

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GIYDİRME CAM CEPHELİ FARKLI FONKSİYONLARA SAHİP
BİNALARIN, SES YALITIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Durul Şan YÜZGEÇ

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü Ve Yapı Teknolojisi Programı

ARALIK 2017

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GIYDIRME CAM CEPHELİ FARKLI FONKSİYONLARA SAHİP
BİNALARIN, SES YALITIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Durul Şan YÜZGEÇ
(502131519)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü Ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sevtap YILMAZ

ARALIK 2017

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502131519 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Durul Şan YÜZGEÇ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “GİYDİRME CAM CEPHELİ FARKLI FONKSİYONLARA SAHİP BİNALARIN, SES YALITIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Sevtap YILMAZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Y. Doç. Dr. Nurgün TAMER BAYAZIT**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 17 Kasım 2017
Savunma Tarihi : 13 Aralık 2017





Aileme,



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitime başladığım andan itibaren engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, bu çalışma süresince de ilgi ve yardımlarını benden hiç esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Sevtap Yılmaz başta olmak üzere, yüksek lisans eğitimi boyunca bilgilerinden yararlandığım Yrd. Doç. Dr. Nurgün Tamer Bayazıt ve diğer tüm derslerin yürütücülerine, tezimi hazırlama süresince anlayışları ve destekleri için patronlarım Hazım Yardımcı ve Tamer Aydın'a, yardımlarını ve sabırlarını benden hiç eksik etmeyen tüm arkadaşlarıma ve son olarak her zaman yanımda olup maddi manevi yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Kasım 2017

Durul Şan Yüzgeç
(Mimar)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÖZET	xxv
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tarihçe.....	1
1.2 Tezin Amacı	2
2. GIYDIRME CAM CEPHELERİN İNCELENMESİ	5
2.1 Pencere Olarak Kullanılan Camların İncelenmesi	5
2.2 Bina Kabuğu Olarak Kullanılan Camların İncelenmesi.....	7
2.2.1 Cephe kaplamaları olarak kullanılan camların incelenmesi	9
2.3 Malzeme Olarak Cam ve Cam Çeşitlerinin İncelenmesi	10
2.3.1 Malzeme olarak camın çeşitleri	10
2.3.2 Ses Bariyeri olarak kullanılan camların incelenmesi	16
2.4 Giydirme Cephe Türlerinin İncelenmesi.....	17
2.4.1 Giydirme cephe türleri	18
3. GIYDIRME CAM CEPHELERİN SES YALITIMI VE STANDARTLAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	23
3.1 Giydirme Cam Cephelerin Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi.....	24
3.1.1 Çift katmanlı giydirme cam cepheler.....	27
3.1.2 Yanal ses iletimi.....	28
3.1.3 Yanal ses iletimi ile gerçekleşen kayıp	30
3.1.4 Yatay ve dikey alüminyum elemanlarındaki ses yolları	30
3.1.5 Kompozit sistemin ses yalıtım performansı.....	31
3.1.6 Boşluklar ve açıklıkların ses yalıtımına etkisi	32
3.1.7 Giydirme cephelerin çok disiplinli tasarım hükümleri ve ses yalıtımı açısından değerlendirilmesi	32
3.2 Giydirme Cam Cepheler Üzerine Yapılan Araştırmalar	37
3.2.1 Laboratuvar girdileri ve cephe ses yalıtımı araştırmaları.....	38
3.2.2 Yanal ses geçişi tahmin metodları	39
3.3 Ses Yalıtımı İle İlgili Standartlar ve Yönetmelikler.....	40
3.3.1 ASTM standart test metodu ve ölçüm prosedürü.....	41
3.3.2 ISO standart test metodu ve ölçüm prosedürü	43
3.3.2.1 Yapı performansını ifade eden büyüklükler.....	44
3.3.2.2 Eleman performansını ifade eden büyüklükler	46
3.3.2.3 Hesaplama yöntemleri.....	46

3.3.3 ISO ve ASTM standartlarının karşılaştırılması.....	49
3.3.4 Türkiye’de ses yalıtımı ile ilgili kullanılan yönetmelikler	52
4. FARKLI FONKSİYONA AİT BİNA TİPLERİNİN TASARIMI, AKUSTİK GEREKSİNİMLERİ VE MALZEME SEÇİMİ	53
4.1 Farklı Fonksiyona Ait Bina Tiplerinin Tasarım Süreci ve Projede Kullanılan Yöntemler.....	53
4.2 Tasarlanan Örnek Yapı Mimari Planları	53
4.2.1 Örnek hastane yapısı mimari planları.....	54
4.2.2 Örnek ofis yapısı mimari planları.....	56
4.2.3 Örnek otel yapısı mimari planları.....	57
4.2.4 Örnek eğitim yapısı mimari planları	58
4.2.5 Örnek konut yapısı mimari planları	59
4.3 Farklı Fonsiyona Sahip Bina Tiplerinin Yapı Elemanlarının Malzeme Seçimleri	61
4.3.1 Projede kullanılacak olan giydirme cam cephelerin cam çeşitleri	62
4.4 Örnek Bina Cephesi ve Çevresindeki Gürültü Değerleri	65
4.5 Değerlendirilen Yapının Nokta Detay Ve Program Bilgileri	66
4.6 Farklı Fonksiyona Sahip Bina Tipleri Ve Akustik Gereksinimleri	66
4.6.1 Hastane yapıları.....	67
4.6.1.1 Yönetmelikte yer alan hastane yapısı iç gürültü düzeyleri	68
4.6.2 Ofis yapıları.....	68
4.6.2.1 Yönetmelikte yer alan ofis yapısı iç gürültü düzeyleri	70
4.6.3 Otel yapıları.....	71
4.6.3.1 Yönetmelikte yer alan otel yapısı iç gürültü düzeyleri	71
4.6.4 Eğitim yapıları.....	71
4.6.4.1 Yönetmelikte yer alan eğitim yapısı iç gürültü düzeyleri	72
4.6.5 Konut yapıları.....	73
4.6.5.1 Yönetmelikte yer alan konut yapısı iç gürültü düzeyleri	73
4.7 Projede Kullanılan Simülasyon Programları ve Alınan Kabuller	74
4.7.1 INSUL Versiyon 8 simülasyon programı.....	75
4.7.2 SON Architect simülasyon programı	75
5. FARKLI FONKSİYONA SAHİP GIYDIRME CAM CEPHELİ BİNA TİPLERİNİN SES YALITIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	77
5.1 Tasarlanan Mimari Planlardaki Yapı Elemanlarının Ses Sınıf Değerlerinin Belirlenmesi.....	77
5.2 Çalışmanın Simülasyon Programları İle Hazırlanması Süreci	79
5.3 Örnek Hastane Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi.....	81
5.3.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede bulunan cam giydirme cephe hastane binasının değerlendirilmesi	83
5.3.1.1 Tek yataklı hasta odaları	83
5.3.1.2 İki ve üç yataklı hasta odaları.....	97
5.3.1.3 75 dBA’lık gürültü bölgesinde yer alan hastane yapısının değerlendirilmesi.....	98
5.3.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgede bulunan hastane binasının değerlendirilmesi	99
5.3.2.1 Tek yataklı hasta odaları	99
5.3.2.2 İki ve üç yataklı hasta odaları.....	105
5.3.2.3 70 dBA’lık gürültü bölgesinde yer alan hastane binasının değerlendirilmesi.....	105

5.3.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan hastane binasının değerlendirilmesi.....	108
5.3.3.1 Tek yataklı hasta odaları	108
5.3.3.2 İki ve üç yataklı hasta odaları.....	111
5.3.3.3 65 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan hastane binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	111
5.4 Örnek Ofis Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi	114
5.4.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede yer alan ofis binasının değerlendirilmesi.....	116
5.4.1.1 75 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan ofis binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	117
5.4.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgede yer alan ofis binasının değerlendirilmesi.....	117
5.4.2.1 70 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan ofis binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	120
5.4.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan ofis binasının değerlendirilmesi.....	123
5.4.3.1 65 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan ofis binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	126
5.5 Örnek Otel Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi	127
5.5.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede yer alan otel binasının değerlendirilmesi.....	129
5.5.1.1 75 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan otel binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	130
5.5.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgede yer alan otel binasının değerlendirilmesi.....	133
5.5.2.1 70 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan otel binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	134
5.5.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan otel binasının değerlendirilmesi.....	134
5.5.3.1 65 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan otel binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	137
5.6 Örnek Eğitim Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi.....	138
5.6.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede yer alan eğitim yapısının değerlendirilmesi.....	142
5.6.1.1 75 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan eğitim yapısının sonuçlarının değerlendirilmesi	142
5.6.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgedeki eğitim yapısının değerlendirilmesi.....	143
5.6.2.1 70 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan eğitim yapısının sonuçlarının değerlendirilmesi	146
5.6.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan eğitim yapısının değerlendirilmesi.....	146
5.6.3.1 65 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan eğitim yapısının sonuçlarının değerlendirilmesi	149
5.7 Örnek Konut Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi	152
5.7.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede yer alan konut binasının değerlendirilmesi.....	154
5.7.1.1 75 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan konut binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	157

5.7.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgede yer alan konut binasının değerlendirilmesi	157
5.7.2.1 70 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan konut binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	158
5.7.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan konut binasının değerlendirilmesi	161
5.7.3.1 65 dBA gürültü bölgesinde yer alan konut binasının sonuçlarının değerlendirilmesi	162
6. SONUÇ	165
EKLER	171
ÖZGEÇMİŞ	189



KISALTMALAR

ASTM	: Amerika Birleşik Devletleri Malzeme Test Topluluğu (American Society for Testing Materials)
BREEAM	: Bina Araştırma Kurumu Çevre Değerlendirme Yöntemi (Building Research Enstitute Environmental Assesment Method)
EN	: Avrupa Standartları (European standards)
LEED	: Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (Leadership in Energy and Environment Design)
NC	: Gürültü Kriter Eğrileri (Noise Criterion)
NRC	: Gürültü Azaltma Katsayısı (Noise Reduction Coefficient)
RC	: Oda Kriterleri (Room Criteria)
RT	: Çınlama Süresi (Reverberation Time)
STC	: Ses Geçiş Sınıfı (Sound Transmission Class)
STI	: Konuşma İletim İndeksi (Speech Transmission Index)
TS	: Türk Standardı



SEMBOLLER

A	: Alan - Area
D_n	: Normalleştirilmiş ses seviye farkı - Normalized level difference
D_{nTw}	: Standartlaştırılmış ses seviye farkı - Standardized level differences
D_{nT,w}	: Standartlaştırılmış ağırlıklı ses seviye farkı - Weighted standardized level difference
D_{nT,w+Ctr}	: Standartlaştırılmış ağırlıklı ses seviye farkı ve trafik gürültüsü düzeltme terimi - Weighted standardized level difference with spectrum adaption term
L_{Aeq}	: Eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi - A-weighted, Equivalent Sound Level
R	: Ses azaltma indeksi - Sound reduction index
R'	: Görünen ses azaltma indeksi - Apparent Sound Reduction Index
R_w	: Ağırlıklı ses azaltma indeksi - Weighted sound reduction index
R'_w	: Görünen ağırlıklı ses azaltma indeksi - Weighted apparent sound reduction index
T/RT60	: Çınlama süresi - Reverberation time
V	: Hacim - Volume
α	: Emicilik katsayısı - Absorbent coefficient



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Tipik düz camlarda kullanılan saf materyaller [3].	11
Çizelge 3.1 : Ürün bazlı tiriz modifikasyonlarına sahip ürün çeşitleri [11].	37
Çizelge 3.2 : TS EN 12354-3'te yer alan bazı farklı cephe şekilleri ve kaynak yönelimleri için cephe şekli ve seviye farkları [13].	49
Çizelge 3.3 : ASTM ve ISO standartlarındaki ses yalıtımı bilgilerinin karşılaştırılması [11].	50
Çizelge 4.1 : Örnek tasarlanan bina projesindeki kullanılan yapı elemanlarının bilgileri [15].	61
Çizelge 4.2 : Örnek tasarlanan bina üzerinde denenecek olan farklı çeşitteki cam tipi ve sistem bilgileri.	62
Çizelge 4.3 : Çalışma için seçilen farklı frekans değerlerine sahip gürültü bölgeleri için ses değerleri.	65
Çizelge 4.4 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan hastane yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].	68
Çizelge 4.5 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan ofis yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].	70
Çizelge 4.6 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan otel yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].	71
Çizelge 4.7 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan eğitim yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].	72
Çizelge 4.8 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan konut yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].	73
Çizelge 5.1 : Tasarlanmış olan bina projelerinde kullanılacak olan yapı elemanların Rw bilgileri.	77
Çizelge 5.2 : Tasarlanmış olan bina üzerinde denenecek olan farklı çeşitlerdeki cam tipleri ve Rw bilgileri.	78
Çizelge 5.3 : Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	86
Çizelge 5.4 : 75 dBA'lık gürültü bölgesindeki hastane yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	99
Çizelge 5.5 : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	100

Çizelge 5.6 : Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	103
Çizelge 5.7 : 70 dBA'lık gürültü bölgesindeki hastane yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	105
Çizelge 5.8 : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	106
Çizelge 5.9 : Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	109
Çizelge 5.10 : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	112
Çizelge 5.11 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki hastane yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	114
Çizelge 5.12 : 75 dBA'lık gürültü bölgesindeki ofis yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	117
Çizelge 5.13 : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	118
Çizelge 5.14 : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	121
Çizelge 5.15 : 70 dBA'lık gürültü bölgesindeki ofis yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	123
Çizelge 5.16 : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	124
Çizelge 5.17 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki ofis yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	126
Çizelge 5.18 : 75 dBA'lık gürültü bölgesindeki otel yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	130
Çizelge 5.19 : Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	131
Çizelge 5.20 : 70 dBA'lık gürültü bölgesindeki otel yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	134
Çizelge 5.21 : Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	135
Çizelge 5.22 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki otel yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	137
Çizelge 5.23 : Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.	139
Çizelge 5.24 : 75 dBA'lık gürültü bölgesindeki eğitim yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.	143

Çizelge 5.25 : Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.....	144
Çizelge 5.26 : 70 dBA'lık gürültü bölgesindeki eğitim yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.....	146
Çizelge 5.27 : Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.....	147
Çizelge 5.28 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki eğitim yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.....	149
Çizelge 5.29 : Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.....	150
Çizelge 5.30 : Örnek konut yapısında yer alan salon ve yatak odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.....	155
Çizelge 5.31 : 75 dBA'lık gürültü bölgesindeki konut yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.....	157
Çizelge 5.32 : Örnek konut yapısında yer alan salon ve yatak odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.....	159
Çizelge 5.33 : 70 dBA'lık gürültü bölgesindeki konut yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.....	161
Çizelge 5.34 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki konut yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.....	162
Çizelge 5.35 : Örnek konut yapısında yer alan salon ve yatak odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.....	163
Çizelge 6.1: Çalışma sonunda elde edilen bilgiler doğrultusunda bina tiplerine göre kullanılacak minimum ve maksimum değerdeki camlar ve yönetmelik ile elde edilecek olan sınıf değerleri.....	167



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Chartres Katedrali, Fransa 1194-1260 [1].....	6
Şekil 2.2 : Carson Pirie Scott Binası, Şikago, 1898, mimar Louis Sullivan [1].....	7
Şekil 2.3 : Chartres Katedrali [1].....	7
Şekil 2.4 : Lamine cam diyagramı (Viracon 2006) [3].....	12
Şekil 2.5 : Lamine cam diyagramı [3].	15
Şekil 2.6 : (a) Giydirme cephe çubuk sistem detayı [5]. (b) Giydirme cephe ünite sistem detayı [5].	19
Şekil 2.7 : (a) Giydirme cephe panel sistem detayı [5]. (b) Giydirme cephe yatay camlı sistem detayı [5].	20
Şekil 2.8 : (a) Giydirme cephe strüktürel contalama sistem detayı [5]. (b) Giydirme cephe strüktürel cam cıvata sistem detayı [5].	21
Şekil 3.1 : Giydirme cephe sistemlerinde akustik konular [7].	24
Şekil 3.2 : Giydirme cephe sistemi kesiti üzerinden oluşabilen ses geçiş yollarının ifadesi [7].	25
Şekil 3.3 : Ünitelenmiş dikey tirizleri oluşturan tüm elemanların ayrıştırılma süreci (a) kapalı bir tiriz (d) tüm parçalarına ayrılmış tiriz [8].	26
Şekil 3.4 : Çift kat giydirme cephe sistemleri tipleri: Ayrıcılar [9].....	28
Şekil 3.5 : Çift kat giydirme cephe sistemleri tipleri: Rüzgar yönü [9].....	28
Şekil 3.6 : İki oda arasında bulunan duvardan yanal ses geçiş yolları [10].....	29
Şekil 3.7 : Cephe yüzeyine gelen gürültünün yanal geçiş yolları.....	29
Şekil 3.8 : Giydirme cam cephenin plan diyagramı üzerinden 5 ses geçiş yolunun belirtilmesi [10].	31
Şekil 3.9 : Yüksek bir STC değerine sahip duvar ile düşük STC değerine sahip bir tirizin kompozit performansının değerlendirilmesi [10].....	31
Şekil 3.10 : Giydirme cam cephe tiriz kesiti üzerinden dikkat edilmesi gereken noktalar ve noktaların konu alanı [11].	32
Şekil 3.11 : Ses yalıtımının güçlendirilmesi için tiriz üzerinde yapılabilecek detay modifikasyonlarının kategorileri [11].	35
Şekil 3.12 : Laboratuvarda ölçülmüş normal tiriz ile akustik performansı arttırılmış tirizin STC değerleri ve kesitleri [11].	40
Şekil 3.13 : Deney ile elde edilmiş bir ses geçiş eğrisi ile STC referans değerinin noktasının karşılaştırılması [11].	43
Şekil 3.14 : Cephe şekli ve seviye farkı ile ilgili parametrelerin ifadesi [13].	48
Şekil 3.15 : ISO 12354'te belirtilen odalar arası ses geçiş yolları.....	51
Şekil 4.1 : Tasarlanmış örnek binanın planı.	54
Şekil 4.2 : Tasarlanmış örnek hastane planı.	55
Şekil 4.3 : Tasarlanmış örnek hastane planında yer alan hasta odaları ve alanları... ..	55
Şekil 4.4 : Tasarlanmış örnek ofis planı.	56
Şekil 4.5 : Tasarlanmış örnek ofis planı toplantı odaları ve idari odalarının planları.....	57
Şekil 4.6 : Tasarlanmış örnek otel planı.	57

Şekil 4.7 : Tasarlanmış örnek otel planı otel odalarının alan ve detaylı planları.....	58
Şekil 4.8 : Tasarlanmış örnek eğitim yapısı planı.....	59
Şekil 4.9 : Tasarlanmış örnek eğitim yapısı planı ve derslik alanları.....	59
Şekil 4.10 : Tasarlanmış örnek konut planı.....	60
Şekil 4.11 : Tasarlanmış örnek konut planındaki salon ve yatak odalarının alanları.....	60
Şekil 4.12 : (a) Döşeme ve giydirme cam cephe birleşim detay çizimi (b) Projede yer alan iç duvarlar ile giydirme cam cephe birleşim detayı.....	66
Şekil 5.1 : Son Architect programına dış mekandan cepheyi etkileyen frekanslara göre gürültü değerleri girilmiştir.....	79
Şekil 5.2 : Son Architect'te hesaplaması yapılması istenen parametreler girilmiştir.....	80
Şekil 5.3 : Autocad programından alınmış olan mimari planların Son Architect'te çizimi.....	80
Şekil 5.4 : Son Architect programında cephe faktörünün seçimi.....	81
Şekil 5.5 : Hastane projesinin Son Architect programına eklenilmiş şekli.....	82
Şekil 5.6 : Hasta odalarının Son Architect programı üzerinden korumalı odalar olarak belirlenmesi.....	82
Şekil 5.7 : Hasta odalarının numaralandırılması.....	83
Şekil 5.8 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı ses basınç grafiğinin yer aldığı sonuç verisinin üst bölümü ve tasarlanmış mimari plandaki konumu.....	85
Şekil 5.9 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı ses basınç grafiğinin yer aldığı sonuç verisinin orta bölümü.....	85
Şekil 5.10 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı ses basınç grafiğinin yer aldığı sonuç verisinin alt bölümü.....	88
Şekil 5.11 : Son Architect programında yer alan yanal geçişlerin numaralandırılmış hali.....	89
Şekil 5.12 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı yanal geçişlerin ses basınç grafiğinin yer aldığı raporun alt bölümü.....	89
Şekil 5.13 : Şekil 5.43'de sarı renk ile belirtilen yanal geçişi ifade eden 4 yol ve Rij (dB) değerleri.....	90
Şekil 5.14 : Şekil 5.43'de yeşil renk ile belirtilen yanal geçişi ifade eden 2 yol ve Rij (dB) değerleri.....	91
Şekil 5.15 : Şekil 5.43'de turuncu renk ile belirtilen yanal geçişi ifade eden 2 yol ve Rij (dB) değerleri.....	92
Şekil 5.16 : Şekil 5.43'de kırmızı renk ile belirtilen yanal geçişi ifade eden 4 yol ve Rij (dB) değerleri.....	93
Şekil 5.17 : 34 mm kalınlığındaki Tip 13 camın Şekil 5.43'de belirtilmiş oda konumundaki direk ses geçişi ses azaltım grafiği.....	94
Şekil 5.18 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı yanal geçişlerin ses basınç grafiğinin yer aldığı raporun üst bölümü.....	94
Şekil 5.19 : Son Architect ile elde edilmiş 6+16+8mm kalınlığındaki (Tip 26) camın 1 numaralı oda üzerindeki ses basınç grafiği.....	95
Şekil 5.20 : Son Architect ile elde edilmiş 6+16+12,76mm (6-6lık Lamine Cam) kalınlığındaki (Tip 29) camın 1 numaralı oda üzerindeki ses basınç grafiği.....	96
Şekil 5.21 : Son Architect ile elde edilmiş 6+16+8mm kalınlığındaki (Tip 26) camın 1 numaralı oda üzerindeki her bir yanal ses geçişin ses azaltım bilgisi.....	96
Şekil 5.22 : Son Architect ile elde edilmiş 6+16+12,76mm (6-6lık Lamine Cam) kalınlığındaki (Tip 29) camın 1 numaralı oda üzerindeki her bir yanal ses geçişin ses basınç grafiği.....	97

Şekil 5.23 : Son Architect ile elde edilmiş 34mm kalınlığındaki (Tip 13) camın 1 numaralı oda üzerindeki ses basınç grafiği.	102
Şekil 5.24 : Ofis projesinin Son Architect programına eklenilmiş şekli.	114
Şekil 5.25 : Ofis projesinin Son Architect programı üzerinden oda tiplerinin belirlenmesi.	115
Şekil 5.26 : Ofis projesinde incelenecek olan 3 odanın konumu.	115
Şekil 5.27 : Otel projesinin Son Architect programına eklenilmiş şekli.	127
Şekil 5.28 : Otel projesinin Son Architect programı üzerinden oda tiplerinin belirlenmesi.	128
Şekil 5.29 : Otel projesindeki otel odalarının numaralandırılması.	128
Şekil 5.30 : Eğitim yapısının Son Architect programına eklenilmiş şekli.	138
Şekil 5.31 : Eğitim yapısının Son Architect programı üzerinden oda tiplerinin belirlenmesi.	141
Şekil 5.32 : Eğitim yapısının dersliklerinin numaralandırılması.	141
Şekil 5.33 : Konut projesinin Son Architect programına eklenilmiş şekli.	152
Şekil 5.34 : Konut projesinin Son Architect programı üzerinden oda tiplerinin belirlenmesi.	153
Şekil 5.35 : Konut projesindeki Salon ve Yatak odalarının numaralandırılması. ...	153
Şekil A.1 : 6mm kalınlığındaki Tip 1 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	172
Şekil A.2 : 8mm kalınlığındaki Tip 2 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	172
Şekil A.3 : 10mm kalınlığındaki Tip 3 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	173
Şekil A.4 : 16mm kalınlığındaki Tip 4 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	173
Şekil A.5 : 18mm kalınlığındaki Tip 5 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	174
Şekil A.6 : 20mm kalınlığındaki Tip 6 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	174
Şekil A.7 : 22mm kalınlığındaki Tip 7 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	175
Şekil A.8 : 24mm kalınlığındaki Tip 8 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	175
Şekil A.9 : 26mm kalınlığındaki Tip 9 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	176
Şekil A.10 : 28mm kalınlığındaki Tip 10 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	176
Şekil A.11 : 30mm kalınlığındaki Tip 11 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	177
Şekil A.12 : 32mm kalınlığındaki Tip 12 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	177
Şekil A.13 : 34mm kalınlığındaki Tip 13 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	178
Şekil A.14 : 36mm kalınlığındaki Tip 14 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	178
Şekil A.15 : 38mm kalınlığındaki Tip 15 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	179
Şekil A.16 : 40mm kalınlığındaki Tip 16 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	179

Şekil A.17: 42mm kalınlığındaki Tip 17 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	180
Şekil A.18: 44mm kalınlığındaki Tip 18 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	180
Şekil A.19: 6+20+6mm kalınlığındaki Tip 19 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	181
Şekil A.20: 6+20+8,76mm kalınlığındaki Tip 20 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	181
Şekil A.21: 6+20+8mm kalınlığındaki Tip 21 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	182
Şekil A.22: 6+20+10,76mm kalınlığındaki Tip 22 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	182
Şekil A.23: 6+20+12,76mm kalınlığındaki Tip 23 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	183
Şekil A.24: 8+20+12,76mm kalınlığındaki Tip 24 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	183
Şekil A.25: 6+16+6mm kalınlığındaki Tip 25 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	184
Şekil A.26: 6+16+8mm kalınlığındaki Tip 26 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	184
Şekil A.27: 6+16+8,76mm kalınlığındaki Tip 27 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	185
Şekil A.28: 6+16+10,76mm kalınlığındaki Tip 28 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	185
Şekil A.29: 6+16+12,76mm kalınlığındaki Tip 29 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	186
Şekil A.30: 8+16+13,52mm kalınlığındaki Tip 30 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	186
Şekil A.31: 10+16+13,52mm kalınlığındaki Tip 31 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.	187

GIYDİRME CAM CEPHELİ FARKLI FONKSİYONLARA SAHİP BİNALARIN, SES YALITIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte hafif ve şeffaf konstrüksiyon malzemelerinin bina cephelerinde kullanılması büyük bir hız kazanmıştır. Bu kullanım, çevre kontrolü ve yapı teknolojileri bakımından birçok problemi beraberinde getirmiştir. Giydirme cam cephe sistemlerinin yapıda kullanılması ısı, aydınlatma gibi konfor problemlerini ortaya çıkarmasının yanı sıra gürültü açısından da birçok probleme sebep olmaktadır.

Çağdaş mimari eleman olan giydirme cam cephe sistemlerinin bilinçsizce kullanımı sonucunda iç mekânda gürültü problemleri meydana gelmektedir. Çalışmanın konusu bu problemleri en aza indirmeyi sağlayacak uygulamaların mimarlar ve tasarımcılar için belirlenmesini ve çözüm önerilerinin ortaya konulmasını sağlamaktır. Çalışmada giydirme cam cephe sistemlerinin sıkça kullanıldığı farklı fonksiyona sahip bina tiplerinin, 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik”ine uygun ses yalıtımı elde edilebilmesi için, giydirme cam cephelerde kullanılması gereken cam çeşitlerinin belirlenmesini ve çözüm önerilerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır.

Çalışmada öncelikle ülkemizde sıkça kullanılan giydirme cam cephe sistemlerindeki 31 adet cam detayının bilgileri “INSUL Versiyon 7” programı ile elde edildi. Program ile elde edilen giydirme cam cephelerin akustik performans değerleri, İstanbul’da yer alan 3 ayrı gürültü bölgesindeki ses seviyelerinin farklı fonksiyona sahip bina tipleri üzerindeki etkileri akustik yazılım programı olan “SON Architect” ile değerlendirildi. Elde edilen son değerler 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik”i ile karşılaştırılarak giydirme cam cephe sistemlerinde seçilecek olan camların yönetmelikte karşıladığı sınıf değerleri belirlendi.

Bu sonuçlar, Türkiye’de standart olarak kullanılan cam çeşitlerinin 65dBA’lık bir gürültü bölgesinden daha yüksek bir gürültü seviyesine sahip olan bölgelerde kullanılması durumunda yönetmelikten eski yapılar için geçer sınıf olan D sınıfını dahi sağlayabilmesinin oldukça zor olduğunu gösterdi. Yönetmelikten daha yüksek sınıf değerlerinin elde edilebilmesi için en ağır ve en maliyetli camların kullanılması gerektiği sonucuna varıldı. Gürültü seviyesi 75dBA’yı geçtiği durumlarda ise standart olarak kullanılan camlardan hiçbirinin çalışmada değerlendirilmiş fonksiyona sahip bina tipinden geçer sınıfı elde edemediği gözlemlendi.



STUDY OF THE GLASS CURTAIN WALL FACADES SOUND INSULATION ON DIFFERENT TYPE OF BUILDINGS

SUMMARY

With the development of technology, the use of light and transparent construction materials on building facades has gained a speed. In addition to this usage, it brings many problems in terms of environmental control and construction technologies. The use of glass curtain wall facade systems in construction has caused many problems in terms of noise as well as causing comfort problems such as heat and lighting.

The study is about the contemporary architectural element of the glass facade systems and to understand the problems and minimize them for architects and designers to determine and propose solutions about glass curtain walls. In the study, it is possible to determine the systems to be used in the glass facades and to find the solution proposals so that sound insulation can be obtained in accordance with the standards in the different types of action buildings.

First part of the thesis scopes the problems of using glass facades in a meaning of acoustis. Useage of glass curtain wall without knowing the environment in Turkey is shown and gives insights of why it is important to know the environment before taking an action. Then the projects main goal is explained in this part, which is to determine the paths that designers will follow in order to be able to comply with regulations that are more durable and published against the noise problems of curtain glass facade technology.

The second part of the thesis mainly the literature background of the glass material and also curtain wall system history. After the production of glassware, the transition to architecture did not last very long. This practice, which dates back to the first century after Milat, has been applied architecturally in many different cultures (painted and patterned). The first point that this application started with is window construction.

The roots of the curtain glass technology are based on the construction of 19th-century and glass greenhouses. The development in the glass facade system has become quite common and it can come from the top of many problems. The simplest piece of glass is sand. Sand comes out to be the cheapest material on earth. The glass has two widely used areas. These are the architecture and the automotive industry. The simplest piece of glass is a sand. Sand comes out to be the cheapest material on earth. The glass has two widely used areas. These are the architecture and the automotive industry.

The glass types used in the curtain wall system and the curtain wall systems are examined in the second chapter. Glass types like mono, laminated and insulated glasses examined. Glass curtain wall types are explained as unitized, panel and as suspended.

In section 3, the sound insulation of glass curtain wall facades is evaluated in terms of standards. There is limited research on noise in building design. Designers generally agree with the manufacturer during the selection of the glass facade and move by relying on the materials they choose. Acoustically, the result is dependent on the decisions of companies that do not even have sound transitions on their materials. Acoustic precautions to be taken on curtain glass facades affect the design of the glass facades due to the thermal, structural, fire and smoke protection and architectural details.

Double-skin glass curtain walls are also discussed in the section 3. One of the main problem in the curtain wall systems is flanking. The road of noise from flanking is an important issue in building design. This usually occurs at junctions of building elements. Within the scope of the study related to sound insulation, the curtain wall systems differ according to the installation, wall and connection details. The first thing to do about sound insulation is to ensure that the building is its own elements and that the building can do its own sound isolation. Sound insulation on a building, for example, should start with the design of the building according to the area where the building is located, not by reducing environmental noise or by working with movable loads. ASTM and ISO standards examined and compared in this part.

In section 4, the design, acoustical requirements and material selection of building types of different functions were evaluated. In this thesis study, the regulations and standards were taken into consideration and evaluations were made on the sample structures by using different types of curtain glass facades. These evaluations were addressed using the acoustic simulation programs INSUL and SON Architect, and the result of how the spatial organization of the sample structures and the material selection affected the sound transmission. The sample structure was taken as 30 meters wide and 20 meters long. Different space organization was organized according to 5 different building typologies in the same floor area and same facade form.

In the last section, the values of variable glass types are obtained in the study and the evaluation of all the values are compared with each other. The study starts with the INSUL Version 7 program which is providing information about the glass facade details frequently used in Turkey. The acoustic performance values of the glass facades which obtained by the INSUL program used in the acoustic software program SON Architect to evaluate the effects of sound levels in three different noise zones in Istanbul. Finally, the effects of glass facade systems are determined by comparing the data obtained with the regulation.

The results obtained in the calculations are also influenced by the room sizes and the facade dimensions of the rooms. When the results obtained, it was observed that the effect of the facade surface and the relation of the rooms in the building with the facade as well as the glass selections were observed. The result is that it is also a way to reduce the area of the glass surface in the front when less indoor space is desired on the buildings.

When 31 glass types evaluated as standard are considered, it is seen that 6 mm and 8 mm thick glasses, which are not frequently preferred today in singular glasses, often fail to pass the regulation class even in 65 dBA noise regions. The best results are obtained with 42 mm and 44 mm thick glasses whereas the best results with double layer glass are Type 23 and 8 + 16 + 13.52 mm (6 + 20 + 12.76 mm) It is possible to obtain with Type 30, which is laminar glass. In multi-layered glass, the worst results are generally obtained from the combination of 2 single glazing. When all kinds of glass are evaluated, higher values of single glasses compared to lamine glasses are observed as an indication of the increase in sound insulation by the increase of the mass in the building elements.

This has led to the conclusion that building types to be built in areas with such high noise levels must be careful when choosing the glass to be used in the selection of curtain wall facade, or otherwise evaluate the design.

Obtained results show that the use of standard glass varieties in Turkey for use on glass curtain facades in areas with a higher noise level than a noise area of 65 dBA, regulation called “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” can be used to provide only a passing grade (D) with the heaviest and most costly glasses need to be used. When the noise level exceeds 75 dBA, it is observed that none of the glass used as a standard has obtained validity from any type of building.



1. GİRİŞ

“Giydirme cam cepheler” ve “Giydirme cam cephe teknolojisi” terimleri günümüzde oldukça sık kullanılan, bina teknolojisinde binanın kabuğunu oluşturan bileşenleri tanımlayan terimlerdir. Bu terimlerde kullanılan “cam cephe” ifadesi binanın yüzeyini tanımlayan anlamdaş bir sözcük olarak kullanılır. Bu giydirme cam cephelerin ana tasarım kriterleri, binaya yüksek saydamlık katması ve strüktürün açıkta kalmasıdır.

Yüksek saydamlık, strüktürün şeklinin kaybedilmesi ve nokta bağlantılı olmak cam cepheyi tanımlıyor olsa da teknoloji sadece bu kullanışlarla sınırlı kalmamıştır. Tasarım açısından strüktürün ortaya çıkması onun gizlenmesinden çok, ortaya çıkmasını daha olumlu karşılamaktadır. Bununla birlikte kullanım durumuna göre günümüzde bu transparanlığı yok edecek sistemler de geliştirilmiştir.

Giydirme cam cephe sistemleri büyük bir gelişim ve değişim sağlayabilmiş türden bir sistemdir. Tüm basit tipteki binalarda uygulanabilirliğinin yanı sıra karmaşık bir yapıyı tamamlayacak, hatta binanın dışına yapılacak olan uygulamalarda irrasyonel geometriler ortaya çıkarabilecek sonuçlar sunabilir.

Bu tez çalışmasında ise, dünyada olduğu gibi ülkemizde de sıkça kullanılan giydirme cam cephe sistemlerindeki cam çeşitlerinin farklı fonksiyona sahip bina tipleri üzerindeki ses yalıtımı performanslarının 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Yönetmeliği” ile kıyaslanarak yapıların akustik tasarımında alınacak önlemler değerlendirilmiştir.

1.1 Tarihçe

Giydirme cam cephe teknolojisi yeni bir sistem değildir. Bu sistem, çeşitli şekillerde ve yenilikçi deneysel sistemler olarak geçen üç yüz yıl süresince denenmektedir. Bu sistemin ana olarak ilk görüldüğü yerlerden biri Kuzey Avrupa bölgesidir. Wigginton’ın (1996) yayınladığı “Mimaride Cam” kitabında cam malzemesi için “Cam, birçok tartışmaya yol açan, insan tarafından keşfedilmiş en muhteşem

materyaldir” demiştir. Keşfi 4000 yıl önceye dayanan cam malzemesi, tahminen doğu Akdeniz bölgesinde tarihi bir çanağın içerisinden çıkararak, insanlığın o zamanlarda kum ve külün fırında ne çıkarabileceğini merak etmesi ile ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Camın retilmesi hakkındaki bir diğer tarihi hikye ise Amato’nun (1997) referans vererek anlattığı Güney Suriye ve Lübnan taraflarında yer alan eski Fenikelilerin Semi halkındaki denizcilerin sahilde soda üretmeye çalışırken (sodanın kl oluşturması) pişirme tavalarna kum kaçması ile sıcaklıkla birleşen kum ve küllerin saydam cam materyalinin ilk oluştuğu an olarak düşünülmektedir. Bu konu ile ilgili olarak birçok hikye anlatılmaktadır fakat her şekilde camın keşfinin bir kazaya dayandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Camın bir teknikle birlikte kullanılabilir olduğu dönem ise yaklaşık olarak 2 bin yıl öncesine dayanmaktadır. Bu teknik ilk olarak M.Ö. birinci yüzyılda Filistin sahillerinden Roma dünyasına yayılmıştır. Wigginton (1996) Roma İmparatorluğunda camın yapılış tekniğinin günümüzdeki soda şişelerinde bulunan yeşilimsi renkte bir saydamlığa sahip bir şekilde üretilmekte olduğunu belirtmektedir. Günümüzdeki bu camın formülü ise %69 silika kumu, %17 soda, %11 kireç-magnezyum ve %3 alüminyumdan oluşan şekildeki hali ile üretilmektedir. Camın retimindeki kimyasal karışımın formülünün tam olarak ortaya çıkması ise 18. ve 19. Yüzyılda bilim adamları tarafından anca elde edilmiştir [1].

1.2 Tezin Amacı

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte hafif ve şeffaf konstrüksiyon malzemelerinin bina cephelerinde kullanılması büyük bir hız kazanmıştır. Bu kullanım, yanında evre kontrolü ve yapı teknolojileri bakımından birçok problemi beraberinde getirmiştir. Giydirme cam cephe sistemlerinin yapıda kullanılması ısı, aydınlatma gibi konfor problemlerini meydana getirmesinin yanı sıra gürültü açısından da birçok problemi ortaya çıkartmaktadır.

Bu tez çalışmasında ise, bu gibi problemlerin belirlenmesi ve yapı tasarımında ses yalıtımı olarak ne gibi önlemler alınması gerektiği, 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Yönetmeliği” ile kıyaslanarak ele değerlendirilmiştir.

Giydirme cam cephe teknolojisinin gürültü problemlerine karşı daha dayanıklı ve yayımlanmış olan yönetmeliklerle uyum içinde olabilmesi için tasarımcıların izleyeceği yolların belirlenmesi çalışmanın ana hedeflerindedir.

Bina kabuğu teknolojilerinin en güncel ve en sık kullanılan örneklerinden olan giydirme cam cephelerdeki cam çeşitleri, farklı bina tiplerinde güncel ses yalıtımı yönetmeliğine ne kadar uygundur?





2. GİYDİRME CAM CEPHELERİN İNCELENMESİ

Cam malzemesinin üretiminden sonra mimariye geçişi çok uzun sürmemiştir. Milattan sonra birinci yüzyıla dayanan bu uygulama, birçok farklı kültürlerde farklı şekilde (boyanarak ve desenler verilerek) mimariye uygulanmıştır. Bu uygulamanın başladığı ilk nokta ise pencere yapımı olmuştur.

Erken zamanlarda cam yapımı süreci devlet tarafından gizli olarak yapılmıştır. Cam genellikle kral tarafından ödül olarak verilen bir materyal olarak kullanılmıştır. Zengin sınıfı için geliştirilen cam, yıllar boyunca üreticilere yapılan baskılarla daha geniş ve daha kaliteli cam üretimi yapılmasını sağlayarak camın evrim geçirecek günümüze kadar gelmesini sağlamıştır. Yıllar sonra camın kullanımındaki hız artarak Kuzey Avrupa'da 18. ve 19. yüzyıllarda birçok kişi tarafından yapılarında pencere olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise bu pencerelerin artık genellikle döşemeden tavana olan uygulamaları tercih edilmekte olup, bulunmadığı durumlarda ise normal pencere olarak kullanılır [1].

2.1 Pencere Olarak Kullanılan Camların İncelenmesi

Camın pencerelere uygulanması Roma İmparatorluğu dönemine dayanmaktadır. Pencerelerdeki cam ilk olarak dış etkenlere karşı iç mekânı izole etme amacı ile kullanılmıştır. Camlar, Roma dönemindeki kamusal hamamlarda havanın sızıntı yapmasını engellemek için uygulanmıştır. İlk camlı pencereler camın transparan tekniğinin tam olarak gelişmediği, daha opak ve yarı-saydam türdeki halidir. Camın pencerelerdeki ilk kullanımı cam malzemesinin saydamlığı ve görsel olarak dışarıyı gösteren bir yapısı olması değildir. İlk kullanım amacı güvenlik, dış çevreden ve doğal aydınlatmadan korunma nedeni ile kullanılmıştır. Milattan sonra 100'lerde Aleksandria bölgesinde bazı mucitler opak cam materyalini oksit ve manganez ile eriterek ilk saydam camı bulmuşlardır. Bu buluş sonrası cam, Roma'daki önemli binalardan Herculaneum ve Pompeii'de yer alan zengin ailelerin evlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Zayıf optik kaliteye sahip olmasına rağmen camın mimarinin geleceğini etkileyecek olan çalışmaları bu dönemde gerçekleşmiştir.

Camın ilkel olarak üflemleri ve döküm olarak üretim işleri milattan sonra birinci yüzyılda uygulanmıştır. Fakat üretim esnasında camın kalınlığı ve büyüklüğü ile ilgili çalışma yapmak oldukça zor olmuştur. Camın gerçek anlamda kontrol edilebilmesi ise Venedikli zanaatkarlar tarafından gerçekleştirilmiştir [1].

