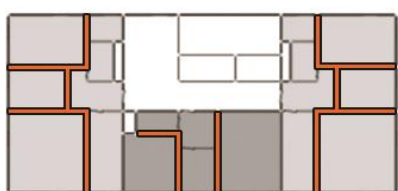
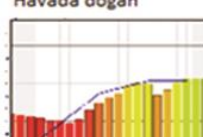
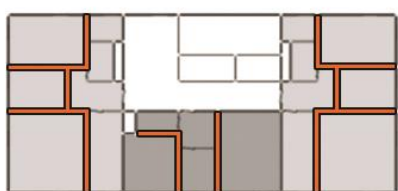
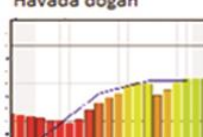
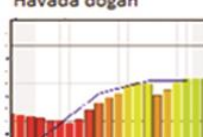
- Örnek I: Tek katmanlı tuğla duvarlar
- Örnek II: Tek katmanlı beton blok duvarlar
- Örnek III: Tek ve çift katmanlı tuğla duvarlar
- Örnek IV: Çok katmanlı hafif elemanlı duvarlar

Cephe duvarı elemanları için cam yünü, mineral yünü, ekstrüde polistren köpük katmanlarından birinin bulunduğu, kalın kesitlerin seçilmesi ile ses yalıtımının yanında ısı yalıtımı sağlayabilecek kesitler kurgulanmıştır. Ancak kesitlerin bulunduğu bölgeye ve ihtiyaçlara göre yeterli ısı yalıtımı sağladığını söyleyebilmek için, bu konuda daha detaylı hesaplamalara gerek duyulacağı hatırlanmalıdır.

#### **4.3.1 Örnek I**

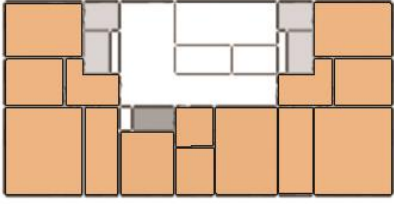
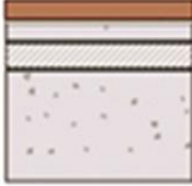


Bu örnekte duvar elemanları için tuğlalı kesitler kullanılmıştır. Yapı kabuğu ve konut dairelerini ortak kullanım alanlarından ayıran duvarlar, konut dairelerini ayıran duvarlar ve konut dairesi iç duvarları için farklı duvar kesitleri önerilmiştir. Kullanılan tüm duvar

malzemeleri; konuttaki kullanım yerleri, katman açıklamaları, yapısal özellikleri ve ses geçiş kaybı değerleri ile Şekil 4.3' te görülmektedir. Konut daireleri içindeki duvarlarda sıvalı tuğla duvarlar yeterli ses geçiş kaybını sağlarken; yapı cephesi ve konut dairelerini ayıran duvarlarda cam yünü, alçı panel ile yalıtım özelliği güçlendirilmiş tuğla duvarlar tercih edilmiştir.

<p><u>Duvar elemanı</u> Tuğla duvar, cam yünü ve alçı paneller ile</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Yapı cephesi ve konut daireleri ile ortak kullanım alanları arası</p> 	<p>dış iç</p> 	<p>12.5 mm cephe kaplaması 5 mm membran 12.5 mm alçı panel 5 mm boşluk 45 mm cam yünü 15 mm sıva 125 mm tuğla 15 mm sıva</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> Tuğla duvar, cam yünü ve alçı paneller ile</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireleri arası</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>66(-1;-7)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>66(-3;-12)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 219 Kalınlık [mm] : 235</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> 200 mm tuğla duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireleri içi</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>12.5 mm alçı panel 5 mm boşluk 45 mm cam yünü 10 mm çita 3 mm keçe 15 mm sıva 125 mm tuğla 15mm sıva</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> 200 mm tuğla duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireleri içi</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>10 mm kireç sıva 200 mm tuğla 10 mm kireç sıva</p>
	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>42(-1;-4)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : -</p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 170 Kalınlık [mm] : 225</p>

Şekil 4.3 Örnek I' de kullanılan duvar elemanları




Örnek I' de kullanılan döşemeler betonarme tabanlı olup, yüzer döşeme uygulamaları ile gürültü denetimi açısından yeterli hale getirilmiştir. Şekil 4.4' te görüldüğü gibi banyolar hariç, konut dairelerinin tüm döşemelerinde ahşap döşemeler kullanılmıştır. Banyo döşemelerine ise seramik uygulanmıştır. Taban döşemesi üzerine uygulanan yalıtım levhaları yüzer döşeme ile kesitler hem hava doğuşlu hem de darbe seslerine karşı daha korunumlu hale gelmektedir.

<p><u>Döşeme elemanı</u> Betonarme tabanlı döşeme</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Banyo hariç tüm zeminler</p> 	 <p>11 mm ahşap şilte 35 mm şap membran 60 mm yalıtım levhası 160 mm beton zemin</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>62 (-2;-8)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>62 (-3;-11)</b></p> <p>Ln,w(Ci)[dB] 100-3150 Hz : <b>50 (-1)</b> Ln,w(Ci)[dB] 50-3150 Hz : <b>50 (6)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 512 Kalınlık [mm] : 266</p>
<p><u>Döşeme elemanı</u> Betonarme tabanlı yüzer döşeme</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Banyo zeminleri</p> 	 <p>8 mm yer seramiği 35 mm şap 20 mm mineral yünü 35 mm şap membran 60 mm yalıtım levhası 160 mm beton zemin</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>64 (-2;-7)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : -</p> <p>Ln,w(Ci)[dB] 100-3150 Hz : <b>49 (-4)</b> Ln,w(Ci)[dB] 50-3150 Hz : -</p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 535 Kalınlık [mm] : 318</p>

Şekil 4.4 Örnek I ve II' de kullanılan döşeme elemanları

Şekil 4.5 ile bu örnekte kullanılan kapı ve pencerelerin özellikleri sunulmuştur. Ses yalıtımının daha önem kazandığı daire giriş kapılarında, hava doğuşlu sesler için yüksek yalıtım sağlayan bir kapı kullanılmıştır. Konut daireleri iç bölücüleri için belirlenen ses yalıtımı sınır değerleri, kapı olmayan duvarlarda şart koşulmuş olsa da, daire iç kapılarında da yalıtım değeri yüksek olan bir seçenek sunulmuştur. Kompozit yapı

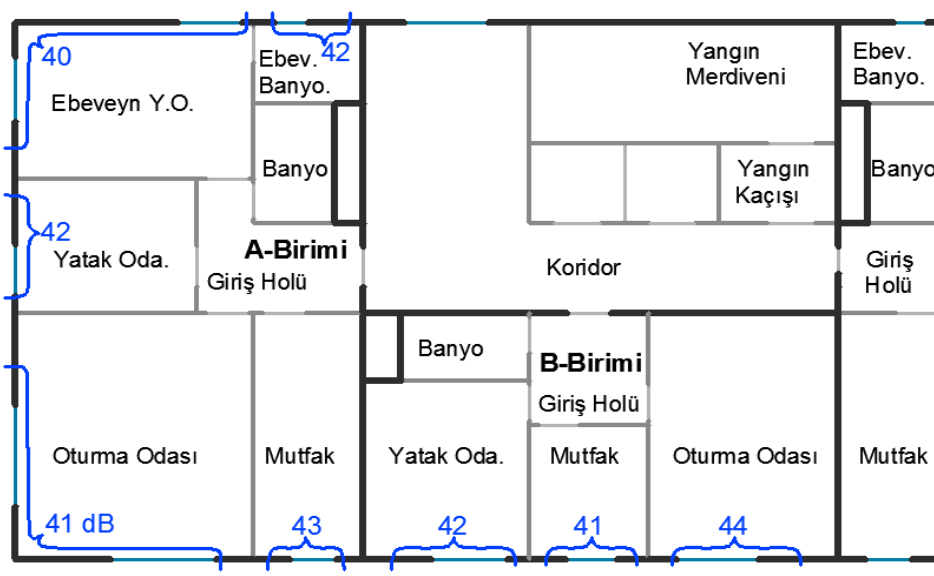
elemanlarının ses yalıtımı değerleri, zayıf elemanın yalıtım değerine yaklaşmaktadır. Bu nedenle, kapılarda olduğu gibi pencere için de boşluğunda argon gazı olan, çift camlı, yalıtımı yüksek bir kesit önerilmiştir.

<p><u>Kapı elemanı</u> Metal levhalı ahşap kapı</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireсі giriş kapısı</p>		<p>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 3.5 mm ahşap lifli panel 0.5 mm metal levha 3 mm ahşap lifli panel</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>50 (-1;-5)</b> Kalınlık [mm] : 60</p>
<p><u>Kapı elemanı</u> Ahşap lifli kapı</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daire içi kapıları</p>		<p>1 mm lamine levha 6 mm ahşap lifli panel 17.5 mm sunta 11 mm sıkıştırılmış sunta 17.5 mm sunta 6 mm ahşap lifli panel 1 mm lamine levha</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>39 (-3;-2)</b> Kalınlık [mm] : 60</p>
<p><u>Pencere elemanı</u> 8-19-8 mm cam, boşlukta argon gazı ile</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Cepheдеki saydam alanlar</p>		<p>8 mm cam 19 mm argon gazlı boşluk 8 mm cam</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>44 (-1;-4)</b> Kalınlık [mm] : 35</p>

Şekil 4.5 Örnek I ve II' de kullanılan kapı ve pencere elemanları

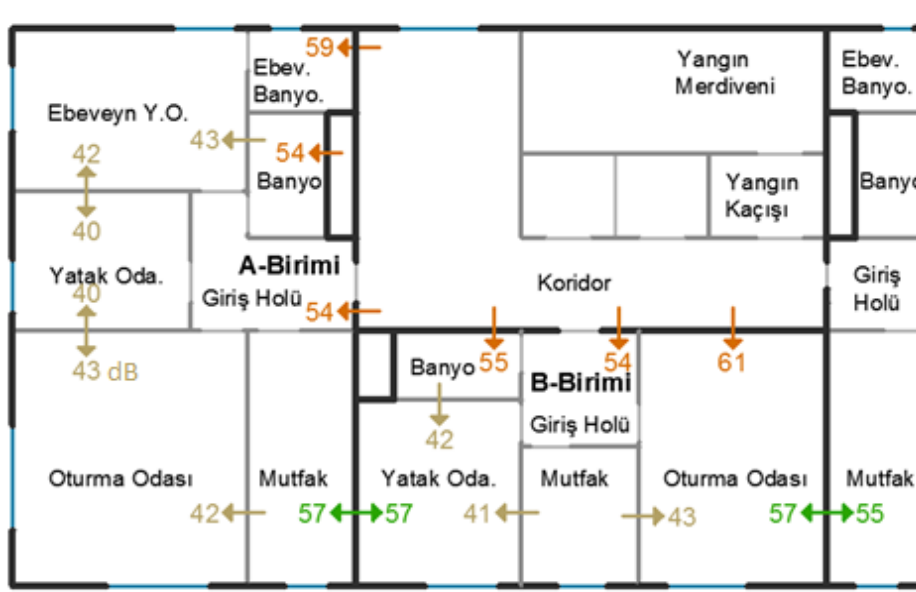
Şekil 4.6' da bu örneğin yapı kabuğu ses yalıtımı için sağlanan sonuçlar verilmiştir. A dairesi ile C dairesinin simetrik olması nedeniyle sonuçlar aynı olduğundan, A ile B dairelerinin sonuçlarına yer verilmiştir. Buna göre yapı kabuğu ses yalıtımının daha kritik olduğu çift cepheli hacimler de dahil olmak üzere, tüm hacimler için hedeflenen  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150} \geq 37$  dB yalıtım performansı sağlanmıştır.





