



**HAFIF GİYDİRME CEPHELİ YÜKSEK YAPILARIN AKUSTİK PERFORMANSLARININ
ANALİZİ VE BİR ÖRNEKLEM**

Burçin Ece BIYIKLI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2015

Burçin Ece BIYIKLI tarafından hazırlanan “ HAFİF GİYDİRME CEPHELİ YÜKSEK YAPILARIN AKUSTİK PERFORMANSLARININ ANALİZİ VEBİR ÖRNEKLEM” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Füsun DEMİREL

Mimarlık Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Başkan : Prof. Dr. Nizami AKTÜRK

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Papatya Nur DÖKMECİ YÖRÜKOĞLU

İç Mimarlık Anabilim Dalı, Çankaya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 24/12/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Metin GÜRÜ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

.....

Burçin Ece BIYIKLI

24/12/2015

HAFİF GIYDIRME CEPHELİ YÜKSEK YAPILARIN AKUSTİK PERFORMANSLARININ
ANALİZİ VE BİR ÖRNEKLEM

(Yüksek Lisans Tezi)

Burçin Ece BIYIKLI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2015

ÖZET

Günümüzde yapımı hızla artan yüksek binalarda, yapım ve kullanım aşamasında kolaylık sağlaması, esnek tasarım imkanı vermesi ve yüksek standartlarda yapı kabuğu beklentisini karşılaması nedeniyle sıklıkla hafif giydirme cepheler tercih edilmektedir. Isı, ışık, ses ve havalandırma gibi faktörlerin iç mekanda istenen düzeyde filtre edilerek geçirimini sağlamak yapı kabuklarının görevidir. Bu bağlamda, tez çalışmasının amacı, yüksek binalarda yoğunlukla tercih edilen hafif giydirme cephelerin, akustik performansının ortaya konması ve çevresel gürültünün bina yüksekliği ile ilişkisinin yapı kabuğuna etkisinin belirlenmesidir. Ayrıca gürültü denetimi kriterleri araştırılarak bu kriterler kapsamında bir örneklem incelemesi yapılmıştır. Bu amaçla tezde, hafif giydirme cephe sistemleri öncelikle farklı özelliklerine göre sınıflandırılmış, çevresel gürültü ve gürültü kontrolüne ilişkin kavramlar tanımlanmış ve ilgili mevzuat araştırmaları yapılarak hafif giydirme cepheler için akustik performans kriterleri oluşturulmuştur. Sözü edilen performans kriterleri ile bir örneklem üzerinden değerlendirme ve iyileştirme önerileri geliştirilmiştir.

Bilim Kodu : 804.1.040
Anahtar Kelimeler : Giydirme cephe, akustik performans, gürültü, yalıtım, cephe
Sayfa Adedi : 123
Danışman : Prof. Dr. Füsün DEMİREL

A REVIEW FOR ACOUSTIC PERFORMANCE OF HIGH-RISE BUILDING WITH CURTAIN WALL
AND A CASE STUDY

(M. Sc. Thesis)

Burçin Ece BIYIKLI

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

December 2015

ABSTRACT

Shell structures are extremely important for their role in filtering the exterior conditions such as heat, light, and sound. Curtain wall systems, a popular kind of shell structure, become increasingly preferable for high-rise buildings nowadays due to the fact that these systems facilitate construction and occupation processes, allow flexible design opportunity, and meet the high expectations of shell structures. In this thesis, we aim to evaluate the acoustic performance of curtain walls against ambient noise and to understand the impact of the ambient noise and height of the structure on the curtain walls. To that end, we categorize curtain wall systems by their varied features and form a performance criteria table for curtains walls. Furthermore, we describe the terms for ambient noise, and present the related regulations. Finally, we choose a high-rise building with curtain walls and analyze the acoustic performance of the building based on the performance criteria table.

Science Code : 804.1.040
Key Words : Curtain walls, acoustic performance, noise, insulation, façade
Page Number : 123
Supervisor : Prof. Dr. Füsün DEMİREL

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın gerçekleşmesine vesile olan ve bu sürecin yöntemli ve disiplinli geçmesi adına, bende iz bırakan katkılarda bulunan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Füsun DEMİREL'e öncelikle teşekkür ederim. Çalışma sürecim boyunca, örnek seçilen kule binasında yapılan ölçümler için her türlü imkanın sağlanmasında yardımcı olan Uğur BİNGÖL'e; her ihtiyacım olduğunda yardım etmek için hazır bekleyen kardeşim Ezgi BIYIKLI'ya; yardımları ve güler yüzüyle tezimin tamamlanması için cesaret veren arkadaşım Tufan AFŞAR'a; ölçümlerdeki emeği ve sonraki süreçte sabrı, hoşgörüsü ve tecrübeleriyle destek veren Zuhal ÖZÇETİN'e, çalışmam için katkılarını esirgemeyen ekip arkadaşlarım Tuba TUNÇ KURT, Rıza TÜRKMEN ve Yusuf SEVEN'e; en değerli varlıklarım olan, canım annem Esin BIYIKLI ve canım babam Erol BIYIKLI'ya; çok uzaklardan manevi desteğini hiç eksik etmeyerek, her daim yanımda ve arkamda olduğunu hissettiren Y. Ozan BAŞÇİFTÇİ'ye, teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. HAFİF GİYDİRME CEPHELER	3
2.1. Yüksek Yapılar ve Hafif Giydirme Cepheleer	4
2.2. Hafif Giydirme Cepheleerın Sınıflandırılması	7
2.2.1. Hafif giydirme cepheleerın bileşen ve sistemlere göre sınıflandırılması....	8
2.2.2. Hafif giydirme cepheleerın kabuk yapısına göre sınıflandırılması.....	24
3. GÜRÜLTÜ VE HAFİF GİYDİRME CEPHELEERDE AKUSTİK PERFORMANS KRİTERLERİNİN OLUŞTURULMASI.....	29
3.1. Çevresel Gürültü ve Yapı Kabuğu İlişkisi	32
3.1.1. Çevresel gürültü kontrolü	32
3.1.2. Çevresel gürültü ve yapı elemanı gürültü kontrolüne yönelik akustik kriterler ve mevzuatlar	45
3.2. Hafif Giydirme Cepheleerde Akustik Performans Kriterleri	54
3.2.1. Cephe taşıyıcı sistemi seçimi.....	54
3.2.2. Malzeme seçimi	57
3.2.3. Birleşim detayları	63

	Sayfa
3.2.4. Cephe kabuk yapısı performansı	67
3.2.5. Cephe yüzey organizasyonu ve cidar tasarımı	72
3.2.6. Yapı içi ses yalıtımı	74
3.3. Giydirme Cepheler İçin Akustik Performans Kriterleri Özet Tablosu	77
4. BİR ÖRNEKLEM; ANKARA'DA BİR YÜKSEK BİNANIN SES YALITIM PERFORMANSININ İNCELENMESİ	83
4.1. Örneklem Olarak Seçilen Bina Hakkında Genel Bilgiler	83
4.2. Örneklem Olarak Seçilen Binanın Ölçüm Yoluyla Gürültü Analizinin Yapılması...	88
4.2.1. Yapı elemanı gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme	93
4.2.2. Çevresel gürültünün yapı ölçeğinde etkisine yönelik değerlendirme	101
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	107
KAYNAKLAR	111
EKLER	117
EK-1. Reverberasyon Ölçümleri Ve Yapı Kabuğu Ses Azalım İndeksi Hesaplama Grafikleri	118
EK-2. Yapılarda kullanılan standart cam kombinasyonlarının ses yalıtım performansları grafiği	122
ÖZGEÇMİŞ	123

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Camın fiziksel ve mekanik özellikleri	15
Çizelge 2.2. Yapılarda kullanılan camın olması gerekli özellikleri	16
Çizelge 3.1. Gürültünün insan sağlığına yönelik fizyolojik etkileri	31
Çizelge 3.2. Cephe yalıtımı için dikkate alınması gerekli faktörler.....	34
Çizelge 3.3. Yapı elemanlarında hava doğuşlu sesin yalıtımının sağlanmasına yönelik parametreleri	38
Çizelge 3.4. Bies ve Hansen'in kitabında yer alan meteorolojik etkilenme nedeni ses artış, azalım değerlerinin tahmin tablosu.....	43
Çizelge 3.5. A-ağırlığına çevirim değerleri.....	46
Çizelge 3.6. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Karayolu çevresel gürültü sınır değerleri.....	48
Çizelge 3.7. İç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri	49
Çizelge 3.8. NC ses basınç düzeyleri.....	50
Çizelge 3.9. NC gürültü kriterleri.....	50
Çizelge 3.10. Avrupa ülkelerinde kullanılan göstergeler.....	51
Çizelge 3.11. Amerika'da kullanılan göstergeler.....	51
Çizelge 3.12. Hava ile yayılan sesin ağırlıklı hale gelmesi için kullanılan referans değerleri	52
Çizelge 3.13. Dış yapı elemanlarında hava ile yayılan sesin yalıtım gereklilikleri	53
Çizelge 3.14. Pencere duvarların gerekli ses yalıtım indeksi değerleri	54
Çizelge 3. 15. Farklı cam ve cephe seçeneklerinin ses azalım değerleri	71
Çizelge 3.16. Giydirme cepheli yüksek binalarda yapı elemanı ölçeğinde akustik performans kriterleri için değerlendirme tablosu.....	78
Çizelge 4.1. Örnek kule binası yapı kabuğu performansı mevcut durumu için kabul edilen performans kriterleri	89

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.2. Ölçüm tipleri ve değerlendirme parametreleri	92
Çizelge 4.3. Ölçüm esnasında 5 dakika süreyle yapılan araç sayım sonuçları	93
Çizelge 4.4. Ses azaltma indeksi hesabı için yapılan ölçüm adları ve açıklamaları	95
Çizelge 4.5. Ölçüm yapılan cephe birimlerine ait hesaplama değerleri	98
Çizelge 4.6. 5. Kat ve 6. Katlar için dış yapı bileşeni ses azalma indeksi sonuçları	98
Çizelge 4.7. 5. kat terasında (podyum kat terası) çevresel gürültü düzeyi ölçüm sonuçları	102
Çizelge 4.8. Ölçüm yapılan yüksek katlarda çevresel gürültü düzeyi ölçüm sonuçları.....	105

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Örnek giydirme cephe modeli ve yapı bağlantısı	7
Şekil 2.2. Çubuk sistem detayı	9
Şekil 2.3. Çubuk sistem montaj detayı	9
Şekil 2.4. Panel sistem detayı.....	10
Şekil 2.5. Panel sistem montaj detayı	11
Şekil 2.6. Yarı panel sistem detayı.....	12
Şekil 2.7. Yarı panel sistem montaj detayı	12
Şekil 2.8. Kapaklı sistem detayı	13
Şekil 2.9. Strüktürel silikonlu sistem detayı	14
Şekil 2.10. Karma sistem detayı	14
Şekil 2.11. Cephede kullanılan farklı cam kombinasyon ve tiplerinin grafik anlatımı	18
Şekil 2.12. Ek profilli ve ek profilsiz bondingli sistem	22
Şekil 2.13. Çift kabuk cepheye ilişkin şematik kesit	26
Şekil 2.14. Çift kabuk boşluk tiplerinin şematik anlatımı, (a) çok katlı hava koridoru, (b) koridor tipi hava koridoru, (c) kutu tipi hava koridoru, (d) şaft tipi hava koridoru	28
Şekil 3.1. Noktasal kaynaktan yayılan gürültünün azalım grafiği.....	30
Şekil 3.2. Lineer kaynaktan yayılan gürültünün azalım grafiği.....	30
Şekil 3.3. Düzlem kaynaktan yayılan gürültünün azalım grafiği.....	30
Şekil 3.4. İşlevsel sesler ve eşik değerleri.....	31
Şekil 3. 5. Tipik gürültü çeşitleri ve gürültü kontrolü ölçekleri	33
Şekil 3.6. Bölücü elemanın (yutuculuk etkisi olmaksızın) ses geçiş kaybı	35
Şekil 3.7. Kütle ve yapı elemanı katman koşullarının ses azalım değerine etkisi	36
Şekil 3.8. Çakışma çukuru ve kritik frekans.....	37

Şekil	Sayfa
Şekil 3.9. Gürültü kontrolü için yapının ses kaynağına yöneliminin önemi	39
Şekil 3.10. Farklı cephe formları, (a, b) avlu tipi, (b) gömülü teras tipi, (c) podyum tipi	40
Şekil 3.11. Gürültüye karşı hassas hacimlerin, gürültüye uzak alanda çözülmesi	40
Şekil 3.12. Ses basınç seviyesinin azalım değerinin uzaklık ve kaynak tipi ile ilişkisi	41
Şekil 3.13. Rüzgarın hızı ve yönünün yükseklik ve ses ışınlarıyla ilişkisi.....	42
Şekil 3.14. Zemin-hava arası sıcaklık alışverişi olmayan durumda ses yayılımı	42
Şekil 3.15. Zeminin hava tabakasından sıcak olduğu durumda ses yayılımı.....	42
Şekil 3.16. Zeminin hava tabakasından soğuk olduğu durumda ses yayılımı	43
Şekil 3.17. Kaynak etrafında akustik gölge ve parlak bölge sınırları	44
Şekil 3.18. Karayolu gürültüsüne yönelik bariyer ve sebep olduğu akustik gölgenin gösterimi.....	44
Şekil 3.19. Bariyer yapılanması ve tasarım örnekleri	45
Şekil 3.20. Doğal ve yapma bariyer örnekleri	45
Şekil 3.21. DIN 18005 Karayolu trafik hacmi ve alıcı uzaklığına göre gürültü değerlendirme grafiği.....	47
Şekil 3.22. 1/3 oktav bantlarda hava ile yayılan sesin referans eğri grafiği.....	53
Şekil 3.23. Çubuk sistem kullanılan cephede odalar arası ses azalım değeri.....	56
Şekil 3.24. Panel sistem kullanılan cephede odalar arası ses azalım değeri.....	56
Şekil 3.25. Farklı dikme yalıtım önerilerinin kıyaslanması	57
Şekil 3.26. Cam kalınlığına bağlı yalıtım performansı	58
Şekil 3.27. Boşluk derinliğinin ses yalıtım performansına etkisi	59
Şekil 3.28. Lamine cam folyolarının yapısal gösterimi	60
Şekil 3.29. Gaz dolumlu cam kombinasyonlarının ses yalıtım değerleri.....	61
Şekil 3.30. Çift ve üçlü yalıtım camlarının karşılaştırılması	62
Şekil 3.31. Yalıtımlı pencere doğraması örneği.....	64

Şekil	Sayfa
Şekil 3.32. (a) Giydirme cephede kullanılan gizli kanat profili örneği ve (b) yalıtımlı kapı doğraması örneği	65
Şekil 3.33. Farklı conta tiplerinin kapının ses yalıtım performansına etkileri, (a) kapı kesitinde conta tiplerinin gösterimi, (b) elde edilen ses geçiş kaybı değerleri.....	66
Şekil 3.34. Mevcut bölücü duvardaki pencereye ikincil bir pencere eklenerek ses yalıtım performansının yükseltilmesi.....	67
Şekil 3.35. Literatür taramasına göre, çift cidarlı cephe sistemlerinin avantajları	68
Şekil 3.36. Literatür taramasına göre, çift cidarlı cephe sistemlerinin dezavantajları....	68
Şekil 3.37. Çift kabuklu cephelerde, sesin direk ve dolaylı iletim yolları	69
Şekil 3.38. Örnek çalışmada yapılan ölçümlerin yapı kesiti üzerinde gösterimi	72
Şekil 3.39. Cephenin toplam ses geçiş kaybı değerinde zayıf elemanın etkisi.....	73
Şekil 3.40. Cepheye farklı aralıklarda ve tipte söve eklenmesi ile ilgili bir çalışma, (a) model örneği, (b) yapılan çalışmada kullanılan farklı kombinasyonlar	74
Şekil 3.41. Giydirme cephe kesit örnekleri, (a) döşemeye oturan giydirme cephe ve (b) kesintisiz devam eden giydirme cephe	76
Şekil 3.42. Plan düzleminde iki oda arası ses yalıtımı sağlanmasına ilişkin panel cephe profil örneği	76
Şekil 4.1. Örnek kule, 5. Kat Planı	85
Şekil 4.2. Örnek kule, 6. Kat Planı	85
Şekil 4.3. Örnek kule, Tipik Kat Planı	86
Şekil 4.4. Örnek kule binasında ölçüm yapılan cephenin Mevlana Bulvarı'na konumunun şematik kesiti	87
Şekil 4.5. Örnek kule binası tipik giydirme cephe kesiti ve tip nokta detayları	88
Şekil 4.6. 5. kat kafe ve teras alanındaki alıcı noktaları	96
Şekil 4.7. 6. kat sınıf ve dış ortamdaki alıcı noktaları	96
Şekil 4.8. 5. Kata ait (podyum kat) iç ve dış gürültü ölçümleri grafiği.....	97
Şekil 4.9. 6. Kata ait iç ve dış gürültü ölçümleri grafiği	97

Şekil	Sayfa
Şekil 4.10. Yapılan ölçümler sonucunda, dış yapı bileşeni için ses azalma indeksi grafiği	99
Şekil 4.11. Yapılan ölçümler sonucunda 5. Kat kafeterya birimi için arka plan gürültü düzeyi.....	100
Şekil 4.12. Yapılan ölçümler sonucunda 6. Kat eğitim salonu birimi için arka plan gürültü düzeyi.....	100
Şekil 4.13. 5. kat terastaki belirlenen alıcı noktalar	101
Şekil 4.14. Bina yüksekliğinde ölçüm yapılan katların gösterimi	104

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. (a) Empire State binası, 1931, (b) United Nations binası, 1952	5
Resim 2.2. Alüminyum kompozit levha örneği, CSP Mimarlık, Sunday apartmanı	19
Resim 2.3. Alüminyum levha kullanımı, Doğan Medya Center binası	20
Resim 2.4. GRC panel kullanım örneği	21
Resim 2.5. Kompakt laminat giydirme cephe örneği	21
Resim 2.6. Çift kabuklu cephe örneği, (a) ara boşluktan görünüş ve (b) havalandırma çıkışı bulunan kedi yolu	27
Resim 4.1. Örnek seçilen kule modeli	84
Resim 4.2. Ölçümde kullanılan aygıtlar	92
Resim 4.3. Mevlana Bulvarı'nda ölçüm esnasında trafiğin öğlen saatlerinde yoğunluğu	93
Resim 4.4. (a, b) Yapılan ölçümlerden fotoğraflar	95
Resim 4.5. Beşinci kat terasına ilişkin üst katlardan çekilmiş fotoğraf	102
Resim 4.6. (a, b, c, d) Yüksek katlardaki ölçümlerden fotoğraflar	103
Resim 4.7. Örnek kule binası bulvar cephesinde çevresel gürültü düzeylerinin gösterilmesi.....	106

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
C_{tr}	Düşük ve orta frekanslı gürültü kaynağı için spektrum adaptasyon terimi
$D_{nT,w}$	Ağırlıklı standartlaştırılmış seviye farkı
D_{nT}	Standartlaştırılmış seviye farkı
L_{eq}, L_{Aeq}	Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi
$R'_{w,res}$	Ağırlıklı görünen ses azalma indeksi (dış yapı bileşeni)
R'_w	Ağırlıklı görünen ses azalma indeksi
R_w	Ağırlıklı ses azalma indeksi
dB	Desibel, ses basınç seviyesi birimi
dB(A)	A-Ağırlıklı ses basınç seviyesi birimi
dB(C)	C-Ağırlıklı ses basınç seviyesi birimi
dB(D)	D-Ağırlıklı ses basınç seviyesi birimi
F	Frekans
Hz	Hertz – frekans birimi
L	Gürültü sınır değerleri
R	Ses azalma indeksi
R'	Görünen ses azalma indeksi
T	Reverberasyon süresi
Kısaltmalar	Açıklama
ASTM	American Society for Testin and Materials
HVAC	Heating, venrilating and Air Conditionig
ISO	International Organization for Standardization
NC	Gürültü düzeyi kriteri
NCB	Dengelenmiş gürültü kriteri

Kısaltmalar	Açıklama
NR	Gürültü sınıflandırma kriteri
PNC	Tercih edilen gürültü düzeyi kriteri
RC	Oda kriteri eğrisi
STC	Ses geçiş sınıfı
TL	Ses geçiş kaybı

1. GİRİŞ

Günümüzde değişen yaşam şartları farklı işlevlerdeki yapıları, farklı işlevlerdeki yapılar, kendisinden daha yüksek verim, daha düşük maliyet isteyen kullanıcı profillerini oluşturmuştur. Çünkü gelişen bir toplumda daha iyiye ve yüksek standartlara ayak uydurmak gerekmektedir. Daha iyiye ayak uydurmak için, gelişen teknoloji ile birlikte yapım teknikleri, yapı malzemeleri ve estetik beklentileri de değişmiş ve gelişmiştir.

Hafif giydirme cepheler, hızla artan prestij yapıları için yapım ve kullanım aşamalarında sağladığı kolaylıklardan dolayı ve daha esnek tasarım imkanı sağlaması nedeniyle sıkça tercih edilen sistemler haline gelmiştir. Özellikle yüksek binalarda, ince kesitine rağmen yapı kabuğundan beklenen pek çok kriteri sağlaması nedeniyle hafif giydirme cepheler kullanılmaktadır. Günümüz şehirlerinde, hızlı yaşam şartlarıyla birlikte insanların bulunduğu iç ve dış tüm ortamlarda maruz kaldıkları gürültünün kontrol altında tutulması daha önem kazanan bir durum haline gelmiştir. Gürültü kontrolünün, insanların yaşam alanlarının tasarlandığı her noktada, yapım sürecine katılmasını sağlamak, ilk elden mimarlara düşen bir görevdir.

Bu bağlamda tezin amacı, günümüzde yapımı hızla artan yüksek katlı prestij yapılarında tercih edilen giydirme cephelerin tiplerini ve kullanım çeşitlerini irdeleyerek, temelde bir yapı kabuğu olduğu yaklaşımıyla, çevresel gürültüye karşı performansını incelemektir. Ayrıca, bulunduğu bölgenin gürültü seviyelerinin tespit edilmesi ile, hafif giydirme cephe elemanlarının akustik performanslarının, tasarım sürecine bilinçli bir biçimde katılmasını sağlamaktır.

Tez kapsamında ilk bölümde; yüksek katlı yapıların, tarihsel olarak geçirdiği gelişimde teknolojik imkanların sağladığı ortak faydadan yararlanan giydirme cepheler ile ilişkisi incelenerek, hafif giydirme cephelerin malzemeleri ve montaj prensiplerine ilişkin sınıflandırmaları yapılmıştır. Bu sınıflandırmalar, kullanıcı konforunu sağlamak üzere yapı kabuğunda, akustik parametreler başta olmak üzere, diğer parametrelerin de en yararlı ve uygun şekilde bulunmasını sağlamak üzere yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde çevresel gürültü kontrolüne yönelik kavramlar, değerlendirme ölçütleri ve mevzuatlar

incelenmiştir. Bu bağlamda, hafif giydirme cepheler için akustik performans kriterleri oluşturulmuştur. Son bölümde, Ankara’da bulunan hafif giydirme cepheli örnek bir yüksek ofis binasının, akustik ölçümleri yapılarak, gürültü kontrolüne yönelik değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. HAFİF GIYDİRME CEPHELER

Cephe kavramı yapı açısından, binanın içi ve dışı arasında örtü görevi gören bir yapı elemanı olarak tanımlanabilir. Mimarlık sözlüğünde ise ‘ Bir binanın görünen yüzeylerinden her biri, özellikle ön yüz veya bina yüzüne dik doğrultuda sonsuzdan bakılan görünüş’ şeklinde belirtilmiştir [1]. Cephe kelimesi, dilimize Arapça’dan gelmiştir.

Mimari yapılaşma süreci, her dönem kendi içinde yeni bir uygulama tekniği, yeni bir malzeme ve yeni bir sistem arayışını beraberinde getirmiştir. Binanın dış ortam ile ilişkisini sağlayan cepheler de, toplumların sahip olduğu değerlerin bir yansımasıdır. Cepheler, yapı kabuğu özneliğinden birkaç adım daha öne geçerek, taşıyıcı sistem, sanayileşme, estetik kaygısı, gereksinimler ve teknolojik gelişmeler gibi ögeler ışığında değişim ve gelişime uğrayarak farklı işlevler kazanmıştır.

Sanayi devrimi ve endüstrileşmenin verdiği imkanlar sayesinde, bina cephelerinde opak bölümler azaltılarak saydam yüzeylerin yüzdesi artmıştır. Bu sürecin doğurduğu bir sistem olarak giydirme cepheler ortaya çıkmıştır. Le Corbusier mimarlığın tarihi için, “Bu, pencerenin mücadelesinin öyküsüdür” şeklinde bir tanımlama yapmıştır [2].

Giydirme cepheler, binanın dış örtüsünde kullanılan malzemelerin, binanın taşıyıcı sisteminden bağımsız olarak yük taşımadan, ancak, yük ileterek kullanılması ile oluşan sistemlerdir. Giydirme cepheler dış ortam ile iç ortam arasında filtre görevi görmektedir. Bu filtrenin, dış ortamda mevcut bazı unsurları istenen değerlerde içeri alıp, istenen değerlerde uzak tutması, iç ortamdaki bazı unsurları da yeterli seviyede tutması istenir. Bu unsurlar aşağıdaki gibi değerlendirilebilir.

- ◆ Sıcaklık
- ◆ Işık
- ◆ Havalandırma
- ◆ Görüş yetisi
- ◆ Gürültü
- ◆ Yangın

- ♦ Güvenlik
- ♦ Dış hava koşulları
- ♦ Cephe temizliği

Bu unsurların iç mekanda istenme değerleri, örtü görevindeki filtrenin istenen özellikte oluşturulmasını sağlar. Günümüzde bu unsurların üzerinde, zaman ve maliyet başlıklı sınırlandırıcı etmenlerin varlığı, binanın cephe yüzey alanına bağlı olarak, giydirme cephe tercih etmek için önemli nedenler olarak kabul edilebilir.

Bu çalışmada, giydirme cepheleri değerlendirilen unsurlar arasından gürültü maddesi ile ilişkisi incelenecektir. Bu inceleme esnasında, yapıda standart konfor koşulları ve ortalama maliyetin sağlanması için, cephede gürültünün engellenmesine ek olarak diğer unsurlara da değinilecektir.

2.1. Yüksek Yapılar ve Hafif Giydirme Cepheler

Çeliğin yüksek fırınlarda üretimiyle başlayan endüstri devrimine gelinceye kadar, az katlı olarak yükselen yapılar, 19. yy. sonlarından başlayarak düşey gelişmeye başlamıştır. 19. yy. sonuna doğru yapı yüksekliğinin artmasına olanak tanıyan ortam, bilimsel ve toplumsal gelişmelerden beslenmiştir. Bu gelişmelerin başında nüfusun artması, kentlerin gelişmesi ile toprağın değer kazanması, 1868 yılında asansörün ilk defa kullanılması ile gayrimenkul ekonomisinin tersine dönmesi, binanın üst katlarını daha cazip hale getirmiştir. Üst katlar güneş ışığını ve temiz havayı daha iyi alıp, trafik ve sokak gürültüsünden uzak tuttuğu için yüksek fiyatlara kiraya verilmeye başlanmıştır. Özellikle 2. Dünya savaşı sonunda konut gereksiniminin artmasıyla toplu konut fikri ortaya çıkmış, çıkış noktası Amerika olmak üzere, yüksek yapıların gelişmesini hızlandırmıştır [3].

Süreç içinde demir-çelik alanındaki yeniliklerin ortaya çıkması, yangına dayanıklı yapı gereçlerinin yaygınlaşması, yapıların yükselmesine olanak tanıyan teknik gelişmelerdendir. Yapının rüzgara dayanıklı kılınmasını ve temelini daha güçlü olmasını sağlayan tasarım ve mühendislik prensipleri elektrik enerjisinin üretimini ve dağıtımını düzenleyen, su tesisatı ve ısıtma-soğutma sistemlerindeki teknolojik gelişmeler de yapının yükselmesine olanak sağlamıştır [4].

Giydirme cepheler (cladding wall), yüksek yapılarda 1931'de tamamlanan ve New York'da bulunan Shreve, Lamb & Harmon Associates'in tasarımı yaptığı Empire State binası ile birlikte bazı satış mağazalarının doğramaları ve parapet önlerinde kullanılmaya başlanmıştır. 1952 yılında Oscar Niemeyer, Le Corbusier ve Harrison & Abramovitz'in mimarları olduğu, yine New York'ta yapılan 155 m yüksekliğindeki United Nations binası, basit geometriye sahip ve tarihi referanslardan yoksun cephesi ile modern mimarlık sözlüğüne büyük katkıda bulunarak, cephe tasarımı adına, uluslararası stil kavramı ile tanıştırmıştır. Bu binada yükseklikten kaynaklı pencere kullanamama sorununa karşı havalandırma sistemleri ilk defa kullanılmıştır [5].



(a)



(b)

Resim 2.1. (a) Empire State binası, 1931, (b) United Nations binası, 1952 [6]

Giydirme cephelerin kullanılmaya başlaması, malzeme olarak cam için de gereksinimleri artırmıştır. 1950'lerde çift cam (yalıtım camı) elde edilmesi, float teknolojisinin bulunması ve renklendirilmesi, camı dış ortamlarda kullanım için daha uygun hale getirmiştir. Böylece cam artık sadece doğramada kullanım alanı bulmaktan çıkmış, cephenin tamamında kullanılabilir duruma gelmiştir. Bu gelişmelerin bir neticesi olarak, silikon keşfedilmiş ve cephedeki sızdırmazlık sorununa kalıcı çözüm getirilmiştir [7]. Böylece günümüzde sıkça tercih edilen strüktürel silikon giydirme cephe sistemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Giydirme cephe açısından yaşanan gelişmeler, özellikle yükselen binalarda yapıya binen yükü minimumda tutmak üzere, cephede örgü yapı elemanı kullanımından çıkarak yerini daha hafif ve az kalınlıkta olan, seri üretime ve ön yapıma imkan veren, uygulaması daha hızlı ve basit olan, daha fazla saydam yüzey imkanı veren giydirme cephelere bırakmıştır. Süregelen örgü yapı elemanlarıyla oluşturulan cepheler (beton, taş, tuğla vb.), binaya 200 kg/m² üzerinde yük getirmekteyken, giydirme cephelerin (alüminyum, cam vs.) getirdiği yük, sınıfına bağlı olmak üzere ortalama 100 kg/m² 'dir [7, 8]. Bu noktada yapı bilgisi olarak giydirme cepheleri 2 başlık altında vermek gerekmektedir:

- ♦ Ağır giydirme cepheler (Heavy cladding): (kitle ağırlığı > 100 kg/ m²) [9]

Bu tip giydirme cepheler genellikle beton esaslı prekast duvar panellerinden ya da taş kaplamaların çerçeve paneli halinde cepheye monte edilmesiyle oluşur.

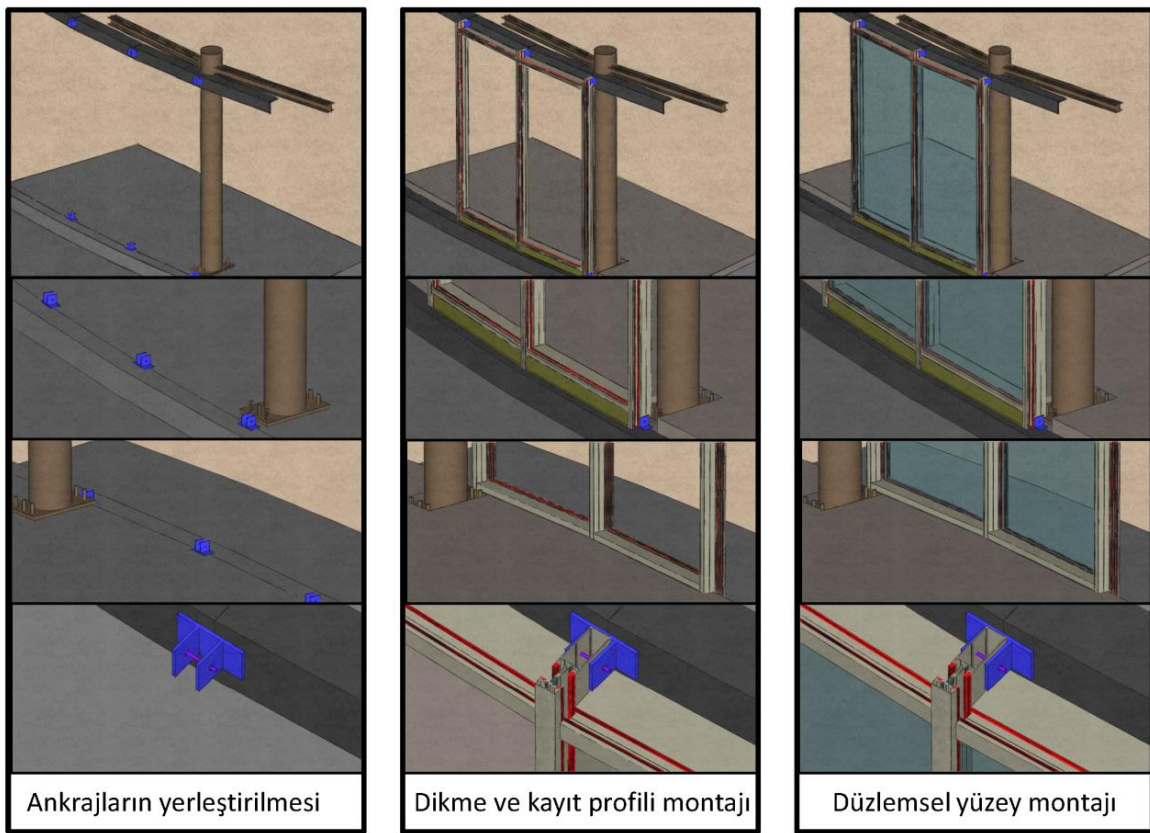
- ♦ Hafif giydirme cepheler (Light cladding): (kitle ağırlığı < 100 kg/ m²) [9]

Hafif giydirme cepheler metal, cam ve sandviç levhalardan oluşur, şantiyede kolay ve hızlı montaj özelliği ile kolaylık sağlar.

Giydirme cephelerin en önemli tercih nedenlerinden olan, imalat ve yapım hızının sağlanması için, modüler koordinasyon önem kazanmaktadır. Modüler koordinasyon tasarım aşamasında prensip detay çözümleri ile birlikte doğru neticelendirilirse, zaman, emek ve malzeme israfı ortadan kalkarak, endüstriyel anlamda amacına hizmet edecektir [8]. Ancak, giydirme cephelerin modüler koordinasyon anlamında belirli bir standardizasyondan çıkarak projeye özel tasarlanması durumu, sistemin maliyet ve seri üretim açısından getirdiği en büyük handikaplardan biri haline gelmesine sebep olur. Ek olarak, modüler üretim benzer ve özgün olmayan tasarım prensipleri kabul edilerek planlandığında, endüstrileşme malzeme bazında olmaktan çıkarak yapının kendisi bir endüstri ürününe dönüşmektedir, bu durumun projeye ciddi bir ilave maddi yük getirmesi kaçınılmazdır.

2.2. Hafif Giydirme Cephelerin Sınıflandırılması

Hafif giydirme cepheler ya da diğer adıyla metal çerçeveli giydirme cepheler, yapının taşıyıcı sisteminden bağımsız çalışan, sadece kendi ölü yükünü ve rüzgar, deprem gibi hareketli yükleri ankraj olarak tanımlanan bağlantı parçaları ile yapı taşıyıcısına ileten, modüler koordinasyon prensiplerince uygulanan ve sistem bileşenleri ile filtre özelliği tanımlanan bir yapı elemanıdır. Yapıya getirdikleri ağırlık 100 kg/m^2 'yi geçmez. Tipik bir giydirme cephe ve yapı iskeletine bağlanma prensibi Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Örnek giydirme cephe modeli ve yapı bağlantısı

Hafif giydirme cephe sistemleri farklı kategorilerde sınıflandırılabilir. Bu çalışmada sınıflandırma, temelde giydirme cephe bileşenleri ve yapı kabuğu çeşitliliği açısından yapılacaktır. Bu sınıflandırmaların doğrudan akustiğe etkisi olmamakla birlikte, hafif giydirme cephelerin yapısının anlaşılabilmesi ve akustik başlıklı irdelemelerin doğru yapılabilmesi için incelenecektir.

2.2.1. Hafif giydirme cephelerin bileşen ve sistemlere göre sınıflandırılması

Hafif giydirme cephelere ilişkin olarak, bu başlık altında sistemin kendi taşıyıcı çeşitliliği, bu taşıyıcıların dış cepheye verdiği derzlerin türleri ve oluşan modülleri düzlemsel olarak örten malzemelere değinilecektir.

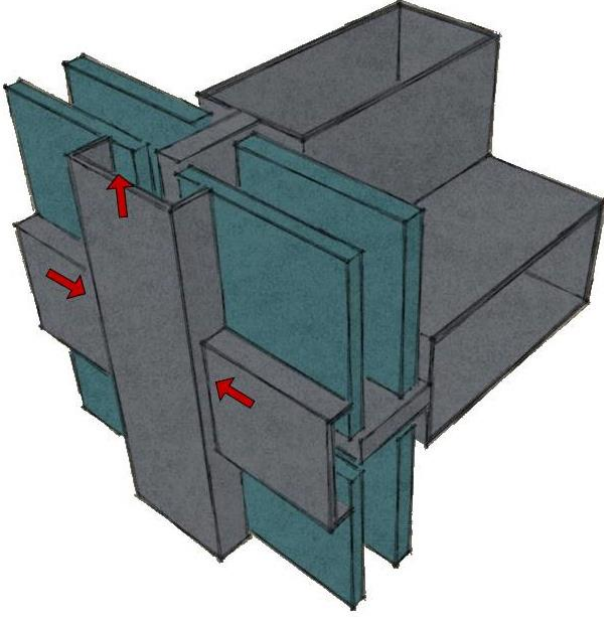
Montaj sistemleri

Saydam veya opak malzemelerin sisteme nasıl taşıtılacağına ilişkin yapılan sınıflandırmadır. Üç ana başlıkta incelenebilir.

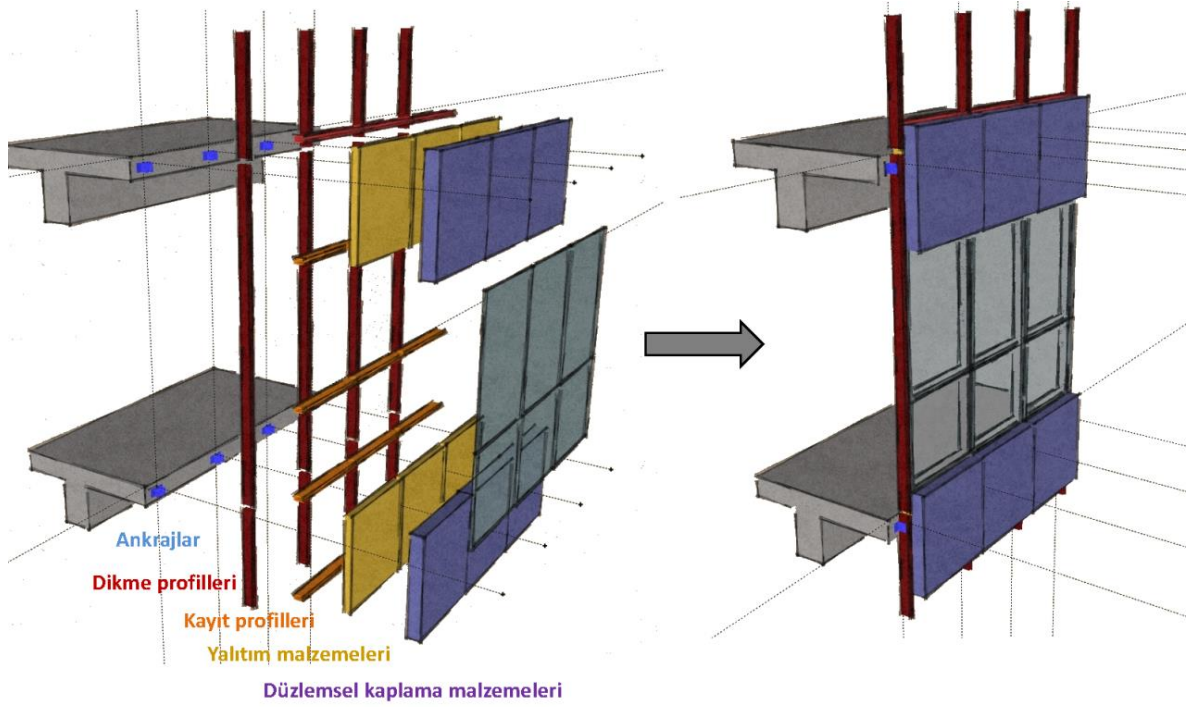
Çubuk Sistem (Stick sistem)

Çubuk sistemli giydirme cephelerde montaj, açıklığın akslara bölünmesi, bu akslara yerleşen metal dikme profillerinin çelik veya alüminyum ankrajlar kullanılarak bina taşıyıcı sistemine, 1 veya 2 kat yüksekliğinde asılmasıyla yapılır. Aksa oturan dikmeler arası, yatay kayıt profillerince sabitlenir. Örtü malzemeleri çıtalara veya kaset sistemler şeklinde iskelete yerleştirilir.

Çubuk sistemin temel özelliği, imal edilen parçaların her birinin şantiyede birleştirilmesidir. Sistem doğru detaylandırılmadığı takdirde yatay ve düşey hareketlere karşı uyumu zayıftır. Montajın şantiyede yapılıyor olması, yüksek binalarda hava etkileri ve işçinin çalışma şartları yüzünden çok elverişli değildir. Ayrıca çubuk sistem, yüksek binalar gibi büyük oranda yatay ve düşey hareketlere maruz kalan yapılar için tavsiye edilmemektedir [8, 9]. Buna rağmen, en sık uygulanan montaj tipidir ve diğer sistemlere kıyasla maliyeti düşük, yapım süreci ise uzundur.