Cam materyalinin hızlı gelişimi ile mimariye entegre olması hızlı gerçekleştirilmiştir. Camın saydam olması ve düz bir şekilde üretilmesi mimarideki kullanımı ile aynı tarihlere dayanır.

Wigginton (1996) ilk gerçek camın mimarideki uygulamasının Kuzey Avrupa'da bir gotik binada gerçekleştiğini belirtmiştir. Strüktürel eleman olarak o dönemde yapılan büyük katedrallerde kullanılan kemerlerin, tonozların ve uçan payandaların taş çerçeveler oluşturması ile geniş açıklıklar oluşmuştur. Bu açıklıklardan da içeriye ışık alınması istenildiği için bu bölgelerde cam malzeme kullanılmıştır. Yöresel iklim koşulları nedeniyle o zamanlar binanın içine hava alınmasının çok da gerekli bir durum olmamasından dolayı ilk pencereler açılmaz bir şekilde üretilmiştir. En çok kilise yapılarında kullanılan camın mekâna daha dramatik bir etki katabilmesi için renkli olarak üretilmesi beklenmiştir. Fakat renkli cam yapımının zor olduğu o dönemde renkli camlar ancak küçük parçalar halinde üretilmiştir. Küçük parçaların açıklık için hazırlanan bir strüktür içerisine belirli bir tasarımla bir araya getirilerek uygulanması mozaik pencerelerin oluşmasına sebep olmuştur. Pencere üreticilerinin küçük camların bir araya getirilmesi için hazırladığı konstrüksiyon cam cephe sisteminin ilk adımı olarak kabul edilir. Strüktürel duvar çerçeveleri üzerinde yapılan cam sistemler Paris'te 12. ve 14. yüzyıllarda, yeni mimari üzerinde ise Luis Suvillan'ın işlerinde 19. Yüzyılda görülmüş ve bu taş çerçeve yerini çelik çerçeve sistemlerine bırakmıştır.



Şekil 2.1 : Chartres Katedrali, Fransa 1194-1260 [1].



Şekil 2.2 : Carson Pirie Scott Binası, Şikago, 1898, mimar Louis Sullivan [1].



Şekil 2.3 : Chartres Katedrali [1].

Cam üretiminin gelişimi ve camın ikincil olarak kullanımı İtalyan Rönesansı'nda gerçekleştiği belirtilir. 18. yüzyılda camlı pencereler Kuzey Avrupa'nın çok kullanılan bir öğesi olmuş ve çift kanatlı açılır pencerenin bu süreçte İngiltere'de geliştirilmiştir. Bu gelişimlerle birlikte pencere, mimari içerisinde tasarım tekniği anlamında önemli bir yer edinmiş ve kendi adına bir bransa sahip olmuştur. Camın mimaride bir branş olması, gelişimini hızlandırmış ve günümüzün giydirme cam cephe örneklerinin sunulmasına yardımcı olmuştur [1].

2.2 Bina Kabuğu Olarak Kullanılan Camların İncelenmesi

Giydirme cam cephe teknolojisinin kökeni 19. yüzyıldaki demire ve cam seraların yapımına dayanır. Bu yüzyıl mimaride endüstri devrimine tanıklık etmiş ve metalin mimarideki kullanımını bu dönemde Bitcon Bahçelerindeki Palm Evi, Richard Turner

ve Decimus Burton'un Kew bahçelerindeki Palm Evi ve Joseph Paxton'un Kristal Palası gibi mimari örnekleri ortaya çıkarmıştır.

Yığma yapıların sürecinin bitmesi ile birlikte Avrupa ve özellikle İngiltere'de strüktürde taş ve tuğlanın yerini yavaş yavaş demir ve çelik malzemeler almaya başlamıştır. Bu şekilde gelişim yaşamaya başlayan demir strüktürler hem yapıya esneklik katmakta hem de tasarımsal olarak daha özgür çalışmalar ortaya çıkmasını sağlamıştır. Endüstri devrimi ile birlikte çelik ve cam bir bina cephesi olarak mimariye giriş yapmıştır. Çelik çağında olan yükselme birçok yeni yapıda cam ile birlikte kullanıldığında sağladığı uyum bir anda tüm yapıların saydam olarak ortaya çıkmasına önayak olmuştur.

19. yüzyılın erken başlangıcında bu tip yapılar tasarımcı-peyzajcı ve inşaatçı olan JC Loudon ve Joseph Paxton tarafından oldukça ilgi görmüştür. O zamanlarda kullanılan yapıya karşılık gelişen bu sistemlerin, botanik bahçelerinde yaratacağı performans odaklı gelişimini etkilemiş ve bunun bir sanat olarak algılanmasına da ön ayak olacak olan yeni bir bina tipolojisinin ortaya çıkmasını sağlamışlardır. Bu yapıdaki bağlantıları tasarlayarak camı bir bina derisi gibi kullanılacak şekilde strüktüre yerleştirmeyi başarmışlardır. Bunun sayesinde cam bir strüktürel eleman olmaya başlamış ve sağlamlığı konusunda teknikler geliştirilmeye başlanmıştır [1].

Bina formunun strüktür ile çok hızlı bir şekilde gelişmesi ve botanik bahçede kullanılması bir anda popülerleşmiş ve kristal palaslar adı altında birçok yerde uygulanmaya başlanmıştır. Bu sürece kadar cam yapılarla ilgili örnek bulunmama ile birlikte uygulanan sistem sadece bazı tren istasyonlarının çatısında kullanılmıştır.

19. yüzyılın sonlarına doğru Avrupa ve Amerika'da ün kazanmaya başlayan şehirlerde yapılan yapılarda binaların genişmesi sebebiyle zorlamalar yaptığı gözlenmiş ve sınırları zorlayacak şekilde yeni binalar yapılmaya devam edilmiştir. Şikagolu mühendis William Jenny, çelik strüktürün yüksek bina teknolojisinin gelişmesine ön ayak olmuş isimlerden biridir. Strüktürel olarak duvarın anlamı değişmiş, duvar artık çelik strüktür üzerinde bulunan bir ayırıcı eleman olarak görev yapmaya başlamıştır. Bu şekilde eskiden sağlamlık açısından ağır yapılmaya çalışılan duvarlar artık daha hafif ve çelik strüktüre ağırlık yapmayacak şekilde tasarlanmıştır [1].

2.2.1 Cephe kaplamaları olarak kullanılan camların incelenmesi

20. yüzyılın modernizm ve savaş sonrası modernizmi ile yükselen, cam bina cepheler bina kabuğu kullanımında en çok tercih edilen cephe tipi olmuştur. Bu da metal cephe kaplama ve strüktürlerinin gelişimine ön ayak olmuştur. Dessau'da yer alan ve Gropius tarafından 1926'da yapılmış olan Bauhaus binası, Mies Van der Rohe tarafından New York'ta 1954'te yapılmış olan Seagram Binası ve SOM tarafından 1952'de yapılmış olan Lever Evi dolu, basit ve steril olan cam performansı ile dünyanın büyük kentlerinde camın cephe kaplaması olarak kullanımına katkı sağlamıştır.

Mimaride kullanılan düz camın elde edilmesi ise Alastair Pilkington tarafından icat edilmiştir. Bu icat 1950'lerde gerçekleşmiş, 60'larda ise tam olarak piyasada kullanılabilen bir kaynak olarak ortaya çıkmıştır. Bu sistem aslında bir şekilde eski sistemin düzeltilerek ve geliştirilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Sıvı camın döküm ve şekil alışı ile düzeltilerek düz hale gelmesi ve bu süreçte saydamlığını kaybetmemesi camın bulunuşundan günümüze kadar süregelen bir sürecin sonucunda gerçekleşmiştir [1].

Camın bu denli hızlı büyümesinin bir diğer sebeplerinden biri ise kolayca üretilebiliyor olması ve ekonomik anlamda çok uygun olmasıdır. Yeni metal çerçeve sistemleri ile de camın yeri kapı yüzeyinden bina cephesini kaplayacak düzeye ulaşmıştır. 20. yüzyılın başlarına kadar yığma yapıdan sonra ne şekilde mimari strüktür yapılabileceği her zaman bir sorun olmuş, alüminyumun bile bir binada nasıl kullanılabilceği hakkında çözüme varılamamıştır. 1920'li yıllarının başlarında ise alüminyumun mimariye girişi çelik ve cam sistemlerinin gelişmesi ile birlikte olmuştur. İlk başlarda cam cephe sistemleri tasarımcıların görsel olarak her büyük şehirde göze çarpan ve şehri ifade edebilecek bir yapı olarak kalmasını sağlarken, bu yapılar aynı zamanda bir deney unsuru olarak ele alınarak nasıl bir süreç geçirdiği ve dayanıklılığı nasıl olacağı hakkında deneyim elde edilmesini sağlamıştır. 1950'lerde ise modern cephe kaplama endüstrisinin doğuşu olmuştur.

Amerika ve Doğu Avrupa'daki savaş sonrası ekonomilerden kaynaklı olarak cephe kaplamalı binaların bir anda popülerleşmesi sağlanmıştır. Bu yapılar tasarımdan yoksun ve oldukça kötü kalitede olan erken cephe kaplamalar olarak ifade edilir. Ofis binaları gibi binalarda bu cephe kaplamaların bir gridal strüktür altında yapılmasının

daha temiz ve net görünüm sağlayacağı düşünülmüş ve bu yaklaşımın binalara karakter katacağı düşünülerek üretilmiştir [1].

2.3 Malzeme Olarak Cam ve Cam Çeşitlerinin İncelenmesi

Malzeme konusunda bilim adamları, üreticiler ve doğru biçimde kullanmaya çalışan mimarlar arasında dinamik ve yaşamsal bir etkileşim bulunur. Bazen tasarım çalışmaları sırasında malzeme için bir değişim gerekir. Bu ihtiyacın karşılanması için ise çalışanlar arasında yüksek bir bağ kurulur. Süreci bu şekilde ele alındığı zaman tasarımın genellikle yeni malzeme teknolojisinin gelişmesine yön veren taraf olduğu kabul edilir. Genellikle bu gelişimle birlikte de tasarımcıların esneklik kabiliyetinde deneyim ve bir sonraki çalışmalarına uygun yeni malzemelerin üretilmesi sağlanır. Yeni malzemelerin üretimi ile direk kullanıma geçilmesi arasındaki gecikme mimari sanatın da değişimine bağlıdır. Bölüm 2.1’de bahsedilmiş olan mühendis William Jenny, yüksek performanslı çelik strüktürlerin keşfedilmesini 19. yüzyılın sonlarına gerçekleştirmiştir. Cam cephelerin kullanılması Jenny’nin bulunduğu bu teknolojinin ancak 50 yıl sonra kullanıldığı gözlemlenmiştir [2].

Yapı tarihini incelediğimiz zaman bunun benzeri birçok olayla karşılaşırız. Tüm bu yaşananlar benzer şekilde ortaya çıkmış ve gelişimler bu şekilde yaşanmıştır. Bundan uzun süre önce Louis Sullivan, Willis Polk, Walter Gropius ve Mies Van Der Rohe gibi mimarlar gelecek nesillerde tasarım adı altında kullanılacak onlarca yeni sistemin gelişmesindeki başlangıç noktalarını oluşturmuşlardır.

Tasarım konusunda başarılı olanlar tasarım metodolojisindeki malzeme ve malzeme gelişiminin temelleri hakkında derin bilgiye ve keşfe açık şekilde çalışır. Bu gibi tasarımcıların ilham kaynakları, malzeme ihtiyaçlarını geliştirir. Bu malzemelerde gerçekleşen gelişim bina sistemlerinde cam cephe sistemlerinin gelişimine olanak sağlamıştır. Cam cephe sisteminde olan gelişim, günümüzde yüksek yapıların birçok problemine çözüm üretecek bir hal almıştır.

2.3.1 Malzeme olarak camın çeşitleri

Bölüm 2.1’de camların tarihsel gelişimi ve evrimi mimari üzerinden anlatıldı. Bu bölümde ise farklı kompozisyona sahip camların farklı cam çeşitleri oluşturması gibi örneklere yer verildi. Özel özellikleri olan ve çok eski tarihsel başlangıca sahip malzeme olarak cam, farklı kimyasal fonksiyon ile çeşitli formlar alabilen bir

malzemedir. Camın en basit malzemesi kumdur. Kum, dünya üzerinde en ucuza mal edilebilen bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Camın iki geniş kullanım alanı bulunur. Bunlardan ilki mimari ikincisi ise otomatik endüstrisidir. Cam materyali bu iki sektör için de farklı formlarda işlenerek piyasada yer alır. Aşağıdaki bölümlerde cam çeşitlerinden bahsedilmiştir.

2.3.1.1 Düz camlar

Mimari olarak düz camın üretilmesindeki en yaygın olan cam tipi soda kireç camıdır. Cam malzemesi, transparanlık, stabil olması, dayanıklılık ve korozyonu önleyici yapıda bulunması nedeniyle mimaride geniş olarak kullanılmakta ve maddi olarak uygun çözüm sağlamaktadır. Camın giydirme cam cephe sistemlerinde yer alması ise düz camın üretilmesi ile başlamıştır. Camın ilk üretiminden sonra ikinci evresi, farklı kombinasyonlarla farklı gereksinimleri gidermesi ile gerçekleşir. Bu gereksinimler ısı geçişi, kaplama ve ses geçişini önleme olarak farklı şekillerde ifade edilir. Bu sebeple düz camın mimarideki etkisi farklı kombinasyonlarla farklı sonuçlar verir.

Çizelge 2.1 : Tipik düz camlarda kullanılan saf materyaller [3].

Kum	Soda Külü	Kireçtaşı	Dolomit	Tuz Keki	Hurda Cam
SiO ₂	Na ₂ CO ₃	CaCO ₃	MgCa(CO ₃) ₂	Na ₂ SO ₄	Geri Dönüşüm

2.3.1.2 Boyalı camlar

Boyalı cam, malzeme üzerine daha az (genellikle %1'den daha az olarak) metal ile oksitlenmesi sonucunda ortaya çıkar. Bu küçük değişimlerin cam üstündeki fiziksel sonuçları olarak cam üzerindeki renk ve optik geçişin / yansımanın değişiklik göstermesine sebep olur.

Cam, üzerinden ışığın geçişi ya da camın rengine göre kimyasal değişikliklerin meydana gelmesi ile ortaya çıkar. Demir oksit, kolbat oksit, selenyum ve diğer kimyasallar genellikle küçük değişikliklerle ışık geçiş özelliklerinin değişimine sebep olurlar. Performans olarak boyalı camın içerisinden ışığın geçişine bakıldığında minimum bir ışıkta dahi renk spektrumu görülebilir bir sonuç oluşur. Bu sistemde en başarılı sonuçlar ise yeşil renkte kullanılan boyalı camlardır [3].

2.3.1.3 Düşük demirli camlar (low-iron glass)

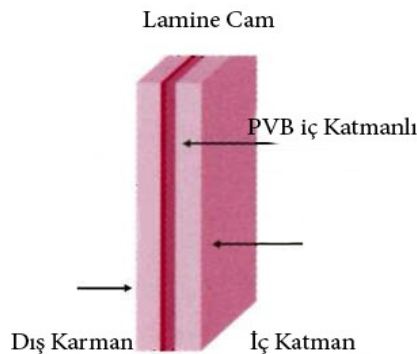
Strüktürel cam cephe sistemlerinde en çok kullanılan cam türü düşük demirli camlardır. Bu düşük demir oksitli malzeme, üretim esnasında eriyen camın kabuğa sahip olması anında hazırlanması direkt olarak hem transparan hem de renkli bir cam cephe gibi görünmesini sağlar. Bu cam sisteminin maliyeti ise düz cama göre %20-%10 civarı bir fark oluşturur. Bu malzeme farklı firmalarda farklı isimlerle bulunabilir. Diamont olarak Saint Gobain, UltraWhite olarak Guardian, Optiwhite olarak Pilkington ve Starphire olarak PPG'de yer almaktadır [3].

2.3.1.4 Monolitik camlar

Monolitik cam genellikle cam panellerde tek yaprak camı ifade etmek için kullanılır. Bu noktada cam renkli, kaplamalı, belirli bir işlemde geçmiş olabilir fakat sadece tekil olarak kullanılır. Monolitik cam sistemleri strüktürel cam cephelerde sıkça rastlanır. Bu da küçük silikon birleşimi ortaya çıkararak cephenin oldukça fazla transparan olmasını sağlar. Bu camların yan etkileri, zayıf termal performansa sahip olmasıdır [3].

2.3.1.5 Lamine camlar

Lamine camlar iki ya da daha fazla cam yaprağının birbiri ile birleştirilmesi ile oluşturulur. Birleşim esnasında kullanılan malzeme polyvinylbutyral (PVB) dir. Lamine camlarda, boyalı camlar da kullanılabilir. Yüksek performanslı kaplamalar ve ipek ekranlı pigmentlenmiş iç katmanlar ile birlikte ya da ayrı ayrı olarak uygulanabilir.



Şekil 2.1 : Lamine cam diyagramı (Viracon 2006) [3].

Yapıştırmak ya da lamine olarak yaprakların birleştirilmesi stratejinin evrimleşmesi bu panellerde yer alan tekil camların kırılması ya da çatlamasının sisteme vereceği

zararlar düşünülerek ortaya çıkmıştır. Bu sistemin gelişimi Fransız bilim adamı Edouard Benedictus tarafından ortaya çıkarılmış olup, bu dokunun ve yeni güvenli cam olarak nitelendirilen Triplex'i 1910'da meydana getirmiştir [3].

PVB lamine cam sistemlerinde en çok kullanılan iç malzemedir. Lamine camların kalınlıkları ya da iç elemanları, genellikle kalınlık fonksiyonunun cam parçaları ile nasıl lamine edildiği ile çok yakın ilişkilidir. Camın gridal olarak giydirme cam cephe sistemlerindeki panellerde sıklıkla kullanımı 6 mm ile 12 mm aralığında olmakta ve 1,5 mmlik PVB kullanılmaktadır. Genel olarak kalınlık ikili ve 13,5 mm sistemle oluşur. Bu gelişim genellikle camın basınca olan dayanımı ve ısı kaybını önlemek amacı ile camın sandviç eleman olarak çalıştırılması ile yakından ilişkilidir. Cam gibi transparan özelliğe sahip olan PVB, net bir algı oluşturarak cam ile birlikte doğru biçimde çalışır. Bu şekilde bağlama, aynı zamanda bir cam yaprağının kırılması ile yapışık olduğu için cam parçalarının dağılmasını önler. Bu da kırılan camların güvenlik açısından tehlike oluşturmasına da engel olur. Eğer bir yerine iki cam da kırılırsa tamamen cam parçalarının etrafa saçılmasından çok deforme olarak kopma gerçekleşir [4].

Lamine cam genellikle boyalı camlarla yüksek performanslı sonuçlar sunar. İpek ekran kaplamalı iç malzeme ile birlikte binanın dış cephesine farklı bir tasarım ve yaklaşım getirir.

Lamine camlar genellikle güvenlik amaçlı da kullanılabilen bir cam türüdür. Tekil camlara oranla daha zor kırılabilir olması bu camların güvenlik açısından da insanları tatmin edecek düzeyde sonuçlar sağladığı ortaya çıkmıştır. Fakat bu tipte kırılmaz ve güvenlik sağlayacak camların oluşturulması, camın kütle açısından ağır olmasını ve strüktüre zorlama yapmaya başlayacağından, camların genişliği hakkında da sınırlamaların getirilmesi gerektiği üzerine yönetmelikler oluşturulmuştur.

Birçok lamine cam sistemleri iki cam ya da iki panelin birleştirilmesi ile meydana gelir ve 20 yıldır süregelen bir sistem ile üretimi son hızla gelişip büyümüştür. Cam cephe kaplama sisteminde kullanılan kolon ve kirişlerin lamine cam sistemi ile çalışması ağır yüklere karşı daha sabit ve daha dayanıklı olmasını sağlar [4].

Lamine malzeme birçok şekilde ve birçok kombinasyonla sektörde var olmakta ve mimarlar için farklı türde sonuçlar sunmaktadır. Lamine camların bina

performansına etki edeceği diğer konular ise termal performans, yangın dayanımı ve güvenliğidir.

Yeni geliştirilen lamine sistemlerde en çok kullanılan ara malzeme ise silikondur. Silikonun da geliştirilebilir olması birçok çözümün sağlanabileceği anlamını taşır. Lamine camlarda bir diğer önemli nokta ise akustik performanstır.

2.3.1.6 Yalıtımlı cam üniteleri (insulating glass unit)

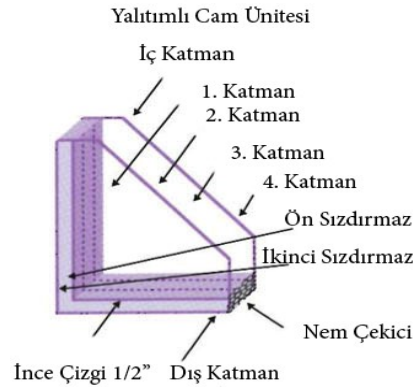
Yalıtımlı camlar lamine camlarla kıyaslandığı zaman bu camların birleştirilmesi iki cam arasında hava boşluğu bırakılarak birleştiriliyor olmasındandır. Bu şekilde birleştirilen camlar ise camın termal ve akustik sorunlarına karşı çözüm üretecek kapasiteye sahiptir.

Bu çift ve arasında hava boşluğu bulunan cam panellerin ilk kullanımını 1930'da Alvar Aalto gerçekleştirmiştir. Öncelikli olarak bu şekilde gerçekleştirilen çok katmanlı yalıtımlı cam ünitelerinin kullanılması ısıcam teknolojisi ile yapılmış, camlarla birlikte çevresel faktörlerden öncelikle termal kaynaklı çözümler sunmak amacı ile üzerinde çalışılmıştır. İki eleman arasında bırakılan hava boşluğu ısı geçişinde ısı kaybını önleyici olarak bir tuzak gibi çalışarak ısının bir noktadan diğerine geçişine engel olur. Yalıtımlı camlar genellikle çift kaplamalı paneller şeklinde kullanılmaktadır bunun yanı sıra bu camlar üzerinde üçlü kaplama da yavaş yavaş popüler olmaktadır. Hatta 4lü ve 5li gibi çok katmanlı cam yapımı konusunda ilerlemeler başlamıştır.

Çift tabakalı cam yapılması ile ilgili ilk yaşanan problemlerden biri iki cam arasındaki havanın nemden dolayı terleme yapması ile camın transparanlığını tamamen engellemesidir. Teknolojideki gelişimlerle birlikte bu problemin kısa süre çözümü sağlanmıştır. Bunun yanı sıra maliyetinde de büyük düşüş gerçekleşmiştir. Bu sistemde iki camı da çerçeveleyen ve bir arada tutulmasını sağlayan alüminyum sistemin büyük etkisi bulunur. Bu alüminyum çerçeve, camların oluşturduğu tüm sınırı sarar. Bu malzemeler aynı zamanda camları birbirlerine mühürleyerek hem dış etkenlere karşı korunmasını hem de kritik oluşabilecek problemlere karşı önlem alınmasını sağlar [3].

Alüminyum malzemesi kendi içeride barındırdığı özellikler sayesinde nem gibi cam içerisinde oluşabilecek olan olayları emebilecek kapasiteye sahiptir. Bazen alüminyum malzemesi iki cam arasındaki boşluğun genişlemesi ile birlikte gözle

görülebilir. Bu sebeple genellikle bunun üretici firmalar bu boşluktan görülebilen alüminyumların renklerini siyah olarak ayarlayarak netlik sağlar.



Şekil 2.2 : Lamine cam diyagramı [3].

Yalıtımlı cam üniteleri camların kalınlığı ve içerideki hava boşluğunun derinliğine ve genişliğine göre hem termal hem de akustik performans anlamında farklılıklar gösterebilir. Yalıtım değerlerinin yükseltilmesi istenen bazı yalıtımlı cam ünitelerindeki iç hava boşluğuna hava yerine argon gazının yerleştirilmesi ile yalıtım özelliklerinde yükseltme yaşandığı görülmüştür [4].

2.3.1.7 Yalıtımlı lamine camlar

Cam panellerin üretiminde genellikle hem yalıtımlı hem de lamine camlar kullanılır. Yalıtımlı lamine camlar ana olarak yalıtımlı cam üniteleri bölümüne girer. Genellikle kullanılan örneklerde ise dış noktaya tekil cam içeriye ise iki yaprak lamine cam kullanılarak aralarına hava boşluğunun bırakılması ile uygulanır. Bu sonuçlar sıklıkla ve birçok noktada standarta bağlanılmış bir yöntemdir. Bu kullanımının sebeplerinden biri dış etkenlerden olacak bir darbenin ilk olarak dış yüzeydeki tekil camı kırarak lamine cama gelmeden önce biraz da olsun güç kaybetmesini sağlamaktır.

Lamine ve yalıtımlı paneller yapımı ve kapladığı kütle ile birlikte oldukça kalın ve ağır elemanlardır. Bu kararlar da bu panellerin büyüklükleri ile doğru orantılı olarak şekillenir. Camların nokta bağlantılı bir sistem ile birleştirilerek cam cephe sistemi oluşturulması bu sistemin maliyetini oldukça arttırmaya başlamaktadır. Bunun yanı sıra bu sistem üzerine kaplama ve benzer dolgu işleminin yapılması, estetik açıdan farklı görünümlü sonuçlar sunar. Bu sistemin kendine has yapım özellikleri olmasına rağmen kendine özel uygulama detayları da bulunur [3].

Bu konu üzerine aynı zamanda akustik PVB lamine cam ve akustik reçineli lamine cam akustik anlamda yalıtımlı camlar olarak literatüre girmiştir [4].

Akustik Reçineli Lamine Cam: Akustik ihtiyaç sonucunda gelişen bu cam tipi iki cam arasında bulunan boşluğa yerleştirilen reçine ile uygulanır. Bu cam tipleri hem oldukça pahalı hem de uygulaması çok kolay olmayan cam tipleridir. Cam içerisindeki bu reçinelerin köpük oluşturma ve görsel problemler meydana getirmesi oldukça yüksektir.

Akustik PVB Lamine Cam: Hem akustik reçineyi hem de güvenlik ihtiyaçlarını tam anlamı ile sağlayan bu cam tipi öncelikle otomotiv sektörü için tasarlanmıştır. Akustik PVB lamine camlar üzerinde yağmur ve dolu sesinin etkileri test edilmiş, bu camların normal camın ses geçişine göre daha iyi sonuç elde ettiği gözlemlenmiştir.

2.3.2 Ses Bariyeri olarak kullanılan camların incelenmesi

Cam malzemesi, doğası gereği zayıf bir akustik bariyer görevi gören mimari yapı elemanlarından biridir. Akustiğin duvar sistemlerindeki önemi, gelişmekte olan sistemlerden giydirme cam cepheler için de üzerinde çalışılması gereken önemli bir konulardandır. Termal izolasyon hakkında dünyanın gün geçtikçe daha da ısınması öne sunulur, fakat aynı zamanda her geçen gün dünya daha gürültülü bir hal almaktadır. Şehirlerdeki çevre ses kirliliği önemli bir problem haline gelmiştir.

Cephe akustik tasarımının genellikle en başarılı sonuçları belirli frekanslar üzerinde mimari amaca uyan çalışmalar ile elde edilir. Akustik konusunda bazı durumların daha spesifik sonuçlar oluşturması gerekir. Örneğin bir havaalanındaki gürültü ile alışveriş merkezindeki gürültü aynı olmamakla birlikte konut bölgesinde beklenen ses seviyesi de bunlardan farklıdır. Örneğin bir malzemenin bir frekansta elde ettiği yalıtım başka bir frekans için tam tersi etki yapabilir. Giydirme cam cephe sistemlerinden bahsettiğimiz zaman örneğin camların kendilerine ait spesifik yalıtım değerleri bulunur. Fakat sisteme tamamen giydirme cam cephe olarak baktığımız zaman camların birleşme noktaları, bağlantı elemanları ve hatta bu bağlantı elemanlarının strüktür ile yaptığı birleşimler çok farklı sonuçlar verebilir. Sistemde cam kalınlığını arttırmak kütle kanunundan gelen bilgilerle ses geçiş kaybına olumlu yönde etkide bulunur. Fakat unutulmamalıdır ki bu bazı frekanslarda amfi etkisi yapabilecek kalınlıklar da olabilir. Giydirme cam cephe sistemlerinde akustik yalıtımın en başarılı sonuçları genellikle lamine ya da yalıtımlı camlarla sağlanır.

Bazen ise ikisinin birlikte kullanılması da çok başarılı sonuçlar verir. Lamine camın içerisinde kullanılacak camda gerçekleştirilecek kalınlık da akustik performans açısından belirli farklar yaratabilir.

Bazı ürünler üzerinden ses geçiş katsayısının bulunmasını sağlayacak testlerin yapılması, cam üzerinde seçilmiş ve tam olarak istenen frekanslar üzerinde ses azaltımı yapılabilmesini sağlayan sonuçlar elde edilebilir. Cam üreticileri genellikle tasarımcıların beklentilerini karşılayacak sonuçlar üretmeyi öncelikleri olarak belirler. Bununla birlikte üreticiler, ses azaltım katsayısı için birçok cam çeşidi ile onların bir araya getirdiği kombinasyonları deneyerek farklı farklı değerler ortaya çıkarır. Bu değerler ile birlikte tasarımcı aradığı cam seçiminde bölgede oluşturmak istediği ses azaltım katsayıları ile birlikte belirli frekanslar ve belirli seçimler yapabilir [3].

2.4 Giydirme Cephe Türlerinin İncelenmesi

Giydirme cephelerin ana sistemi, bir malzemenin zeminden zemine alüminyum ile birleştirilmesi ile gerçekleştirilen bir sistemdir. Cephe kaplamalar genellikle binanın strüktürel sisteminden ayrı olarak çalışır. Ayrı olmasına rağmen strüktür sistemine bağlı olmakta ve onunla birlikte çalışmaktadır. Alüminyum bağlantı elemanları, kullanılan panel malzemesi olarak cam, metal ve taş gibi malzemeleri korumaya yönelik doğru bir seçimdir. Bu paneller strüktüre binanın içinden ve dışından malzemeyi koruyarak yerleştirilir [5].

Cephe yaklaşımlarının değişmesi, cephelerin hem deformasyon kazanmasına hem de farklı materyalleri içinde barındırmasına olanak sağlamıştır. Çerçeve giydirme cephe sistemleri ve çubuk giydirme cephe sistemlerinde uygulanan alüminyum bağlantı malzemelerinin kullanılması genellikle giydirme cam cephe sistemlerinde kullanılan sistemlerdendir. Giydirme cephe sistemleri karmaşık bir tasarıma sahiptir. Sistemin yağmura ve basınca dayanıklı olması, su ile havanın içeri geçişinin kontrolünü sağlaması gerekir. Bu birleşimler genellikle silikon sistemlerle birbirine bağlanır ve geçirgenlik yapmaz.

Giydirme cepheler, kendi ağırlığı ve üzerine etkileyen çevresel yükler dışında başka bir yük taşımayan, düşey olarak çalışan bina kabuğu olarak tanımlanır. Bu cepheler sıkça olarak karşımıza metal taşıyıcılı giydirme cam cepheler olarak çıksa da

giydirmeye cephe tanımı cam dışında prekast beton da dahil olmak üzere birçok materyali kapsar [5].

2.4.1 Giydirmeye cephe türleri

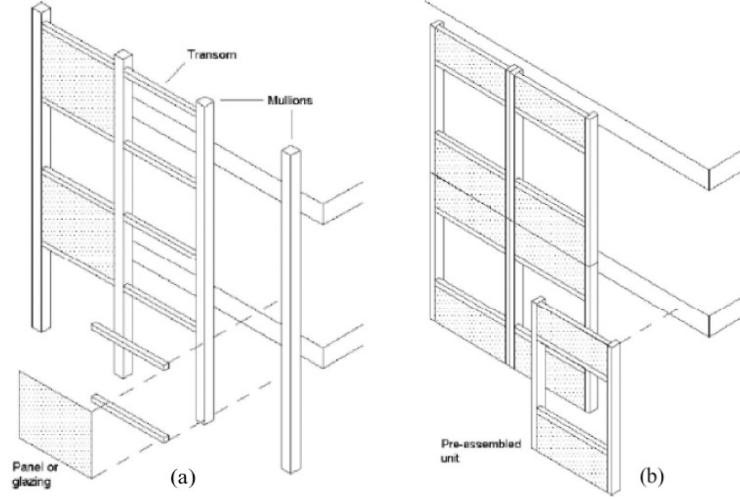
Literatürünün tam olarak olmaması ve bunun yanı sıra batı ülkelerde her firmanın kendine uygun gördüğü ismi kullanılmasından dolayı giydirmeye cephelerde çeşitli sınıflandırmalar bulunur. Giydirmeye cephelerin uygulama çeşitliliği, genellikle binadaki tasarıma göre tercih edilir. Giydirmeye cephelerin genel olarak uygulandığı sistemler şu şekildedir:

- Çubuk Sistem
- Ünite Sistem
- Panel Sistem
- Yatay Camlı Panel Sistem
- Strüktürel Contalama Sistem
- Strüktürel Cam Sistem

2.4.1.1 Çubuk sistem

Genel olarak PVC-U kaplı alüminyum, toz boyalı alüminyum ya da çelik profilden oluşan yatay ve dikey elemanların bir araya gelerek iskelet sistemi oluşturduğu sisteye giydirmeye cephe sistemidir. Bu noktada çelik ile yapılacak olan sistemin yangın dayanımı daha fazla olmakla birlikte maliyet açısından da oldukça fazla maddi sonuçlar doğurur. Bu parçalar yapılacak uygulamaya uygun bir şekilde üretilerek şantiyeye getirilirler. Bunlar genellikle 1 ila 1,80 m aralıklarla oluşturulmakla birlikte, pencere amaçlı da kullanılabilen cam ya da metal gibi yalıtımlı paneller ile kaplanır. Bu yatay ve dikey elemanlar ise estetik görünüm açısından metal kapak ile kapatılır.

Giydirmeye cam cephe sisteminde çubuk sistemin kullanıldığı alan çok fazladır. Sistemin, kolay uygulanabilmesi yüksek yapıların yanı sıra tek katlı mağaza vitrinlerinde dahi kullanılabilir. Sistem, düz forma sahip olmayan yapılar için de oldukça kullanışlıdır. Ancak bu sistem, diğer sistemlere göre şantiyede montajı uzun süren bir sistemdir. Her bir iskeletin hazırlanması ve panellerin monte edilmesi zaman alır [5].



Şekil 2.3 : (a) Giydirme cephe çubuk sistem detayı. (b) Giydirme cephe ünite sistem detayı [5].

2.4.1.2 Ünite sistem

Giydirme cephe sistemlerinde kullanılan bir diğer sistem ünite sistemdir. Ünite sistem kat yüksekliği boyunca olan alüminyum ya da çelik profiller ile cam panellerden meydana gelir. Bu sistemde paneller, taşıyıcı sistemin üzerine yerleştirilen destekler ve mekanik destek yardımı ile yerleştirilir. Bu sistemin maliyeti ise çubuk sisteme göre daha fazladır. Fakat çubuk sisteme göre tam tersi olarak ünite sistem, az işçilik ile daha kısa sürede uygulanabilir. Bu sistem aynı zamanda kötü montaj olasılığını da en aza indirir [5].

Çubuk ve ünite sistemli giydirme cephelerin birleşim detayı olarak kapaklı ve silikon birleşimi olabilmektedir. Kapaklı giydirme cepheler binanın dış yüzeyinde daha gridal bir görüntü sağlarken, silikon birleşimli giydirme cepheler ise bina yüzeyini tamamen cam gibi göstermektedir.

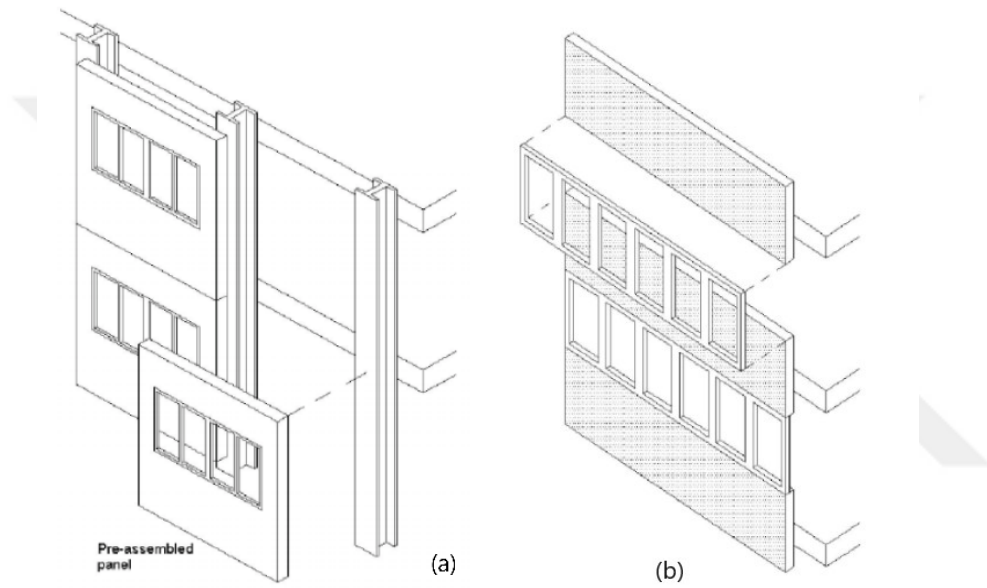
2.4.1.3 Panel sistem

Panel sistem kaplayacağı bölüm genişliğinde prefabrik olarak üretilmiş panellerden oluşur. Bu sistemdeki paneller ise yapının taşıyıcı sistemine dahil olan kolon ve döşemelerine bağlanır. Sistemde kullanılan montaj elemanlarının kolonlara yakın olarak yapılması ise sistemde eğiklik gibi bir sorunu ortadan kaldırır. Sistemdeki paneller önceden hazırlandığından dolayı üzerinde hazır olarak pencere boşlukları bırakılmış betondan taş a kadar her türlü malzeme olabilir. Bu sistemin prefabrik olarak üretiliyor olması diğer sistemlere göre panel sistemi daha avantajlı kılar. Aynı

zamanda az işçilik ile de şantiyede vakit kazandırır. Ancak prefabrik panellerin fabrikada yapılıp hazırlanması maliyetini arttırır. Sistemin diğer sistemlere göre en büyük farkı ağır yük taşıdığından dolayı genellikle bir çelik taşıyıcıya sahip olmasıdır [5].

2.4.1.4 Yatay camlı panel sistem

Yatay camlı panel sisteme sahip cephelerde ise taşıyıcı, paneller arasında ilerleyen yatay bant pencerelerin yapının dikey taşıyıcılarına bağlanması ile oluşturulur. Yatay camların birleşim detayları bu sistemde önem kazanır.



Şekil 2.4 : (a) Giydirme cephe panel sistem detayı. (b) Giydirme cephe yatay camlı sistem detayı [5].

2.4.1.5 Strüktürel contalama sistem

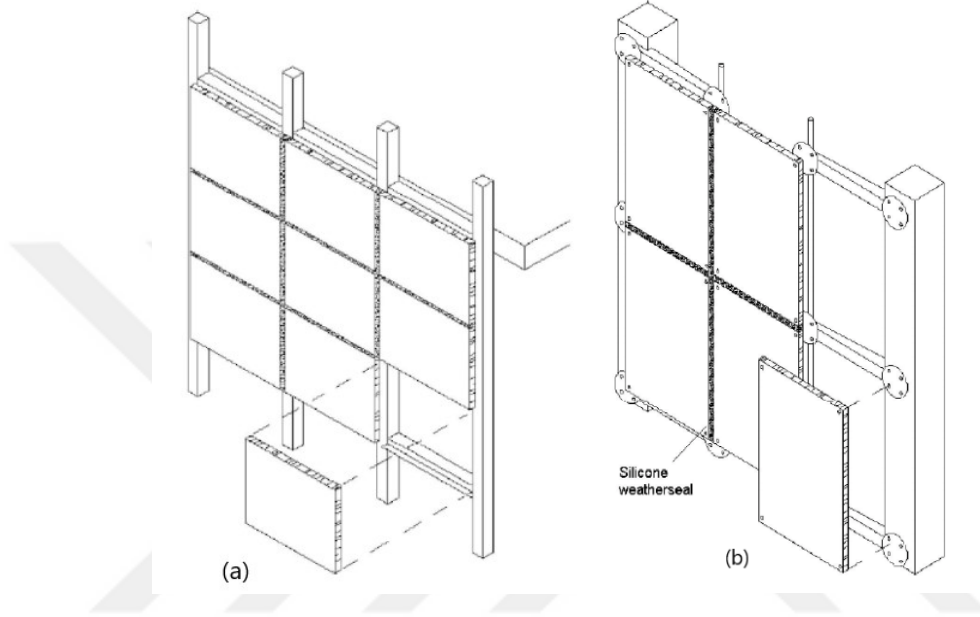
Bu sistem hem çubuk sistem hem yatay camlı panel sistemler hem de ünite ve panel sistemlerde kullanılır. Burada cam paneller fabrikada uygulanan silikon gibi bir malzeme ile metal taşıyıcı çerçeveye bağlanırlar. Tırnaklı ya da cam cama şeklinde ifade edilen bu sistemler geleneksel çubuk sisteme göre daha geniş aralıklara sahip olarak karşımıza çıkar [5].

2.4.1.6 Strüktürel cam sistem

Bu sistem genellikle cam malzemesinin kendisini aynı şekilde cam olan strüktürel sistem ile taşıdığı anlamına gelmektedir. Bu sistem ise kendi içerisinde cıvata ve askı olarak iki ayrı sisteme ayrılır.

2.4.1.7 Strüktürel cam cıvata sistem

Güçlendirilmiş cam levhaların özel destek ve cıvatalar ile monte edildiği bir sistemdir. Sistemde tamamen cam kullanılıyor olması nedeniyle düz ve diğer sistemlere göre en transparan görünümü oluşturan sistemdir. Bu sistem için uzay sistem formunda bir taşıyıcı sistem hazırlanabilir. Camlar arasında hava geçirmezliği sağlamak için ise ıslak derz macunu kullanılır [5].



Şekil 2.5 : (a) Giydirme cephe strüktürel contalama sistem detayı. (b) Giydirme cephe strüktürel cam cıvata sistem detayı [5].