Şekil 4.6 Örnek I için yapı kabuğunun ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150}$  (dB)

Konutun iç duvarlarına ilişkin hesap sonuçları Şekil 4.7 ile gösterilmiştir. Turuncu renk kullanılarak belirtilen yalıtım değerleri, konut daireleri ile ortak kullanım alanları arasındaki duvarların ses yalıtımını göstermektedir. Konut daireleri arasındaki duvarların ses yalıtım değerleri için yeşil renk, daire içi duvarların yalıtımı için ise bej renk kullanılmıştır. Konut birimini çevreleyen iç duvarlarda  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 54$  dB yalıtım hedefi sağlanmıştır. Konut birimi içinde hassas hacimlerde de  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 40$  dB yalıtım sağlanmıştır.



Şekil 4.7 Örnek I için iç duvarların ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $D_{nT,w} + C_{100-3150}$  (dB)



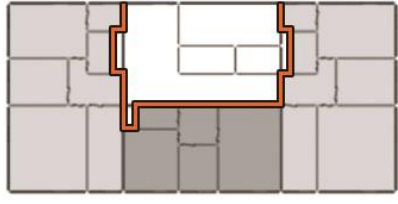
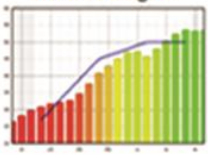

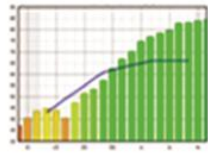


Çizelge 4.2 ile döşemelerin hem hava doğuşlu hem de darbe sesleri için hesaplanan yalıtım değerleri gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, daireler arası hava doğuşlu ses yalıtımında  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 54$  dB, darbe sesi yalıtımında ise  $L'_{nT,w} + C_{I,100-2500} \leq 52$  dB değerleri tüm kesitler için sağlanmışır.

Çizelge 4.2 Örnek I için döşemelerin ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $L'_{nT,w} + C_{I,100-2500}$  (dB)


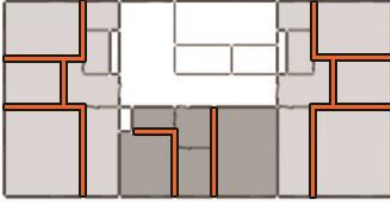
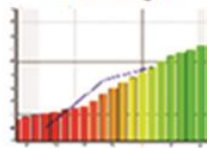
Konut Dairesi	Kaynak hacim (Üst kat)	Alıcı hacim (Alt kat)	Hava doğuşlu ses yalıtımı $D_{nT,w} + C_{100-3150}$ (dB)	Darbe ses yalıtımı $L'_{nT,w} + C_{I,100-2500}$ (dB)
A-Dairesi	Oturma odası	Oturma odası	57	45
	Yatak odası	Yatak odası	54	50
	Ebeveyn yatak odası	Ebeveyn yatak odası	56	47
	Giriş holü	Giriş holü	54	51
	Mutfak	Mutfak	55	49
	Banyo	Banyo	54	49
	Ebeveyn banyosu	Ebeveyn banyosu	55	49
B-Dairesi	Yatak odası	Yatak odası	56	48
	Banyo	Banyo	54	49
	Mutfak	Mutfak	54	52
	Giriş holü	Giriş holü	54	52
	Oturma odası	Oturma odası	58	46

#### 4.3.2 Örnek II

Örnek II' de duvar elemanları için beton bloklar kullanılmışır. Buna göre; yapı cepesinde mineral yünü ve alçı paneller ile güçlendirilmiş gazbeton, konut dairesi ile ortak kullanım alanları arasında mineral yünlü beton blok, konut daireleri arasında beton blok, daire içindeki duvarlarda ise gazbeton kullanılmışır. Kullanılan tüm duvar malzemeleri; konuttaki kullanım yerleri, katman açıklamaları, yapısal özellikleri ve ses yalıtımı değerleri ile Şekil 4.8' de görölmektedir.

<p><u>Duvar elemanı</u> Mineral ynl gazbeton</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Yapı cephesi</p> 	<p>dış iç</p> 	<p>12 mm cephe kaplaması 15 mm alçı panel 48 mm mineral yn 12.5 mm alçı panel 215 mm gazbeton 12.5 mm alçı panel</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> Mineral ynl beton blok</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireesi ile ortak kullanım alanları arası</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>51(-1;-5)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>51(-1;-7)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 213 Kalınlık [mm] : 303</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> 250 mm beton bloklu duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireeleri arası</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>15 mm alçı panel 48 mm mineral yn 10 mm sıva 250 mm beton blok 10 mm sıva</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>62(-2;-7)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>62(-2;-9)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 393 Kalınlık [mm] : 333</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> 250 mm beton bloklu duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireeleri arası</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>10 mm sıva 250 mm beton blok 10 mm sıva</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>60(-2;-7)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>60(-3;-8)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 370 Kalınlık [mm] : 270</p>

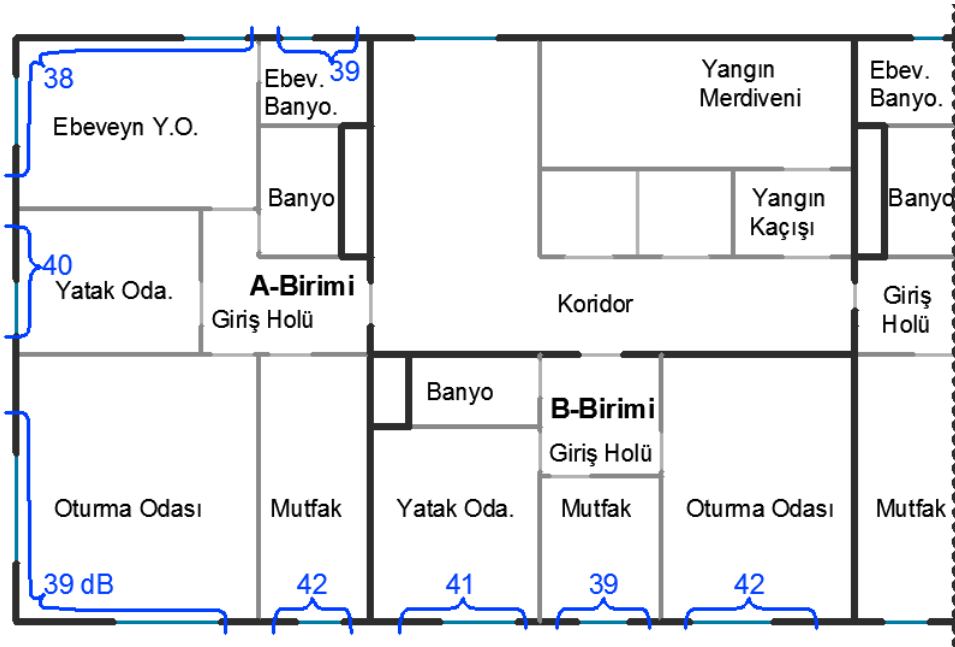
Şekil 4.8 rnek II' de kullanılan duvar elemanları

<p><u>Duvar elemanı</u> 150 mm gazbeton, iki tarafı 3 mm reçine esaslı sıva ile</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut dairesi içi</p>		<p>3 mm sıva 150 mm beton blok 3 mm sıva</p>
	<p><b>Havada doğan</b></p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>44(-1;-4)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>44(-1;-5)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 125 Kalınlık [mm] : 156</p>

Şekil 4.9 Örnek II' de kullanılan duvar elemanları (devamı)

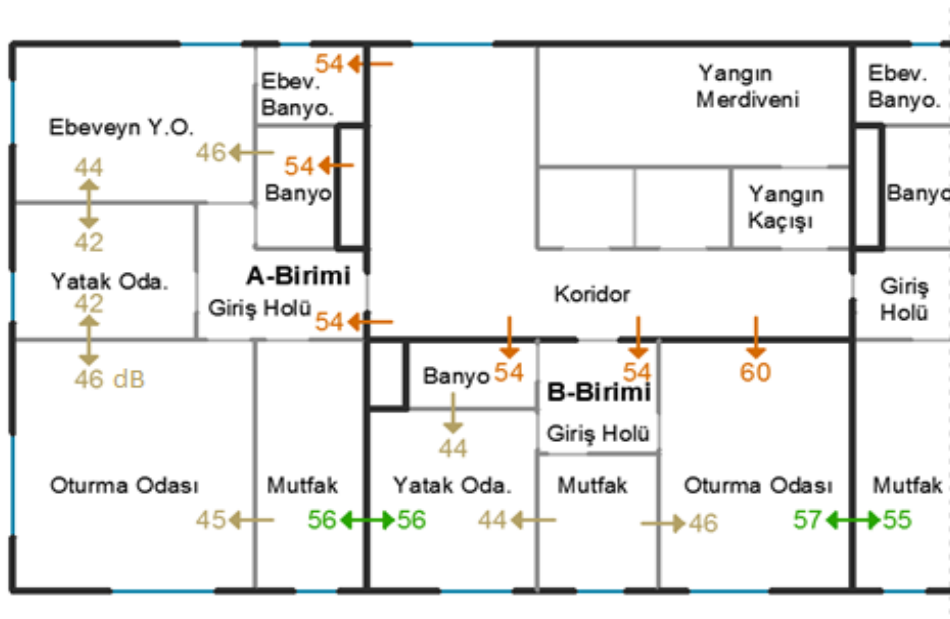
Bu örnekte kullanılan döşeme, kapı ve pencereler için Örnek I' de belirtilen kesitler kullanılmıştır (bk. Şekil 4.4).

Örnek II için yapı kabuğunda sağlanan ses yalıtımı sonuçları, A ile B daireleri üzerinden, Şekil 4.9' da verilmiştir. Buna göre, çift cephesi bulunan ebeveyn yatak odası ve oturma odası da dahil tüm hacimlerde  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,503150} \geq 37$  dB yalıtım değerleri hesaplanmış olup, yapı kabuğu için yeterli ses yalıtımı sağlanmıştır.



Şekil 4.10 Örnek II için yapı kabuğunun ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150}$  (dB)

İç bölme elemanlarının sağladıkları ses yalıtım değerleri Şekil 4.10' da gösterilmiştir. Turuncu renk kullanılarak belirtilen yalıtım değerleri, konut daireleri ile ortak kullanım alanları arasındaki duvarların ses yalıtımını göstermektedir. Konut daireleri arasındaki duvarların ses yalıtım değerleri için yeşil renk, daire içi duvarların yalıtımı için ise bej renk kullanılmıştır. Buna göre konut dairesini çevreleyen iç duvarlarda  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 54$  dB, konut dairesi içinde hassas hacimlerin duvarlarında ise  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 40$  dB yalıtım sağlanmıştır.



Şekil 4.11 Örnek II için iç duvarların ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $D_{nT,w} + C_{100-3150}$  (dB)


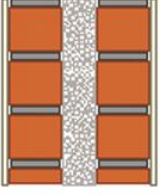
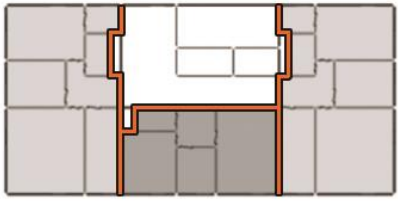
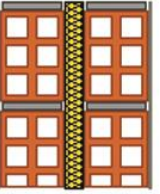

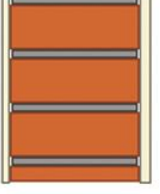

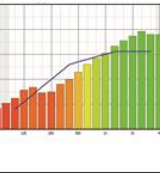
Döşemeler için elde edilen sonuçlara göre, hava doğuşlu ses yalıtımında  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 54$  dB, darbe sesi yalıtımında ise  $L'_{nT,w} + C_{I,100-2500} \leq 52$  dB değerleri sağlanmıştır. A ve B dairelerinin döşeme ses yalıtımı sonuçları Çizelge 4.3 ile gösterilmiştir. Bu örnek ile, özellikle gürültüye karşı hassas olan yatak odaları ve oturma odalarının döşemelerinde, hem hava doğuşlu ses hem de darbe sesi yalıtımının akustik konforu daha da arttıracak değerlerde hesaplandığı görülmektedir.