Şekil 2.2. Çubuk sistem detayı



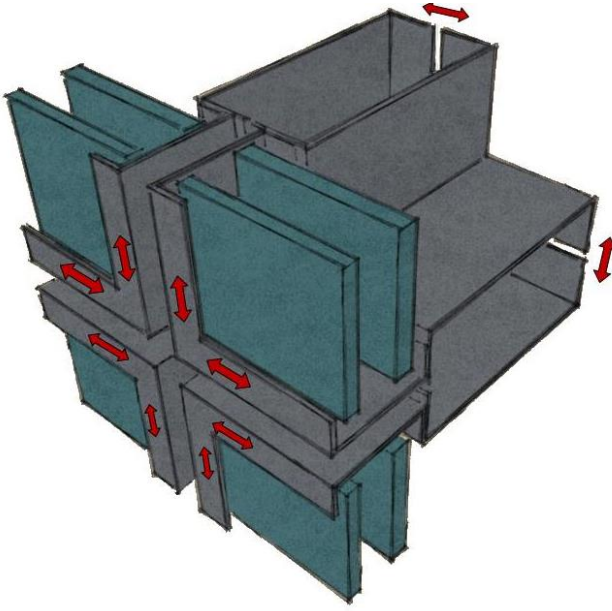
Şekil 2.3. Çubuk sistem montaj detayı

Panel sistem

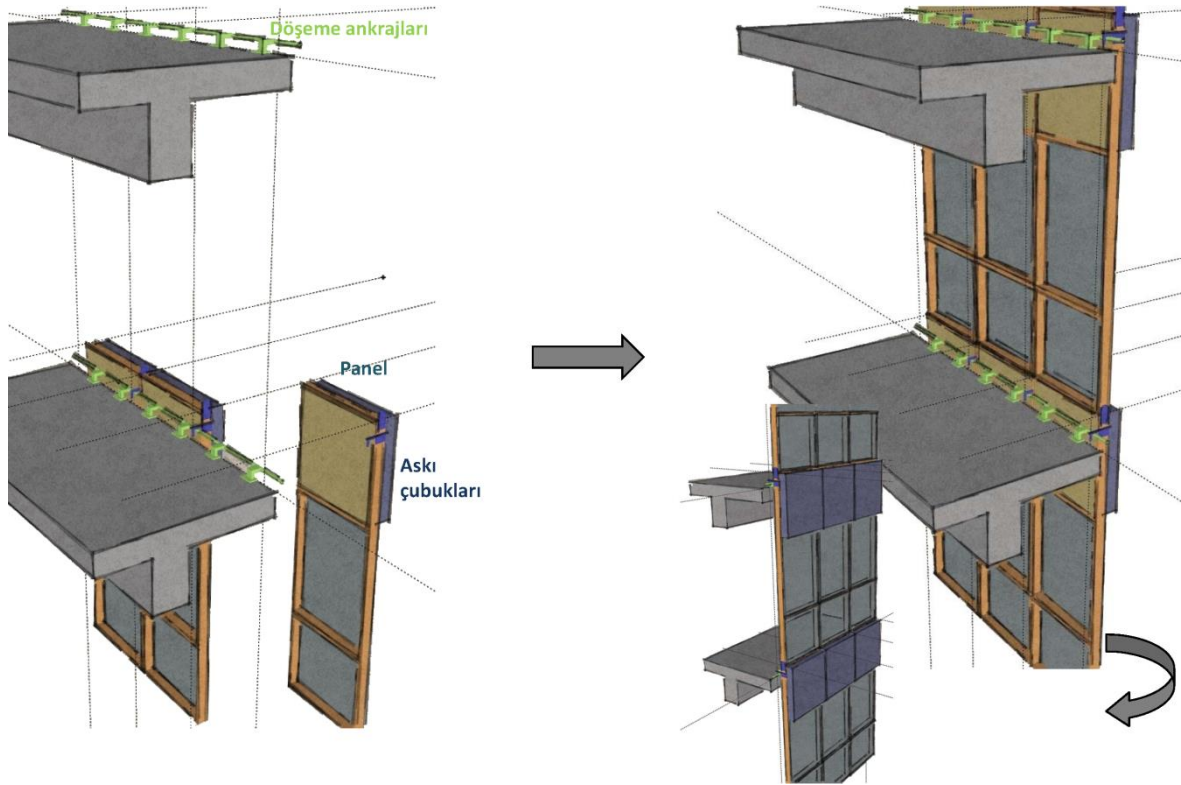
Belirlenen akslara göre tamamı fabrikada hazırlanan çerçeve, örtü malzemeleri üzerinde ve askı elemanları monte edilmiş halde şantiyeye getirilir ve özel ekipmanlarla (yüksek

binalarda genelde vinç kullanılmaktadır) yapıda önceden hazırlanan ankrajlara yerleştirilir. Cephe, bu panellerin yan yana ve üst üste dizilmesiyle oluşturulur.

Panel sistemin hata oranı, gerekli tüm kontroller imalat esnasında yapıldığı için düşüktür. Buna rağmen sistem, şantiyede yerleşimi esnasında en küçük bir hata payını kabul etmez. Sistemin panellerden oluşması, yatay ve düşey bina hareketlerine tam uyum sağlamasını kolaylaştırır. Diğer sistemlere göre avantajı hızlı montajıdır. Çabuk bitmesi gereken inşaatlarda ekonomik bir çözümdür, kaba inşaat devam ederken alt katlardan üst katlara doğru panel montajı paralel devam edebilir. Dezavantajı ise maliyetinin yüksek olmasıdır. Ancak panel cephenin maliyetini montaj hızı ile kapattığı görüldüğü için büyük ölçekli projelerde sıkça tercih edilmeye başlanmıştır [8, 9].



Şekil 2.4. Panel sistem detayı

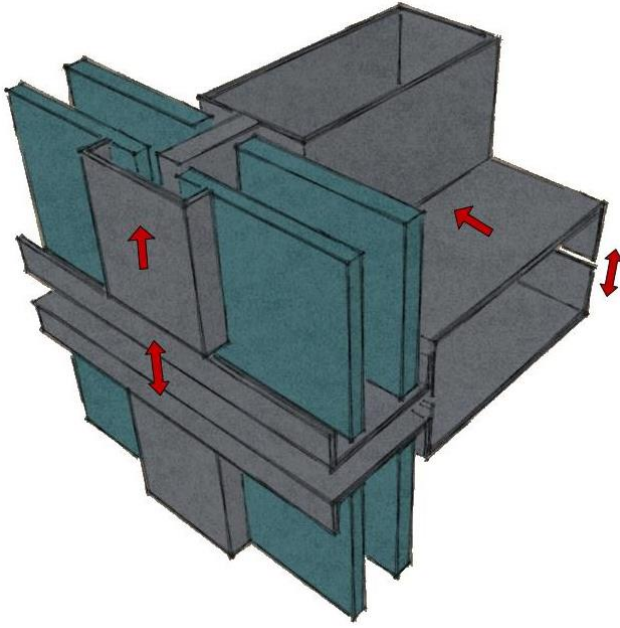


Şekil 2.5. Panel sistem montaj detayı

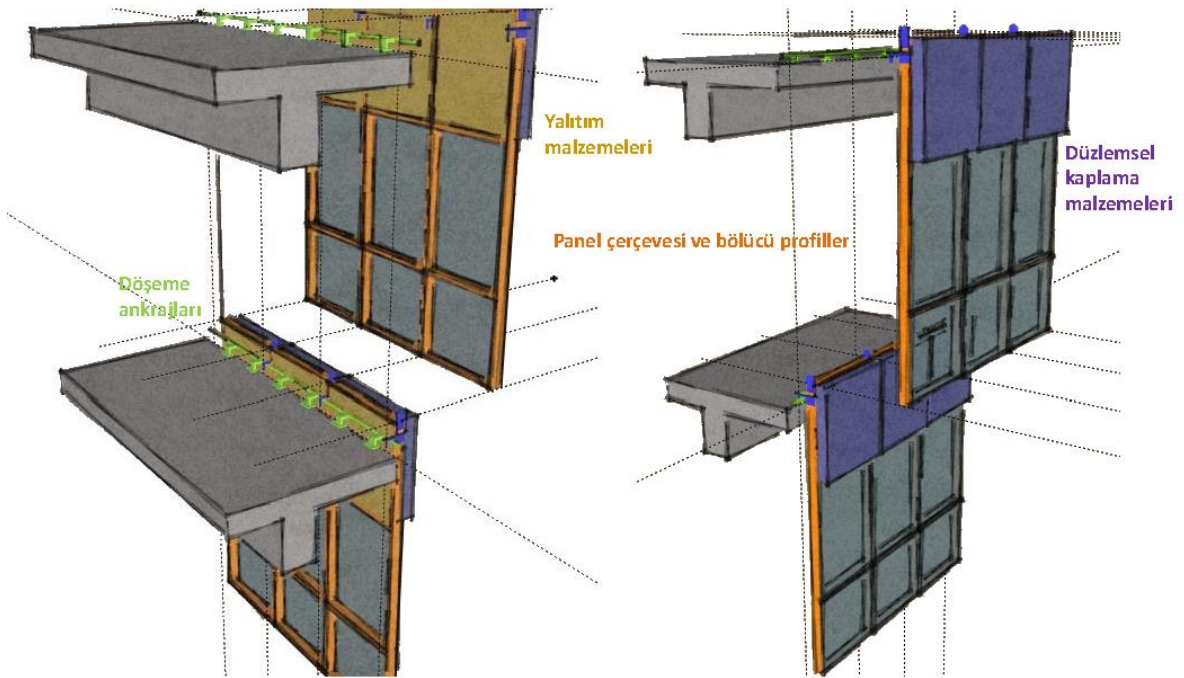
Yarı panel sistem

Bu sistemde çerçeveler, kat boyunca yatay şeritler boyunca devam eden bir panel görevindedir. Demonte olarak şantiyeye getirilir, şantiyede montajı yapılır [10]. Yarı panel sistemlerde çift cam üniteleri, fabrikada bir çerçeve profili ile çevrelenir ve bu çerçevenin şantiyede taşıyıcı sisteme bağlantısı yapılır.

Yarı panel sistemler çubuk sistemin ekonomik olma özelliği ile panel sistemin bina hareketlerine uyum özelliğini bir arada bulunduran sistemlerdir. Fabrika imalatı ve şantiye montajı süreci ortalama yarı yarıya eşitlenmektedir [9].



Şekil 2.6. Yarı panel sistem detayı



Şekil 2.7. Yarı panel sistem montaj detayı

Derz sistemleri

Derz sınıflandırılması, camın veya örtücü malzemenin giydirme cephelerde sisteme bağlanma türüne göre yapılmaktadır. Görsel ve estetik olarak verilmesi gereken bir tasarım kararıdır. 3 şekilde incelenebilir.

Kapaklı sistem (Baskı profili)

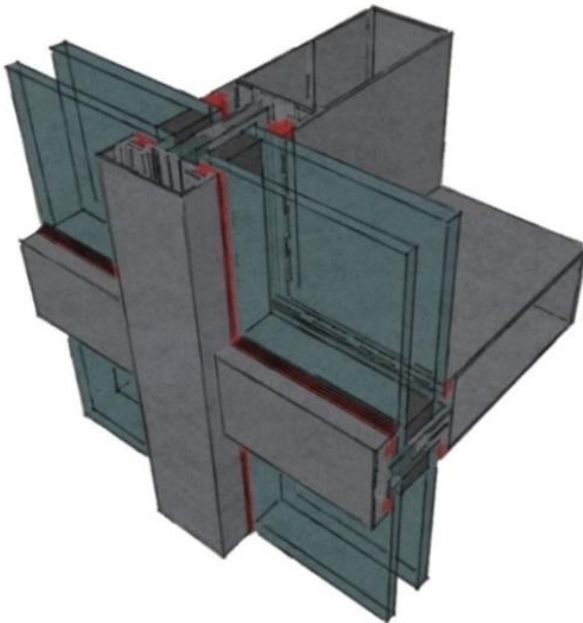
Kapak profilinin cam veya örtücü malzemeye, kapak gövdesi üzerinde bulunan epdm fitiller ile yerleştirilip, vida ile sıkarak baskı yapması sağlanır; böylece ısı, ses ve su yalıtımı sağlanır. Yüksek yapılarda özellikle tercih edilebilecek bu sistem, yatay ve düşey kapak profillerinin kademelenmesi sayesinde suyun sağlıklı bir şekilde tahliye delikleri veya çörten ile dışarı atılmasını sağlar (Şekil 2.8).

Strüktürel silikonlu sistem (Kapaksız sistem)

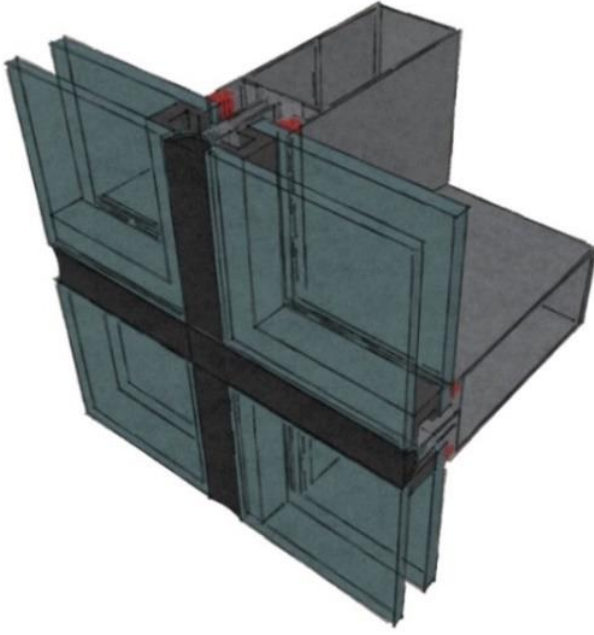
Camların alüminyum kasetlere özel kimyasallarla (strüktürel silikon) yapıştırılması ile oluşur. Camlı kasetler daha sonra alüminyum cepheye sistem aparatları ile bağlanır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan gizli kanatlar bu yöntem ile yapılmaktadır. Cephede tamamen cam yüzey görünür [11] (Şekil 2.9).

Karma sistemler

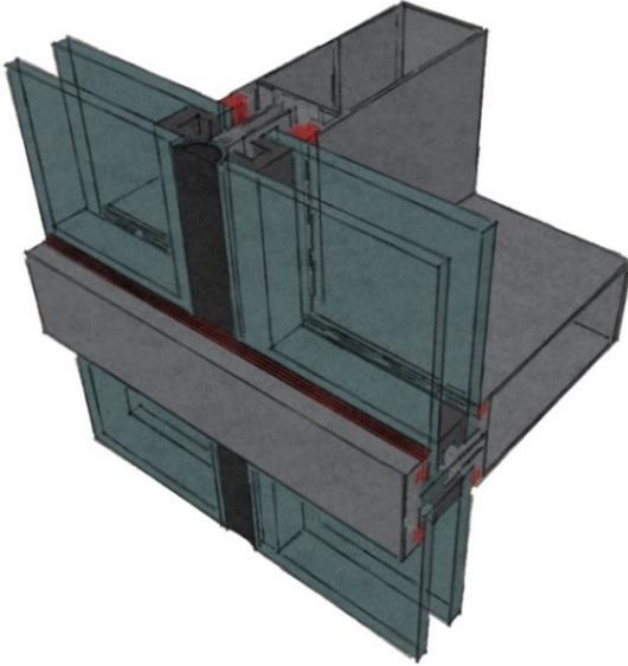
Karma sistemler, düşeyde veya yatayda bir hat üzerinde kapak, diğer hat üzerinde silikon sistem kullanılması ile oluşturulabilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.8. Kapaklı sistem detayı



Şekil 2.9. Strüktürel silikonlu sistem detayı



Şekil 2.10. Karma sistem detayı

Düzlemsel yüzey ve bağlantı elemanları olarak bileşenler

Giydirme cephelerin taşıyıcı modüllerinin arasına kullanım alanlarına göre parapet önü veya vizyon olarak adlandırabileceğimiz, örtü & kaplama malzemeleri yerleştirilir. Bu

malzemeler giydirme cephe taşıyıcısına contalar ile baskı yapmak, alüminyum kaset profillerine yerleştirilmek ya da çitalar kullanarak, yatay yüklere karşı koymak gibi yollar ile giydirme cephe taşıyıcısına asılırlar. Kullanılan başlıca cephe bileşenleri alt başlıklarda ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Cam

Saydam kaplama malzemesi ve parapet önünde kullanılabilen cam ile dış mekan ile görsel iletişim kurulur, gün ışığından yararlanır ve parapet önlerinde kullanılarak cephenin estetik bütünlüğü sağlanabilir. Cam üretiminde kullanılan yöntemler tarihsel olarak üfleme, döndürme, dökme, çekme ve günümüzde yaygın olarak yüzdürme (float) yöntemiyle imal edilmektedir.

Çizelge 2.1. Camın fiziksel ve mekanik özellikleri [9, 12]

CAMIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ			
FİZİKSEL ÖZELLİKLER		MEKANİK ÖZELLİKLER	
Birim hacim ağırlığı (ρ)	2500 kg/m ³	Basınç mukavemeti	700 - 900 Mpa
Sertlik	6 - 7	Çekme mukavemeti (σ)	45 Mpa
Genleşme katsayısı	8,7x10 ⁻⁶	Esneklik modülü E	7 x 10 ¹⁰ pa
Isınma ısısı	795 j/ kg/°C	Poisson oranı (ν)	0,22
Isı geçirgenlik katsayısı	1,15 W/m/°C	Yayınım (ϵ)	0,89
Kırılma indisi	1,52 - 1,60		
Dönüşüm sıcaklığı	520-550 °C		

Giydirme cephelerde genel olarak en geniş alanı kaplayan camların seçimi, cephede konfor şartlarının sağlanması için belirlenecek olan filtreler için, Çizelge 2.2'de belirtilen unsurların optimize edilerek seçimi ile belirlenir [12].

Çizelge 2.2. Yapılarda kullanılan camın olması gerekli özellikleri

GİYDİRME CEPHE CAM SEÇİMİ	
Işık geçirgenliği ve yansımaya	Camın kendinden harmanlı renkli oluşu, üretim hattında metal oksit ile kaplanarak reflekte özellik kazandırılması ve çok katmanlı cam kullanımı
Güneş enerjisi	Kaplamalı cam, Low-e cam kullanımı ve çok katmanlı cam kullanımı
U değeri (ısı geçirgenliği)	Çift camdaki ara boşluk mesafesi, ara boşluk gaz dolumu, Low-e kaplama ile değiştirilebilen yayınım oranı (E)
Ses geçirgenliği	Camın ağırlığı, lamine cam kullanımı ve yalıtımlı camlarda boşluk derinliği
Güvenlik ve emniyet	Lamine camın istenen güvenlik sınıfında kullanılması
Yangın dayanımı	Lamine camın kimyasal birleştirici tabakasına istenen dayanım sınıfına göre kalınlık verilmesi

Belirtilen filtrelerin seçiminde akustik özellik başta olmak üzere, diğer unsurların tanımının doğru yapılabilmesi için, camın cephelerde kullanımına ait çeşitler için tanımlamalar incelenmiştir.

Temperli (önçerilmeli) cam

1928 yılında Fransa'da camın strüktürel dayanımının artırılması için ilk çalışmaların yapılması ile camın temperlenmesi keşfedilmiş, böylece cama kolay kırılmama, kırılma da kesici olmayan küçük parçalara ayrılma özellikleri kazandırılmıştır. Bu durum akustik anlamda cama bir özellik katmamakla birlikte, camın yüksek binalarda kullanılması için en önemli faktörlerden olmuştur. Genel olarak temperli cam, camın basınç, darbe ve ısıya karşı direncini artırmak için önce yüksek ısıda güçlendirilip sonra ani olarak soğutulması ile dayanım kazanması şeklinde tanımlanabilir [7, 12].

Lamine (güvenlik) camları

İki veya daha fazla cam katmanının aralarına polivinil bütiral (pvb) ve benzeri plastik bazlı bir kimyasal ile 200 °C birleştirilerek mevcut şeffaflığını korumasının yanı sıra yüksek statik yüklere dayanabilir kılınması ile üretilir. Farklı gerekliliklere uygun olarak lamine camın kullanımına göre, iki cam yüzeyinin arasında daha fazla pvb ya da farklı özellikte plastik bazlı kimyasallar yerleştirilebilir. Lamine camlar içeriğine göre kırılmaya, darbeye,

patlamaya hatta mermiye karşı güvenlik sağladığı gibi akustik anlamda cama ciddi bir iyileştirme getirmektedir [7, 12].

Çift kat veya 3 katlı ısı yalıtım camı

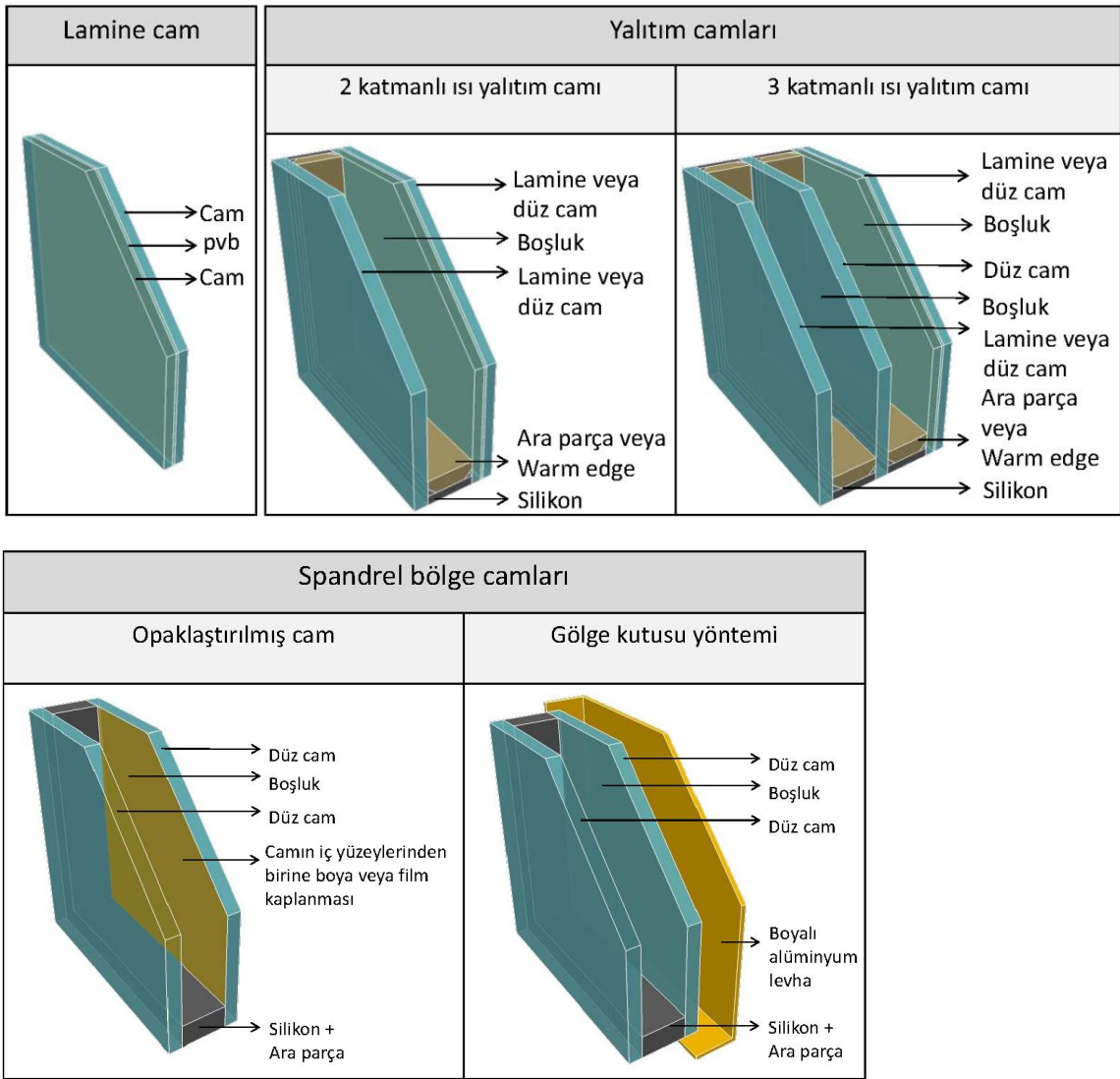
İki veya daha çok camın arasına, boyutları genelde standart kullanılan alüminyum çitelerin, strüktürel silikon ile yapıştırılıp, hava, argon gazı veya diğer özel gazların hapsedilmesi ile oluşturulur. Işık ve enerji gereksinimleri ya da opaklaştırma işlemi için camların boşlukta yer alan kısımlarına Low-e, renkli film kaplama ya da jaluzi gibi elemanlar konulabilir. Jaluzi gibi güneş kırıcı elemanların bu hava boşluğunda yer almasıyla bakım ve temizlik maliyeti azaltılabilir. Akustik anlamda, cam tabakaların arasına minimumda 15mm hava boşluğu girmesi ses kontrolü için olumlu bir etki yapar.

Spandrel bölge camları

Parapet önüne ve cephenin sağır bölgelerine gelen kısımların; dış koşullara dayanıklılık, bakım kolaylığı ve görüntüde homojenliğini sağlaması açısından tercih edilen cam kaplanmasıdır. Kiriş, duvar, tesisat hacmi ve asma tavan gibi bölümlerin önünde kullanılır. Eskiden tek cam olarak kullanılabilen spandrel bölge camları, artık şartnamelerdeki ısı, güvenlik ve akustik gerekliliklerden dolayı en az çift cam olarak kullanılmaktadır. Opak bölgelerde cam kullanımında vizyon bölge camı ile spandrel bölge camı arasındaki renk uyumuna dikkat edilmelidir. Spandrel bölgedeki cam için, opaklaştırılmış cam ya da gölge kutusu yöntemlerinden biri tercih edilebilir. Her iki yöntemi de içeren spandrel bölge camları için cam ve sağır cephe arasında oluşan ısı birikimlerine ve bu durumun camda oluşturacağı ısı kırılma risklerine dikkat etmek gerekmektedir.

Opaklaştırılmış cam yönteminde, cam yüzeyin arkasının görünmesini engellemek için özel bir film ya da püskürtme RAL kodlu boya kullanılır. Opaklaştırma için kullanılan malzemeler, zaman içinde güneşin mor ve ötesi ışınlarının yıpratıcı etkilerine, yoğunlaşmadan kaynaklı neme maruz kalabilir ve bu da camda ısı kırılma riski doğurabilir. Bu nedenle kaliteli ve doğru malzeme kullanılması önemlidir.

Gölge kutusu yöntemi için, camdan en az 50 mm geride bulunmak üzere, spandrel bölge modülasyonunu yanlardan ışık ve hava girişi olmamasını sağlayacak, tava şeklinde kapatarak homojen mat renkli bir yüzey oluşturulması gerekir. Bu yöntemin getirdiği sorun, tava ve cam arasında kalan boşluğun yüksek sıcaklıklar nedeniyle yalıtım malzemeleri, boyalı yüzeyleri gibi malzemelerin zamanla uçuşarak camda film tabakası oluşturması ve bu durumun görüntü bozukluklarına sebep olmasıdır. Bu nedenle bu boşlukların havalandırılması önem kazanmaktadır. Ayrıca seçilen spandrel camın yüksek ışık geçirgenliğine sahip olması durumunda, tek camlı gölge kutusu kullanılmaması gerekmektedir.



Şekil 2.11. Cephede kullanılan farklı cam kombinasyon ve tiplerinin grafik anlatımı

Güneş kontrol camları

Bu camlar özellikle sıcak iklim koşullarında, güneş enerjisinin içeriye girmesini önemli ölçüde azaltarak, güneş ışınlarından gelen parlaklığı azaltmaktadır. Böylece vizyon bölgede kullanılan cam ile, üretilmiş veya kazanılmış bina ısısının korunması, güneş ışınımının ısı veya elektriğe dönüştürülmesi gibi birçok alanda işe yarayan camlar kullanılmaktadır. Bu camların başlıcalarını; harmandan renkli camlar, yansıtıcı camlar, düşük emissiviteli (Low-e) camlar, kaplamalı camlar, ısı emici camlar ve akıllı camlar oluşturmaktadır [13]. Prensipde bu camların akustiğe katkısı olmayıp, hepsi camın ısı, ışık ve enerji döngüsüyle alakalı sistemlerdir.

Alüminyum kompozit levhalar

Modern, estetik ve hesaplı alüminyum kompozit levhalar, cephede sağır bölgeler ve tasarım elemanı olarak kullanılan kaplama malzemeleridir. İki adet 0,5 mm kalınlığında alüminyum levhanın ortasına çekirdek denen polietilen malzeme (visko elastik yüksek moleküler reçine) koyulması ile sandviç panel olarak oluşturulur. Birim hacim ağırlığı, ortada kullanılan çekirdek malzemenin kalınlığına göre değişmekle birlikte 1,2-1,5 g/cm³ arasındadır. Çekirdek tabaka kullanım yeri, yangın sınıfı, rüzgar dayanımına bağlı olarak tercih edilebilir. Dış cephede kalan yüzü istenilen renkte ve dokuda boyanabilir [7]. Dış cepheler için kullanımı basit, hesaplı ve seri montaj yapılabilen bir malzemedir (Resim 2.2).



Resim 2.2. Alüminyum kompozit levha örneği, CSP Mimarlık, Sunday apartmanı [14]

Alüminyum levhalar

Alüminyum levhalar da, alüminyum kompozit levhalar gibi proje ölçülerinde işlenerek, cephe modülasyonunda belirlenen boşluğu örtecek şekilde kullanılır. Alüminyum kompozit levhalara göre cephede daha az kullanılır. Buna neden olan dezavantajı ise daha ağır olmaları ve ısı yalıtımı konusunda tek tabakadan oluşmaları nedeniyle daha başarısız olmalarıdır [15]. Perfore edilerek cephede tasarım öğesi olarak kullanılabilir (Resim 2.3).



Resim 2.3. Alüminyum levha kullanımı, Doğan Medya Center binası [16]

Cam lifli takviyeli beton (Glass fiber reinforced cement –GRC-GRFC)

Kompozit bir bileşen olan cam lifli; takviyeli beton, çimento, ince kum, kimyasal karışımlar, cam elyaf ve su ile oluşturulmuş bir karışımdır. Elyaf kompozit bileşene bükülme, gerilme ve darbe mukavemeti katar. GRC'nin yoğunluğu betona benzese de, bu kompozit bileşenlerin 10-15 mm'lik katman kalınlığından dolayı betona kıyasla çok daha hafiftir. 100mm kalınlığında ön dökümlü betondan üretilen bir kaplama levhası m²'de 240 kg gelirken, benzer bir GRC panel m²'de yalnızca 40-50 kg gelir. Birim hacim ağırlığı ortalama olarak 40-50 kg/m² gelmektedir [17] (Resim 2.4).



Resim 2.4. GRC panel kullanım örneği [18]

Kompakt laminat

Renkli melamin yüzey ve reçine edilmiş çok sayıda kraft kağıdının sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle kompakt laminat elde edilir. Bu malzeme çizilmeye, darbelere karşı dayanıklı ve anti-statik bir malzemedir. Tamamen geri dönüşümlü bir malzemedir ve dış ortam koşullarına tamamen uyumlu çeşitleri vardır. Yapıya dış cephede genellikle 8 mm kalınlıkta kullanılan bir kompakt laminat ortalama $8,5 \text{ kg/m}^2$ yük getirmektedir, hafifliği nedeniyle dış cephe malzemesi olarak tercih edilebilir bir malzemedir [19] (Resim 2.5).



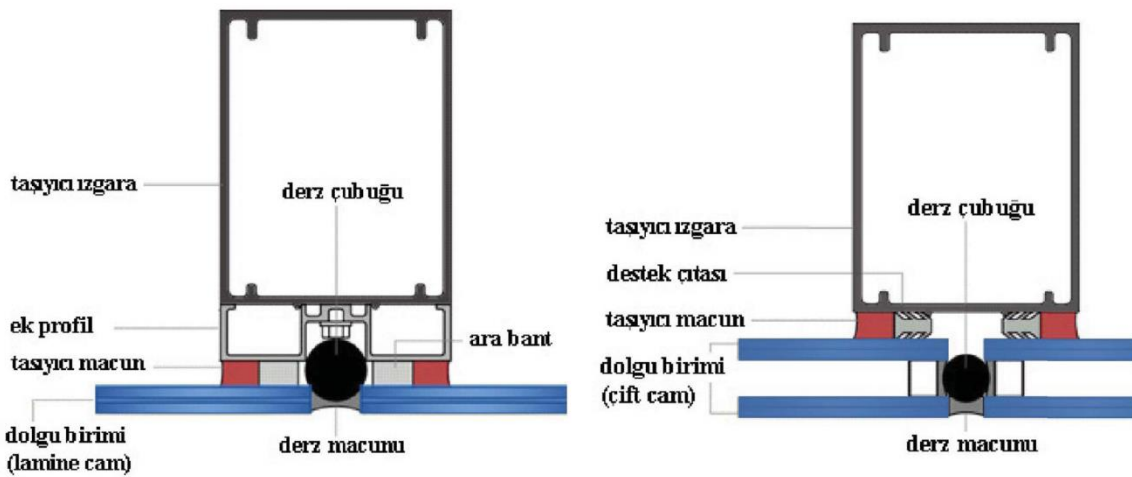
Resim 2.5. Kompakt laminat giydirme cephe örneği [19]

Contalar

Cepheye monte edilen kaplamada, sızdırmazlığın sağlanması için arada kullanılan parçalardır. Çalışma prensibi, esnek, kauçuk malzemenin basınç uygulandığında hava sızdırmazlığının sağlanması ile ilgilidir. Sızdırmazlık bantları ile birlikte kullanılabilirler. Cephenin ince detay gerektiren açıklık bölgelerinde kullanıldıkları için doğru kullanılmaması ya da yıpranmaya maruz kalması ile ses geçişine izin vererek cephenin ses yalıtım değerini düşürmektedirler [20].

Silikon

Özellikle strüktürel silikonlu ve karma sistemli cephelerde, derz boşluğunda, belirli yapışma oranlarında kullanılır. Derz boşlukları dışında, camın sistem elemanı olarak asıldığı, taşıyıcı macunlu şekilde de kullanılır. Bu işlem, butile özel silikon birleşimi şeklinde veya yalıtımlı cam sisteminin cepheye monte edilmesi için, metal kaset sisteme bağlanması şeklinde sağlanır ve bonding işlemi olarak tanımlanır [21]. Cephe ile bölücü duvar ve döşemelerin birleşim noktalarında, kapatıcı levhaları yüzeylere birleştirmek için amaca uygun silikon kullanılmalıdır. Özellikle odalar arası birleşim noktalarında, panellerin hava geçişini kapatmak için akustik silikon önerilmektedir.



Şekil 2.12. Ek profil ve ek profilsiz bondingli sistem [21]

Yalıtım malzemeleri

Yalıtım malzemeleri bina cephelerinde, en genel anlamı ile enerji akışının indirgenmesi olarak tanımlanabilir. Yalıtım malzemelerinin cephede etkinliği kurmak üzere bulunduğu disiplinler vardır. Bunlar başlıca ısı, elektrik, su ve ses yalıtımı çeşitleridir. Bir malzeme her anlamda istenilen yalıtımı sağlamayabilir. Bu nedenle cephede istenilen geçirim değerleri net olarak belirlenmelidir, istenen performans değerlerine ve insan sağlığına en uygun yalıtım malzemesi kullanılmalıdır. Genel anlamda ısı yalıtımı için seçilen malzemeler ses yalıtımlarını da büyük oranda sağlamaktadır. Ancak cephede ses yalıtımı için önem kazanan durum, doğru malzeme kullanımı ile birlikte doğru ses yalıtım prensibine uygun dizilimi yapmaktır. Giydirme cephede kullanılan akustiğe etkiyen başlıca yalıtım malzemeleri alt başlıklarda ayrıca incelenmiştir.

Taşyünü

Bazalt, kireç taşı, dolomit gibi gibi minerallerden elde edilen lifli ısı yalıtım malzemeleridir. Isı yalıtımı, ses yalıtımı ve akustik düzenleme ile birlikte yangın güvenliği de sağlamaktadır. Isı iletkenlik beyan değeri (10 Oc) $0,035 \leq \lambda \leq 0,040$ W/mK'dır [22].

Camyünü

Ergimiş camın çeşitli yöntemlerle lif haline getirilmiş halidir. Isı yalıtım, ses yalıtımı ve akustik düzenleme ile birlikte yangın güvenliği de sağlamaktadır. Isı iletkenlik beyan değeri $\lambda \leq 0,040$ /mK'dır [22].

Yalıtım bantları

Epdm bazlı bariyer bantlar ve sünger formundaki butil bantlar derzlerde ve doğrama kenarlarında kullanılarak yalıtıma katkıda bulunabilirler. Giydirme cephelerin yatay ve dış döşeme bağlantılarında kullanılması tavsiye edilir.

2.2.2. Hafif giydirme cephelerin kabuk yapısına göre sınıflandırılması

Giydirme cephelerin iç ve dış mekan arasında duran bir yapı bileşeni olduğu gerçeğiyle, değişen fiziksel çevre şartlarına karşı kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda iç mekanda bir denge sağlaması beklenir. Bu noktada, giydirme cephelerin örtü tabakasının, aslında kendini taşıma özelliği olmayan farklı katmanlardan meydana geldiğini vurgulamak gerekir. Cephe tasarımı ve sağlanması beklenen performans kriterleri uyarınca katmanlar kendi ölü yüklerini ve rüzgar, deprem gibi hareketli yükleri kabuğun iskelet sistemi üzerinden bina taşıyıcısına aktarırlar.

Giydirme cephe uygulamalarının birçoğunda katmanın büyük yüzdesi cam olacak şekilde tasarlanır. Bu durumun temel sebebinin ışık, ısı ve dışarı ile görsel temasın sağlanması kaygısı oluşturur. Ancak cam kullanımı beraberinde istenmeyen ısı kayıp ve kazançlarına, yüksek binalarda ise ilave olarak çözümü daha önem kazanan havalandırma sorunlarına neden olur. Bu durum 1970'lerde enerji krizleri ve sürdürülebilirlik tartışmalarını beraberinde getirmiş, cam teknolojisindeki gelişmeler bu yetersizliklerin aşılmasına önemli katkıda bulunmuştur [23]. 1980'lerde temel olarak gelişen havalandırma kabuk uygulamaları başta yoğuşma problemi olmak üzere, iç ve dış mekan arasında basınç eşitlenmesi ve cepheye etkiyen rüzgar yüklerinin hafifletilmesine yardımcı olmuştur [24, 25].

Giydirme cephelerin kabuk yapısına göre sınıflandırılmasında başlıca kaygının enerji korunumu ve sürdürülebilirlik olduğunu söyleyebiliriz. Cephenin kabuk yapısındaki değişimlerin, bir önceki alt başlıklarda değinilen bileşen ve sistemsel sınıflandırılmasından ayrı tutularak, fiziksel çevre denetimi parametrelerine farklı nitelikler kazandırıp kaybettirebileceğini belirtmek gerekir. İncelenen ana parametre ses olmakla birlikte, kabuk yapılarının getirdiği avantaj ve dezavantajlara alt başlıklarda yüzeysel olarak değinilecektir.

Tek kabuklu cephe

Dışarı ve içeriği ayıran tek katmanlı bir örtünün oluşturduğu, en yaygın olarak bilinen ve uygulanan sistemdir. Örtü katmanlarının ölü ve hareketli yüklerini tek bir taşıyıcı sisteme aktarmaları ile oluşturulur.

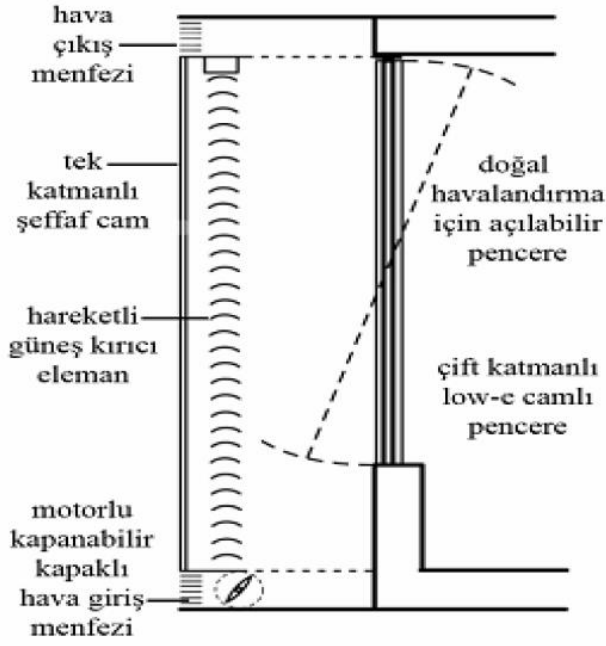
Cephe örtüsünün saydam bölümü olan camlarda, tek kabuklu giydirme cephelerde temel kaygı olan enerji kontrolü, öncelikle çift cam veya üçlü cam kullanılması ile sağlanır. İlave olarak cama çeşitli kaplamalar yapılması (Low-e), içte veya dışta gölgeleme sistemleri kullanılması da enerji korunumuna katkıda bulunur. Opak bölümlerde ise, ısı ve ses yalıtımını sağlamak için taşıyıcı, xps gibi farklı kalınlık ve yoğunlukta yalıtım malzemeleri kullanılır. Havalandırma için en tercih edileni doğal havalandırma olmak üzere, mekanik veya yarı mekanik yollardan da sağlanabilir. Ancak bina yükseldikçe havalandırma için doğal yollardan çok mekanik yollara başvurulmaktadır [25].

Giydirme cephenin tek kabuktan oluşması, taşıyıcı iskelet ve yüzey alanı hesabı olarak ilk yatırım maliyeti açısından hesaplı görünse de uzun vadede binanın konfor koşullarını sağlamak için ilave önlemler alınmasını gerektirebilir.

Çift kabuklu cephe

Tek kabuklu cephelerin fiziksel çevre denetimi bakımından istenen konfor koşullarını sağlamaması halinde, ilave bir kabuk eklenmesi ile farklı amaçlar barındıran sistem ve mekanizmaların kurgulanabileceği hazneler oluşturulması, cephenin ışık geçirgenliği, ses, ısı ve hava için değişen ihtiyaçlara aynı zamanda enerjiyi de minimize ederek ulaşmasını kolaylaştırabilir.

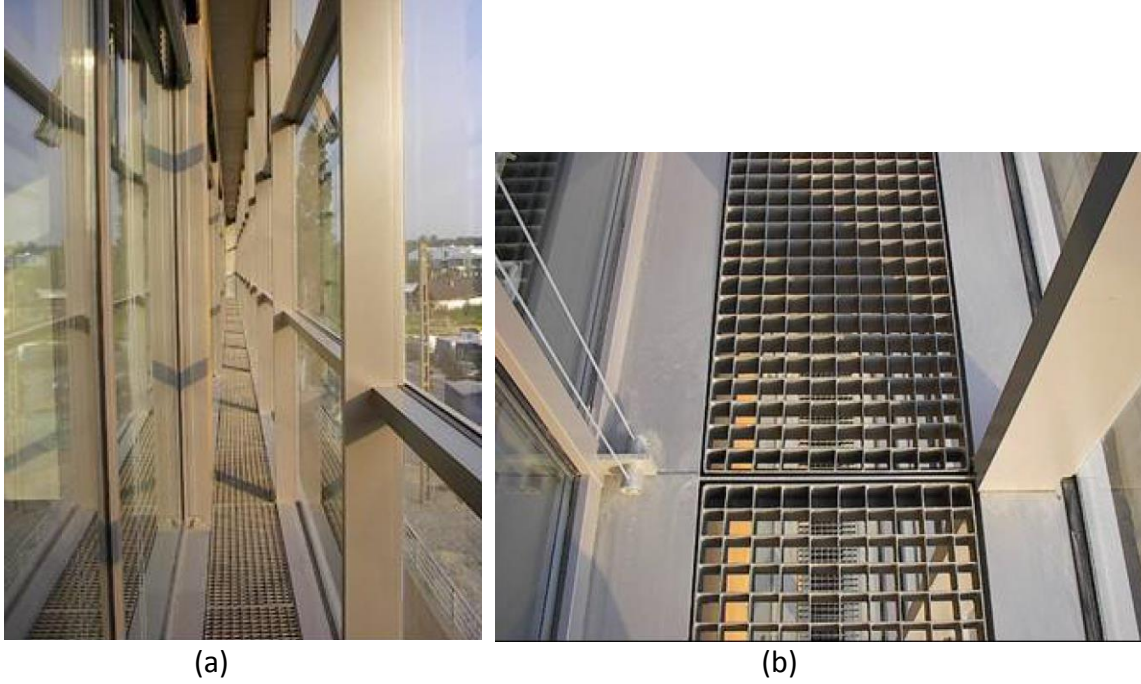
Çift kabuklu veya literatürde sıkça anıldığı ismiyle çift cidarlı cepheler, binanın birincil cephesinin dışına ikincil bir cam cephenin entegre edilmesi ile oluşur. Dış kabuk genelde tek saydam bir camdan oluşurken, iç kabukların büyük yüzdesi ısı yalıtımlı ve kontrol kaplamalı cam katmandan oluşur. Bu kabuklar arasında genelde 20 cm ile 2 m arasında değişen hava koridoru vardır. Binanın ısınma ve soğuma problemleri bu boşluğun bina ihtiyacına uygun tasarlanıp, doğru havalandırılmasıyla önlenir [26].



Şekil 2.13. Çift kabuk cepheye ilişkin şematik kesit [48]

Çift kabuklu cephelerin sağladığı avantajların başında doğal havalandırmaya olanak sağlaması, ısı yalıtımını desteklemesi, çevre gürültüsünden koruması, ısı iletimi ve güneş ısı kazanç katsayısını düşürmesi örnekleri verilebilir. Dezavantajları olarak ise, hava koridorlarındaki aşırı ısınma problemleri, yüksek ilk yatırım maliyeti, ekstra bakım ve onarım maliyetleri ile hava koridorunun sebep olduğu akustik problemlerdir. Ancak unutmamak gerekir ki, avantaj ve dezavantajlar ışığında problem odaklı çözüm üretilmesi, maksimumda verimli konfor koşullarının oluşturulmasını sağlayacaktır [26].