2.4.1.8 Strüktürel cam askı sistem

Strüktürel cam askı sisteminde ise cam ünitelerinin sahada ıslak contalama tekniği ile yukarıdan asılması ile uygulanır. Asılı cam cephe, çerçeveye en az ihtiyaç duyan giydirme cephe sistemidir. Bu sistem genellikle prestijli binalarda sıkça kullanılır. Sistemdeki cam destekler sistemi güçlendirmek için kullanılmakta ve bazı özel durumlarda kullanılan hafif makaslar ile cephenin rüzgâr yükünü transfer eder ve cephenin ayakta kalmasını sağlar [5].



3. GİYDİRME CAM CEPHELERİN SES YALITIMI VE STANDARTLAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gürültü, şehirleşmenin sonucunda ortaya çıkan önemli kirlilikten biridir. Şehrin dinamiklerini meydana getiren çevresel gürültüye karşı cephe tasarımı önemli bir araştırma konusu olmaya başlamıştır. İç mekân akustik konforu ise çalışma ortamlarının en güncel problemlerinden birini meydana getirmiştir. Bu durum, tasarımcıların çevresel gürültüye karşı yapı kabuğunda önlem almasına ve iç mekân akustik konforunu sağlayabilmek için dış mekân gürültüsünün iç mekâna geçişini engellemek için çalışmalar yapmasına sebep olmuştur. Giydirme cam cephe sistemlerinin tasarım aşamasında akustik performansını anlayabilmek tasarımcılar için büyük bir zorluktur. Bu nokta tasarımcılar için giydirme cam cephe sistemlerindeki ses yalıtımı ile ilgili bir kılavuza ihtiyaç vardır. Akustik konfor hakkında artan ilgi ile birlikte oluşturulacak kılavuzun, tasarımcılara kabuk tasarımı konusunda materyal seçimi ve proje alanının çevresi ile uygun çalışacak bir sistemi bulmalarını sağlayacaktır.

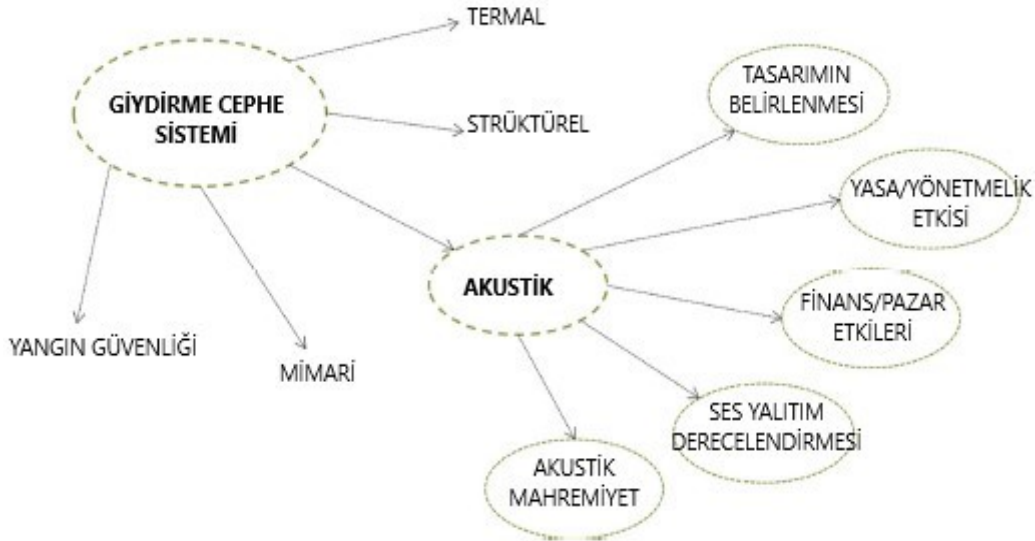
Bina tasarımı sürecinde çevresel gürültü konusunda sınırlı bir araştırma vardır. Tasarımcılar genellikle cam cephe seçimi esnasında üretici firma ile anlaşmakta ve onların seçeceği malzemeye güvenerek hareket etmektedir. Binanın akustik olarak sonuç değerleri ise kendi malzemeleri üzerinde ses geçiş kaybı değerlerine dahi sahip olmayan firmaların kararlarına bağlı olur. Mimari tasarımda üretici firmaya güvenerek malzeme ve cephe seçimi yapmak, tasarım anlayışından kopuk bir bina tasarım sürecidir.

Her şehrin kendine özgü bir şehir ses algısının olmasının yanı sıra her bina cephesi de proje alanına göre farklı bir cephe performansına sahip olmalıdır. Ses geçiş kaybının cephe elemanlarına ve malzemeye göre değişiklik göstermesi, mekanlar için uygulanacak cam seçiminde tasarımcıları bir kılavuza yönlendirir. Bina tasarımcılarının güvenilir bir ses yalıtım performansına ulaşmaları için belirli şekilde düzenlenmiş metoda ihtiyaçları vardır [6].

3.1 Giydirme Cam Cephelerin Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi

Ses geçişinde öncelikle ele alınan konulardan biri dış mekândan iç mekâna olan sesin geçişidir. Sesin hareket ettiği yollar giydirme cam cephe sistemlerinde bir hayli fazladır. Bunlar yatay tirizler, dikey tirizler, camın iç yapısı, bağlantı elemanları ve döşeme ile olan bağlantılardır. Bu gibi zayıf noktalar iç mekân gürültü düzeyini önemli olarak etkiler. Sesin yanal geçiş yolları hem yatay hem de dikeydir.

Giydirme cam cepheler üzerinde alınması gereken akustik önlemler, cam cephelerin termal, strüktürel, yangın ve duman korunumu ve mimari detaylarından dolayı cephe tasarımını etkiler. Şekil 3.1’de bu konular şema halinde ifade edilmiştir.



Şekil 3.1 : Giydirme cephe sistemlerinde akustik konular [7].

Cam malzemesinin ses yalıtım değerleri ölçülmek istendiğinde çelişkiler oluşturan konular vardır. Bunlar:

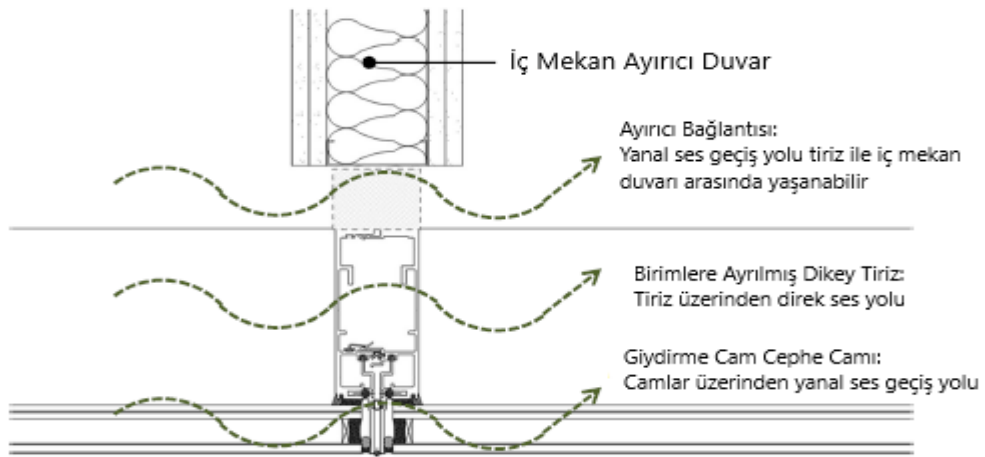
1. Düşük frekans ses geçişlerinde cam panelin rezonans yapmasından dolayı cam panellerin boyut ölçüleri ses yalıtımını etkiler.
2. Cam malzemesini sistem içerisinde bağlamaya yarayan elemanların değişkenlik göstermesi camın sönümlenme ve kritik frekanslarının değişimine neden olur.
3. Literatürde bahsedilen tüm cam sistemlerindeki ses geçiş verileri genellikle açılabilir pencereler üzerinden yapılır. Açılması olmayan cam cephelerde bu veriler farklılık gösterir.

4. Camların ölçüm verilerindeki farklılıklar ölçümün yapıldığı laboratuvarın laboratuvara göre değişiklik gösterir. Farklı oda ölçüleri ve geometrilerinin çınlama süresinde değişiklik oluşturması da buna sebep olur.

Günümüzde cam malzemesi üzerine yapılan testlerin birçoğu tüm ölçümleri kapsamaz. Örneğin dış cephede kullanılan cam sistemlerinin laboratuvarlardaki ölçümü çok doğru değildir. Ancak elde edilen sonuçlar tasarım açısından bir fikir sağlamakta yardımcı olur. Bu ölçümlerde kaynak odasının çınlama etkisi deneylere yansır. Alınan sonuçlarda genellikle ağır cam (kalın cam) kullanılması ve cam katmanlarının artışının ses yalıtımına katkı sağladığını gözlemlenmiştir [23].

Giydirme cam cepheler genellikle yüksek yapı binalarda kullanılır. Bu binalar genellikle ofis, hastane ve otel yapıları olarak karşımıza çıkar. Bu gibi yapılarda iç mekânlarda akustik konforun sağlanması beklenir. Bu nedenle giydirme cam cepheler dış mekândan gelen sesi engelleyecek performansta olmalıdır.

Giydirme cephelerde yanal geçiş oluşturan ses geçiş alanları ses yalıtımını oldukça fazla etkiler. Örneğin STC (Ses geçiş sınıfı) değeri 55 olan bir giydirme cam cephe sisteminin tüm parçaları ve yanal geçiş etkisi göz önüne alındığı zaman cephe STC değeri 10 ila 20 derece düşmüştür. Bu durum genellikle yanal geçişin hafif yapı elemanlarında sıkça gözlemlendiğini ortaya koyar [7].



Şekil 3.2 : Giydirme cephe sistemi kesiti üzerinden oluşabilen ses geçiş yollarının ifadesi [7].

Giydirme cam cephelerin detaylarında yanal ses geçişinin oluşumuna etki eden birçok nokta bulunur. Bu durum üretici firmalar tarafından da ele alınır. Ürünlerin teknik kataloglarında yer alan akustik değerlerinin altında “Bu değerler duvar ve

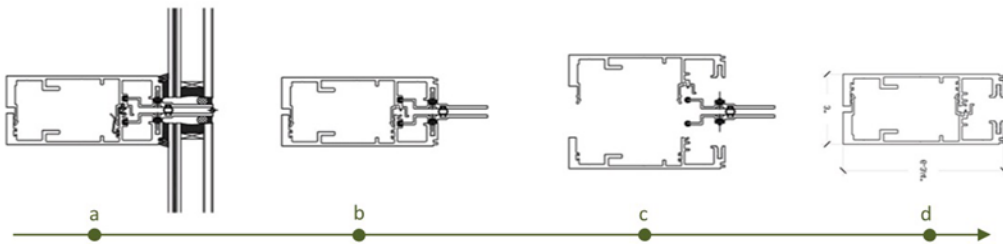
döşeme ses geçişlerini engellemek için doğru detaylandırma ve işçilik ile elde edilebilir.” ifadesi görülür [7].

Alüminyum ile çerçeveslenmiş içi cam veya opak bir malzeme ile kapatılan sistemlere giydirme cephe sistemi denir. Giydirme cephe sistemleri tasarımından, performansına, konstrüksiyonundan, bina estetiğine ve maliyetine bağlı olmak üzere çok fazla değişken gösterir.

Ünite halinde hazırlanan giydirme cephe sistemleri genellikle modüler olarak karşımıza çıkar. Bu giydirme cephe sistemleri çubuk sisteme nazaran fabrikada üretilen sistemler olduğundan dolayı ses yalıtımı konusunda problem en az bu sistemde görülür. Bunun nedeni ise birleşme detaylarının uygulama sürecinde hata payını en aza indirmesi ve yanal geçiş noktalarının en doğru şekilde kapatılmasından dolayıdır.

Dış cepheden gelecek olan gürültünün iç mekâna geçişinde giydirme cephe sistemlerindeki en problemliler yatay ve dikey bağlantı noktaları olarak karşımıza çıkar. Bu noktalardan akustik enerji geçişi olur. Bu da giydirme cephe sisteminin ses yalıtım performansını bir hayli etkiler. Giydirme cephe sistemlerinin aynı şekilde alüminyum taşıyıcılardan meydana gelmesi akustik literatüründe hafif malzeme olarak ele alınır. Bu da ses geçişi konusunda betonarme ve çeliğe göre alüminyumun zayıf olduğunu anlamamızı sağlar [8].

Aşağıda görülen Şekil 3.3’de giydirme cephelerin belirli bağlan noktaları gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : Ünitelenmiş dikey tirizleri oluşturan tüm elemanların ayrıştırılma süreci (a) kapalı bir tiriz (d) tüm parçalarına ayrılmış tiriz [8].

- (a) Bu noktada dikey ve yatay elemanlar cam ile birleşmiştir.
- (b) Dikey ve yatay elemanlar cam olmadan ifade edilmiştir.
- (c) Alüminyum elemanların parçaları gösterilmiştir.

(d) Alüminyumun giydirmeye cepheden bağımsız parçalanmış halini ifade edilmiştir.

Tek levhalı cam cephe bir adet camdan meydana gelmiş sistemi belirtirken çift levhalı cam cephe ise arasında yalıtım amacı ile hava boşluğu bırakılmış ve iki camın bir araya gelmesi ile meydana gelen giydirmeye cam cepheleri belirtir. Çift katmanlı cam cepheler ise, iki ayrı cephenin kesitte ard arda gelmesinden oluşturulmasıdır. Bu tip cepheler dış mekân ile iç mekân arasında güçlü bir ayırıcı eleman olarak karşımıza çıkar.

Giydirmeye cepheler genellikle tek katmanlı olarak karşımıza çıksa da daha güçlü yalıtım için çift katmanlı olarak da üretilebilir. Çift katmanlı cam cephelerin daha büyük bir ses yalıtım potansiyeline sahip olması, demiryolları ve havaalanları gibi yüksek gürültü potansiyeli olan yapılarda daha sık tercih edilmesine neden olur. Cephe teknolojisindeki gelişmeler enerji anlamında konfor sağlamak için çeşitli süreçlerden geçmiştir. Bunların sonucunda da ses yalıtımında çift katmanlı cepheler büyük bir rol oynar.

3.1.1 Çift katmanlı giydirmeye cam cepheler

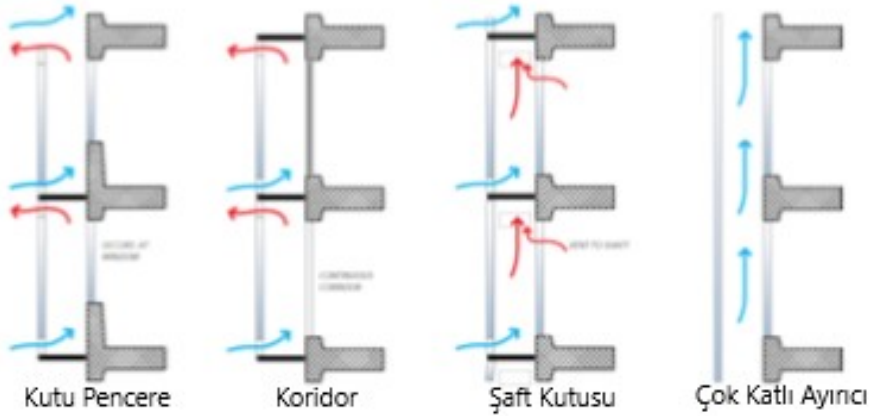
Çift katmanlı giydirmeye cam cepheler iç mekân ortam kalitesini yükseltmek amacı ile geliştirilmiştir. İç mekân kalitesi enerji kullanımı, hava kirliliği ve gürültü kirliliği olarak belirtilebilir. Bu tip sistemdeki cepheler cam cephe sistemlerindeki saydamlığı sağlamayı devam ettirirken aynı zamanda iç mekân konforuna da büyük katkı sağlar. Çift katmanlı cepheler, iki adet ayrı cam cephenin ard arda kullanılması olarak tanımlanırken, bu cepheler doğal havalandırmayı da sağlayan cepheler olarak sıkça tercih edilir. Bu sistemdeki hava boşluğu genel olarak hava koridoru olarak tanımlanır. Bu sistemde sıkça tercih edilen yöntem iç cephede çift levhalı camların kullanılması dış mekâna bakan yüzeydeki cam cephenin ise tek katmanlı camdan meydana gelmesidir. Bu birleşim yöntemi rüzgâr, hava koşulları ve ses için iyi bir yalıtım kabuğu oluşturan sistemlerdir. Çift katmanlı giydirmeye cam cephelerde çeşitlilik oldukça fazladır. Burada iç ve dış kabuğun ayrı ayrı olan çeşitliliğinin yanı sıra hava koridorunun genişliği de artı bir farklılık katar. Çift katmanlı cam cephelerde kullanılan hava koridorunun genişliği 20 cm ile 2 m arasında değişebilir.

Çerçeve sistemdeki giydirmeye cam cephelerde dikey ve yatayda elemanlar bulunur. Bu da her bir camın çerçevelenerek sistemde gridal bir görüntü oluşturmasını sağlar. Çok çeşitli bir sisteme sahip olan çift katmanlı cephe sistemleri, mimarları çevresel

gürültüye karşı alacakları önlemlerde kararsızlığa düşürebilir. Bu sistemlerin hava doğuşlu olan sese karşı yalıtımının yanı sıra strüktür doğuşlu seslere karşı tepkisi de oldukça farklılık gösterir. Tüm bu sistemlerde her bir cephenin cam seçimleri, kalınlıkları ve hava boşluklarının yanı sıra hava koridor genişliği ve kullanılan iç konstrüksiyon sistemindeki farklılıklar da ses geçişinde birbirinden farklı sonuçları oluşturur [9].



Şekil 3.4 : Çift kat giydirme cephe sistemleri tipleri: Ayırıcılar [9].

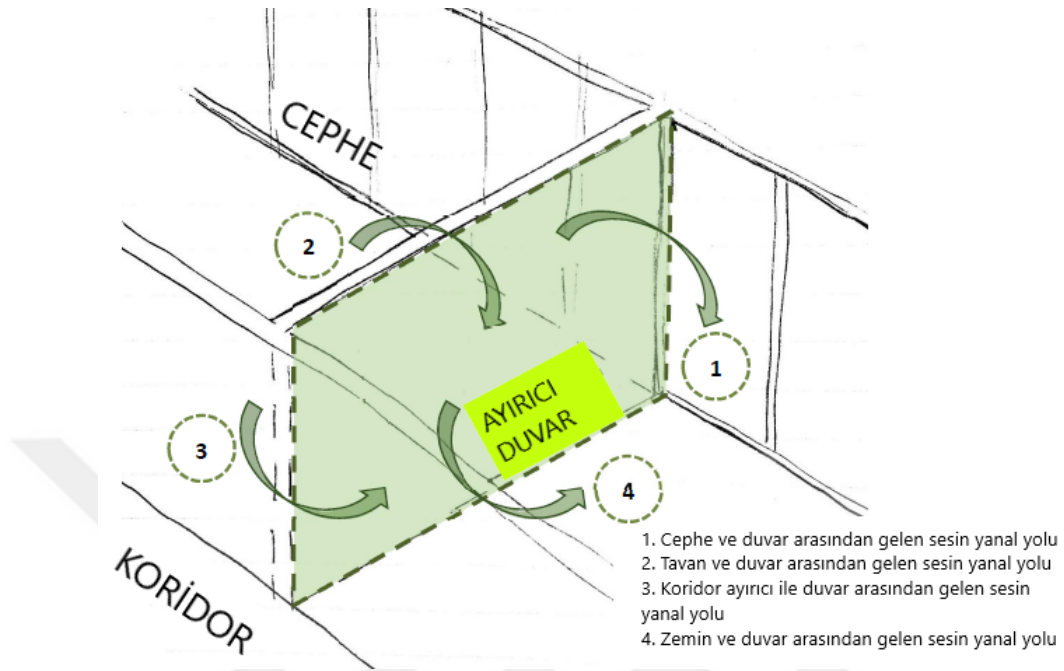


Şekil 3.5 : Çift kat giydirme cephe sistemleri tipleri: Rüzgar yönü [9].

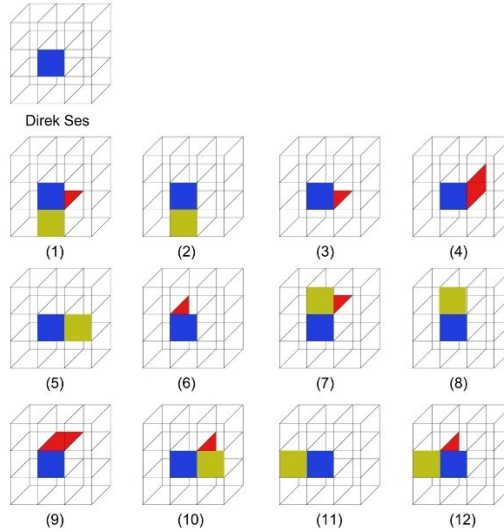
3.1.2 Yanal ses iletimi

Sesin yanal yollardan geçişi bina tasarımında önemli konulardandır. Bu durum ise genellikle yapı elemanlarının birleşim noktalarında meydana gelir. Bu ses geçişi genellikle direkt olmayan ses geçişi olarak tanımlanır. Örneğin iki mekân arasında olan ses geçişi Şekil 3.6'da belirtilmiştir. Bina cephesine gelen gürültü yalnızca seçilmiş olan cam cepheler ile iç mekâna geçiş yapmaz. Ses geçişi, mekânın dış cephesinin yanı sıra yanal geçiş noktalarından da iç mekâna geçer. Yanal geçiş, binanın dış cephesi ile döşeme, duvar gibi yapı elemanlarının birleştiği noktalarda

meydana gelir. Bu birleşim noktaları da iç mekâna gelen ses geçişini arttırır. Bir mekâna dış cepheden gelen gürültünün geçiş yapacağı noktaların hepsi Şekil 3.7’de belirtilmiştir [10].



Şekil 3.6 : İki oda arasında bulunan duvardan yanıl ses geçiş yolları [10].



Şekil 3.7 : Cephe yüzeyine gelen gürültünün yanıl geçiş yolları.

(Direk Ses) Gürültünün direkt olarak cepheye gelmesi ile mekâna olan ses geçişini ifade eder.

(2-5-8-11) Gürültünün oda yan cephesi ile birleştiği noktadan iç mekâna olan geçişini ifade eder.

(3-9) Gürültünün binanın cephesi ile mekânın tavan ve döşeme birleşiminden iç mekâna geçişini ifade eder.

(4-6) Gürültünün oda cephesi ile yanal duvarlarının birleşiminden iç mekâna geçişini ifade eder.

(1-7-10-12) Gürültünün oda komşu mekanlarının cephe, ortak duvar-döşeme ve tavanından iç mekâna geçişini ifade eder.

Dış mekândan iç mekâna ses geçişi ele alındığında 13 adet ses yolu vardır. Bu yollar ise mekânın binanın köşe noktalarda yer alması ile değişiklik gösterebilir.

3.1.3 Yanal ses iletimi ile gerçekleşen kayıp

Ses yalıtımı ile ilgili olan çalışma kapsamında giydirme cam cephe sistemleri döşemeye, duvara ve bağlantı detayına göre farklılık gösterir. Akustik danışmanlar bir STC değerindeki yanal geçiş nedeniyle olacak olan dB kaybının farkındadırlar. Örneğin bir alçıpan duvar ile betonarme döşemenin birleşim noktalarında yaklaşık olarak birleşim detayına bağlı olarak kaynaklanan ses geçiş kaybı 4-5 dB olur. Bazı kayalarda ise NRC-CNRC'de bu kaybın maksimum 15 dB'e ulaşabildiği gözlemlenmiştir [10].

3.1.4 Yatay ve dikey alüminyum elemanlarındaki ses yolları

Giydirme cam cephe kesiti üzerinde yanal ses geçişin oluşabileceği noktalar şu şekildedir:

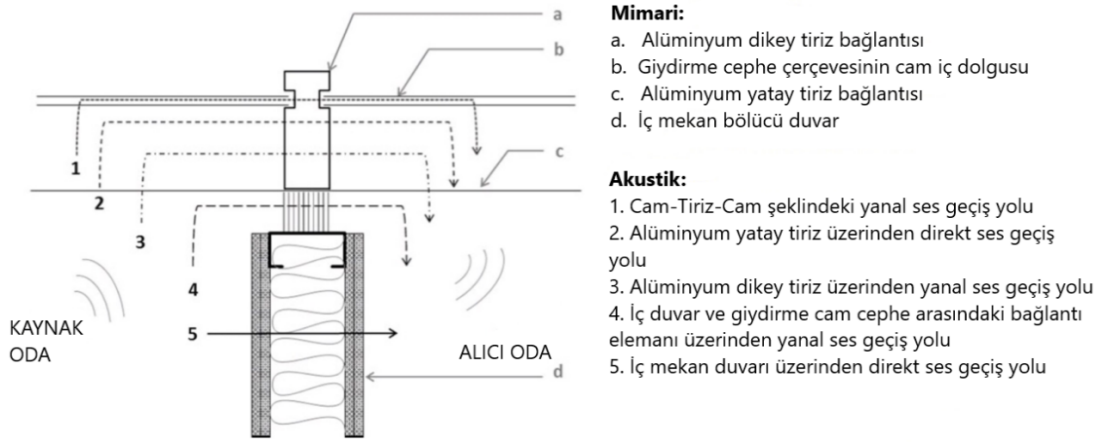
A. Cam yolu: Bu nokta ses enerjisinin bir odadan diğer odaya hareket etmesidir. Bu noktada ses titreşim yolu ile birlikte camdan cama aktarılarak ses enerjisinin farklı odalara iletilmesine sebep olur.

B. Bağlantı elemanı yolu: Bağlantı yolu genellikle strüktür doğuşlu ses geçişine sebep olur. Dikey olarak gösterilen bu elemanlar strüktür doğuşlu sesin tüm cepheye yayılmasına sebep olur.

C. Yatay bağlantı elemanı yolu: Bu yol ise direkt olmadan dikey yolla gelen sesin yanal yollardan iletilmesidir.

D. Bağlantı elemanı yolu: Bu nokta ise giydirme cam cephe sisteminin duvar ya da döşeme ile olan bağlantısı sonucunda ortaya çıkan hava boşlukları ve sızıntılar sonucu meydana gelen yanal geçiştir.

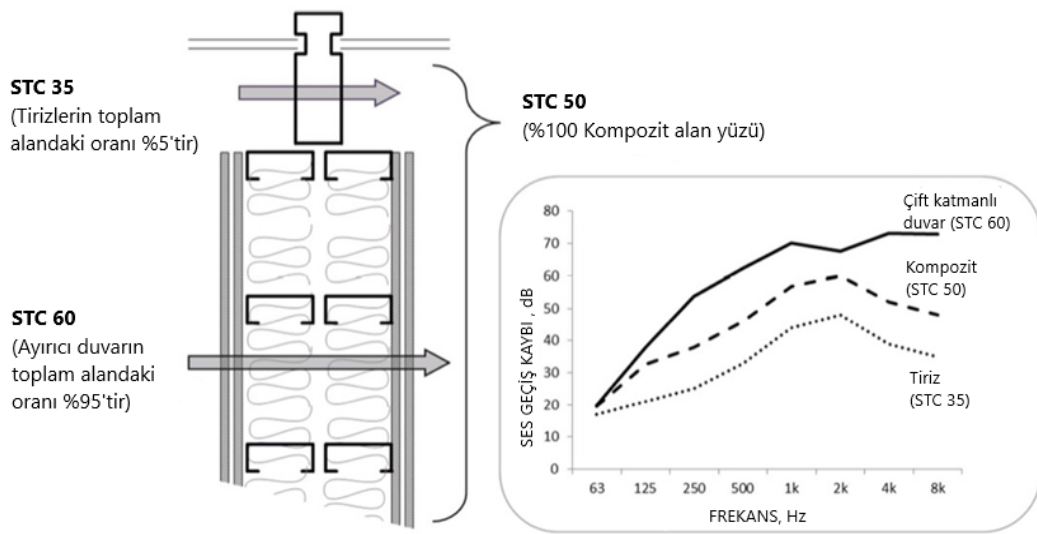
E. Direk duvar/döşeme yolu: Bu yol ise ses yalıtımının temelinde ölçme değerlendirilmede ele alınan yoldur.



Şekil 3.8 : Giydirmeye cam cephenin plan diyagramı üzerinden 5 ses geçiş yolunun belirtilmesi [10].

3.1.5 Kompozit sistemin ses yalıtım performansı

Yanal ses geçişi giydirmeye cam cepheler ile bir duvarın bir arada birleşmesi ile kompozit olarak ele alınmalı ve elde edilen sonuçlar üzerinden ses geçişi gözlemlenmelidir. Örneğin yüksek ses yalıtımına sahip olan çift katmanlı duvarın bir giydirmeye cam cephe ile olan birleşim noktasında Şekil 3.9'da bulunan değerler gözlemlenmiştir. Duvar yüzeyinde %5'lik bir yüzey alanına sahip olan giydirmeye cam cephe sisteminin dikey tirizi tüm sistemin STC değerini 10 dB azaltmıştır [10].



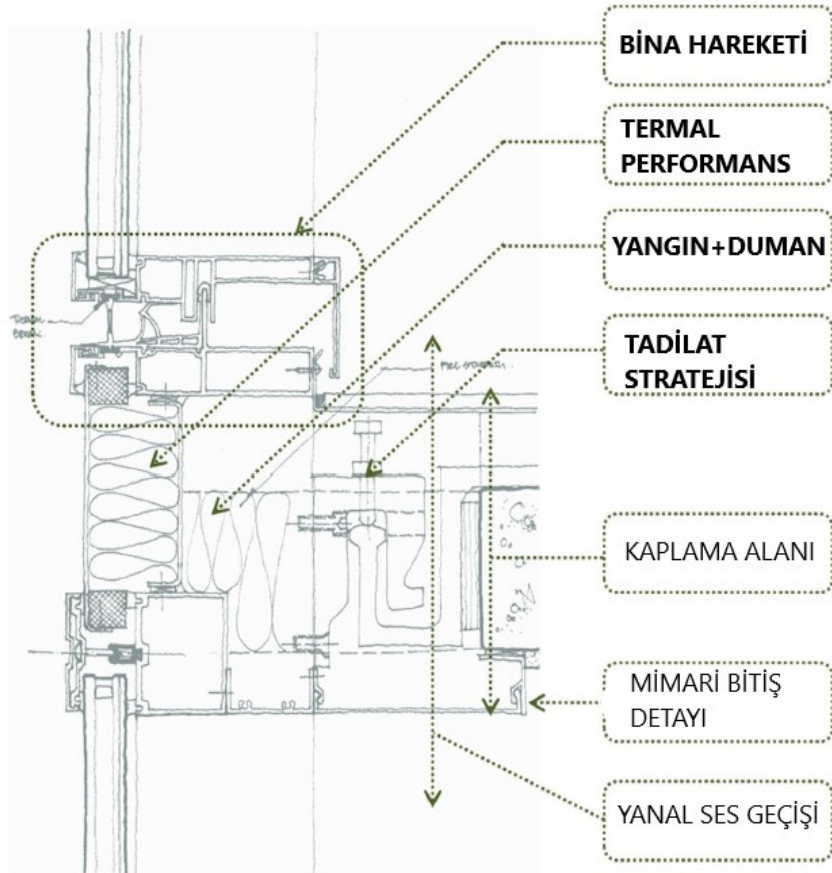
Şekil 3.9 : Yüksek bir STC değerine sahip duvar ile düşük STC değerine sahip bir tirizin kompozit performansının değerlendirilmesi [10].

3.1.6 Boşluklar ve açıklıkların ses yalıtımına etkisi

Giydirme cephe sitemlerindeki yanal ses geçişine neden olan olaylardan bir diğeri ise sistemde olan küçük hava boşlukları ve açıklıklardır. Bu gibi boşluk ve açıklıklar ses geçişinin kolay yollarla bir noktadan diğerine hareket etmesine sebep olur. Boşluklar ve açıklıkların ses dalga boyundan daha büyük olması sesin direk bir şekilde kırılmadan yol almasına, açıklıkların ses ile aynı büyüklükte olması ise maksimum yayılmaya neden olur. Bahsedilen açıklıkların büyüklüğünün fazla olmamasından dolayı yanal geçişe neden olacak sesin genel olarak yüksek frekanslı sesler olacağını varsayabiliriz [10].

3.1.7 Giydirme cephelerin çok disiplinli tasarım hükümleri ve ses yalıtımı açısından değerlendirilmesi

Giydirme cephe elemanının detay tasarımında birden çok disiplin ele alınır. Bunlar yangın kontrolü ve dayanımı, hava ve su geçirgenliği, koku kontrolü, termal dayanım, strüktürel güç, dayanıklılık ve ses-titreşim kontrolü olarak karşımıza çıkar.



Şekil 3.10 : Giydirme cam cephe tiriz kesiti üzerinden dikkat edilmesi gereken noktalar ve noktaların konu alanı [11].

Giydirme Cephe Sistemine Kütle Ekleme

Akustik Konu: Bina materyallerine kütle eklenmesi akustik olarak ses yalıtım performansını genellikle artırır. Yanal ses geçişi ise giydirme cephelerde en köşe noktalarda meydana gelir. Bu noktalar giydirme cephenin duvar ve döşeme ile birleştiği noktalardır. Buna da giydirme cephelerde genellikle kütle bakımından az olan alüminyum malzeme kullanımı neden olur [11].

Etki: Giydirme cephe sisteminin kütesini arttırmak toplamda cephenin yükünü arttırmak olacağından strüktürel anlamda problemler meydana getirebilir.

Giydirme Cephe Sisteminin Esnekliğini Sürdürmek

Akustik Konu: Hava geçirmez silikon malzemelerin giydirme cephenin iç yüzeyinde cephe ile duvarı birleştiren noktalarda bulunması çok gerekli değildir. Fakat bunun yerleştirilmesi akustik anlamda sızma noktaları meydana getirir. Akustik gelişim her yerin mühürlenmesi ve kapatılması ile sağlanabilir. Termal ve strüktürel esneklik anlamında ise tirizlerde yapılacak olan kaldırma ya da değiştirme işlemi akustik gelişime etki sağlar [11].

Etki: Giydirme cepheler binadaki ısınma ve soğuma durumuna göre genişleyebilmeli ve hareket edebilmelidir. Bu hareket aynı zamanda rüzgâr ve sismik sarsımlara karşı da esnek özelliklere sahip olmalıdır. Akustik anlamda yapılacak olan modifikasyonlar tirizlerde beklenen esneklik ihtiyacını tehlikeye atar.

Giydirme Cephe Uygulama Yönetimi

Akustik Konu: Baştan savma yapılacak olan giydirme cephe uygulaması akustik anlamda birçok problemi ortaya çıkarır. Akustığın saha performanda en ekili şekilde olması tamamen işçiliğe bağlıdır. Yüksek konstrüksiyon kalitesinde uygulama yapılmalı, kısa yollar ve bina elemanında köprü oluşumuna sebep verecek noktalardan kaçınılmalıdır.

Etki: Bu noktada giydirme cephelerde kullanılan ünite sistem ile çubuk sistem arasındaki karşılaştırma göz önüne alınmalıdır. Örneğin ünite sistemde giydirme cephe sisteminin büyük bir kısmı fabrikada üretilerek gelmekte ve uygulama hatası en az olan seçenek olarak karşımıza çıkar. Ancak çubuk sistemin sahada uygulanıyor olması uygulama esnasında gerçekleşebilecek olan hata payını bir hayli artırır. Bu nedenle saha uygulamalarında doğru ve kaliteli işçilik önem kazanır.

Ses İzolasyon Yönetmelikleri

Akustik Konu: Günümüz bina teknolojisine ayak uyduracak ses yalıtım ve test metodları kabul edilmelidir.

Etki: Birçok yalıtım yönetmeliği ses yalıtım yönetmeliğinden daha güçlü olarak karşımıza çıkar. Bu da tasarım yeniliğinde akustik performansın yanal ses geçişi konusunda problemler yaratmasına sebep olur. Bu noktada endüstride yer alan birçok akustik danışmanı da giydirme cephe sistemlerinde akustik anlamda detaylandırmanın çok çeşitli ve zorlayıcı olduğunu belirtir.

Larry Tedford “Akustik anlamda giydirme cephe sistemleri üzerinde yapılabilecek yüksek yalıtımlı ve aynı zamanda estetik bir sonuç olamamaktadır. Genellikle kütle ile esnekliğin hava sızdırmaz olarak yapımı akustik açıdan optimal fakat estetik açıdan ise zarar vericidir. Bu noktada önemli olan zarar veren noktalar üzerinde çalışılmasıdır.”.

Kym Burgemeister “Giydirme cephe detaylandırması oldukça zor bir işlemdir. Çünkü cephe yaşayan, nefes alan bir bina elemanıdır ve binanın ısısına ya da hareketine göre esnek olması gerekmektedir. Cephedeki her bağlantı noktası esnek olmalı ve darbeye karşı dayanıklı olmalıdır. Bunun içinse çözüm bağlamak ya da sertleştirmek olmamalıdır [11].

Akustik Yumuşatma Pratikleri ve Bağlantı Elemanları İçin Ürünler

Mekanlar arasında ses yalıtım performansının geliştirilmesi akustik danışmanlar ve endüstride üreticiler tarafından üzerinde çalışılan bir konudur. Bu konuda yapılan çalışmalar genellikle dikey tirizler üzerindedir. Dikey tirizler, performans anlamında en çok çözüm sunan bir cephe elemanı olarak karşımıza çıkar. Bunun yanı sıra camın içi ve bağlantısı da ele alınan konular arasındadır.

Pratik Temelli Tiriz Modifikasyonları

Mekanlar arasındaki ses geçişini azaltacak pratiklerde en çok karşımıza Şekil 3.11’de yer alan seçenekler çıkmıştır. Şekil 3.11’de belirtilmiş olan akustik konseptler akustik mühendisler ve mimarlar ile tasarlanmış olup kütle eklemek ve akustik sönümleme malzemeleri ile tiriz içi hava boşluğunun doldurulması, tirizlerin kaplanması ve giydirme cam cephe sistemi üzerinde çift tiriz kullanarak iki odayı birbirinden ayırma şeklinde kategorize edilmiştir.

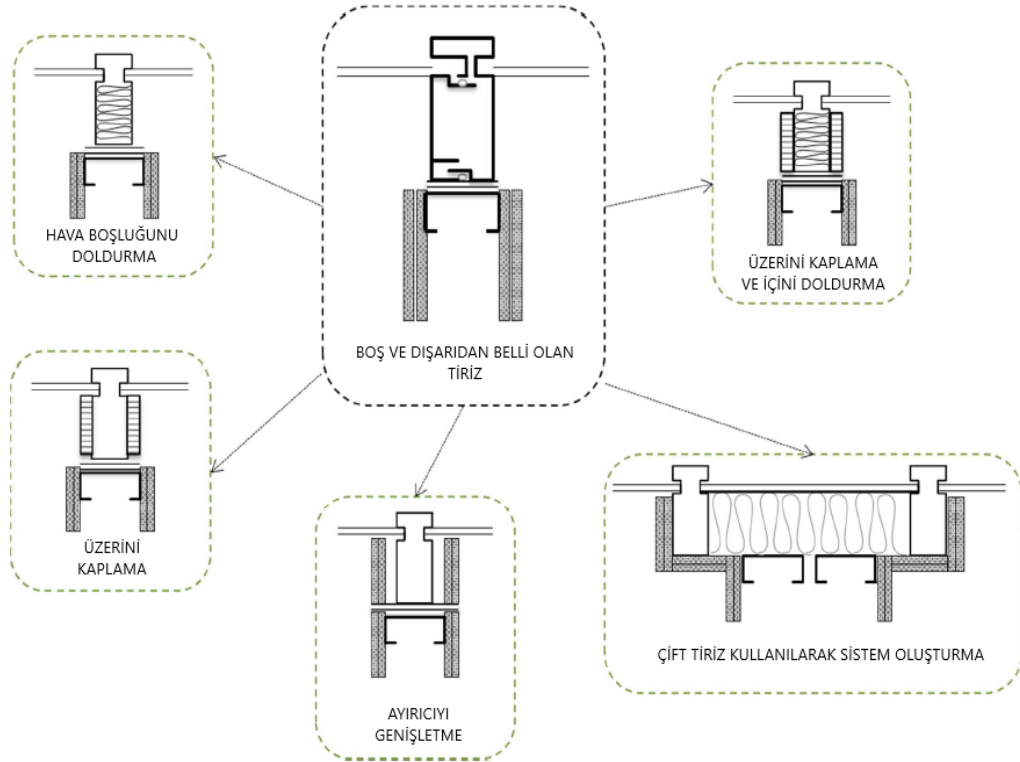
Alternatif olarak sıkça karşımıza çıkan bir diğer yöntem ise alçıpanların tirizleri kapatacak şekilde cama kadar uzatılmasıdır. Çift tirizli sistemler ise ortasına koyulan spandrel panel ile birlikte akustik yolların birbiri ile bağlanmasını keser. Şekil 3.11’de tüm bu bahsedilen detay modifikasyonların kesit şemaları gösterilmiştir. Bu akustik detaylandırma ise beş kategoride karşımıza çıkar. Bunlar:

Pencere Duvar Sistemi:

İç duvar ve döşemenin cephe içerisine girecek şekilde uzatılması ile ses geçişinin engellenmesi durumudur. Bu sisteme genellikle pencere-duvar sistemi denmektedir. Titreşim ses enerjisi cam ve hafif ağırlıklı tiriz yollarından geçerek bu sistem ile iç duvarlara geçmesi engellenir.

Tiriz İçerisindeki Hava Boşluğunun Doldurulması:

Materyale kütle eklenmesi ve tirizlere sönümlendirme etkisi kazandırmak ile birlikte ses yalıtım performansını artırma amacıyla karşımıza çıkan yöntemlerden biridir. Bunun için ise tirizler içerisinde bulunan hava boşluklarının doldurulması gerekir. Bu doldurma işlemi için sıkça karşımıza çıkan uygulama çimento paneli, çelik paneller, çakıl, kum ya da fiberglass ile doldurulmasıdır [11].



Şekil 3.11 : Ses yalıtımının güçlendirilmesi için tiriz üzerinde yapılabilecek detay modifikasyonlarının kategorileri [11].