Çizelge 4.3 Örnek II için döşemelerin ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $L'_{nT,w}+C_{I,100-2500}$  (dB)

Konut Dairesi	Kaynak hacim (Üst kat)	Alıcı hacim (Alt kat)	Hava doğuşlu ses yalıtımı $D_{nT,w}+ C_{I,100-3150}$ (dB)	Darbe ses yalıtımı $L'_{nT,w}+ C_{I,100-2500}$ (dB)
A-Dairesi	Oturma odası	Oturma odası	57	45
	Yatak odası	Yatak odası	56	49
	Ebeveyn yatak odası	Ebeveyn yatak odası	57	47
	Giriş holü	Giriş holü	55	51
	Mutfak	Mutfak	57	49
	Banyo	Banyo	56	49
	Ebeveyn banyosu	Ebeveyn banyosu	56	49
B-Dairesi	Yatak odası	Yatak odası	57	48
	Banyo	Banyo	56	49
	Mutfak	Mutfak	55	51
	Giriş holü	Giriş holü	56	52
	Oturma odası	Oturma odası	58	46

#### 4.3.3 Örnek III

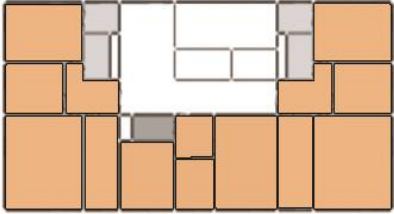

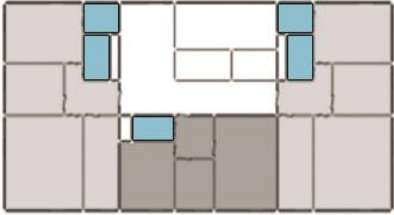
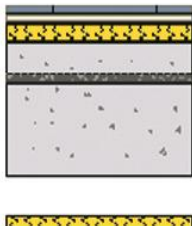
Bu örnekteki duvar elemanları için tek ve çift katmanlı tuğla kesitleri kullanılmıştır. Yapı kabuğu, konut dairelerini birbirinden ve ortak kullanım alanlarından ayıran duvarlarda, arasında ekstrüde polistren köpük veya mineral yünü gibi yalıtım tabakaları bulunan, iki tarafı sıvalanmış, çift katmanlı tuğla duvarlar kullanılmıştır. Konut dairesi içinde gürültüye karşı hassaslığı olan hacimlerin duvarları için ise iki tarafı sıvalı, tek tabakalı tuğla duvar önerilmiştir. Bu örnekte kullanılan tüm duvar malzemeleri; konuttaki kullanım yerleri, katman açıklamaları, yapısal özellikleri ve ses yalıtımı değerleri ile Şekil 4.11' de görülmektedir.

<p><u>Duvar elemanı</u> Extrüde polistren köpük ile çift tuğla duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Yapı cephesi</p> 	<p>dış iç</p> 	<p>20 mm sıva 125 mm tuğla 80 mm ekstrüde polistren köpük 125 mm tuğla 20 mm sıva</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> Mineral yünü ile çift tuğla duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireleri arası ve konut ile ortak kullanım alanları arası</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>53(-1;-5)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>53(-1;-5)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 350 Kalınlık [mm] : 370</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> 150 mm tuğla duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut dairesi içi</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>64(-1;-7)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>64(-5;-17)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 450 Kalınlık [mm] : 310</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> 150 mm tuğla duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut dairesi içi</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>47(-1;-4)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>47(-1;-6)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 216 Kalınlık [mm] : 175</p>

Şekil 4.12 Örnek III' te kullanılan duvar elemanları

Örnek III' te kullanılan döşemeler betonarme tabanlı olup, yüzer döşeme uygulamaları ile gürültü denetimi açısından yeterli hale getirilmiştir. Şekil 4.12' de görüldüğü gibi banyolar hariç, konut dairelerinin tüm döşemelerinde yüzer ahşap döşemeler

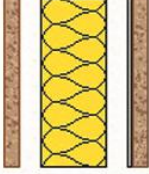


kullanılmıştır. Banyo döşemelerine ise mineral yünü yüzer döşeme üzerine seramik uygulaması yapılmıştır. Yüzer döşemeler ile kesitler hem hava doğuşlu hem de darbe seslerine karşı korunumlu hale gelmektedir. Ayrıca asma tavan uygulaması ile de özellikle hava doğuşlu ses yalıtımı açısından döşemeler güçlendirilmiştir.

<p><u>Döşeme elemanı</u> Betonarme tabanlı yüzer döşeme + asma tavan</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Banyo hariç tüm zeminler</p> 	 <p>13 mm ahşap döşeme 20 mm ekstrüde polistren köpük 60 mm beton katman membran 20 mm akustik yalıtım şiltesi 160 mm beton zemin 100 mm hava boşluğu 30 mm mineral yünü 15 mm alçı panel</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>62 (-2;-7)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>62 (-2;-9)</b></p> <p>Ln,w(Ci)[dB] 100-3150 Hz : <b>48 (3)</b> Ln,w(Ci)[dB] 50-3150 Hz : <b>48 (18)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 541 Kalınlık [mm] : 418</p>
<p><u>Döşeme elemanı</u> Betonarme tabanlı yüzer döşeme + asma tavan</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Banyo zeminleri</p> 	 <p>yapıştırıcı + 8 mm yer seramiği 12 mm alçı panel 30 mm mineral yünü 60 mm beton katman membran 20 mm akustik yalıtım şiltesi 160 mm beton zemin 100 mm hava boşluğu 30 mm mineral yünü 15 mm alçı panel</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>65 (-1;-5)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>65 (-2;-7)</b></p> <p>Ln,w(Ci)[dB] 100-3150 Hz : <b>49 (1)</b> Ln,w(Ci)[dB] 50-3150 Hz : <b>49 (13)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 544 Kalınlık [mm] : 435</p>

Şekil 4.13 Örnek III' te kullanılan döşeme elemanları

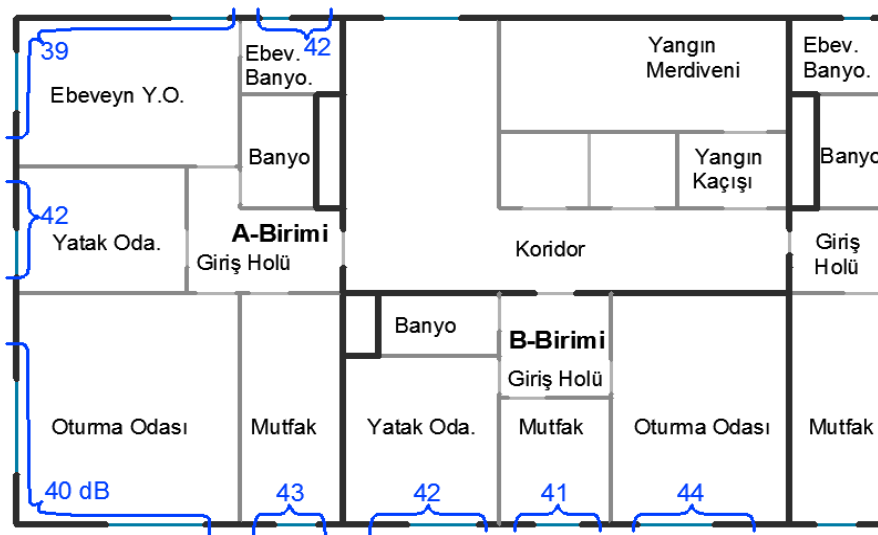
Bu örnekte kullanılan kapı ve pencere kesitleri, özellikleri ile birlikte Şekil 4.13' te gösterilmiştir. Gürültü faktörünün konut dairesinin mahremiyetini ve akustik konforunun olumsuz etkilememesi için, daire giriş kapılarında mineral yünü bulunan, ses yalıtımı yüksek bir kesit seçilmiştir. Daire içi kapılarda da yeterli yalıtımın sağlanması için Rw değeri 40 dB olan bir ahşap kapı önerilmiştir. Pencere için ise akustik lamine çift camlı, yalıtımı yüksek bir kesit önerilmiştir [24].



<p><u>Kapı elemanı</u> Mineral yünü akustik ahşap kapı</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut dairesi giriş kapısı</p>	 <p>16 mm ahşap lifli panel 18 mm hava boşluğu 6 mm mineral yünü 18 mm hava boşluğu 5 mm membran 16 mm ahşap lifli panel</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>51 (-2;-5)</b> Kalınlık [mm] : 133</p>
<p><u>Kapı elemanı</u> Ahşap kapı</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daire içi kapıları</p>	 <p>3 mm ahşap lifli panel 33 mm sunta</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>40 (-2;-5)</b> Kalınlık [mm] : 36</p>
<p><u>Pencere elemanı</u> 13-12-13 mm akustik lamine camlar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Cephedeki saydam alanlar</p>	 <p>13 mm akustik lamine cam 12 mm hava boşluğu 13 mm akustik lamine cam</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>46 (-2;-6)</b> Kalınlık [mm] : 38</p>

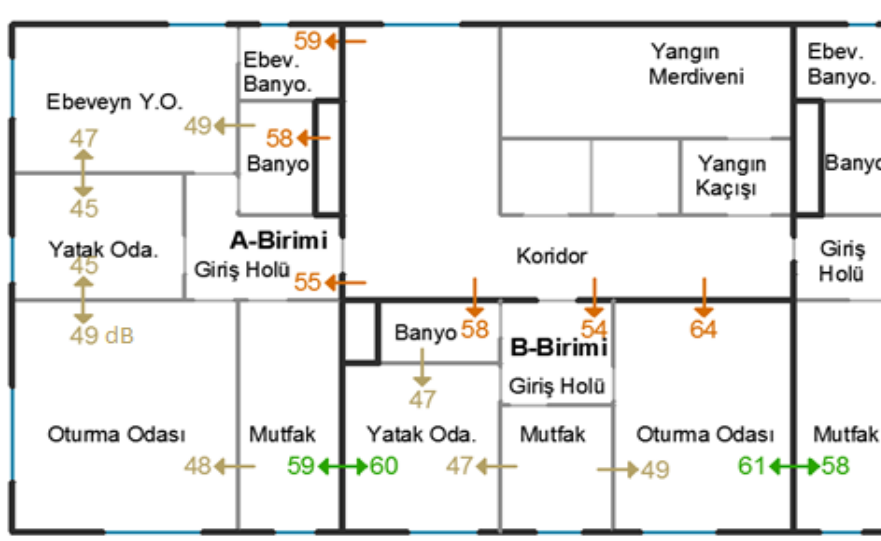
Şekil 4.14 Örnek III ve IV' te kullanılan kapı ve pencere elemanları

Şekil 4.14' te bu örneğin yapı kabuğu ses yalıtımı için sağlanan sonuçlar, A ve B daireleri üzerinden sunulmuştur. Çift cephe bulunması nedeniyle A dairesinin ebeveyn yatak odası ile oturma odası dış cephe yalıtımı açısından kritik hacimlerdir. Ancak ebeveyn yatak odasında 39 dB; oturma odasında ise 40 dB yalıtım hesaplanmıştır. Buna göre, tüm hacimler için hedeflenen  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150} \geq 37$  dB yalıtım performansının sağlandığı görülmektedir.



Şekil 4.15 Örnek III için yapı kabuğunun ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150}(dB)$

Tek ve çift katmanlı tuğla duvarların kullanıldığı örnekte yapı içi duvarların sağladıkları yalıtım değerleri Şekil 4.15 ile belirtilmiştir. Çalışmada, konut daireleri arasındaki ve konut dairesi ile ortak kullanım alanları arasındaki duvarların  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 54$  dB, konut dairesi içinde hassas hacimlerin duvarların ise  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 40$  dB yalıtım değerlerini sağlaması gerekmektedir. Konut daireleri ve konut ile ortak kullanım alanları arasındaki yalıtım değerleri ile konut dairesi içindeki duvarlarda sağlanan yalıtım değerlerine bakıldığında, akustik açıdan yüksek bir konfor düzeyinin sağlandığı görülmektedir.