Kabuk yapısının, akustik performans kriterine etkisi 3.2.4 numaralı cephe kabuk yapısı performansı başlığı altında incelenecektir. Bu incelemenin yapılabilmesi için, çift kabuklu giydirme cephelerde, yapı içi ses yalıtımı konusunda dezavantaj olarak görülebilen hava koridorlarının, boşluk bölümlenmesine göre sınıflandırılmasında yarar vardır.



Resim 2.6. Çift kabuklu cephe örneği, (a) ara boşluktan görünüş ve (b) havalandırma çıkışı bulunan kedi yolu [27]

Koridor tipi hava koridoru

En sıklıkla kullanılan hava koridoru biçimlerinden biridir. Hava koridorları her kat hizasında yatayda sınırlandırılmıştır. Normalde bütün hava koridorları başta yangın ve akustik sebeplerden dolayı hava ısısının yükselişi nedeniyle iki veya üç katta bir bölümlenir. Koridor tipinde diğer hava koridoru tiplerine göre daha karmaşık bir yapıya sahip olmasına karşın, ısı, ses, yangın ve dumanın yayılımını sadece kat hizasında tuttuğu için cephesel işlevi daha çok gelişmiştir [24] (Şekil 2.14).

Çok katlı hava koridoru

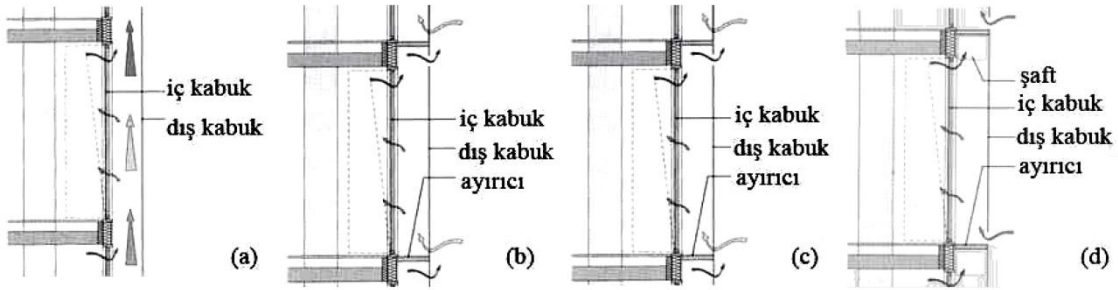
Bu tipte boşluk yatayda ve düşeyde sınırlandırılmamış, sadece bakım ve onarım için arada kedi yolları kullanılmıştır. Dış kabuk, tamamen yatay yönde birincil cepheye çelik bağlantılarla taşınır. Bu tip cepheler çevresel gürültüye karşı yüksek bir yalıtım değerine sahiptir. Ancak yangın açısından düşünüldüğünde hiç bölüntü olmaması nedeniyle tasarım aşaması ve malzeme seçiminde ilave önlemler alınmasını gerektirebilir [24] (Şekil 2.14).

Şaft tipi hava koridoru

Bu tipte hava koridoru sadece düşeyde bölümlendirilmiştir. Amaç, baca etkisi oluşturarak ısınan havanın üst boşluktan dışarı atılmasını sağlamaktır. Ancak şaft tipi koridorlar yangın, gürültü, temiz ve kirli havaların karışması gibi sorunlara yol açmasından dolayı pek tercih edilmemektedir. Ayrıca baca etkisi sınırlı bir yükseklik için geçerli olabileceği için, az katlı yapılarda tercih edilebilir [24] (Şekil 2.14).

Kutu tipi hava koridoru

Boşluk yatayda ve düşeyde fiziksel olarak sınırlandırılmıştır. Cephe modülü bir panel gibi çalıştığı için bir kat ve iki cephe aksı arası sınırlıdır. Genelde giydirme cephelerdeki panel sistem mantığında imal edildiği için birincil cephe ile birlikte kendisi için bırakılan ankraj noktalarına monte edilirler. Panel mantığı sayesinde sahada hızlı montaj, hata payı düşük bir uygulama seçeneği sunar. Bu tip koridor da doğal havalandırmaya imkan verdiği için tercih edilebilirliği fazladır [24] (Şekil 2.14).



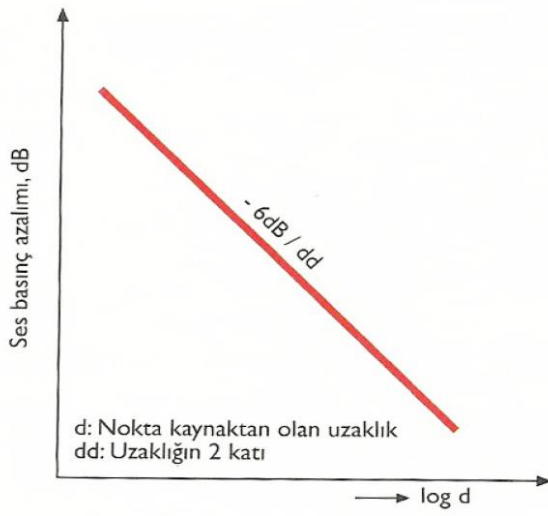
Şekil 2.14. Çift kabuk boşluk tiplerinin şematik anlatımı, (a) çok katlı hava koridoru, (b) koridor tipi hava koridoru, (c) kutu tipi hava koridoru, (d) şaft tipi hava koridoru [28]

3. GÜRÜLTÜ VE HAFİF GİYDİRME CEPHELERDE AKUSTİK PERFORMANS KRİTERLERİNİN OLUŞTURULMASI

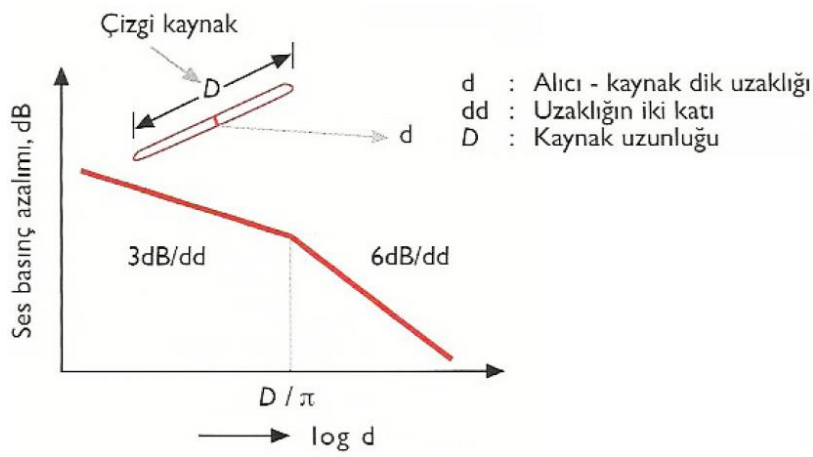
Gürültü, düzensiz ve istenmeyen ses olarak tanımlanabilir. İnsanların çalışma, dinlenme, eğlenme gibi farklı sebeplerle buldukları ortamlarda, fizyolojik ve psikolojik gereksinimlere uygun şartların yaratılmasını engelleyen bir etmen olarak değerlendirilmelidir. Ancak aynı mekanda aynı sese maruz kalan insanların öznel yargılarından dolayı, gürültüden aynı oranda etkilenmeme durumları olasıdır. Bu nedenle gürültünün sübjektif bir yanının da olduğunu belirtmek gerekir [9, 29].

Gürültüye sebep olan kaynak tipleri temelde noktasal, lineer ve düzlemsel olarak tanımlanabilir. Kaynak tipi gürültünün sebep olduğu frekans aralığını, zamansal değişimini ve seviyesini etkilemektedir [20, 30].

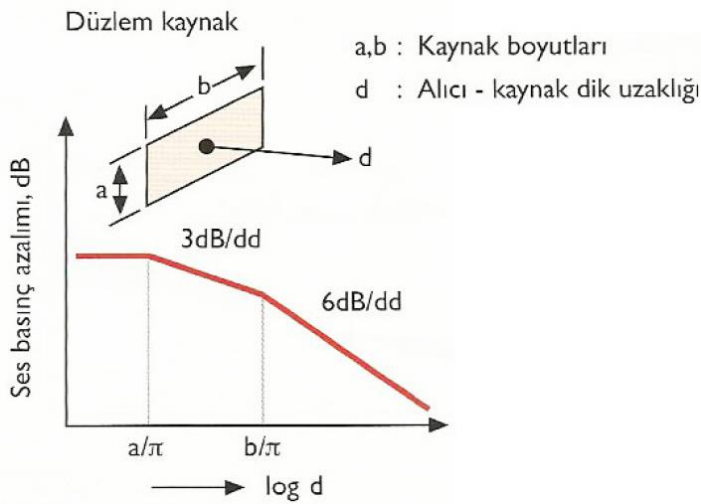
- ♦ Noktasal kaynak: Çap olarak, ürettiği sesin dalga boyundan küçük olan ve her yöne eşit olarak dağıtım yapan küresel kaynaklardır. Motorlar noktasal kaynaklara verilebilecek ana bir örnektir. Şekil 3.1’de gösterildiği gibi, noktasal kaynaktan yayılan ses basınç seviyesi uzaklığın her iki katına çıkmasıyla 6 dB azalır [20, 30].
- ♦ Lineer kaynak: Ses dalgalarının silindirik şeklinde yayılmasına yol açan kaynak tipidir. En genel lineer kaynak örneği, çevresel gürültü başlığı altında incelenecek olan trafik gürültüsüdür. Şekil 3.2’de gösterildiği gibi, lineer kaynaklarda uzaklık her iki katına çıktığında ses basınç seviyesi trafik gibi çizgisel bir kaynak için 3 dB azalır [20].
- ♦ Düzlem kaynak: Bir düzlem içerisindeki ses kaynakları bu durumu ifade eder. Örnek olarak fabrika içerisinde çalışan makinelerin oluşturduğu pozisyon verilebilir. Ses basınç seviyesi azalmasına ilişkin grafik Şekil 3.3’de verilmiştir [30].



Şekil 3.1. Noktasal kaynaktan yayılan gürültünün azalım grafiği [20, 31]

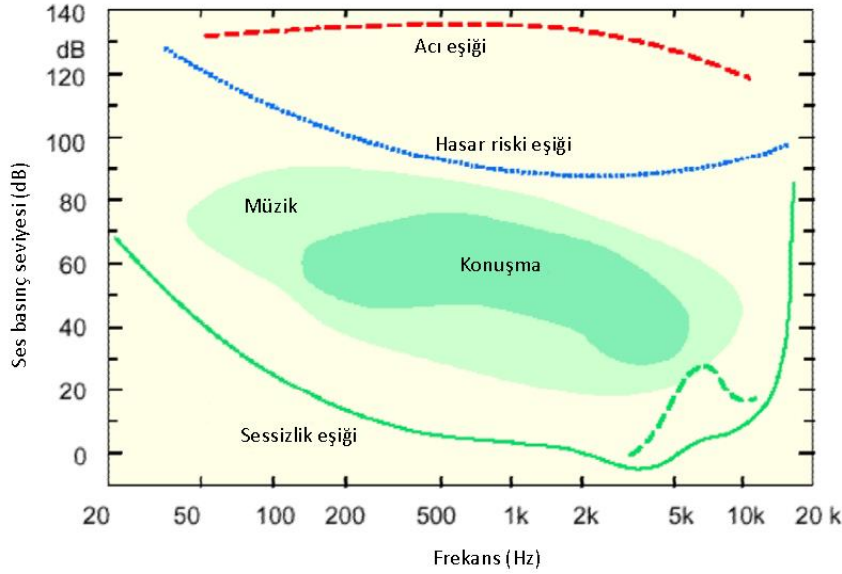


Şekil 3.2. Lineer kaynaktan yayılan gürültünün azalım grafiği [20, 31]



Şekil 3.3. Düzlem kaynaktan yayılan gürültünün azalım grafiği [20, 31]

Gürültü insanlar üzerinde şiddetine bağlı olarak çeşitli negatif etkilere sahip olmaktadır. Bu durum için belirlenen işlevsel değer ve eşik değerleri Şekil 3.4'de gösterilmiştir. Bunlardan bazıları gürültüye bağlı işitme bozuklukları, konuşmanın engellenmesi, uyku üzerindeki etkileri, fizyolojik ve ruh sağlığı üzerindeki etkileri, iş performansına etkileri sayılabilir. Bu nedenle gürültüler aşağıdaki tablodaki gibi sınıflandırılabilir.



Şekil 3.4. İşlevsel sesler ve eşik değerleri [32]

Çizelge 3.1. Gürültünün insan sağlığına yönelik fizyolojik etkileri [30]

30-65 Dba I. Derecedeki gürültüler	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Konforsuzluk ◇ Rahatsızlık ◇ Sıkılma duygusu ◇ Kızgınlık ◇ Konsantrasyon bozukluğu ◇ Uyku bozukluğu
65-90 Dba II. Derecedeki gürültüler	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Fizyolojik gürültü ◇ Kalp atışının değişimi ◇ Solunum hızlanması ◇ Beyindeki basıncın azalması
90-120 Dba III. Derecedeki gürültüler	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Fizyolojik gürültü ◇ Baş ağrısı
120-140 Dba IV. Derecedeki gürültüler	<ul style="list-style-type: none"> ◇ İç kulakta bozukluk
140 > Dba V. Derecedeki gürültüler	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Kulak zarının patlaması

Yapı açısından gürültüyü, yapı içi gürültüsü ve yapı dışına gelen gürültüler olarak sınıflandırmak gerekir. Yapı içi gürültüyü yüzeysel olarak, mekanik tesisat sesleri, sirkülasyon sistemleri gürültüleri, insan gürültüleri ve yapının fonksiyonel gürültülerinin sebep olduğu gürültü tipi olarak tanımlayabiliriz. Çalışmanın devamında çevresel gürültü olarak tabir ettiğimiz yapı dışına gelen gürültüler incelenecektir [33].

3.1. Çevresel Gürültü ve Yapı Kabuğu İlişkisi

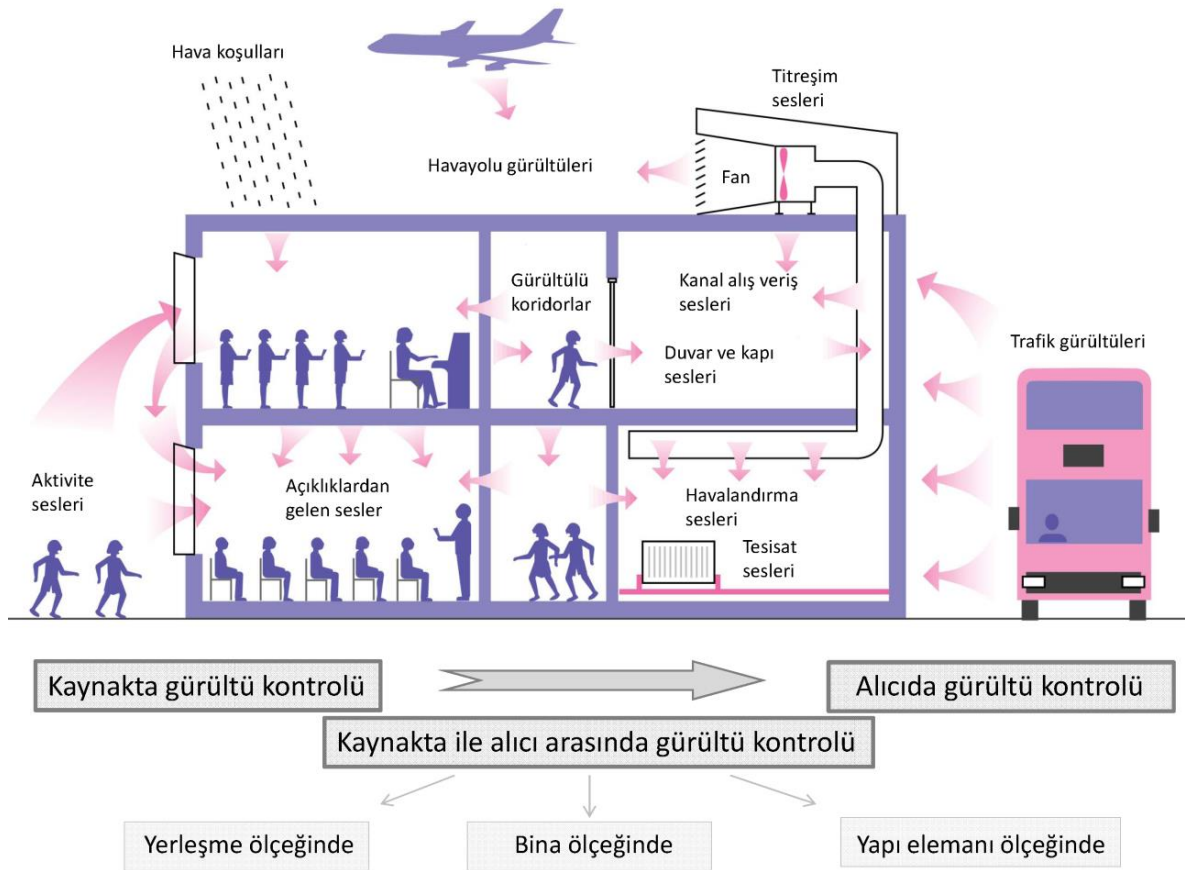
Çevresel gürültü, yapıların dışında yer alan kaynaklar tarafından üretilen ve yapı kabuğuna etkiyerek yapı içi hacimleri istenmeyen sese maruz bırakan gürültü olarak tanımlanabilir. Bu kaynakları aşağıdaki gibi gruplandırabilir:

- ◆ Taşımacılık gürültüleri: Karayolu, havayolu ve deniz taşımacılığı gürültüleri
- ◆ İnşaat gürültüleri: Altyapı ve üst yapı işleri ve iş makinelerinin gürültüleri
- ◆ Endüstriyel gürültüler: Endüstri yapıları ve endüstriye ait araç ve işlemlerin gürültüleri
- ◆ Açık hava ve ticari amaçlı gürültüler: Spor alanları, çocuk bahçeleri, eğlence mekanları, alışveriş pazarları ve genel manasıyla insanların toplu olarak bulunduğu ve bireysel sebep olunan gürültüler [9].

Çevresel gürültüsü nedeniyle yapı kabuğuna ulaşan ses basıncına karşı, cephenin filtre görevi görebilmesi için gerekli performans gereksinimlerini sağlaması gerekir. Bu gereksinimlerin sağlanması ve yapı içi gürültüyü kabul edilebilir sınırlara çekmek için alınabilecek önlemler bütünü, gürültü kontrolü olarak tanımlanabilir [20].

3.1.1. Çevresel gürültü kontrolü

Gürültü kontrolü gerekli tedbirlerin alınması ile sağlanır. Bu tedbirler Şekil 3.5'te gösterildiği gibi, gürültü kaynağı, alıcı ve kaynak ile alıcı arasında kontrol sağlanması ile gerçekleştirilebilir.



Şekil 3. 5. Tipik gürültü çeşitleri ve gürültü kontrolü ölçekleri [20, 34]

Gürültü kaynağının konu başlığında belirtilen çevresel gürültü olması nedeniyle, kaynakta alınabilecek önlemler kısıtlı olmaktadır. Çevresel gürültü için idari karar verilerek, maruz kalınan zaman diliminde oynama yapılması ya da gürültüye sebep olan kaynak tipinin zaman dilimine uyarlanması söz konusu olabilir. Gürültünün alıcıda kontrolü yine aynı şekilde, alıcının gürültüye maruz kaldığı zaman diliminin düzenlenmesi gibi yüzeysel seviyede kalabilecek bir tedbir gerektirebilir. Bu durumda öncelikli ve temel gürültü kontrolünün kaynak ile alıcı arasında alınması gereklidir. Kaynak ile alıcı arasındaki kontrolde, gürültünün yapı cephesine ulaşmasıyla ilgili bazı faktörlerin saptanmasıyla, tasarım sürecinde daha yönlendirici ve maliyeti saptanabilir öneriler oluşturulabilir. Bu faktörlerin tasarım aşamasında dikkate alınması, yapının kullanım aşamasına gelindiğinde, istenmesi muhtemel akustik iyileştirmeler ve ciddi maliyetlerin önüne geçecektir.

Çizelge 3.2. Cephe yalıtımı için dikkate alınması gerekli faktörler [35]

Akustik faktörler	Çevre ve bina faktörleri	Kullanıcı faktörleri
Kaynak tipleri	Bina ölçüleri	Binada kaç insanın yaşayacağı
Gürültü seviyesi/bölgesi	Cephe yönelimi (sessiz veya yüksek etki)	Kullanım fonksiyonu
Sesin zamana bağlı değişimi	Bina kullanımı	Kullanıcının hassasiyet yüzdesi
Ses spektrumları	Katlar ve her bir odanın cephedeki yerleşim alanı	Sosyo-ekonomik durum
Cephe ses seviyeleri ve yüzey dağılımı	Oda fonksiyonu	Gürültüye tepki ve yalıtım memnuniyeti sonuçları
	Pencerelerin açık ya da kapalı oluşu	
İç mekan arka plan ses seviyeleri	Bina ve cephe konstrüksiyonu (Malzeme, içerik, birleşim)	Aynı cephe ses seviyesine maruz kalan kullanıcı
Kabul edilebilir iç mekan kriterleri	Cephedeki açıklık yüzdeleri ve şeffaf bölgenin cephedeki yüzdesi	
	Maliyet&yarar analizleri	

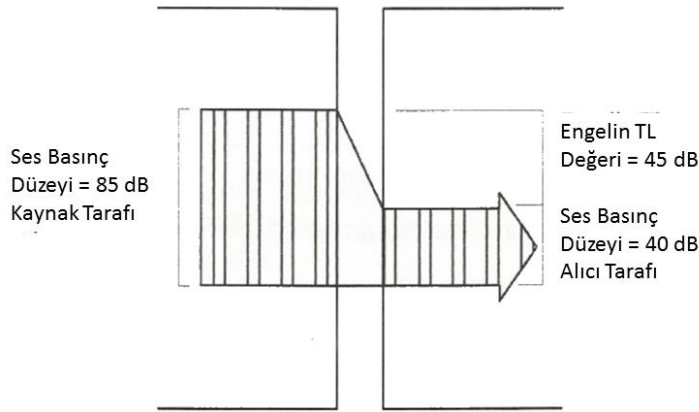
Yapı elemanı ölçeğinde gürültüye etkileyen faktörler

Bina içinde oluşan veya bina dışına gelen seslerin iletim yolları aşağıdaki gibi iki başlıkta incelenmelidir.

- ♦ Hava doğuşlu yayılan sesler: Kaynaktan çıkan sesin havada yayılarak açıklıklardan kesintisiz veya cidar titreşimi yapmak üzere geçerek, gürültü olarak adlandırıldığı durumlardır. Yapılarda gürültüye sebep olan hava doğuşlu seslere örnek olarak, açık pencereler, şaft ve asansör boşlukları, tesisat sisteminin strüktürle birleştiği noktalardaki çatlak ve delikler, bölücüye gelen sesin, bölücünün titreşimine sebep olması gibi örnekler verilebilir [33].
- ♦ Katı doğuşlu yayılan sesler: Titreşim ya da darbe yoluyla iletilen seslerdir. Periyoduna göre darbe sesleri güçlü kuvvetler oluşturarak yapılarda taşıyıcı strüktürler aracılığıyla binanın tüm noktasına ulaşır. Hava doğuşlu sesler az güce sahipken, katı doğuşlu sesler enerjisinin büyüklüğüne göre, hava doğuşlu ses olarak yeniden yayılabilmektedir. Yapılarda bu gürültü grubuna örnek olarak, endüstriyel cihazlar, asansör ve havalandırma için yapı hizmet birimleri ve kat döşemelerinde adım sesleri örnek verilebilir. Bunların önlenmesi için, titreşim veya darbeye sebep olan kaynağın yapı elemanları ile teması arasında esnek ve sönümleyici malzemeler kullanmak veya yüzer döşeme yapılması önerilebilir [20].

Yapı elemanları yapı içinde veya kabuğunda kullanımı fark etmeksizin, ses kaynağı ile alıcı arasında bölücü eleman görevi görürler. Hava doğuşlu ses bu bölücü elemana çarparak

titreşim yaratır ve alıcı ortama iletir. Yapı elemanları belirli frekanslarda farklı ses azaltma değerine sahip olurlar, bu nedenle yapı elemanında oluşan titreşim ve iletimi gürültü açısından minimize etmek veya istenen seviyeye çekebilmek için, bölücü tabakaları sese karşı yapısal özellikleri açısından incelemek gerekir.

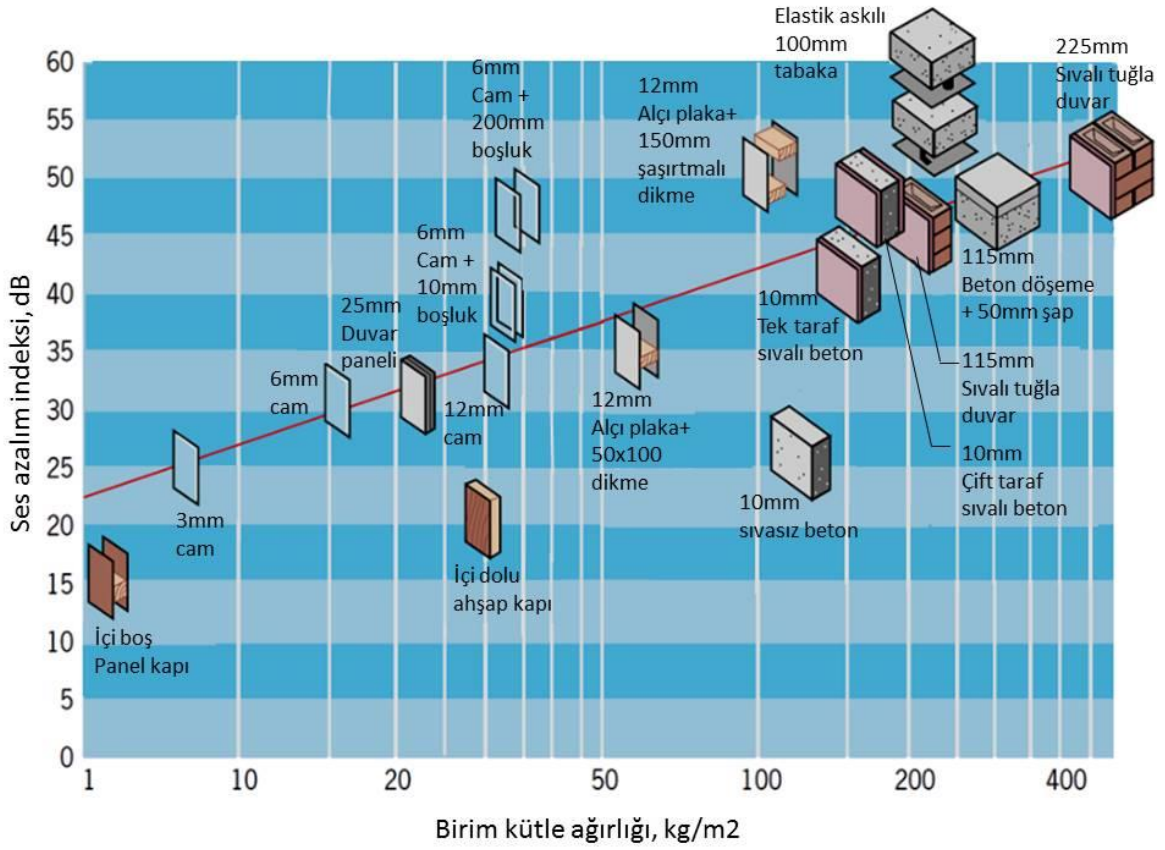


Şekil 3.6. Bölücü elemanın (yutuculuk etkisi olmaksızın) ses geçiş kaybı [30]

Yapı elemanlarının ses iletim özellikleri incelenirken, literatürde genelde elemanın tabaka yapısı ve cevap vermesi istenen frekans aralığı önem taşır. Aşağıda yapı elemanı ölçeğinde gürültü yönetimi için, en temel faktörler belirtilmiştir.

Kütle kanunu

Hava doğuşlu sesin yalıtılması için en önemli faktörlerden biri yapı elemanının kütlesidir. Kütle daha çok orta frekanslı seslerin geçişi için belirleyicidir ve kütle artışı yapı elemanının ses geçiş kaybı değerinin artmasına yardımcı olur. Kütle kanununa göre, sertlik ve sönümlenme özellikleri göz ardı edilirse, tek katmanlı bir yapı elemanı için, kütle artışıyla veya etkin frekansın iki katına çıkarılmasıyla, ses geçiş kaybı 6 dB artış göstermektedir. Ancak yapı elemanlarında gürültü kontrolü için sadece kütle artışı maliyeti de artırmaktadır. Bu nedenle birden çok tabakalı yapı elemanları tercih edilmelidir [30, 36].



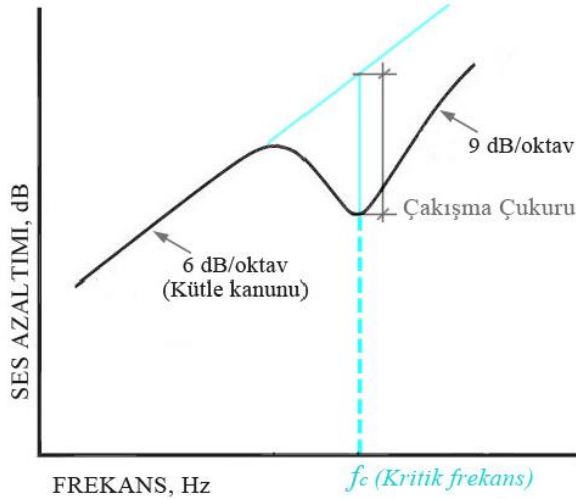
Şekil 3.7. Kütleye ve yapı elemanı katman koşullarının ses azalım değerine etkisi [34]

Sertlik

Düşük frekanslı seslerde genel olarak belirleyici yapı elemanın sertliği ile ilgilidir. Malzeme kütlesi ve sönümlenmesi düşük frekanslar için çok etkili değildir. Daha az sert malzemelerin ses yalıtımı daha fazladır.

Çakışma etkisi

Yapı elemanlarının ses azalım eğrilerinin belirli bir frekansta uğradığı düşüşe çakışma çukuru denir ve rezonansın bir tipidir. Hava doğuşlu sesin dalga boyu ile paneldeki eğilme dalgası boyunun eşit ya da büyük olması durumunda oluşmaktadır. Çakışma çukurunun oluştuğu frekansı sesin geliş açısı, malzemenin yoğunluğu, elastiklik katsayısı ve kalınlığına bağlı olarak değişir [20, 30] (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çakışma çukuru ve kritik frekans [20]

Yapı malzemesinin titreşim emiciliği (sönümlenme)

Çakışma çukurunu yükseltmek için yöntem olarak, malzemenin sönümlenmesi artırılabilir. Yapı malzemeleri arasında çelik ve alüminyum en az iç titreşim emiciliğine sahipken, kurşun levha en yüksek titreşim emiciliği değerine sahiptir. Ancak maliyet ve çevresel faktörler nedeniyle, yapılarda kullanımı seyrekdir.

Bir yapı elemanının titreşim sönümlenme oranını yükseltmek için, visko elastik malzemelerin yapı elemanı üzerine kaplanması veya püskürtülerek uygulanması önerilebilir. Bu malzemeler, rezonansa sebep olan titreşimleri emerek ısı enerjisine dönüştürür. Titreşim emiciliği yüksek malzemelerin, özellikle çelik, alüminyum, cam gibi dış cephe yapı malzemesi olan elemanlarda kullanılması etkilidir [30].

Birden çok tabakalı yapı elemanlarında geniş boşluğu

Yapı elemanları arasındaki boşluğun rezonans frekansı, boşluğun genişliğiyle ters orantılıdır. Örneğin, iki tabaka arasında dar bir boşluk bırakılırsa, yapı elemanının ses geçiş kaybı performansı, tek tabakalı bir panelden daha kötü olabilir. Bunun nedeni, yapı elemanının belli bir frekansta, içindeki boşluk sebebiyle çakışma etkisine maruz kalmasıdır [30].

Boşluğun artırılmasının ses geçiş kaybına olumlu etkisine ek olarak, boşlukta cam ve mineral yünü gibi yoğunluğu yüksek yalıtım malzemelerinin kullanılması ve & veya boşluk kenarlarında açık gözenekli plastik köpük gibi gözenekli ses yutucu malzeme kullanılması da düşük frekanslarda çakışma çukurunu yükseltmek için önerilebilir.

Birden çok tabakalı yapı elemanlarında birleşim elemanları

Strüktürel açıdan bağımsız olan iki tabaka birbirine mutlaka alttan, üstten veya yanlardan bağlı olmak durumundadır. Bu birleşim elemanları için, ahşap elemanlar yerine, hafif metal dikme konstrüksiyonlar ve panel sabitlemeleri için esnek elemanlar kullanılmalıdır. İdeal ses yalıtımı ağır, esnek ve hava geçirimsizlik prensipleriyle sağlanır ve panel birleşimleri için direnç uyumsuzluğu sağlamayı gerektirir. Yılmaz Demirkale'ye göre, direnç uyumsuzluğunu sağlamak için ağır paneller ile hafif bağlar, hafif paneller ile ağır bağlar kullanılması gereklidir [30, 36].

Yapı tabakalarının birbirinden farklı olması

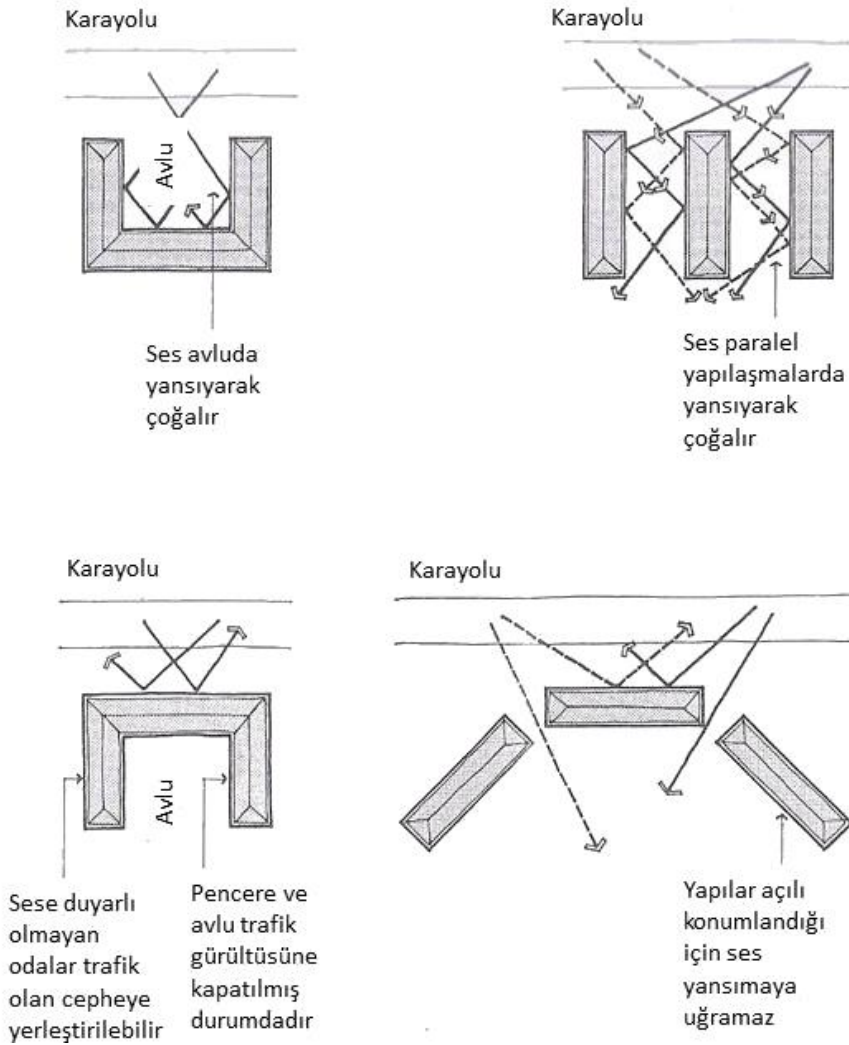
Birden çok katmanlı yapı elemanı kullanılması durumunda, rezonans etkisi, farklı rezonans frekansına sahip malzemeler kullanılması veya aynı malzemenin farklı kalınlıklarda kullanılmasıyla azaltılabilir. Aynı malzemenin aynı kalınlıkta yapı elemanında çift kat uygulanması, sesin kritik frekansında aynı çukuru vereceği için etkili olma sonucu düşüktür. Ancak malzemelerin ve kalınlıkların farklılaştırılması bir nevi çakışma çukurlarının şaşırtılmasında etki sağlamaktadır [30].

Çizelge 3.3. Yapı elemanlarında hava doğuşlu sesin yalıtımının sağlanmasına yönelik parametreleri [37]

Tekil eleman olarak		Çok tabakalı eleman olarak	
a	Yoğunluk veya yüzey ağırlığı	a	Tabakaların adedi
b	Kalınlık	b	Boşluk derinliği
c	Yüzey ölçüleri	c	Boşlukta ses yalıtımlı malzeme kullanılması
d	Yüzey kenar durumu (destekli, kenetli, vb.)	d	Boşlukta havadan yoğun gaz kullanılması
e	Yüzey tipi (homojen, kabartmalı, oluklu, vb.)	e	Esnek, rijit, noktasal veya doğrusal bağlantı kullanılması
f	Elastikiyeti	f	Yüzey alanındaki birleşim noktası sayısı
g	Sertliği	g	Tabakalar arasındaki taşıyıcı genişliği
h	Poisson oranı		
i	Kesilme katsayısı		
j	Yüzeyindeki boşluk ve çaylakların büyüklük durumu		

Yapı ölçeğinde gürültüye etkiyen faktörler

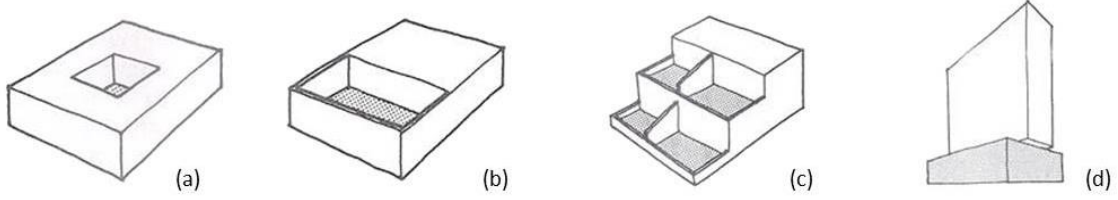
Yapısal olarak gürültü kontrolü sağlamak için, binanın gürültü kaynağına yönelimi ve çevre binalarla kurduğu ilişki sesin yansımalarını ve açısal değişkenlerini kontrol altında tutmak yardımcı olabilir. Ses dalgaları yüzeye paralel ya da paralele yakın geldiği zaman gürültü azalımı daha az olmaktadır [20] (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Gürültü kontrolü için yapının ses kaynağına yöneliminin önemi [36]

Sesin yansıma doğrusunu kırabilecek formdaki avlulu ve teraslı cephe önü hacimler, pencere veya kapı kullanılacak cephelerde çevre gürültüsünü azaltmada ciddi bir rol oynayabilir. Aynı şekilde, yüksek binalarda alt katlarda podyum kullanılması akustik gölgeleme oluşturarak sesin doğrusal ulaşımında enerji kaybetmesinde veya kırılarak ulaşmasında rol oynar. Ancak podyumlu binalar, gürültü için bariyer görevi görse de,

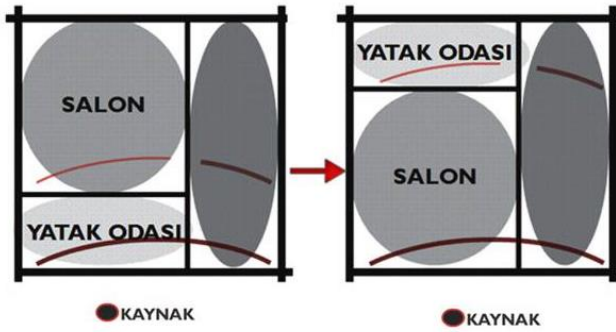
yüksek katlara erişimi güçleştirerek yangın kaçış ve itfaiye erişimini zorlaştırdığı için doğru tasarlanmalıdır [36].



Şekil 3.10. Farklı cephe formları, (a, b) avlu tipi, (b) gömülü teras tipi, (c) podyum tipi [34]

Cephe üzerinde genellikle estetik kaygı ötesinde, yüksek yapılarda yangın yönetmeliği gereği veya güneşten korunma ile ısısal verimliliğin sağlanması amacıyla yapılabilen söveler, alıcı yüzeyin geride kalmasını sağlayarak üst katlara ulaşan sesin doğrusal ulaşmasına engel olduğu için, gürültü kontrolünde yardımcı olabilir. Ancak gürültü kontrolü amacı doğrultusunda, sövelerin doğru tasarımı gerekmektedir [38].

Çevresel gürültüye duyarlı olmayan fonksiyon için kullanılacak hacimleri, gürültüyü direk alan cepheye konumlandırılması ve kullanım periyotlarına uygun hacim yerleşimi tasarım aşamasında çevresel gürültüden oluşabilecek şikayetleri minimize edebilir [20].



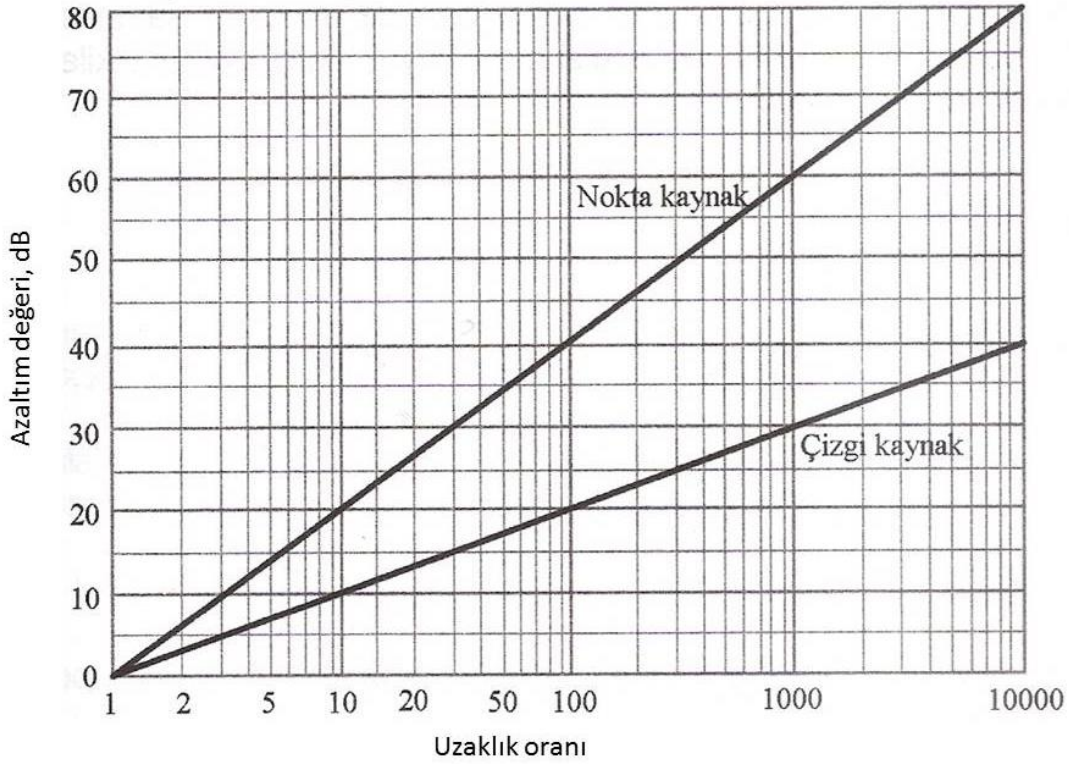
Şekil 3.11. Gürültüye karşı hassas hacimlerin, gürültüye uzak alanda çözülmesi [20]

Yerleşme ölçeğinde gürültüye etkiyen faktörler

Yerleşme ölçeğinde çevresel gürültüye etki eden faktörlerin başında, yapının gürültü kaynağına uzaklığı, atmosfer ve iklim koşulları, gürültü kaynağı ile yapı arasındaki doğal ve yapma engeller, zemin tipi gibi faktörler gelmektedir [36].