Tirizlerin Kaplanması:

Dikey ve yatay olan tirizlerin genellikle alçıpan ve benzeri malzemeler ile kaplanması ile ses yalıtımının artırılması sağlanır. Bu yöntem sayesinde hafif sistemli tirizlere bir miktar kütle ve sönümlenme eklenmiş olur. Bu işlem esnasında oluşabilecek problemler şu şekildedir:

- 1.Kaplama noktalarında birleşimin matkap ya da yapıştırma ile yapılması tirizlere zarar verir.
- 2.Kaplama malzemesi mimari tasarım anlamında yapılması ölçülerin zarar görmesi ve değişmesi olarak karşımıza çıkar.
- 3.Bazı durumlarda alçıpan kaplama esneme hareketine engel olur.

Çift Tiriz ve Spandrel Sistem:

Duvar ve döşeme noktalarında çift tiriz kullanımı ses yanal geçişinde büyük bir azalma sağlar. Bunun nedeni ise ses yollarının birbirinden kopmasıdır. Çift tiriz ayarlanması tirizlerin esnekliğine de izin verir. Ancak tasarım prensipleri anlamında dikkatlice detaylandırılması gerekir.

Strüktürel Köprü Oluşturulmayan Ünitelenmiş Tiriz:

Her bir strüktürel elemanın izole edilmesi ya da tirizlerin ayrılması ses yanal geçiş yolunda çok etkili azaltım sağlar. Ancak bu tasarımın detaylandırılmasında yalnızca akustik anlamda değil hem strüktürel hem de termal anlamda da dikkatli tasarım yapılmalıdır [11].

Ürün Bazlı Tiriz Modifikasyonu

Giydirme cephe sistemlerinde yanal ses geçişi endüstri tarafından da bilinir bir konudur. Bazı üretici firmalar yanal ses geçişi konusunda yaptıkları tasarımların patentini alarak mekanlar arasında ses yalıtım performansını yükseltmektedir.

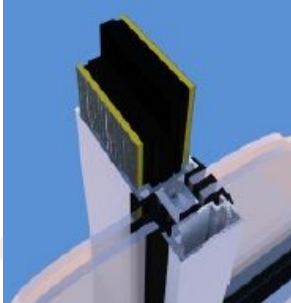

Bu tip benzeri ürün çözümleri uygun bir maliyette olmamakla birlikte, estetik olarak ve proje ihtiyacına uygun olarak işverenin isteğine uymayabilir. Bu tip çözümler aynı zamanda inşaat firmasının uygulama yeteneğine göre de değişiklik gösterir.

Çizelge 3.1'de endüstri tarafından yanal ses geçişini engellemek amacı ile geliştirilmiş ürün örneklerine yer verilmiştir. Bu örneklerde tirizler üzerinde yapılan kaplama, tirizlerin içerisinin doldurulması ve birleşim noktalarında yer alan

boşlukların kapatılması gibi örnekler yer almaktadır. Bu ürünler pratik temelli tiriz modifikasyonları bölümünde anlatılmış olan yöntemlerin endüstri tarafından geliştirilmiş ve ürün haline getirilmiş örnekleridir.

Örneklere yer alan ürünlerin bazılarının ses azaltım bilgileri üretici firma tarafından sunulmuştur.

Çizelge 3.1 : Ürün bazlı tiriz modifikasyonlarına sahip ürün çeşitleri [11].

No.	Ürün	Açıklama
1		Amerika Birleşik Devletleri çıkışlı olan ve elastik ses yalıtım klipsi ismindeki bu ürün alüminyum tiriz çevresine bağlanarak tirizin kaplanılmasını sağlar. Ürün MLV (kütlesel vinil sıkıştırma) ve içi fiberglass ile doldurulmuştur. STC 58
2		İngiltere bazlı olan Siderside, yatay ve dikey tirizlerinin içerisinde bilgilerin malsahibine ait olduğu bir ürün ile doldurulması ile oluşturulmuştur. Ürünün performansı her Siderise için 41 dB Rw olduğu ve 50 mm'lik tirizlerin içerisine yerleştirilebildiği bilgisini bizlere vermektedir.
3		Siderise akustik bariyer kaplama ismindeki bu ürün ise kompozit kütle üzerine yapılan döşemeden döşemeye ses yalıtımını arttırmaya yarayan bir üründür.
4		Siderise akustik boşluk barieri ise yukarıdaki ürüne göre daha fazla ses yalıtımı istenen bölgeler için uygulanmakta olup 51dB Rw yalıtım sağladığı bilgilerini sunmuştur.

3.2 Giydirme Cam Cepheler Üzerine Yapılan Araştırmalar

Akustik test laboratuvarlarında akustik danışmanlık ya da tasarım üretimi için giydirme cam cephelerin ses yalıtım değerlerinin ölçümleri yapılır. Bunun yanı sıra

araştırma dışında bu gibi yanal ses geçişi hesaplama mekanizmasının metodolojisi ISO 12354-1’de bahsedilir.

3.2.1 Laboratuvar girdileri ve cephe ses yalıtımı araştırmaları

Hafif yapı malzemeler için yanal ses geçiş ölçümlerinin yapılacağı laboratuvar üretme teklifi ilk olarak 1974 yılında Nagy tarafından Budapeşte Teknik Üniversitesi’nde sunulmuştur. Amaç olarak ise birçok oda içerisine rastgele yayılan hava doğuşlu sesin, öğrenciler ile ölçülerek odadan odaya gerçekleşen farklarını ortaya çıkarmak olarak başlamıştır. Bu da aynı zamanda ayrılmış hacimlerdeki giydirme cephelerin ses geçişinin de ölçülmesine olanak sağlamıştır. O zamanlarda bu ölçümleri yapabilecek laboratuvarın az olması nedeni ile bu laboratuvarların yapımı üzerine yoğunlaşmıştır. Araştırma sonucunda ise Nagy, ağır elemanlara göre hafif yapı elemanlarında yanal ses geçiş yollarının kompleks bir şekilde yayıldığını ve ayırıcı duvarın tipine göre sonuçların değişiklik gösterdiği üzerinde durmuştur.

Yanal ses geçişi, ilerleyen yıllarda cepheler üzerinde ülkeler arası dikkat edilmesi gereken bir konu olarak ortaya çıkmıştır. Konstrüksiyon teknolojisinin ilerlemesi ile hafif ağırlıklı alüminyum cephelerin ağır eleman olan döşemeler ve kolonlarla olan bağlantı noktaları problem olmaya başlamıştır. Birleşim noktalarında meydana gelen potansiyel yanal geçiş deneyleri ve tahminleri H.J. Martin tarafından Hollanda’daki bir apartman binası üzerinde deney yapılarak elde edilmiştir. Ardından apartman yapısında yapılan ölçüm sonuçları rapor halinde hazırlanmıştır. Sonuçlar, esnek bağlantıya sahip cephe-döşeme birleşimlerinde ISO 12354’ün sunduğu metodlar ile sonuçlar elde etmenin zorlayıcı olduğunu göstermiştir. Bu hesaplamalara titreşim azaltım bilgisinin de girilmesi gerektiği öne sürülmüştür. Sonuç olarak elde edilen verilerin en dikkat edilmesi gereken ses geçişine sebep olan yolların cephe birleşim noktaları olduğu ortaya çıkmıştır [11].

Bir diğer deneysel ölçüm ise Ando ve Koga tarafından Okumura Corpo Teknik Araştırma Enstitüsü ve Kajima Teknik Araştırma Enstitüsünde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ise hafif ağırlıklı beton çift alçıpan duvar ile birleştirilerek düzenlenmiştir. Test düzeni yarı anekoik oda ile dış mekân cephesi arasında hazırlanmıştır. Deney metodu olarak ise EN 12354-1 2000 ele alınmıştır. Titreşim ölçümleri de hesaplamalara dahil edilmiş olup, yanal ses geçiş noktaları ve hangi noktalardan yayıldığı gözlemlenmeye çalışılmıştır.

2009'da ise Kanada Ulusal Araştırma Konseyi (NRC-IRC) yanal geçiş yolları hesaplamayı amaçlayan 8 odalı bir laboratuvar üretmiştir. Bu laboratuvar ile sadece döşeme değil aynı zamanda dikey birleşim noktaları ile meydana gelen yanal geçiş ses kayıpları ölçülebilmektedir. Ölçülen ses geçiş kayıpları hem hava doğuşlu hem de darbe seslerini kapsamaktadır. Laboratuvarda en sık yapılan ölçümler, genellikle ahşap konstrüksiyonlar olmuştur. NRC-IRC'nin sunduğu yayınlarda yanal ses geçişinin model üzerindeki tahminleri yarı empirik, statiksel ve analitik metodlar ile gözlemlenmiştir.

İngiltere'de ise Bina Araştırma Kurumu (BRE) UKAS ile ses testi için yanal ses geçiş laboratuvarı oluşturmuştur. Bu yapı ses yalıtım performansını bina yönetmelikleri ve ISO standartları ile kıyaslamasını yapmaktadır.

Giydirme cephe üreticilerinden olan Permasteelisa Grup ve Schüco tasarım geliştirme amacı ile kendi araştırma laboratuvarlarını üreterek akustik ses ölçümleri yapmaya başlamıştır. Permasteelisa İtalya'da bulunan Cam ve Geniş Bina Kabuğu Akustik Araştırma Laboratuvarı (LA.R.G.E.)'ı kurmuştur. Schüco ise Teknoloji Merkezi'nde 4 odalı yanal ses geçişini de ölçebilen bir laboratuvara sahiptir.

Schüco genellikle giydirme cam cepheler üzerinde yanal ses geçişini üzerinde laboratuvar ölçümleri yapmış olup, bu ölçümleri de DIN 52210 "Part 7: Airborne and impact sound insulation, calculation of insulation against noise transmission" bölümüne göre düzenlemiştir [11].

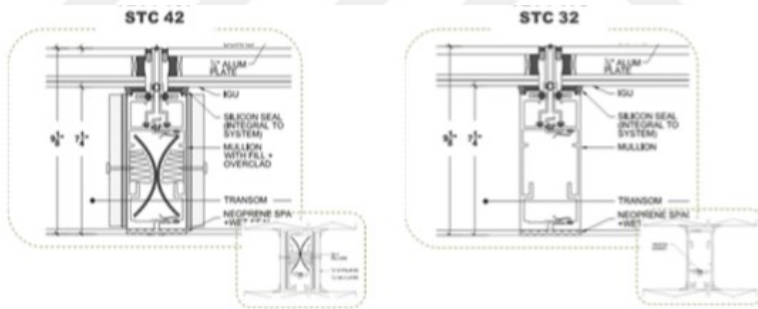
3.2.2 Yanal ses geçiş tahmin metodları

Analitik olarak yanal ses geçişini hesaplamak için günümüzde tek kullanılabilir metod ISO EN 12354-1 standarttır. Bu metodun asıl kullanımı ağır yapı elemanları üzerindeki yanal ses geçişini hesaplamaktır. Bu hesaplama yöntemi giydirme cam cepheler gibi hafif ağırlıklı elemanları kapsamaz. Bu noktada bina elemanlarının elde edilecek olan akustik ses azaltım bilgisi ISO 140-6 ölçümleri sonuçları ile karşılaştırılarak bulunabilir.

Bu konu ile ilgili deneysel bir çalışma İsveç'te Lund üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışma ise hafif ağırlıklı malzemelerin kullanıldığı binalardaki ses geçiş kaybını ölçmek için EN 12354-1 hesaplama yöntemi kullanılmıştır. EN-12354-1 standardı hafif ağırlıklı binalardaki ses geçişini 1 ila 8 değer gibi fazla belirtir. Zeminde yer alan kirişlerin oryantasyonu düşük frekansların

ses geçişinde önemli bir rol oynamaktadır. Kirişli ya da kirişsiz döşeme yüksek frekanslarda aynı değerde enerji iletmektedir. ISO standardı EN-12354 ile yanal ses geçişi tahmini yapılabilir. Standartta bükülme dalgaları hesaplaması önemli rol oynar. Çünkü bu dalga tipi bina elemanı üzerinde yüzeyde yer değiştirme meydana getirir. Ancak giydirme cepheler gibi bina kabukları yapı ile birleşim noktalarında deprem gibi afetlere göre esnek olarak bağlantı kurar. Bu da bükülme dalgalarının bir elemandan diğer elemana geçişini daha fazla oluşturur. EN 12354’de yer alan tahmin metodu homojen ve ağır malzemeli monolitik strüktürlerde daha fazla kullanılmasına sebep olur.

Yanal ses geçişi ile ilgili olarak Kaliforniya Üniversite’sinde yapılan laboratuvar ölçümünde ise giydirme cam cepheler üzerinde tirizler ve tirizlerin cam ile birleştiği durumlarda ASTM standardına göre elde edilen STC değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan ölçümlerde cam malzemesi sabit olarak ele alınmış ve tirizlerin performansı arttırılarak STC değerlerindeki değişim incelenmiştir. Şekil 3.12’de tirizler üzerinde yapılabilecek olan ses yalıtımı iyileştirmelerin giydirme cam cephenin STC değerini 10 derece arttırdığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.12 : Laboratuvarda ölçülmüş normal tiriz ile akustik performansı arttırılmış tirizin STC değerleri ve kesitleri [11].

Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki tirizlerin tekil olarak sağladığı ses yalıtım performansı cam ile birleştiği zaman düşüş yaşamıştır. Bununla ilgili olarak ise ölçümlerde iyileştirme sağlanmamış tirizin tekil olarak STC değerinin 36 olduğu, iyileştirme yapılmış olan tirizin ise STC değerinin 52 olduğu görülmüştür [11].

3.3 Ses Yalıtımı İle İlgili Standartlar ve Yönetmelikler

Ses yalıtımı konusunda öncelikle hareket edilmesi gereken durum binanın kendi elemanları ve binanın kendi başına ses yalıtımı yapabilmesini sağlamaktır. Örneğin

bir bina üzerinde ses yalıtımı, çevresel gürültüyü azaltarak ya da hareket edebilir yüklerle sağlamaya çalışarak değil binanın bulunduğu bölgeye göre tasarlanması ile başlamalıdır. Bu da binanın cephesi ana olarak ilgilenilmesi gereken nokta olarak karşımıza çıkar. Doksanlı yıllarda Almanya'daki birçok bina çift katmanlı cephe şeklinde tasarlanmış ve uygulanmıştır. Ancak bu işlemler bir gereklilik nedeni ile değil daha çok teknik ve enerji düşüncesi ile gerçekleşmiştir. Günümüzde ise dış mekândan gelen gürültüye karşı alınan en büyük önlem çift katmanlı cephelerdir. Yeni yapılan binalar üzerinde kullanılan çift katmanlı giydirme cepheler iki büyük avantaj sunar. Bunlardan biri pasif iklimlendirme diğeri ise ses geçişini azaltmaktır. Üzerinde yapılan araştırmalar sonucu görülmüştür ki iç cephedeki pencerelerin açık olması durumunda dahi dış mekândan gelen gürültü çift katmanlı giydirme cam cephelerde 6-10 dB arası azalmaktadır [12].

Ses yanal geçiş performansı ses yalıtımı için genellikle laboratuvar ve saha testleri yapılarak ölçülür. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada test prosedürleri ASTM standartları ile, Avrupa, İngiltere ve Avustralya gibi ülkelerde ise ISO standartları ele alınır. Genellikle bina elemanlarının ses yalıtımı performansları ölçümü ve hesaplamaları birbirine benzerlik gösterir. Sonuçlar ise eklenen indis bilgilerine göre değişkenlik gösterebilir.

3.3.1 ASTM standart test metodu ve ölçüm prosedürü

Amerika Birleşik Devletleri'nde sıkça kullanılan ses yalıtımı laboratuvar test prosedürü ASTM E90-09 "Bina ayırıcı elemanlarında Hava Doğuşlu Ses Geçiş Kaybı Laboratuvar Ölçüm Metodu"dur. Ses yalıtım performansı akustik laboratuvarında yer alan iki çınlama odasında birinde ses kaynağı ile ses üretilirken alıcı odada da ses ölçümü yapılır. Yapılan ölçüm ise iki oda arasında bulunan bölücü duvar ile ilgilidir. Bu iki oda arasındaki seviye farkı ise ses geçiş kaybı değeri TL olarak karşımıza çıkar. Frekans değeri ise 1/3 oktav bandında ölçüm yapılarak 125-4000 Hz'i kapsar [11].

$$TL = L1 - L2 + 10 \lg \frac{S}{A_2} \quad (3.1)$$

R: Ses Azaltım İndeksi, dB

L1: Dış mekân gürültü seviyesi, dB

L2: İç mekân ses basınç seviyesi, dB

S: Alan, m²

A: Toplam Emicilik, Sabine

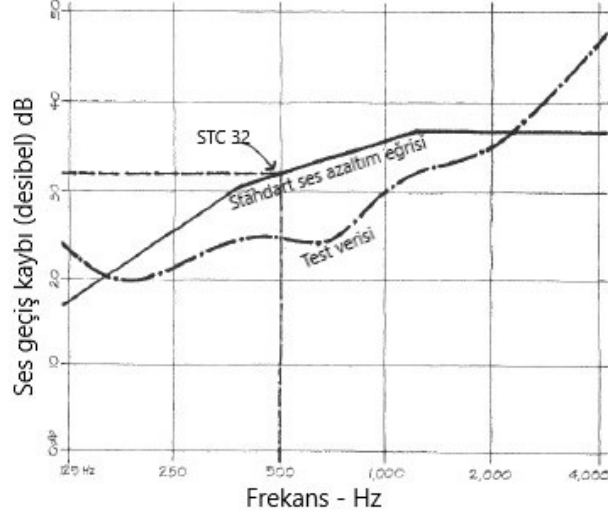
Denklem 3.1’de yer alan $10\lg S/A_2$ formülü düzeltme faktörüdür. Bu düzeltme faktörü ölçüm yapılan odaların alan ve emicilik katsayısına göre değişiklik göstermesine karşı denkleme eklenir.

Tek numaralı değerlendirme ise laboratuvarında ölçülmüş olan duvar, döşeme, kapı ve pencere gibi bölücü elemanların sınıflandırılması için ses geçiş sınıfı denilen STC değerleri belirlenir. STC sınıflandırması, ASTM 413 standardına göre belirlenmiş ve ABD’de sıkça kullanılan bir ölçüm değeri olarak karşımıza çıkar.

Ses yalıtımında sadece tek numaralı değerleri ele almak yanlıştır. Çünkü aynı tek numaralı değere sahip birden çok bölücü eleman olabilir. Ancak bu bölücü elemanların birbirinden farklılık gösterdiği nokta, farklı frekans değerlerine gösterdikleri tepkidir. Örneğin bir eleman düşük frekanstaki bir sese karşılık daha fazla ses yalıtımı yapabilirken diğeri yüksek frekansta bu ses yalıtımını sağlayabilir. Bu noktada ise TL değeri önem kazanır. Her bir malzemenin ayrı ayrı frekans değerlerinde gösterdiği tepkiye göre ses yalıtımı yapmak her zaman doğru bir tercihtir.

STC değeri ise genellikle ofis içi konuşma, tv gibi sesleri kapsayan bir tek numaralı sistemdir. STC değerinin ise sıkça kullanılmasının nedeni sektörel anlamda çalışma yapıldığında müşteri ve üretici tarafından rahatça kullanılan bir değer olmasından dolayı tercih edilir. Örneğin Şekil 3.13’te belirtilmiş olan STC değerinin referans eğrisi ile bir malzemenin TL değerleri bir grafik üzerinde karşılaştırıldığında daha net görülmektedir. Şekil 3.13’te STC 32 değerindeki bir malzeme ile STC 32 ses azaltım eğrisi kontürü üst üste geldiğinde 500 Hz’de iken test verisi 32 yerine 25 dB değeri vermiştir.

Ses geçişinin saha ölçümleri sonuçlarına karşılık gelen akustik bilgisi ise saha ses geçiş sınıfı olarak adlandırılır ve FSTC olarak ifade edilir. FSTC değerleri ise çoğu zaman STC değerlerine karşılık 5 ila 10 dB daha düşük olur. Bunun nedeni ise laboratuvarlarda yapılan ses ölçümlerinde ses geçişlerini en aza indirilerek daha net ve anlaşılır sonuçlar ortaya çıkarmak istendiği içindir. Saha ölçümlerinde ise bu durum hava şartlarından, işçiliğe kadar çok fazla değişken etkilidir. FSTC ölçümleri ise ASTM E33626 ve derecelendirmeli ASTM E413’te yer almaktadır [11].



Şekil 3.13 : Deney ile elde edilmiş bir ses geçiş eğrisi ile STC referans değerinin noktasının karşılaştırılması [11].

Ses Yalıtım Sınıfı (NIC) ise, bina elemanlarının sahada ses yalıtım performans değerlerini veren bir değerlendirmedir. Bu derecelendirmeyi NR'den farklı kılan özellik ise NR'nin ses basınç değerinin aritmetik farklılığı iken NIC 1/3 oktav bandının orta frekansları ilgilendirmesidir. ASTM Standartlarında ses izolasyonu ölçümlerini ilgilendiren standartlar ASTM E90, ASM E336 ve ASTM E413 olarak karşımıza çıkar. Bunlar:

- ASTM E90: 1/3 oktav bandındaki frekansların akustik laboratuvarında ölçülerek ses geçiş kaybının (TL) elde edilmesini sağlar.
- ASTM E336: Ses azaltım (NR) ve 1/3 oktav bandındaki frekansların saha ses geçiş kaybı (FTL) hesabının yapılmasını sağlar.
- ASTM E413: Tek sayılı ses yalıtım değerleri (STC), saha ses yalıtım sınıfı (FSTC) ve ses yalıtım sınıfı (NIC) elde edilmesini sağlar.

3.3.2 ISO standart test metodu ve ölçüm prosedürü

Yapı akustiği konusunda hesaplama modellerini bizlere sunan ve toplanmada altı bölümden oluşan ISO EN 12354 standardı, Türkiye'de 09 Mart 2006 tarihinde Türk Standardı olarak kabul edilerek kullanılmaya başlanmıştır.

Bu tez çalışmasını kapsayan ISO standardı ise bir yapının cephesindeki ses yalıtımını veya ses basınç seviyesi farkının belirlenmesinde kullanılan hesaplama modelidir. Standart, "Yapı Akustiği – Yapıların akustik performansının elemanların

performansından hesaplanması – Bölüm 3: Hava ile yayılan dışarıdaki sesin yalıtımı” ismine sahip olmakla birlikte altı bölümlük standardın üç numaralı bölümüdür. Bu standartta hesaplamaların hepsi cepheyi oluşturan farklı elemanların ses bilgisine bağlı olarak doğudan ve yanal yollarla ses geçişinin iletimini kapsar. Bu standart ile elde edilen hesaplama sonuçları frekans bantları veya tek numara derecelendirmesi için gerçekleştirilebilir. ISO standardında kullanılan büyüklükler, frekans bantlarında elde edilen sonuçlar ile birlikte tek numara derecelendirmesi sonuçlarını da elde etmemizi sağlar [13].

3.3.2.1 Yapı performansını ifade eden büyüklükler

Cephelerin ses yalıtımı aşağıda ifade edilen büyüklük cinsleri ile ifade edilir. Yapı performansı hakkındaki büyüklükler ise frekans bantlarında (1/3 oktav bant veya 1/1 oktav bantları) belirlemekte ve bunların kullanılarak yapı performansı açısından tek numaralı derecelendirmeleri R'_{w} , $D_{1s,2m,Nt,w}$ veya $(R'+C_{tr})$ ile elde edilir [13].

Görünür ses azaltma indisi R'_{45°

Hoparlör olan bir ses kaynağından çıkan sesin geliş açısının 45° olması durumundaki bir yapı elemanının hava ile yayılan ses yalıtımının ses azaltma indisi aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$R'_{45^\circ} = L_{1,s} - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} - 1,5 \text{ dB} \quad (3.2)$$

Denklem 3.2’de:

$L_{1,s}$: Cephelerden gelen yansıtma etkileri de dahil, yapı elemanının dış yüzeyi üzerindeki desibel cinsinden ses basınç seviyesi,

L_2 : Algılama odasındaki desibel cinsinden ortalama ses basınç seviyesi,

S: Yapı elemanının, metre kare cinsinden alanı

A: Algılama odasındaki metre kare cinsinden eş değer ses emilim alanı

Olarak ifade edilir.

Görünür ses azaltma indisi $R'_{tr,s}$

Ses kaynağının trafik gürültüsü olması durumunda bir yapı elemanının hava ile yayılan ses yalıtımı olan görünür azalma indisi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır [13].

$$R'_{tr,s} = L_{eq,1,s} - L_{eq,2} + 10 \log \frac{S}{A} - 3 \text{ dB} \quad (3.3)$$

Denklem 3.3’de

$L_{eq,1,s}$: Cepheden gelen yansıma etkileri de dahil, yapı elemanınındış yüzeyi üzerindeki desibel cinsinden ortalama eş değer ses basınç seviyesi,

$L_{eq,2}$: Algılama odasındaki desibel cinsinden ortalama eş değer ses basınç seviyesi, Olarak ifade edilir.

Standart hale getirilmiş seviye farklı $D_{2m,n,T}$

Projede yer alan cephenin 2 metre önünde dışarıdaki ses basınç seviyesi ile alıcı odasındaki ses basınç seviyesi arasındaki çınlama süresinin referans değerine karşılık gelen farka standart hale getirilmiş seviye farkı denir. Standart hale getirilmiş seviye farkı ise aşağıdaki yöntem ile hesaplanır [13].

$$D_{2m,nT}=L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \frac{T}{T_0} dB \quad (3.4)$$

Denklem 3.4'te:

$L_{1,2m}$: Cephenin 2m önünde, desibel cinsinden ortalama ses basınç seviyesi,

T: Algılama odasındaki, saniye cinsinden çınlama süresi

L_2 : Algılama odasındaki desibel cinsinden ortalama ses basınç seviyesi,

T_0 : Saniye cinsinden referans çınlama süresidir; meskenler için 0,5 s olarak verilir.

Olarak ifade edilir.

Standard hale gelmiş seviye farklı ya baskın trafik gürültüsü ile ya da bir hoparlörden gelen gürültü ile elde edilir. Bu gürültü kaynaklarından hangisinin kullanıldığı, sırası ile t_r ve 1_s bilgileri kullanılarak, yani $D_{t_r,2m,nT}$ veya $D_{1_s,2m,nT}$ şeklinde yazılarak belirtilir [13].

Normalize edilmiş seviye farklı $D_{2m,n}$

Projede yer alan cephenin 2 metre önünde dışarıdaki ses basınç seviyesi ile alıcı odasındaki ses basınç seviyesi arasındaki ses emilim alanının referans değerlerine karşılık gelen farka normalize edilmiş seviye farkı denir. Normalize edilmiş seviye farklı ise aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$D_{2m,n}=L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \frac{A}{A_0} dB \quad (3.5)$$

Denklem 3.5'te:

A_0 : Metre kare cinsinden referans eş değer ses emilim alanıdır, meskenler için $A_0 = 10 \text{ m}^2$ olarak verilmektedir.

Olarak ifade edilir.

İki ses basınç seviyesi farkları olan $D_{2m,nT}$ ve $D_{2m,n}$ arasındaki ilişki ise aşağıdaki denklem gibidir:

$$D_{2m,n}=D_{2m,nT} - 10 \log 0,16 \frac{V}{T_0 A_0} = D_{2m,nT} - 10 \log 0,32 V \text{ dB} \quad (3.6)$$

Denklem 3.6'te

V: Alıcı odasının metreküp cinsinden hacmidir.

Denklemler incelendiğinde görülür ki bir değer elde edilir olması diğer büyüklüklerin birbiri sayesinde belirlenebilmesine olanak sağlar. Bu iki seviye farkının ise standart hale getirilmiş seviye farkı hesaplanılacak temel büyüklük olarak seçilmiştir [13].

3.3.2.2 Eleman performansını ifade eden büyüklükler

Eleman performansını belirleyen büyüklükler, mesken performansını hesaplamda girdi verilerinin bir bölümü olarak kullanılabilir. Bu büyüklükler 1/3 oktav ve 1/1 oktav bandı ile ifade edilebilirken aynı zamanda tek sayı derecelendirmesi ile R_w (C; C_{tr}) ve $D_{n,e,w}$ (C; C_{tr}) buradan elde edilebilir [13].

Ses azaltma indisi R

Deney numunesi üzerine gelen ses gücü W_1 'in, bu deney numunesinden iletilen ses gücü W_2 'ye oranının on tabanında logaritmasının on katı büyüklüğüne ses azaltma indisi denir. Ses azalma indisi Denklem 3.7'de görüldüğü gibidir [13].

$$R=10 \log \frac{W_1}{W_2} \text{ dB} \quad (3.7)$$

Elemanın normalize edilmiş seviye farkı $D_{n,e}$

İki odadan birinde bir ses kaynağı tarafından üretilen sesin, diğer odaya sadece küçük yapı elemanı aracılığı ile iletildiği durumda bu iki odada oluşturduğu ses basınç seviyesi yer ve zaman ortalamaları arasındaki farktır.

$$D_{n,e}=L_1 - L_2 + 10 \log \frac{A}{A_0} \text{ dB} \quad (3.8)$$

Bu gibi hesaplamalar yapılırken ise cephenin şekli, aralıkların ve bağlantı yerlerinin sızdırmazlık tipi ve kalitesi aynı zamanda cephenin toplam alanı gibi ilave bilgiler de gerekebilir [13].

3.3.2.3 Hesaplama yöntemleri

Cephe ile bir mekân arasında yapılacak olan hesaplamada binanın tüm dış yüzeyleri belirlenmeli ve o şekilde hesaplama yapımına girilmelidir. Cephe yapısı farklı elemanlardan oluşabilir. Bu elemanlar kapı, pencere, çatı, duvardan meydana

gelebilir. Bunun yanı sıra dış mekânda oluşan sesin de ne sesi olduğu ve seviyesi net bir şekilde belirlenerek hesaplamaya girişilmesi doğru olacaktır. İçeri giren sesin cephedeki görünür ses azaltma değeri R' , elemanların her birinin oluşturduğu ses gücü ve yan yol iletimi tarafından iletilen ses gücüne ilave edilerek hesaplanır [13].

$$R' = -10 \log(\sum_{i=1}^n \tau_{e,i} + \sum_{f=1}^m \tau_f) \text{dB} \quad (3.9)$$

Denklem 3.9'da

$\tau_{e,i}$: Cephe elemanı i tarafından bu eleman üzerine doğrudan ses iletimi yüzünden yayılan ses gücünün cephenin tamamı üzerinde gelen ses gücüne göre, ses gücü oranı.

τ_f : Yan yol iletimi nedeni ile alıcı odasındaki bir f yan yol elemanı veya cephe tarafından yayılan ses gücünün, cephenin tamamı üzerine gelen ses gücüne göre, ses gücü oranı.

n : Doğrudan iletim için cephe elemanlarının sayısı

m : Yan yol cephe elemanlarının sayısıdır.

Olarak ifade edilir.

Bir cephenin ise standart hale gelmiş seviye farkının hesaplanması için ise ISO standardında yer alan formül Denklem 3.10'da verilmiştir. Cephenin görüldüğü şekli ile cephenin ses azaltma indisine balkonlar ve oda boyutları gibi cephenin dış şeklinin ekisi bulunur [13].

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{6T_0S} \text{dB} \quad (3.10)$$

Denklem 3.10'da

V : Alıcı odasının metreküp cinsinden hacmi,

S : İçeriden görüldüğü şekli ile metre kare cinsinden cephenin toplam alanıdır.

ΔL_{fs} : Cephenin şekli nedeni ile olan decibel cinsinden seviye farkıdır.

Olarak ifade edilir.

Cephenin şeklinin ses yalıtımına olan etkisi hem olumlu hem de olumsuz olarak karşımıza çıkabilir. Olumlu etkiler genellikle cephenin balkonu olması durumunda bir perdeleme etkisi oluşturabilecek bir alanın oluşturulması ile ilgili olmaktadır. Olumsuz olan durumlar ise cephe düzleminde kısmi bir zarf teşkil ederek çınlamalı değerlendirilebileceğimiz bir ses alanının oluşmasından dolayıdır [19].

Çizelge 3.2'de TS EN 12354-3'teki hesaplamalarda cephenin etkisinin ne şekilde sonuçlar sağladığı ve cephe şekline göre alınacak olan kabullerin yer almaktadır.

Değeri yansıtan düzlem cephe için 0 dB olduğundan ΔL_{fs} terimi, gelen ses alanının ses basınç seviyesi ile cephenin yüzeyi üzerindeki ses basınç seviyesi arasındaki farkın artı 6dB olarak tanımlanır [13].

$$\Delta L_{fs} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3 \text{ dB} \quad (3.11)$$

Denklem 3.11’de

$L_{1,2m}$: Cephenin (şekillenmiş) 2m önündeki konumla decibel cinsinden ortalama ses basınç seviyesi,

$L_{1,s}$: Cephe düzleminin dış yüzeyindeki, bu düzlemin yansıtıcı etkisi de dahil decibel cinsinden ortalama ses basınç seviyesi,

Olarak ifade edilir.

Bir cephe üzerindeki hava doğuşlu yanal ses azaltma bilgisinin hesaplama yöntemi ise ISO-EN 12354-1’de şu şekilde ifade edilmiştir.

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + K_{ij} + 10 \log\left(\frac{S_s}{l_0 l_{ij}}\right) \quad (3.11)$$

R_i ve R_j : Yanal geçiş elemanları i ve j nin ses azaltım indeksi

K_{ij} : Titreşim azaltım indeksi

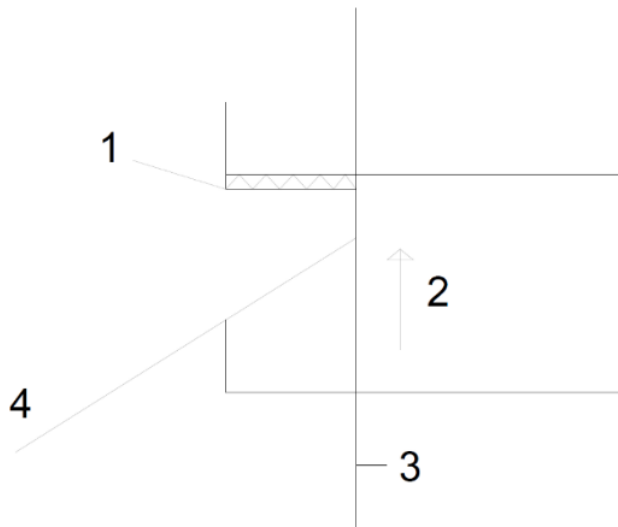
S_s : Zemin/Duvar yüzeyi

l_0 : 1 metre

l_{ij} : Bağlantı uzunluğu

Olarak belirtilmiştir.

Cephenin şekli nedeni ile olan seviye farkı ΔL_{fs} örnekleri Şekil 3.14 ve Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

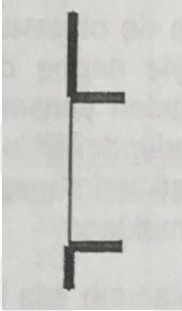
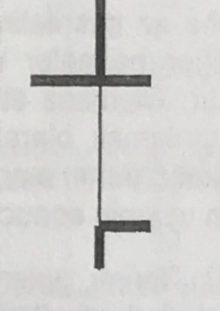
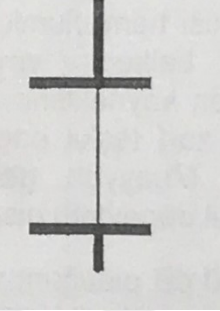
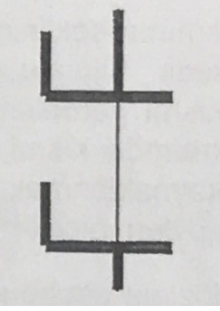


Şekil 3.14 : Cephe şekli ve seviye farkı ile ilgili parametrelerin ifadesi [13].

Açıklama:

- 1.Absorpsiyon
- 2.Görüş hattının yüksekliği
- 3.Cephe düzlemi
- 4.Ses Kaynağı

Çizelge 3.2 : TS EN 12354-3'te yer alan bazı farklı cephe şekilleri ve kaynak yönelimleri için cephe şekli ve seviye farkları [13].

ΔL_{fs}	1 düzlem cephe	2 galeri	3 galeri	4 galeri
dB				
Absorpsiyon çatı (α_w)	Uygulanmaz	$\leq 0,3$ $0,6$ $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ $0,6$ $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ $0,6$ $\geq 0,9$
Görüş hattı				
Cephe üzerinde:				
< 1,5m	0	-1 -1 0	-1 -1 0	0 0 1
(1,5 ila 2,5) m	0	Uygulanmaz	-1 0 2	0 1 3
> 2,5 m	0	Uygulanmaz	1 1 2	2 2 3

3.3.3 ISO ve ASTM standartlarının karşılaştırılması

ISO standartlarında ses yalıtım ölçüm değerlendirme 100-3150 Hz arasında olmaktadır. Bu frekans değerleri ASTM standartları ile karşılaştırıldığında ASTM'de 125-4000 Hz olan değerlere göre ISO'nun bir miktar daha düşük frekanslar konusunda inceleme yaptığı gözlemlenmiştir.

ISO'nun tek sayılı değer olarak kullandığı ölçüm değeri R_w , ASTM'de STC'ye karşılık gelirken, ISO'da ki tek sayılı değer D_w , ASTM'de NIC'e denk gelmektedir. Buna benzer ISO standardında D , D_w , D_n , D_nT ve D_nTw gibi hesaplamaların ASTM ile ISO ölçüm farklılıkları formülleri ile birlikte Çizelge 3.3'te karşılaştırmalı olarak yer almaktadır.

Çizelge 3.3 : ASTM ve ISO standartlarındaki ses yalıtımı bilgilerinin karşılaştırılması [11].

ASTM ¹ Bilgisi	ISO ² Bilgisi	Ölçüm Şekli	Değer (dB)	Açıklama
TL	R	Laboratuvar (1/3 oktav bandı)	TL = $L_1 - L_2 + 10 \log(S/A_2)$ R = $L_1 - L_2 + 10 \log(S/A_2)$	[TL] Transmission Loss [R] Sound Reduction Index
STC	Rw	Laboratuvar (Tek sayılı değer)	TL (ASTM) ve R (ISO) için sınıflandırılma	[STC] Sound Insulation Class [Rw] Weighted Sound Reduction Index
NR	D	Saha (1/3 oktav bandı)	NR = $L_1 - L_2$ D = $L_1 - L_2$	[NR] Noise Reduction [D] Level Difference
NIC	Dw	Saha (Tek sayılı değer)	NR (ASTM) ve D (ISO) için sınıflandırılma	[NIC] Noise Insulation Class [Dw] Weighted Level Difference
-	Dn	Saha (1/3 oktav bandı)	$D_n = D - 10 \log(A/A_0)$	[Dn] Normalized Level Difference
NNR	DnT	Saha (1/3 oktav bandı)	NNR = $L_1 - L_2 + 10 \log(T/T_0)$ $D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log(T/T_0)$	[NNR] Normalized Noise Reduction [DnT] Standardized Level Difference
NNIC	DnTw	Saha (Tek sayılı değer)	NIC $D_{nTw} = D + 10 \log(T/T_0)$	[NNIC] Normalized Noise Isolation Class [DnTw] Weighted Standardized Level Difference

¹ASTM standartları için ses azaltım frekans aralığı 125-4000 Hz arasındadır.

²ISO standartları için ses azaltım frekans aralığı 100-3150 Hz arasındadır.

S: Örnek test alanı (ft², m²)

A: Ses emilim alanı (ft², m²)

A₀: Referans ses emilim alanı (10 m²)

T: Çınlama süresi (saniye)

T₀: Çınlama süresi (0,5 saniye)

V: Alıcı odanın hacmi (ft³, m³)

L₁: Kaynak odasındaki ortalama ses basınç seviyesi (dB)

L₂: Alıcı odanın ortalama ses basınç seviyesi (dB)

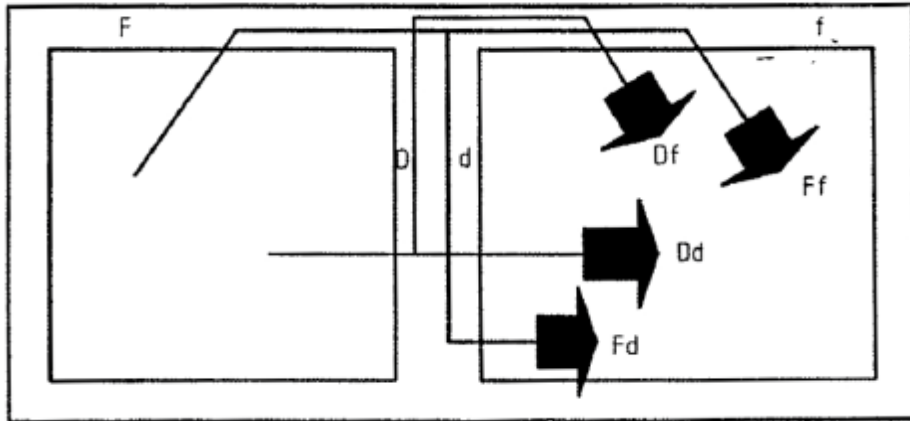
Ses yalıtımı verileri bazen normalize edilmiş, standardize edilmiş ve ağırlıklı olarak karşımıza çıkabilir. Bu fonksiyon ölçüm durumuna göre belirlenir. Bu durumlara ses geçişi, oda hacmi ve ses emilimi dahil edilir. Bu veriler şu şekilde ifade edilir:

Ağırlıklı: Tek değerli ölçümü sağlayabilmek için, normalize ya da standardize seviyeler BS EN ISO 717 ya da ASTM 413'te belirtilen hava doğuşlu ses geçişinin referans eğrisi ile karşılaştırılmasıdır.

Normalize: Sabine denklemi olan $10\log S/A$ 'nın işleme sokulması ile odadan odaya değişiklik gösteren hacim ve emiciliğin farklılık yaratmaması için sağlanmış düzeltmedir.

Standardize: Standardize ise ses basınç seviyesinin çınlama süresinin $T:0,5$ ve standardize emicilik katsayısı $A_0=0,32$ V ile düzenlenmesidir.