Şekil 4.16 Örnek III için iç duvarların ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $D_{nT,w} + C_{100-3150}$  (dB)

Yüzer döşeme ve asma tavan uygulamalı döşemeler kullanılarak hazırlanan örneğin sonuçlarına göre, hava doğuşlu ses yalıtımında  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 54$  dB, darbe sesi yalıtımında ise  $L'_{nT,w} + C_{1,100-2500} \leq 52$  dB sağlanmıştır. A ve B dairelerinin döşeme ses yalıtımı sonuçları Çizelge 4.4 ile gösterilmiştir. Bu örnek ile, özellikle gürültüye karşı hassas olan yatak odaları ve oturma odalarının döşemelerinde, hem hava doğuşlu ses hem de darbe sesi yalıtımının akustik konforu daha da arttıracak değerlerde hesaplandığı görülmektedir.


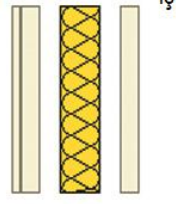
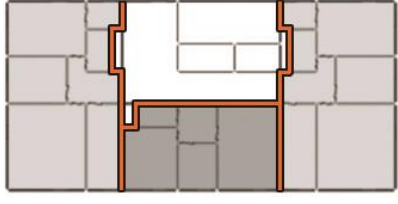
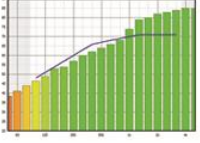
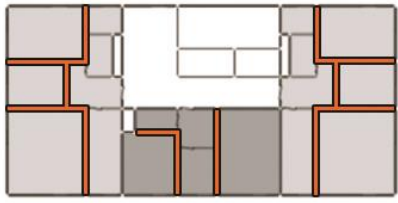
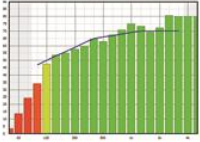
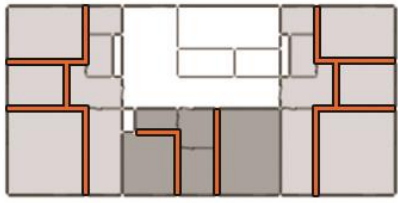
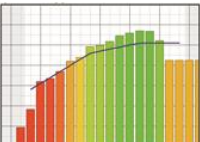
Çizelge 4.4 Örnek III için döşemelerin ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $L'_{nT,w} + C_{1,100-2500}$  (dB)

Konut Dairesi	Kaynak hacim (Üst kat)	Alıcı hacim (Alt kat)	Hava doğuşlu ses yalıtımı $D_{nT,w} + C_{100-3150}$ (dB)	Darbe ses yalıtımı $L'_{nT,w} + C_{1,100-2500}$ (dB)
A-Dairesi	Oturma odası	Oturma odası	59	44
	Yatak odası	Yatak odası	57	49
	Ebeveyn yatak odası	Ebeveyn yatak odası	58	47
	Giriş holü	Giriş holü	55	50
	Mutfak	Mutfak	57	48
	Banyo	Banyo	55	51
	Ebeveyn banyosu	Ebeveyn banyosu	55	51
B-Dairesi	Yatak odası	Yatak odası	57	48
	Banyo	Banyo	54	52
	Mutfak	Mutfak	56	51
	Giriş holü	Giriş holü	55	52
	Oturma odası	Oturma odası	58	45

#### 4.3.4 Örnek IV

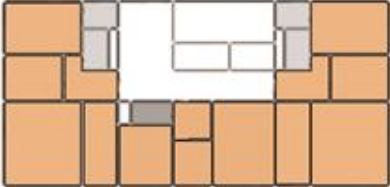



Kurgusal konut yapısı için hazırlanan son örnekte ise duvar elemanları için hafif malzemeler önerilmiştir. Hafif yapı elemanlarının kullanımı günümüzde yaygınlaşmaktadır ancak gürültü denetimi açısından uygunluğu sorgulanmalı ve özellikle düşük frekanslardaki ses yalıtımı performansları dikkate alınmalıdır. Şekil 4.16' da yapı cephesinde, konut daireleri arası ve konut ile ortak kullanım alanları arasındaki

duvarlarda ve daire içi hassas hacimlerin duvarlarında kullanılan malzemelerin konumları, katman bilgileri ve ses yalıtımı özellikleri belirtilmiştir.

<p><u>Duvar elemanı</u> Alçı paneller ve yalıtım ile hafif duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Yapı cephesi</p> 	<p>diş iç</p> 	<p>12.5 mm cephe kaplaması 25 mm alçı panel 25 mm hava boşluğu 50 mm yalıtım 25 mm hava boşluğu 25 mm alçı panel</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> Alçı paneller ve yalıtım ile hafif duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut daireleri arası ve konut ile ortak kullanım alanları arası</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>67(-1;-6)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>67(-2;-10)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 63 Kalınlık [mm] : 162</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> Alçı paneller ve yalıtım ile hafif duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut dairesi içi</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>66(-5;-12)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>66(-7;-18)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 140 Kalınlık [mm] : 330</p>
<p><u>Duvar elemanı</u> Alçı paneller ve yalıtım ile hafif duvar</p> <p><u>Kullanım yeri:</u> Konut dairesi içi</p> 	<p>Havada doğan</p> 	<p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>47(-3;-10)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>47(-14;-27)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 40 Kalınlık [mm] : 100</p>

Şekil 4.17 Örnek IV' te kullanılan duvar elemanları

Bu örnekte de betonarme döşeme tercih edilmiştir ancak diğer örneklerden farklı olarak daha yoğun yapıda beton kullanılmıştır. Konut dairelerinde, banyo haricindeki hacimlerin döşemeleri için; Şekil 4.17' nin üst kısmında belirtilen yoğun beton, şap, köpük yalıtım tabakası ile yüzer hale getirilmiş ahşap uygulaması tercih edilmiştir. Banyolarda ise yoğun beton üzerine mineral yünü ile ayrılan yüzer döşeme uygulanmış ve yapıştırma seramik ile döşeme tamamlanmıştır.

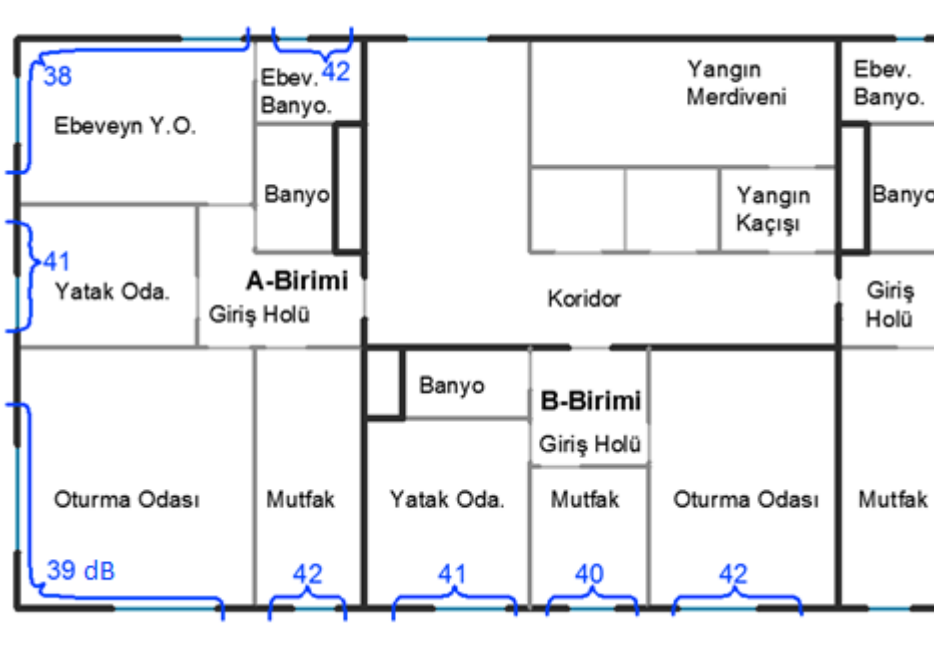
<p><b>Döşeme elemanı</b> Betonarme tabanlı döşeme</p> <p><b>Kullanım yeri:</b> Banyo hariç tüm zeminler</p> 	 <p>13 mm ahşap döşeme 20 mm yalıtım köpüğü 55 mm şap 180 mm yoğun beton zemin</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>60 (-1;-5)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>60 (-2;-7)</b></p> <p>Ln,w(C1)[dB] 100-3150 Hz : <b>49 (3)</b> Ln,w(C1)[dB] 50-3150 Hz : <b>49 (11)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 378 Kalınlık [mm] : 268</p>
<p><b>Döşeme elemanı</b> Betonarme tabanlı yüzer döşeme</p> <p><b>Kullanım yeri:</b> Banyo zeminleri</p> 	 <p>8 mm yer seramiği seramik yapıştırıcı 35 mm şap 35 mm beton katman membran 30 mm mineral yünü 160 mm beton zemin</p> <p>Rw(C;Ctr)[dB] 100-3150 Hz : <b>62 (-1;-2)</b> Rw(C;Ctr)[dB] 50-3150 Hz : <b>62 (-2;-7)</b></p> <p>Ln,w(C1)[dB] 100-3150 Hz : <b>48 (3)</b> Ln,w(C1)[dB] 50-3150 Hz : <b>48 (10)</b></p> <p>Kütle [kg/ m<sup>2</sup>] : 448 Kalınlık [mm] : 270</p>

Şekil 4.18 Örnek IV' te kullanılan döşeme elemanları

Örnek IV' te kullanılan kapı ve pencereler, Örnek III' te kullanılanlar ile aynıdır. Kapı ve pencerelere ait kullanım yeri ve katman bilgileri ile yapısal ve ses yalıtımına yönelik özellikler için Şekil 4.13' e bakılabilir.

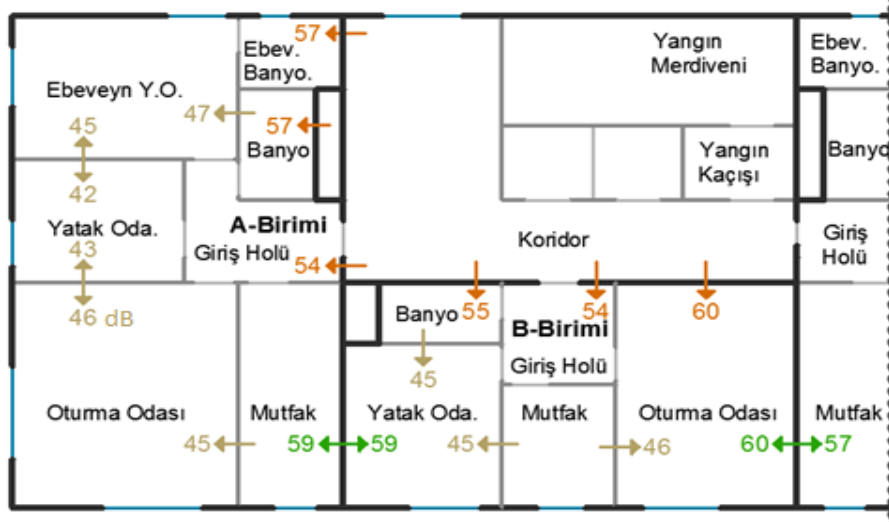
Çalışmada konut cephesi için  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150} \geq 37$  dB yalıtım sağlanması hedeflenmiştir. Şekil 4.18 ile A ve B daireleri üzerinden cephedeki yalıtım için

hesaplanan değerler gösterilmiştir. Yalıtımlı hafif duvar elemanı ve lamine camlı, çift cam uygulamasından oluşan yapı cephesi için; tüm hacimlerde, akustik konforu sağlayacak yeterlilikte ses yalıtımının sağlandığı görülmektedir.