Kaynak ile alıcı arası uzaklığın etkisi

Uzaklığın artmasının ses yayılmasındaki etkisi, bölüm girişinde özellikleri tanımlanan kaynağın tipine ve frekansa bağlıdır ve dalga sapması nedeniyle azalır. Kaynak tipine göre ses azaltım değerinin uzaklıkla ilişkisi Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

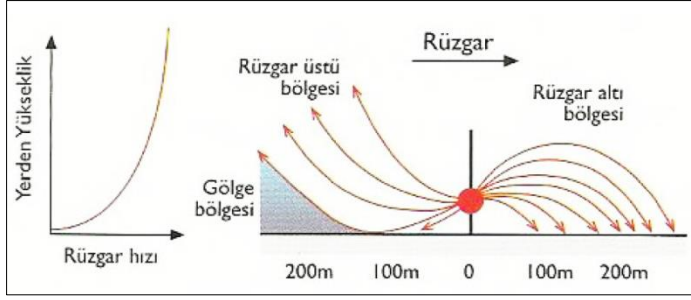


Şekil 3.12. Ses basınç seviyesinin azaltım değerinin uzaklık ve kaynak tipi ile ilişkisi [30, 39]

Meteorolojik faktörlerin etkisi

Açık havada ses yayılmasında, rüzgar, sıcaklık ve havanın moleküler yutuculuk değeri önemli ölçüde etkili olmaktadır.

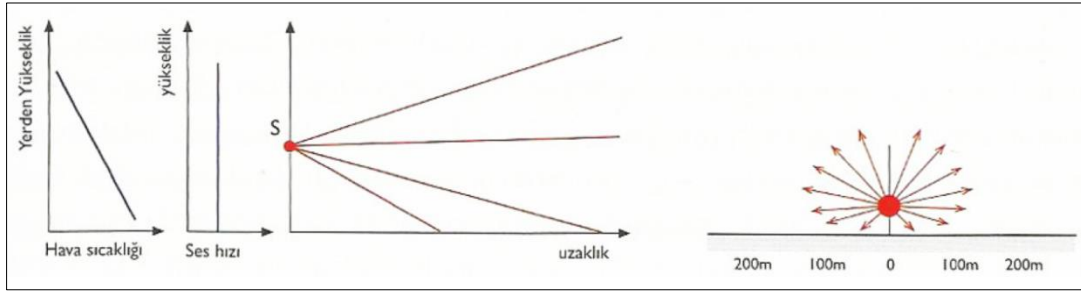
Rüzgarın ses yayılımına etkisini, hızı ve yönü etkilemektedir. Ses ışınları ile rüzgar yönü ile aynı yönde ise aşağı eğilecek, rüzgara karşı ise yukarı kıvrılacaktır. Bir başka değişle, rüzgar aşağı yönlü olduğunda sesin güçlü yayılımına, yukarı yönlü olduğunda akustik bölge oluşmasına sebep olabilir. Rüzgar hızı ise zeminden yüksekliğin logaritmasına bağlı olarak artış gösterir [20, 30, 31] (Şekil 3.4).



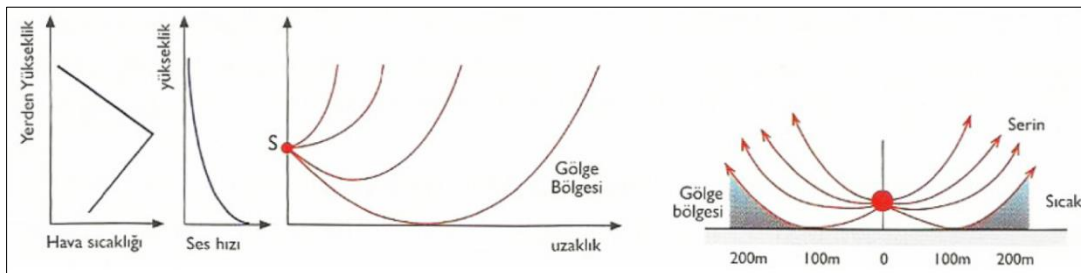
Şekil 3.13. Rüzgarın hızı ve yönünün yükseklik ve ses ışınlarıyla ilişkisi [20, 31]

Sıcaklık değişimi, ses dalgalarının hızının değişmesine ve eğilmesine sebep olmaktadır. Sesin hızı sıcaklıkla artar. Gündüz vakitlerinde hava serin, zemin sıcaktır, bu durum sıcaklık yukarı doğru azalacağı için ses ışınlarının yukarı kırılmasına sebep olur. Gece vakitlerinde ise, hava sıcak, zemin serindir, bu durum sıcaklığın zeminde yoğun olması sebebiyle ses ışınlarının aşağı kırılmasına sebep olur. Bu durum, geceleri akustik gölge bölge oluşma durumunu engeller ve gece sesin daha uzağa ulaşmasını sağlar. Genelde yaz mevsimlerinde ise ortalama sıcaklığın yüksek olmasından dolayı daha çok gölge bölgesi oluşur [20, 30, 31, 36].

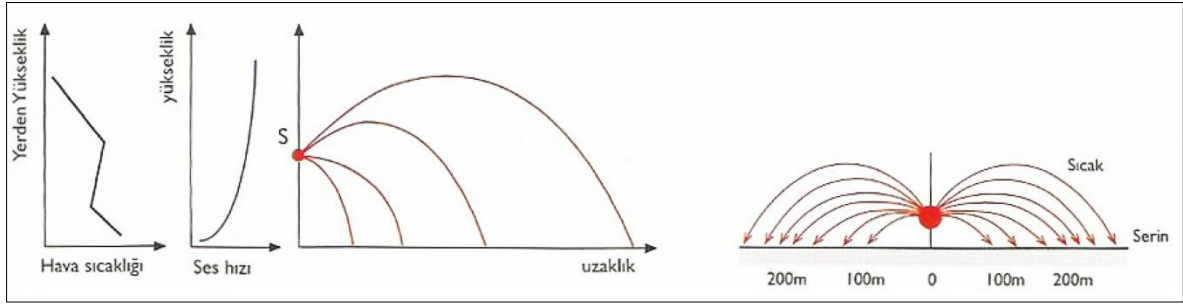
Havanın moleküler yutuculuğu ise daha çok yüksek frekanslarda etkilidir ve havadaki nem oranına, sıcaklığa ve uzaklığa bağlıdır (Çizelge 3.4).



Şekil 3.14. Zemin-hava arası sıcaklık alışverişi olmayan durumda ses yayılımı [20, 31]



Şekil 3.15. Zeminin hava tabakasından sıcak olduğu durumda ses yayılımı [20, 31]

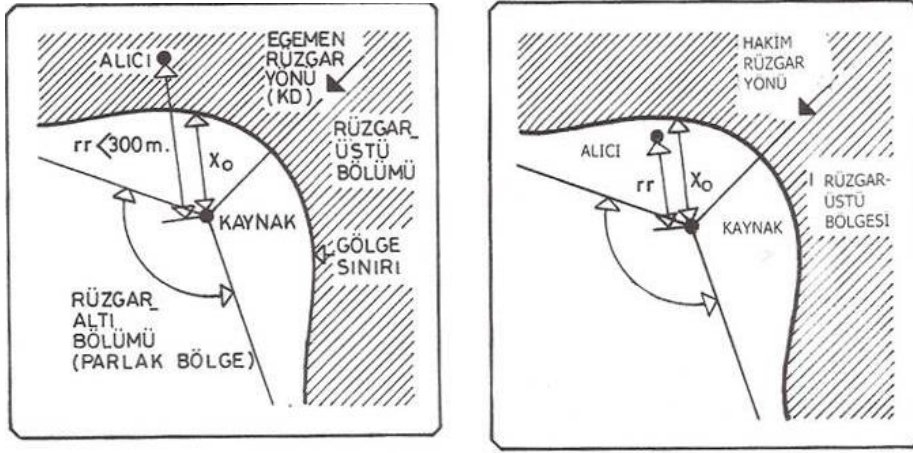


Şekil 3.16. Zeminin hava tabakasından soğuk olduğu durumda ses yayılımı [20, 31]

Çizelge 3.4. Bies ve Hansen'in kitabında yer alan meteorolojik etkilenme nedenli ses artış, azalış değerlerinin tahmin tablosu [20, 31]

Oktav band frekanslar, Hz	Kaynaktan olan uzaklık, m			
	100	200	500	1000
Meteoroloji nedenli etki, dB				
63	±1	+4, -2	+7, -2	+8, -2
125	±1	+4, -2	+6, -5	+7, -4
250	+3, -1	+5, -3	+6, -5	+7, -6
500	+3, -1	+6, -3	+7, -5	+9, -7
1000	+7, -1	+11, -3	+12, -5	+12, -5
2000	+2, -3	+5, -4	+7, -5	+7, -5
4000	+2, -1	+6, -4	+8, -6	+9, -7
8000	+2, -1	+6, -4	+8, -6	+9, -7

Bütün meteorolojik olaylar sonucunda, özellikle sıcaklık ve rüzgar gradyanlarının sebep olduğu akustik gölge bölgelere bağlı olarak, ses basınç düzeyinde aşırı azalışlar oluşabilir. Akustik gölge bölgeleri için uzaklıklar ve gölge açısının değişimi, zemin gürültü problemlerinin analizinde önemli bir kısım oluşturmaktadır. Rüzgar hızı yükseklikle artar, ses ışınlarının eğriliği ise rüzgar hız gradyanı ile ters orantılıdır. Sonuçta gölge bölgesi genellikle kaynaktan rüzgar üstü bölgesine doğru oluşur [30].

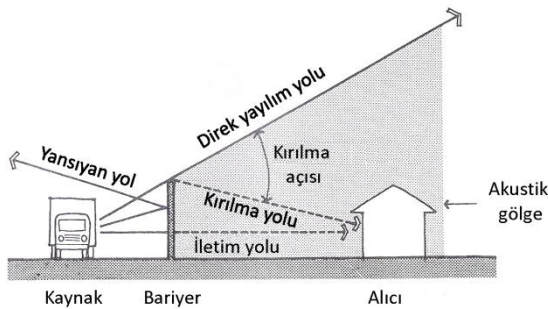


Şekil 3.17. Kaynak etrafında akustik gölge ve parlak bölge sınırları [30]

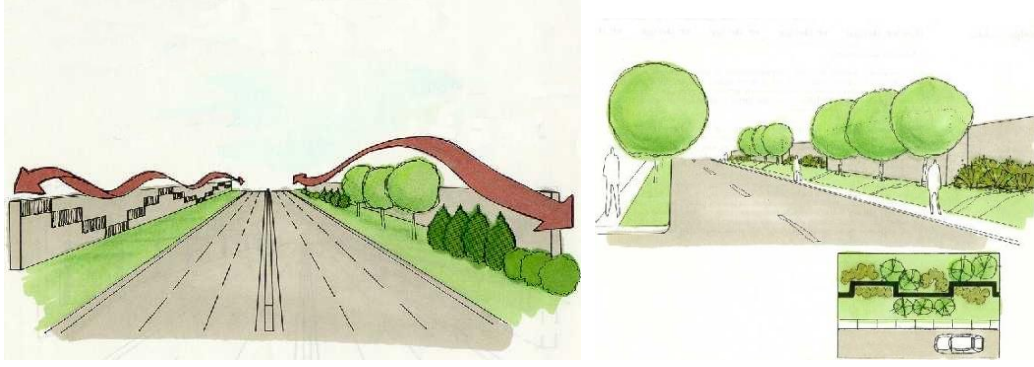
Rüzgar üstü bölgesi yayılımında, rüzgar gradyanı sıcaklık gradyanına göre daha büyük rol oynamaktadır. Ses düzeyinde azaltımın çok az olduğu ve gölge bölgesinin oluşmadığı rüzgar altı bölgesi (parlak bölge) ses dalgalarının yayılması için çok uygun bir bölgedir ve bu bölgede ses düzeyindeki azaltım rüzgar üstü bölgesine göre 25-30 dB daha azdır.

Doğal ve yapma engellerin etkisi

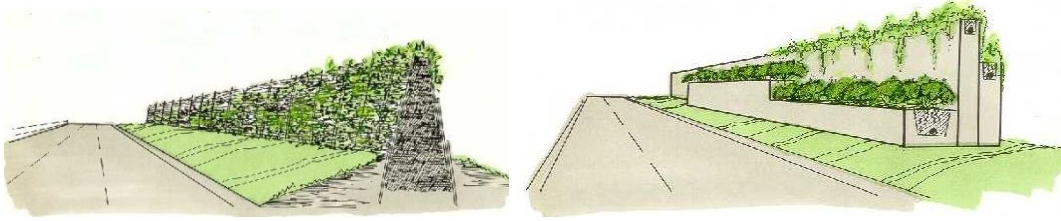
Serbest alanda yeterli yoğunluk ve dizilimdeki ağaçlık alanlar, toprak setler gibi doğal engeller ile ince duvar bariyerler, çevre binalar gibi insan yapımı setler ile akustik gölge oluşumu sağlanabilir. Bariyerlerin sağladığı ses azaltımı, bariyer yapımında kullanılan malzemeye, bariyerin yüksekliğine ve gelen sesin dalga boyuna bağlıdır. Özellikle şehir içinde eğitim, sağlık ve konut kullanımının yoğun olduğu bölgelerden geçen yoğun karayolu trafiği veya demiryolu gürültülerini engellemek için yol etrafında akustik bariyerler oluşturulmaktadır.



Şekil 3.18. Karayolu gürültüsüne yönelik bariyer ve sebep olduğu akustik gölgenin gösterimi [36]



Şekil 3.19. Bariyer yapılanması ve tasarım örnekleri [40]



Şekil 3.20. Doğal ve yapma bariyer örnekleri [40]

3.1.2. Çevresel gürültü ve yapı elemanı gürültü kontrolüne yönelik akustik kriterler ve mevzuatlar

Ülkemizde ve diğer birçok ülkede, çevresel gürültünün yönetimi için yönetmelikler ve mevzuatlar belirlenmiştir. Ulusal ve uluslararası olarak yapılan çalışmalar, gürültü yönetim politikalarının geliştirilmesine yardımcı olmuştur. Bu çalışmaların bazılarını konfor şartlarını iyileştirmek adına tercihi değerler oluştururken, bazılarını tedbir amaçlı ve kontrol gerektiren değerler oluşturmaktadır. Bu değerler belirlenirken bazı sistemler, göstergeler ve ölçütler tanımlanır. Bu bölümde çevresel gürültü ve yapı elemanlarının değerlendirilmesi için tanımlanması gereken her bir değer parametresinin açıklaması yapılarak, kullanılan gösterge birimleri ve mevzuat gereklilikleri tarif edilecektir.

Çevresel gürültü düzeyi

Gürültü subjektif bir değerlendirme olarak kabul edilse de çalışmalar bazı karakteristik özelliklere sahip seslerin gürültü olarak değerlendirildiğini ortaya koymuştur. Bu karakteristik özelliklerde belirleyici etmenler, frekans aralıkları ve gürültünün zamansal değişiklikleri olmuştur. Frekans bileşenlerine göre değerlendirilmesinde ağırlıklı ses basınç düzeylerinden yararlanılırken, zaman için eşdeğer gürültü düzeylerinden yararlanılır.

A-C-D ağırlıklı ses basınç seviyeleri

En çok bilinen ve kullanılan A ağırlıklı ses basınç seviyesinin birimi dBA'dır. İnsan kulağı en çok 1000-4000 Hz arasındaki orta frekans aralıklarına duyarlıdır. A ağırlıklı ses basınç düzeyi bu frekans aralığına yoğunlaşmıştır, bu nedenle özellikle gürültüye maruz kalma durumlarında sıkça kullanılır. Çizelge 3.5'de her bir frekans aralığında dB olarak bulunan ses basınç seviyeleri için A-ağırlığına çevirim değerleri verilmiştir. Tespit edilen değerler, tabloda gösterilen değerler ile toplanıp, daha sonra sonuçlar logaritmik olarak toplanıp dBA cinsinden değer hesaplanabilir [30, 31].

C ağırlıklı ses basınç seviyesi ise 31.5–8000 Hz frekansları aralığına yoğunlaşır ve birimi dBC'dir. Trafik gürültüsü gibi düşük frekans yoğunluğundaki seslerin tespit edilmesinde A-ağırlıklı ölçümden daha yetkin olduğu için, özellikle alçak ve yüksek frekans içeren gürültülerin incelenmesinde Dünya Sağlık Örgütü tarafından C-ölçümünün de yapılması tavsiye edilmektedir [30].

D ağırlıklı ses basınç seviyesi ise uçak gürültüsü değerlendirmek için kullanılan bir düzeydir ve birimi dBD'dir.

Çizelge 3.5. A-ağırlığına çevirim değerleri [20, 31]

		Frekanslar (Hz)											
		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
A çevrimi :		-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1,9
		Frekanslar (Hz)											
		800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
A çevrimi (devam):		-0,8	0	0,6	1	1,2	1,3	1,2	1	0,5	-0,1	-1,1	-2,5

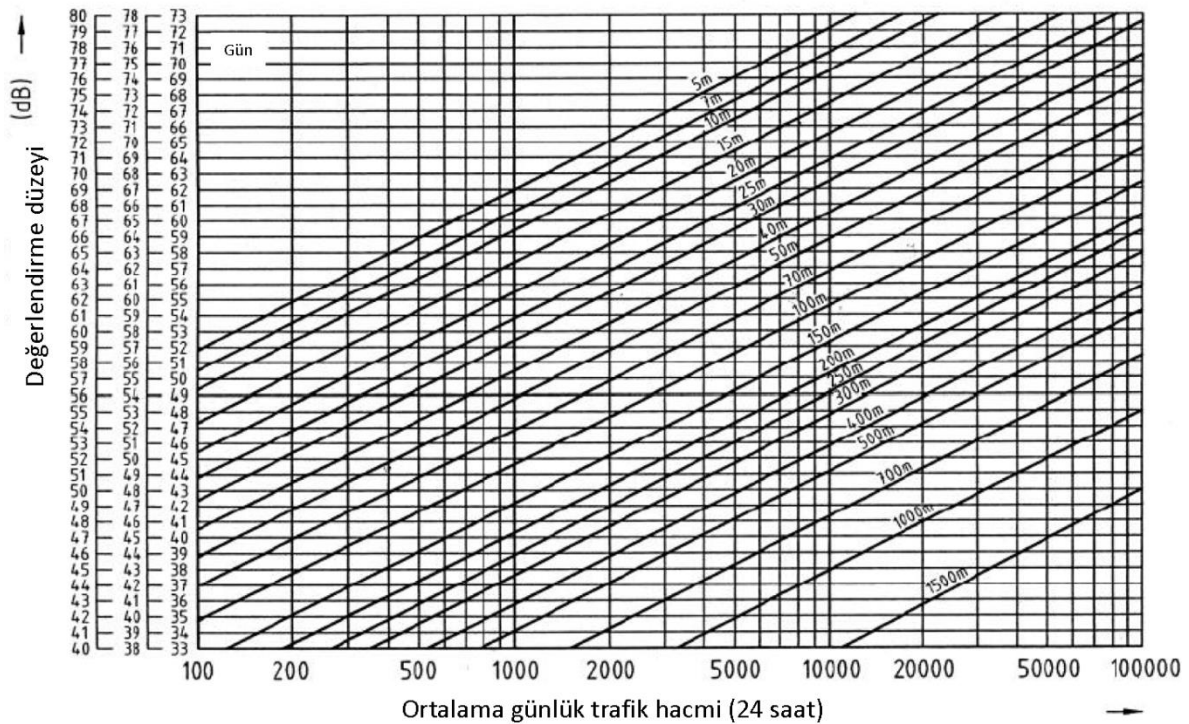
Eşdeğer gürültü düzeyi

Fonksiyonu belirli bir periyot için tek sayı ölçüler elde etmek üzere tespit edilen ses basınç seviyesidir. L_{eq} genelde A-ağırlıklı ölçüm üzerinden ifade edilmektedir. Bu nedenle L_{Aeq} şeklindeki gösterimi daha uygundur. Belirli bir T zaman dilimindeki ortalama ses basınç seviyesini ifade etmek için (L_{Aeq}, T) kullanılır [30].

Ülkemizde çevresel gürültü sınır değerleri için Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından oluşturulan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde yerleşim alanları gürültü hassasiyetlerine göre dört grupta verilerek, sınır gürültü değerleri (L) ve (T) süreleri verilmiştir. Tablolar karayolları, demiryolları, hava alanları ve endüstri tesisi çevreleri için ayrıca belirtilmiştir [41].

Çalışmanın devamında karayolu çevresel gürültü değerleri üzerine deneysel bir çalışma yapılacağı için, DIN 18005'de yer alan karayolu çevresi gürültü değeri değerlendirme Şekil 3.21'de ve gürültü sınır değerleri için Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen tablo Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Taslak olarak çalışması bulunan binaların gürültüye karşı korunması ve ses yalıtımı hakkında yönetmelik kapsamında, çevresel gürültü gürültüye karşı hassas kullanımlar bina ölçeğinde ve mekan ölçeğinde sınıflandırılmıştır [42].



Şekil 3.21. DIN 18005 Karayolu trafik hacmi ve alıcı uzaklığına göre gürültü değerlendirme grafiği [43]

Çizelge 3.6. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği - Karayolu çevresel gürültü sınır değerleri [41]

Alanlar	Planlanan/Yenilenmiş/Onarılmış yollar			Mevcut yollar		
	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin ağırlıklı olduğu alanlar	60	55	50	65	60	55
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
Endüstriyel alanlar	67	62	57	72	67	62

Arka plan gürültü düzeyi

Gürültü frekanslara göre değişken ve hissedilen rahatsızlık subjektif olduğu için bazı anket çalışmaları ve ölçümler sonucunda arka plan gürültüsünü değerlendirmek üzere farklı spektrumlar ve kriterler oluşturulmuştur.

Ülkemizde kabul edilebilir iç gürültü göstergeleri için Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen tablo kullanılmaktadır (Çizelge 3.7). Ayrıca taslak olarak çalışması bulunan binaların gürültüye karşı korunması ve ses yalıtımı hakkındaki yönetmeliğinde, binalarda izin verilen iç gürültü düzeyleri ve reverberasyon sürelerine ilişkin değerler verilmiş olup, akustik kalite sınıfına göre derecelendirme yapılmaktadır [42].

Çizelge 3.7. İç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri [41]

Kullanım alanı		Kapalı pencere L_{eq} (dBA)	Açık pencere L_{eq} (dBA)
		Kullanım alanlarında herhangi bir faaliyet olmadıgındaki değerler	
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30	40
	Sinema salonları	30	40
	Konser salonları	25	35
	Konferans salonları	30	40
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kuruluşları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri	35	45
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	35
Eğitim Tesisleri Alanları	Okullardaki derslikler, özel eğitim tesisleri, kreşler, laba-oratuarlar ve benzeri	35	45
	Spor salonu	55	65
	Yemekhane	45	55
	Kreşlerdeki yatak odaları	30	40
Turizm Yerleşme Alanları	Otel, motel, tatil köyü, pansiyon ve benzeri yatak odası	35	45
	Konaklama tesislerindeki restoran	35	45
Sit Alanları	Arkeolojik, doğal, kentsel, tarihi ve benzeri	55	65
Ticari yapılar	Büyük ofis	45	55
	Toplantı salonları	35	45
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	50	60
	Oyun odaları	60	70
	Özel büro (uygulamalı)	45	55
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	50	60
	İş merkezleri, dükkanlar ve benzeri	60	70
	Ticari depolama	60	70
	Lokantalar	45	55
Kamu Kurum Kuruluşları	Ofisler	45	55
	Laboratuarlar	45	55
	Toplantı salonları	35	45
	Bilgisayar odaları	50	60
Spor Alanları	Spor salonları ve yüzme havuzları	55	65
Konut Alanları	Yatak odaları	35	45
	Oturma odaları	45	55

NC eğrileri (Gürültü ölçütü) – 1957

NC eğrileri, farklı işlevdeki mekanlara ait en gürültülü durumlardaki ses düzeylerini ölçerek, mevcut durumu değerlendirmek için kullanılır. Her NC eğrisi sekiz oktav bant merkez frekansındaki ses basınç düzeyleri ile tanımlanır. NC değerlendirmesi gürültülerine, HVAC dahil her türlü gürültü kaynağı dahil edilmektedir ancak, konaklama kaynaklı yaşam aktiviteleri dahil edilmemektedir [30, 44].

Çizelge 3.8. NC ses basınç düzeyleri [30]

Frekans (Hz)	NC-15	NC-20	NC-25	NC-30	NC-35	NC-40	NC-45	NC-50	NC-55	NC-60	NC-65	NC-70
63	47	50	54	57	60	64	67	71	74	77	80	83
125	36	41	44	48	52	57	60	64	67	71	75	79
250	29	33	37	41	45	50	54	58	62	67	71	75
500	22	26	31	36	40	45	49	54	58	63	68	72
1000	17	22	27	31	36	41	46	51	56	61	66	71
2000	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	70
4000	12	17	22	28	33	38	43	48	53	58	63	69
8000	11	16	21	27	32	37	42	47	52	57	62	68

Çizelge 3.9. NC gürültü kriterleri [36]

Kullanım tipi	Tercih edilen NC eğrisi	Eş dBA değeri
Konser salonları, opera, yayın ve kayıt stüdyoları, büyük oditoryum, büyük dini yapılar (Mükemmel dinleme koşulları)	< NC-20	<30
Küçük oditoryumlar, tiyatrolar, müzik sınıfları, telekonferans odaları, büyük konferans odaları, yönetici ofisleri, küçük dini yapılar (Çok iyi dinleme koşulları)	NC-20 ile NC-30	30 ile 38
Yatakodalaları, hastaneler, konutlar, apartmanlar, oteller, moteller (Uyuma, dinlenme koşulları)	NC-25 ile NC-35	34 ile 42
Özel ofisler, küçük konferans odaları, sınıflar, kütüphaneler (İyi dinleme koşulları)	NC-30 ile NC-35	38 ile 42
Büyük ofisler, resepsiyon alanları, mağazalar, kafeteryalar, restaurantlar, jimnastik mekanları (Kısmen iyi dinleme koşulları)	NC-35 ile NC-40	42 ile 47
Lobiler, laboratuvar mekanları, çizim ve mühendislik odaları, sekreter odaları, elektrik ekipmanları ihtiyaç mağazaları (Yeterli dinleme koşulları)	NC-40 ile NC-45	47 ile 52
Mutfaklar, çamaşırhaneler, okul ve endüstriyel mağazalar, bilgisayar odaları (Kısmen yeterli dinleme koşulları)	NC-45 ile NC-55	52 ile 61

NR eğrileri (Gürültü sınıflandırma ölçütü) – 1962

NR eğrileri Avrupa'da kullanılan bir ölçüttür ve NC ile PNC eğrilerine benzemektedir.

PNC eğrileri (tercih edilen gürültü ölçütü) – 1971

NC eğrilerinin zaman içinde elde edilen deneyimlerle güncellenmesi ile elde edilmiştir.

Yaygın olarak Amerika'da kullanılır.

Bu ölçütler dışında RC (oda kriterleri), NCB (dengelenmiş gürültü kriteri) ve konuşma girişim düzeyi ölçütleri de bulunmaktadır.

Ses yalıtım düzeyi

Yapı elemanlarına ait ses yalıtım performanslarını ifade etmek için farklı ülkelerde farklı hesaplama yöntemleri ve göstergeler kullanılmıştır. Avrupa'da ve ülkemizde, EN ISO 140-4 standardına göre, Amerika'da ASTM E 413-10 standardına göre belirlenen bu büyüklükler, Çizelge 3.10 ve Çizelge 3.11'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.10. Avrupa ülkelerinde kullanılan göstergeler [20, 45]

Tek sayılı değerler (100-3150 Hz)		Ölçülen değerler (1/3 veya 1/1 oktavda)	
Ağırlıklı ses azalma indisi	R_w	Ses azalma indisi	R
Ağırlıklı görünen ses azalım indisi	R'_w	Görünen ses azalma indisi	R'
Ağırlıklı standartlaştırılmış seviye farkı	$D_{nT,w}$	Standartlaştırılmış seviye farkı	D_{nT}

Çizelge 3.11. Amerika'da kullanılan göstergeler [20, 46, 47]

Tek sayılı değerler (125-4000 Hz)		Ölçülen değerler (1/3 oktavda)	
Ses geçiş sınıfı	STC	Ses geçiş kaybı	TL
Alan ses geçiş sınıfı	FSTC	Alan ses geçiş kaybı	FTL

Ses azalma indeksi, R

'Modelin üzerine uygulanan ses gücünün, modelden iletilen ses gücüne oranının logaritmasının on katıdır' [30, 48]. Bileşik cidarlı yapı elemanları için kullanılan ifadedir [33].

Görünen ses azaltma indeksi, R'

Alıcı odaya geçen sesin gücünün, ara yapı elemanına gelen ses gücüne oranının logaritmasının eksi on katına eşittir [30, 45].

Standartlaştırılmış seviye farkı, D_{nT}

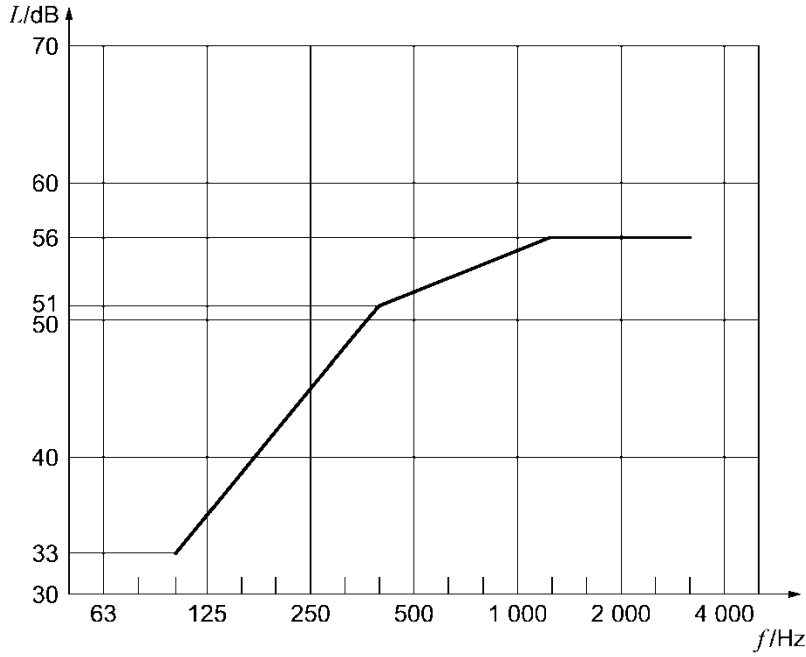
İki odadan birinde ses kaynağı olması sonucunda, farklı hacimlerde, alıcı odanın çinlama süresine bağlı olarak oluşan ortalama ses basınç seviyesidir [30, 48].

Yapı elemanının performansını değerlendirmek için referans değerler

Referans değerler, ölçme sonuçlarıyla karşılaştırma yapılabilmesi için EN ISO 717-1 standardında verilmiş değerlerdir, Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Hava ile yayılan sesin ağırlıklı hale gelmesi için kullanılan referans değerleri [49]

Frekans	Referans değerler dB	
	1/3 Oktav bantları	Oktav bantları
100	33	36
125	36	
160	39	
200	42	45
250	45	
315	48	
400	51	52
500	52	
630	53	
800	54	55
1000	55	
1250	56	
1600	56	56
2000	56	
2500	56	
3150	56	



Şekil 3.22. 1/3 oktav bantlarda hava ile yayılan sesin referans eğri grafiği [49]

DIN 4109 binalarda ses yalıtımına ilişkin bir standarttır ve yapı elemanlarının binanın kullanım fonksiyonuna göre ses yalıtımı performanslarının değerlendirilmesi için örnek teşkil etmektedir. Bu standarttan örnek olarak alınan, dış duvarlara ilişkin değerlendirme grafikleri Çizelge 3.13 ve Çizelge 3.14'de gösterilmiştir. Ülkemizde ise, taslak olarak çalışması bulunan binaların gürültüye karşı korunması ve ses yalıtımı hakkında yönetmelik kapsamında, yapıların hava doğuşlu seslere karşı yalıtım performanslarının değerleri belirlenerek yalıtım sınıflarına göre akustik kalite belgesi verilmesi planlanmaktadır.

Çizelge 3.13. Dış yapı elemanlarında hava ile yayılan sesin yalıtım gereklilikleri [50]

Ses seviyesi sınıfı	Uygun dış ses seviyesi aralığı, dB(A)	Hastane ve sanatoryumlar	Oteller, konutlar, sınıflar, vb.	Ofisler*
I	55'e kadar	35	30	-
II	56 - 60	35	30	30
III	61 - 65	40	35	30
IV	66 - 70	45	40	35
V	71 - 75	50	45	40
VI	76 - 80	-	50	45
VII	80'den fazla	-	-	50

* Gereklilikler yerel şartların fonksiyonuna göre belirlenebilir.

Çizelge 3.14. Pencereli duvarların gerekli ses yalıtım indeksi değerleri [50]

$R'_{w,res}$, dB	Duvar/pencere, dB / pencere alanı yüzdesi için ses azalım indeksi					
	10%	20%	30%	40%	50%	60%
30	30/25	30/25	35/25	35/25	50/25	30/30
35	35/30 40/25	35/30	35/32 40/30	40/30	40/32 50/30	45/32
40	40/32 45/30	40/35	45/35	45/35	40/37 60/35	40/37
45	45/37 50/35	45/40 50/37	50/40	50/40	50/42 60/40	60/42
50	55/40	55/42	55/45	55/45	60/45	-

3.2. Hafif Giydirme Cephelede Akustik Performans Kriterleri

Bu başlıkta, gürültü kontrolüne etki eden, literatürde tanımlı ana faktörlerin temelini oluşturduğu yapı elemanı performansını iyileştiren önlemlerin; tezin ana konusu olan hafif giydirme cepheli yüksek binalardaki etkileri üzerine daha detaylı incelenmesi yapılacaktır. Literatürde, genelde, yapı elemanının akustik performansı tek tabakalı veya birden çok tabakalı olmasına göre ilişkilendirilir. Çalışmanın bu bölümünde, özellikle cam seçimi başta olmak üzere, tüm iyileştirme önerileri tabaka yapıları, frekans aralıkları ile ilişkilendirilerek hazırlanmıştır.

Giydirme cephelerin akustik açıdan özelliklerinin belirlenmesi için, binanın bulunduğu bölgenin iklim koşulları, yüksekliği, kullanım amacı net olmalıdır ve her proje için detaylar, binaya özel hazırlanmalıdır. Özellikle yüksek yapılarda, yükseklikle yapı fiziğinin getirdiği zorluklar da doğru orantılı olarak artmaktadır. Yüksek binalarda yapı hareketleri, tüm düğüm noktalarını etkilediği için, giydirme cephelerin esas tasarım prensibi olan aks bölüntüleriyle oluşan modüler yüzeylerin hareketli birleşmesi ve sızdırmaz olması gerekmektedir. Bu nedenlerden dolayı, yüksek binalarda altlı üstlü tekrar eden 3-4 modül aralığındaki tipik cephenin, 1/1 örneğinin hazırlanarak, uluslararası standartlara göre testlerinin yapılması gerekmektedir.

3.2.1. Cephe taşıyıcı sistemi seçimi

Giydirme cephelerin sistem seçimi, öncelikli olarak taşıyıcılık açısından profil kesitlerinin belirlenmesi ile başlar. Profil kesitlerinin belirlenmesinde ayrı ayrı kat yüksekliği ve bina yüksekliği, cepheye gelecek sabit ve hareketli yüklerin tespit edilmesi ve açıklıklara uygun

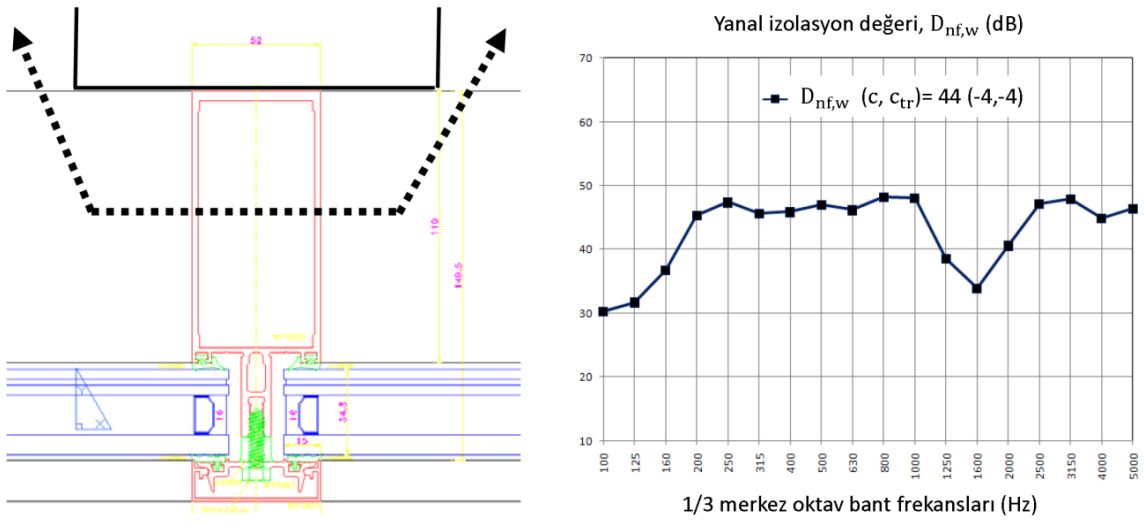
ankraj planlaması etkili olur. Aslında özellikle yüksek binalarda giydirme cephelerin en büyük sorunu rüzgar karşısında istenilen direnci göstermesidir. Bu amaç ile yapılan statik hesaplar ile cephe karkasının doğru şekilde kurulması sağlanır. Bu noktadan sonra, kullanım amacına göre birleşim ve düzlemsel yüzeylerin seçimi yapılır [15].

Cephe panellerini oluşturacak sistemlerin ısı yalıtımlı olması, yapıda enerji korunumu açısından olmazsa olmazdır. Isı yalıtımını sağlayan ve alüminyum profiller arası iletişimi kesen bu pvc içerikli ısı bariyerleri, aynı zamanda iç mekanda gürültü kirliliğini engeller [15].

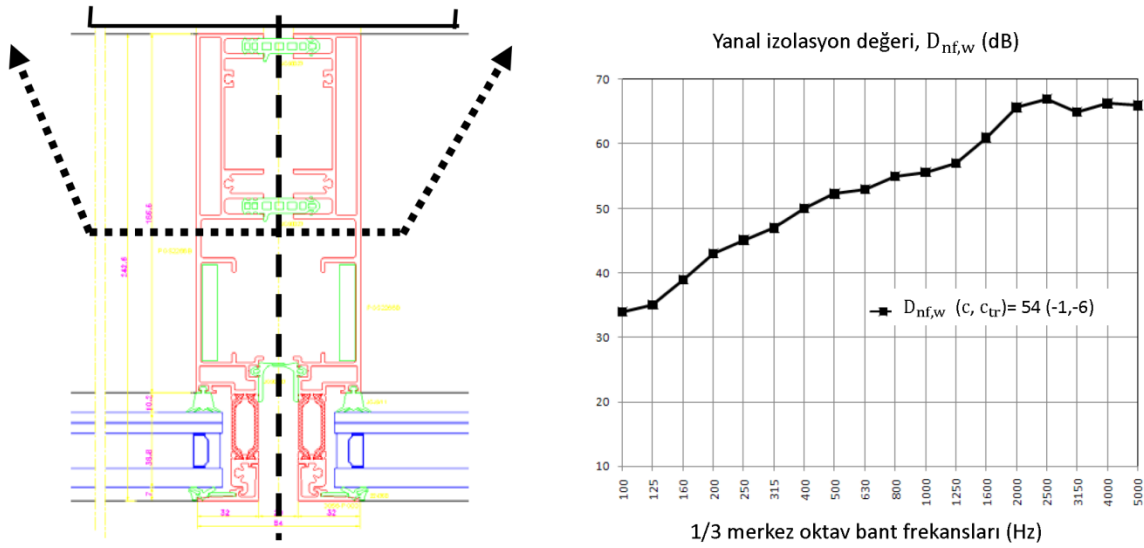
Giydirme cephe taşıyıcı sistemleri, genellikle alüminyum olup, gerekli durumlarda çelik profiller ile oluşturulmaktadır. Akustik performans olarak düşünülürse, cevap vermesi istenen en büyük sorun, profilin sesi sönümlemesi ve bunu sağlamak için esnek birleşim noktalarına sahip olmasıdır. Alüminyum, genleşme katsayısı yüksek bir metallerdendir biridir ($\lambda = 25 \cdot 10^{-6}$). Bu nedenle, boyca genleşmesi için yeterli mesafelerin bırakılmaması ve birleşim noktalarında lastik kullanılmaması durumunda iç mekanda genleşme kaynaklı gürültü yaratır.

Çubuk sistemli giydirme cephelerde, yatay/düşey profil birleşimlerindeki derz noktalarında adaptör parçalar ile birlikte, genleşme lastikleri kullanılmalıdır. Düşey taşıyıcı dikmelerde gerekli statik hesaba göre derz boşlukları bırakılmalıdır. Bu derz boşlukları yaklaşık olarak 6 m profilde 1 cm olarak hesaplanmaktadır. Dikme profillerinin döşemelere veya parapet alınlarına bağlanacağı noktalarda, ankraj tipi düşey profillerin ısıl genleşmesine müsaade edecek şekilde sabit veya kayar olarak seçilmelidir [8, 15]. Yarı panel sistemde, düşey ve yatay profiller kat bazında bağlandıkları için sürekli bir eleman niteliği kazanarak, genleşmeleri daha iyi absorbe etmektedir. Panel sistemde, yatay ve düşey yükler beraber hareket sağladığı için meydana gelen genleşmeden dolayı ses olmamaktadır [8]. Bu nedenle yüksek binalarda önerilen cephe sistemi, panel sistemdir. Bunun sebebi, tasarlanan modüllerin bu sistemden oluşan giydirme cepheler için hareketli birleşime olanak sağlamasıdır. Diğer bir değişle, modüller arası birleşimlerde, yüksek binaların genleşme ve rüzgar gibi etkilere, profil kesit noktalarındaki epdm fitiller ile sönümleme sağlayarak gürültüyü minimize etmesidir.

Yapılan bir çalışmada, aynı katta bölücü duvar ile ayrılan iki odanın, çubuk sistem ve panel sistem kullanılarak, yapı elemanı ses yalıtım performans değerleri kıyaslanmıştır. Ölçülen değerlerde, iki sistem içinde, kalınlığı 2,5 mm olan alüminyum profiller 2,70 m boyundadır. Çubuk sistem profil eni 52 mm ve panel sistem birleşen profil enleri epdm fitillerle ayrılmış şekilde toplam 64mm genişliğindedir [51]. Bu çalışma panel sistem kullanılan cephenin, odalar arası geçiş yapan sesi, daha iyi sönümlendiğini göstermektedir. Ayrıca çubuk sistem ses azalım eğrisi grafiğinde çakışma çukuru etkisi gözlenmektedir.