ISO 12354 standardı ses yanal geçişi hesaplamalarının yapılması metodolojisini sunar. Standart üzerinde 4 farklı yanal geçiş ortaya çıkar. Kaynak ve alıcı odalar arasında yanal geçiş yollarının çizimi Şekil 3.15'te yer almaktadır. Şekil 3.15'te F ile gösterilen yanal geçiş elemanını D ile gösterilen ise ayırıcı elemandır. Şekil 3.15'te yer alan d ve f ise yanal geçişin yanal geçiş elemanı ve bölücü eleman ile sesin alıcı odaya geçişini belirtmektedir [11].



Şekil 3.15 : ISO 12354'te belirtilen odalar arası ses geçiş yolları.

Amerikan ölçüm standardı ASTM E336 tam anlamı ile yanal geçişi hesaplamak üzerine yoğunlaşmasa da genel anlamda ses geçişi hesabı yapmak üzere değerlendirme yapmaktadır. Ancak ISO standartları hesaplama olarak ISO12354-1 ve test ölçümleri ISO 140-4 ile iki ayrı şekilde yanal ses geçişi üzerine çalışması bulunmaktadır.

Giydirme cam cepheler ile ilgili yanal ses geçişi hesaplaması için metodolojiler günümüzde hala ASTM ve ISO standartları üzerinden çalışmalar yapmaktadır. Bu gibi standartlarda giydirme cephelerin her konuda incelenmesi gerekmektedir [11].

3.3.4 Türkiye’de ses yalıtımı ile ilgili kullanılan yönetmelikler

Türkiye’nin de arasında bulunduğu COST ACTION TU0901 alışması birçok Avrupa ülkesinin ses yalıtımı ile ilgili birbirinden farklı yönetmelikleri olduğunu belirten, ancak bu yönetmeliklerin birbirinden farklılık göstermesi ve hiçbirinin birbiri ile uyumlu olmamasına karşılık ortaya çıkmıştır. Bina endüstrisinde olan çeşitlilik ise kafa karıştırmakla birlikte, deneyimlerin ve yapım bilgisinin geliştirilmesi, ticaret yapılabilmesi gibi çalışmalara engel olmaktadır. COST ACTION TU0901 ise bu gibi problemleri ortadan kaldırmak için geliştirilerek bina endüstrisindeki herkesin çalışmalarını daha da kolaylaştıracaktır. Bu konuda ise her ülkenin ayrı bir yönetmeliğe sahip olduğu bilinmektedir. Ancak bunların ortak bir sınıflandırılmaya koyulması ve her ülkenin bir sınıflandırma seçmesi ile akustik sektöründe uzun soluklu bir dil birliği sağlayacağı düşünülmektedir [14].

31 Mayıs 2017 tarihinde ülkemizde “Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Yönetmeliği” yayımlanmıştır. Ülkemizde yayımlanan yönetmelikte COST ACTION TU0901 ile birlikte dengeli çalışma sağlayabilecek ortak performans sınıfları gelmiştir. Performans sınıfları, projenin sağladığı değerler ile hangi sınıflandırmaya ulaşılacağı ya da ulaşması gerektiği konusunda bizlere bilgi sağlamaktadır.

4. FARKLI FONKSİYONA AİT BİNA TİPLERİNİN TASARIMI, AKUSTİK GEREKSİNİMLERİ VE MALZEME SEÇİMİ

Bu tez çalışmasında yönetmelik ve standartlar göze alınarak örnek yapılar üzerinde giydirme cam cephelerdeki farklı cam çeşitleri kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmeler, akustik simülasyon programları olan INSUL ve SON Architect kullanılarak ele alınıp, örnek yapılardaki mekân organizasyonunun ve malzeme seçiminin ses geçişini ne şekilde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Örnek yapıların hepsi, 30 metre genişliğinde, 20 metre uzunluğunda olarak ele alındı. Aynı taban alanı ve aynı cephe formunda 5 farklı bina tipolojisine göre farklı mekân organizasyonu düzenlemesi yapıldı.

Giydirme cam cephe sistemlerindeki farklı cam çeşitlerinin güncel “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik”ine uygunluğunun bu çalışma ile ortaya çıkarılması hedeflendi.

4.1 Farklı Fonksiyona Ait Bina Tiplerinin Tasarım Süreci ve Projede Kullanılan Yöntemler

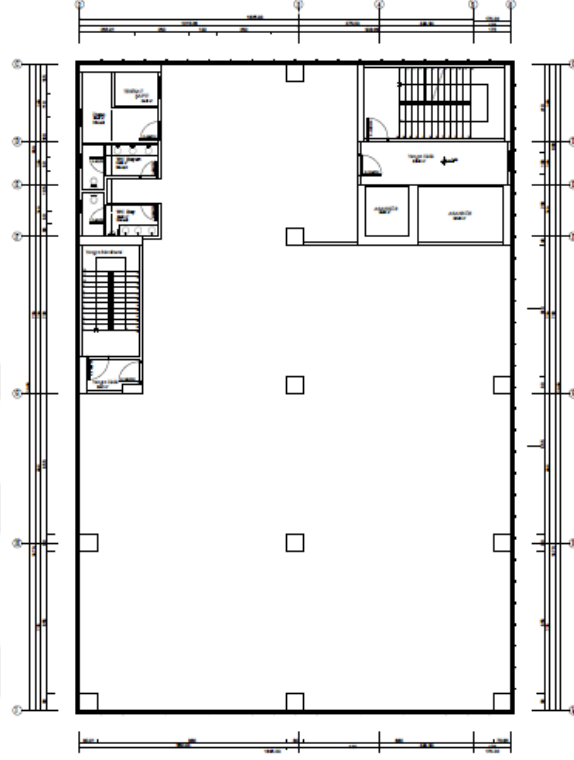
Çalışmada öncelikli olarak belirli bir taban alanına ait 5 farklı bina tipolojisine göre örnek bina tipleri hazırlandı. Bu bina tipleri hastane, ofis, otel, derslik ve konut olmak üzere 5 çeşittir. Bu bina tiplerine göre mimari planlar düzenlenerek farklı iç mekân gürültü düzeyi gereksinime sahip olan oda tipleri de ele alınmıştır.

Çalışmada, gürültü düzeyleri farklı olan üç bölgede giydirme cam cephelerin cam çeşitlerinin ses yalıtımı açısından değerlendirmeleri yapıldı.

4.2 Tasarlanan Örnek Yapı Mimari Planları

Çalışmada öncelikli olarak tipik yüksek yapı tasarımında kullanılan 20 metre genişlik ve 30 metre uzunluğunda bir yapı ele alındı. Yapı üzerinde 30 metre uzunluğundaki bölümde 5 aks sistemi ele alınmış olup, 30 metre genişliğindeki bölümde ise 3 aks sistemi üzerinden çalışma yapılmıştır.

Örnek yapı planında mekân organizasyonu olarak sadece ana merdiven, yangın merdiveni, asansörler ve teknik hacimler sabit olarak ele alınarak değerlendirildi. Farklı bina tipolojilerinin, Şekil 4.1’de görülen mimari plan üzerinde mekân organizasyonu düzenlenerek incelendi.



Şekil 4.1 : Tasarlanmış örnek binanın planı.

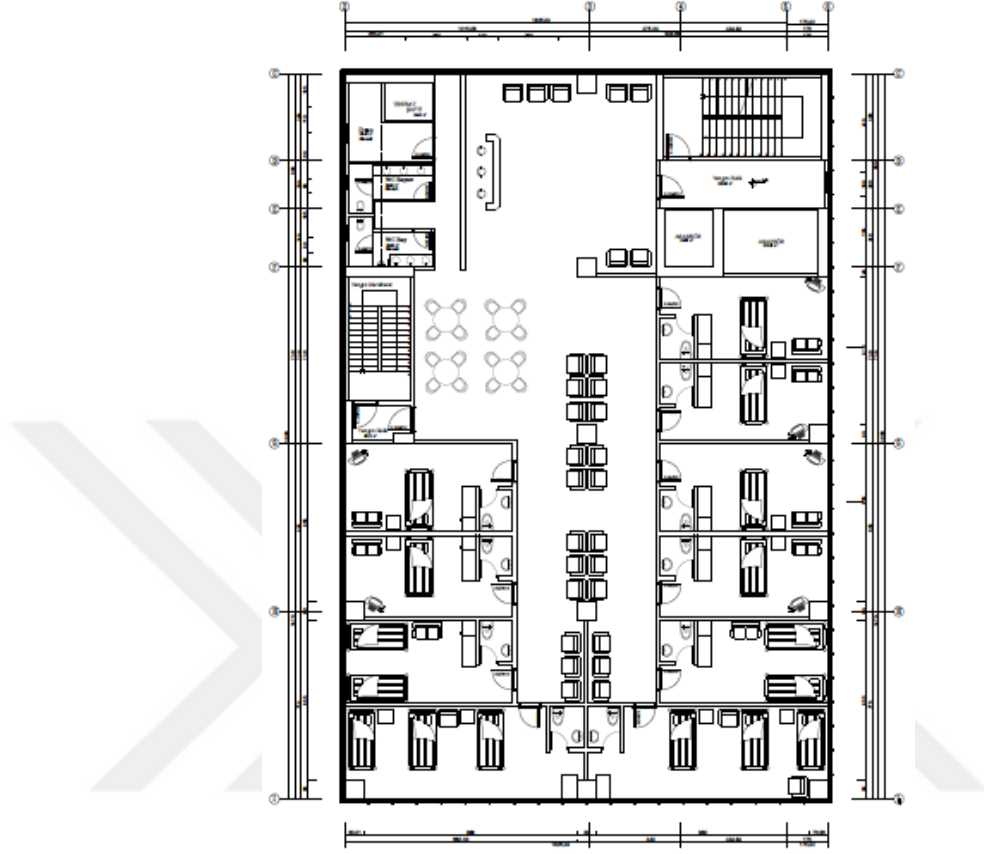
4.2.1 Örnek hastane yapısı mimari planları

Hastane yapıları akustik olarak en az iç mekân gürültü düzeyi beklenen yapılardandır. Hastane yapılarında hasta odalarının ışık alması için genellikle cepheye bakan odalar tasarlanır. Bu durum ise iç mekân gürültü düzeyinin kontrol edilebilmesinde birtakım zorluklar meydana getirir.

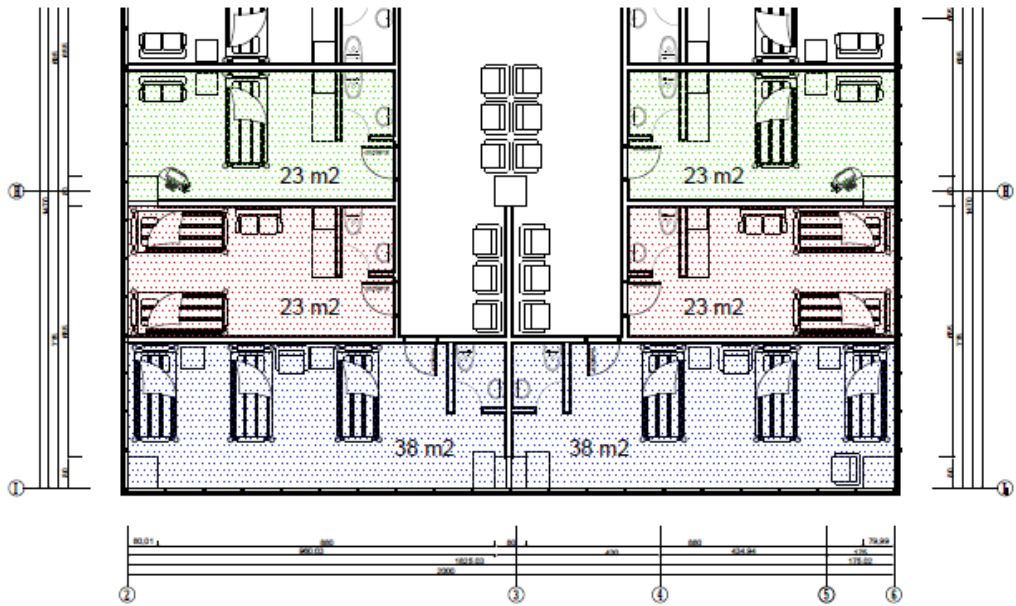
Hastane yapılarında akustik anlamda öncelikli olarak ele alınan hasta odaları, yönetmeliklerde çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitlilik hasta odalarının yatak sayısındaki artışa göre belirlenir. Örnek olarak hazırlanmış hastane yapısında da 2 adet üç yataklı 2 adet 2 yataklı ve 6 adet tek yataklı olmak üzere 10 adet hasta odası tasarlandı.

Şekil 4.3’te mavi ile belirtilmiş olan alanlar 38 m²’lik alana sahip 3 yataklı hasta odalarını belirtmektedir. Kırmızı renk ile belirtilmiş olan alanda ise 2 yataklı hasta odaları vardır. 2 yataklı hasta odaları ise 23 m²’lik bir alana sahiptir. Son olarak ise

yeşil ile belirtilmiş odalar tek yataklı hasta odalarıdır. Bu odalar ise iki yataklı hasta odalarında olduğu gibi 23 m²'lik bir zemin alanına sahiptir. Örnek olarak hazırlanmış hastane yapısının mimari planı Şekil 4.2'de yer almaktadır.



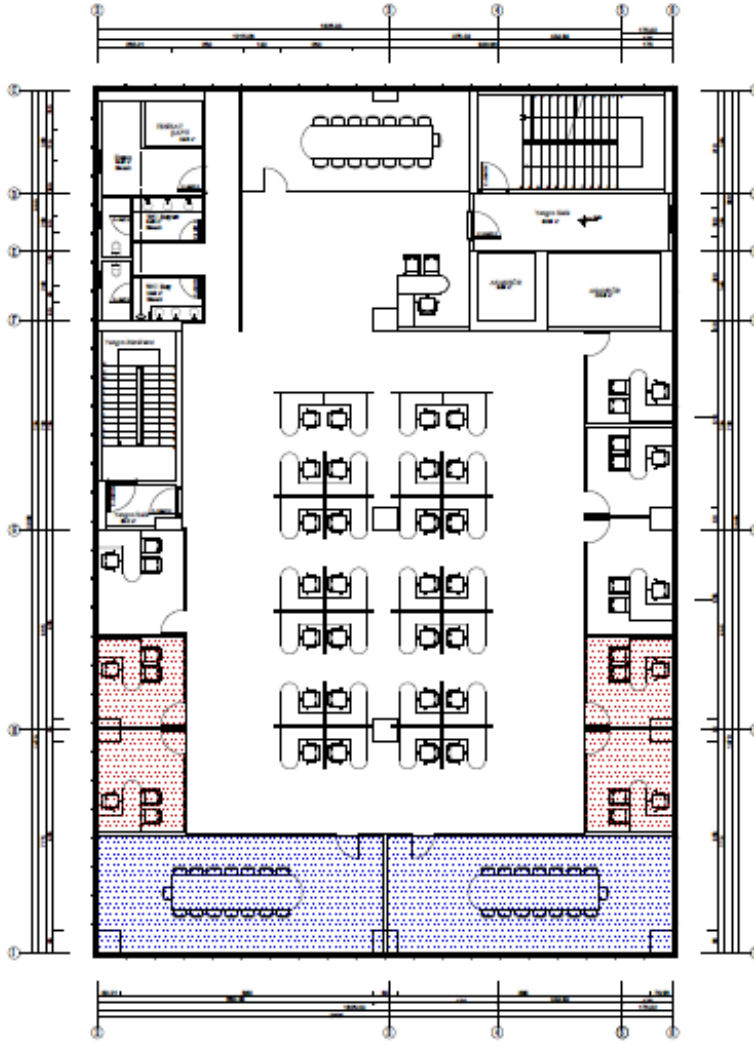
Şekil 4.2 : Tasarlanmış örnek hastane planı.



Şekil 4.3 : Tasarlanmış örnek hastane planında yer alan hasta odaları ve alanları.

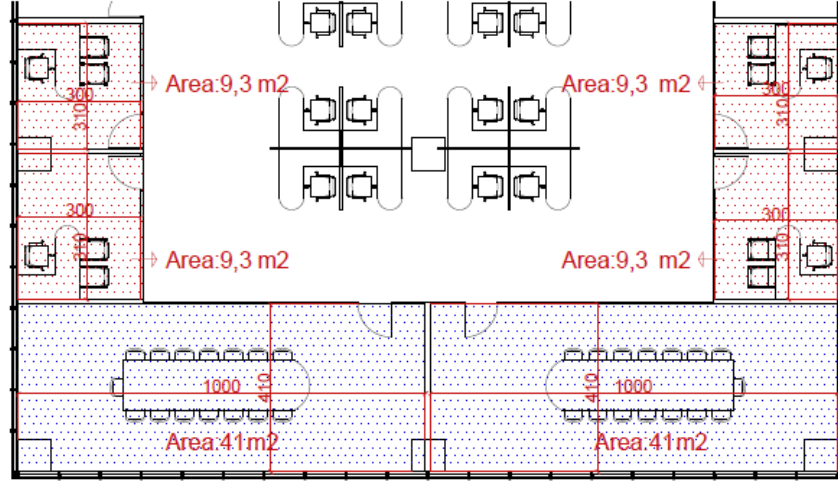
4.2.2 Örnek ofis yapısı mimari planları

Ofis yapıları ele alındığı zaman incelenmesi gereken önemli oda tipleri idare özel odaları, toplantı odaları ve açık planlı ortak çalışma alanıdır. Ofis yapıları tasarımında en az iç mekân gürültüsüne sahip olması beklenen oda tipleri olan toplantı odaları ve idare özel odaları, genellikle prestij sebebi ile mekân organizasyonu bakımından cepheye yerleştirilirler. Bunu incelemek ve değerlendirmek için Şekil 4.4'te örnek olarak hazırlanan ofis yapısında toplantı odaları ve idare özel odaları cepheye doğru konumlandırıldı.



Şekil 4.4 : Tasarlanmış örnek ofis planı.

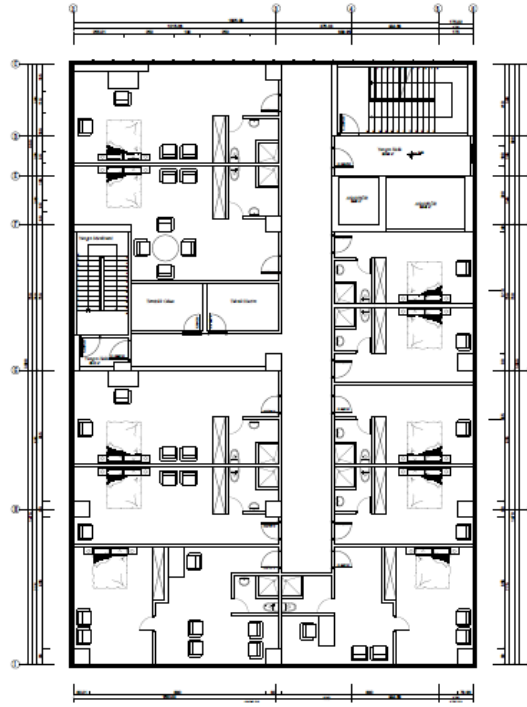
Toplantı odaları 20 metre genişliğindeki bölgede yer alırken, idari odalar ise 30 metre genişliğindeki alana yerleştirildi. Şekil 4.5'te belirtilen ofis yapısında toplantı odaları 41 m² olarak ele alınmış olup, idari odalar ise 9,3 m²'lik odalar olarak belirtildi.



Şekil 4.5 : Tasarlanmış örnek ofis planı toplantı odaları ve idari odalarının planları.

4.2.3 Örnek otel yapısı mimari planları

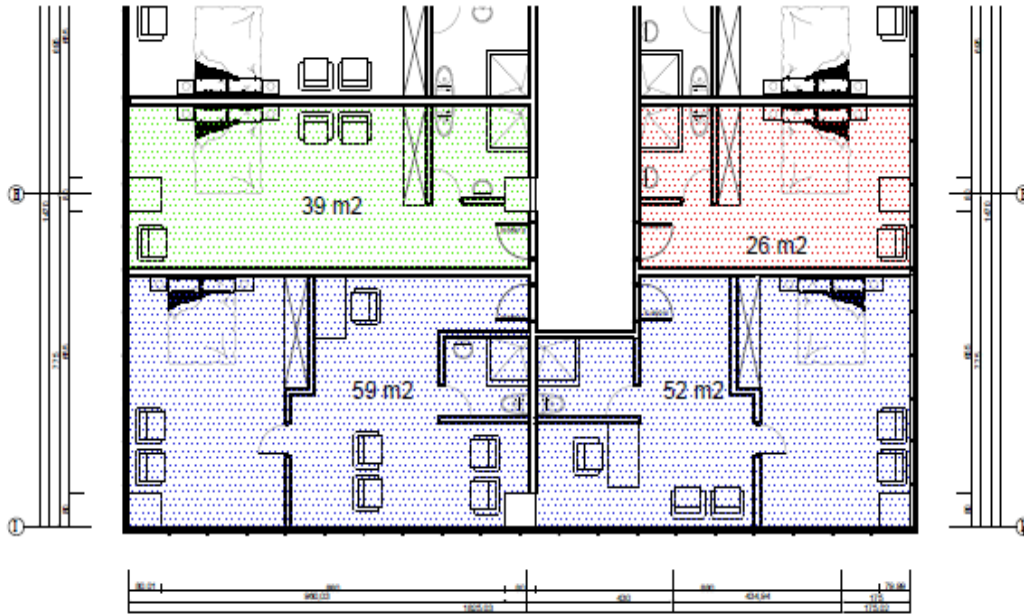
Otel yapıları genel olarak konaklama amacı ile kullanıldığından dolayı otel yapılarında öncelikli olarak ele alınan odalar konaklama işlevi gören otel odalarıdır. Bu odalar tipik otel odaları olmakla birlikte suit odalar da olabilir. Suit odalar genel olarak bir oturma odası ve yatak odası olmak üzere iki bölmeli odalar olarak karşımıza çıkar.



Şekil 4.6 : Tasarlanmış örnek otel planı.

Şekil 4.6’da örnek olarak hazırlanmış otel yapısı bir katında 10 odaya sahip olan bir otel yapısıdır. Yapı üzerindeki 4 standart oda, 4 standarttan biraz daha büyük odalar ve 20 m genişliğindeki cephede yer alan 2 adet suit odadan oluşturulmuştur.

Şekil 4.7’de kırmızı ile belirtilmiş olan standart odalar 26 m²’den oluşurken, yeşil ile belirtilmiş olan daha geniş standart odalar ise 39 m²’den oluşmaktadır. Suit odalar ise mavi ile belirtilmiş 52 ve 59 m²’lik alana sahip olup, yapının 20 metre genişliğindeki ön cephesinde yer almaktadır.

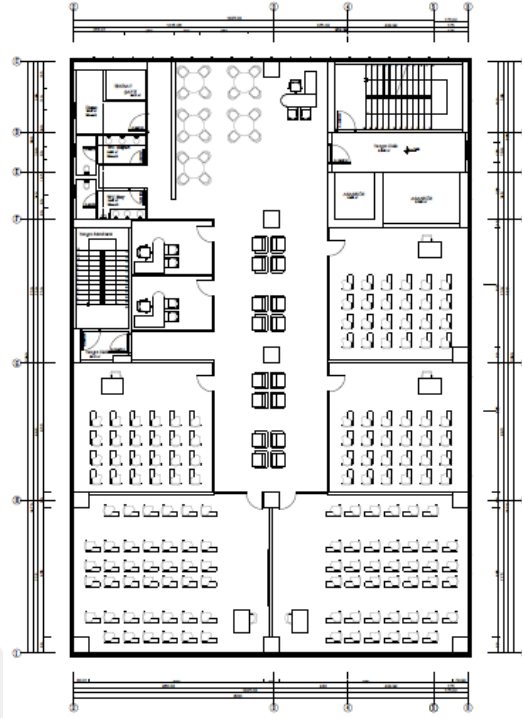


Şekil 4.7 : Tasarlanmış örnek otel planı otel odalarının alan ve detaylı planları.

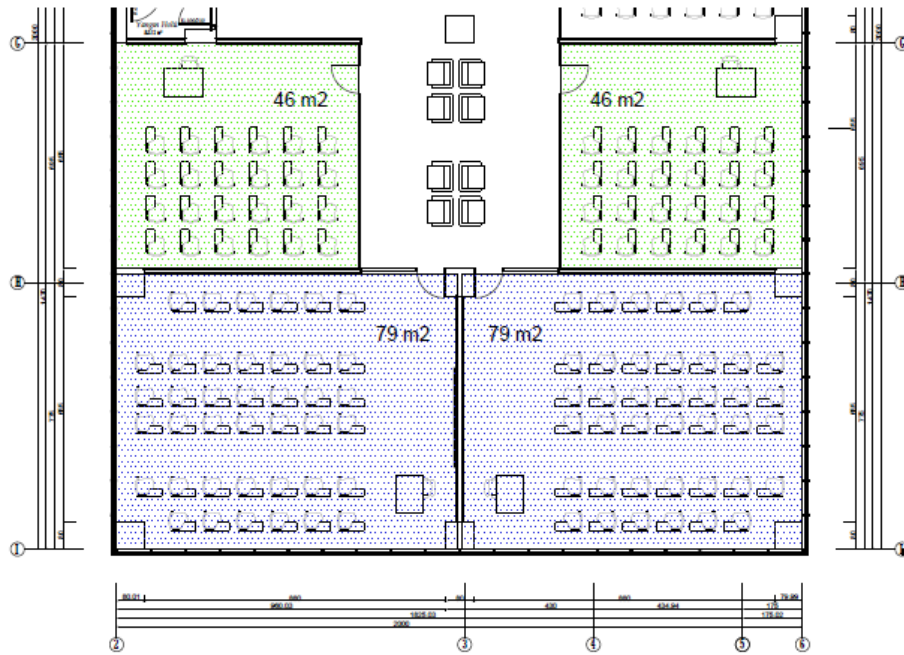
4.2.4 Örnek eğitim yapısı mimari planları

Hastane yapılarında olduğu gibi eğitim yapıları da iç mekân gürültü düzeyi ele alındığında dikkat edilmesi gereken yapılar olarak karşımıza çıkar. Eğitim yapılarında iç mekânda konuşmaların anlaşılabilir olması için iç mekân gürültü düzeyinin oldukça düşük seviyede olması beklenir. İç mekân gürültü düzeyinin yüksek olması konuşmanın anlaşılabilirliğine engel olacağından derslikler içerisinde verilen eğitimin anlaşılabilmesi gibi sorunlara sebebiyet verebilir.

Şekil 4.8’de örnek olarak hazırlanmış olan eğitim yapısında 5 adet derslik bulunmaktadır. Şekil 4.9’da eğitim yapısında yer alan 2 adet küçük iki adet de büyük derslik yeşil ve mavi renkle belirtilmiştir. Dersliklerden yeşil renk ile gösterilmiş olanlar 24 kişiliktir. Bu derslikler 46 m²’lik bir alana sahiptir. Mavi ile gösterilmiş olan derslikler ise 40 kişilik olup 79 m²’lik bir alana yer almaktadır.



Şekil 4.8 : Tasarlanmış örnek eğitim yapısı planı.

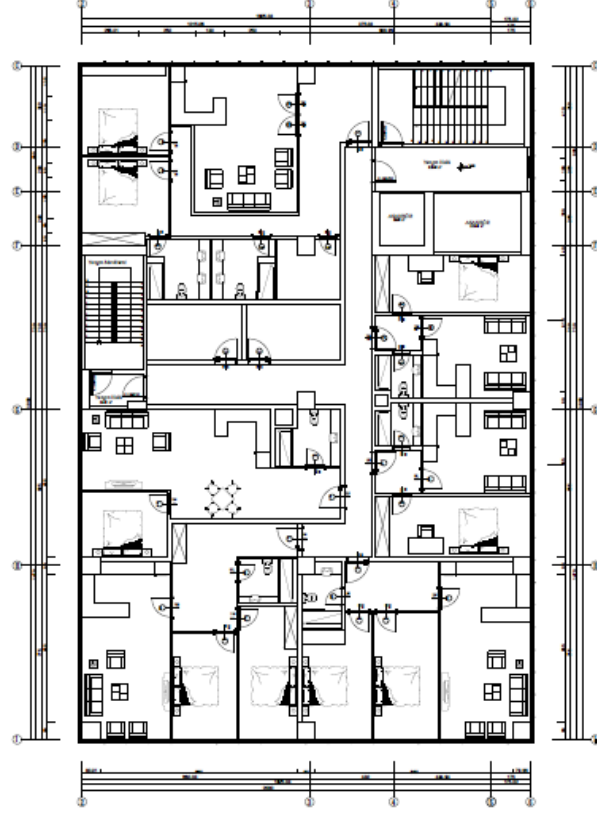


Şekil 4.9 : Tasarlanmış örnek eğitim yapısı planı ve derslik alanları.

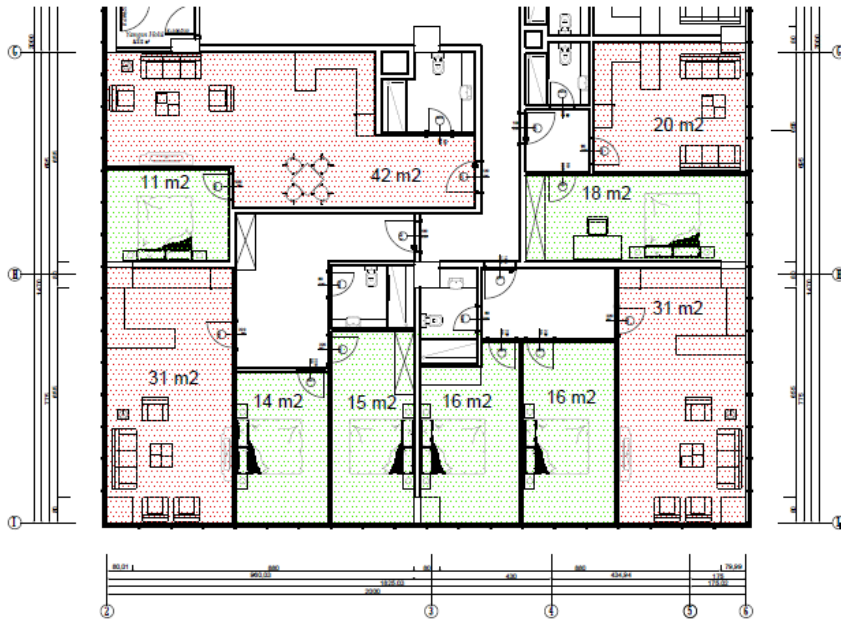
4.2.5 Örnek konut yapısı mimari planları

Konut yapılarında ise iç mekân gürültü düzeyinin ele alındığı mekanlar genellikle yatak odaları ve salonlardır. Bu iki yaşam alanı ise genellikle cephe ile kurduğu ilişki

bakımından gürültüye maaruz kalan önemli ve ses yalıtımının olması gereken mekanlardır. Bu çalışma için örnek olarak hazırlanmış konut yapısı aşağıdaki Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10 : Tasarlanmış örnek konut planı.



Şekil 4.11 : Tasarlanmış örnek konut planındaki salon ve yatak odalarının alanları.

Örnek olarak hazırlanmış konut yapısında 3 adet 2+1 ve 3 adet 1+1 konutlar ele alınmıştır. Konutlardan 2+1'ler genellikle 20 m genişliğindeki alanda yer alırlarken 1+1 tipindeki konutlar 30 metre genişliğindeki alana yerleştirildi. Örnek konut yapısında belirtilmiş olan 2+1 ve 1+1'lik konutların bazıları Şekil 4.11'de belirtilmiştir.

Şekil 4.11'de örnek konut yapısında farklı alanlara sahip salonlarla birlikte yatak odaları yer almıştır. Bu bakımdan hazırlanacak olan projede her bir alan ayrı ayrı incelenerek değerlendirilmiştir.

4.3 Farklı Fonsiyona Sahip Bina Tiplerinin Yapı Elemanlarının Malzeme Seçimleri

Projede yanal geçiş hesaplarının da doğru bir şekilde yapılabilmesi için yapıda giydirme cam cephe sistemi ile ilişki içerisinde olacak yapı elemanlarının malzeme seçimleri ile ilgili kararlar alınmıştır. Ülkemizde sıkça kullanılan betonarme, çalışmanın ana yapı malzemesi olarak seçilmiştir. Yapıda döşeme kalınlığı asma tavanı ile birlikte 29 cm olup, bölücü duvarlar ise 15 cm'lik alçıpan duvarlar olarak seçilmiştir. Binada kullanılan yapı elemanlarının bilgileri aşağıdaki Çizelge 4.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 : Örnek tasarlanan bina projesindeki kullanılan yapı elemanlarının bilgileri [15].

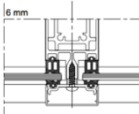
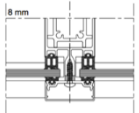
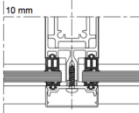
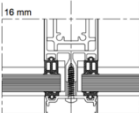
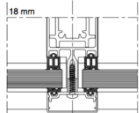
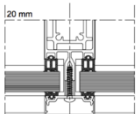
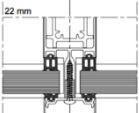
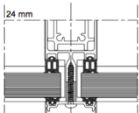
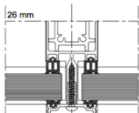
Yapı Elemanı	Malzeme Seçimi	Çizim
Döşeme	<ul style="list-style-type: none"> • 17,5 mmlik Ahşap Döşeme Kaplaması • 150mmlik Betonarme Döşeme • 100mmlik Boşluk • 1,5mmlik Asma Tavan 	
Bölücü Duvar	<ul style="list-style-type: none"> • Çift Kat Alçıpan • İçi (48kg/m³) Taş yünü ile doldurulmuş 100mmlik Boşluk • Çift Kat Alçıpan 	

Çizelge 4.1'de gösterilen tüm veriler sabit olarak alınmıştır. Çalışmanın amacı olan giydirme cam cephelerdeki cam çeşitleri ise farklılık göstererek değerlendirilmiştir.

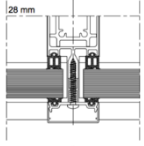
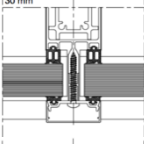
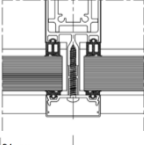
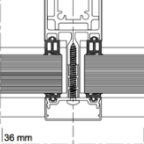
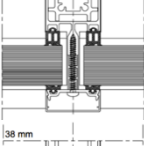
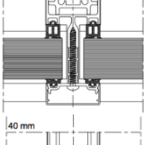
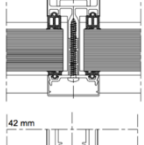
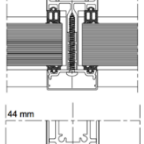
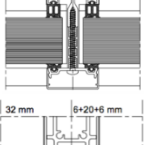
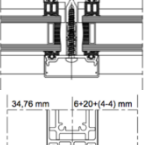
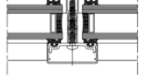
4.3.1 Projede kullanılacak olan giydirme cam cephelerin cam çeşitleri

Türkiye’de sıkça kullanılan giydirme cam cephe örnekleri bu çalışmada 31 çeşit olarak belirlendi. Bu 31 farklı cam çeşidine sahip kapaklı giydirme cam cephenin plan çizimleri aşağıdaki Çizelge 4.2’de belirtilmiştir.

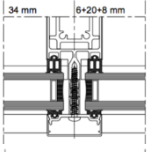
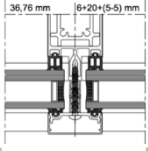
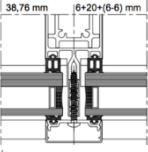
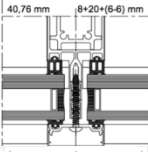
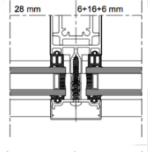
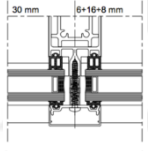
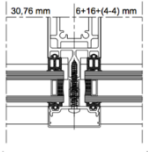
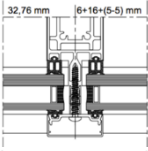
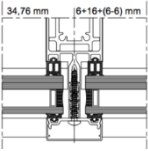
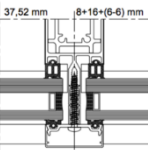
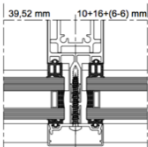
Çizelge 4.2 : Örnek tasarlanan bina üzerinde denenecek olan farklı çeşitteki cam tipi ve sistem bilgileri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Cephe Çizimleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk	Katman 2 (mm)
TİP 1		6	6	x	x
TİP 2		8	8	x	x
TİP 3		10	1	x	x
TİP 4		16	16	x	x
TİP 5		18	18	x	x
TİP 6		20	20	x	x
TİP 7		22	22	x	x
TİP 8		24	24	x	x
TİP 9		26	26	x	x

Çizelge 4.2 (devam) Örnek tasarlanan bina üzerinde denenecek olan farklı çeşitteki cam tipi ve sistem bilgileri.

TİP 10		28	28	x	x
TİP 11		30	30	x	x
TİP 12		32	3	x	x
TİP 13		34	34	x	x
TİP 14		36	36	x	x
TİP 15		38	38	x	x
TİP 16		40	40	x	x
TİP 17		42	42	x	x
TİP 18		44	44	x	x
TİP 19		32	6	20	6
TİP 20		34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lamine Cam)

Çizelge 4.2 (devam) Örnek tasarlanan bina üzerinde denenecek olan farklı çeşitteki cam tipi ve sistem bilgileri .

TİP 21		34	6	20	8
TİP 22		36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lamine Cam)
TİP 23		38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lamine Cam)
TİP 24		40,76	8	20	12,76mm (6-6lık Lamine Cam)
Tip 25		28	6	16	6
Tip 26		30	6	16	8
Tip 27		30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lamine Cam)
Tip 28		32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lamine Cam)
Tip 29		34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lamine Cam)
Tip 30		37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lamine Cam)
Tip 31		39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lamine Cam)

Cam çeşitlerinin yer aldığı Çizelge 4.2’de yer alan camların hepsi kapaklı giydirme cam cephede ele alınmıştır. Çalışmada kapaklı giydirme cam cephedeki cam çeşitlerinin her birinin ayrı ayrı hesaplamaları yapılarak örnek yapılar üzerinde değerlendirilmesi yapılmıştır. Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere Türkiye’de kullanılan kapaklı giydirme cam cephe örneklerinde tekil olarak cam kullanılması istenildiğinde cam kalınlıkları en ince 6 mm en kalın 44 mm olmaktadır. Bunun yanı sıra araları boşluklu tekil cam çeşitleri kullanılabilirken lamine camlar da kapaklı giydirme cam cephe sistemlerinde sıkça yer alır. Çift katmanlı cam çeşitleri olarak kullanılan giydirme cam cephe örneklerindeki en ince kalınlık Tip 25’te görüldüğü üzere 28 mm olurken en kalın ise Tip 24’te belirtilmiş olan 40,76 mm’lik camdır.

4.4 Örnek Bina Cephesi ve Çevresindeki Gürültü Değerleri

Çalışmada örnek olarak seçilen bina için 3 farklı çevresel gürültü düzeyi seçilmiştir. Bu gürültü düzeyleri binanın farklı çevresel gürültülere karşı seçilecek cam tercihlerinin değişmesine ve seçilen gürültü bölgesine göre uygun giydirme cam cephe tercihinin yapılmasını sağlar. Bunun için seçilen gürültü bölgelerindeki ses frekans düzeyi değerleri Çizelge 4.3’te belirtilmiştir.

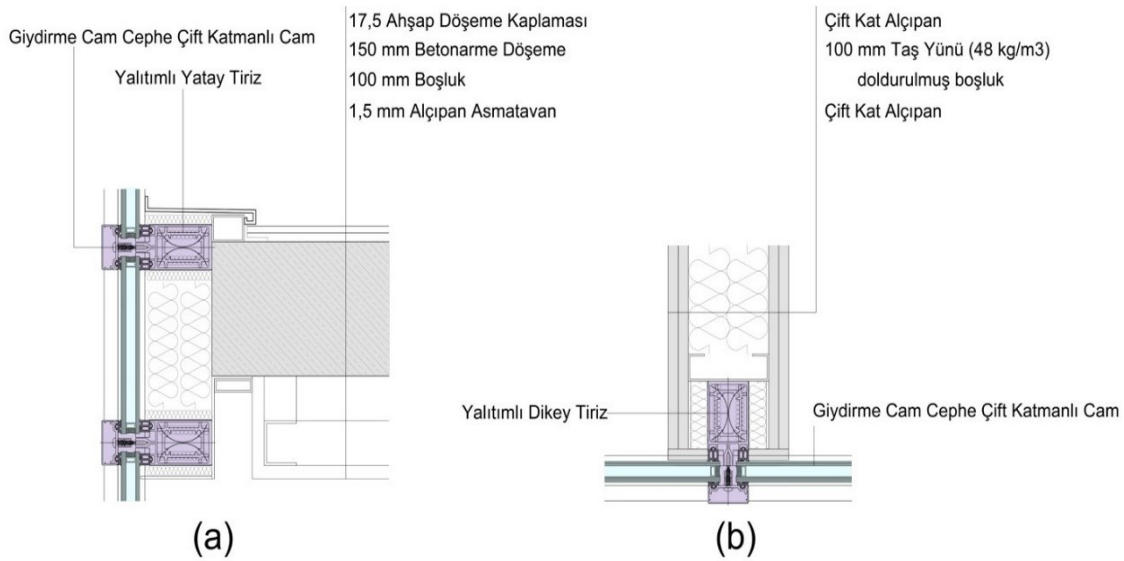
Çizelge 4.3 : Çalışma için seçilen farklı frekans değerlerine sahip gürültü bölgeleri için ses değerleri.

Bölge	L_{Aeq} (dBA)	Birim	Frekans (Hz)																
			100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
1	75	dB	78,6	77,4	76,2	75,1	73,9	73,1	72,2	71,4	71,3	71,1	71	69,5	68,1	66,6	64,8	63,1	62,5
2	70	dB	73,6	72,4	71,2	70,1	68,9	68,1	67,2	66,4	66,2	66,1	65,9	64,5	63	61,6	59,8	58,1	57,2
3	65	dB	68,6	67,4	66,2	65,1	63,9	63,1	62,2	61,4	61,2	61,1	60,9	59,5	58	56,6	54,8	53,1	52,3

Çizelge 4.3’te elde edilmiş olan ses düzeyi değerleri İstanbul’da farklı bölgelerde ölçülmüş ses düzeyleridir. Bu bölgelerden 1. bölge daha çok havaalanı yakınlarında veya bir otobana yakın yer alan bir bölge olurken 2. bölge çok yoğun trafik akışının bulunduğu bir bölge, 3. bölge ise daha az trafik yoğunluğunun yer aldığı bir bölge olarak düşünülebilir. Çalışma kapsamında kullanılan dış mekân gürültü düzeylerinin hepsi, tasarlanmış olan bina tiplerinin tüm cephe yüzeylerine aynı şekilde etki ettiği düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır. Bu şekilde benzer gürültü düzeyine sahip farklı oda tiplerinin etkileri ve sonuç değerleri karşılaştırılmıştır.