Şekil 4.19 Örnek IV için yapı kabuğunun ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $D_{2m,nT,w} + C_{tr,50-3150}$  (dB)

Hafif malzemelerden oluşan duvarların kullanıldığı örnekte yapı içi duvarların sağladıkları yalıtım değerleri Şekil 4.19 ile belirtilmiştir. Konut daireleri arasındaki ses yalıtımı yeşil renk ile, konut dairesi ile ortak kullanım alanları arasındaki yalıtım turuncu renk ile, konut dairesi içindeki hassas hacimleri ayıran duvarların yalıtımı ise bej renk ile ifade edilmiştir. Çalışmada, konut daireleri arasındaki ve konut dairesi ile ortak kullanım alanları arasındaki duvarların  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 54$  dB, konut dairesi içinde hassas hacimlerin duvarların ise  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 40$  dB yalıtım değerlerini sağlaması gerekmektedir. Konut daireleri ve konut ile ortak kullanım alanları arasında ki yalıtım değerleri ile konut dairesi içindeki duvarlarda sağlanan yalıtım değerlerine bakıldığında, akustik açıdan yeterli bir konfor düzeyinin sağlandığı görülmektedir.



Şekil 4.20 Örnek IV için iç duvarların ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $D_{nT,w} + C_{100-3150}$  (dB)

Döşemeler için gösterilen sonuçlara göre, hava doğuşlu ses yalıtımında  $D_{nT,w} + C_{100-3150} \geq 54$  dB, darbe sesi yalıtımında ise  $L'_{nT,w} + C_{1,100-2500} \leq 52$  dB hesaplanmıştır. A ve B dairelerinin döşeme ses yalıtımı sonuçları Çizelge 4.5 ile gösterilmiştir. Buna göre; tüm hacimlerin döşemelerinde, hem hava doğuşlu ses hem de darbe sesi için yeterli yalıtım sağlanmıştır.

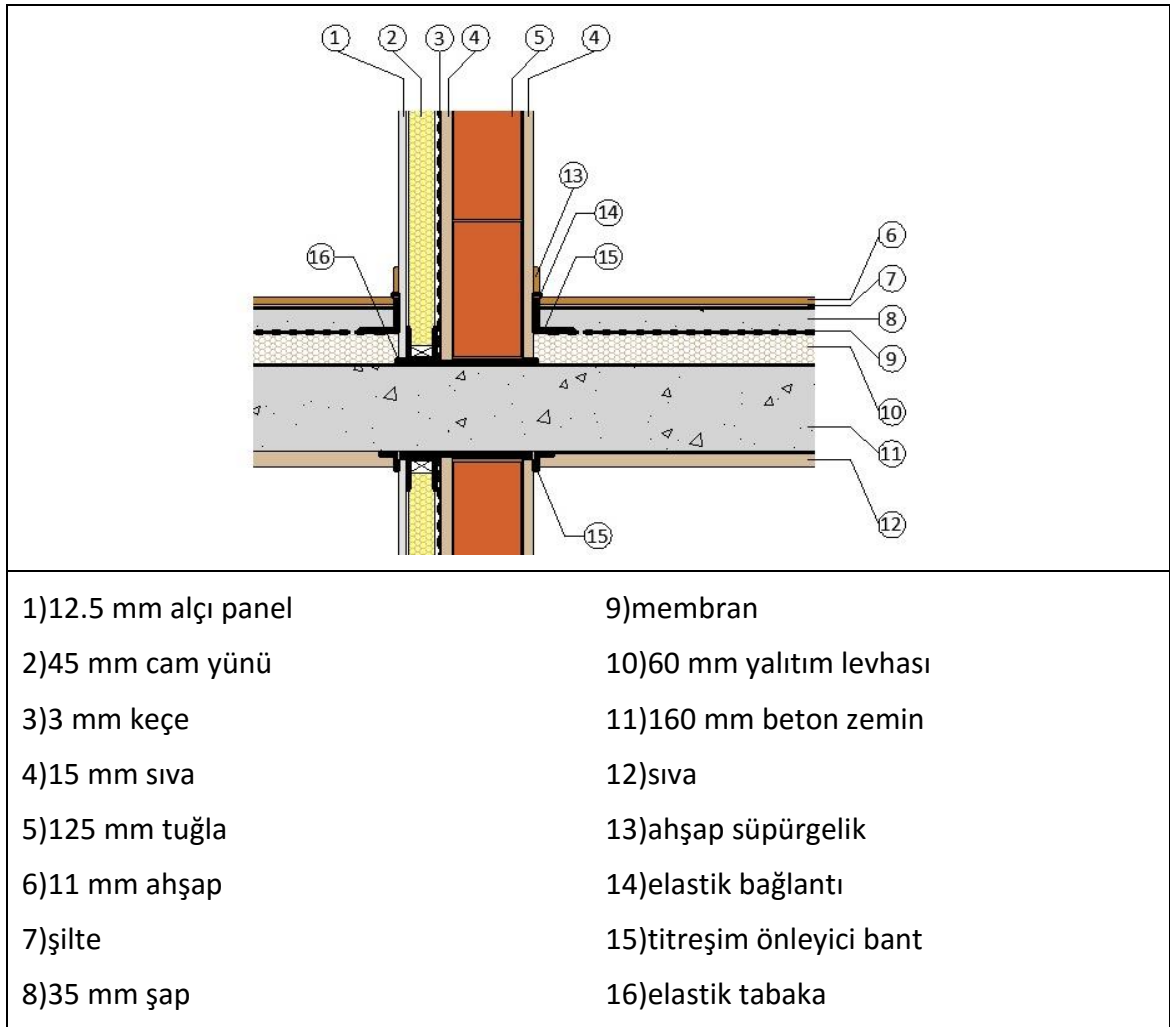
Çizelge 4.5 Örnek IV için döşemelerin ses yalıtımında sağlanan sonuçlar  $L'_{nT,w} + C_{1,100-2500}$  (dB)

Konut Dairesi	Kaynak hacim (Üst kat)	Alıcı hacim (Alt kat)	Hava doğuşlu ses yalıtımı $D_{nT,w} + C_{100-3150}$ (dB)	Darbe ses yalıtımı $L'_{nT,w} + C_{1,100-2500}$ (dB)
A-Dairesi	Oturma odası	Oturma odası	57	46
	Yatak odası	Yatak odası	54	52
	Ebeveyn yatak odası	Ebeveyn yatak odası	56	48
	Giriş holü	Giriş holü	54	52
	Mutfak	Mutfak	55	50
	Banyo	Banyo	54	52
	Ebeveyn banyosu	Ebeveyn banyosu	55	52
B-Dairesi	Yatak odası	Yatak odası	56	49
	Banyo	Banyo	54	52
	Mutfak	Mutfak	55	52
	Giriş holü	Giriş holü	54	52
	Oturma odası	Oturma odası	57	46

#### 4.4 Yapı Elemanlarının Uygulanmasına Yönelik Birleşim Detayı Önerileri

Çalışma kapsamında, yapı elemanlarının farklı kombinasyonlarından oluşan dört adet örnek gösterilmiştir. Örneklerin her birinde duvar ve döşeme bağlantıları esnek bağlantı olarak kurgulanmıştır. Çalışmanın bu kısmında, dört örnek için, konut dairelerini ayıran iç duvar ile döşeme birleşimlerine ait uygulama detaylarına yer verilmiştir.

Şekil 4.20' de Örnek I' in konutlar arası iç duvarı ile döşeme bağlantısı gösterilmektedir. Cam yünü ve alçı panellerle desteklenmiş tuğla duvar mukavemetli elastik tabaka üzerine örülerek, betonarme tabanlı döşemeden koparılmıştır. Taban döşemesinin üzerine yüzer döşeme uygulanmış ve yüzer kısım da duvardan titreşim önleyici bant ile koparılmıştır. Böylece; alıcı hacimlerin, diğer hacimlerden kaynaklanan gürültülere ve titreşimlere karşı korunması sağlanmıştır.