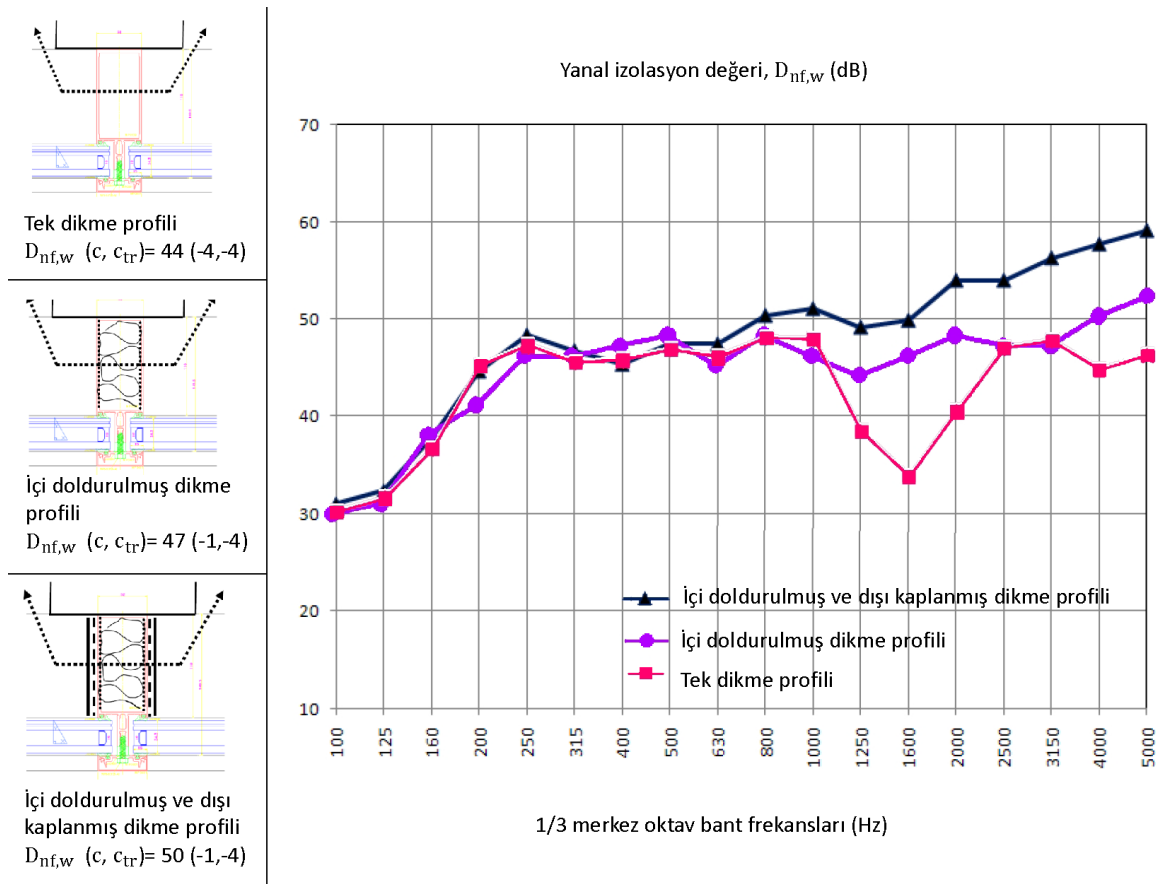


Şekil 3.23. Çubuk sistem kullanılan cephede odalar arası ses azalım değeri [51]



Şekil 3.24. Panel sistem kullanılan cephede odalar arası ses azalım değeri [51]

Özellikle çubuk sistemli giydirme cephelerde malzemenin ses azalım indeksi grafiğinde çakışma çukuruna sebep olan titreşimin sönümlenmesini sağlamak için, yatay ve düşey profilin etrafı dışından fiberglas gibi gözenekli ve yutucu bir malzeme ile eni ve boyu kapatılacak şekilde kaplanabilir. Bir diğer çözüm önerisi olarak, profil içindeki boşluğa cam yünü, taş yünü gibi yalıtım malzemeleri veya alçı pano gibi elemanlarla doldurulması tavsiye edilmektedir [30, 51], (Şekil3.23).



3.2.2. Malzeme seçimi

Malzeme seçimi başlığı altında cepheler cam olan vizyon bölümleri ve opak bölümleri üzerinden değerlendirilmiştir.

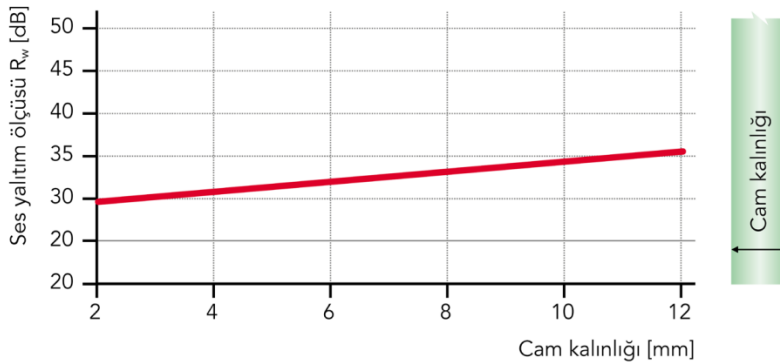
Cam seçimi

Giydirme cephelerde saydam bölgelerde kullanılan cam seçimi için, projenin amacına hizmet etmek üzere, iç mekanda karşılanması beklenen konfor koşullarını sağlayacak şekilde seçilmelidir. Camın seçiminde yine öncelikli olarak kaygı enerji korunumu üzerinedir. Enerji korunumu cam kalınlığı ile ilişkili değil, iki veya üç tabaklı yalıtım camlarının arasında bırakılan boşluk mesafeleri ve kullanılan camın ve üzerine ilave olarak eklenen film tabakalarının özellikleriyle ilgilidir.

Camlarda ses yalıtımı en temelde iki özelliği üzerine kuruludur: kütle ve cam katmanlar arasında bırakılan hava boşluğu. Daha kalın camlar, daha büyük kütleler getirdiği için ses azalım indeksi (R_w) değerini aynı oranda yükseltecektir. Ancak, kütleli artırmak endüstriyel açıdan belli bir yere kadar çözüm olabilir ve maliyeti oldukça yükseltir. Bu nedenle cam katmanlar arasında boşluk bırakılarak, havanın ses yalıtımı için tampon bölge oluşturması sağlanır. Cam seçiminde iç mekan konfor koşullarının sağlanması için bazı kriterlere dikkat edilmesi gerekmektedir.

Kütlenin etkisi

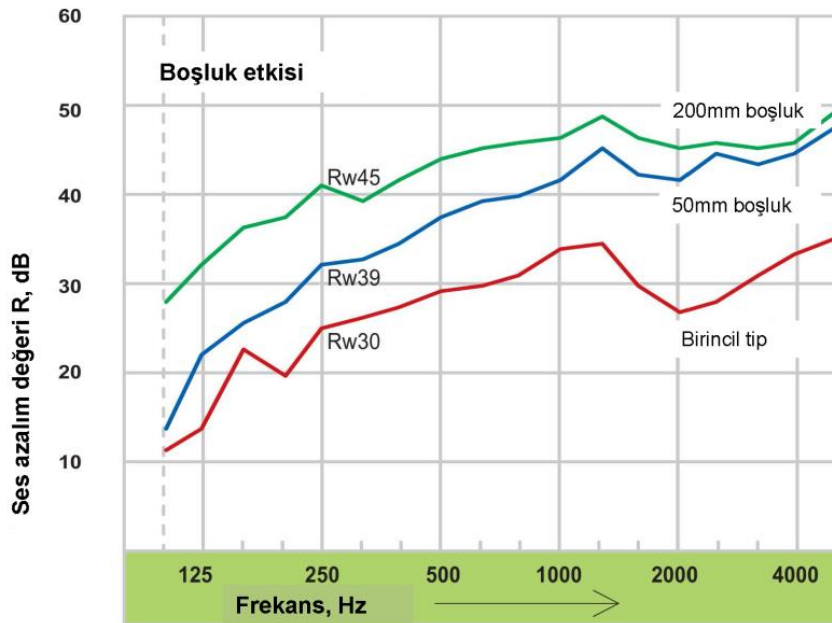
Ses yalıtımının en temel prensibi olan kütlenin artırılması, cam olan yapı elemanları için de yalıtım performansının artmasını sağlar. Cam, birim ağırlığı $2,6 \text{ gr/m}_3$ olan bir yapı elemanıdır. Yalıtımlı cam tiplerinde yeterli boşluk derinliği sağlanmadığı sürece, yalıtımlı ünitenin toplam cam kalınlığının kullanılan tek cam kalınlığına eşit olması durumunda aynı ses yalıtım performansını verecektir.



Şekil 3.26. Cam kalınlığına bağlı yalıtım performansı [12]

Yalıtım camlarında boşluk derinliğinin etkisi

İki veya üç katmanlı yalıtım camları kütle yay prensibi oluşturur. Her iki dış levha (kütleler) hava veya gaz dolu katmanlar (yay) ile ayrıştırılmıştır. Yalıtımlı camlarda boşluk derinliği 16mm'den sonra önemli oranda etki etmeye başlar. Yüksek performans gerektiğinde ise en az 100mm boşluk önerilir [44, 52]. Ancak ısıcam olarak bildiğimiz yalıtım camları, endüstriyel açıdan bu genişlikte sızdırmaz tipte yapmak mümkün olmadığı için, giydirme cephelerde bu genişlikte boşluklar ilave kabuk eklenerek sağlanır. Zaten yalıtım camlarında ana amaç olan ısı yalıtımı, belli bir boşluk geçildikten sonra azalacağı için, sızdırmaz tipteki yalıtım camlarının 16-20mm optimum seviyede kalması gerekmektedir [12].

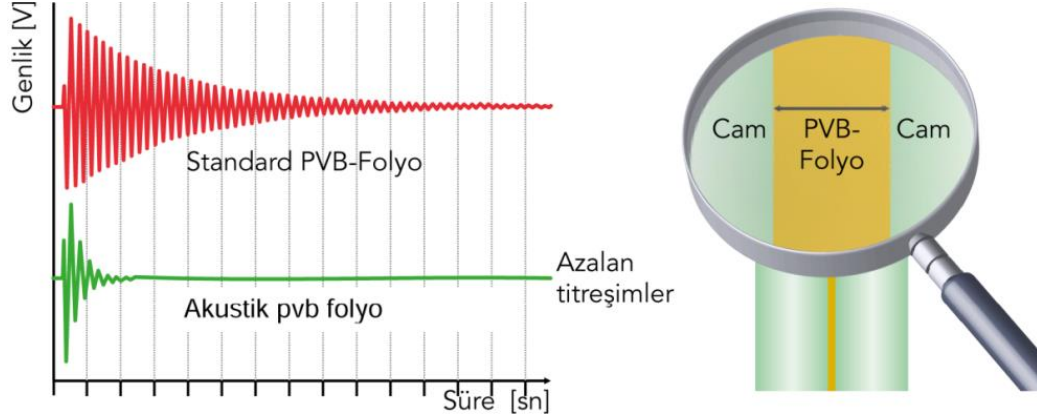


Şekil 3.27. Boşluk derinliğinin ses yalıtım performansına etkisi [53]

Lamine cam kullanılması

Lamine camlar, kullanım amacına göre pvb (polivinil butiral) veya pmma (poli metil metakrilat) folyoların en az 0,38 mm kalınlıktan başlayarak 1,52 mm kalınlığa kadar yüksek sıcaklıkta arasına gireceği cam katmanlarıyla birleştirilmesiyle oluşturulur. İki camın bu yöntemle birleşmesiyle, hem kalınlık hem de yüzey ağırlığı korunur, aradaki folyo da yumuşayarak ses dalgalarına karşı yalıtım direncini artırır [12]. Lamine camlar, aynı

kalınlıktaki tek cam katmanına göre 3 dB daha yüksek ses yalıtım performansına sahiptir [44].

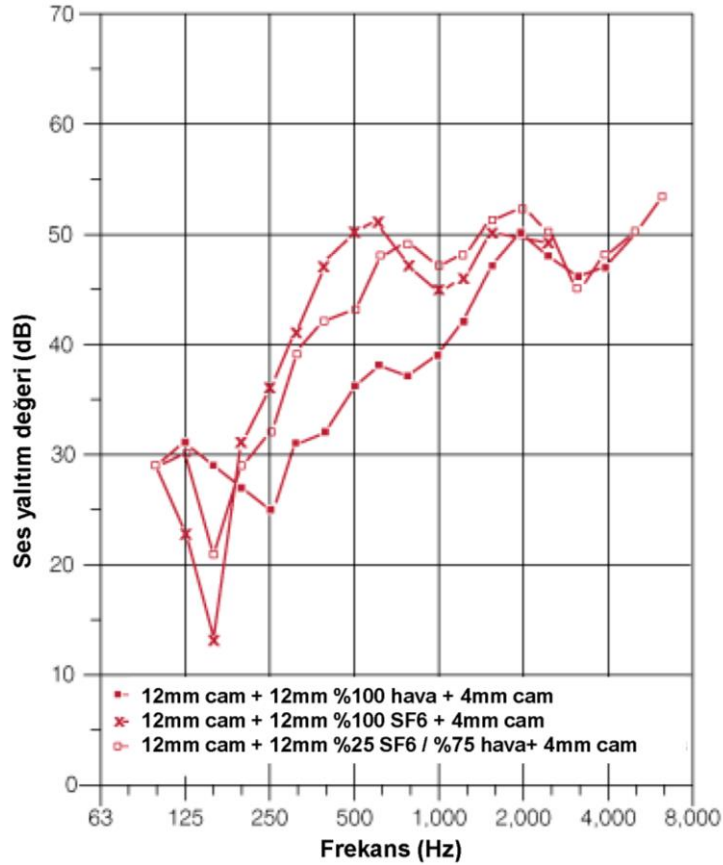


Şekil 3.28. Lamine cam folyolarının yapısal gösterimi [12]

Yapılan araştırmalar sonucunda, lamine camların ses yalıtım performansı değerlerinin sıcaklıkla birlikte yüksekliği gözlemlenmiştir. Bu nedenle, daha verimli ses yalıtımı sağlanması için yalıtım camının lamine kullanılan kısmının daha sıcak bölge olduğu varsayılan iç tarafta tutulması önerilmektedir [54]. Farklı cam kombinasyonlarının performans değerleri için EK-2'yi takip ediniz.

Boşluğun farklı bir gaz ile doldurulması

Çift camlarının ara boşluğunda argon (Ar) ve sülfür hekzaflorid (SF_6) gibi gazların doldurulması ile istenen yalıtım iyileştirilebilir. Ses yalıtımı açısından bu durum, sesin bu boşlukta bulunan gaz içinde hızının havaya göre yavaş veya hızlı iletilmesinden ibarettir. Örneğin, ısı yalıtımı için yalıtım camlarında sıklıkla kullanılan argon gazı, havadan daha hafiftir ve sesi havadan daha hızlı iletir. Ses yalıtımı için uygun olan sülfür hekzaflorid ise havadan daha ağırdır, sonucunda sesi daha yavaş iletmediği için ses yalıtımına katkıda bulunur. Ancak bu gaz, yüksek frekanslarda olumlu etki yaratırken, Şekil 3.29'da görüldüğü gibi, 250 Hz'in altındaki performansı önemli ölçüde azaltmaktadır. Trafik gürültüsü gibi düşük frekanslarda etkin seslere karşı sülfür hekzaflorid ile yalıtım beklemek olumlu sonuç vermeyebilir [20, 54].



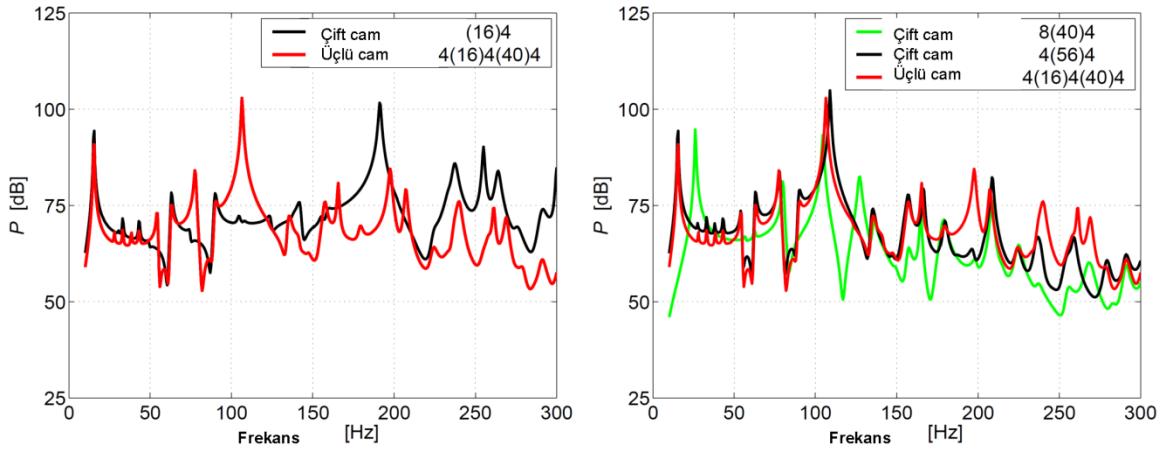
Şekil 3.29. Gaz dolumlu cam kombinasyonlarının ses yalıtım değerleri [54]

Cam yüzeylerin kalınlık kombinasyonları

Yalıtım camlarında en yüksek ses yalıtım performansı kullanılan her bir tabaka camın farklı kalınlıkta olmasıyla artırılabilir. Bu durum yalıtım camının tam bir yapı elemanı olarak farklı kritik frekanslar için, farklı çakışma çukurlarının birbirini optimize etmesine yardımcı olur [36].

Üç katmanlı yalıtım camları

Daha iyi ısı yalıtımı sağladığı için, enerji etkin bina kapsamında sıklıkla kullanılmaya başlanan üçlü yalıtım camı, ilk kullanılmaya başlandığında orta camın rezonans yapmasından kötü etkilendiği düşünülse de günümüzdeki yaygın kullanımıyla birlikte böyle bir etkinin olmadığı görülmüştür.



Şekil 3.30. Çift ve üçlü yalıtım camlarının karşılaştırılması [55]

Opak bölge malzeme seçimi

Binanın sağır olan yüzeylerinde, binaya yük getirmeyecek şekilde cephe kaplama elemanları, arkasında yalıtım elemanları ve birleşim noktalarında hacimler arası buhar geçirimsizliğini sağlayacak şekilde galvanize sac levhalarla kapatılmış olması gerekmektedir. Bölüm 2.2.1’de düzlemsel yüzey başlığı altında tanımlanan, alüminyum levha, alüminyum kompozit levha gibi cepheye yük getirmeyen kaplama çeşitleri, sağır yüzeylerde kullanıldığı ve arkası yalıtılacağı için ses yalıtım performansı beklentisi olan malzemeler değildir. Ancak, bu sağır bölgelerin duvar, döşeme, tavan, parapet gibi yapı elemanlarıyla bağlandığı noktalarda gerekebilecek muhtemel kontrüksiyonların, boşluklarda kullanılacak olan yalıtım malzemelerinin ve yatay ve düşey hacimlerin cephe üzerinden bağlantısını kesen levhaların doğru seçilmesi önemlidir. Dikkat edilmesi gereken bazı hususlar şunlardır:

- ♦ Spandrel bölgelerde kullanılan taşıyıcı ve cam yünü cephelerde sağır bölgelerde, asma tavan ve kat döşeme alınlıklarında kullanılarak, kendi ses yalıtım katsayısına, bulunduğu sağır cephenin kaplama malzemesinin de etkisiyle yeterli olduğu yaklaşımla, bu bölgede ses yalıtım sorunu yaşanmadığı öngörüsünde bulunabilir. Ancak önlem amaçlı olarak, bu malzemeleri tekstil ürünleri gibi elastik bir malzeme ile kaplamak, ses yalıtımı açısından daha yüksek performans göstermesini sağlayabilir [56].
- ♦ Yapı elemanlarında, trafik gürültüsü gibi düşük frekanslı seslere karşı kütleli malzeme kullanılması sebebiyle, kaplama bölgelerinde birim yoğunluğu yüksek malzemeler tercih

edilebilir veya ses yalıtım performansı güçlendirmesi için, birim ağırlığı yüksek metal levhalar ile kaplanabilir. Ancak bu durum giydirme cepheye getireceği ağırlığı artıracak gibi maliyeti de artıran bir çözüm olabilir.

- ♦ Farklı kalınlıkta panellerin ya da farklı malzemelerin bir arada kullanılması, yapı elemanlarının, farklı frekanslara cevap vermesini sağlayacağından, ses yalıtım performansını iyileştirebilir. Aynı şekilde, birden fazla panel elemanı kullanılarak bir iyileştirme yapılıyorsa, farklı yüzey ağırlıklarının olması tercih edilmelidir [30, 57].
- ♦ Katmanlar arasında bırakılacak boşlukta kullanılacak malzemenin köpük, polistren gibi kapalı gözenekli oluşu, ses yalıtım performansını azaltabilir. Olabildiğince yumuşak, esnek ve ses emici bir malzeme kullanılması gerekmektedir [30, 57].

3.2.3. Birleşim detayları

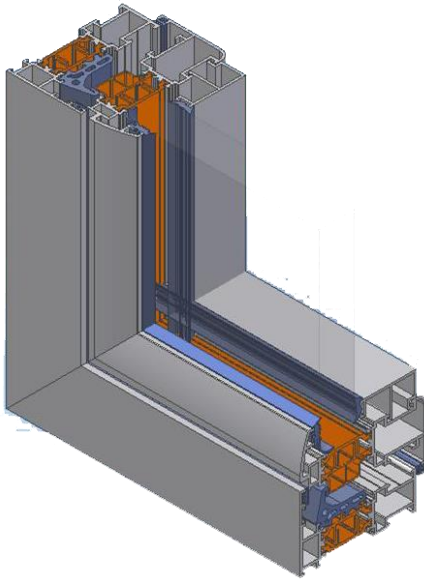
Cephe taşıyıcılarının ve malzemelerin, karşılanması istenen performansa uygun seçilmesi, tasarlanan cephenin beklenen ses yalıtım performansını karşılamasını sağlamayabilir. Çünkü algılanan gürültü azalımı, uygulanan malzemelerin birleşim noktalarının rijitliğine göre değişir.

Bölücü elemanın kendi performansından bağımsız olarak, iki hacim arasında sesin iletiği diğer tüm noktalara ses köprüsü denir. Ses köprülerinden kaynaklanan ses iletiminin, direkt ses iletiminden fazla olmaması sağlanmalıdır, aksi takdirde alınan tüm önlemler boşa gider. Benzer şekilde, yapı elemanında ses kaçışına sebep olabilecek çatlak ve deliklere ses delikleri denmektedir ve bu deliklerin kapladığı alanın, yapı elemanı alanının toplam alanına oranı çok düşük olmadığı sürece ($\approx 0,00001$), yapı elemanının yalıtım değeri büyük ölçüde deliklerden iletilen sese göre belirlenmektedir [20]. Örneğin, duvarın %0.01'i oranına denk gelen bir delik, duvarın ses yalıtım performansını 50 dB'den 39 dB'e; %1'i oranına denk gelen bir delik 30 dB'e kadar düşürür [30]. Bu tür durumların iyileştirilmesi için, birleşim noktalarının iyi çözülmesi, çerçeveli sistemlerin bitişik olması ve ses kaçış noktalarının sertleşmeyen dolgu malzemesiyle kapatılması gerekir [20, 30].

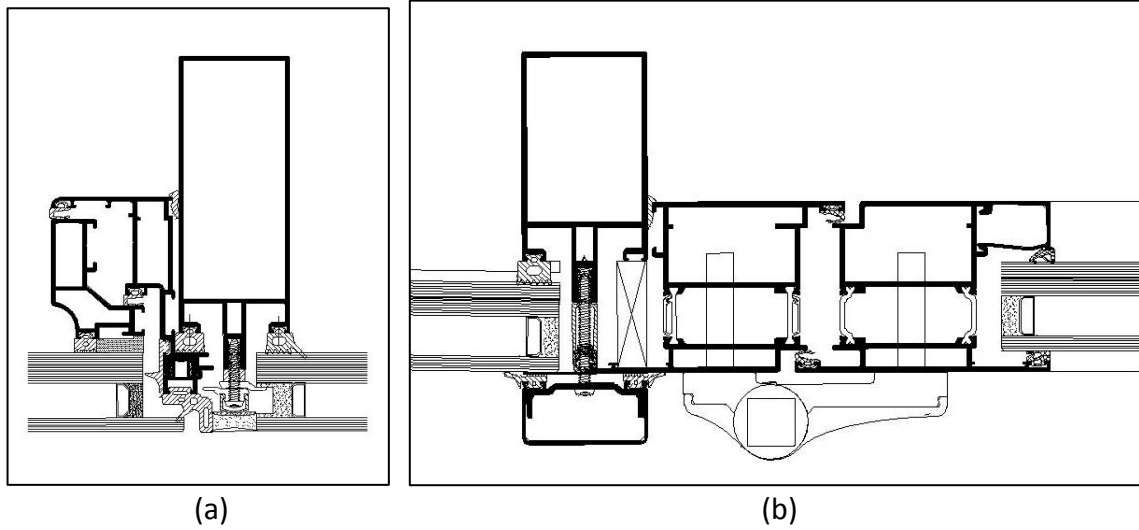
Cephe üzerinde ses sızıntılarına sebep olan diğer elemanlar pencere ve kapılardır. Bu açıklıklar, literatürde yapı elemanı üzerindeki cidarlar olarak da tabir edilir. Hafif giydirme

cephe elemanları metal, çoğu sefer alüminyum içerikli olduğu için, kapı ve pencere doğramalarının kesitleri de ısı yalıtımlı metal profillerin, tasarlandıkları açıklıklarının gerektirdiği statik hesap kadar genişliğe sahip olması şekilde seçilir. Pencere ve kapılar, doğrama kanatlarının kasalarına oturduğu noktadaki boşluklar yüzünden akustik açıdan zayıf elemanlardır ve birçoğu akustik anlamda koruma sağlayamamaktadır.

Pencerelerde, yüksek ses yalıtımı performansı sağlamak için, yalıtımlı profil kullanmaya özen göstermeli, camın oturacağı contanın pencere eni ve boyunca sürekliliğinin ve sağlamlığının sağlanmış olması, kasanın giydirme cephe profillerine monte edildiği noktalarda mümkünse titreşimi engelleyecek yalıtım bandı yerleştirilmesi ve yüzeylerde kalan boşlukların uygun silikonlar ile kapatılması gerekmektedir [20].



Şekil 3.31. Yalıtımlı pencere doğraması örneği [58]

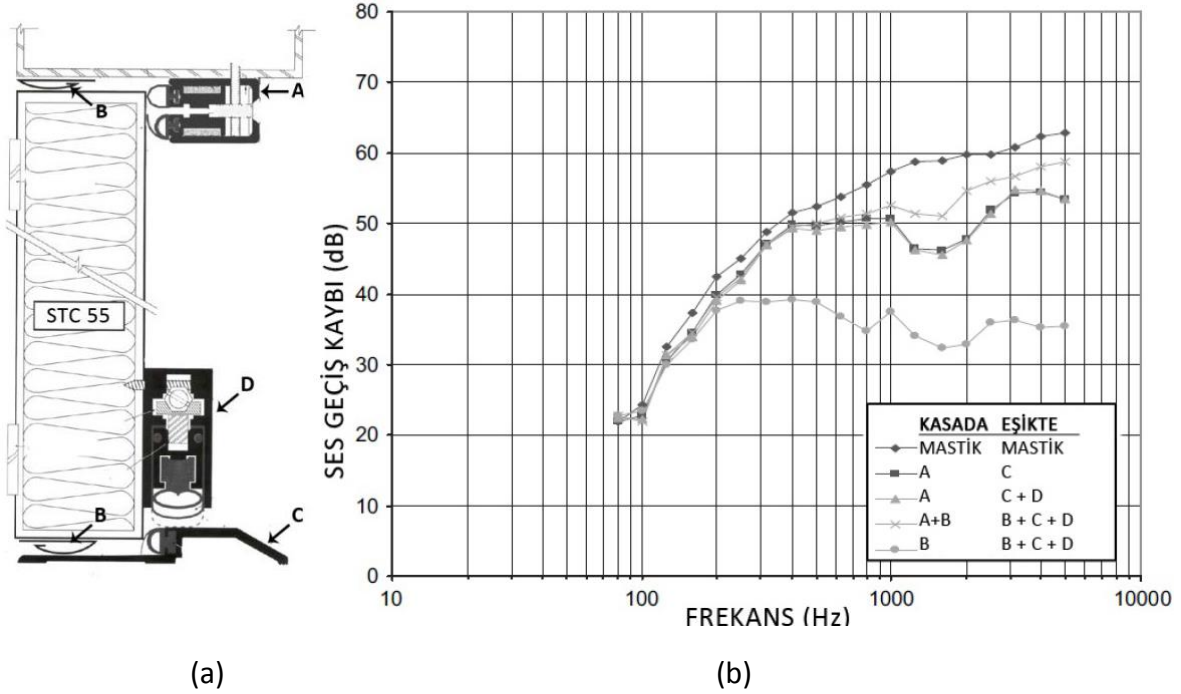


Şekil 3.32. (a) Giydirme cephede kullanılan gizli kanat profili örneği ve (b) yalıtımlı kapı doğraması örneği

Giydirme cephelerde kullanılan metal kapılarda, transparan yüzeylerde cam, opak yüzeylerde alüminyum levha kaplamalar kullanılır. Cam için alınabilecek önlemler 3.2.2 bölümünde cam seçimi konu başlığında belirtilmiştir. Opak kapı kullanılması durumunda, levhalar arası konstrüksiyon, yalıtım malzemeleriyle doldurulmalıdır. Kapılardaki birleşim noktalarında, pencere kanadı gibi, aynı conta sorunları yaşanmaktadır. Kasanın giydirme cephe ile birleştiği noktalarda aynı önlemler alınabilir ancak, kapı eşiklerinde hava sızıntısının engellenmesi için doğru conta detayının kullanılması gerekmektedir.

Contalar, genel olarak kauçuk esaslı malzemenin basınç uygulanmasıyla, hava sızdırmazlığını sağlaması prensibine göre çalışır. Sızdırmazlık bandı içermeyen tipik bir kapı detayı 20 dB'den daha az yalıtım sağlamaktadır. Contalar alüminyum profillerde bulunan yuvalarına sürülerek oturtulabildikleri gibi, daha hassas durumlar için, vidalı ve ayarlanabilen contalar da bulunmaktadır [59]. Yapılan bir çalışmada, dört farklı neopren conta tipi ve oluşturulan durumlar için yalıtım performansı değerleri hesaplanmıştır. A tipi conta, kapı kanadına gelen basıncı değiştirebilen mekanizmaya sahiptir; B tipi conta, tipik sürtünme yoluyla çalışmaktadır; C tipi conta, alüminyum eşik profiline bağlı olarak basınç uygulamaktadır ve D tipi conta, kapının kapandığı durumlarda zemine basarak hava geçişini engellemektedir (Şekil 3.31). Alınan sonuçlara göre, sürtünme yoluyla yalıtım sağlayan contaların, basınç yoluyla yalıtım sağlayan contalara göre daha verimsiz olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle sürtünme contaları, sadece basınç contalarını desteklemek

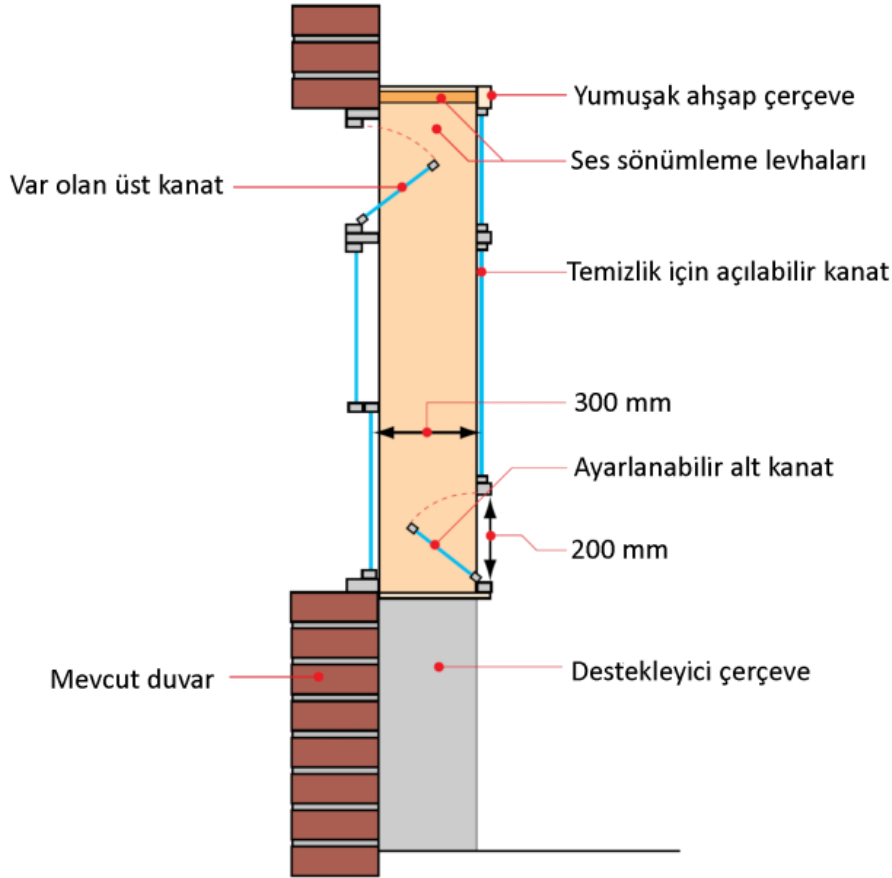
amacıyla kullanılması önerilmiştir. Ayrıca bu çalışma, contaların orta ve yüksek frekanslarda etkili olduğunu göstermiştir [20, 60].



Şekil 3.33. Farklı conta tiplerinin kapının ses yalıtım performansına etkileri, (a) kapı kesitinde conta tiplerinin gösterimi, (b) elde edilen ses geçiş kaybı değerleri [20, 61]

Contaların yanlış tasarımı sonucu açıklıklarda ısı sesleri oluşabilir ve contanın süreksizliği orta ve yüksek frekanslı seslerin yalıtımını azaltabilir. Contanın yıpranması ise, 250 Hz'den yüksek frekanslardaki ses yalıtımı değerlerinde 2-5 dB kadar bir azalmaya sebep olabilir.

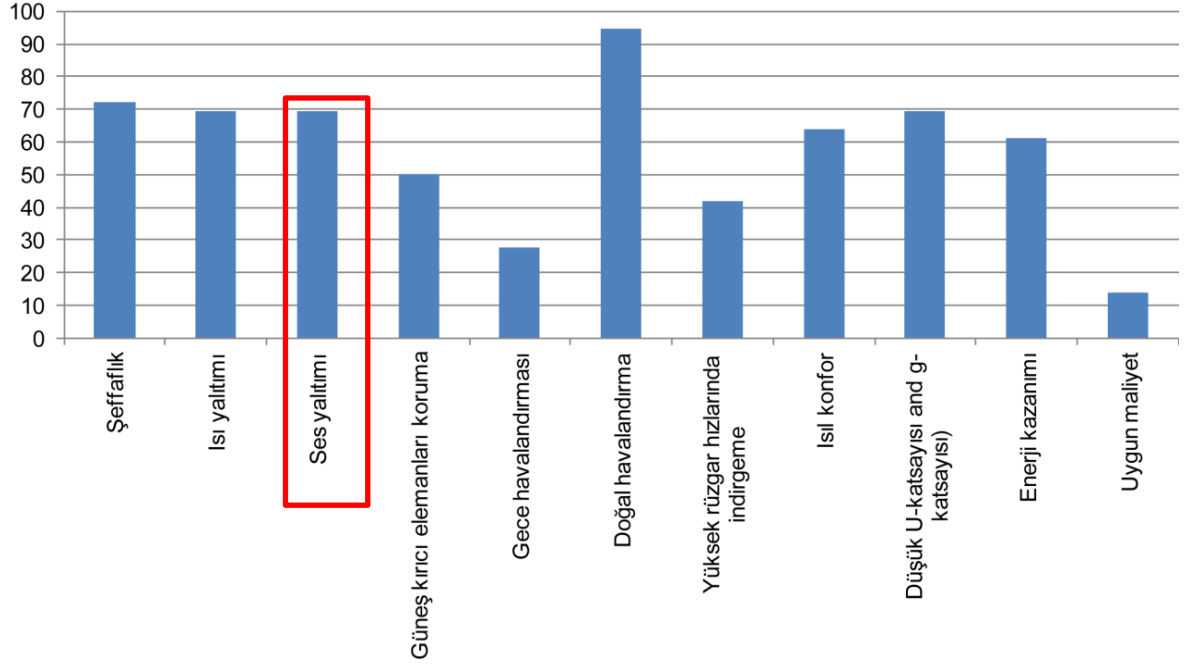
Cephenin ses performansının yetersiz kaldığı ve giydirme cepheye bir kabuk daha eklemenin maliyetli olabileceği durumlarda, eski ve tipik bir çözüm olarak ikincil bir yüzey oluşturularak pencere eklenmesi mevcut durum için iyileştirme önerisi olabilir, ancak yeni tasarımlarda, giydirme cepheler için mutlaka kabuk yapısı ile çözüm aranmalıdır. Bu durum için, iki pencere arasında kalan bölgedeki yüzeylerin, ses yutucu panellerle kaplanması önerilir.



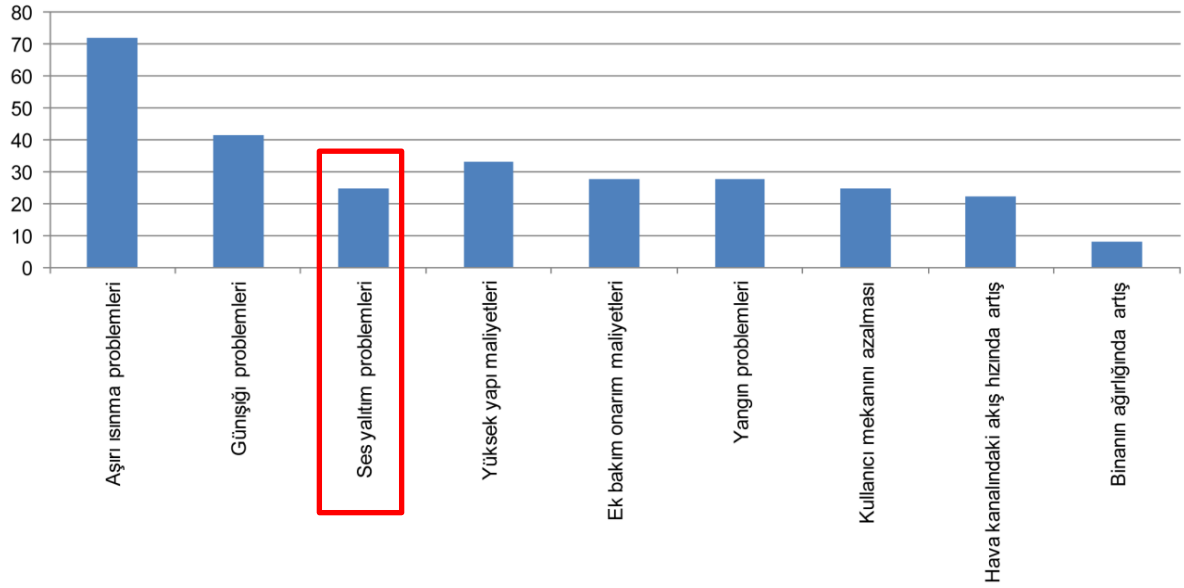
Şekil 3.34. Mevcut bölücü duvardaki pencereye ikincil bir pencere eklenerek ses yalıtım performansının yükseltilmesi [34]

3.2.4. Cephe kabuk yapısı performansı

Çift cidarlı cephelerin değişen iklimsel koşullara karşı dengeli enerji kullanımı ve iç/dış ortam arasında denge kurma özellikleri, akustik açıdan da çevre gürültüsüne karşı tampon bölge oluşturmasını sağladığı için yararlıdır. Literatürde, çift cidarlı cepheler için yapılan araştırmalara göre avantaj ve dezavantajlar Şekil 3.35 ve Şekil 3.36 'da gösterilmiştir. Bu çalışmalara göre, aşırı gürültülü bölgelerde ses yalıtımı sağlaması açısından ses yalıtımı parametresinde avantaj tablosunda 4. sırada bulunuyor. Dezavantaj tablosunda ise parametreler arasında 6. sırada, iç mekanlardaki akustiğe negatif etkisiyle yer alıyor.



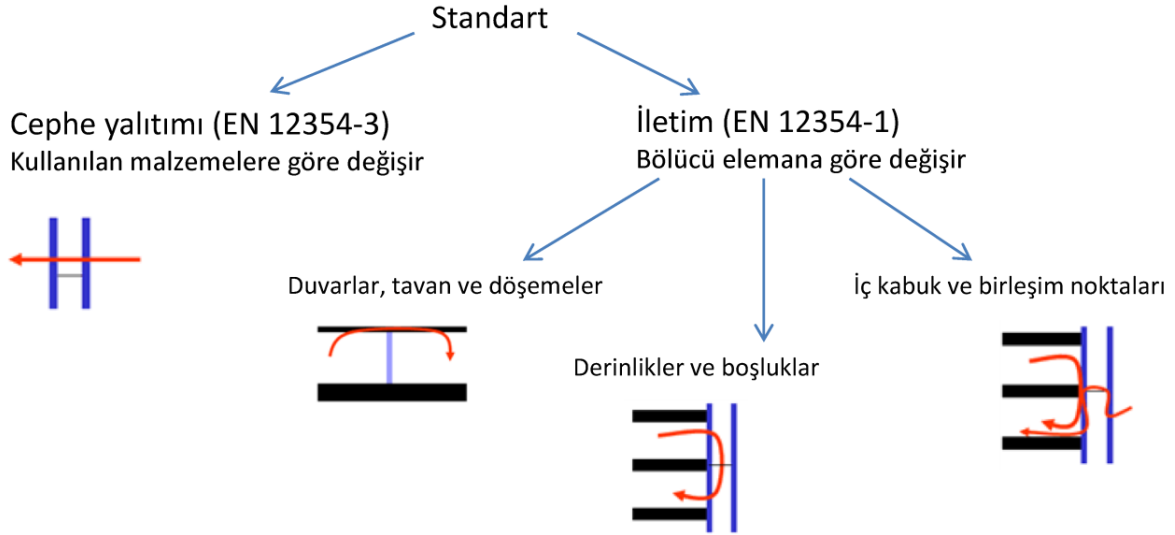
Şekil 3.35. Literatür taramasına göre, çift cidarlı cephe sistemlerinin avantajları [26]



Şekil 3.36. Literatür taramasına göre, çift cidarlı cephe sistemlerinin dezavantajları [26]

Çift kabuklu cephe kullanmanın esas sebeplerinden biri özellikle karayolu trafiğinden oluşan çevre gürültüsünden binayı korumak olabilir. Trafik gürültüsü gibi düşük frekanslı seslere tipik tek kabuklu giydirme cephelere göre daha üstün yalıtım sağlamanın sebebi aradaki boşluk mesafesinin tampon görevi görmesindedir. Kullanılacak kabuk tipini ise genellikle bölgenin iklim koşulları ve binanın hangi senaryoya göre havalandırılacağı belirler. Ancak çift kabuklu cephe tipi ve cephedeki açıklıkların sayısı, iç ve dış gürültü

kontrolü açısından kritik durumlardır. Jager (2003), doğru bir ses yalıtımı için 2 kabuk arasında minimum 100 mm mesafenin bırakılması gerektiğini belirtiyor [27, 61, 62, 68].



Şekil 3.37. Çift kabuklu cephelerde, sesin direk ve dolaylı iletim yolları [63]

Koridor tipi hava koridoru

Koridor tipi çift kabuklu cepheler için, aynı kattaki bitişik odalarda ses yalıtımı sorunları ortaya çıkmaktadır [61].

Çok katlı hava koridoru

Çevre gürültüsünün yüksek olduğu yerlerde önerilen kabuk tipidir. Bu tip durumlarda dış kabukta hiç açıklık bırakılmaması önerilmektedir, ancak boşluktaki sesin her noktaya iletilmesi yalıtım sorunu çıkarabilmektedir. Çevre gürültüsünün az olduğu bölgelerde kullanılacak çok katlı hava koridorlu çift kabuk cephe için ise, doğal havalandırma gerekmediğinde daha iyi sonuç almak üzere önerilmektedir. Böylece ön ısıtılmış hava tabakası, ısıtma periyodu boyunca iç mekana ulaşmamaktadır. Ancak, bu tip cephede yaz ayları boyunca aşırı ısınma sorunları yaşanmaktadır [61].