4.5 Değerlendirilen Yapının Nokta Detay Ve Program Bilgileri

Mimari planları hazırlanan hastane, ofis, otel, eğitim ve konut yapılarının hesaplama işlemlerinde alınmış belirli kabuller vardır. Bu kabuller çizimleri yapılmış olan tüm bina tiplerinde sabit olarak ele alındı. Çizelge 4.1’de ifade edilen döşeme ve duvar detayları tüm mimari planlarda sabit olarak işlendi. Çizelge 4.1’deki duvar örneği ise mimari planlarda yalnızca iç duvarlarda kullanıldı. Çalışmada elde edilen tüm sonuçlar alınmış olan kabuller üzerinde değişken olan cam çeşitleri ile elde edildi.



Şekil 4.12 : (a) Döşeme ve giydirme cam cephe birleşim detay çizimi (b) Projede yer alan iç duvarlar ile giydirme cam cephe birleşim detayı.

Şekil 4.12’de yer alan birleşim detay çizimleri ile projede kabul olarak ele alınan elemanların giydirme cam cephe ile olan ilişkisi gösterilmiştir. İfade edilmiş olan detay çizimleri Son Architect ve Insul programları üzerinde giydirme cam cephe sistemi ve detay çizimleri hazırlanamadığı için Şekil 4.12’de belirtilmiş olan çizimler gibi proje ele alındı. Burada giydirme cam cephe sisteminin dışarıdan binaya bağlandığı ve camların birleşim noktaları olan tirizlerin sızdırmaz olduğu varsayıldı. Bu şekilde giydirme cam cephe sistemlerindeki cam çeşitleri değişken olarak hesaplandı.

4.6 Farklı Fonksiyona Sahip Bina Tipleri Ve Akustik Gereksinimleri

Günümüz çok katlı prestij yapılarında sıkça uygulanan giydirme cephe sistemleri ses yalıtımı problemleri göze alınmaksızın farklı fonksiyona sahip bina tiplerinde sıkça kullanılmaktadır. Bu yapılar hastaneler, ofisler, oteller, dersikler ve konutlardır.

Akustik gereksinimler göze alındığında ise farklı fonksiyona sahip her bina çeşidi için farklı iç mekân gürültü düzeyleri elde edilmesi gerekir.

Bu gereksinimler uluslararası hazırlanmış standartlar ve ülkelerin yerel yönetmeliklerine göre farklılık gösterse de her fonksiyona ait bina için elde edilmesi beklenen minimum ses düzeyi değerleri olmalıdır.

4.6.1 Hastane yapıları

Hastane ve sağlık yapılarında hastaları rahatsız edecek birçok gürültü kaynağı bulunur. Bu gürültü kaynakları makinelerden gelen bipleme sesleri, tekerli sandalye ve benzeri taşıma araçlarının gürültüleri, koridorlarda yaşanan konuşma ve tartışma gürültüleridir. Bu gürültülerin ise insan üzerinde yapacağı rahatsızlık seviyesi sağlık durumu, yaşı, kültürel geçmişi ve korkuları gibi sebeplerden dolayı çeşitlenebilir. Hastalar üzerinde ise gürültü, birçok sağlık problemlerini tetikler.

Burch-Vishniac'ın yaptığı bir çalışmaya göre günümüz hastanelerinin ses basınç seviyesi 1960 yılından beri her yıl 0,42 dB artış göstermiştir. Elde edilen bu veriler, tüm sağlık yapılarında gözlemlenmiştir [19].

Amerika Birleşik Devletleri'nin en ünlü sağlık yapılarından olan Johns Hopkins Hastanesi'nde yapılmış olan bir çalışmada hastanenin iç mekân gürültü düzeyi Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün hazırladığı gürültü düzeyinin 20 dB daha yukarısında bir seviyede çıkmıştır. John Hopkins Hastanesi'nde elde edilen değerler 45-50 dB'i geçmekte ve orada çalışan doktor ve hemşire gibi sağlık personelinin iletişim kurarken genellikle yüksek sesle iletişim kurduklarını ortaya çıkarmıştır. Yapılan bu çalışmalarda ise bazı hastanelerdeki gürültü düzeyinin 85 dB sınırını dahi geçtiği gözlemlenmiştir [19].

Hastane yapılarında alınması gereken önlemler öncelikle hasta odalarının ses yalıtımının sağlanması ile başlar. Bu ses yalıtımı yalnızca dışarıdan gelen gürültüler değil, koridorlardan gelen gürültülere karşı da yalıtım görevi görmelidir.

Dış mekândan içeriye girecek olan gürültü durumlarında dış mekânda havalandırma makinelerinin bulundurulmamasına dikkat edilmelidir. Aynı zamanda hastanenin dış mekânda ziyaretçi bekleme ya da hasta yakınlarının toplandığı alanlar bulunuyor ise bu noktalardan hastane içerisine ses geçişi olmaması için ses bariyerleri koyulması gerekir.

4.6.1.1 Yönetmelikte yer alan hastane yapısı iç gürültü düzeyleri

Türkiye’de yayımlanmış olan yönetmelikte yer alan iç mekân ses düzeylerinin projede kullanılan bilgileri aşağıdaki Çizelge 4.4’tedir.

Çizelge 4.4 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan hastane yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].

BİNA İŞLEVI	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ		İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}^2					
		Gece : 23.00 – 07.00	Akşam: 19.00 – 23.00	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
			Gündüz: 07.00-19.00	A	B	C	D	E	F
Sağlık Tesisleri/	Özel Hasta Odaları	24 saat	26	30	34	38	42	46	
Yaşlı bakım evleri	Çok Yataklı Odalar	24 saat	31	35	39	43	47	51	

4.6.2 Ofis yapıları

Ofis binaları şehirleşme ile büyüyen çevrelerde büyük bir yer tutar. Bu yapılarda istenen iç mekân ses seviyesi ise çalışanların verimli bir ortamda sağlıklı bir şekilde çalışmalarını için önemli bir yer tutar. Çevresel gürültü dünyaca kabul edilmiş bir kirlilik olarak kabul edilerek sağlığı etkileyen ve insan üzerinde stres oluşturan bir çevresel kirlilik olarak tanımlanır. Yapıda yer alan zayıf iç mekân ses kontrolü ise ofis konforunu etkiler ve verimliliği azaltır. Önceden yapılan araştırmalar göstermiştir ki gürültü, sağlık sorunlarını meydana getirmekte stres, işitme kaybı, verimliliğin azalması ve konuşmanın anlaşılabilirliğini kısıtlaması gibi problemler oluşturmaktadır.

Evrensel bir kalite oluşturabilmek adına Environmental Protection Act, 1970’de çevresel kirliliği en aza indirmek için amaçlar ve programlar öne sürmüştür. Bu programı takiben Amerika Birleşik Devletler’inde yaşama ve ofis ortamlarındaki iç mekân konforu için kriterler ve standartlar meydana getirilmiştir. Bunun için ilk olarak endüstriyel ortamlarda çalışanların maruz kalacağı maksimum ses seviyesi belirlenmiş, ardından da ses geçişi üzerine akustik tasarım kriterleri belirtilmiştir.

Bunun üzerine kontrol edilemeyen seslerin toplum sağlığı üzerine olan tehlikesine karşılık 1972’de Noise Act Control ile geliştirilmiş ve ses önlemleri alınmıştır [16].

Ofislerdeki ses yalıtımı üzerine olan çalışma ise 1981’de Office of Noise Abatement ile başlamıştır. Bunun üzerine birçok organizasyon tarafından tasarım kriterleri ve tasarım kılavuzları oluşturularak mimarlar, akustik ile ilgilenenler ve psikologlar ile birlikte ofislerdeki iç mekân ses kontrolüne karşı bir tutum geliştirilmiştir.

Ofis alışma alanlarının amaçlarından en önemli noktalar verimlilik ve konsantrasyondur. Araştırmalar ofis ortamında çalışanların %71’inin en çok gürültüden rahatsız olduğunu belirtmiştir. Akustiğin yanı sıra çalışma ortamlarını etkileyen en önemli konfor koşullarının arasında ise termal, havalandırma ve aydınlatma yer almıştır [16].

Tasarımcılar ise genel olarak bu Őikayetlerden yalnızca termal ve günüşüği konuları üzerinde durmakta akustik tasarımı göz ardı etmekte ya da dikkate almamaktadır. Bunun üzerine ise akustiğin önemli olduğunu ve akustik konforun ofis Őartlarında dikkate alınması gerektiğini göstermek amaı ile “Ses Geçiş Kontrolü” standartları meydana getirilerek spesifik bina tiplerinde ses yalıtımının yapılması zorunluluğu getirmiştir.

Ofis mekanları iç mekân mekânda profesyonel ya da bürokratik bir çalışma ortamı sağlar. Çalışma Őekillerinin değiştiği, takım çalışması ya da açık plan ofis ortamlarının giderek arttığı günümüzde akustik, verimlilik açısından daha büyük problemlerle karşılaşmaktadır. Őeffaflık ve esnek ofis mekanları sesin yayılımını daha da arttırmakta verimliliği ise gün geçtikçe daha da düşük seviyelere çekmektedir.

Çalışma kültüründeki değişim ve gelişimle birlikte çalışma verimliliğine etkisi olan akustiğin tasarım kriterlerine olan etkisi de gün giderek artmıştır. Akustik konfor çalışma alanlarında sadece sesi azaltmak olarak algılanmamalıdır. Akustik konfor, çalışanlar arası etkileşimi, konuşma gizliliğini ve konsantrasyonu arttırmak amaını da taşır.

Günümüzde alışma ortamı genellikle azaltılmış yapısal işçilik ile güven ve etkileşim sağlayan bir imaja sahip olan açık plan ofis tipinde karşımıza çıkar. Konvansiyonel açık plan ofisler dikdörtgen bir Şekilde ve yapı işçiliği maliyetinin en aza indirildiği bir karakterde karşımıza çıkar. Kapalı ofis sistemlerinin ayırıcı

elemanlarla sağladığı gizlilik ve özellik açık plan ofis sistemlerinde çınlama ses geçişi ve konuşmanın anlaşılabilirliği gibi akustiğin temel problemlerini daha büyük bir şekilde meydana getirir [16].

Ofis mekanlarında seçilecek olan malzemelerin emicilikleri ofis mekanındaki çınlamanın azalmasını sağlayabilir ya da arka plan gürültüsünü az seviyelere çekebilir. Ama mimari tasarım stratejisinde binanın kabuğu dış mekândan yayılan gürültü için ilk defans kaynağıdır. Bina kabuğunda yapılacak olan önlem iç mekân gürültü düzeyini en aza indirerek problemleri azaltabilir. Ses geçişinde, bina kabuğunun dış mekândan kaynaklanan gürültüyü engellemedeki önemli oldukça büyüktür.

4.6.2.1 Yönetmelikte yer alan ofis yapısı iç gürültü düzeyleri

Çalışmada kullanılacak olan ofis yapılarındaki dış gürültü kaynaklı mekân ses seviyeleri ile ilgili performans sınıfı değerleri aşağıdaki Çizelge 4.5'te yer almaktadır [17].

Yönetmelikte yeni yapılacak binalarda en az C, mevcut binalarda kullanım amacının değişmesi ya da esaslı tadilat bulunması durumunda, tadilatın etkilediği bağımsız birimlerde en az D sınıfı sağlanacaktır şeklinde sağlanması gereken sınıf belirtilmiştir [12].

Çizelge 4.5 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan ofis yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ Gece : 23.00 – 07.00 Akşam: 19.00 – 23.00 Gündüz: 07.00-19.00	İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}^2					
			AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
			A	B	C	D	E	F
	Özel Odalar	Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	Açık Planlı Alanlar	Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	Toplantı Odaları	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
Büro ve İdari Binalar	Telekonferans Odaları	Gündüz-Akşam	26	30	34	38	42	46
	Dinlenme Alanları	Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	Sirkülasyon Alanları	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Mahkeme Salonları	Gündüz	31	35	39	43	47	51

4.6.3 Otel yapıları

Otel yapıları genel olarak dinlenme, uyuma, toplantı düzenleme ve çalışma amacı ile kullanılan bina tipleridir. Otel tasarım standartlarında akustik durumlar ele alındığı zaman elde edilmesi istenilen amaçlarda ziyaretçilerin yüksek kalitede dinlenmesi, refahının sağlanması ve ziyaretçilere dünya standartlarında bir konaklama imkânı sunmak olarak karşımıza çıkar.

Otel yapılarındaki akustik problemleri konut yapılarından ayıran en büyük problemlerden biri otel yapılarının mekansal organizasyona çok fazla müdahale edilememesidir. Otel yapıları genellikle birçok odayı barındırmayı amaçladığından dolayı tüm odalar birbiri ile direkt ilişki içerisinde olmakta ve odalar arası ses geçişi direkt olarak gerçekleşmektedir. Otel yapılarında dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise otel koridorlarıdır. Otel koridorlarında meydana gelecek olan tüm gürültü otelde o katta bulunan tüm odaları etkileyebilir. Aynı zamanda otel odalarındaki kapıların ve ıslak hacim elemanlarının malzeme seçiminde gürültü yapacak malzemeler tercih edilmemelidir [18].

4.6.3.1 Yönetmelikte yer alan otel yapısı iç gürültü düzeyleri

Çalışmada değerlendirilen otel yapısının 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan iç mekan gürültü düzeyleri Çizelge 4.6’da belirtilmiştir [17].

Çizelge 4.6 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan otel yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ	İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}^2 AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
			A	B	C	D	E	F
Konaklama Tesisleri	Yatak Odaları	Gece	26	30	34	38	42	46

4.6.4 Eğitim yapıları

Ses yalıtımının en önemli olduğu yapılardan bir diğeri eğitim yapılarıdır. Eğitim yapılarında yapılacak olan ses yalıtımının insan hayatındaki yeri çok büyüktür.

Çocukların ve gençlerin eğitim yapılarında sağlıklı bir şekilde eğitim görebilmelerine engel olan en büyük etkenlerden biri gürültüdür.

Eğitim yapılarındaki gürültü, derslikler içerisinde öğretmen ve profesörlerin anlatılacağı sesin net olmayacak şekilde öğrenciye ulaşmasına neden olabilir. Bu da konuşmanın anlaşılabilirliği konusundaki en büyük problemlerden birini ortaya çıkarır. Konuşmanın anlaşılabilirliği, dış gürültünün iç mekâna geçiş yapması ile konuşma gerçekleşen yapılarda sesin bozulması, kelimelerin seçilememesi ya da anlaşılabilmesi durumudur [20].

Yapılan araştırmaların birçoğunda havaalanı gibi benzer çok gürültülü bölgelere yakın olan okullardaki öğrencilerin birçoğunun öğretmenin söylediği kelimelerin yarısından fazlasını doğru şekilde anlayamadıkları ortaya çıkmıştır. Bunun üzerine örneğin Manchester Havaalanı çevre bölgede yer alan tüm okulların ses yalıtımlarının yapılması görevini kendisi üstlenmektedir [20].

Eğitim yapılarında yapılabilecek en önemli çalışma, yapının az gürültülü bir yerde yapılması için çalışılmasıdır. Eğitim yapılarının gürültüye maruz kalacak şekilde konumlandırılması, birçok öğrencinin eğitim ve öğretimine zarar verir [20].

4.6.4.1 Yönetmelikte yer alan eğitim yapısı iç gürültü düzeyleri

Türkiye’de yayımlanmış olan yönetmelikte eğitim yapıları da yer almaktadır. Eğitim yapılarında istenilen iç mekan gürültü düzeyleri ise aşağıdaki Çizelge 4.7’de belirtilmiştir [17].

Çizelge 4.7 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan eğitim yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	Gece : 23.00 – 07.00 Akşam: 19.00 – 23.00 Gündüz: 07.00-19.00	İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}^2						
			AKUSTİK PERFORMANS						
			A	B	C	D	E	F	
Eğitim Tesisleri	Derslikler	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51	
	Özel Derslikler	Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56	
	İdari Odalar	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51	
	Spor Salonu	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61	
	Okuma Odaları	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51	
	Sirkülasyon Alanları	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61	
	Kreşler	Oyun alanları	Gündüz	36	40	44	48	52	56
		Yatak odaları	Gündüz	26	30	34	38	42	46

4.6.5 Konut yapıları

İnsanların gürültüden uzak huzurlu ve konforlu bir şekilde evlerinde yaşaması için akustik gereksinimlerinin sağlanmış olması ana bekletilerden biridir. Konutlar üzerindeki ilk akustik çalışmalardan biri 1189 yılında yapılmıştır. Bu tarihte çıkmış olan yönetmeliğin tam anlamı ile akustik ile ilgisi olmasa da taş duvarların en 91 cm kalınlıkta olması gerektiğini, bunun sebebinin ise komşular arası münakaşanın bazen yüksek seviyede olması olarak belirtilmiş olması bizlere akustik anlamda iç mekân konfor düşüncesinin oluşmasındaki ilk adımlardan biri olduğunu gösterir [21].

İlk olarak tam anlamı ile ses yalıtımı konusunda çıkmış olan yayın 1957 yılında “Konutlar için Ses Yalıtımı” olmuştur. Burada ses yalıtımı ile ilgili yapılması gereken bilgiler ve yöntemler yer almış olup İskoçya Sağlık Departmanı tarafından hazırlanmıştır. Konutlar için yaşanan ses yalıtım problemlerinin başında genellikle komşuluk ilişkileri gelmektedir. Komşuluk ilişkilerinde odalar arasında tv, çocuk ve benzeri gürültüler en çok rahatsız edici gürültüler olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra dış mekân gürültüsü de konutlarda günümüzde önemli bir yer tutmaktadır [16].

Konut yapılarında genel olarak mekanların hem iç duvarlarının hem de dış duvarlarının ses yalıtım prensiplerini sağlaması beklenir. İç duvarlarda yapılacak olan ses yalıtımı komşu gürültüsüne engel olmakta iken dış duvarlarda yapılacak olan ses yalıtımı trafik ve sokak gürültüsü gibi gürültü kaynaklarının konut yapısını etkilememesi sağlar.

4.6.5.1 Yönetmelikte yer alan konut yapısı iç gürültü düzeyleri

Türkiye’de yayımlanmış olan yönetmelikte yer alan konut iç mekân gürültü ses düzeyi seviyeleri Çizelge 4.8’de belirtilmiştir [17].

Çizelge 4.8 : 31 Mayıs 2017 tarihli “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” te yer alan konut yapılarındaki akustik performans sınıfı değerleri [12].

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ		İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}^2					
		Gece: 23.00 – 07.00	Akşam: 19.00 – 23.00	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
		Gündüz: 07.00-19.00	A	B	C	D	E	F	
Konut Binaları	Yatak Odaları	Gece	26	30	34	38	42	46	
	Yaşam Alanları	24 saat	31	35	39	43	47	51	
	Mutfaklar	24 saat	31	35	39	43	47	51	

4.7 Projede Kullanılan Simülasyon Programları ve Alınan Kabuller

Çalışmada hesaplama yapılmasına yardımcı olan simülasyon programları INSUL Versiyon 8 ve SON Architect ISO programlarıdır. Bu programlar ile örnek olarak hazırlanmış farklı tiplerdeki mimari planlar ele alınıp farklı çeşitteki giydirme cam cephe sistemlerinin cam çeşitleri incelenmiştir ve elde edilen değerler Türkiye’de 31 Mayıs 2017 tarihinde yayımlanmış olan “Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Yönetmeliği” ile değerlendirilmiştir.

Çalışmada elde edilen değerlerin hesaplanmasında kullanılan kabuller ise aşağıda sıralanmıştır.

- Hesaplaması yapılan tüm bina tiplerinin mimari planları Bölüm 4.2’de belirtilmiş olan plan şeması ele alınarak yapılmıştır. Binaların her biri aynı kat planına sahip 10 kat olarak çizilmiş ve kat yüksekliği 3 metre alınmıştır. Hesaplamalar ise sadece 2. kat üzerinden yapılmıştır.
- Mimari planlarda Çizelge 4.1’de belirtilmiş olan duvar ve döşeme yapı elemanları kullanılmıştır. Dış cephe dışındaki iç duvarların hepsinde çizelgede belirtilmiş olan duvar elemanı, tüm katlarda ise aynı döşeme elemanı kullanılmıştır.
- Mimari planlarda duvar, döşeme ve cephe birleşimlerinin katı, aralıksız (solid) birleşim şeklinde olduğu varsayılarak simülasyon programına girilmiş ve hesaplamalar o şekilde yapılmıştır.
- Dış gürültü düzeyi olarak Çizelge 4.3’te verilmiş değerler kullanılmış ve bu gürültünün her bir binanın 4 cephesine de aynı şekilde etki ettiği düşünülerek hesaplama yapılmıştır.
- Çalışmada yalnızca her bir bina tipinde tasarlanmış odaların giydirme cam cephelerindeki cam detaylarının değişimi ile elde edilmiş iç mekân gürültü düzeyleri hesaplanmıştır.
- Her bir binanın oda tiplerine göre hesaplanmış olan iç mekân gürültü düzeyleri ise “Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Yönetmeliği” ile değerlendirilerek, cam detayının değişiminde göre yönetmelikte yer alan sınıflandırmalar belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Programlardan INSUL ve SON Architect yazılımları iki farklı işlev için kullanıldı.

4.7.1 INSUL Versiyon 8 simülasyon programı

INSUL uygulaması, yapı malzemelerinin tek katmanlı ya da çok katmanlı olarak ses yalıtım sınıflarının belirlenmesini sağlar. Mimari elemanlar ağır duvarlar ve hafif duvarlar olmakla birlikte cam ve pencere gibi yapı elemanlarının da hesaplarının yapılmasında yardımcı olur.

INSUL programı, Amerika Birleşik Devletlerinden Ben Sharp'ın ortaya koyduğu bir yazılım programıdır. Uzun bir süredir de INSUL programı kullanılarak birçok araştırma makalesi hazırlanmıştır.

Bu çalışmada INSUL programı ile birlikte giydirme cam cephelerdeki farklı cam tiplerinin ses geçiş sınıfı değeri olan R_w 'lerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Hesaplaması yapılmış olan 31 çeşit cam örneğinin verileri elde edilerek ve SON Architect yazılımında kullanılacak şekilde hazırlanmıştır.

4.7.2 SON Architect simülasyon programı

SON Architect (Sound Of Numbers) tüm bina üzerinde ses yalıtımı ile ilgili ISO standartı EN 12354'in 1,2,3,4 ve 6 hesaplama yöntemlerini kullanarak çalışan yazılım programıdır. SON Architect ile bina tasarımının yapılarak cephe elemanlarının ses yalıtım ölçümleri ve iç mekânlardaki ses düzeyleri elde edilebilmektedir [22].

Aynı zamanda SON Architect, INSUL programı ile birlikte çalışabilen bir simülasyon programıdır. Hazırlanan tez çalışmasında öncelikle INSUL programı ile yapı elemanlarının malzeme bilgileri elde edilmiştir. INSUL programı ile elde edilen bilgiler, önceden hazırlanmış olan mimari planlar ve dış mekân gürültü düzeyleri bilgileri SON Architect programına girilmiştir. SON Architect programına girilen tüm bilgilerden sonra ise mimari projelerde yer alan her bir oda için iç mekân gürültü düzeyleri elde edilmiştir. Elde edilen iç mekân gürültü düzeyleri tablolar halinde düzenlenerek yönetmelik ile karşılaştırılmıştır.

Bunun yanı sıra mekânların içerisinde cephe üzerinden geçiş yapan yanal yolların da belirlenmesi ve her bir yanal yollardan geçiş yapan ses düzeylerinin de elde edilmesi SON Architect programı ile sağlanmıştır.



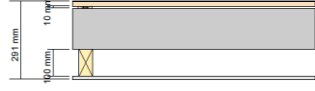
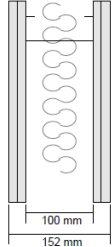
5. FARKLI FONKSİYONA SAHİP GİYDİRME CAM CEPHELİ BİNA TİPLERİNİN SES YALITIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde çalışmada kabuller ile birlikte değişken cam çeşitlerinin değerleri elde edilmiş ve tüm değerlerin birbiri ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi yer almaktadır.

5.1 Tasarlanan Mimari Planlardaki Yapı Elemanlarının Ses Sınıf Değerlerinin Belirlenmesi

Çalışmada sabit olarak alınan döşeme ve duvar elemanlarının INSUL programı ile elde edilmiş verileri Çizelge 5.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 5.1 : Tasarlanmış olan bina projelerinde kullanılacak olan yapı elemanların Rw bilgileri.

Yapı Elemanı	Malzeme Seçimi	Çizim	INSUL Rw (c, c _{tr})
Döşeme	Katman 1: 17,5 mm’lik Ahşap Döşeme kaplaması Katman 2: 150 mm’lik betonarme döşeme Boşluk: 100mmlik Boşluk Katman 3: 1,5mmlik Asma Tavan		58 (-3,-6)
Bölücü Duvar	Katman 1: Çift kat alçıpan Boşluk: İçi (48 kg/m ³) taş yünü ile doldurulmuş 100mmlik boşluk Katman 2: Çift kat alçıpan		56 (-2,-8)

Elde edilen değerlerde döşeme elemanının Rw değeri 58 (-3,-6) çıkarken bölücü duvarların Rw değeri ise 56 (-2,-8) olarak elde edildi.

Sabit olarak kabul edilen döşeme ve bölücü duvar elemanları tasarlanan tüm bina tiplerinde kullanıldı. Değişken olarak ele alınan yapı elemanları ise cam çeşitleridir. Çalışmada cam çeşitlerinin değişmesi ile birlikte iç mekân gürültü düzeyindeki değişim incelendi.

Çalışmada kullanılan 31 farklı cam çeşidi farklı katmanların oluşturulması INSUL programı ile elde edilmiş olup sonuç değerleri Çizelge 5.2’de yer almaktadır.

Çizelge 5.2 : Tasarlanmış olan bina üzerinde denenecek olan farklı çeşitlerdeki cam tipleri ve R_w bilgileri.

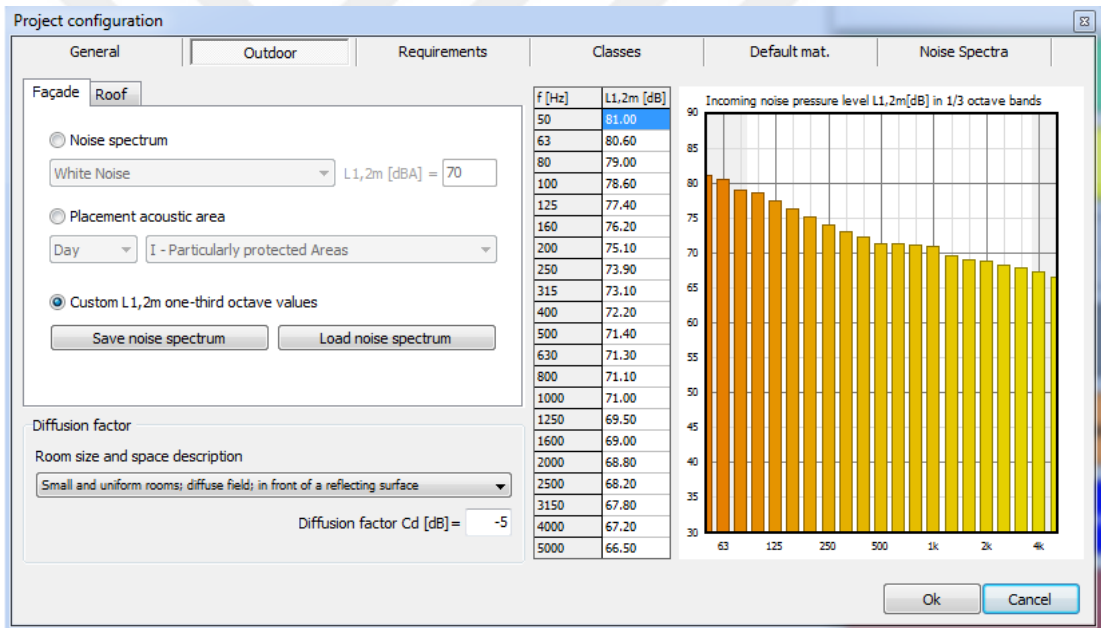
Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL R_w (dB)	INSUL (c, c_{tr})
TİP 1	6	6	X	X	31	(-1, -3)
TİP 2	8	8	X	X	32	(-1, -2)
TİP 3	10	10	X	X	33	(-1, -2)
TİP 4	16	16	X	X	36	(-1, -3)
TİP 5	18	18	X	X	36	(-1, -3)
TİP 6	20	20	X	X	37	(-1, -3)
TİP 7	22	22	X	X	37	(0, -2)
TİP 8	24	24	X	X	38	(-1, -3)
TİP 9	26	26	X	X	38	(0, -2)
TİP 10	28	28	X	X	39	(-1, -3)
TİP 11	30	30	X	X	39	(0, -2)
TİP 12	32	32	X	X	40	(-1, -3)
TİP 13	34	34	X	X	41	(-1, -3)
TİP 14	36	36	X	X	41	(-1, -3)
TİP 15	38	38	X	X	41	(0, -2)
TİP 16	40	40	X	X	42	(-1, -3)
TİP 17	42	42	X	X	42	(0, -2)
TİP 18	44	44	X	X	43	(-1, -4)
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2, -5)
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lamine Cam)	39	(-2, -5)
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1, -4)
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lamine Cam)	39	(-1, -4)
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lamine Cam)	41	(-2, -5)
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lamine Cam)	41	(-2, -6)
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2, -4)
Tip 26	30	6	16	8	37	(-2, -4)
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lamine Cam)	38	(-3, -6)
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lamine Cam)	38	(-2, -5)
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lamine Cam)	40	(-2, -5)
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lamine Cam)	41	(-2, -5)
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lamine Cam)	41	(-3, -6)

Her bir cam çeşidi için elde edilmiş olan sonuç verilerinin frekanslara göre olan ses azaltım değerlerinin bilgileri ve grafikleri EK A bölümünde yer almaktadır. INSUL programı ile hem R_w değerlerini hem de TL değerlerini elde edebiliriz. Projede kullanılacak olan ve Son Architect programına girişi sağlanan değer ve malzeme bilgileri ise ISO hesaplama yöntemi olan R_w değerleridir.

Şekil 5.1 ile Şekil 5.31 arasındaki cam çeşitlerinin R grafiklerini karşılaştırdığında tekil camlarda cam kalınlığında olan artışın R değerinin artışına karşılık geldiği görüldü.

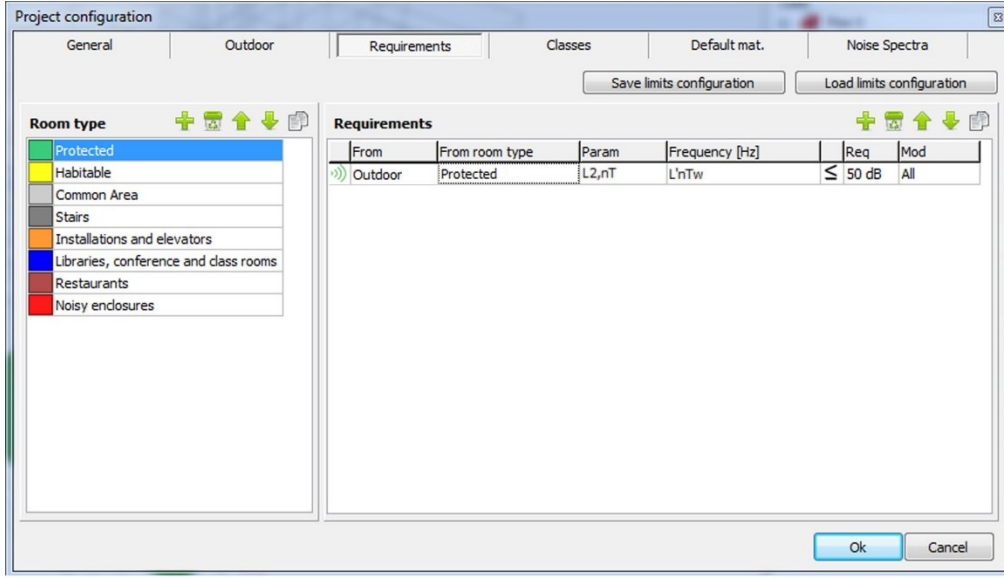
5.2 Çalışmanın Simülasyon Programları İle Hazırlanması Süreci

Döşeme, cam ve duvar gibi yapı elemanları için alınmış kabuller öncelikle INSUL programının kendi içerisinde yer alan materyaller listesi ile hazırlandı. Hazırlanmış yapı elemanlarının çizimleri ise mimari çizimlerde kullanılabilmesi için INSUL programından SON Architect programında aktarıldı. SON Architect uygulamasında öncelikle proje bilgilerinin girildiği alana Çizelge 4.3'teki dış mekan gürültü düzeyleri Şekil 5.32'de belirtilmiş olan outdoor ana başlığı altındaki "façade" sekmesine girildi.



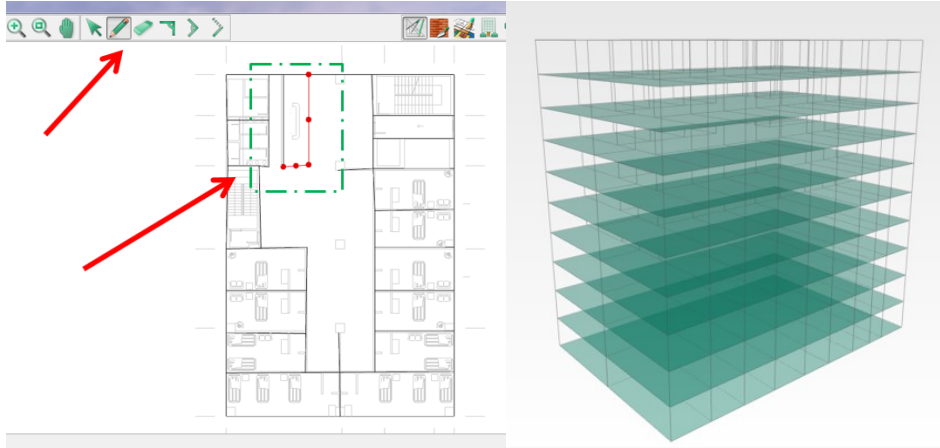
Şekil 5.1 : Son Architect programına dış mekandan cepheyi etkileyen frekanslara göre gürültü değerleri girilmiştir.

Girilmiş olan ses düzeyi değerlerinden sonra hesaplamaların yapılacağı oda çeşitlerinde hangi hesaplamaların yapılacağı Şekil 5.33'te gösterilmiş olan "requirements" ana başlığındaki alan üzerinden ses kaynağının "outdoor" yani dış mekan, alıcı odasının ise proje üzerinde ayarlanmış mekanın işaretlenmesi ile yönetmelik üzerinde gerekliliği sağlayan minimum ses değeri girildi.



Şekil 5.2 : Son Architect'te hesaplaması yapılması istenen parametreler girilmiştir.

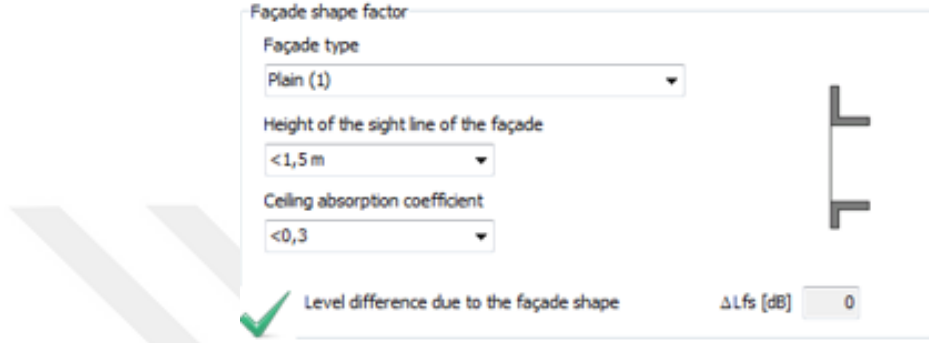
Projenin çizimlerinin yapıldığı Autocad programı üzerinden kaydedilen dosyalar dxf formatına dönüştürülüp Son Architect programına altlık olarak alındı. Son Architect program ile mimari planın cephe ve iç duvarları üzerinden çizim yapıldı ve kat planları 10 kat olarak kopyalandı. Örnek olarak çizilmiş hastane yapısının çizim süreci Şekil 5.34'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3 : Autocad programından alınmış olan mimari planların Son Architect'te çizimi.

Çizimleri yapılmış olan duvar ve cephenin materyal seçimleri ise INSUL programından elde edilmiş olan malzeme bilgisinin Son Architect'e yüklenmesi ile elde edildi. Malzemeler iç duvarlar, dış cephe, döşeme seçimi yaparak atanmış ve tüm kat planları o şekilde kopyalanmıştır.

Malzeme seçimleri ve çizimleri yapılmış olan duvar, döşeme ve cephe elemanlarının Son Architect programında birleşim detay bilgileri girilerek hesaplaması yapılabilmektedir. Elastik birleşim istenen yapı malzemelerinde plan üzerindeki duvar birleşim arayüzünden seçim işlemi yapılarak belirli noktalarda elastik birleşim yapılabilir. Bu çalışmada ise hiçbir detayda böyle bir işlem yapılmamış ve yapı elemanları varsayılan (default) seçim olan katı (solid) birleşime sahip olduğu düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 5.4 : Son Architect programında cephe faktörünün seçimi.

Son olarak Şekil 5.4'te belirtilmiş olan cephe faktörünün seçimi Çizelge 3.2'de yer alan ISO cephe şeklinden düz cephe olarak seçildi. Seçim ve çizim işlemleri tamamlandığında Son Architect programı üzerinde hesaplama işlemlerine geçildi. Hesaplamaların hepsi mimari planlar üzerinde 2. kat üzerindeki planlarda yapılmış olup, tüm karşılaştırmalar ve değerlendirmeler bu şekilde ele alınmıştır. Hesaplama işlemleri yapılmış olan ve yönetmelik üzerindeki değerlerin karşılaştırıldığı bina tipleri ise Bölüm 5.3'ten itibaren belirtildi.

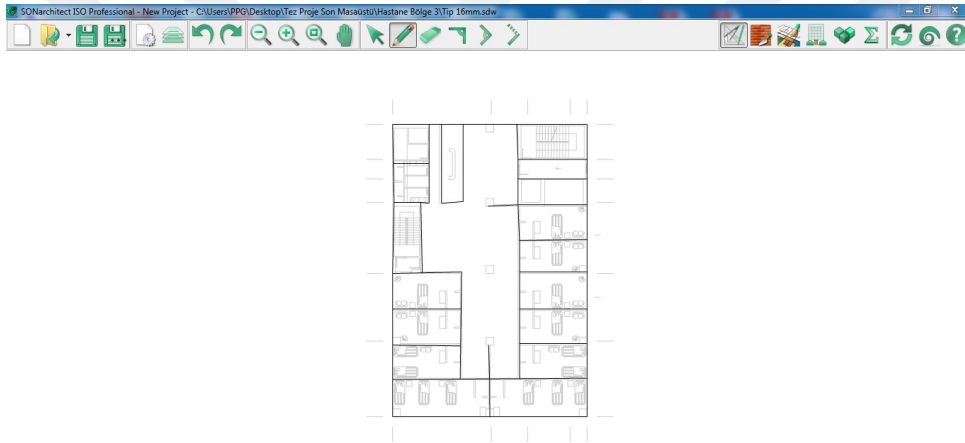
5.3 Örnek Hastane Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi

Her bir cam çeşidinin farklı gürültü bölgelerine ve farklı oda tiplerine göre olan değerlendirmelerinin uzun olmasından dolayı bu bölümde bir cam ve bir oda tipi üzerinden elde edilmiş hesaplamalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Diğer oda tipleri ve cam çeşitlerinin sadece hesaplanmış olan sonuç değerleri sunulmuştur.

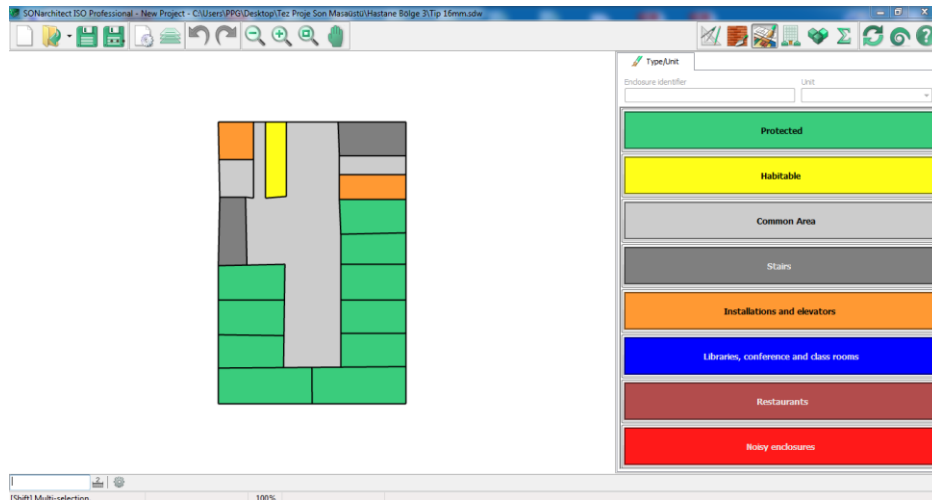
Hastane yapıları, iç mekan akustik konfor seviyesine ulaşabilmesi için diğer yapılara nazaran daha yüksek standartlarda sonuçlar elde etmesi beklenir. Örnek projesi çizilmiş ve Son Architect programına eklenerek akustik değerleri elde edilmiş olan hastane yapısının görseli Şekil 5.5'tedir.