1)12.5 mm alçı panel

2)45 mm cam yünü

3)3 mm keçe

4)15 mm sıva

5)125 mm tuğla

6)11 mm ahşap

7)şilte

8)35 mm şap

9)membran

10)60 mm yalıtım levhası

11)160 mm beton zemin

12)sıva

13)ahşap süpürgelik

14)elastik bağlantı

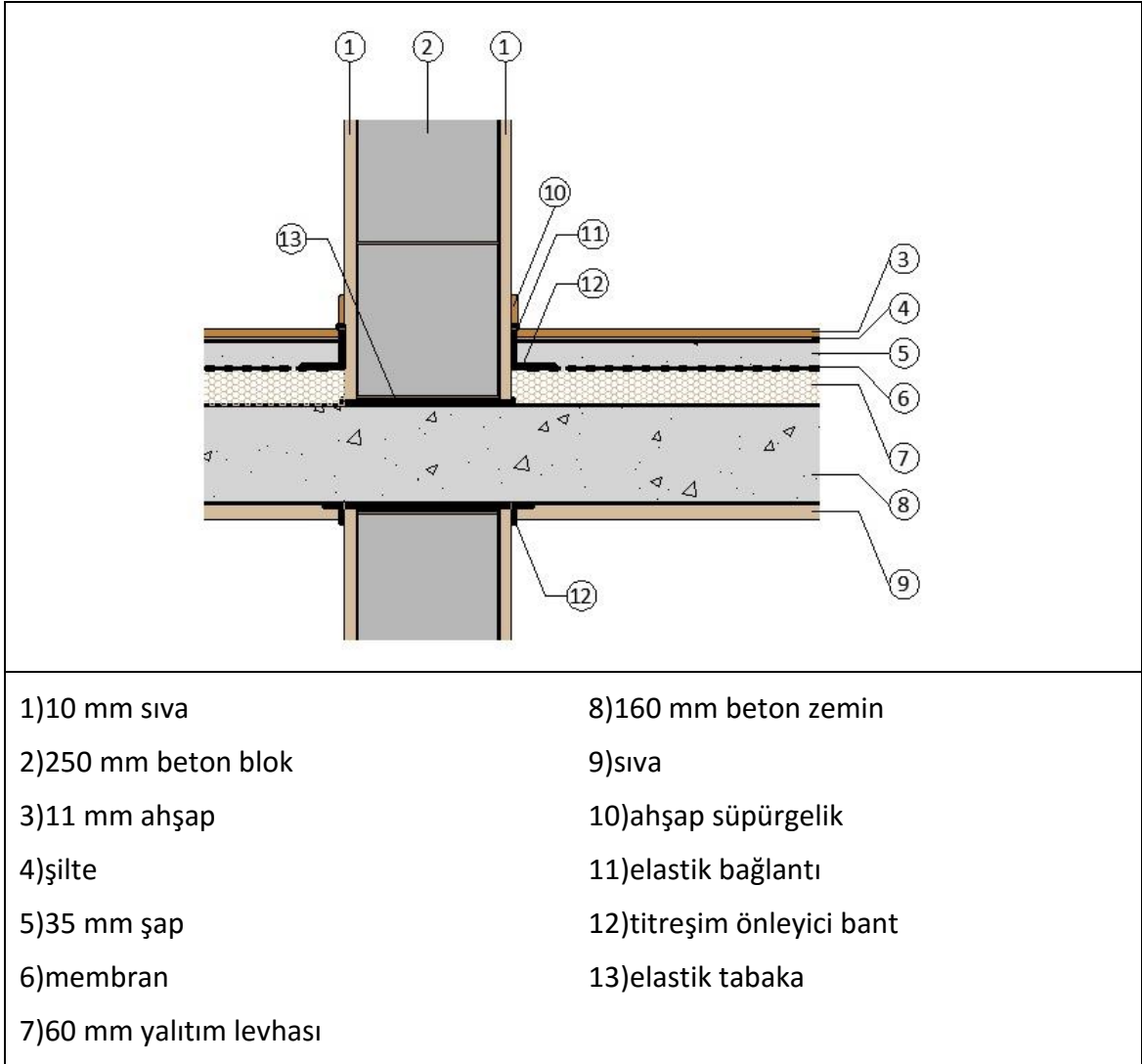
15)titreşim önleyici bant

16)elastik tabaka

Şekil 4.21 Örnek I' in iç duvar ile döşeme birleşim detayı

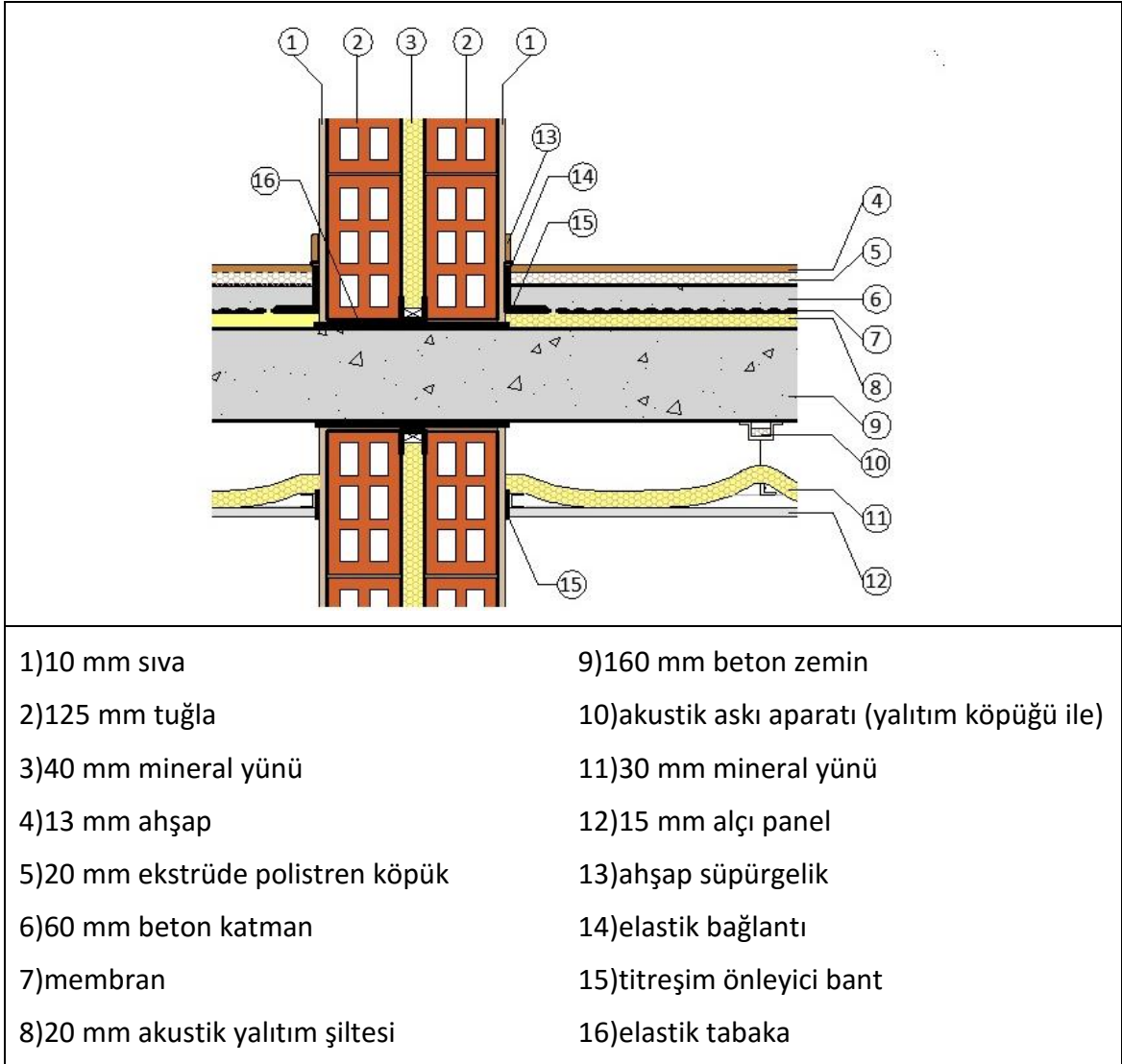


Örnek II' de konut dairelerini ayıran duvar elemanları için, iki yanı sıvalı beton bloklar seçilmiştir. Betonarme tabanlı döşemede ise, arada yalıtım levhası bulunan yüzer döşeme uygulaması ile istenilen ses yalıtımı değerleri sağlanabilmiştir. Şekil 4.21' de bu elemanlar için ses köprülerini engelleyecek nitelikteki bağlantı detayları sunulmuştur. İlk örnekte olduğu gibi, betonarme taban döşemesi üzerine, beton bloklar örülmeden önce duvar altı için elastik tabaka yerleştirilmiştir. İlk beton blok sırasından önce, ses sızıntılarını önlemek için, elastik bantı aşmayacak şekilde harç uygulanmıştır. Yüzer döşeme uygulamasında ise duvar elemanı ile arasında titreşim önleyici bant uygulanmıştır. Ayrıca süpürgelik ile döşeme arasında da elastik bağlantı yapılmıştır. Bu uygulama ile hacimlerin gürültü ve titreşimden etkilenme düzeyi azaltılmıştır.



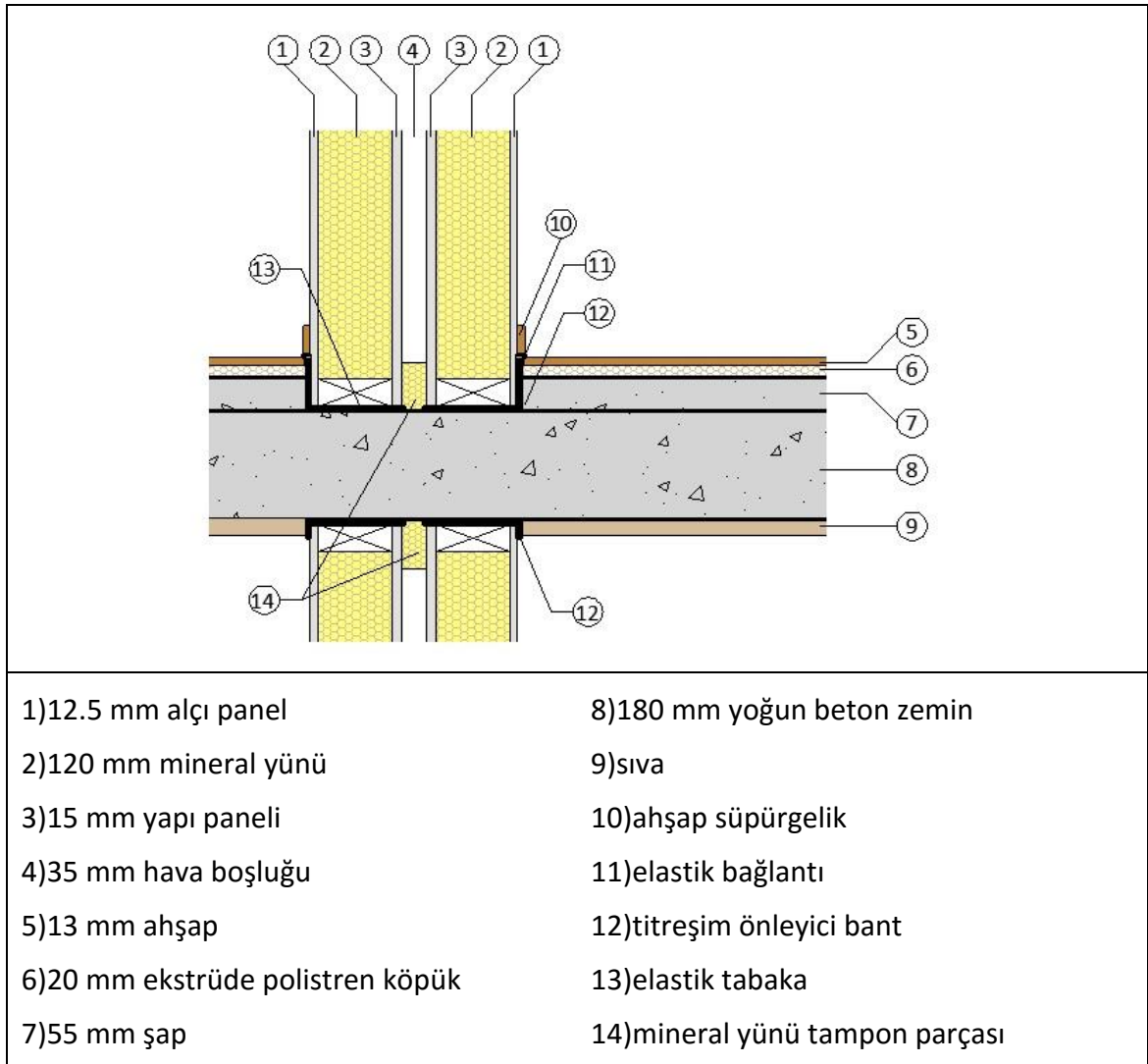
Şekil 4.22 Örnek II' nin iç duvar ile döşeme birleşim detayı

Şekil 4.22' de Örnek III için seçilen konutlar arası iç duvar ile döşeme bağlantısının detayı sunulmaktadır. Bu örnekte duvar elemanı olarak iki tarafı sıvalı, arasında mineral yünü bulunan çift tabaka tuğla kullanılmıştır. Döşemede ise betonarme taban döşemesi üzerine yüzer döşeme ve yüzer ahşap parke uygulaması yapılmıştır. Ayrıca, daha yüksek akustik konforun hedeflendiği örnekte, boşluğunda mineral yünü bulunan alçı panelli asma tavan uygulaması yapılmıştır. Şekilde görüldüğü üzere; döşeme ile duvar bağlantısında, taban döşemesi ile yüzer döşeme arasında, süpürgelik ile döşeme arasında ve asma tavan ile duvar birleşimi arasında titreşimi önleyen, esnek bağlantılar uygulanmıştır. Buna ek olarak, asma tavan ile tavan döşemesi arasında titreşimi önlemek için askı aparatında sönümleyici köpük kullanılmıştır.



Şekil 4.23 Örnek III'ün iç duvar ile döşeme birleşim detayı

Şekil 4.23' teki kesit Örnek IV için seçilen, konutlar arası iç duvar ile döşeme birleşimini göstermektedir. Duvarlarda, içinde mineral yünü bulunan, sandviç alçı paneller çift tabaka olarak uygulanmıştır. Döşeme ise betonarme tabanlı olup; ahşap düşeme parkesi, altına uygulanan ekstrüde polistren köpük ile yüzer hale getirilmiştir. Duvar panellerinin altına esnek tabakalar yerleştirilerek taban döşemesinden duvar koparılmıştır. Ayrıca işçilik sırasında duvar boşluğunda malzeme birikmesi sonucu akustik köprülerin oluşmaması için mineral yünlü tampon uygulaması yapılmıştır. Döşeme katmanlarının alçı paneller ile arasındaki ses iletimini kesmek amacıyla titreşim önleyici bant kullanılmıştır. Diğer örneklerde olduğu gibi, Örnek IV için de süpürgelik altına (uygulama sonrası fazla bant kesilip atılmak üzere) esnek bağlantı bantı uygulanmıştır.



Şekil 4.24 Örnek IV' ün iç duvar ile döşeme birleşim detayı

Tüm örnekler için uygulamalar; taban döşemesinin üzerine duvar elemanının yerleştirilmesi, duvar kaplamaları ve sıva uygulamaları, yüzer döşeme uygulaması, varsa asma tavan uygulaması, süpürgelik uygulaması şeklinde sıralanmaktadır. Örneklerde de uygulamalar esnasında; taban döşemesi ile duvar uygulaması arasında, asma tavan ile tavan döşemesi ve duvar arasında, süpürgelik ile yapı elemanları arasında ses köprülerini önleyecek çözümler tercih edilmiştir. Bunun için, bağlantı noktalarında esnek bağlantılar ve titreşim sönümleyen ara malzemeler kullanılarak ses köprülerinin oluşumu engellenmiş, gürültü denetimi açısından uygun hacimler elde edilebilmiştir. Yapı elemanları için seçilen kesitlerin beklenen akustik performansı sağlaması için bir diğer önemli konu da yerinde uygulama aşamasıdır. Uygulama sırasında işçilikten kaynaklı hatalara ve çözüm önerilerine 3. bölümde detaylı olarak yer verilmiştir.