Şaft tipi hava koridoru

Kutu tipe göre kabuklarda ne kadar az açıklık olursa dış gürültüye performansı daha iyi olur [61]. Şaft tipi hava koridoruna sahip çift kabuklu giydirmeye cepheler, sesin düşeyde iletilmesini sağlar ve havalandırma açısından çok tercih edilen bir tip değildir.

Kutu tipi hava koridoru

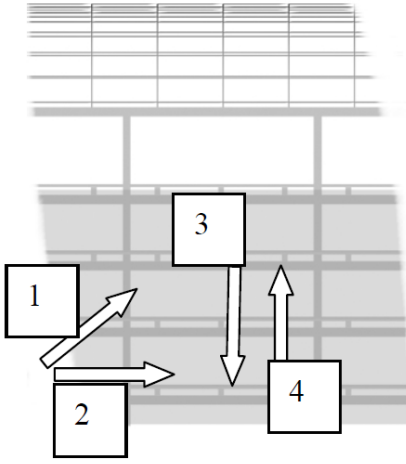
Bu tip kabuk yapısı hem dışarda yüksek çevre gürültüsü için hem de yatayda ve düşeydeki bitişik odalarda özel gereksinimde ses yalıtımı istenmesi durumunda önerilmektedir [61].

Bütün tipler için, çevre gürültüsünden maksimumda korunmak için, dıştaki kabukta açılır kanat olmaması önerilir. Tam olarak aynı sebepten dolayı da, içerdeki sesin odalar arası ses yalıtımına olumsuz katkıda bulunması dezavantajı oluşur. Bunun sebebi, ısıtma ve havalandırma kanallarının tampon bölgeye bıraktığı hava yoluyla, düşeydeki ve yataydaki odalarda açılan kanatlardan ses iletimi oluşturmasıdır. Diğer bir deyişle, çift kabuklar dış ortam sebebiyle oluşan arka plan gürültüsünü minimize ederken, odalar aracılığıyla direkt sesin iletilmesine sebep olabilmektedir. Kabukların ikisinde de açıklık bırakılmadan mekanik havalandırma ile havalandırma yapılması, akustik açıdan bu cephelere yönelik en uygun çözüm olmaktadır. Çalışmalar çift kabuklu bir cephenin, bilinen tek kabuklu cephelere göre 10 dB kadar daha ses yalıtım performansına katkıda bulunduğunu göstermiştir [27, 61, 64] (Çizelge 3.15).

Çizelge 3. 15. Farklı cam ve cephe seçeneklerinin ses azalım değerleri [62]

Farklı cam ve cephe seçeneklerinin ses azalım değerleri	Standart		Olası	
	R _w	R _{Atr}	R _w	R _{Atr}
	dB	dB	dB	dB
Tek katman cam	29	26	39	36
Çift kat yalıtımlı cam	31	25	45	39
2 katman cam	37	32	40	35
Tek katmanlı çift kat yalıtımlı cam	38	33	44	38
Üç katman yalıtımlı cam	32	27	47	40
2 katmanlı, boşluğu genişletilmiş sistem (Çift kabuk)	38	33	49	45
2 katmanlı ve çift kat yalıtımlı, boşluğu genişletilmiş sistem (Çift kabuk)	39	35	49	45
R _w , orta frekanstaki ses seviyeleri				
R _{Atr} , düşük frekanstaki ses seviyeleri				

Başka bir çalışmada, çift kabuklu bir cephenin, odaları arasındaki ses iletim değerleri incelenmiştir. Çalışmanın yapıldığı bölümler kesit üzerinde Şekil 3.38'de gösterilmiştir. Çalışmaya göre, 1 numaralı ölçüm olan çapraz odalar arasında $D_{n,s,w}(C, C_{tr}) = 56 (-1,-5)$ olarak en iyi değer olarak ölçülmüştür. Bunun sebebi, düşey ve yatay olarak direk iletim yüzeylerinin bulunmaması, tek etkileşimlerinin kabuklar arasındaki hava boşluğu olmasıdır. 2 numaralı ölçümde, $D_{n,s,w}(C, C_{tr}) = 35 (-1,-5)$ değeri ölçülmüştür. Buna sebep olarak kabuklar arası hava boşluğundan çok, iki oda arasında kat yüksekliğinde bulunan hafif konstrüksiyonlu duvar yüzeyinin etkisi kabulü yapılmıştır. 3 ve 4 numaralı ölçümlerde sırasıyla, $D_{n,s,w}(C, C_{tr}) = 50 (-1,-3)$ / $37 (0,-1)$ ve $D_{n,s,w}(C, C_{tr}) = 49 (-1,-3)$ değerleri bulunmuştur. Alt ve üst ölçümler oldukları için sonuçların da benzer olduğu ve etkileşimlerinin kabuklar arasındaki bölümden hava yoluyla olduğu düşünülmüştür [63].


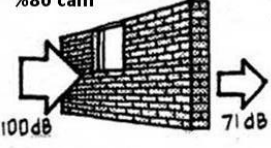
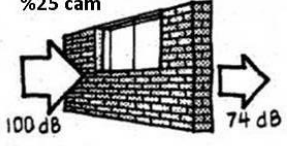
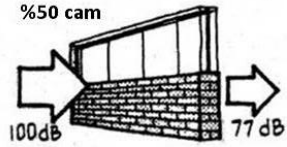
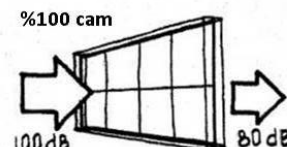


Şekil 3.38. Örnek çalışmada yapılan ölçümlerin yapı kesiti üzerinde gösterimi [63]

3.2.5. Cephe yüzey organizasyonu ve cidar tasarımı

Giydirme cepheler üzerinde havalandırma senaryosuna göre pencere ve kapılar gibi cidar noktaları bulunur. Akustik anlamda zayıf olarak tabir ettiğimiz bu yapı elemanları, buldukları yüzeyin ses geçiş kaybı değerini, kendi zayıf ses geçiş kaybı değerlerine daha yakın tutarlar. Bunun sebebi, sesin her zaman zayıf noktadan daha çok yararlanarak iletilmesinden kaynaklıdır [36].

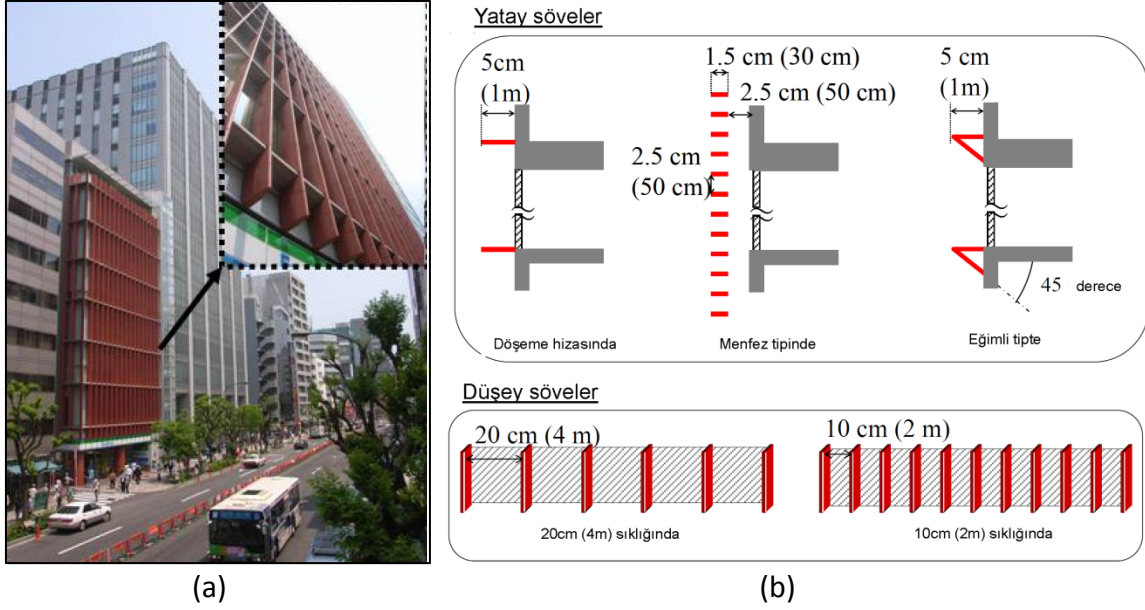
Sabit transparan yüzeyler, laboratuvar ölçümlerine daha yakın ses yalıtım performansı sağlarlar, ancak pencere kanatlarına gelindiğinde, ölçüm sonuçlarından 10 dB'e varan performans düşüklüğü yaşanabilir. Bunun sebebi, birleşim detayları başlığında incelendiği gibi temelde, kanat kaplama alanı, kanadın kasaya oturduğu birleşim bölgesi ve conta detayı ile ilgilidir. Cephe cidar bölgelerinin belirlenmesi ile ilgili tasarım aşamasındayken, gürültü haritalarından yararlanılarak, binanın kullanım fonksiyonuna göre 65 dB'den fazla çevre gürültüsünün bulunduğu yerlerde, cephede kanat açılmasından kaçınılmalıdır. Mekanik havalandırmanın müsait olmaması sebebiyle kanat açılması şart olduğunda ise, yapı çevresinin muhtemel çevre gürültüsünden korunacak bariyerlerle, yerleşim planının düzenlenmesiyle veya yapı elemanı ölçeğinde, kabuk yapısının değiştirilmesiyle kanat açılması sağlanabilir [59].

Duvar	Kompozit TL (dB)
%100 tuğla 	50
%80 cam 	29
%25 cam 	26
%50 cam 	23
%100 cam 	20

Şekil 3.39. Cephenin toplam ses geçiş kaybı değerinde zayıf elemanın etkisi [36]

Giydirme cephelerde en çok kullanılan elemanlardan biri de güneş kırıcılarıdır. Yine alüminyum olan güneş kırıcı profillerin diziliminden elde edilen güneş kırıcı formlar akustik açıdan etki sağlamasa da, dolu yapıdaki söve şeklindeki güneş kırıcıların yapı elemanı olarak cepheye bir katkısı olabilir. Cephenin ses yalıtım performansını artırmak üzere, farklı söve tasarımlarının iç mekandaki ses basınç seviyesine etkileri farklı bir çalışma ile ele alınmıştır. Çalışmada Şekil 3.40'da gösterildiği gibi söve elemanlı bir cephenin 1/20 ölçekte maketi yapılarak trafik gürültüsüne karşı performansı incelenmiştir. Çalışma alıcının yüksekliği, kaynağın alıcıya açısının değiştirilmesi ve uzaklığının değiştirilmesi durumlarında, sövesiz ve farklı söve tiplerinde ölçülmüştür. Çalışmaya göre, söve bulunmadığı durumda, ses kaynağının alıcı odaya en yakın olduğu noktada, düşük frekanslarda en yüksek iç mekan ses basınç seviyesine ulaşılmış, kaynak uzaklaştıkça değer düşmüştür. Ancak, yüksek frekanslarda kaynağın alıcıya en yakın olduğu noktada minimum değer elde edilirken, kaynak uzaklaştıkça ses basınç seviyesi yükselmiştir. Bunun

sebebinin çakışma etkisi olduğu düşünülmüştür. Söve kullanımında ise en düşük iç mekan ses basınç seviyesi, yatay söve tiplerinden eğimli tipteki söve ile elde edilmiştir. Bunun sebebini, alıcı düşeyde yükseldikçe ses enerjisinin bu söveden yansıyarak, odaya yansıyan miktarının az olması olarak düşünülmüştür. Düşeyde kullanılan sövelerin ise hem olumlu hem olumsuz etkileri gözlemlenmiştir [38].



Şekil 3.40. Cepheye farklı aralıklarda ve tipte söve eklenmesi ile ilgili bir çalışma, (a) model örneği, (b) yapılan çalışmada kullanılan farklı kombinasyonlar

3.2.6. Yapı içi ses yalıtımı

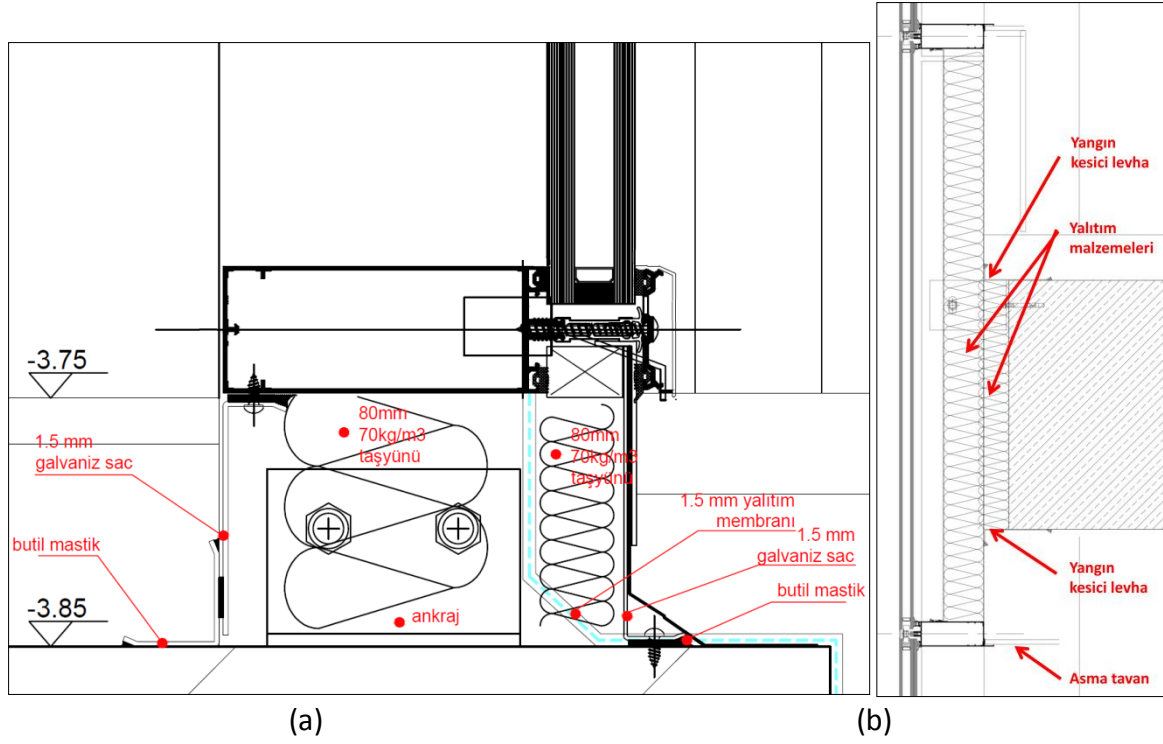
Binanın çevre gürültüsüne karşı yapı kabuğu performansının beklenti doğrultusunda sağlanması, istenen oda içi arka plan gürültüsünü elde etmek için yetersiz olabilir. Özellikle 3.2.2, 3.2.3 ve 3.2.4 bölümlerinde belirtildiği üzere, bina içi hacimler arası yalıtımların da sağlanması önem taşımaktadır. Bu bölümde, hacimler arası bölücü duvarların performansından ziyade, ortak kenarları giydirme cephe olan hacimler için yalıtım önerileri belirlenecektir. Bu bölgelerde yapılan yalıtım ile sadece akustik koşullar değil, yangın ve buhar kesici koşullar da öncelikli olarak iyileştirilmiş olur.

Giydirme cepheler döşeme önlerinde bina yüksekliğince kesintisiz devam edebildiği gibi, her katta veya belirli kat aralıklarında döşeme oturacak şekilde de tasarlanabilir. Cephenin döşemeye oturduğu her noktanın sac levhalarla dıştan ve içten kapatılarak içindeki

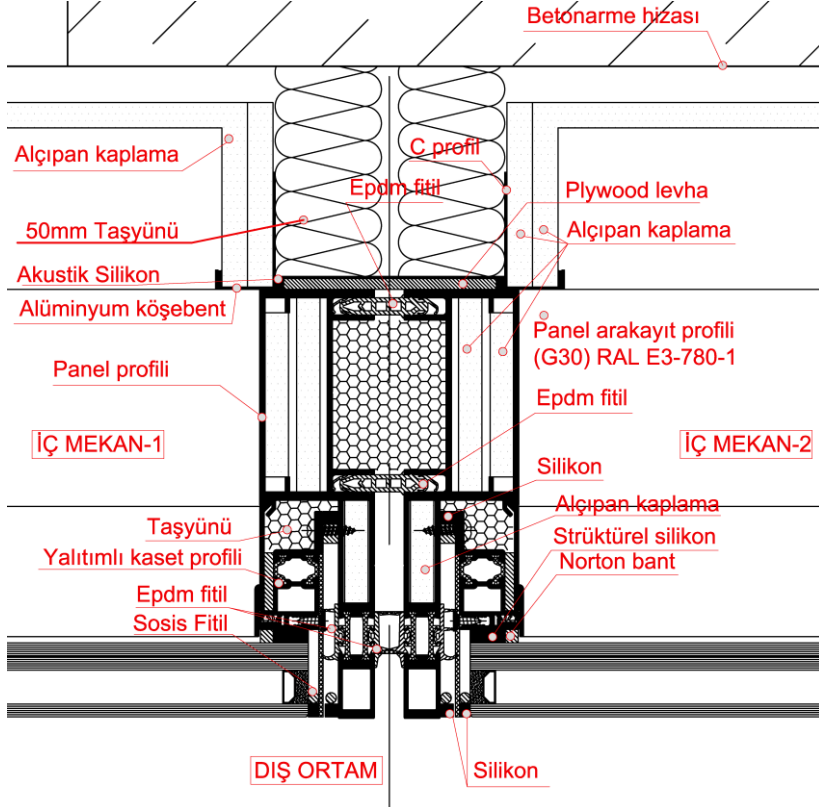
boşluğun mineral yün ile ısı ve ses yalıtımı açısından yalıtılması gerekir. Kat hizasında döşemeye oturarak biten giydirme cepheler, kesintisiz devam eden giydirme cephelere göre hacimler arası ses geçirimsizliği açısından daha başarılıdır (Şekil 3.41).

Bina yüksekliğinde kesintisiz devam eden giydirme cephelerde, döşeme hizasında katlar arası ses ve yangın geçirimsizliğini sağlamak amacıyla, döşeme altında yangın ve buhar kesici levha bulunmalıdır. Döşeme üstünde ise, ikinci bir yangın ve buhar kesici levha ve aynı zamanda şap altı sacı görevini de görerek giydirme cephe kayıt hizalarından boşluk vermeksizin monte edilmelidir. İki yangın kesici levha arasında kalan boşluk mineral yünler ile yalıtılmalıdır. Duman ve zehirli gazların geçişini engellemek amacıyla, yangın kesici levhaların monte edileceği yüzey ile arasına norton bant koyulmalıdır. Yangın kesici levhaların 2 mm kalınlıkta olması önerilir ve bağlandığı döşeme ile cephenin farklı hareketlerine uyum göstermesi gerekir. Döşemeye bağlanan sacın birleşimleri özel mastiklerle yalıtılmalıdır [15].

Aynı katta bulunan, bölücü duvarın ve ortak giydirme cephe yüzeyini paylaşan odalarda ise, bölüm 3.2.1’de bahsedildiği gibi, profillerin boşluklarının taşıyünü gibi ses yalıtımlı malzemeler ile doldurulması ve mevcut bölücü duvar ile birleşimlerinde arası mineral esaslı bir ses yalıtım malzemesi ile doldurulmuş iki oda tarafından çift kat alçı pano ile kapatılmış yüzeyler elde edilmesi önerilir. Birleşim noktalarında akustik silikon çekilmesi gereklidir (Şekil 3.42).



Şekil 3.41. Giydirme cephe kesit örnekleri, (a) döşemeye oturan giydirme cephe ve (b) kesintisiz devam eden giydirme cephe



Şekil 3.42. Plan düzleminde iki oda arası ses yalıtımı sağlanmasına ilişkin panel cephe profil örneği

3.3. Giydirmeye Cepheler İçin Akustik Performans Kriterleri zet Tablosu

Giydirme cephele binalarda performans kriteri beklentisi adına, en büyük yanlışlardan biri, mimari projelendirme aşamasında giydirme cephe ile ilgili etütlerin yapılmamasıdır. Giydirme cephenin kendisi yüksek maliyetli bir sistem olduğu için, gereksinimlerin tasarım süreci bittikten sonraki sürece bırakılması doğru bir yaklaşım olmaz. Maliyet analizleri tasarım sürecinde yapılan bir cephenin, kullanıcısına uygun performans göstermek için tüm sistem ve malzemelerinin seçilmiş, detaylarının belirlenmiş olması gerekir [15].

Çalışmanın bu bölümünde, hafif giydirme cephelerin akustik performans kriterlerine ilişkin, zet bir sınıflandırma tablosu yapılmıştır. Bu sınıflandırma için, hafif giydirme cepheyi oluşturan elemanların projelendirme ve uygulama süreçleri için avantajları, dezavantajları ve akustik performansları belirlenmiştir. Akustik performanslar bahsi geçen giydirme cephe elemanları için, mevcut durumlarının akustik değerlendirmesi ve akustik performansının artırılması için yapılabilecek iyileştirme nerileri olarak verilmiştir. Değerlendirme sonuçları için, 3.2 başlığı altında verilen literatürdeki veriler esas alınmıştır. Hazırlanan bu tablo, çalışmanın bir zet değerlendirme tablosu olması niteliğinde oluşturulmuş olup, ilgili hafif giydirme cephe elemanı tanımı için 2.2 başlığı altındaki sınıflandırma; ilgili akustik performans kriteri için 3.2 başlığı referans alınmıştır. Bu tablonun hazırlanmasındaki amaç, hafif giydirme cephele yüksek binalarda, tasarım sürecinde, malzeme seçimi aşamasında ve mevcut binalarda iyileştirmeler için akustik performans değerlendirme tablosu oluşturarak bilgi vermektir.

Çizelge 3.16. Giydirme cephe yüksek binalarda yapı elemanı ölçeğinde akustik performans kriterleri için değerlendirme tablosu

Yapı elemanı		Projelendirme ve uygulama		Akustik performans	
Grup	Tip	Avantaj	Dezavantaj	Değerlendirme	İyileştirme önerileri
Taşıyıcı sistem	Çubuk sistem	<ul style="list-style-type: none"> Kolay ve pratik uygulaması nedeniyle en sık tercih edilen montaj sistemidir. Maliyeti diğer tiplere göre daha uygundur. 	<ul style="list-style-type: none"> Yatay ve düşey hareketlere uyumu zayıftır, özellikle yüksek binalarda genişleme, rüzgar yükleri ve bina hareketleri karşısında ses çıkarabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> Ses sönümlemesi diğer sistemlere göre daha az olduğu için, ses yalıtım performansında, kritik frekansta çakışma çukuru oluşması olasıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> Kullanılan metal profillerin yalıtımlı olması sağlanabilir. Birleşim noktalarında profillerin genişlemesine olanak vermek için kayar mesnet bırakılması sağlanabilir.
	Yarı panel sistem	<ul style="list-style-type: none"> Genleşmeleri absorbe eder. Yüksek binalarda cephe sisteminin kat hizasında hareketine izin verir. Panel sisteme göre daha ekonomik, çubuk sisteme göre genişleme hareketlerine daha uygundur. 	<ul style="list-style-type: none"> Montajı tamamen şantiyede yapıldığı için panel sisteme göre yavaş uygulanır. 		<ul style="list-style-type: none"> Yapı içi ses yalıtımı performansını artırmak için profillerin içindeki boşlukların ses yalıtım malzemeleriyle doldurulması sağlanabilir. Yapı içi ses yalıtımı performansını artırmak için özellikle çubuk sistemde profil etrafının ses yutucu bir malzeme ile kaplanması sağlanabilir.
	Panel sistem	<ul style="list-style-type: none"> Genleşmeleri absorbe eder. Yüksek binalarda cephe sisteminin modül halinde hareketine izin verir. Montaj hızı, diğer sistemler ile arasındaki maliyet farkının kapanmasına yardımcı olur. 	<ul style="list-style-type: none"> Maliyeti diğer sistemlere göre yüksektir. Bu nedenle büyük ölçekli projelerde tercih edilmesi önerilir. Paneller fabrikada proje ölçüsünde imal edildiği için, montaj sırasında hata kabul etmez. 	<ul style="list-style-type: none"> Metal olan cephe taşıyıcısının genişlemesine modül bazında izin verdiği için, dış kaynaklı sesleri daha rahat sönümleyebilir. 	
Düzlemsel yüzey	Transparan yüzeyler (cam)	Cam kalınlığı	<ul style="list-style-type: none"> Endüstriyel açıdan kalınlık sınırlıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> Yalıtım camlarının ses yalıtım performansında kütle artışı ile birlikte boşluk derinliği de gözetilmelidir. 	<ul style="list-style-type: none"> Camın tek tabakasının veya yalıtımlı tabakalarının her birinin kalınlığı arttırılabilir.
		Boşluk derinliği	<ul style="list-style-type: none"> Boşluk derinliğinin artması ısı yalıtımı performansını düşürmektedir [12]. 	<ul style="list-style-type: none"> Yalıtım camlarında boşluk derinliği optimum 16-20mm arasında tutulmalıdır [12]. 	<ul style="list-style-type: none"> Cam tabakalar arası boşluk derinliğini arttırılabilir.
		Lamine cam	<ul style="list-style-type: none"> Güvenlik camı olarak da kullanılır. Bu nedenle yüksek katlı yapılarda kullanımı sağlanmalıdır. 		<ul style="list-style-type: none"> Lamine camlar, aynı kalınlıktaki tek cam katmanına göre 3dB daha yüksek ses yalıtım performansına sahiptir [44]. Lamine cam arasında akustik pvb kullanılması ses yalıtım performansını, normal pvb'ye göre daha yükseltir [12].

Çizelge 3.16. (Devamı) Giydirme cephe yüksek binalarda yapı elemanı ölçüğünde akustik performans kriterleri için değerlendirme tablosu

Yapı elemanı		Projelendirme ve uygulama		Akustik performans	
Grup	Tip	Avantaj	Dezavantaj	Değerlendirme	İyileştirme önerileri
Düzlemsel yüzey	Transparan yüzeyler (cam)	Gaz dolumu	<ul style="list-style-type: none"> Sülfür hekzaflorid sağlığa zararlı bir gazdır. 	<ul style="list-style-type: none"> Yalıtım camlarında aradaki boşlukta havadan daha ağır olan sülfür hekzaflorid kullanılması, yüksek frekanslarda daha iyi yalıtım sağlar. Trafik gürültüsü gibi düşük frekanslarda olumlu sonuç vermeyebilir [54]. 	
		Tabaka kalınlıkları			<ul style="list-style-type: none"> Yalıtım camlarının her bir tabakasında farklı kalınlıkta cam kullanmak kritik frekansların giderilmesini sağlayarak, ses yalıtım performansını iyileştirir [36].
		Üç katmanlı yalıtım camı	<ul style="list-style-type: none"> Üç katmanlı yalıtım camı kullanmak özellikle ısı yalıtımı için ciddi bir iyileşme sağlamaktadır. 		<ul style="list-style-type: none"> Akustik anlamda kütleli katkı bulunmaktadır. Ayrıca boşlukta gaz dolumu ve farklı kalınlıkta katman kullanımı ile ses yalıtım performansına olumlu etki edebilmektedir.
	Opak yüzeyler			<ul style="list-style-type: none"> Opak yüzeyler, akustik açıdan birden çok tabakalı yapı elemanı kabul edilmelidir. Bu nedenle dış ortamda kullanılan malzemeden çok, tabakalar arasında bırakılan boşluğun yalıtılması ve birden çok tabakalı yapı elemanları için alınan akustik kirterlere uymasını sağlamak gerekmektedir [37]. 	<ul style="list-style-type: none"> Ara boşluğun betonarme parapet veya örme duvar olmadığı durumlarda, hafif metal konstrüksiyon ile tek-çift kat iç mekan kaplama malzemesi kullanılması önerilir.
Temel ve ilave bağlantılar	Ankrajlar			<ul style="list-style-type: none"> Ankrajlar çelik levhalardan imal edilmeli ve sıcak daldırma yöntemi ile galvanize edilmelidir. Profillerin çelik übellerle asılacağı delikler duruma göre sabit veya profilin esnemesine müsaade edecek slot delik şeklinde olmalıdır. 	

Çizelge 3.16. (Devamı) Giydirme cephe yüksek binalarda yapı elemanı ölçeğinde akustik performans kriterleri için değerlendirme tablosu

Yapı elemanı		Projelendirme ve uygulama		Akustik performans	
Grup	Tip	Avantaj	Dezavantaj	Değerlendirme	İyileştirme önerileri
Temel ve ilave bağlantılar	Yangın kesici levhalar			<ul style="list-style-type: none"> Döşemelerin giydirme cephe ile bağlandığı noktalarda bulunmalıdır. Döşemeye ve cepheye kesintisiz olarak bağlanmalı ve bastığı noktalarda yalıtım bandı kullanılmalıdır. 2 mm kalınlık optimum olarak tercih edilmelidir. 	<ul style="list-style-type: none"> Alt ve üst levha arasında kalan bölüm yangına dayanıklı ses yalıtım malzemeleri ile doldurulması önerilir.
	Söveler			<ul style="list-style-type: none"> Yatayda konumlandırılan, sesin geliş açısını olabildiğince dik alabilecek eğimli söve tipleri, cepheye ulaşan sesi azaltmaktadır [38]. 	
Cephe cidarları	Kapılar			<ul style="list-style-type: none"> Opak kapı yüzeylerinde aradaki boşluğun ses yalıtım malzemesiyle doldurulması gerekmektedir. Kapı eşiklerinde sürtünme prensibinde contalardan çok baskı yoluyla çalışan contalar tercih edilmelidir [60]. 	<ul style="list-style-type: none"> Kanatların kasaya tam oturması ve boşluktaki epdm contaların kesintisiz ve yıpranmamış olması gerekir. Kasaların giydirme cephe elemanlarına montajı teması kesmek ve titreşimi engellemek için, contalar ve/veya yalıtım bantları kullanılarak yapılmalıdır. Yoğun çevre gürültüsünün olduğu bölgelerde, tasarım sürecinde gereksiz kapı ve pencere açıklıkları yerleştirilmemelidir.
	Pencereler			<ul style="list-style-type: none"> İç mekana ikincil bir kontrol edilebilir pencere eklenebilir. Arada kalan bölgedeki yüzeyler ses yutucu panellerle kaplanmalıdır [34]. 	
Bina yüksekliği	Yükseklik artışı	<ul style="list-style-type: none"> Yükseklikle birlikte çevresel gürültü faktörü, atmosferik koşulların değişkenliğine ve kaynaktan uzaklaşmaya bağlı olarak azalım gösterebilir. 		<ul style="list-style-type: none"> Binanın üst katlarında, ses basınç seviyesinin değişimi tespitine uygun olarak, maliyeti daha düşük yalıtım camı çözümleri kullanılabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek binalarda gerek akustik performans kriteri olarak, gerek yapım koşulları olarak, sistem seçiminde daha dikkatli ve seçici davranmak gerekmektedir. Panel veya yarı panel sistemler tercih edilmelidir.

Çizelge 3.16. (Devamı) Giydirmce cephele yüksek binalarda yapı elemanı ölçęinde akustik performans kriterleri için değerdendirme tablosu

Yapı elemanı		Projelendirme ve uygulama		Akustik performans	
Grup	Tip	Avantaj	Dezavantaj	Değerlendirme	İyileştirme önerileri
Kabuk yapısı (Çift kabuklu cephe için)	Çok katlı boşluk		<ul style="list-style-type: none"> Ses yalıtımı için tampon bölge oluşturma fikri, yaz aylarında aşırı ısınma sorunlarının yaşanmasına neden olabilir [61]. Aynı boşluğa bakan odalarda direk ses iletimine sebep olabilmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> Çevre gürültüsünün yüksek olduğu yerlerde önerilir ve bu durum için dış kabukta pencere açıklığı bulundurmamak gerekir [61]. Dış kabuk penceresiz ve mekanik havalandırma tercih edilmesi durumunda yüksek performans elde edilebilir [61]. 	<ul style="list-style-type: none"> Verimli ses yalıtım performansı sağlamak için en az 100 mm boşluk bırakılması önerilmektedir [61]. Her türlü çift kabuk tipi, yeterli derinlik ve doğru detay çözümü sağlandığında tek kabuklu cepheden daha iyi ses yalıtım performansı sağlamaktadır.
	Koridor tipi boşluk		<ul style="list-style-type: none"> Aynı kattaki odalarda ses yalıtımı sorunları çıkabilmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> Çevre gürültüsüne performansı yüksektir. 	
	Şaft tipi boşluk		<ul style="list-style-type: none"> Havalandırma problemleri nedeniyle az tercih edilen bir çift kabuk tipidir. Düşeyde bulunan odalarda ses yalıtım sorunları çıkabilir [61]. 	<ul style="list-style-type: none"> Çevre gürültüsüne performansı yüksektir. 	
	Kutu tipi boşluk			<ul style="list-style-type: none"> Yatayda ve düşeydeki bitişik odalarda ses yalıtımı açısından özel bir gereksinim istendiğinde tercih edilir. Her çift kabuk cephe tipi gibi çevre gürültüsüne performansı yüksektir [61]. 	

4. BİR ÖRNEKLEM; ANKARA'DA BİR YÜKSEK BİNANIN SES YALITIM PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Bu bölümde giydirme cepheli yüksek bir bina olan örnek bir kule binasının maruz kaldığı çevresel gürültü ve cephesinin akustik performansı üzerine alan ölçümüne dayalı bir çalışma yapılmıştır.

Akustik ölçüm yapılan alan ölçümüne dayalı çalışmanın ilk bölümünde, hafif giydirme cepheli yapı kabuğunun dışında ve içindeki ses basınç seviyeleri belirlenerek, yapı elemanı olan giydirme cephenin ses geçiş kaybı değeri ($R'_{w,res}$) bulunmuştur. Seçilen kulenin kullanım fonksiyonuna (ofis) göre arka plan ses basınç seviyesi, gürültü seviyesi grafiği (NC) üzerinden değerlendirilmiştir. Alan ölçümünün ikinci bölümünde, binada yüksekliğe bağlı olarak cephenin maruz kaldığı çevresel gürültü değerinin değişimi incelenmiştir.

4.1. Örneklem Olarak Seçilen Bina Hakkında Genel Bilgiler

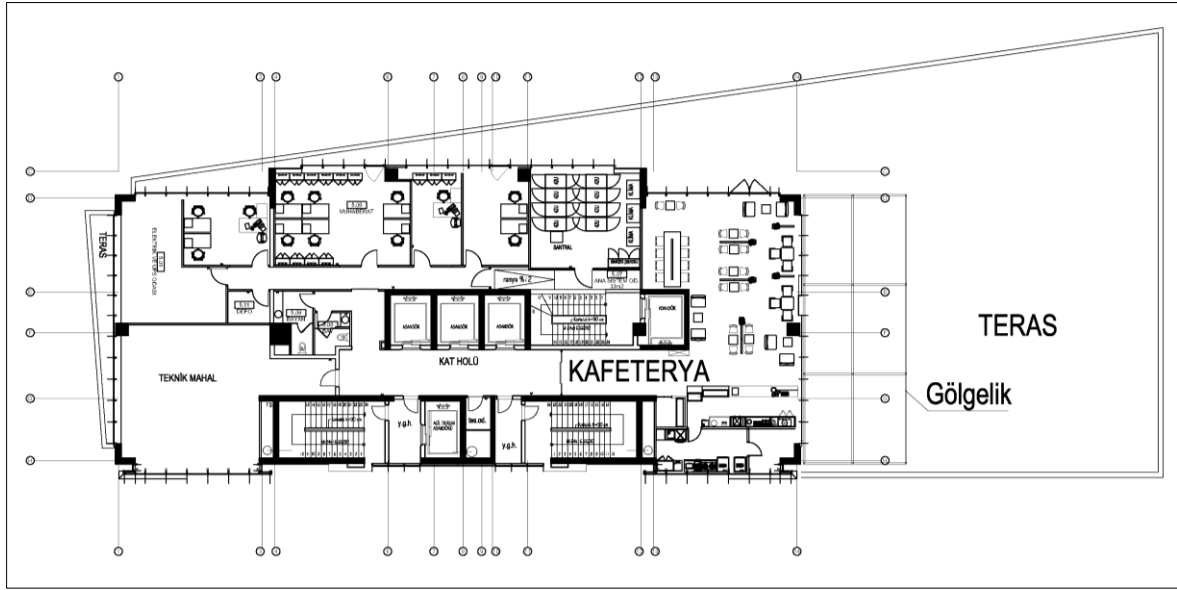
Çalışma için örnek olarak seçilen kule binası, Ankara'nın en yoğun bulvarlarından biri olan Mevlana Bulvarı üzerinde yer almaktadır. Binanın ismi ve konumu ile ilgili bilgi, kullanıcı tercihiyle ilgili olarak verilmemiştir. Örneklem olarak seçilen binanın komşu olduğu binalar da, fonksiyonları bakımından genel olarak ofis binaları ve bir adet hastane binasından oluşmaktadır. Komşu olduğu cadde boyunca devam eden ofis fonksiyonundaki diğer yapılar da örnek seçilen kule binası gibi yüksek katlı binalardır.



Resim 4.1. Örnek seçilen kule modeli

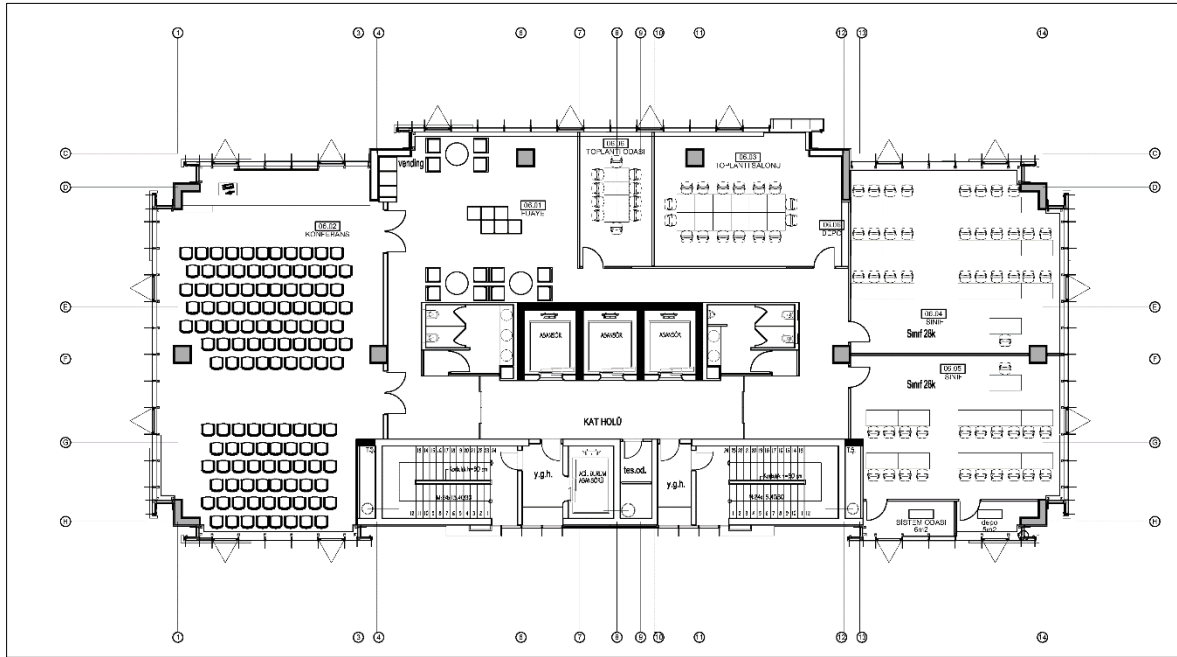
Örnek kule binasının podyum kattan yukarısı tamamen kullanıcısı durumundaki kuruma ait bir ofis binasıdır. Podyum katları olan ilk 5 katı içinde ofis çalışanlarına ait yemekhane, kurumdan bağımsız mağaza fonksiyonunda birimler ve otoparklar bulunmaktadır. Podyum katın Mevlana Bulvarı'na bakan cephesi, kule cephesinden bağımsız ve farklı sistemde giydirme cephe olarak uygulanmıştır. Ayrıca, podyum kattaki hacimlerin, kuleden farklı fonksiyonda ferdi kuruluşlara ait olmasından dolayı ölçümlere dahil edilmemiştir.

Cephenin ses geçiş kaybını incelemek amacıyla gerçekleştirilen ölçümlerin bir kısmının yapıldığı 5. Katta, Mevlana Bulvarı cephesine bakan hacim, kafeterya işlevi ile kullanılmakta olup ve podyum alanınca terası bulunmaktadır. Mimari planlarda gözükmeyen ve sonradan kafeterya işletmesi tarafından yapılan çelik konstrüksiyonlu motorlu pergola tipi gölgelik planlarda iz olarak gösterilmiştir (Şekil 4.1). Bu gölgeğin ölçümler sırasında tamamen açık olması sağlanmıştır. Katın kafeterya dışında kalan mahalleri genel olarak teknik birimlerden oluşmaktadır.

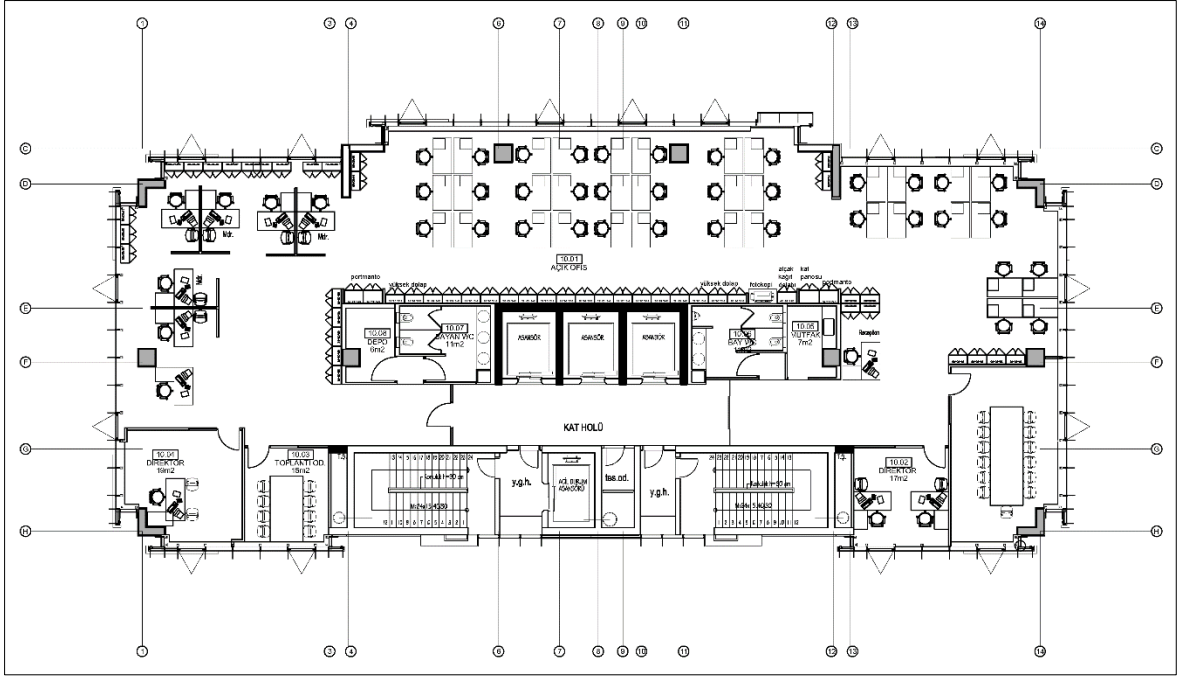


Şekil 4.1. Örnek kule, 5. Kat Planı

Ölçülerinin diğer kısmı 6.katta, aynı cepheye denk gelen cephe birimlerinde yapılmıştır. Bu kat genel olarak konferans, eğitim ve toplantı salonlarından oluşmaktadır (Şekil 4.2). Kulenin yükselen katları tip olarak açık ofisler ile kısmi yönetim odalarından oluşmaktadır (Şekil 4.3).