Autocad programı ile çizimleri yapılmış olan proje dosyası Son Architect programına altlık olarak alındı. Bölücü elemanlar ve bölücü elemanlarının bilgileri Şekil 5.5'teki gibi işlendi.

Hazırlanmış olan hastane projesinde dikkate alınmış olan mekanlar 3 yataklı, 2 yataklı ve 1 yataklı hasta odalarıdır. Bu odalar üzerinde olan ölçüm değerleri ele alınacağından dolayı Son Architect programı içerisinde odaların ne tipte odalar olduğu belirtildi. Hazırlanmış mekanlar üzerinde istenen akustik değerler girildi. Girilen değerler oda tiplerine göre belirlenmiş olup, sonuç hesaplamaları istenen gereksinimlere göre oluşturuldu. Şekil 5.6'da hasta odaları "protected" yani korunmalı odalar olarak ele alındı. Bu noktalarda korunmalı odalar için belirlenmiş olan değerler üzerinde sonuçlar elde edildi.



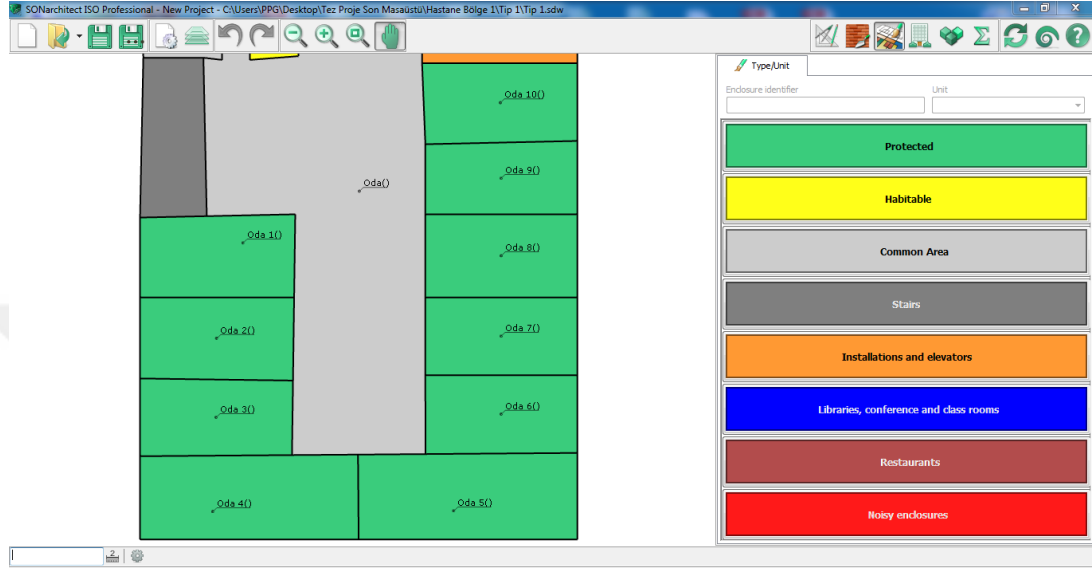
Şekil 5.5 : Hastane projesinin Son Architect programına eklenilmiş şekli.



Şekil 5.6 : Hasta odalarının Son Architect programı üzerinden korunmalı odalar olarak belirlenmesi.

Çizimde yeşil (korunmalı) olarak belirtilmiş olan hasta odalarının Son Architect programı ile cam verileri ve dış mekan gürültü ses düzeylerinin değiştirilerek elde edilmiş verileri ele alındı.

Yeşil renk ile belirtilmiş olan ve verileri elde edilmiş hasta odaları ve odaların numaraları Şekil 5.7’de belirtilmiştir.



Şekil 5.7 : Hasta odalarının numaralandırılması.

Şekil 5.7’de 1,2,7,8,9 ve 10 numaralı odalar tek yataklı hasta odaları olarak, 3 ve 6 numaralı odalar çift yataklı, 4 ve 5 numaralı odalar ise 3 yataklı hasta odalarını ifade etmektedir.

5.3.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede bulunan cam giydirme cepmeli hastane binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 75 dBA, genellikle havaalanı yakınlarında veya otobana yakın bir yerleşim bölgesi olmakla birlikte yüksek bir dış gürültü seviyesinin bulunduğu bölge olarak tanımlanır. Bu bölgede yer alacak olan hastane yapısının tek yataklı, çift yataklı ve üç yataklı hasta odaları üzerindeki iç mekân gürültü düzeyleri ve “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” ile olan uygunluğu incelenmiştir.

5.3.1.1 Tek yataklı hasta odaları

Hastane yapısında tek yataklı hasta odaları benzer ölçüde alındı. Bu noktada çıkan sonuçlar da birbirine benzerlik gösterdi. Tek yataklı hasta odalarının farklı tipteki

cam çeşitlerine göre simülasyon programı ile elde edilmiş değerleri yönetmelikte yer alan A, B, C, D, E, F sınıflandırmasında aldığı değerler Çizelge 5.3'te belirtildi.

Çizelge 5.3'te 75 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alacak olan hastane yapısının tek yataklı hasta odalarındaki iç mekân gürültü düzeyleri yönetmelik ile kıyaslandığı zaman en fazla sarı renk ile belirtilmiş olan D sınıfını elde ettiği görüldü

D sınıfına denk gelen cam tipleri ise yalnızca 3 cam tipi oldu. Bu camlar 40 mm (Tip 16), 42 mm (Tip 17) ve 44 mm (Tip 18) gibi maliyeti oldukça yüksek tekil camlar oldu. 75 dBA gürültü düzeyine sahip bir bölgede bu gibi camların kullanılması yönetmelikte karşımıza çıkan en düşük kabul edilebilir değerleri sağladı.

İç mekân ses düzeyi sınırını geçmiş odaların ses basınç grafikleri ve yanal iletim ile elde edilmiş olan ses azaltım bilgileri bu bölümde incelendi. Son Architect programı ile elde edilmiş olan tekil ve çift katmanlı giydirme cam cepheler ile elde edilen verilerin grafikleri karşılaştırıldı ve aralarında oluşmuş farklar incelendi.

Tekil Camlar

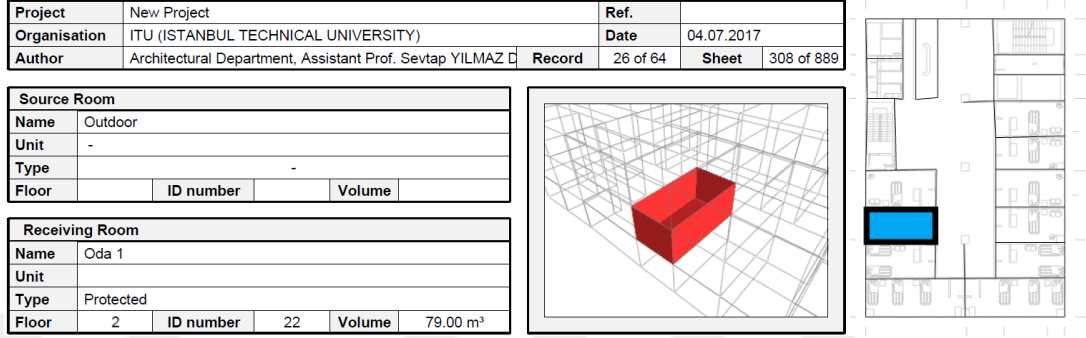
Örnek hastane projesindeki tekil camlar üzerinde inceleme yapıldığında görüldü ki 6 mm (Tip 1) ve 8 mm (Tip 2) cam kalınlığına sahip giydirme cam cepheler, yönetmelikte yer alan sınıflandırmaya girememektedir. 10 mm (Tip 3), 16 mm (Tip 4), 18 mm (Tip 5) ve 20 mm (Tip 6) cam kalınlığına sahip giydirme cephelerde ise yönetmelik üzerinden en düşük sınıf olan F değeri elde edilebilmiştir.

22 mm (Tip 7) ile 38 mm (Tip 15) kalınlığı arasında yer alan camlar ise bu bölgede yönetmelikteki E sınıfı değerleri alırken, 40 mm (Tip 16), 42 mm (Tip17) ve 44 mm'lik (Tip 18) camlar D sınıfı değerlerini sağlayabilmiştir.

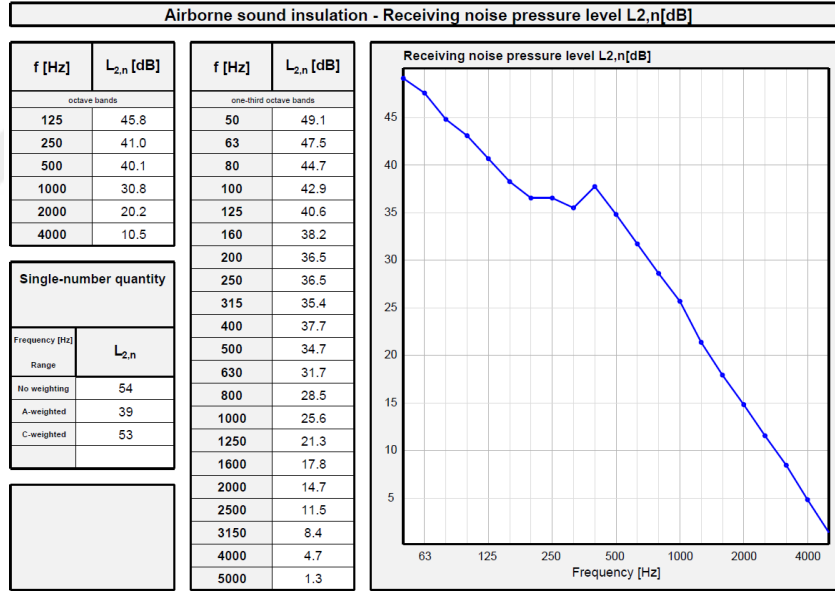
Bu bölümde sadece C ve D sınıfına uygun camların SON Architect programı ile elde edilmiş verileri ele alınarak detaylı bir şekilde incelenmiştir. İncelenen camlar C sınıfını sağlayan ve 34 mm kalınlığa sahip olan Tip 13 ile ve D sınıfını sağlayan 42 mm kalınlığına sahip Tip 17'dir. Örnek olarak bu bölümde C sınıfını sağlayan 34 mm kalınlığındaki Tip 13'ün sonuçları incelenmiştir.

Sonuç çıktısının en üst bölümünde Şekil 5.8'de görüldüğü üzere proje adı, uygulamaya sahip organizasyonun ismi ve uygulama kullanıcılarının isimleri ile birlikte, uygulamanın yapılış tarihi ve sonuç verisi sayfası yer almıştır.

Şekil 5.8’de belirtilen alt bölümde ise hesaplama yapılırken kullanılan kaynak oda ve alıcı oda bilgileri yer almıştır. Bu projede kaynak dış mekan olduğundan dolayı çıktıda o bölge “outdoor” yani dış mekan olarak belirtilmiştir. Alıcı odada ise alıcı odanın bina üzerinde kaçınca katta olduğu tipinin ne olduğu ve oda hacmi belirtilmiştir.



Şekil 5.8 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı ses basınç grafiğinin yer aldığı sonuç verisinin üst bölümü ve tasarlanmış mimari plandaki konumu.



Şekil 5.9 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı ses basınç grafiğinin yer aldığı sonuç verisinin orta bölümü.

Şekil 5.8’de belirtilmiş 3 boyutlu hasta odasının görseli odanın konumunu ve odanın belirlenmiş olan kriterlere uygun olup olmadığı oda rengi ile belirtilmiştir. Şekil 5.8’de görülen 34 mm (Tip 13) kalınlığındaki cama sahip oda E sınıfı olduğundan dolayı kırmızı renk ile belirtilmiştir. Bu da odanın belirlenmiş olan gereklilikleri sağlamadığını ifade etmektedir. Eğer ki oda, yönetmelikte belirlenmiş olan standarta uygun olsaydı (yani D sınıfı ve daha üstü) oda rengi yeşil olarak ifade edilirdi.

Çizelge 5.3 : Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekân gürültü düzeyleri (dB)						Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	49	49	49	49	49	49	Sınıf Yok
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	47	47	47	47	47	47	
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	46	46	46	46	46	46	
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	44	44	44	44	44	44	F
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	43	43	43	43	43	43	
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	43	43	43	43	43	43	
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	42	42	42	42	42	42	
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	42	42	42	42	42	42	
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	41	41	41	41	41	41	
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	41	41	41	41	41	41	
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	40	40	40	40	40	40	E
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	40	40	40	40	40	40	
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	39	39	39	39	39	39	
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	39	39	39	39	39	39	
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	39	39	39	39	39	39	
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	38	38	38	38	38	38	
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	38	38	38	38	38	38	D
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	38	38	38	38	38	38	

Çizelge 5.3 (devamı): Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)						Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	46	46	46	46	46	46	F
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	44	44	44	44	44	44	
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	44	44	44	44	44	44	
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	43	43	43	43	43	43	
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	42	42	42	42	42	42	E
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	42	42	42	42	42	42	
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	45	45	45	45	45	45	F
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	45	45	45	45	45	45	
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	45	45	45	45	45	45	
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	44	44	44	44	44	44	
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	42	42	42	42	42	42	E
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	41	41	41	41	41	41	
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	42	42	42	42	42	42	

Şekil 5.9’da belirtilen bölümde ise hava doğuşlu ses yalıtımı ile ilgili bilgi verilmiştir. Bu bölümde hesaplama amacı ile kullanılmış olan ses basınç seviyesi, yönetmelikte kullanılan $L_{2,n}$ (dB) değeri ele alınarak hazırlanmıştır. Şekil 5.9’daki ilk kolonda 1/1 oktav bandına göre frekanslardaki ses basınç değerleri verilirken 2. kolonda ise 1/3 oktav bandına göre sonuçlar elde edilmiştir. Sağ tarafta yer alan grafik ise frekanslara göre hazırlanmış ses basınç seviyesi bilgileridir.

Şekil 5.9’da ilk kolonun altında yer alan bölgede $L_{2,n}$ ’in tek sayılı değerleri verilmiştir. İlk bölümde ağırlıksız, altında A ağırlıklı, bir altında ise C ağırlıklı tek değerler verilmiştir. Çalışma verilerinin yönetmelik ile kıyaslanmasından dolayı yönetmelikte verilmiş olan A ağırlıklı tek sayılı değerlerin bilgisi projede ele alınmıştır.

Şekil 5.10’da belirtilmiş olan bölüm, dB cinsinden olan değerlerin çalışma ile elde edilmiş sonuç ile karşılaştırılması ve elde edilen sonucun gerekliliğe uyup uymadığı konusunda bilgi verir.

Fulfilment of requirements				
Parameter	Calculation		Requirement	Fulfillment statement
$L_{2,nT,A}$ A-weighted	39 dB	>	35 dB	DOES NOT MEET THE REQUIREMENT

Şekil 5.10 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı ses basınç grafiğinin yer aldığı sonuç verisinin alt bölümü.

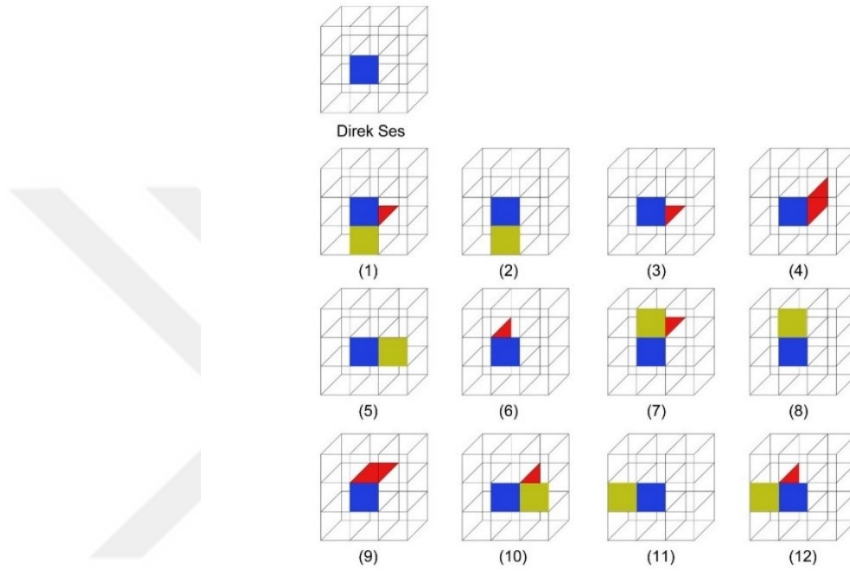
75 dBA dış gürültü seviyesine sahip olan bir bölgede giydirme cam cephede 34 mm’lik (Tip 13) cam kullanıldığı durumlarda odanın iç mekan ses gürültü düzeyi 39 dB olarak elde edilmiştir. Yönetmelik ile karşılaştırıldığı zaman Tip 13 cam çeşidi bu bölgede E sınıfı sonucunu sağlamıştır.

Yanal Ses Geçişleri

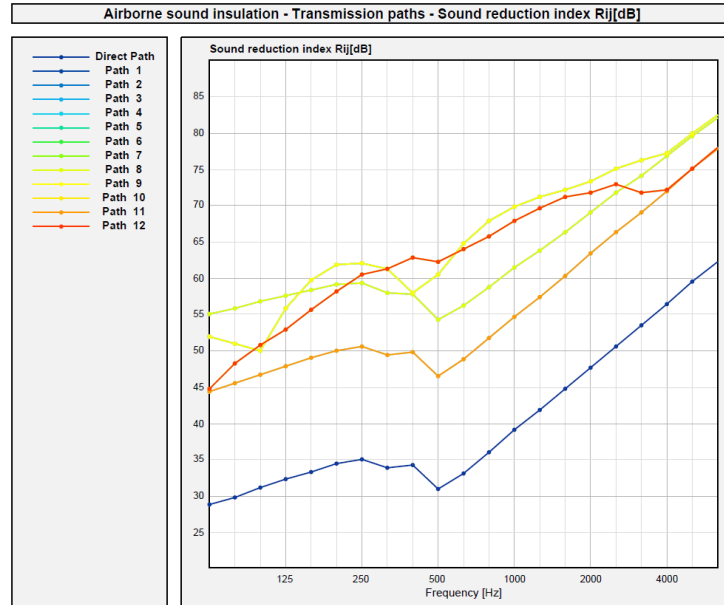
Son Architect uygulaması ile cam çeşitlerinin duvar ve döşeme bağlantılarından iç mekana geçen yanal ses geçişleri elde edilmiştir. Değerlendirilmiş olan 34 mm (Tip 13) kalınlığındaki camın yanal geçişleri ve direk sesi ile elde edilen değerlerin toplam sonucu Şekil 5.9’da belirtildi. Şekil 5.12’de ise her bir yanal ses yolunun direk ses ile birlikte ayrı ayrı gösterildiği Rij (dB) ses azaltım grafiği verilmiştir. Grafikte belirtilmiş olan 12 yanal ve direk ses geçişi, benzer kat planları ve benzer malzemeler olduğundan dolayı bazı yanal ses geçişlerinden aynı değerler elde

edilmiş ve bu nedenle grafikte üst üste gelmiştir. Şekil 5.12’de gösterilen grafikte 12 yanal yol ile elde edilmiş 4 farklı grafik bulunmaktadır. SON Architect programı kullanılmış olan gürültü düzeyleri ile birlikte 50-5000 Hz arasında hesaplama yapabilmesinden dolayı elde edilen Rij tek sayılı değerlerinden 50-5000 Hz sonuçları değerlendirilmiştir.

Şekil 5.12’de yer alan yanal geçiş yol numaraları ve değerleri Şekil 5.11’deki belirtilmiş yanal geçiş yollarından elde edilen sonuçlardır.

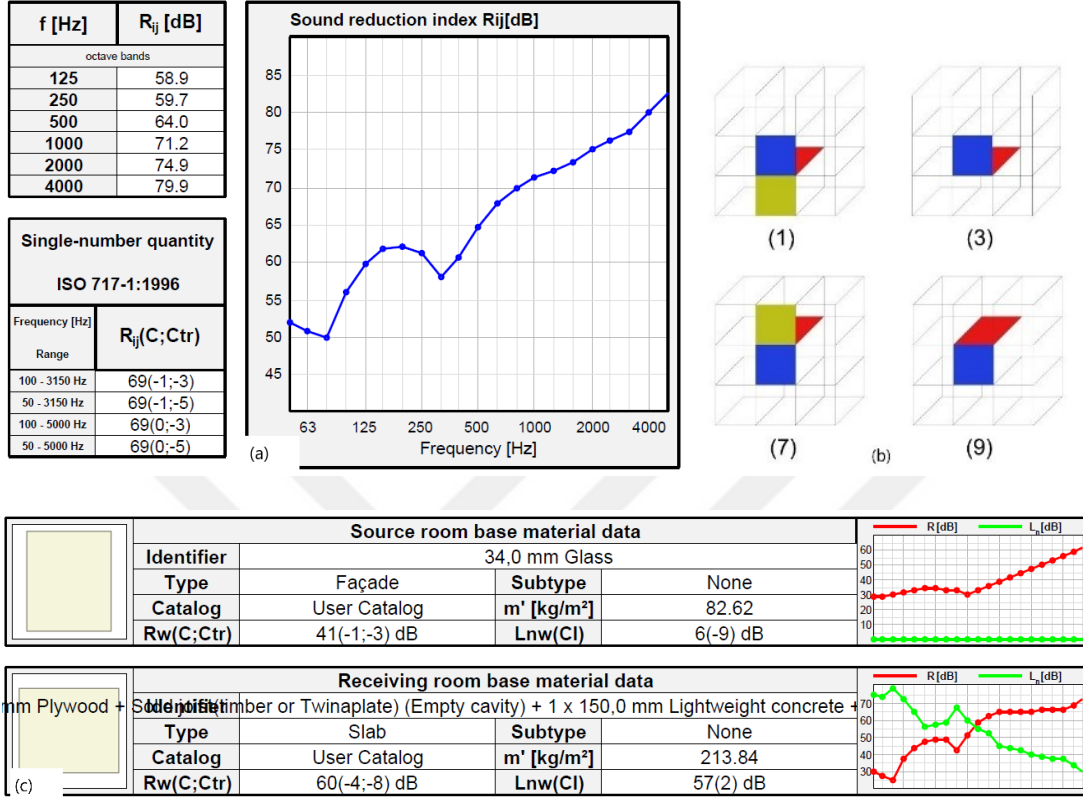


Şekil 5.11 : Son Architect programında yer alan yanal geçişlerin numaralandırılmış hali.



Şekil 5.12 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı yanal geçişlerin ses basınç grafiğinin yer aldığı raporun alt bölümü.

Şekil 5.12'deki grafik üzerinde sarı renk ile belirtilmiş olan yanal ses geçişi cephenin aynı duvar ve döşemeye sahip olması ile duvar-döşeme bağlantısı nedeni ile gerçekleşen 4 yanal geçişin değerlerini göstermektedir.



Şekil 5.13 : Şekil 5.12'de sarı renk ile belirtilen Rij (dB) değerleri (a). Yanal geçişi ifade eden 4 yol (b) ve Son Architect'te kullanılan INSUL materyal bilgisi (c).

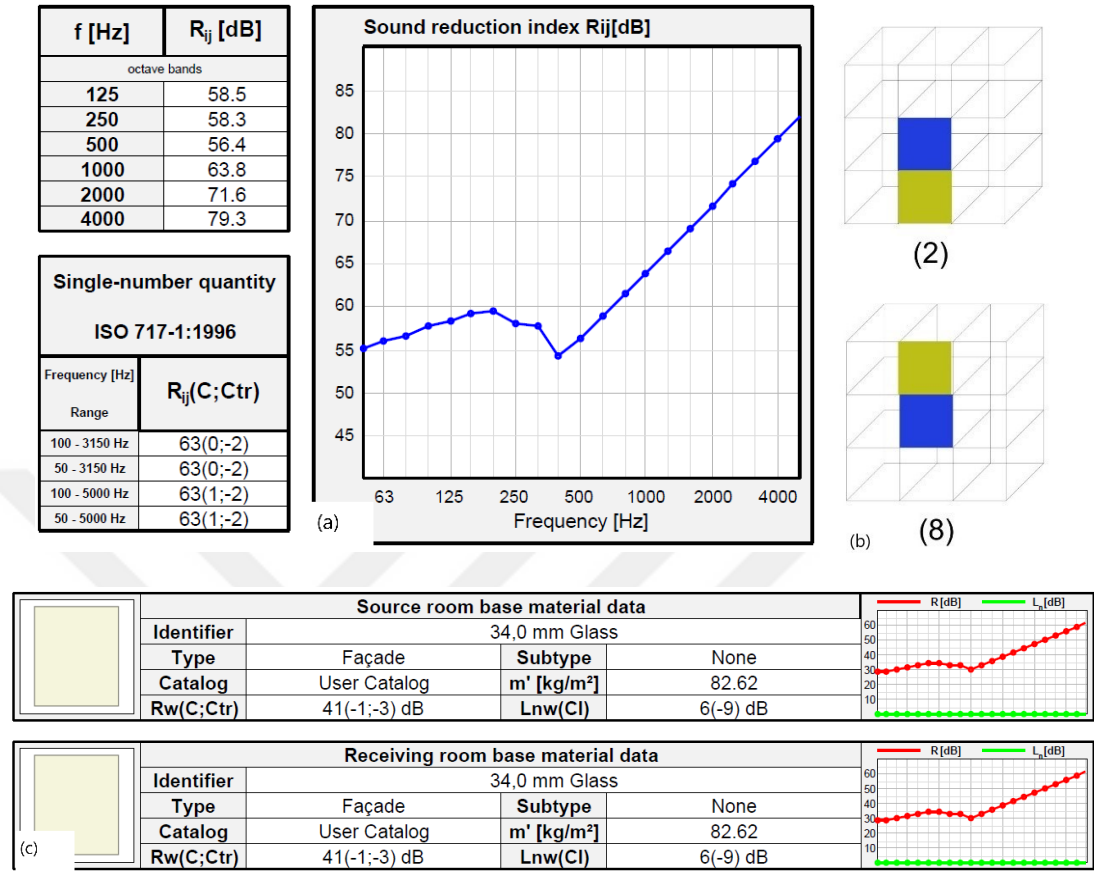
(3-9) Gürültünün binanın cephesi ile mekânın tavan ve döşeme birleşiminden iç mekâna geçişini ifade eder.

(1-7) Gürültünün oda komşu mekanlarının cephe, ortak döşeme ve tavanından iç mekâna geçişini ifade eder.

Şekil 5.13'de belirtilen 4 yanal ses geçişin sonuç değerlerinin benzer çıkmasının nedeni tasarlanan binaların kat planları, yükseklikleri ve cephenin döşeme-tavan ile birleşim detaylarının aynı olmasından dolayıdır. Döşeme ile olan yanal ses geçişinde tek sayılı Rij değerinin 69 (0;-5) olduğu Şekil 5.13'de yer alan tabloda gözlemlendi.

Şekil 5.13'ün alt bölümünde INSUL üzerinden alınmış olan kaynak oda ve alıcı odanın malzeme bilgisi verilmiştir. Burada cephe elemanı olarak kullanılan 34 mm kalınlığında olan cam malzemesinin, Rw bilgisi ve Lnw bilgileri gösterilmiştir. Alıcı

odada ise döşeme olarak kullanılan malzemenin malzeme detayları, R_w , L_{nw} bilgilerinin yanı sıra R ve L_n grafikleri verilmiştir.



Şekil 5.14 : Şekil 5.12’de yeşil renk ile belirtilen R_{ij} (dB) değerleri (a). Yanal geçişi ifade eden 2 yol (b) ve Son Architect’te kullanılan INSUL materyal bilgisi (c). (2-8) Gürültünün oda üst ve alt cephesi ile birleştiği noktadan iç mekâna olan geçişini ifade eder.

Şekil 5.14’te belirtilmiş olan 2 yanal ses geçiş yolunun değerlerinin benzer çıkmasının nedeni ise benzer kat planları ve kat planları arasındaki cephe uzunluklarının benzer ölçüde olmasından dolayıdır. Kat bazında üst üste gelen iki cephenin yanal ses tek sayılı R_{ij} değeri ise 63 (1;-2) çıkmıştır.

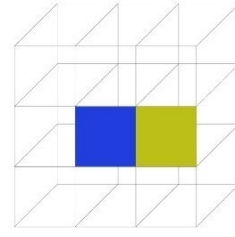
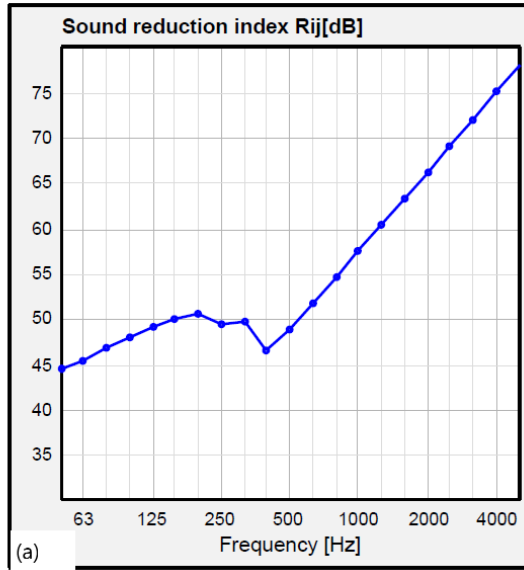
Şekil 5.14’te ise gerçekleşen yanal ses geçişinin iki cam malzemesi arasında olmasından dolayı verilen malzeme bilgisi alıcı oda ve kaynak odanın ana materyal bilgisi 34 mm kalınlığında olan cam tipi olarak verilmiştir.

Şekil 5.15’te belirtilmiş olan 2 yanal ses geçiş yolunun değerlerinin benzer çıkmasının nedeni ise yan yana olan tekli hasta odaların benzer cephe ölçüsüne sahip olması ve bina yüksekliğinin iki kenarda da eşit olmasından kaynaklanmıştır. Oda

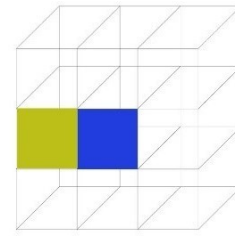
cephesine etkisi olan yan cephelerin yanal ses tek sayılı Rij değeri ise 56 (0;-3) olarak elde edilmiştir.

f [Hz]	R _{ij} [dB]
octave bands	
125	49.2
250	50.0
500	49.0
1000	57.4
2000	66.2
4000	74.9

Single-number quantity	
ISO 717-1:1996	
Frequency [Hz]	R _{ij} (C;Ctr)
Range	
100 - 3150 Hz	56(-1;-3)
50 - 3150 Hz	56(-1;-3)
100 - 5000 Hz	56(1;-3)
50 - 5000 Hz	56(0;-3)



(5)



(11)

Source room base material data			
Identifier	34,0 mm Glass		
Type	Façade	Subtype	None
Catalog	User Catalog	m' [kg/m ²]	82.62
Rw(C;Ctr)	41(-1;-3) dB	Lnw(Cl)	6(-9) dB

Receiving room base material data			
Identifier	34,0 mm Glass		
Type	Façade	Subtype	None
Catalog	User Catalog	m' [kg/m ²]	82.62
Rw(C;Ctr)	41(-1;-3) dB	Lnw(Cl)	6(-9) dB

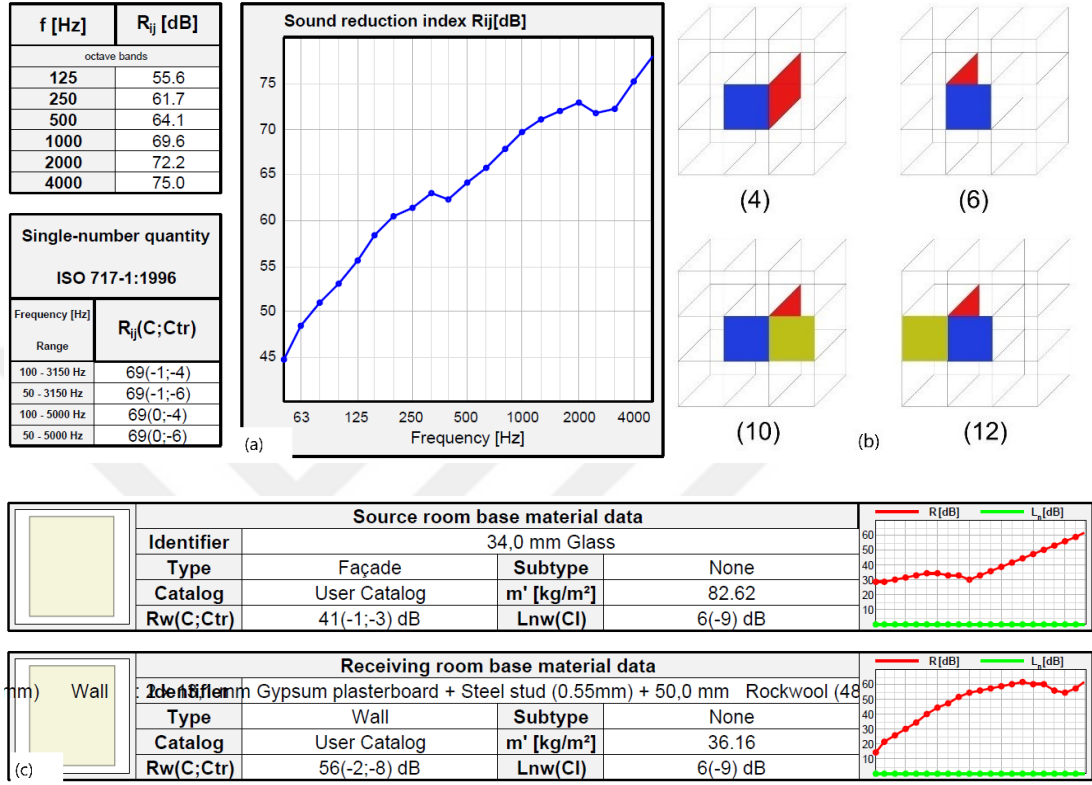
Şekil 5.15 : Şekil 5.12’de turuncu renk ile belirtilen Rij (dB) değerleri (a). Yanal geçişi ifade eden 2 yol (b) ve Son Architect’te kullanılan INSUL materyal bilgisi (c).

(5-11) Gürültünün oda yan cephesi ile birleştiği noktadan iç mekâna olan geçişini ifade eder.

Şekil 5.15’te de Şekil 5.14’te olduğu gibi komşu cam cephelerden iç mekana gürültü geçişi olmasından dolayı kaynak ve alıcı oda materyal bilgisi 34 mm kalınlığındaki cam olarak verilmiştir.

Şekil 5.16’da belirtilmiş olan 4 yanal ses geçiş yolunun değerlerinin benzer çıkmasının nedeni ise iç duvarların ve kat yüksekliğinin cephe uzunluğu olarak iki kenarında aynı olmasından kaynaklanmıştır. İç duvarların cephe ile olan birleşim noktalarını etkileyen yanal ses geçişlerinin tek sayılı Rij değeri ise 69 (0;-6) olarak elde edilmiştir.

Şekil 5.16'da ise yanal geçişin cephedeki cam ve iç mekandaki duvarlardan kaynaklanmasından dolayı materyal bilgisi olarak hem camın hem de iç duvarın materyal bilgisi verilmiştir. Çift kat alçıpan arada içi taş yünü dolu olan 10 cm boşluk ve tekrardan çift kat alçıpandan meydana gelen duvarın R_w , L_{nw} bilgileri verilmiştir.



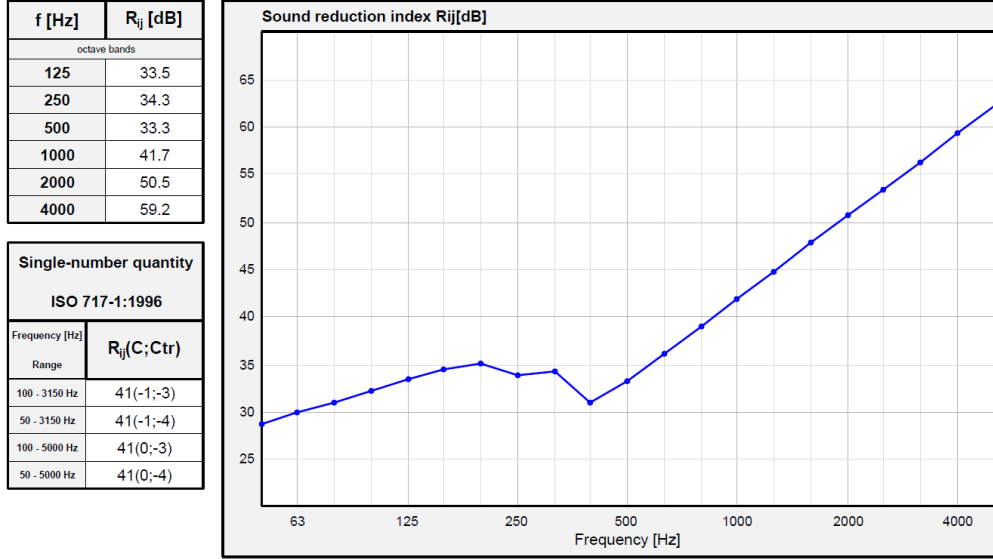
Şekil 5.16 : Şekil 5.12'de kırmızı renk ile belirtilen R_{ij} (dB) değerleri (a). Yanal geçişi ifade eden 4 yol (b) ve Son Architect'te kullanılan INSUL materyal bilgisi (c).

(4-6) Gürültünün oda cephesi ile yanal duvarlarının birleşiminden iç mekâna geçişini ifade eder.

(10-12) Gürültünün oda komşu mekanlarının cephe, ortak duvarından iç mekâna geçişini ifade eder.

Şekil 5.12'de turuncu renk ile belirtilmiş olan ve Şekil 5.15'de ses azaltım değerleri verilen yanal ses geçişlerinin ses azaltım değeri diğer yanal geçiş yollarına göre daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni ise 3. bölümde bahsedilmiş olan dikey ses geçiş yolunun yatay ses geçiş yoluna göre daha zayıf olmasından dolayı kaynaklandığı söylenebilir [11]. Şekil 4.12'de belirtilmiş olan kesitte de görüldüğü üzere döşemeden döşemeye olan ses geçiş yolu duvardan olan ses geçiş yoluna göre daha güçlüdür.

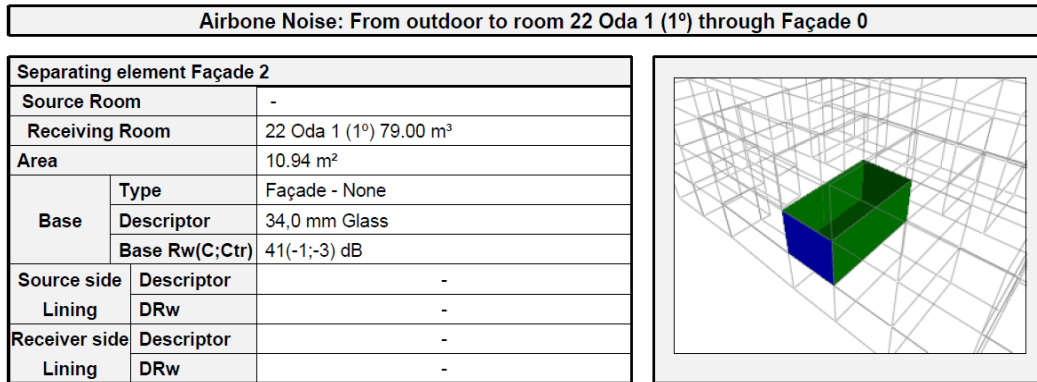
Direk ses olarak elde edilen tekil grafik ise Şekil 5.17’de belirtildi. Direk sesin Rij (dB) değeri hem tek sayılı olarak hem de ses azaltım-frekans grafiği olarak sonuçlara yansdı.



Şekil 5.17 : 34 mm kalınlığındaki Tip 13 camın Şekil 5.43’de belirtilmiş oda konumundaki direk ses geçişi ses azaltım grafiği.

Tüm ses geçiş yolları ele alındığında diğer yanal ses geçiş yollarına göre en zayıf ses geçişinin direk ses olduğu görüldü.

Yanal geçişler ile ilgili ses basınç grafiklerinin bulunduğu Son Architect programından elde edilmiş veride kaynak oda ve alıcı odanın bilgilerinin yanı sıra, gürültünün etki ettiği cephe yüzeyi ve yüzey alanı, kullanılan camın bilgisi ve camın Rw değeri verilmiştir. Şekil 5.18’in sağ tarafında karşımıza çıkan 3 boyutlu görselde ise mavi ile belirtilmiş olan alan cephe yüzeyini belirtir.

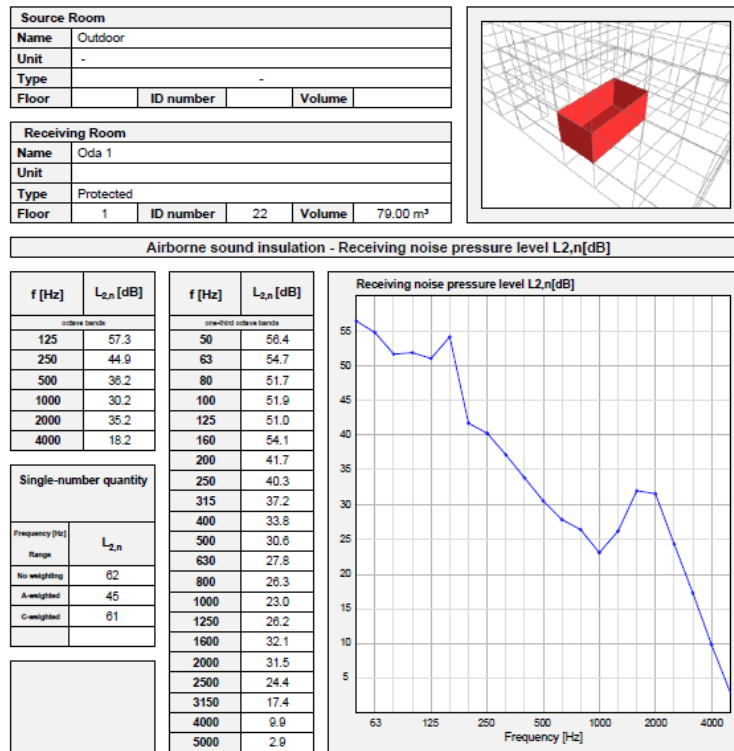


Şekil 5.18 : Son Architect hava doğuşlu ses yalıtımı yanal geçişlerin ses basınç grafiğinin yer aldığı raporun üst bölümü.