#### **4.5 Genel Değerlendirme**

Kurgulanan konut yapısı için, farklı malzeme kombinasyonları içeren, dört adet örnek sunulmuş ve gürültü denetimleri sağlanarak, istenilen akustik konfor ortamları elde edilmiştir. Yapının gürültü denetimi için gereken değerler; ilgili standartlarda belirtilen hesap yöntemlerini kullanan, tüm ses iletim yollarını dikkate alan (dolaysız ve dolaylı geçişler) ve yapının tamamını eş zamanlı olarak değerlendirebilen bir program ile hesaplanmıştır.

Birden fazla cephesi ve her cephede pencere yüzeyi bulunan hacimlerde, dış gürültü denetimi daha güçlükle sağlanabilmektedir. Ayrıca, yapı cepheleri genellikle kompozit özelliktedir. Bu nedenle, cephenin ses yalıtım performansı zayıf eleman olan pencerenin yalıtım performansına yaklaşmaktadır. Tüm örneklerde pencere için  $R_w$  değerleri yüksek (Örnek I ve II' de  $R_w= 44\text{dB}$ , Örnek III ve IV' te  $R_w= 46\text{dB}$ ), çift camlı kesitler uygulanmıştır. Cephe duvarları için ise, Örnek I ve IV için  $R_w$  değerleri diğer örneklerle göre oldukça yüksek olan kesitler önerilmiştir. Elde edilen cephe ses yalıtımı değerleri birbirinden çok farklı olmamakla birlikte; en yüksek yalıtım değerleri Örnek I' de görülmektedir. Örnek I' i takiben; Örnek III, IV ve I' de de yeterli ses yalıtımı değerleri sağlanmıştır. Cephenin ses yalıtımında 50 ile 3150 Hz aralığı değerlendirmeye alınmıştır. Buna göre, hafif yapı malzemelerinden oluşan Örnek IV' ün  $R_w$  değeri yüksek

olmasına karşın, alçak frekanslarda performansının düşük olması nedeniyle, istenilen ses yalıtımı değerlerini ancak karşılayabildiği görülmüştür.

Konut dairelerini ve konut dairesi ile ortak kullanım alanlarını ayıran düşey bölücülerde, duvar elemanları için  $R_w$  değerleri 60-66 dB arasında olan, ses yalıtımı yüksek kesitler kullanılmıştır. Örneklerde en yüksek ses yalıtımı Örnek III ile ve en düşük ses yalıtımı Örnek II ile sağlanmıştır. Bu örneklerde görüldüğü gibi, kütle ağırlığı fazla olan ve çift tabakalı yapıda olan duvarlar daha iyi ses yalıtımı sağlamaktadır.

Konut dairesi içindeki duvarlarda,  $R_w$  değerleri 42 ile 47 dB arasında olan, kütle ağırlığı fazla veya hafif olan seçenekler denenmiştir. Hesaplara göre, Örnek III' te kullanılan tuğlalı kesit en yüksek ses yalıtımını sağlamıştır. Aynı  $R_w$  değerinde, ancak hafif elemanlı olan Örnek IV' teki kesit ise daha düşük performans sağlamıştır.

Örneklerin döşemelerinde, taban için betonarme kullanılmakla birlikte; yüzer döşeme uygulamaları ile farklı seçenekler sunulmuş ve buna ek olarak, Örnek III' te asma tavan uygulaması ile daha güçlü bir seçenek oluşturulmuştur. Sonuçlara göre, seramik bitişli banyo hacimlerinde hem hava hem de darbe sesi yalıtımının daha zor sağlandığı görülmüştür. Binanın tümü değerlendirildiğinde, döşemelerin hem hava hem de darbe sesi yalıtımında en yüksek performans Örnek III' te elde edilmiştir.

Bu çalışmada, kentlerde sık rastlanan konut türü olan, apartman tipi konut kurgulanarak, bu konutun belli bir karayolu gürültü düzeyinden etkilendiği kabul edilmiştir. Yapı kabuğu ve iç bölme elemanları için bu çalışma ile önerilen kesitlerin, yapının etkilendiği gürültü düzeyinin ve hacim iç yerleşim planının değişmesi ile birlikte, değişmesi gerektiği açıktır.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanların yaşamlarının büyük bölümünü geçirdiği konut yapılarında, uygun fizik ortam koşullarının sağlanması için, gürültü denetimi ile ilgili gereksinimlerin sağlanması başta gelen belirleyicilerdendir. Bu nedenle, yapının bulunduğu bölgeye ve gürültüye karşı duyarlılığına göre, uygun yapı kabuğu kesitleri belirlenmeli; ekonomik ve teknik benzeri etkenler de göz önüne alınarak, uygun kesit seçimine gidilmelidir. Yapı içi gürültüler açısından da, yatayda ve düşeyde hacimleri birbirinden ayıran duvar ve döşemelerde yeterli ses yalıtımının sağlanması önem taşır. Duvar elemanlarında yalnız hava doğuşlu seslerin yalıtımına yönelik incelemeler yeterli olurken; döşemelerde adım sesi, eşyaların döşemede çıkarttığı sesler gibi darbe seslerine karşı da yalıtımın sağlanması gerekir.

Bu çalışma ile, ülkemiz konut yapılarında uygulanabilecek ses yalıtımı sınır değerlerine, bunlara uygun yapı elemanı kombinasyonlarına örnek oluşturmak ve hem hızlı hem de gerçeğe yakın şekilde, bütüncül hesap yapabilen yöntemlere dikkat çekmek amaçlanmıştır.

Çalışmada konut yapılarının, yapı kabuğunda ve iç bölme elemanlarında gürültü açısından konfor koşullarının sağlanması için, literatürde önerilen yalıtım değerleri incelenmiştir. Ardından, kurgusal bir konut yapısı üzerinden, farklı yapı elemanları ile oluşturulan dört örnek önerilmiştir. Her durum için, konutlarda gürültü açısından kabul edilebilecek, konfor koşulunu sağlayan ses yalıtım değerlerine ulaşılması hedeflenmiştir. Yapı elemanlarının ses yalıtım performansı, TS EN 12354-1,2,3 standartlarına uygun olarak, dolaylı iletimlerin ve hacimlerin özelliklerinin de değerlendirmeye alındığı; bir başka deyişle yapıyı bir bütün olarak ele alıp, tüm ses

geçiş yollarının değerlendirilebildiği bir simülasyon programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Böylece, yapı elemanlarının uygulama sonrası ses yalıtım performanslarının nasıl olacağını değerlendirilebilmesi de olanaklı olmaktadır.

Ayrıca cephe duvarı elemanları için cam yünü, mineral yünü, ekstrüde polistren köpük katmanlarından birinin bulunduğu, kalın kesitlerin seçilmesi ile ses yalıtımının yanında ısı yalıtımı sağlayabilecek kesitler kurgulanmıştır. Ancak ses yalıtımı sağlayan her malzemenin yeterli ısı yalıtımı sağlamayabileceği hatırlanmalıdır. Yapı elemanlarının her iki açıdan da yeterli yalıtımı sağladığını gözlemleyebilmek için, hem akustik hem de ısı konusunda detaylı ve hassas hesaplamaların yapılması gerekmektedir.

Yapı elemanlarının ses yalıtımlarına ilişkin gereksinimlerin sağlanması konusuna henüz yeterince önem verilmeyen ülkemizde de, yasal düzenlemelerle, yakın zamanda konuya ilişkin çalışmaların ve uygulamaların artacağı düşünülmektedir. Yapılarda uygun akustik ortam koşullarının elde edilebilmesi için; ses yalıtımı ile ilgili ölçüt ve göstergelerin tanımlanması, sınır değerlerin belirlenmesi, hesaplama yöntemlerinin ve uygulama süreçlerinin açıklanması, yapım aşamasındaki ve sonrasındaki denetlemeler için gereken donanımların netleştirilmesi önem taşımaktadır. Konuya ilişkin, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı önderliğinde, bir yönetmelik çalışması devam etmektedir.

Uluslararası standartlardan, ülkelerin yönetmeliklerinden ve literatürdeki güncel çalışmalardan referanslar alınarak, titizlikle hazırlanan ses yalıtımı yönetmeliğinin önemi kadar; yönetmeliğin işlerlik kazanması ve yapılarda sağlanan gürültü denetiminin takip edilmesi de dikkat edilmesi gereken bir konudur.

Yapıların tasarım ve yapım süreçlerinin ilk aşamalarında gürültü denetimi konusunun ele alınması; daha sağlıklı ortamların elde edilebilmesi, ekonomik yönden ve enerji tüketimi açısından tasarruf sağlanması için önemlidir. Yapı cephesinin gürültü denetimi için, belediyeler tarafından hazırlanan ve yaygınlaştırılan, çevresel gürültü haritalarından faydalanılabilmektedir. Bununla beraber, yapı elemanları için malzeme seçenekleri ve akustik özellikleri, tasarımcıların kolay ulaşabileceği şekilde olmalıdır. Yapı malzemelerinin akustik özellikleri üzerine, literatürde çeşitli çalışmalar, derlemeler bulunmaktadır. Ancak, Türkiye' de kullanımı yaygın olan ve Türkiye' de üretimi yapılan yapı malzemelerinin ses iletim performanslarına yönelik, standartlarla tanımlanmış,

laboratuvar ortamında yapılmış hassas ölçümleri içeren bir katalogun yoksunluğu, tasarım evresinde akustik ihtiyaçların dahil edilmesini zorlaştırmaktadır. Bunun için, uluslararası standartlarla tanımlanmış ölçümleri yapabilecek nitelikte olan laboratuvarların sayısının artması ve gerektiğinde daha düşük frekansları da kapsayacak şekilde ölçüm yapabilecek nitelik kazanması gerekmektedir. Ayrıca üretici firmaların, malzemelerin akustik performansını güvenilir ölçümlerle sunma alışkanlığının yaygınlaşması da önem taşımaktadır.

Yeni yapılacak olan yapılarda cezai işlemler ile uygulamaların yönetmeliğe uygun şekilde sürdürülmesi sağlanabileceği gibi; bir takım teşviklerle, hem minimum akustik kalitedeki ortamları hem de daha üst kalite sınıfındaki akustik ortamları sağlamak mümkün olabilmektedir. Yeşil bina sertifikasyon sistemleri gibi sertifikasyon sistemlerinde; akustik performans konusunun kredilendirme sisteminde daha ciddiyle ele alınması, gürültü denetiminin sağlıklı ortam koşulları için gerekliliğini vurgulayacak ve alınacak önlemler için teşvik edici olacaktır. Ayrıca, yeni yapılarda yönetmeliğe uygun yapım sürecinin sağlanması halinde; devlet desteği ile sağlanan kredi kolaylığı gibi uygulamalar ile, yönetmeliğin işlerliği yaygınlaştırılabilir.

Günümüzde kullanıcılar, yapım sürecinde rol alan aktörler ve denetleme mekanizmaları tarafından konut yapılarında gürültü denetimi bilincinin oluşmaya başladığı; kamuoyu yoklamaları ve yapılan çalışmalardan görülmektedir. Konut kullanıcılarının gürültüyü bir çevre kirliliği, sağlığı tehdit eden bir sorun olarak algılamalarına karşın; gürültü denetimi sağlanmış, akustik açıdan konforlu iç ortamlara sahip konutları talep etmeleri için desteklenmeleri, teşvik edilmeleri gerekmektedir. Konut yapım süreçlerine gürültü denetimi konularının dahil edilmesi, gerekli yaptırım ve denetimler ile takip edilmesi sonucunda; kullanıcıların yaşamlarında önemli yer tutan konutların, sağlıklı yaşam alanları sunması mümkündür.