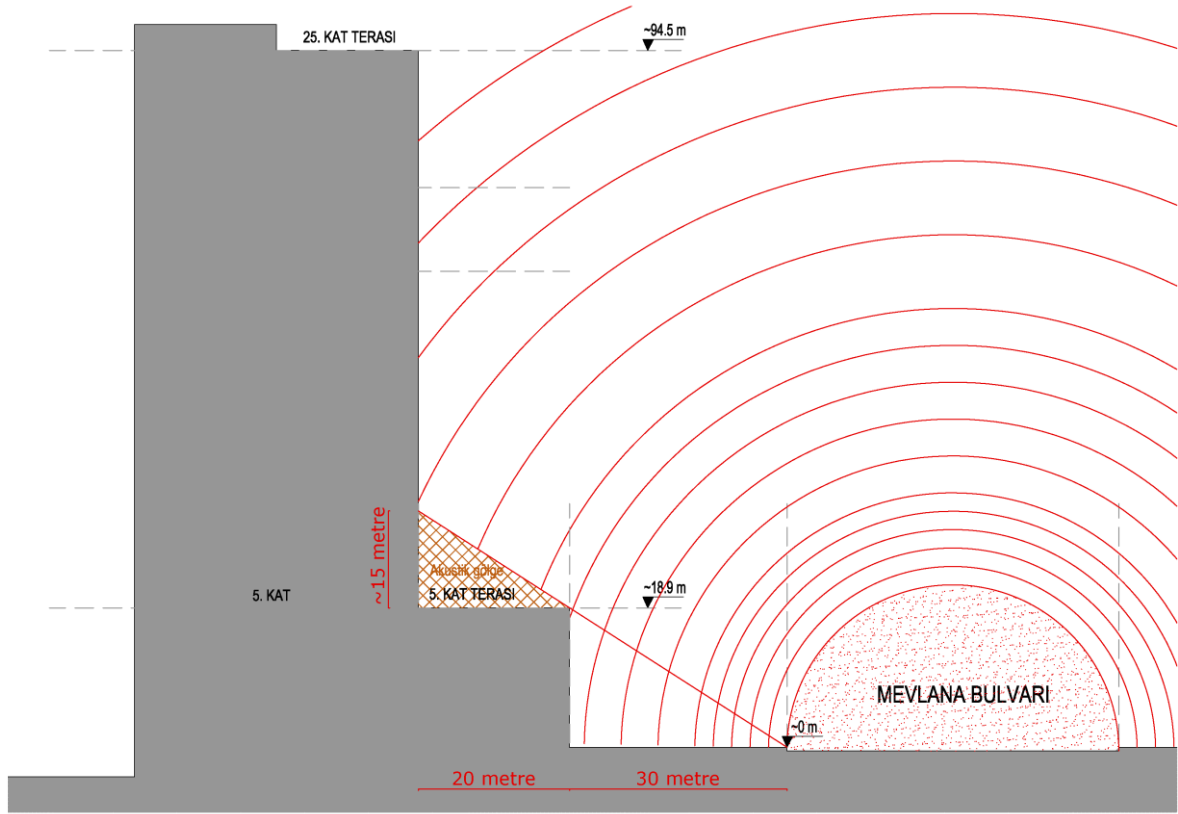


Şekil 4.2. Örnek kule, 6. Kat Planı



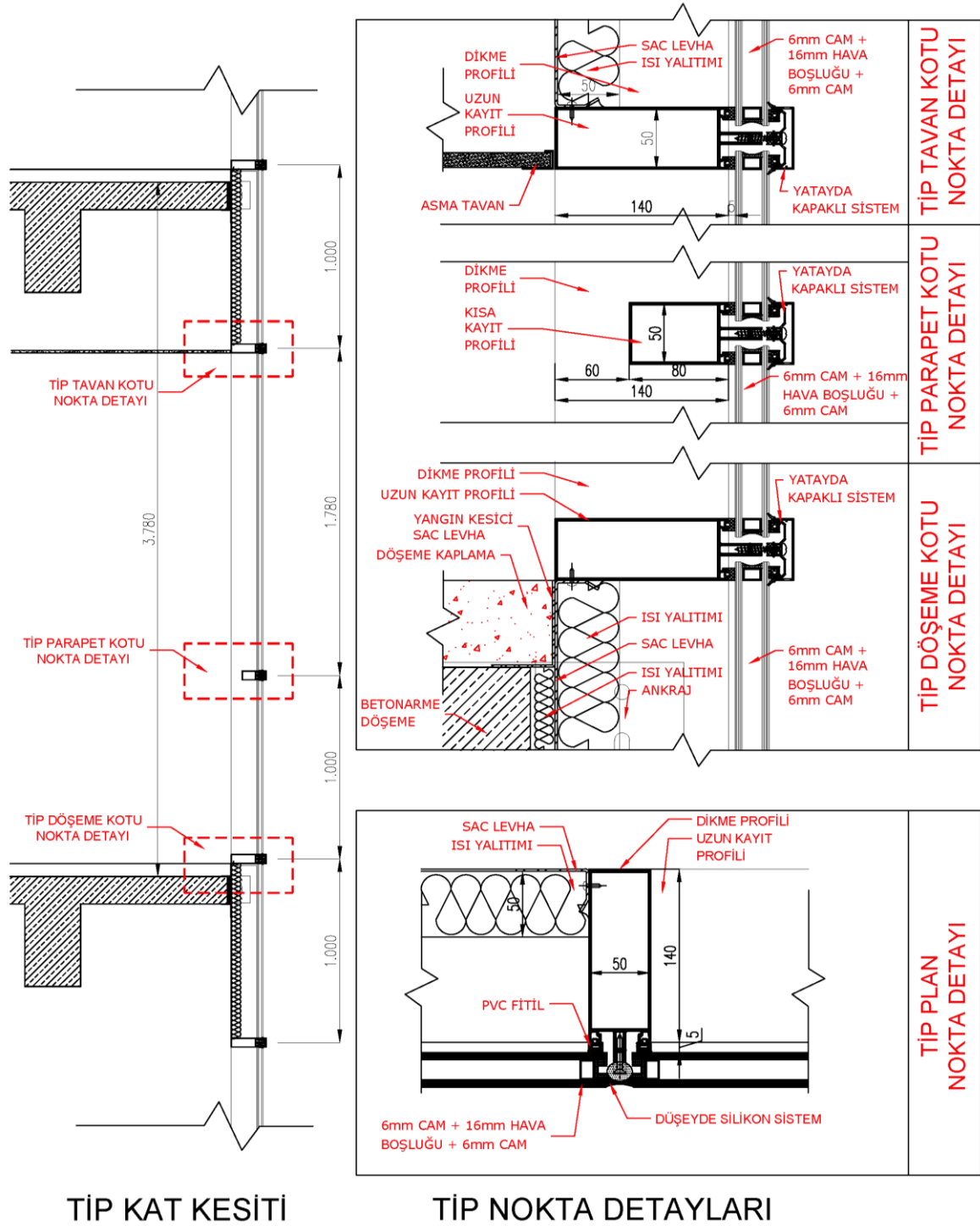
Şekil 4.3. Örnek kule, Tipik Kat Planı

Örnek kule, toplamda 24 katlı bir ofis binasıdır, 25. Katta ayrıca bir yönetim katı bulunmaktadır. Kulenin Mevlana Bulvarı kotundan 24. kat seviyesi yaklaşık 95 m'ye ulaşmaktadır. Kule cephesi bulvara yaklaşık 50 m mesafede bulunmaktadır. Podyum kat mağaza cepheleri ise 30 m mesafededir (Şekil 4.4). Taşıyıcı sistemi betonarme olan binanın 5. kat ve 24. kat arası olan tüm tipik katlarının yükseklikleri 3,78 m'dir. Dikdörtgen şeklinde yükselen kulenin kısa kenarı Mevlana Bulvarı tarafına bakmakta olup, tüm ölçümler bu cephede yapılmıştır.



Şekil 4.4. Örnek kule binasında ölçüm yapılan cephenin Mevlana Bulvarı'na konumunun şematik kesiti

Kule cephelerinde, montaj sistemi olarak çubuk sistem kullanılmış olup, derz sistemi olarak düşeyi silikonlu, yatayı ise kapaklı sistem kullanılmıştır. Cephe tek kabukludur. Düşeyde ve yatayda 140 mm derinliğinde kanallı alüminyum profiller kullanılmıştır. Taşıyıcı iskelet olan profiller, her kat yüksekliğinde çelik pabuçlar ile döşemeye ankraj yapılmıştır. Düzlemsel yüzey bileşenleri olarak, cephe tamamen cam ile kaplanmıştır. Kullanılan cam kombinasyonu 6mm düz cam + 16mm hava boşluğu + 6mm düz camdır. Dikdörtgen formlu yapının köşelerinde kolonların kaplanması için alüminyum kompozit paneller kullanılmıştır. Yatayda cepheye kaplama amacıyla değil, tasarımsal etkisi için döşeme hizalarında kısmi bantlar olarak algılanan alüminyum kompozit paneller kullanılmıştır. Kolon önlerinde ısı yalıtımı için taşıyıcı levhalar kullanılmıştır. Döşeme alanlarında spandrel bölgeye sığacak şekilde sac tavalar üzerlerine taşıyıcı olarak cepheye monte edilmiştir. Döşeme ile sac tava arası alt kat tavanında ve üst kat döşemesinde yangın kesici sac levhalarla kapatılarak arası taşıyıcı ile doldurulmuştur (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Örnek kule binası tipik giydirme cephe kesiti ve tip nokta detayları

4.2. Örneklem Olarak Seçilen Binanın Ölçüm Yoluyla Gürültü Analizinin Yapılması

Bu bölümde, örnek seçilen kule binası için ölçüm yoluyla analizi yapılan yapı kabuğuna ilişkin akustik performans değerlendirmesi ve değerlendirmenin yapılması için kabul

edilen performans kriterleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Kabul edilen performans kriterleri, örneklem olarak seçilen binanın kullanım fonksiyonlarına göre seçilmiştir.

Çizelge 4.1. Örnek kule binası yapı kabuğu performansı mevcut durumu için kabul edilen performans kriterleri

PARAMETRE	KABUL EDİLEN PERFORMANS KRİTERLERİ		SES BASINÇ DÜZEYİ	
Arka plan gürültü düzeyi [30], [36], [42]	Genel ofisler [30], [36]	NC 35 ile NC40 eğrileri	42 ≤...≤47 dBA	
		Özel ofisler [30], [36]	NC 30 ile NC 35 eğrileri	38 ≤...≤42 dBA
		Konferans odası ve sınıf [30], [36]	NC 30 ile NC 35 eğrileri	38 ≤...≤42 dBA
		Yönetici odaları [30], [36]	NC 20 ile NC 30 eğrileri	30 ≤...≤38 dBA
	Büro ve İdari Binalar	Özel odalar [42]	A sınıfı	30 dB
			B sınıfı	35 dB
			C sınıfı	40 dB
			D sınıfı	45 dB
			E sınıfı	50 dB
			F sınıfı	55 dB
		Açık planlı alanlar [42]	A sınıfı	35 dB
			B sınıfı	40 dB
			C sınıfı	45 dB
			D sınıfı	50 dB
			E sınıfı	55 dB
			F sınıfı	60 dB
		Toplantı odaları, yönetici odaları [42]	A sınıfı	30 dB
			B sınıfı	32 dB
			C sınıfı	35 dB
			D sınıfı	37 dB
			E sınıfı	40 dB
			F sınıfı	42 dB
	Telekonferans odaları [42]	A sınıfı	30 dB	
		B sınıfı	32 dB	
		C sınıfı	35 dB	
		D sınıfı	37 dB	
		E sınıfı	40 dB	
		F sınıfı	42 dB	
	Dinlenme alanları [42]	A sınıfı	30 dB	
		B sınıfı	35 dB	
		C sınıfı	40 dB	
		D sınıfı	45 dB	
E sınıfı		50 dB		
F sınıfı		55 dB		
Sirkülasyon alanlar, ortak alanlar [42]	A sınıfı	40 dB		
	B sınıfı	42 dB		
	C sınıfı	45 dB		
	D sınıfı	47 dB		
	E sınıfı	50 dB		
	F sınıfı	52 dB		
Eğlence mekanları	Kafeteryalar [30], [36]	NC 35 ile NC 45 eğrileri	45 ≤...≤52 dBA	
		A sınıfı	40 dB	
	Lokantalar, yemek alanları [42]	B sınıfı	42 dB	
		C sınıfı	45 dB	
		D sınıfı	47 dB	
		E sınıfı	50 dB	
F sınıfı	52 dB			

Çizelge 4.1. (Devamı). Örnek kule binası yapı kabuğu performansı mevcut durumu için kabul edilen performans kriterleri

PARAMETRE	KABUL EDİLEN PERFORMANS KRİTERLERİ			SES YALITIM DEĞERİ
Binanın dış yapı elemanlarında hava iletimli ses için sağlanması gereken yalıtım değerleri [42], [50]	Çevre gürültüsü düzeyi 56 dBA ile 60 dBA arasında olan bölgelerde	Büro ve idari binalarda gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [42]	A sınıfı	28 dB
			B sınıfı	26 dB
			C sınıfı	23 dB
			D sınıfı	21 dB
			E sınıfı	18 dB
			F sınıfı	16 dB
	Ofisler için gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [50]			30 dB
	Çevre gürültüsü düzeyi 61 dBA ile 65 dBA arasında olan bölgelerde	Büro ve idari binalarda gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [42]	A sınıfı	34 dB
			B sınıfı	32 dB
			C sınıfı	29 dB
			D sınıfı	27 dB
			E sınıfı	24 dB
			F sınıfı	22 dB
	Ofisler için gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [50]			30 dB
	Çevre gürültüsü düzeyi 66 dBA ile 70 dBA arasında olan bölgelerde	Büro ve idari binalarda gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [42]	A sınıfı	39 dB
			B sınıfı	37 dB
			C sınıfı	34 dB
			D sınıfı	32 dB
			E sınıfı	29 dB
			F sınıfı	27 dB
	Ofisler için gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [50]			35 dB
	Çevre gürültüsü düzeyi 71 dBA ile 75 dBA arasında olan bölgelerde	Büro ve idari binalarda gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [42]	A sınıfı	44 dB
			B sınıfı	42 dB
			C sınıfı	39 dB
D sınıfı			37 dB	
E sınıfı			34 dB	
F sınıfı			32 dB	
Ofisler için gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [50]			40 dB	
Çevre gürültüsü düzeyi 76 dBA ile 80 dBA arasında olan bölgelerde	Büro ve idari binalarda gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [42]	A sınıfı	49 dB	
		B sınıfı	47 dB	
		C sınıfı	44 dB	
		D sınıfı	42 dB	
		E sınıfı	39 dB	
		F sınıfı	37 dB	
Ofisler için gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [50]			45 dB	
Çevre gürültüsü düzeyi 80 dBA üzerinde olan bölgelerde	Büro ve idari binalarda gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [42]	A sınıfı	53 dB	
		B sınıfı	51 dB	
		C sınıfı	48 dB	
		D sınıfı	46 dB	
		E sınıfı	43 dB	
		F sınıfı	41 dB	
Ofisler için gerekli ses azaltma indeksi değeri (R'w,res) [50]			50 dB	
PARAMETRE	KABUL EDİLEN PERFORMANS KRİTERLERİ			Reverberasyon süreleri
Reverberasyon süresi (T) [42], [65]	Büro ve idari binalar	Özel odalar [42]	0,4-0,6 saniye	
		Açık planlı alanlar [42]	0,5-1 saniye	
		Toplantı odaları, yönetici odaları [42]	0,6-0,8 saniye	
		Telekonferans odaları [42]	0,2-0,4 saniye	
		Dinlenme alanları [42]	0,4-0,6 saniye	
		Sirkülasyon alanlar, ortak alanlar [42]	0,6-0,8 saniye	
		Açık planlı ofisler [65]	0,75 saniye	
	Eğlence mekanları	Lokantalar, yemek alanları [42]	0,6-09 saniye	

Çalışmanın ilk bölümünde, yapı elemanı gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmenin yapılabilmesi için arka plan gürültü düzeyleri ve reverberasyon süreleri de tespit edilmiş ve Çizelge 4.1'de gösterilen değerlendirme parametrelerine göre yorumlanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde çevresel gürültünün yükseklik ile ilişkisi incelenmiştir.

Örnek kule binasının akustik ölçümleri 12 Eylül 2015 tarihinde, 09:00 - 16:00 saat aralığında yapılmıştır. Ölçümler, TS EN ISO 16283-1:2014-04 ve TS ISO 1996-2 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Bina ofis işlevi ile kullanıldığı için gerçeğe en yakın değerlerin elde edilebilmesi için hafta içi ölçüm yapılması amaçlanmıştır ancak kurumun hafta içi ölçüme uygun olmaması sebebiyle Cumartesi günü yapılması kararı alınmıştır.

Binada temelde 3 farklı ölçüm yapılmıştır. İlk ölçümde; TS EN ISO 16283-1:2014-04 standardına uygun olarak, cephenin iç bölümünde arka plan gürültüsü 1/3 oktav bant filtresindeki merkez frekanslarda ölçülmüştür. İkinci ölçüm tipinde, TS ISO 1996-2 standardına uygun olarak hazırlanan düzenek ile belirlenen katlardaki (5., 6., 8., 11., 17. Katlar) cephe dışına ulaşan çevresel gürültü incelenmiştir. Ayrıca, podyumun akustik gölge etkisini görmek amacıyla, podyum terasındaki farklı noktalara ait çevresel gürültü düzeyleri ölçülmüştür. Üçüncü ölçümde ise, arka plan gürültü düzeyleri ölçülen hacimlerdeki reverberasyon süreleri ölçülmüştür. Ölçüm tipleri ve değerlendirmesinde kullanıldığı parametreler Çizelge 4.2'de belirtilmiştir. Ölçüm sonuçları ayrı bir başlıkta verilmemiş olup, her bir değerlendirme parametresinin altında belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Ölçüm tipleri ve değerlendirme parametreleri

Ölçüm tipi	Açıklaması	Ölçüm yapılan bölge	Değerlendirme başlıkları
1. tip ölçüm	Cephenin belirlenen iç bölümlerinde arka plan gürültüsü ölçümü	<ul style="list-style-type: none"> • Kafeterya olan 5. kat (podyum kat) cephe birimi • Eğitim birimi olan 6. kat cephe birimi 	Yapı elemanı gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme
2. tip ölçüm	Cephenin belirlenen dış bölümlerinde çevresel gürültü düzeyleri ölçümü	<ul style="list-style-type: none"> • 5. kat (podyum kat) teras üzerindeki farklı noktalar • 5., 6., 8., 11., 17. katlarda aynı düzey noktalar 	Yapı elemanı gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme Çevresel gürültünün yapı ölçüğünde etkisine yönelik değerlendirme
3. tip ölçüm	Cephenin belirlenen iç bölümlerinde reverberasyon süresi ölçümü	<ul style="list-style-type: none"> • Kafeterya olan 5. kat (podyum kat) cephe birimi • Eğitim birimi olan 6. kat cephe birimi 	Yapı elemanı gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme

Ölçüm için kullanılan aygıtlar aşağıda belirtilmiştir. Dışarda yapılan ölçümlerde rüzgarlık kullanılmıştır. Ses düzeyi ölçeri, ölçümlere başlanmadan önce kalibre edilmiştir.

1 – 1 adet Mikrofon, Building Acoustics Analyzer, Type 4418

2 – 1 adet ses seviyesi ölçer, Reten Electronic, RS104 SLM

3 – 1 adet ses yükseltici, Brüel & Kjaer, Power amplifier, Type2734

4 – 2 adet tripod

5 – Kablolar



Resim 4.2. Ölçümde kullanılan aygıtlar

Ölçüm sırasındaki hava koşulları aşağıda belirtilmiştir. Ölçüm sırasında geçen araçlar sayılmıştır, ortalama hızları ve yoğunluklu araç tipleri Çizelge 4.3 'de belirtilmiştir.

Hava sıcaklığı : 29 °C (Yerinde ölçülmüştür)
 Nem : %44 (Yerinde ölçülmüştür)
 Rüzgar hızı ve yönü : 1,6 m/sn – Güneybatı (Meteroloji web sitesinden alınmıştır)
 Yağış : Yok (Yerinde belirlenmiştir)

Çizelge 4.3. Ölçüm esnasında 5 dakika süreyle yapılan araç sayım sonuçları

Araç tipleri	5dk süreyle araç sayımı		Yüzde (%)	Ortalama hız
	Saat: 12.00 (adet)	Saat: 14.00(adet)		
Binek otomobil	662	830	90,7	70 km/h ile 80 km/h aralığındadır
Minibüs	53	50	6,4	
Kamyonet	13	19	2,1	
Otobüs	3	8	0,8	
Kamyon / Tır	4	2	0,4	
Toplam	735	913		



Resim 4.3. Mevlana Bulvarı'nda ölçüm esnasında trafiğin öğlen saatlerinde yoğunluğu

4.2.1. Yapı elemanı gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme

Yapı elemanı gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme, Çizelge 4.2'de belirtildiği gibi ses azaltma indeksi, arka plan gürültü düzeyi ve reverberasyon süresi ölçümlerini kapsamaktadır.

Cephenin dış yapı bileşeni olarak, ağırlıklı ses azaltma indeksinin ($R'w, res$) hesaplanması

Ölçümler TS EN ISO 16283-1:2014-04 standardına uygun olarak yapılmış ve sonrasında hesaplanan ağırlıklı ses azaltma indeksi ($R'w, res$) bu standartta belirtilen formül ile bulunmuştur. Yapı elemanlarının havada yayılan ses karşısındaki performanslarını incelemek için kullanılan ağırlıklı ses azaltma indeksi aşağıda belirtilmiştir.

$$R'w = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

(4.1)

Burada;

$R'w$, Ağırlıklı ses azaltma indeksi (dB)

L_1 , kaynak ortamındaki ses basınç seviyesi (dB)

L_2 , alıcı ortamındaki ses basınç seviyesi (dB)

S , ölçülen ortak ara bölmenin alanı (m^2)

A , alıcı ortamdaki eş değer absorpsiyon alanını (Sabin, m^2), göstermektedir.

Eşdeğer absorpsiyon alanını bulmak için standartta 2 yol tanımlıdır. Bu tezde hesaplama yönteminde kullanılan yol Eşitlik 4.2'de belirtilmiştir.

$$A = \frac{0,16V}{T}$$

(4.2)

Burada;

A , alıcı ortamdaki eş değer absorpsiyon alanını (Sabin, m^2)

V , alıcı ortam hacmini (m^3)

T , alıcı odanın reverberasyon süresini (saniye) göstermektedir.

Ölçümler 5. ve 6. katlarda yapılmıştır. 2 ayrı katta yapılmasının sebebi, 5. katta terasa açılan 1 adet otomatik açılır kapı +1 adet çift açılır kapı bulunması ve 5. kat cephesinin kule boyunca devam eden cephe düzlem ve diziliminden farklı olmasıdır. İlave olarak,

çevresel gürültünün 5. Kat cephe dışına podyum katların sebep olduğu akustik gölgeleme nedeniyle net ulaşamaması ve kafeteryadaki soğutucu ve havalandırma gibi sürekli devam eden mekanik seslerin cephe içi ölçümde çevresel gürültüden yüksek ses basıncına sebep olmasından kaynaklıdır.

Ölçümler Building Acoustics Analyzer - Type 4418 alıcı ile 1/3 oktav bant filtresindeki merkez frekanslarda ölçülmüştür.



(a)



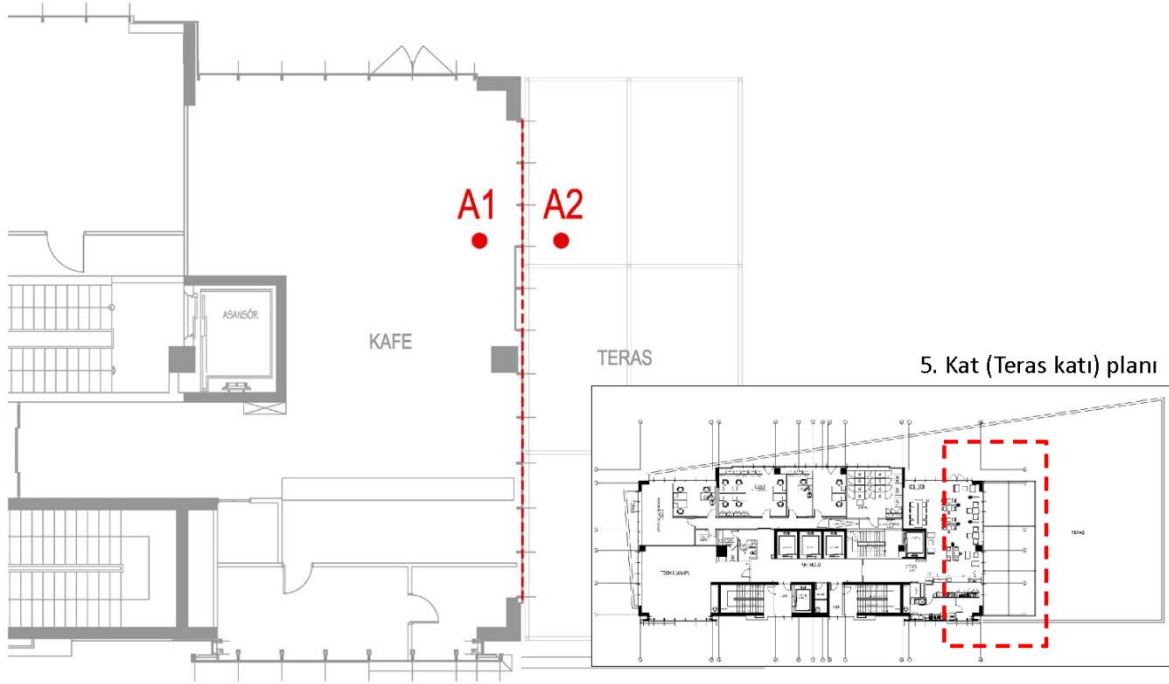
(b)

Resim 4.4. (a, b) Yapılan ölçümlerden fotoğraflar

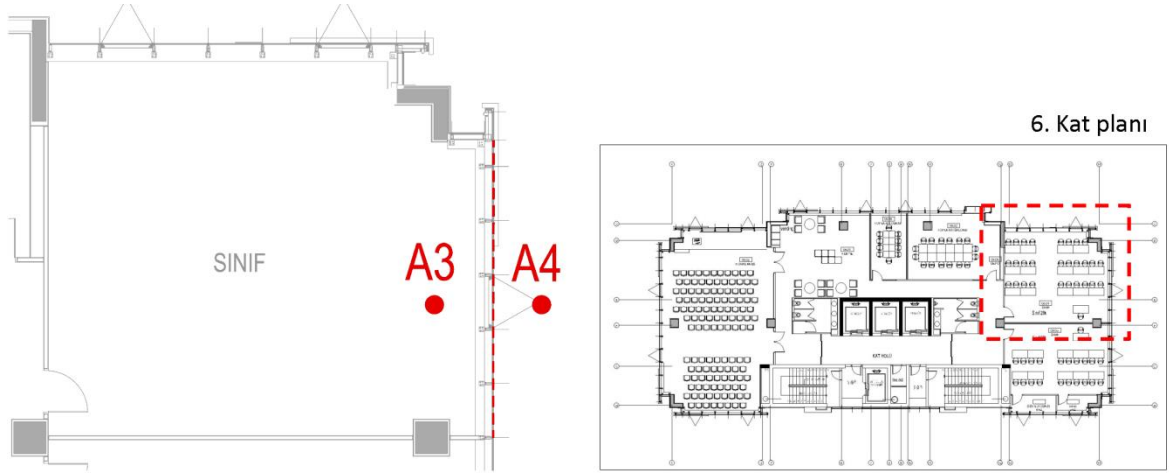
Yapılan ölçümler tablolarda ve grafiklerde verildiği isimleriyle Çizelge 4.4 'te gösterilmiştir ve ölçüm noktaları ilgili kat planları üzerinde da belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Ses azaltma indeksi hesabı için yapılan ölçüm adları ve açıklamaları

Ölçüm adı	Ölçüm açıklaması
A1	5. Katta cephenin kafe olan iç biriminde ölçülen arka plan gürültü düzeyi (L_1)
A2	5. Katta cephenin podyum kat terası olan dış bölümünde çevresel gürültü düzeyi (L_2)
A3	6. Katta cephenin eğitim salonu olan iç biriminde ölçülen arka plan gürültü düzeyi (L_3)
A4	6. Katta cephenin dış bölümünde çevresel gürültü düzeyi (L_4)



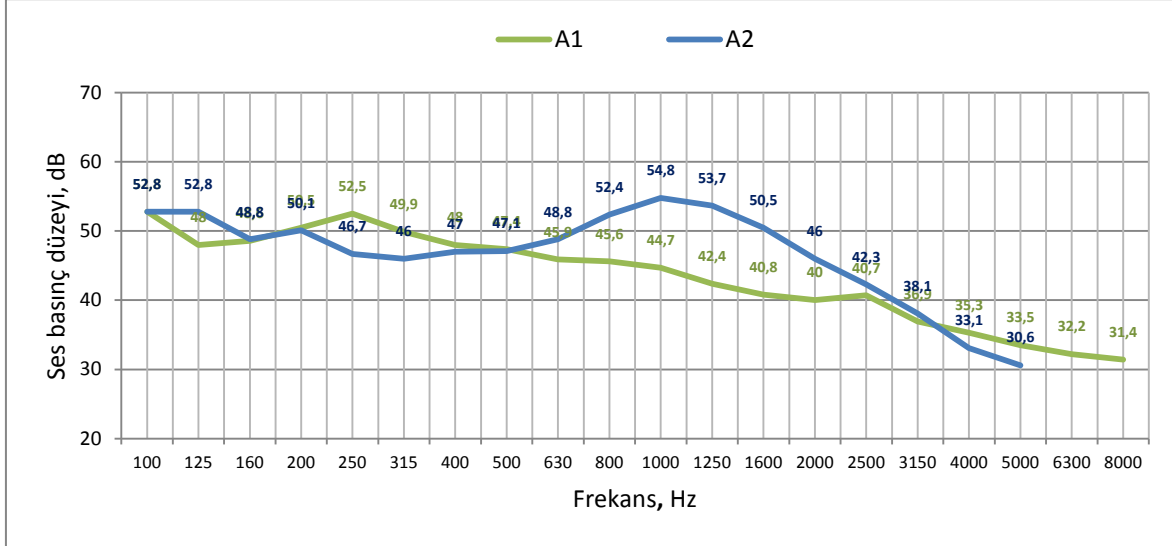
Şekil 4.6. 5. kat kafe ve teras alanındaki alıcı noktaları



Şekil 4.7. 6. kat sınıf ve dış ortamdaki alıcı noktaları

Cephenin dış yapı bileşenine yönelik ses azalım indeksi ($R'_{w, res}$) değeri hesaplamak için yapılan ölçümlerin her biri, ölçüm yapılan her katta çevre gürültüsünden yararlanılarak TS EN ISO 16283-1:2014-04 standardı doğrultusunda yapılmıştır. Alıcı konumları içerde ve dışarda cepheye dik ve açılır kanat hizasında olan doğru üzerinde, ölçüm yapılan cepheye iki taraftan da 1 m uzaklıkta tutularak yapılmıştır. Alıcıların yerden yükseklikleri 1,5 m olarak ayarlanmıştır. Dış ölçümler için, TS ISO 1996-2 standardında mikrofona yansıtıcı

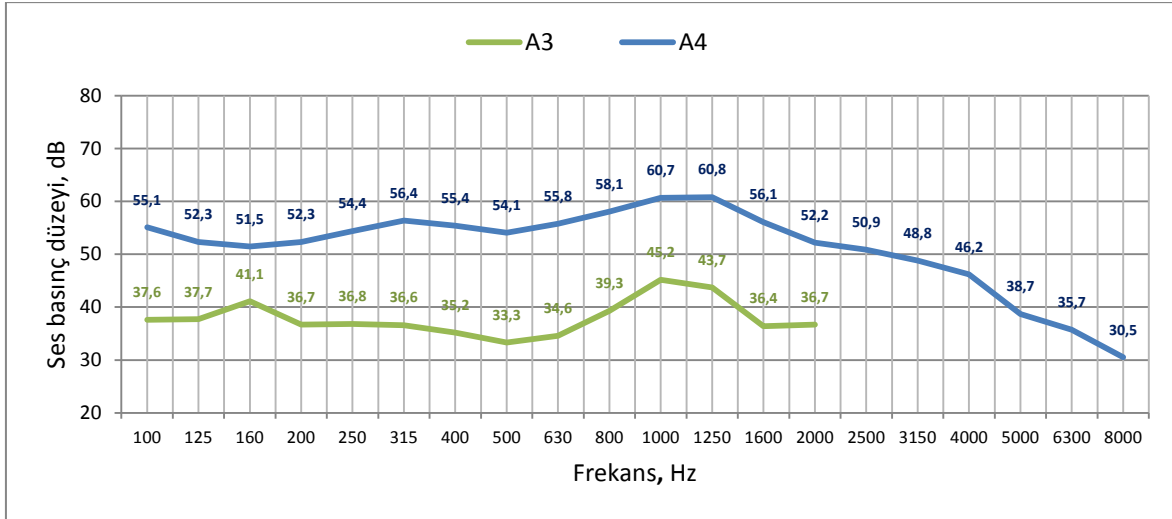
yüzeyin 0,5 m ila 2 m önünde olduğu konum için belirtilen, anlık ses alanını elde etmek için uygulanacak düzeltme (-3dB) uygulanmış ve Şekil 4.8 ile Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



A1: 5.katta cephenin kafe olan iç biriminde ölçülen arka plan gürültü düzeyi (L_1)

A2: 5. Katta cephenin podyum kat terası olan dış bölümünde çevresel gürültü düzeyi (L_2)

Şekil 4.8. 5. Kata ait (podyum kat) iç ve dış gürültü ölçümleri grafiği



A3: 6. katta cephenin eğitim salonu olan iç biriminde ölçülen arka plan gürültü düzeyi (L_3)

A4: 6. Katta cephenin dış bölümünde çevresel gürültü düzeyi (L_4)

Şekil 4.9. 6. Kata ait iç ve dış gürültü ölçümleri grafiği

Cephenin ağırlıklı ses azaltma indeksine ($R'_{w,res}$) ulaşmak için, alıcı konumlandırılan iç mekanlarda; merkez bant frekanslarda reverberasyon süreleri ölçülmüştür. Reverberasyon süreleri için ölçülen ortalama değerler aşağıda verilmiştir. Reverberasyon ölçümleri bilgisi ise, Ek-1'de verilmiştir. Bu değerler ışığında algılama odası eşdeğer ses

absorpsiyon alanı (A) bulunmuştur. Cephe birimlerine ait hacimler (V), reverberasyon süreleri (T), ve ölçülen ortak ara bölmenin alanları (S), 4.1 ve 4.2 eşitliklerinde kullanılmak üzere Çizelge 4.5’de verilmiştir. Bu bağlamda, dış yapı bileşeni için hesaplanan ses azaltma indeksi ($R'_{w,res}$) grafiği Çizelge 4.6’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.5. Ölçüm yapılan cephe birimlerine ait hesaplama değerleri

Cephe birimi	Alıcı ortam hacmi (V), m ³	Ortalama reverberasyon süresi (T), s	Ölçülen ortak ara bölmenin alanı (S), m ²
5. kat kafe hacmi	378	0,84	36,72
6. kat sınıf hacmi	263	0,95	18,1

Cephenin $R'_{w,res}$ değerini hesaplamak için her bir ölçüm için formülde (Eşitlik 4.1) yerine koymak üzere, $L_1 - L_2$ başka bir deyişle, $L_{dış} - L_{iç}$ hesaplanmıştır. Her bir ölçüm durumu için iç ve dış ses basınç seviyesi farklılıkları tabloda ayrıca belirtilmiştir (Çizelge 4.6).

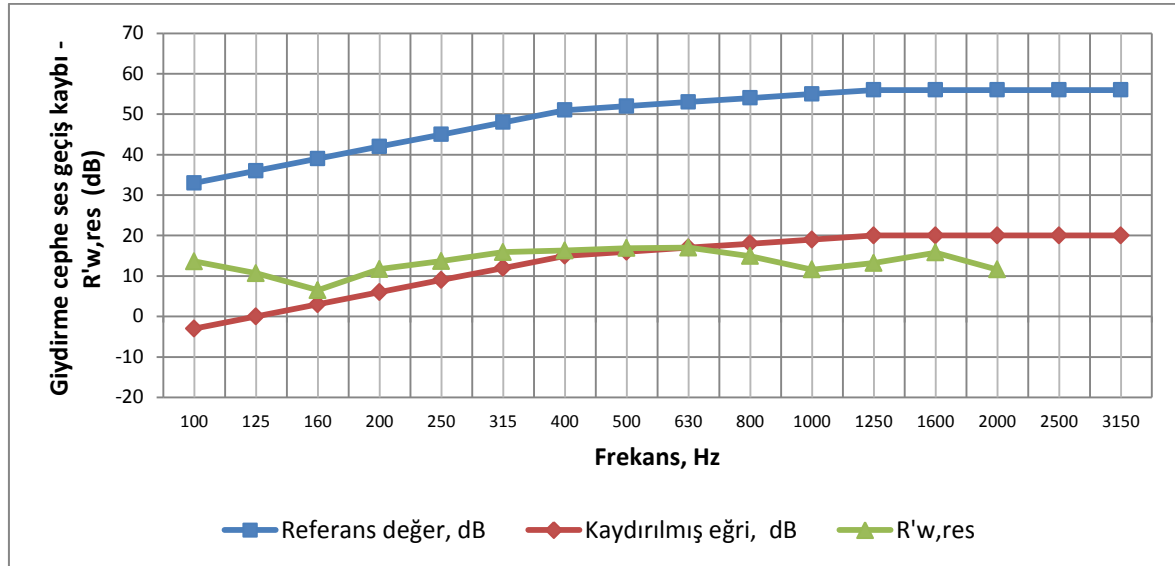
Çizelge 4.6. 5. Kat ve 6. Katlar için dış yapı bileşeni ses azalma indeksi sonuçları

Frekans (Hz)	5. kat ölçümleri		6. kat ölçümleri		6. kat (dış-iç)	6. kat $R'_{w,res}$ (dB)
	L_1 (dB)	L_2 (dB)	L_3 (dB)	L_4 (dB)	$L_4 - L_3$ (dB)	
	A1 (iç)	A2 (dış)	A3 (iç)	A4 (dış)	A4-A3	
100	52,8	52,8	37,6	55,1	17,5	13,6
125	48	52,8	37,7	52,3	14,6	10,7
160	48,6	48,8	41,1	51,5	10,4	6,5
200	50,5	50,1	36,7	52,3	15,6	11,7
250	52,5	46,7	36,8	54,4	17,6	13,7
315	49,9	46	36,6	56,4	19,8	15,9
400	48	47	35,2	55,4	20,2	16,3
500	47,4	47,1	33,3	54,1	20,8	16,9
630	45,9	48,8	34,6	55,8	21,2	17,3
800	45,6	52,4	39,3	58,1	18,8	14,9
1000	44,7	54,8	45,2	60,7	15,5	11,6
1250	42,4	53,7	43,7	60,8	17,1	13,2
1600	40,8	50,5	36,4	56,1	19,7	15,8
2000	40	46	36,7	52,2	15,5	11,6

5.katta yapılan A1 ölçümünde cephenin ses azalım indeksi kafeteryadaki soğutucu ve havalandırma gibi sürekli devam eden mekanik seslerin birçok frekansta dışardaki ses basıncından yüksek çıkması sebebiyle (-) negatif değerler vermiştir. Ayrıca, bazı katlar dahil alıcı ölçümlerde birtakım frekans aralıklarında ölçümler tekrarlanmasına rağmen

değer okunamıştır. Bu nedenle yapı kabuğuna ait $R'_{w,res}$ değerine 5. Kat ölçümleri dahil edilmemiştir.

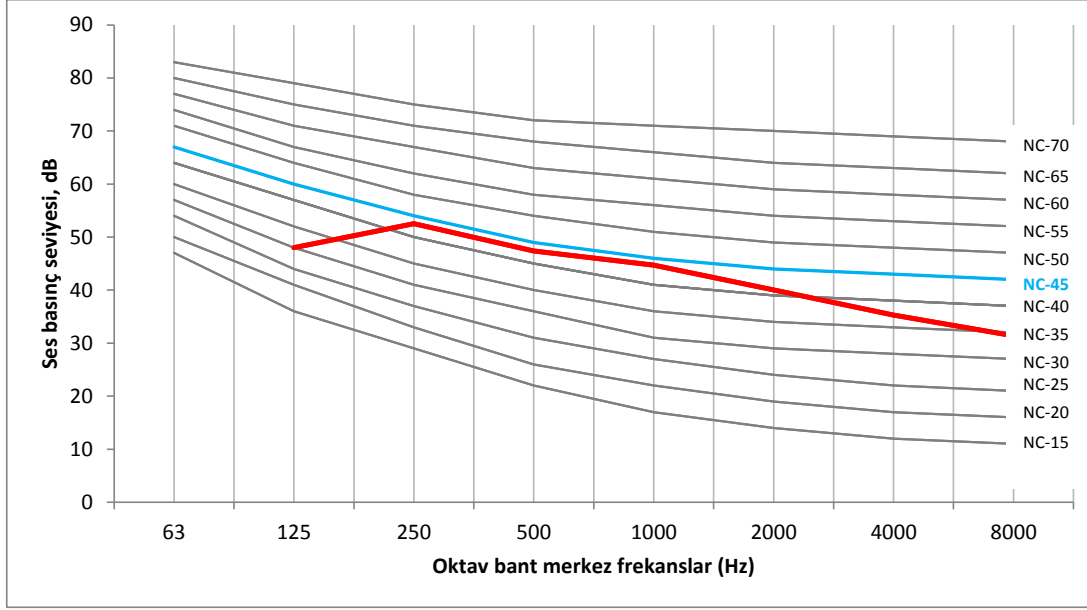
Yapılan ölçümler sonucu ile hesaplanan yapı kabuğuna ait $R'_{w,res}$ değeri için TS EN ISO 717-1 standardına göre belirlenen referans eğri kullanılarak ses geçiş kaybı grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4.10). Yapı kabuğuna ait $R'_{w,res}$ değeri 16 (-1; -2) dB çıkmıştır. Grafiğin hazırlanması için kullanılan veriler standardın 4.2. referans değerler bölümünden alınmış olup, $R'_{w,res}$ ses azalım değeri ve indeksine ek olarak hesaplanan spektrum C, Ctr değerleri EK-1'de verilmiştir.



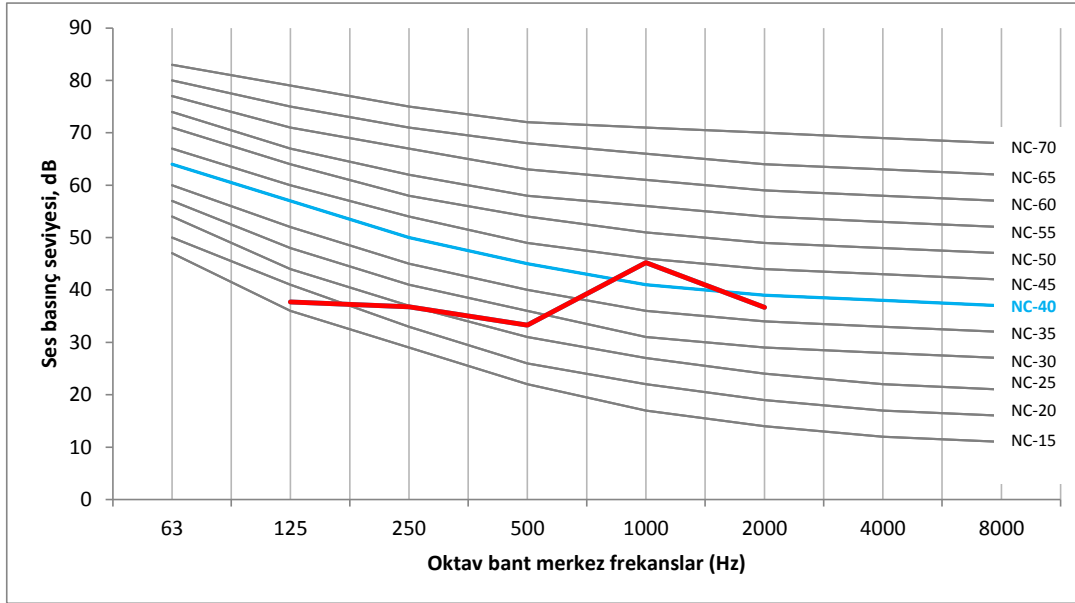
Şekil 4.10. Yapılan ölçümler sonucunda, dış yapı bileşeni için ses azalma indeksi grafiği

Arka plan gürültü düzeyleri ve reverberasyon sürelerinin incelenmesi

İç mekanda yapılan arka plan gürültü ölçümlerini NC eğrilerine göre değerlendirilmiştir. Bu bağlamda ideal olarak NC45 gereken kafe işlevi, A1 ölçümü (5. Kat cephe iç birimi arka plan gürültü düzeyi ölçümü, L_1) için belirtilen değerleri karşılamakta ve altında kalmaktadır. Ofis işlevi için ideal olarak NC 40 gerekirken, A3 ölçümü (6.kat cephe iç birimi arka plan gürültü düzeyi ölçümü, L_3) 1000 Hz de yükselerek bu eğriyi ortalama 5dB geçmektedir [2]. Ölçümler 6. katta eğitim salonu biriminde yapılmasına karşın, devam eden tip katlarda ofis olduğu için, ofis işlevi üzerinden NC 40 eğrisi belirlenerek değerlendirilmiştir. Ölçümlere ilişkin grafikler Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Yapılan ölçümler sonucunda 5. Kat kafeterya birimi için arka plan gürültü düzeyi



Şekil 4.12. Yapılan ölçümler sonucunda 6. Kat eğitim salonu birimi için arka plan gürültü düzeyi

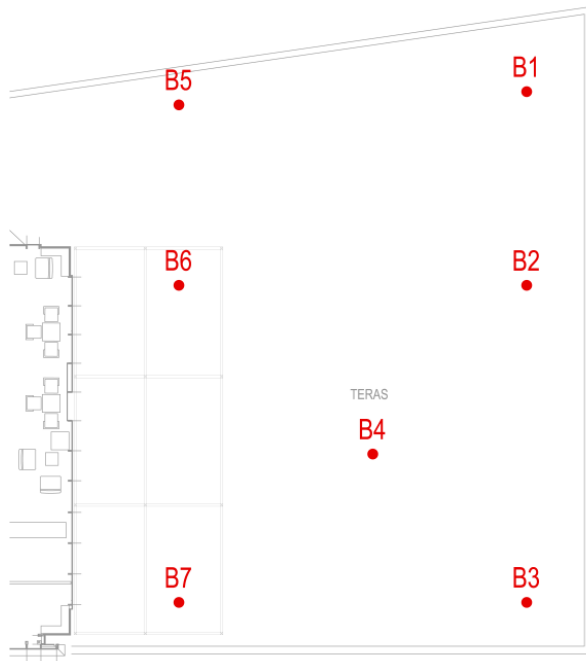
Reverberasyon süreleri için alınan ortalama değerler, 4.2.1 başlığı altında ses azaltma indeksi hesabında Çizelge 4.5’de verilmiştir. Ortalama değerlerin hesaplarına ilişkin bilgiler EK-1’de verilmiştir. Değerlendirme parametreleri grafiğine göre (Çizelge 4.1), 6. Katta yer alan eğitim salonu için 0,95 sn çıkan reverberasyon süresi, açık planlı ofisler için kabul edilebilir değerdedir. 5. Katta yer alan kafe işlevindeki hacime ait reverberasyon süresi 0,84 sn’dır ve eğlence mekanları için kabul edilebilir değerdedir.

4.2.2. Çevresel gürültünün yapı ölçeğinde etkisine yönelik değerlendirme

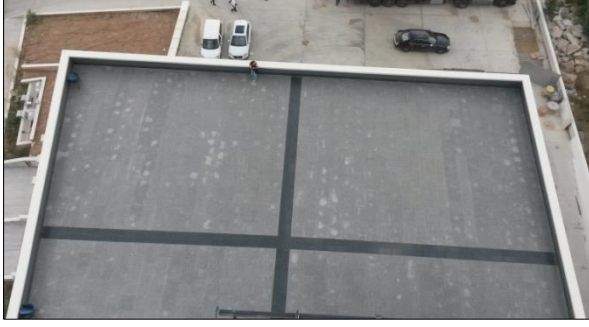
Çevresel gürültünün yapı ölçeğindeki etkisine ilişkin değerlendirme, Çizelge 4.2’de belirtildiği gibi 5. Kat terasında (podyum kat terası) ve bina yüksekliğinde yapılan ölçümleri kapsamaktadır.

5. Kat terasında (podyum kat terasında) çevresel gürültü düzeyi ölçümleri

Podyum kat terasında 7 farklı noktada çevresel gürültü düzeyleri, A-Ağırlıklı ses basınç seviyesi olarak Çizelge 4.7’de verilmiştir. Terasın farklı noktalarından alınan değerler, çevresel gürültünün podyumun bulvara bakan parapetinden kırılıma uğrayarak devam etmesinden dolayı, 5. kat cephesine ortalama 9 dBA daha düşük ulaşmaktadır. Bu durum, podyum gibi hacimlerin yüksek binalarda akustik gölgeleme etkisi nedeniyle çevresel gürültüyü biraz daha az alabileceklerini göstermektedir. Ancak, bu gibi yüksek binalarda podyum hacminin yüksek kat cephelerine ulaşımı güçleştirmesinin, binanın yangın güvenliği açısından uygun olmadığını da belirtilmesinde yarar görülmektedir.



Şekil 4.13. 5. kat terastaki belirlenen alıcı noktalar



Resim 4.5. Beşinci kat terasına ilişkin üst katlardan çekilmiş fotoğraf

Çizelge 4.7. 5. kat terasında (podyum kat terası) çevresel gürültü düzeyi ölçüm sonuçları

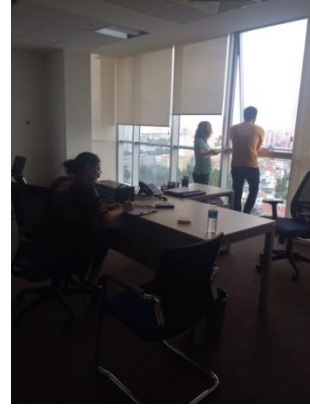
Ölçüm noktaları	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Ortalama gürültü düzeyi sonucu (dBA)
Gürültü düzeyi sonuçları (dBA)	70	70	68	70	65	61	62	66,57

Çevresel gürültü düzeylerinin bina yüksekliğinde incelenmesi

Bu çalışma çevresel gürültünün bina yüksekliği çerçevesinde cepheye etkisini bulmak için yapılmıştır. TS ISO 1996-2'ye göre mikrofona, rüzgar süngeri kullanılarak, açık kanattan uzatılmak suretiyle, cepheden minimum 1m uzaklaştırılarak ortalama dış gürültü düzeyleri tespit edilmiştir. Binanın 5., 6., 8., 11. Ve 17. katlarında ölçümler alınmıştır (Şekil 4.14). Ölçüm değerleri ise Çizelge 4.8'de verilmiştir. Ölçüm için bu katların seçilmesinin sebebi, 5. ve 6. katların akustik gölge sınırları etkisindeki çevresel gürültü değerlerini tespit etmek; 8., 11. Ve 17. katlar için ise, akustik gölge etkisinin bittiği aralıktan sonra alt, orta ve üst değerlerin tespiti olarak kabul edilmesidir.



(a)



(b)

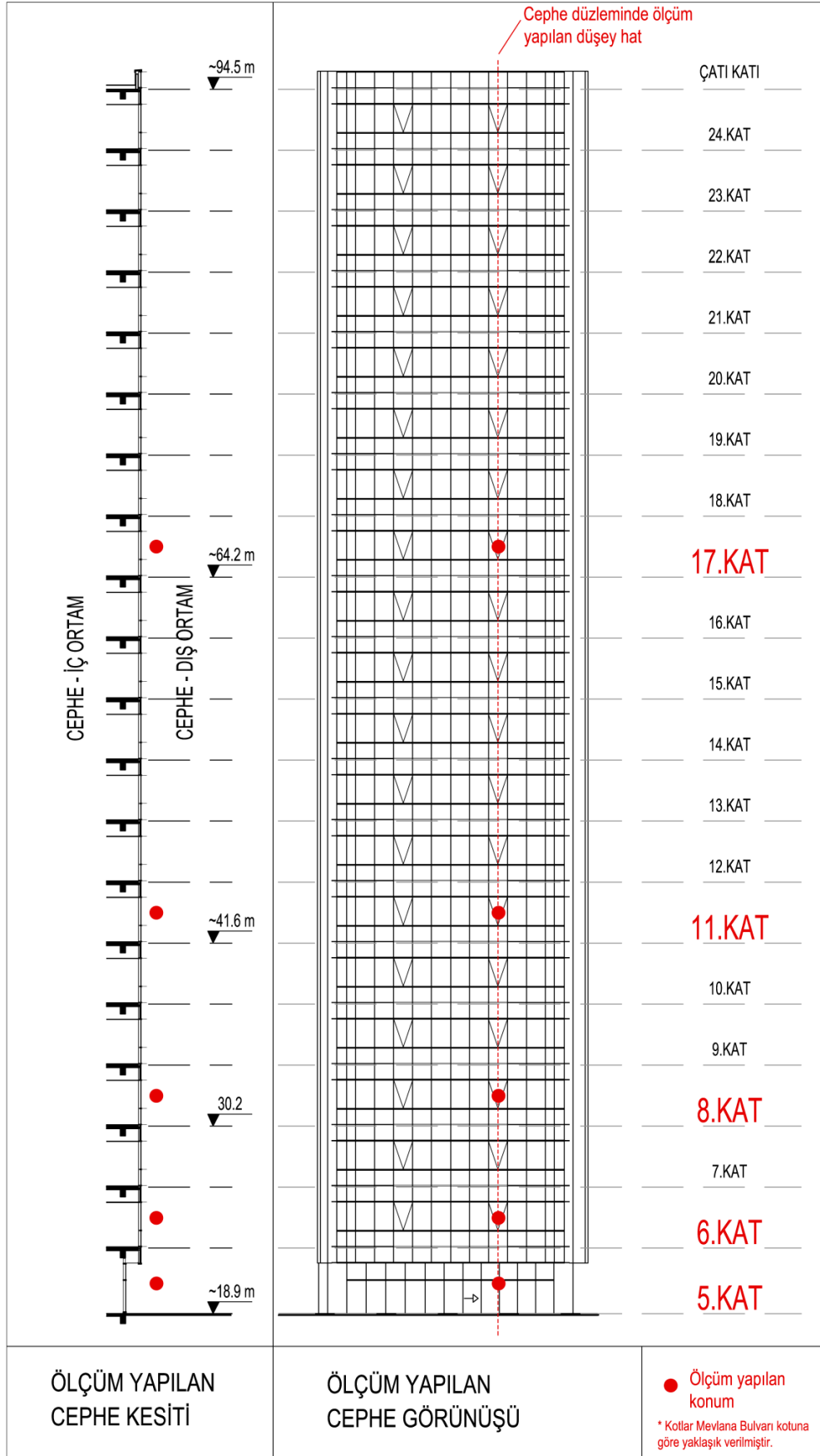


(c)



(d)

Resim 4.6. (a, b, c, d) Yüksek katlardaki ölçümlerden fotoğraflar



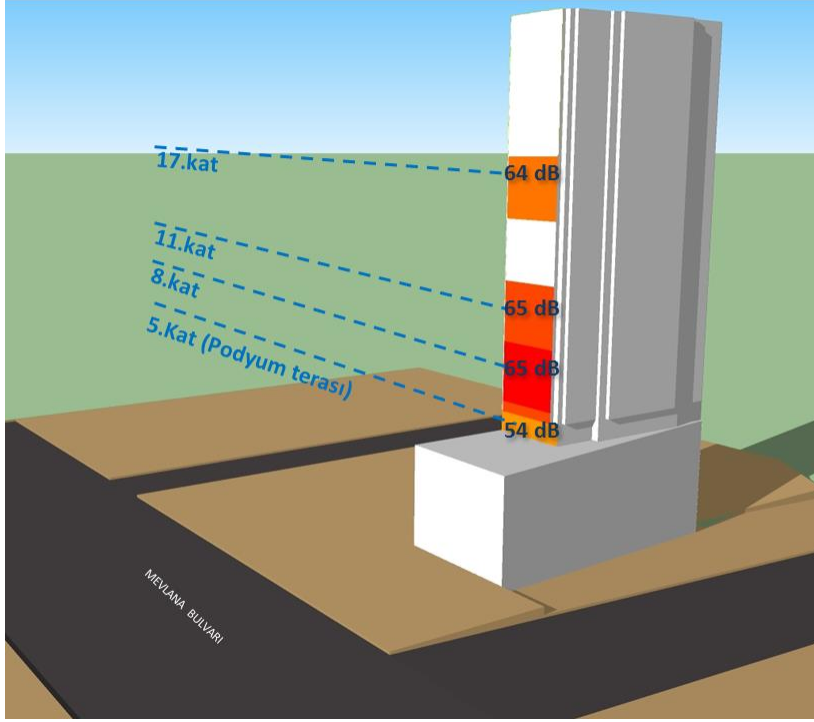
Şekil 4.14. Bina yüksekliğinde ölçüm yapılan katların gösterimi

Çizelge 4.8. Ölçüm yapılan yüksek katlarda çevresel gürültü düzeyi ölçüm sonuçları

Frekans (Hz)	Çevresel gürültü düzeyleri - dB				
	5. kat	6. kat	8.kat	11.kat	17.kat
100	52,8	55,1	61,1	62,9	66,6
125	52,8	52,3	57,4	58,1	59,8
160	48,8	51,5	55,9	67,1	57,1
200	50,1	52,3	56,8	57,1	55,3
250	46,7	54,4	57,4	58,2	56,4
315	46	56,4	48,1	56,2	56,6
400	47	55,4	61	56,6	56,2
500	47,1	54,1	60,5	57,6	58,5
630	48,8	55,8	61,2	59,8	59,5
800	52,4	58,1	63,5	62,4	62,7
1000	54,8	60,7	65,4	65,1	64,8
1250	53,7	60,8	62,9	63,4	64,1
1600	50,5	56,1	60,5	60,7	61,1
2000	46	52,2	56,6	58	58
2500	42,3	50,9	54,8	53,4	52,9
3150	38,1	48,8	51,2	51,1	48,5
4000	33,1	46,2	45,8	46,1	45
5000	30,6	38,7	41,9	44	42,1

Podyum kat hizasından başlayıp yükselmek suretiyle akustik gölge oluşumu çevresel gürültünün yaklaşık 10 dB daha az gelmesine sebep olmuştur. Şekil 4.4'de belirtilen şematik kesite göre, podyumda oluşan akustik gölgenin etkisi yaklaşık 15 m (ortalama 4 kata tekabül etmektedir) yükseklikte sona ermekte ve ses dalgaları cepheye dike en yakın açı ile ulaşmaktadır. Bu nedenle 15 m yüksekliğe denk gelen 9. katta gürültü seviyesinin en yüksek olduğu düşünülmektedir.

1000 Hz'de çevresel gürültünün bina yüksekliğine göre değişimi Resim 4.7 ve Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Bu durum cephelerde alınması gereken akustik önlemlerin, maliyet açısından hafifletilebilmesi için örnek teşkil etmektedir.



Resim 4.7. Örnek kule binası bulvar cephesinde çevresel gürültü düzeylerinin gösterilmesi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yoğun kentleşme, değişen çalışma şartları ve yaşam koşulları günlük hayatın akışını hızlandırmış, özellikle 20. Yüzyıldan sonra malzeme ve yapı teknolojilerine bağlı gelişmelerle birlikte binalar düşeyde yükselmeye başlamıştır. Binaların yükselişi çağdaş ve pratik bir uygulama olan, aynı zamanda günümüz kentleşmesinde bir prestij göstergesi olan cepheler için giydirme cephe kullanımının hızla artmasına sebep olmuştur.

Gürültü kirliliği, yoğun kentleşme ile birlikte bina kullanıcılarının konfor şartları ve sağlığının korunması adına önlem alınması gereken önemli bir tasarım parametresi haline gelmiştir. Mevcut binalarda önlem alınmadığı, yeni bina projelerinde gürültü kontrolü tasarım prensipleri dikkate alınmadığı takdirde daha sonra düzeltilmesi güç ve çözüm maliyeti yüksek sorunlara sebebiyet vermektedir. Gürültü denetimini sağlamak için gerekli süreçlere, tasarımcı bina tasarımına akustik önlemleri sağlama kaygısını ön projelendirme safhasına dahil etmesiyle, müteahhit maliyetini gereksinimlerin şekillendirdiği kriterleri sağlamasıyla, uygulayıcı doğru detaylar oluşturması ve eksiksiz uygulamasıyla katkıda bulunmalıdır.

Tezde örneklem olarak, Ankara'nın en işlek bulvarlarından birinin üzerinde ve kendisi gibi ofis fonksiyonundaki yüksek katlı yapılardan oluşan bir semtte bulunan, hafif giydirme cepheli yüksek bir binanın cephesinin gürültü performansı yerinde yapılan ölçümler aracılığıyla incelenmiştir.

Öncelikle podyum kat terasında farklı noktalarda yapılan çevresel gürültü ölçümleri ile doğrusal yayılan sesin, podyum katta kırılarak akustik gölge oluşturduğu, gürültünün oluşan akustik gölge sebebiyle cepheye ortalama 7 dB azalarak iletildiği görülmüştür. Yüksek katlı binalarda sesin sürekli kırılmasını sağlayacak, tekrarlayan bir bariyer düzeni olmadığı sürece podyum katın ilk birkaç kat için akustik gölge oluşturabileceği düşünülmektedir. Ancak podyum kat kullanımının itfaiye erişimi açısından yangın yönetmeliğine uygunluğunun sağlanmasının, çevresel gürültünün azalmasını sağlamasından daha öncelikli kriter olduğunun hatırlatılmasında yarar vardır.

Yapılan çalışmanın yapı kabuğu ses azalım değeri hesapları için 5. ve 6. katlarda içerde ve dışarda yapılan L_1 , L_2 , L_3 ve L_4 ölçümlerinde, yüksek katlar boyunca tipik devam eden yapı kabuğu ses azalım değeri 16 (-1; -2) dB çıkmıştır. Bu değerlerin kabul edilen performans kriterleri grafiğine göre DIN 4109 standardında belirtilen minimum 30 dB değeri karşılayamadığı görülmektedir (Çizelge 4.1). Sadece kullanılan cam kombinasyonunun literatürde 31 (-4; -1)dB ses azalım değeri olduğu göz önünde bulundurularak çıkarım yapılırsa, yapı kabuğu azalım değerinin düşüklüğünü alüminyum olan cephe taşıyıcı sisteminin akustik performansının yetersizliği, açılır kanatların contalarının kanada yeterli baskıyı uygulamaması, montaj hataları veya birleşim noktalarında yeterli önlem alınmamasına bağlamak mümkündür. Ancak, en önemli sayılabilecek etkinin yüksek bir binada, çubuk sistemli giydirme cephe kullanılmasından dolayı katlar arasında ses geçişinin önlenememesi olduğu söylenebilir. Ayrıca, kullanıcı tarafından, taşıyıcı metallere zaman zaman titreşim ve ısı sesi geldiğinin ifade edilmesi, dikmelerin adaptör birleşim noktalarında genleşme lastiği kullanılmamış olabileceğini ve kanatlardaki contanın işlevini karşılayamadığını düşündürmektedir. Örneklem olarak seçilen binada akustik iyileştirme için, pratikte kolay ve maliyeti kısmen düşük önlemlerden, pencere contalarının kontrolünün yapılmasının ve kat yüksekliğince taşıyıcı dikmelerin çevresinin yutucu özellikli bir malzeme ile kaplanmasının iyileştirme sağlayabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, uygulama detaylarının tekrar gözden geçirilmesinin gerekliliği de göz ardı edilmemelidir.

Arka plan gürültü kriterlerinin yerinde ölçüm sonuçlarıyla ilişkisi incelendiğinde, giydirme cephenin düşük ses yalıtım performansına rağmen, kafeteryanın bulunduğu 5. katta arka plan gürültüsünün sınır değer olan NC45 eğrisinin altında kaldığı, 6. Katta eğitim birimi mahalinde yapılan ölçümde ise sınır değer olan NC40 eğrisini 1000Hz 'de 5 dB kadar aştığı görülmektedir. Bu bağlamda, yapı kabuğu için yukarıda ifade edilen önlemler dahilinde iyileştirme yapılması mümkündür.

Örneklem çalışmasının son kısmında, çevresel gürültünün bina yüksekliği ile ilişkisi incelenmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre, trafik gürültüsü podyum hizasından doğrusal iletilerek, cepheye en dik şekilde varan 8. ve 10. Katlar arasında en yüksek değerine ulaşmaktadır.

Giydirme cepheli binalarda, bulunduğu çevreye uygun ön tasarım kararları ve sonrasında doğru cephe sistemi & malzemeleri seçimi ile doğru uygulama yapılarak akustik yeterlilik kriterleri sağlanmalıdır. Yüksek katlı binalarda uygulanan hafif giydirme cephelerde, akustik gerekliliklerin yüksekliğe göre değişmesi sebebiyle sistem ve malzeme seçiminde gerekli konfor şartlarını sağlanmak önceliği ile ek mali yüklerden kaçınılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Hasol, D. (1993). *Ansiklopedik mimarlık sözlüğü*. Yem Yayınevi, İstanbul.
2. Şenkal-Sezer, F. (2003). Giydirme cephe kavramı. *Mimarlık dergisi*, 311.
3. Özgen, A. (1989). Çok katlı yüksek yapıların tarihsel gelişimi ve son aşama tübüler sistemler. *Yapı dergisi*, (89), 47-53.
4. Duru, B. (2000). *Gökdelenler ve kent*. A.Ü.SBF, Tartışma Metinleri, 1-6.
5. National Geographic belgeselleri (2012) . *En büyük dizaynlar, Gökdelenler: Burj Dubai*.
6. İnternet: Emporis GMBH., *Building data and consturction projects provider, Empire States Building and United Nations Secreteriat Building* , URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.emporis.com%2F&date=2016-01-09>, Son Erişim Tarihi: 15.10.2015.
7. Uyar, M. (2005). *Metal çerçeveli giydirme cephelerde ses yalıtımı sorunları*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 23-59, 87-112.
8. Güvenli, Ö. (2006). *Tarihsel süreç içinde malzeme cephe ilişkisi ve giydirme cepheler*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 42-67.
9. Erbaş, N. (2000). *Giydirmeye cephelerde akustik sorunlar*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
10. Oktuğ, Y. (1999). *Yüksek yapılarda alüminyum doğrama cephe sistemleri*. Ege Mimarlık Dergisi, Sayı 29.
11. Şahin, O.Z. ve Gökuç, Y.T. (2014) . *Alüminyum ve cam giydirmeye cephe sistemlerinin sınıflandırılması ve performans açısından değerlendirilmesi*. 7. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.
12. Glass time, teknik el kitabı. Firma ürün tanıtım kataloğu (2013). Guardian. Guardian Europe S.a r.l., Dudelange, Luxemburg, 2. Baskı, 63-71.
13. Soyçiğit, S. ve Bostancıoğlu, E. (12 -13 Nisan 2012). *Giydirmeye cephe büro binalarında cam seçimi*. 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Görükle Kampüsü, Bursa.
14. İnternet: *Alpolic, alüminyum kompozit levha kullanımı*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.bookmarc.com.au%2Fsupplier%2FCSP-Architectural%2Fphotos%2Fall%2F+&date=2016-01-09>, Son Erişim Tarihi: 15.10.2015.
15. Çelik, Ç. (2004). *Türkiye’de yeni inşaat teknolojileri ile gelişen cam mimarisi*. 1. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu, CNR, İstanbul.

16. İnternet: Doğan Medya Center binası, alüminyum levha kullanımı (2008). *Çatı ve Cephe dergisi*, 15. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cativecephe.com%2F%3Fpid%3D24483%23.VpEgbvmLRD8&date=2016-01-09>, Son Erişim Tarihi: 15.10.2015.
17. İnternet: *Fibercast, Prekast yapı elemanları. GRC teknik özellikleri*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.fibercast.com.tr%2Fgrc.html&date=2016-01-09>, Son Erişim Tarihi: 15.10.2015.
18. İnternet: *Sinogain Asia LTD., GRC panel kullanımı*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.sinogainasia.com%2Fseite2.html&date=2016-01-09>, Son Erişim Tarihi: 06.09.2015.
19. Düşüt, G. (2006). *Kompakt laminat giydirmeye cephe sistemleri performans özellikleri*. 3. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Taşkılla, İstanbul, 3-7.
20. Şentop, A. (2013) . *Binaların gürültü kontrolü etkin tasarımı için yapı elemanı seçim aracı*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
21. İlhan, Y., Aygün, M. (25-26 Mart, 2005). *Sürekli ve noktasal bağlantılı cam giydirmeye cephe sistemlerinin incelenmesi*. 2. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu, CNR, İstanbul.
22. İnternet: *Izocam, camyünü, taşıyünü, EPS, kauçuk ve polietilen köpük teknik özellikleri*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.izocam.com.tr%2F&date=2016-01-09>, Son Erişim Tarihi: 15.10.2015.
23. Bilgiç, S. (2002). *Akıllı cephe sistemleri*. *Ege Mimarlık Dergisi*, 44.
24. Ayçam, İ. (2013). *Enerji etkin ofis binalarında gelişmiş cephe sistemlerinin incelenmesi*. 10. Ulusal Tesisat Mühendisleri Kongresi, İzmir.
25. Begeç, H. ve Savaşır, K. (2-3 Nisan 2004). *Akıllı giydirmeye cephe sistemlerinin havalandırma şekillerinin incelenmesi*. 1. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu, CNR, İstanbul, 3-7.
26. İnan, T. ve Başaran, T. (2013). *Çift cidarlı cepheler: Avantajları ve dezavantajları*. 11. Ulusal Tesisat Mühendisleri Kongresi, İzmir.
27. Best Facade (2007). *Best practise for double skin facades*. EIE/04/135/S07.38652, WP5 Best Practice Guidelines, Editor: Åke Blomsterberg, Energy and Building Design, University of Lund, 28.
28. Örkmez, A.S. ve Çetiner, İ. (2012). *Çift kabuk cephe sistemlerinin iç mekan ısı konforuna etkisi*. 6. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Görükle Kampüsü, Bursa.

29. Çalışkan, M. (2005). *Gürültü: Temel Kavramlar*. TTMD-Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, 39.
30. Yılmaz-Demirkale, S. (2007). *Çevre ve yapı akustiği*. Birsen Yayınevi, İstanbul, 1-511.
31. Kurra, S. (2009). *Çevre gürültüsü ve yönetimi (I-II-III)*. Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
32. Vanlanduit, S. *Acoustics*. Bruface Master 1 Electromechanical Engineering, Vrije Universiteit Brussel.
33. Özçetin, Z. (2011). *Konservatuar binalarının gürültü kontrolü açısından analizi ve bir örnek çalışma: Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuar Binası*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 22-129.
34. *Acoustic design of schools a design guide*. Building Bulletin 93. Department for Education and Skills The Stationary Office, London, 31-40.
35. Kurra, S. (2010). *Determination and applicability of the required sound insulation values for façades*. Inter.noise, Lisbon, UPortugal.
36. Egan, D. (1988). *Architectural acoustics*. Mc Graw Hill, New York, 37-273.
37. Kurra, S. (August 19-21, 2002). *Significance of the physical parameters on sound transmission loss of double façade walls*. The 2002 International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Dearborn, MI, USA.
38. Sakamoto, S., Ito, K., Asakura, T. (2008). *Experimental study on the noise shielding effects of eaves attached on building façade*. 37th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Shanghai, China.
39. Parkin, P.H. and Humphreys, H.R. (1958). *Acoustic noise and buildings*. Faber and Faber, London.
40. İnternet: *Center for Urban Transportation Studies, University of Wisconsin-Milwaukee, Noise barrier design guidelines Part 2: Noise barrier design principles*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww4.uwm.edu%2Fcuts%2Findex.html&date=2016-01-09> Son Erişim Tarihi: 10.10.2015.
41. Çevre ve Orman Bakanlığı (2011). *Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği*. Resmi Gazete, Türkiye.
42. Çevre ve Orman Bakanlığı, (2015). *Binaların gürültüye karşı korunması ve ses yalıtımı hakkında yönetmelik*.
43. DIN 18005 (2002). *Noise abatement in town planning*. Almanya.
44. Mehta, M., Johnson, J. and Rocafort, J. (1999). *Architectural acoustics principles and design*. Prentice-Hall, New Jersey, 96-137.

45. TS EN 12354-3 (2006). *Yapı akustiği, Yapıların akustik performansının elemanların performanslarından hesaplanması. Bölüm 3: Hava ile yayılan dışardaki sesin yalıtımı.* Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2-9.
46. American Society for Testing and Materials, ASTM E 413-10 (2010). *Classification for rating sound insulation.* Pennsylvania.
47. American Society for Testing and Materials, ASTM E 336-10 (2010). *Standard test method for measurment of airborne sound attenuation between rooms in buildings.* Pennsylvania.
48. TS EN 12354-1 (2006). *Yapı akustiği, Yapıların akustik performansının elemanların performanslarından hesaplanması. Bölüm 1: Odalar arasında hava ile yayılan sesin yalıtımı.* Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2-44.
49. TS EN 717-1 (2013). *Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının değerlendirilmesi. Bölüm-1: Hava ile yayılan sesin yalıtımı.* Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 3-28.
50. DIN 4109 (1989). *Sound insulation on buildings.* Almanya.
51. Louwers, M. (2012). *Improvement of acoustical flanking transmission through lightweight façades.* Inter.noise, New York City, USA.
52. British Standards Institution, BS 8233 (1999). *Sound insulation and noise reduction for buildings.* London, British Standards Institution.
53. Selectglaze (December 2012). *Secondary glazing noise insulation brochure.* Firma ürün tanıtım kataloğu.
54. İnternet: *Saflex, Acoustical Guide.* Solutia Inc. SAFLEX® and Solutia And Infinity Logo. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.saflex.com&date=2016-01-09>. Son Erişim Tarihi: 12.09.2015.
55. Jakob, A., Bauers, R. and Möser, M. (22-25 August 2004). *An actively controlled triple glazed window.* 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Prague, Czech Republic.
56. İnternet: GN Yapı. *Ses yalıtım malzemeleri kategorisi.* URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.gnyapi.com.tr%2F%3Fpid%3D24483%23.VpEgbvmLRD8&date=2016-01-09>, Son Erişim Tarihi: 06.09.2015.
57. Şentop, A., Beyazıt, N.T. ve Altun, M.C. (2012). *Dış duvarlarda gürültü kontrolü için kullanılabilir bir katalog.* 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Görükle Kampüsü, Bursa.
58. İnternet: *Çuhadaroğlu, ST serisi alüminyum ses yalıtımlı doğrama sistemleri.* URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cuhadaroglu.com%2>

FProductCategory.aspx%3FCId%3De818f29a-08c9-40af-bc38-d3d4111f7bd3&date=2016-01-09, Son Erişim Tarihi: 06.09.2015.

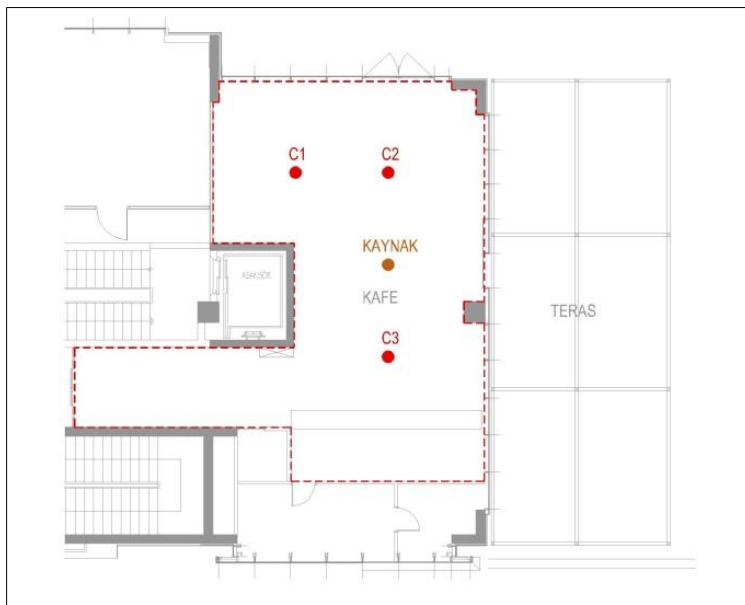
59. Paul-Guyer, J., P.E., R.A., Fellow ASCE, Fellow AEI (2009) . *Introduction to building acoustics and noise control*. Continuing Education and Development, Inc. , New York, 31-44.
60. Herrera, J. M. and Recuero, M. *Influence of seal insulation to predict sound insulation of the double panel steel doors*. Building and Environment, 45.
61. Poirazis, H. (2004). *Double skin facades for Office buildings*. Division of Energy and Building Design, Department of Construction and Architecture, Lund Institute of Technology Lund University. Report EBD-R--04/3, 37, 61-69, 171-182.
62. İnternet: Hendricksen, O. J., Sorensen, H., Svensson, A., Aaqvist, P. *Double skin facades, fashion or a step towards sustainable buildings*. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F267567081_DOUBLE_SKIN_FACADES__FASHION_OR_A_STEP_TOWARDS_SUSTAINABLE_BUILDINGS&date=2016-01-09, Son Erişim Tarihi: 06.10.2015.
63. Blasco, M., Crispin, C. and Ingelaere, B. (2004). *Acoustical performances of double ventilated glass façades*. 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Prague, Czech Republic.
64. Kleiven, T. (2013). *Natural ventilation in buildings: Architectural concepts, consequences and possibilities*, Norwegian University of Science and Technology Faculty of Architecture and Fine Art Department of Architectural Design, History and Technology, 115.
65. İnternet: *Acoustics. Project design: Open Office*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.acoustics.com%2Fdefault.asp&date=2016-01-09>, Son Erişim Tarihi: 06.09.2015.
66. TS EN 1996-2 (2009). *Akustik, Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi. Bölüm-2: Çevre gürültü seviyelerinin tayini*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
67. Bakırcı, E. ve Çalışkan, M. (2011). *Karayolundan yayılan çevresel gürültünün haritalanması ve binanın dış cephesine etkisinin belirlenmesi*. 9.Ulusal Akustik Kongresi ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.
68. Jager, W. *Architecture and aluminum*. Inventskins, Hydro
69. Heerwagen, D. (2004). *Passive and active environmental controls: informing the schematic designing of buildings*. New York: McGraw-Hill.

EKLER

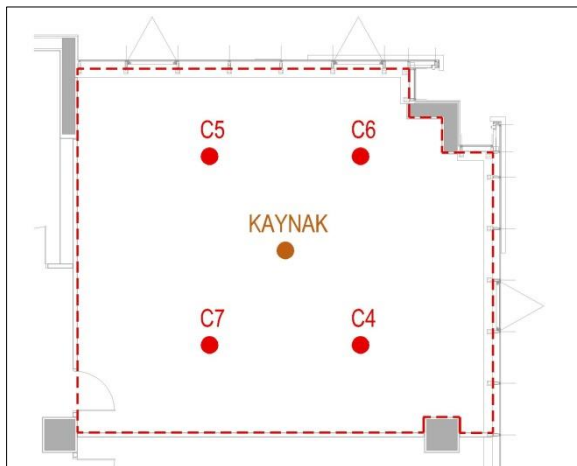
EK-1. Reverberasyon Ölçümleri Ve Yapı Kabuğu Ses Azalım İndeksi Hesaplama Grafikleri

Reverberasyon Ölçümleri

Ağırlıklı ses azalım indeksi hesaplamak için 5. ve 6.katın cepheye bakan hacimlerinde reverberasyon süresi ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler 1,5m yüksekliğinde konumlandırılan ses kaynağından pembe gürültü verilmesiyle yapılmıştır. Alıcılar her bir nokta için 1,2m yüksekliğe ayarlanmış olup, odayı eşit olarak ortalayacak şekilde komşu kenarlarda en az 2,5m uzaklaştırılarak konumlandırılmıştır.



Beşinci katta reverberasyon ölçümü için belirlenen kaynak ve alıcı noktaları



Altıncı katta reverberasyon ölçümü için belirlenen kaynak ve alıcı noktaları

EK-1. (devam). Reverberasyon Ölçümleri Ve Yapı Kabuğu Ses Azalım İndeksi Hesaplama Grafikleri



(a)



(b)



(c)

(a, b, c) Beşinci kat reverberasyon süresi ölçümleri fotoğrafları



Altıncı kat reverberasyon süresi ölçümleri fotoğrafı

EK-1. (devam). Reverberasyon Ölçümleri Ve Yapı Kabuğu Ses Azalım İndeksi Hesaplama Grafikleri

Beşinci katta reverberasyon ölçümü alıcı verileri

Frekans (Hz)	Reverberasyon süresi - sn.		
	5/C1	5/C2	5/C3
100	0,94	1	0,8
125	0,89	0,71	0,86
160	0,78	0,65	0,91
200	0,77	0,8	0,84
250	0,89	0,69	0,89
315	0,9	0,84	0,85
400	0,78	0,73	0,73
500	0,72	0,65	0,65
630	0,85	0,68	0,88
800	0,93	0,76	0,87
1000	0,91	0,89	0,98
1250	1,01	1,06	0,98
1600	1,08	1	0,88
2000	1,09	0,98	0,94
2500	1,06	0,92	0,86
3150	0,94	0,9	0,86
4000	0,91	0,89	0,86
5000	0,87	0,8	0,78
6300	0,83	0,79	0,7
8000	0,68	0,64	0,61

Altıncı katta reverberasyon ölçümü alıcı verileri

Frekans (Hz)	Reverberasyon süresi - sn.			
	6/C4	6/C5	6/C6	6/C7
100	1,63	1,94	1,58	1,65
125	0,88	0,9	0,9	1,06
160	1,34	1,19	1,05	1,11
200	0,91	0,97	0,94	1,01
250	0,92	0,85	1,1	1,04
315	1,06	1,12	0,99	0,97
400	0,9	0,93	1,03	0,89
500	0,83	1,2	1,02	0,85
630	0,85	0,95	0,81	0,78
800	0,76	0,76	0,78	0,8
1000	0,82	0,82	0,8	0,83
1250	0,77	0,75	0,85	0,77
1600	0,79	0,83	0,72	0,79
2000	0,84	0,94	0,89	0,92
2500	1,05	1,08	1,09	1,05
3150	0,91	0,89	0,92	0,97
4000	0,94	1	0,96	0,97
5000	0,94	0,94	0,93	0,94
6300	0,85	0,85	0,78	0,85
8000	0,73	0,73	0,69	0,71

EK-1. (devam). Reverberasyon Ölçümleri Ve Yapı Kabuğu Ses Azalım İndeksi Hesaplama Grafikleri

Yapı kabuğu C, Ctr verileri







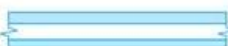











Örnek seçilen kule binası için 5. Ve 6. Katlarda cepheye ait R'w,res değerlerinin bulunmasının ardından, TS EN ISO 717-1:2013-06 standardında belirtilen ses seviyesi spektrumları ile Çizelge 1.0.3 ve Çizelge 1.0.4'de belirtilen C ve Ctr verileri hesaplanmıştır.

6. kat cephe yapı bileşeni ses azalım indeksi C,Ctr verileri

Frekans (Hz)	Rw	-36 dB kaydırılmış referans değerler	İstenmeyen sapma dB	Spektrum No:1 dB	Ln - Rw dB	$10^{(Ln - Rw)/10}$	Spektrum No:2 dB	Ln - Rw dB	$10^{(Ln - Rw)/10}$	
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	/ 10^{-5}	dB	dB	/ 10^{-5}	
100	13,6	-3	-	-29	-42,6	5,495408739	-20	-33,6	43,65158322	
125	10,7	0	-	-26	-36,7	21,3796209	-20	-30,7	85,11380382	
160	6,5	3	-	-23	-29,5	112,2018454	-18	-24,5	354,8133892	
200	11,7	6	-	-21	-32,7	53,70317964	-16	-27,7	169,8243652	
250	13,7	9	-	-19	-32,7	53,70317964	-15	-28,7	134,8962883	
315	15,9	12	-	-17	-32,9	51,2861384	-14	-29,9	102,3292992	
400	16,3	15	-	-15	-31,3	74,13102413	-13	-29,3	117,4897555	
500	16,9	16	-	-13	-29,9	102,3292992	-12	-28,9	128,8249552	
630	17	17	0	-12	-29	125,8925412	-11	-28	158,4893192	
800	14,9	18	3,1	-11	-25,9	257,0395783	-9	-23,9	407,3802778	
1000	11,6	19	7,4	-10	-21,6	691,8309709	-8	-19,6	1096,478196	
1250	13,2	20	6,8	-9	-22,2	602,5595861	-9	-22,2	602,5595861	
1600	15,8	20	4,2	-9	-24,8	331,1311215	-10	-25,8	263,0267992	
2000	11,6	20	8,4	-9	-20,6	870,96359	-11	-22,6	549,5408739	
2500	*	20	*	-9	*	*	-13	*	*	
3150	*	20	*	-9	*	*	-15	*	*	
Toplam=29,9 < 32 Rw = 52 - 36 Db = 16 dB				Toplam = 3353,647 x 10 ⁻⁵ -10 log toplam = 14,744 C = 15 - 16 dB = -1 dB			Toplam = 4214,418 x 10 ⁻⁵ -10 log toplam = 13,752 Ctr = 14 - 16 dB = -2 dB			

* Ölçülemediği.

EK-2. Yapılarda kullanılan standart cam kombinasyonlarının ses yalıtım performansları grafiği

Performans R_w (dB)		Tipik cam modülasyonları
25		4 mm tek cam
28		6 mm tek cam
		4mm cam + 12 mm hava + 4mm cam
30		6mm cam + 12 mm hava + 6mm cam
		10 mm tek cam
33		12 mm tek cam
		6mm cam + 12 mm hava + 8mm cam
35		10 mm lamine tek cam
		4mm cam + 12 mm hava + 10mm cam
38		6mm cam + 12 mm hava + 10mm cam
		12 mm lamine tek cam
40		10mm cam + 12 mm hava + 6mm lamine cam
		19 mm lamine tek cam
		10mm cam + 50 mm hava + 6mm cam
43		6mm cam + 100 mm hava + 6mm cam
		12mm lamine cam + 12 mm hava + 10mm cam
45		6mm lamine cam + 200 mm hava + 10mm pervaz
		17mm cam + 12 mm hava + 10mm cam

Farklı cam kombinasyonlarının ses azaltım değerleri

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Burçin Ece BIYIKLI
Uyuğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.12.1989, Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (535) 5888150
Faks : -
E-Posta : ecebiyikli@gmail.com



Eğitim

Derece

Lisans

Lise

Okul/Program

Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakóltesi
Mimarlık Bölümü

Gölbaşı Anadolu Lisesi

Mezuniyet tarihi

2011

2007

İş Deneyimi

Yıl

2015-...

2012-2015

2011-2012

Çalıştığı Yer

Epik Holding

Ankara Alüminyum

Ercan Çoban Mimarlık

Görev

Mimar

Mimar

Mimar

Yabancı Dil

İngilizce (iyi), Fransızca (başlangıç)

Hobiler

Karakalem resim, spor



GAZİ GELECEKTİR..