## KAYNAKLAR

---

- [1] WHO, (1999). Guidelines for Community Noise, Geneva.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] VDI 4100, (2007). Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz (Sound insulation between rooms in buildings - Dwellings - Assessment and proposals for enhanced sound insulation between rooms), Germany.
- [5] NBN S01-400-1, (2008). Akoestische criteria voor woongebouwen - Critères acoustiques pour des habitations, Belgium.
- [6] NEN 1070, (1999). Geluidwering in gebouwen – Specificatie en beoordeling van de kwaliteit (Noise control in buildings – Specification and rating of quality), Netherlands.
- [7] STR 2.01.07, (2003). "Pastatu Vidaus Ir Isores Aplinkos Apsauga Nuo Triuksmo" (Lithuanian building regulations. Protection against noise in buildings). Patvirtinimo, Lithuania.
- [8] Koster, A., (2007). "Saint-Gobain Insulation acoustical comfort classes", Proceedings of ICA 2007, Madrid, Spain, 2007.
- [9] 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.

- [10] Egan, M.D., (2007). Architectural Acoustics, First Edition, J. Ross Publishing, Inc., Fort Lauderdale, USA.
- [11] Harris, D. A., (1997). Noise Control Manual for Residential Buildings, First Edition, Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- [12] Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2011). Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Klavuzu, Yayın No:1, Ankara.
- [13] WHO, (2009). Night noise guideline, Copenhagen , Denmark.
- [14] Rasmussen, B., (2010). "Sound Insulation Between Dwellings - Requirements in Building Regulations in Europe", Applied Acoustics, 71: 373–385.
- [15] T.C. Resmi Gazete, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. (27601), 04.06.2010.
- [16] T.C. Resmi Gazete, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. (29536), 18.11.2015.
- [17] Rasmussen, B., (2006). "Facade sound insulation comfort criteria in European classification schemes for dwellings", EuroNoise 2006, 30May - 1 June, Finland.
- [18] Rossing, T.D., (2007). Springer Handbook of Acoustics, First Edition, Springer Science-Business Media, LLC., New York.
- [19] CIBSE, (2006). Guide A: Environmental Design, 7th Edition, London.
- [20] Yüğrük Akdağ, N., Fiziksel Çevre Denetimi Gürültü Denetimi Bölümü: 1. Bölüm, <http://yarbis.yildiz.edu.tr/common/uploads/ed0c0a06c5/kabuledilebilirg%C3%BCr.d%C3%BCz.,%C3%A7evreselg%C3%BCr.de%C4%9F.y%C3%B6nt.pdf>, 27 Kasım 2015.
- [21] Weissenburger, J. T., (2004). "Room-to-Room Privacy and Acoustical Design Criteria", Sound and Vibration, Instrumentation Reference Issue: 14-17.
- [22] Long, M., (2006). Architectural Acoustics, First Edition, Elsevier Inc., London.
- [23] TS EN ISO 10140-2, (2013). Akustik – Yapı elemanlarının ses yalıtımının laboratuvarında ölçülmesi – Bölüm 2: Hava ile yayılan ses yalıtımının ölçülmesi, TSE, Ankara.
- [24] Şentop, A., (2013). Binaların Gürültü Kontrolü Etkin Tasarımı İçin Yapı Elemanı Seçim Aracı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [25] Ankara Sanayi Odası, Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Hakkında Yönetmelik, [http://www.csb.gov.tr/db/meslekihizmetler/eduardosya/gurultu\\_yonetmelik.rar](http://www.csb.gov.tr/db/meslekihizmetler/eduardosya/gurultu_yonetmelik.rar), 11 Ocak 2016.
- [26] Mommertz, E., (2009). Acoustics and Sound Insulation: Principles, Planning, Examples, First Edition, Dokumentation GmbH & Co. KG, Munich.
- [27] TS EN ISO 717-1, (2013). Akustik – Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının derecelendirilmesi – Bölüm 1: Hava ile yayılan sesin yalıtımı, TSE, Ankara.
- [28] ASTM E90-09, (2009). Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions and Elements, ASTM, Pennsylvania.
- [29] TS EN ISO 717-2, (2013). Akustik – Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının derecelendirilmesi – Bölüm 2: Darbe sesi yalıtımı, TSE, Ankara.
- [30] ASTM E 989-06, (2012). Standard Classification for Determination of Impact Insulation Class (IIC), ASTM, Pennsylvania.
- [31] Yüğrük Akdağ, N., (2004). "A simple method to determine required Rtr values of building envelope components against road traffic noise", Building and Environment, 39: 1327 – 1332.
- [32] COST Action TU0901, (2014). Integrating and Harmonizing Sound Insulation Aspects in Sustainable Urban Housing Constructions, Building acoustics throughout Europe Volume 2: Housing and construction types country by country, First Edition, Madrid, Spain.
- [33] Kurra, S. (Proje Yürütücüsü), (2013). Çevresel Gürültülere Karşı Ses Yalıtımı Ölçüm Ve Değerlendirme Birimlerinin Ülkemiz Açısından Araştırılması ve COST TU 0901 Kapsamında Yapılacak Çalışmalara Katılım, TÜBİTAK Araştırma Projesi Final Raporu (AP-FR-01), Proje No: 110M784, Rapor No: 2 (revizyon), İstanbul.
- [34] Demirkale, S. Y.,(2007). Çevre ve Yapı Akustiği, Birinci Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul.

**EK-A**

---

**ANKET FORMU**

## Anket Formu

Tarih

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi'nde hazırlanan "Konutlarda Gürültü Denetimi İçin Uygun Kesit Seçeneklerinin Modelleme Yoluyla Belirlenmesi" konulu tez çalışmasına veri oluşturmak adına; konut mekanlarında, mekanın işlevine bağlı olarak ihtiyaç duyulan gürültüsüzlük oranlarının tespiti için yapılan bir anket çalışmasıdır. Zaman ayırıp anketimizi yanıtlayarak hem yukarıda bilgisi verilen tez çalışmasına, hem de ilerleyen zamanlarda konu ile ilgili yapılabilecek diğer bilimsel çalışmalara çok büyük bir katkıda bulunmuş olacaksınız.

İstanbul' da uygulanan anket için seçilen konut yapılarının isim ve adres bilgileri gizli tutulup, konut yapıları harf ile ifade edilecektir. Dolduracağınız anket formu, bu çalışmayı yapan kişiler dışında başka hiçbir şahıs ya da kurumla paylaşılmayacaktır.

Bu çalışma için site/apartman yönetiminden izin alınmıştır.

İlginize çok teşekkür ederiz.

Yaşınız:	a) 20' den az	b) 20-30	c) 30-40	d) 40 üstü
Cinsiyetiniz:	a) kadın		b) erkek	
Eğitim durumunuz:	a) ilköğretim	b) lise	c) yüksekokul	

Konutunuzu kaç kişi kullanıyorsunuz?	a) 1	b) 2	c) 3	d) 4-6	e) 6 ve üzeri
Ne kadar zamandır bu konutta yaşıyorsunuz?	a) 1 yıldan az		b) 1-5 yıl		
	c) 5-10 yıl		d) 10 yıldan fazla		
Günün hangi aralıklarında konutunuzda bulunuyorsunuz? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)	a) gündüz	b) akşam	c) gece		
Konutunuzda (komşularımızın konutlarından farklı olarak) gürültüye karşı alınmış özel önlem/önlemler var mı?	a) evet		b) hayır		
Alınan özel önlem/ önlemler nedir?	.....				
Bu önlemi/önlemleri yeterli buluyor musunuz?	a) evet		b) hayır		

Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde gürültünün sizi rahatsız ettiği zaman dilimlerini işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)	a) gündüz	b) akşam
	c) gece	d) hiçbiri
Konutunuzda bulunduğunuz sürelerde sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarından 5 adedini, en çoktan en aza doğru sıralayınız. (En çok 1, en az 5 ile değerlendirilmelidir.)	(...) konuşma, bağırma	(...) banyo/WC' de sifon,duş vb.
	(...) çocuklar	(...) mutfak tezgahı kullanımı
	(...) radyo, TV, müzik	(...) kapı çarpması
	(...) evcil hayvanlar	(...) ayak sesleri, yürüme
	(...) elektrikli ev aletleri	(...) eşyaların itilip çekilmesi
	(...) diğer .....	

<b>Salonunuzu/ oturma odanızı</b> gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?	a) rahatsız olmuyorum c) orta derecede	b) biraz d) epeyce e) feci şekilde
Size göre <b>salonunuzda/ oturma odanızda</b> minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?	a) çok sessiz	b) sessiz c) orta derecede
<b>Salonunuzda/ oturma odanızda</b> bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)	(...) konuşma, bağırma (...) çocuklar (...) radyo, TV, müzik (...) evcil hayvanlar (...) elektrikli ev aletleri (...) diğer .....	(...) banyo/WC' de sifon,duş vb. (...) mutfak tezgahı kullanımı (...) kapı çarpması (...) ayak sesleri, yürüme (...) eşyaların itilip çekilmesi

<b>Yatak odalarınızı</b> gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?	a) rahatsız olmuyorum c) orta derecede	b) biraz d) epeyce e) feci şekilde
Size göre <b>yatak odalarınızda</b> minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?	a) çok sessiz	b) sessiz c) orta derecede
<b>Yatak odalarınızda</b> bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)	(...) konuşma, bağırma (...) çocuklar (...) radyo, TV, müzik (...) evcil hayvanlar (...) elektrikli ev aletleri (...) diğer .....	(...) banyo/WC' de sifon,duş vb. (...) mutfak tezgahı kullanımı (...) kapı çarpması (...) ayak sesleri, yürüme (...) eşyaların itilip çekilmesi

<b>Mutfak/ WC / banyo</b> alanlarınızı gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme boyutunu hangi şekilde ifade edersiniz?	a) rahatsız olmuyorum c) orta derecede	b) biraz d) epeyce e) feci şekilde
Size göre <b>mutfak/ WC / banyo</b> alanlarınızda minimum konforu sağlayabilecek ifade hangisi olmalıdır?	a) çok sessiz	b) sessiz c) orta derecede
<b>Mutfak/ WC / banyo</b> alanlarınızda bulunduğunuz süre zarfında diğer odalarınızda, bitişik konutlarda, alt/üst konutlarda, ortak kullanım alanlarında oluşan ve sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarını işaretleyiniz. (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz.)	(...) konuşma, bağırma (...) çocuklar (...) radyo, TV, müzik (...) evcil hayvanlar (...) elektrikli ev aletleri (...) diğer .....	(...) banyo/WC' de sifon,duş vb. (...) mutfak tezgahı kullanımı (...) kapı çarpması (...) ayak sesleri, yürüme (...) eşyaların itilip çekilmesi

Anketimize gösterdiğiniz ilgi için çok teşekkür ederiz.

## ÖZGEÇMİŞ

---

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** :Billur TEKİN BAYKAL  
**Doğum Tarihi ve Yeri** :1986, İstanbul  
**Yabancı Dili** :İngilizce  
**E-posta** :billurtek@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mimarlık	Yıldız Teknik Üniversitesi	2011
Lise	Fen Matematik	Mustafa Saffet Anadolu Lisesi	2004

### İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2013-2014	Mimarhane, Sezin AKKAYA Mimarlık	Mimar
2011-2013	MİLTAŞ, Milletler Arası İnş. Taah. Özel Eğitim Hiz. Tic. ve San. Anonim Şti.	Mimar

## **YAYINLARI**

### **Bildiri**

1. Tekinbaykal, B. ve Akdağ, N.Y., (2015).“Konutlarda Gürültü Denetimi İçin Uygun Kesit Seçeneklerinin Modelleme Yoluyla Belirlenmesi”, 11. Ulusal Akustik Kongresi, 19-20 Ekim 2015, İstanbul.