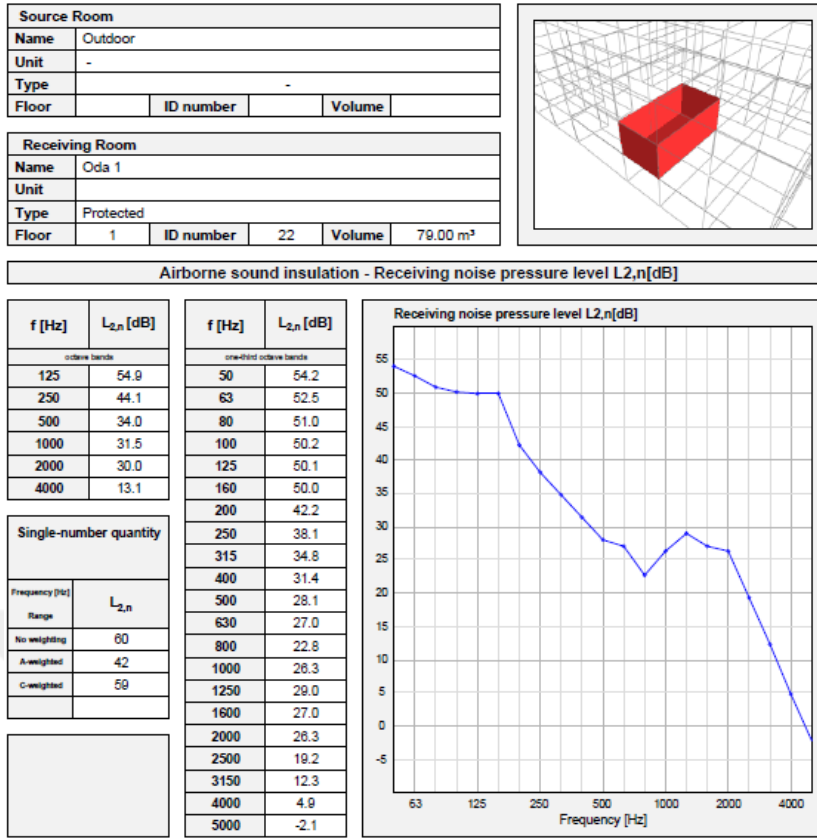
Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı giydirme cam cephelerde ise hem lamine hem de tekil camların bir arada kullanıldığı camlar incelendi. Bu noktada da lamine camların da kesit kalınlığının ses yalıtımını büyük ölçüde etkilediği görüldü. Bu bölümde de yönetmelikten hem C hem de D derecesi almış cam tipleri incelendi. Bunlar, 6+16+8mm kalınlığındaki tekil camlardan oluşan Tip 26 ile, 6+16+12,76 mm kalınlığında biri tekil diğer katmanı ise 6-6'lık lamine camdan oluşmuş olan Tip 29'dur.

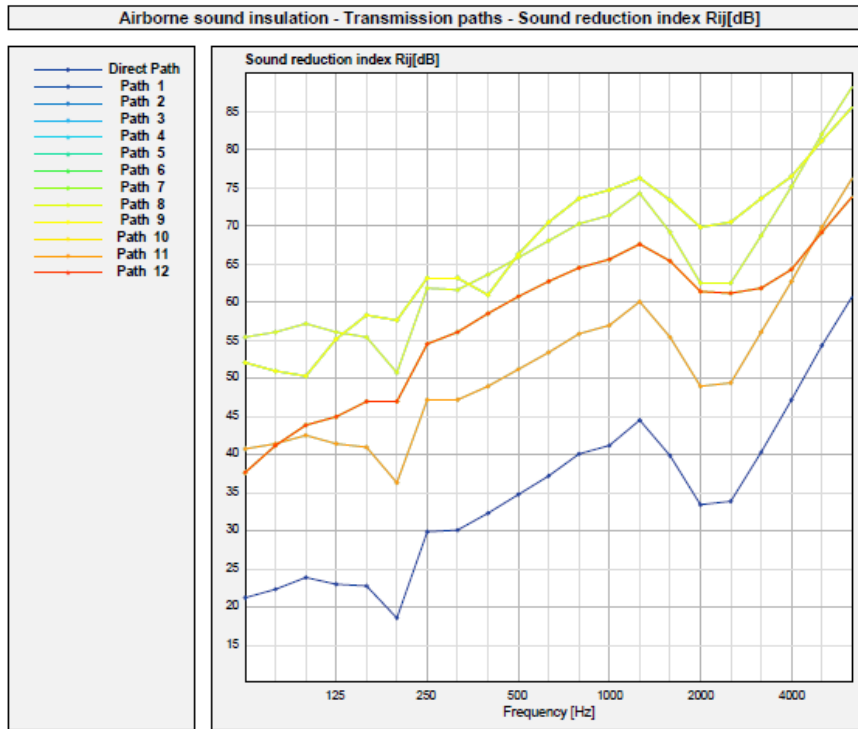
Şekil 5.19 ve Şekil 5.20'de belirtilmiş olan iki grafik de karşılaştırıldığında görüldü ki tekil camları 6 mm olan ve hava boşlukları 16 mm olan ancak ikinci katmanı birbirinden farklı olan Tip 26 ile Tip 29 arasında 3 dB'lik bir fark gözlemlendi. Tip 29'un ikinci katmanı lamine cam iken Tip 26'nın 8 mm kalınlığında tekil camdır. Lamine camın sağladığı kalınlık ve çoklu yapı sisteminin tekil cama göre daha fazla ses yalıtımı yapabilmesini sağladığı gözlemlendi. İki cam çeşidinin Şekil 5.21 ve Şekil 5.22'de yer alan yanıl ses geçiş grafikleri incelendiğinde ise lamine camdan oluşan sistemin yalnızca direk seste değil yanıl geçiş yollarında da gözle görülür bir yalıtım ortaya koyduğu gözlemlendi.



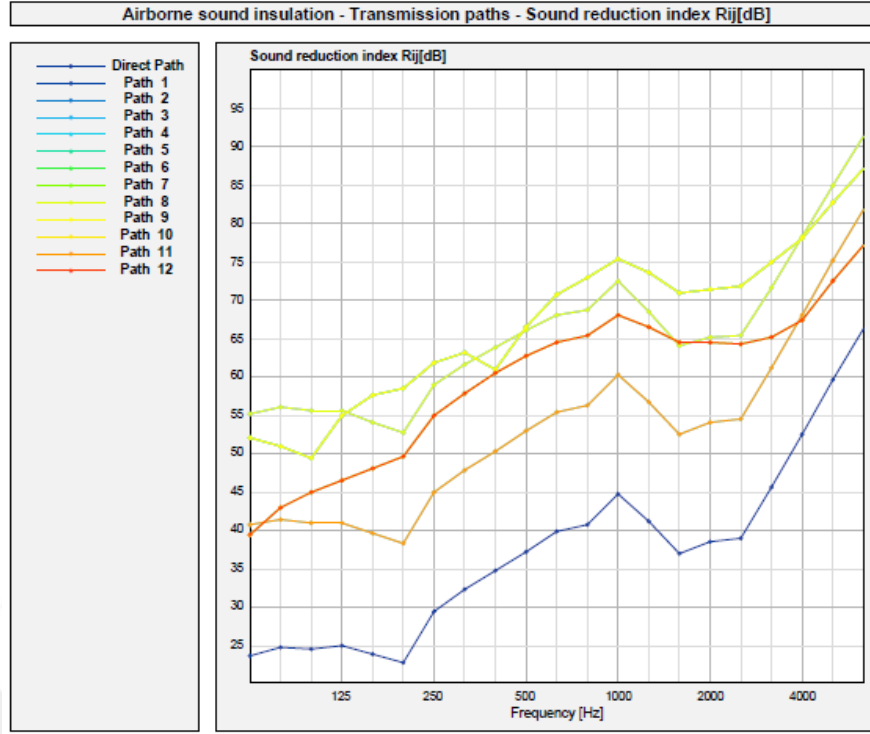
Şekil 5.19 : Son Architect ile elde edilmiş 6+16+8mm kalınlığındaki (Tip 26) camın 1 numaralı oda üzerindeki ses basınç grafiği.



Şekil 5.20 : Son Architect ile elde edilmiş 6+16+12,76mm (6-6lık Lamine Cam) kalınlığındaki (Tip 29) camın 1 numaralı oda üzerindeki ses basınç grafiği.



Şekil 5.21 : Son Architect ile elde edilmiş 6+16+8mm kalınlığındaki (Tip 26) camın 1 numaralı oda üzerindeki her bir yanal ses geçişin ses azaltım bilgisi.



Şekil 5.22 : Son Architect ile elde edilmiş 6+16+12,76mm (6-6lık Lamine Cam) kalınlığındaki (Tip 29) camın 1 numaralı oda üzerindeki her bir yanal ses geçişin ses basınç grafiği.

5.3.1.2 İki ve üç yataklı hasta odaları

Yönetmelikte hasta odaları tek ya da birden çok yataklı olarak ifade edilir. Bundan dolayı çalışmada iki ve üç yataklı hasta odaları birlikte ele alınmıştır. Birden çok yataklı hasta odalarının farklı tipteki cam çeşitlerine göre simülasyon programı ile elde edilmiş değerlerinin yönetmelikte yer alan A, B, C, D, E, F sınıflandırması Çizelge 5.5'te beirtilmiştir.

Çizelge 5.5'te 75 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alacak olan hastane yapısının birden çok yataklı hasta odalarındaki iç mekan gürültü düzeyleri yönetmelik ile kıyaslandı. Sonuç olarak elde edilen değerler en fazla açık yeşil renk ile belirtilmiş olan C sınıfına denk geldi.

Tekil Camlar

Birden çok yataklı hasta odalarının yönetmelikte yer alan tekli hasta odalarına göre biraz daha gürültülü olması kabul edilmiştir. Tekil camların birden çok hasta yataklı odalar üzerindeki etkilerine bakıldığında 6 mm'lik (Tip 1) camın üç ve daha fazla yataklı hasta odalarında da yönetmelikten derece alamadığı görüldü.

Çizelge 5.5'te görüldü ki 18 mm (Tip 5) ve 34 mm'lik (Tip 13) camlar yönetmelik derecelendirmesinde değişimlerin yaşandığı noktalar. Bu birden çok yataklı hasta odalarında farklı sonuçların çıkmasının nedeni iki yataklı odanın cepheye bakan alanının daha küçük olması ve üç yataklı hasta odasının ise iki yüzeyinin de cepheye bakmasındandır.

Tekil camlarda 34 mm kalınlığının üstündeki camlar çalışmada iki yataklı hasta odalarında C derecesinde sonuçlar elde etti. İki ve daha fazla yataklı odalar için kullanılacak olan tekil camlarda ise en düşük 34 mm (Tip 13) kalınlığına sahip camlar yönetmelikte D sınıfı üzerinde sonuçlar veren camlar oldu.

Tüm proje ele alındığı zaman tek yataklı hasta odalarında 40 mm'lik (Tip 16) camın en düşük geçer derecelendirmesini sağlamasından dolayı tüm projede seçilmesi gereken en düşük cam tipi 40 mm'lik (Tip 16) cam olması gerektiği gözlemlendi.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı giydirme cam cepheleler incelendiğinde ise hem lamine hem de tekil camların bir arada kullanıldığı camlar incelendi. Bu noktada da görüldü ki çift katmanlı camların performansları tekil kalın camlara göre daha düşük olmuştur.

Çift katmanlı camlar kendi aralarında değerlendirildiğinde ise lamine camların yer aldığı tipteki camların ses yalıtımlarının tekil camlardan oluşan tek katmanlı camlara göre daha fazla olduğunu gözlemlendi.

Çizelge 5.5'te de görüldüğü üzere öne çıkan cam çeşitleri Tip 22, Tip 23 ve Tip 24 gibi 20 mm hava boşluğu bulunan ve lamine camlardan oluşmuş olan sistemler ve Tip 29, Tip 30 ve Tip 31 de yer alan 16 mm hava boşluğuna sahip lamine camların olduğu belirlendi. Çift katlı camlarda ise en iyi performansı 8+16+ 13,52 mm'lik (6-6'lık lamine cam) camdan oluşan Tip 30 sağladı.

5.3.1.3 75 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan hastane yapısının sonuçlarının değerlendirilmesi

Sonuç olarak 75 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alacak olan hastane projesinin tasarımında iç mekânda en düşük gürültü düzeyi beklenen tek yataklı hasta odalarının standartları ele alınarak cam çeşidi seçimi yapılması gerektiği görüldü. 75 dBA'lık bölgede yapılan hastane yapısında kullanılacak olan giydirme cam cephe

sistemindeki camlarla yönetmelik tarafından alınabilecek en yüksek derece D olmuştur.

D derecesini alabilmek için de en ağır ve maliyeti yüksek olan 40 mm ve üstü kalınlığa sahip Tip 16, Tip 17 ve Tip 18'in kullanılması gerektiği gözlemlendi. Ancak alınacak olan D değerinin yeterli bir değer olmadığı ve böyle bir bölgede çift katmanlı giydirme cam cephe sisteminin düşünülmesinin daha uygun olacağı görülmüştür.

Çizelge 5.4 : 75 dBA'lık gürültü bölgesindeki hastane yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 16	40	40	X	X	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	X	X	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	X	X	43	(-1,-4)

5.3.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgede bulunan hastane binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 70 dBA, genellikle orta ve yüksek seviyede trafik gürültüsünün olduğu bölgeler olarak düşünülür. Bu bölgeler İstanbul gibi bir şehirde genellikle birçok merkezde karşımıza çıkan bir gürültü bölgesi olarak tanımlanabilir.

5.3.2.1 Tek yataklı hasta odaları

Tek yataklı hasta odalarının farklı tipteki cam çeşitlerine göre simülasyon programı ile elde edilmiş değerlerinin yönetmelikte yer alan A, B, C, D, E, F derecelendirmesinde ne şekilde yer aldığı Çizelge 5.6'da belirtildi.

Çizelge 5.6'da görüldüğü üzere tek yataklı hasta odaları 70 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yönetmeliğe uygun olarak aldığı en yüksek derece C olmuştur.

Tekil Camlar

Tekil camlar olarak inceleme yapıldığında yönetmelikte F olarak kırmızı renk ile belirtilmiş en düşük sınıfa sahip olan cam, 6 mm'lik Tip 1 tekil camdır. 16 mm (Tip 4) kalınlığa kadar olan camlar E sınıfı derecesini sağlarken, cam kalınlığının 32 mm'e (Tip 12) kadar olduğu durumlarda C sınıfı sonuçlar elde edildi.

Çizelge 5.5 : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)					Yönetmelik Sınıfı
							Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6		
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	49	53	53	49	F	YOK
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	47	51	51	47	E	F
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	46	50	50	46	E	F
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	44	48	48	44	E	F
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	43	47	47	43	D	E
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	43	46	46	43	D	E
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	42	46	46	42	D	E
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	42	45	45	42	D	E
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	41	45	45	41	D	E
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	41	45	45	41	D	E
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	40	44	44	40	D	E
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	40	44	44	40	D	E
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	39	43	43	39	C	D
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	39	43	43	39	C	D
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	39	43	43	39	C	D
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	38	42	42	38	C	D
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	38	42	42	38	C	D
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	38	42	42	38	C	D

Çizelge 5.5 (devam) : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				Yönetmelik Sınıfı	
							Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6		
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	46	50	50	46	E	F
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	44	47	47	44	E	E
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	44	48	48	44	E	F
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	43	46	46	43	E	E
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	42	45	45	42	D	E
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	42	46	46	42	E	E
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	45	49	49	45	E	F
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	45	49	49	45	E	F
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	45	49	49	45	E	F
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	44	48	48	44	E	F
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	42	46	46	42	D	E
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	41	45	45	41	D	E
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	42	46	46	42	D	E

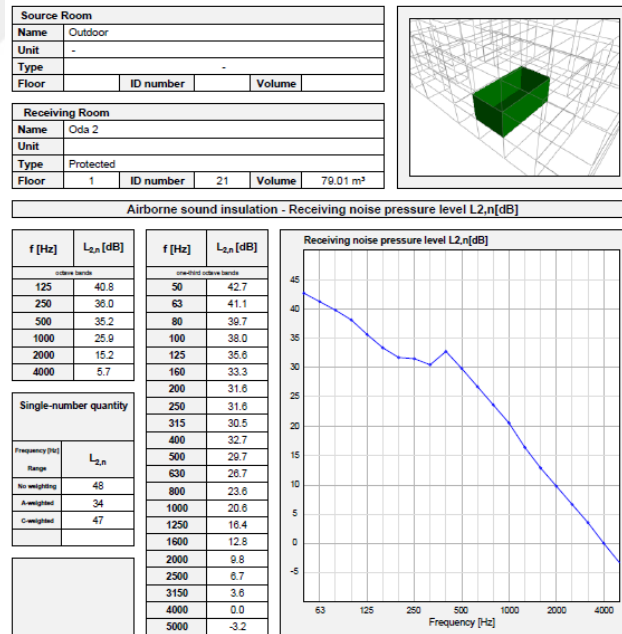
70 dBA gürültü düzeyindeki bir bölgede tekil camlarda alınabilen en yüksek değer C oldu. Bu C değerinin sağlanabilmesi için ise camın en az 34 mm (Tip 13) kalınlığında olması gerektiği görüldü.

Şekil 5.23’de tekil camlardan C değerini sağlamış 34 mm’lik (Tip 13) camın simülasyon programı ile elde edilmiş verileri sunulmuştur. C sınıfını sağlayan tekil camların ise toplamda 6 adet olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 5.23’de de görüldüğü üzere Son Architect tarafından elde edilen veride geçer sınıf olarak değerlendirilen C sınıfının gerekliliklerini 34 mm kalınlığındaki (Tip 13) cam sağlayabildiği için 3 boyutlu görseli yeşil olarak belirtilmiştir.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı giydirme cam cepheler incelendiğinde ise hem lamine hem de tekil camların bir arada kullanıldığı camlar incelendi. Bu tipteki camlar yönetmelikten D ve E derecelendirilmesi aldığı Çizelge 5.6’da görüldü. Genellikle elde edilen D değerleri çift tekil camdan çok lamine camların dahil olduğu cam çeşitlerinde elde edildiği gözlemlendi.



Şekil 5.23 : Son Architect ile elde edilmiş 34mm kalınlığındaki (Tip 13) camın 1 numaralı oda üzerindeki ses basınç grafiği.

Bu bölümde yer alan cam çeşitleri de bir önceki bölümde 75 dBA’lık gürültü bölgesinde de en yüksek değerleri sağlamış olan camlarla aynı camlar olduğu gözlemlendi.

Çizelge 5.6 : Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 70 dBA’lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)						Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	44	44	44	44	44	44	F
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	42	42	42	42	42	42	E
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	41	41	41	41	41	41	
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	39	39	39	39	39	39	D
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	38	38	38	38	38	38	
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	38	38	38	38	38	38	
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	37	37	37	37	37	37	
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	37	37	37	37	37	37	
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	36	36	36	36	36	36	
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	36	36	36	36	36	36	
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	35	35	35	35	35	35	
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	35	35	35	35	35	35	C
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	34	34	34	34	34	34	
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	34	34	34	34	34	34	
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	34	34	34	34	34	34	
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	33	33	33	33	33	33	
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	33	33	33	33	33	33	
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	33	33	33	33	33	33	

Çizelge 5.6 (devam): Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)						Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	41	41	41	41	41	41	E
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	39	39	39	39	39	39	
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	39	39	39	39	39	39	
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	38	38	38	38	38	38	D
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	37	37	37	37	37	37	
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	37	37	37	37	37	37	
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	40	40	40	40	40	40	E
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	40	40	40	40	40	40	
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	40	40	40	40	40	40	
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	39	39	39	39	39	39	D
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	37	37	37	37	37	37	
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	36	36	36	36	36	36	
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	37	37	37	37	37	37	

5.3.2.2 İki ve üç yataklı hasta odaları

Birden çok yataklı hasta odalarının farklı tipteki cam çeşitlerine göre simülasyon programı ile elde edilmiş değerleri yönetmelikte yer alan A, B, C, D, E, F derecelendirmesinde ne şekilde yer aldığı Çizelge 5.8’de belirtilmiştir.

Tekil Camlar

Tekil camlar olarak incelendiğinde F olarak kırmızı renk ile belirtilmiş en düşük sınıfa sahip olan yine 6 mm’lik (Tip 1) tekil cam olmuştur. 70 dBA gürültü düzeyindeki bir bölgede tekil camlarda 16 mm’lik (Tip 4) ve bunun yanı sıra 30 mm’lik (Tip 11) farklı sınıf değerlerinin elde edilebileceği camlar belirlendi.

30 mm (Tip 11) ve daha fazla kalınlığa sahip olan cam çeşitlerinde ise iki yataklı hasta odaları için yönetmelikten alınacak olan derecenin B olduğu görüldü.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlarda ise 70 dBA’lık bir gürültü bölgesinde elde edilebilecek olan değerler E, D ve C olmuştur. E değerini elde etmemek için 6+20+6 mm Tip 19, 6+16+6 mm (Tip 25), 6+16+8 mm (Tip 26) ve 6+16+8,76 mm (4-4’lük Lamine Cam) (Tip 27) camları kullanılması gerektiği görüldü.

5.3.2.3 70 dBA’lık gürültü bölgesinde yer alan hastane binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

Sonuç olarak 70 dBA’lık bir gürültü bölgesinde yer alan hastane yapısının C sınıfı ve üzerinde derece alabilmesi için cam seçimini 75 dBA’da olduğu gibi tekil camlardan yana tercih edilmesi gerektiği görüldü. Bu noktada tercih etmesi gereken en düşük kalınlıktaki cam çeşidi ise 34 mm kalınlığındaki (Tip 13) cam oldu.

Çizelge 5.7 : 70 dBA’lık gürültü bölgesindeki hastane yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 13	34	34	X	X	41	(-1,-3)
TİP 14	36	36	X	X	41	(-1,-3)
TİP 15	38	38	X	X	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	X	X	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	X	X	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	X	X	43	(-1,-4)

Çizelge 5.8 : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				Yönetmelik Sınıf	
							Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6		
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	44	48	48	44	E	F
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	42	46	46	42	D	E
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	41	45	45	41	C	D
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	39	43	43	39		
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	38	42	42	38		
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	38	41	41	38		
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	37	41	41	37		
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	37	40	40	37		
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	36	40	40	36	B	C
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	36	40	40	36		
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	35	39	39	35		
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	35	39	39	35	B	C
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	34	38	38	34		
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	34	38	38	34		
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	34	38	38	34		
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	33	37	37	33		
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	33	37	37	33		
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	33	37	37	33		

Çizelge 5.8 (devam) : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				Yönetmelik Sınıfı	
							Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6		
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	41	45	45	41	D	E
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	39	42	42	39		
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	39	43	43	39		
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	38	41	41	38	C	D
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	37	40	40	37		
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	37	41	41	37		
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	40	44	44	40		
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	40	44	44	40	D	C
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	40	44	44	40		
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	39	43	43	39		
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	37	41	41	37		
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	36	40	40	36	C	D
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	37	41	41	37		

5.3.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan hastane binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 65dBA, genellikle orta-düşük seviyede trafik gürültüsünün olduğu bölgeler olarak düşünülür. Bu bölgede yer alacak olan hastane yapısı tek yataklı, çift yataklı ve üç yataklı hasta odaları üzerindeki iç mekan gürültü düzeyleri ve “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” ile olan değerlendirmesi bu bölümde incelendi.

5.3.3.1 Tek yataklı hasta odaları

Hastane yapısında genellikle tek yataklı hasta odaları benzer ölçüde alındı. Bu noktada çıkacak olan sonuçlar da birbirine benzerlik gösterdi. Tek yataklı hasta odalarının farklı tipteki cam çeşitlerine göre simülasyon programı ile elde edilmiş değerlerinin yönetmelikte yer alan A ,B ,C ,D ,E ,F sınıflandırması Çizelge 5.9’da belirtildi.

Tekil Camlar

65 dBA’lık gürültü düzeyine sahip bir bölge üzerinde tekil camlar incelendiğinde yönetmelikte turuncu renk ile belirtilmiş E sınıfa sahip olan tek cam 6 mm’lik (Tip 1) tekil camdır. Diğer gürültü bölgeleri ile kıyaslandığında daha çok geçer seviyeyi (C sınıfı) yakalan değerlere sahip olan 65 dBA’lık bölgede B sınıfı almak için sadece kalın tekil camların kullanılması gerektiği gözlemlendi.

Tekil camlarda B sınıfını elde eden en düşük kalınlığa sahip olan cam 30 mm kalınlığında olan Tip 11 dir. 16 mm (Tip 4) ile 28 mm (Tip 10) arasındaki camların hepsi C sınıfını sağlayan camlardır.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlar incelendiğinde ise hem lamine hem de tekil camların bir arada kullanıldığı camlar ele alındı. Bu bölümde yönetmelikten, 6mm+16mm+6mm (Tip 25), 6mm+16mm+8mm (Tip 26) ve 6mm+16mm+8,76mm (4-4’lük Lamine Cam) (Tip 27) camları dışındaki tüm cam çeşitleri C sınıfı derecesini aldı. Oda tiplerinin C sınıfı almasında en yüksek performansı sağlayan cam çeşidinin ise tüm oda tiplerinde 31 db iç mekan gürültüsü sağlamış olan 8+16+ 13,52 (6-6lık Lam. Cam) kalınlığında olan Tip 30 camdır.

Çizelge 5.9 : Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 65 dBA’lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)						Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	39	39	39	39	39	39	E
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	37	37	37	37	37	37	D
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	36	36	36	36	36	36	D
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	34	34	34	34	34	34	C
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	33	33	33	33	33	33	
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	33	33	33	33	33	33	
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	32	32	32	32	32	32	
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	32	32	32	32	32	32	
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	31	31	31	31	31	31	
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	31	31	31	31	31	31	B
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	30	30	30	30	30	30	
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	30	30	30	30	30	30	
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	29	29	29	29	29	29	
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	29	29	29	29	29	29	
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	29	29	29	29	29	29	
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	28	28	28	28	28	28	
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	28	28	28	28	28	28	
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	28	28	28	28	28	28	

Çizelge 5.9 (devam) : Örnek hastane yapısında yer alan tek yataklı hasta odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)						Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	36	36	36	36	36	36	D
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	34	34	34	34	34	34	C
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	34	34	34	34	34	34	
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	33	33	33	33	33	33	
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	32	32	32	32	32	32	
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	32	32	32	32	32	32	D
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	35	35	35	35	35	35	
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	35	35	35	35	35	35	
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	35	35	35	35	35	35	C
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	34	34	34	34	34	34	
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	32	32	32	32	32	32	
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	31	31	31	31	31	31	
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	32	32	32	32	32	32	

5.3.3.2 İki ve üç yataklı hasta odaları

Yönetmelikte yer alan bilgiler incelendiğinde hasta odaları tek ya da birden çok yataklı olarak ifade edildiğinden dolayı iki ve üç yataklı hasta odaları birlikte ele alındı. Birden çok yataklı hasta odalarının farklı tipteki cam çeşitlerine göre simülasyon programı ile elde edilmiş değerlerinin yönetmelikte yer alan A, B, C, D, E, F sınıflandırmasında ne şekilde yer aldığı Çizelge 5.10'da belirtildi.

Tekil Camlar

65 dBA'lık gürültü düzeyine sahip bir bölge üzerinde tekil camlar olarak inceleme yapıldığı zaman görüldü ki ki A, B, C ve D dereceleri sadece belirli camlar için sağlanabildi.

A sınıfı yalnızca iki kişilik hasta odalarında elde edilebildi. Bu da odanın cephe alanının çok geniş olmamasından kaynaklanmıştır. A değeri almayı sağlayan odalar ise üç yataklı odalardır. Bu odalar en düşük kalınlık 26 mm (Tip 9) olarak elde edildi.

16 mm (Tip 4) ile 24 mm (Tip 8) arasındaki kalınlığa sahip tekil camlar ise her iki oda tipi için B sınıfı değerlerini sağladı.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlar incelendiğinde ise çizeledeki renklendirmede tek farklı renge sahip camın 8+16+13,52 mm (6-6'lık lamine cam) (Tip 30) cam olduğu belirlenmiştir. Bu cam iki kişilik odalar üzerinde A değerini sağlayabilen tek çift katmanlı cam olarak karşımıza çıkmaktadır.

5.3.3.3 65 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan hastane binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

Sonuç olarak 65 dBA'lık bir gürültü bölgesinde geçer seviyeyi sağlayabilecek çok tipte cam bulunduğu gözlemlendi. Ancak 6mm (Tip 1), 8mm (Tip 2), 10mm (Tip 3) kalınlığındaki tekil camlar ve 6+20+6 mm (Tip 19) cam D sınıfı derecesini sağladı.

Hastane yapısının alması istenen bir sertifika var ise eğer tekil camlarda 30 mm (Tip 11) kalınlığının üzerindeki camlar, çok katmanlı camlarda ise Tip 30 çeşidindeki camın tercihinin en doğru olduğu gözlemlendi.

Çizelge 5.10 : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				Yönetmelik Sınıfı	
							Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6		
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	39	43	43	39	C	D
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	37	41	41	37		
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	36	40	40	36	B	C
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	34	38	38	34		
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	33	37	37	33	A	B
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	33	36	36	33		
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	32	36	36	32	A	B
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	32	35	35	32		
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	31	35	35	31	A	B
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	31	35	35	31		
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	30	34	34	30	A	B
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	30	34	34	30		
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	29	33	33	29	A	B
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	29	33	33	29		
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	29	33	33	29	A	B
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	28	32	32	28		
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	28	32	32	28	A	B
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	28	32	32	28		

Çizelge 5.10 (devam) : Örnek hastane yapısında yer alan birden çok yataklı hasta odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri..

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				Yönetmelik Sınıfı	
							Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6		
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	36	40	40	36	C	D
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	34	37	37	34	B	C
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	34	38	38	34		
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	33	36	36	33		
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	32	35	35	32		
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	32	36	36	32		
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	35	39	39	35		
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	35	39	39	35		
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	35	39	39	35		
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	34	38	38	34		
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	32	36	36	32		
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	31	35	35	31	A	B
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	32	36	36	32	B	C

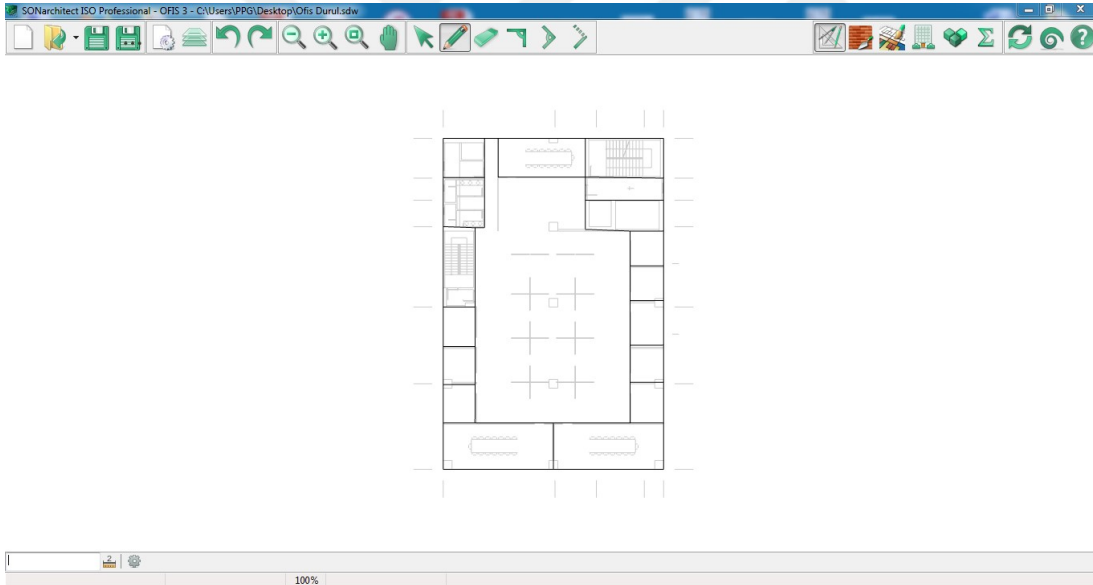
Şekil 3.16 :

Çizelge 5.11 : 65 dBA’lık gürültü bölgesindeki hastane yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 14	36	36	X	X	41	(-1,-3)
TİP 15	38	38	X	X	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	X	X	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	X	X	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	X	X	43	(-1,-4)
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lamine Cam)	41	(-2,-5)

5.4 Örnek Ofis Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi

Ofis yapısının Autocad programı ile çizimleri Son Architect programına altlık olarak alındı ve bölücü elemanlar ile bölücü elemanlarının bilgileri Şekil 5.24’te görüldüğü gibi işlendi.

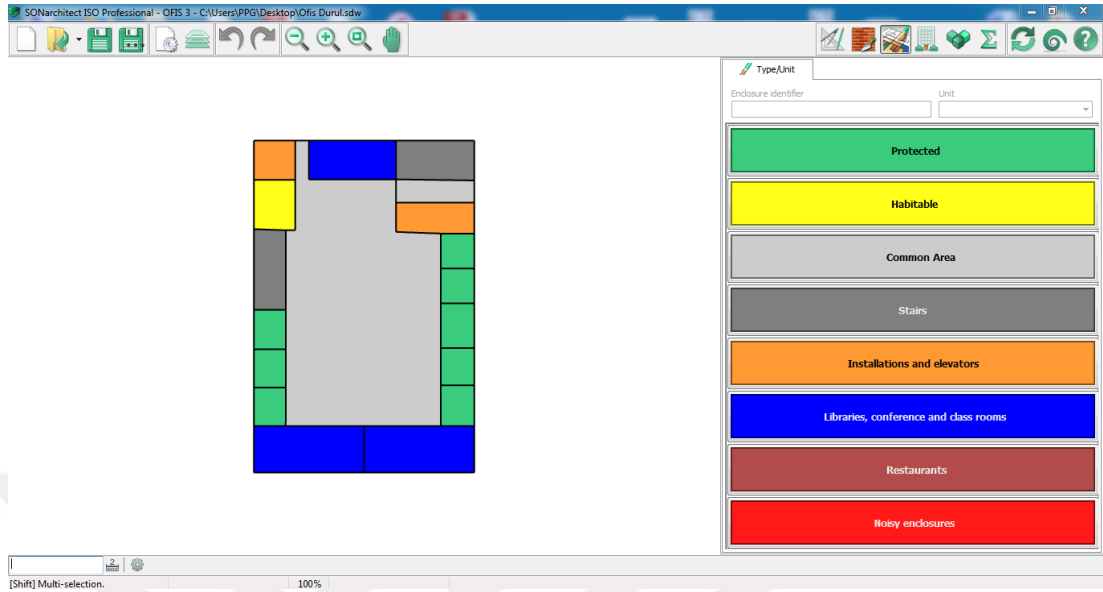


Şekil 5.24 : Ofis projesinin Son Architect programına eklenilmiş şekli.

Hazırlanmış olan ofis projesinde dikkate alınmış olan toplantı odaları ve idari odalardır. Bu odalar üzerinde ölçüm değerleri ele alınacağından dolayı Son Architect programı içerisinde odaların ne tipte odalar olduğu belirlendi ve bu hazırlanmış tiplere mekan üzerinde istenen akustik değerler girildi.

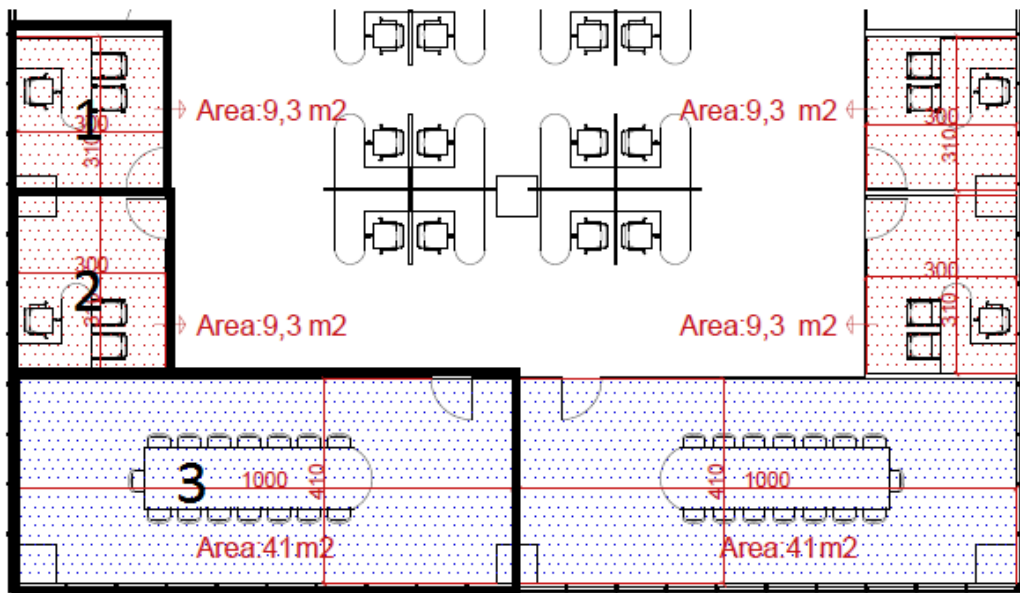
Girilen değerlerin ve sonuç hesaplamalarında istenen gereksinimlere göre sonuçları oluşturuldu. Şekil 5.25’de de idari odalar yeşil renkli “protected” yani korunmalı odalar olarak ele alındı. Toplantı odaları mavi renk ile “libraries, conferences and

classrooms” yani kütüphaneler, konferans odaları ve sınıflar kategorisine alınarak incelendi.



Şekil 5.25 : Ofis projesinin Son Architect programı üzerinden oda tiplerinin belirlenmesi.

Çizimde yeşil ve mavi olarak belirtilmiş olan odaların Son Architect programı ile giydirme cam cephe verileri ve dış mekan gürültü ses düzeylerinin değiştirilerek elde edilmiş verileri ele alındı. Proje üzerinde idari odaların benzer sonuçlar vermesi ve iki toplantı odasının da benzer olması nedeni ile bunlardan sadece birer tanesi bu çalışmada incelendi. İncelenen oda tipleri ise Şekil 5.26’da belirtildi.



Şekil 5.26 : Ofis projesinde incelenecek olan 3 odanın konumu.

5.4.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede yer alan ofis binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 75 dBA, genellikle yüksek yoğunluklu trafiğe sahip olan bölgeler ve havaalanı yakınlarındaki bir yerleşim bölgesi olarak ifade edilir. Ofis yapıları genellikle şehir merkezi gibi gürültünün en yoğun olduğu bölgelerde konumlanmasından dolayı bu gibi yapılar genellikle 75 dBA bazen de bunun daha fazlası olan gürültü bölgelerdir.

Ofis yapılarının bulunduğu 75 dBA'lık bir gürültü bölgesinde giydirme cam cepheler üzerinde tercih edilecek olan cam çeşitlerinin “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” ile olan uygunluğu Çizelge 5.13'te incelendi.

Tekil Camlar

75 dBA'lık gürültü düzeyine sahip bir bölgedeki ofis yapısında tekil camlar incelendiğinde cam çeşitlerinin yönetmelikten F, E, D ve C değerlerini sağladığı görüldü. İdari odalar ve toplantı odaları için farklı gereksinimler bulunduğundan dolayı C sınıfı idari odalarda bazı camlarda sağlanabilirken, toplantı odalarında C sınıfının sağlanamadığı görüldü.

28 mm'lik (Tip 10) cam ve daha kalın tekil camlar idari odalarda C sınıfını sağlarken, toplantı odalarında D sınıfı alabilmek için en az 34 mm (Tip 13) cam kullanılması gerektiği gözlemlendi. Bu nedenle böyle bir gürültü bölgesinde yapılacak olan projede tekil cam kullanılması gerektiğinde toplantı odalarının referans alınması gerektiği ve en düşük 34 mm'lik (Tip 13) cam çeşidi kullanılması gerektiği sonucuna ulaşıldı.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camların 75 dBA gürültü bölgesi için idari odalarda D sınıfının sağlanabildiği gözlenirken toplantı odalarında ise en yüksek E seviyesinin sağlandığı gözlemlendi. Bu noktada seçilebilecek olan cam çeşitleri ise toplam kesit kalınlığının 32 mm'den fazla olduğu ve katman olarak lamine camların kullanıldığı çeşitlerin tercih edilmesi gerektiği görüldü. En düşük ve sınır değerlerde kullanılabilen cam ise 6+20+8,76 mm (4-4'lük lamine cam) olan Tip 20 cam çeşidi kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

5.4.1.1 75 dBA’lık gürültü bölgesinde yer alan ofis binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

Sonuç olarak 75 dBA’lık bir gürültü bölgesinde uygulanacak olan ofis yapısında giydirme cam cephelerin cam çeşitleri yönetmelikte sağlanması istenen koşulları sağlayamadığı görülmüştür. En düşük kabul edilebilir sınıf olan D sınıfına da ulaşabilmek için ise yalnızca tek katmanlı kalın cam kullanılması gerekir. Bunun için de en düşük kullanılabilir olan cam çeşidi 34 mm’lik (Tip 13) cam çeşidi olmuştur.

Ancak böyle bir çalışmada düşünülmesi gereken nokta, yapılacak olan giydirme cam cephelerin çift katmanlı giydirme cephe olarak yapılmasıdır. Aynı zamanda toplantı odalarının mekân organizasyonu bakımından cepheye bakmayacak şekilde düzenlenmesi ile projenin C sınıfı değerini alabilmesi sağlanabilir.

Çizelge 5.12 : 75 dBA’lık gürültü bölgesindeki ofis yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (Db)	INSUL (C,Ctr)
TİP 13	34	34	X	X	41	(-1,-3)
TİP 14	36	36	X	X	41	(-1,-3)
TİP 15	38	38	X	X	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	X	X	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	X	X	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	X	X	43	(-1,-4)

5.4.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgede yer alan ofis binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 70 dBA, genellikle orta ve yüksek seviyede trafik gürültüsünün olduğu bölgeler olarak düşünülür. Bu bölgeler İstanbul gibi bir şehirde genellikle birçok merkezde karşımıza çıkan bir gürültü bölgesi olarak tanımlanabilir. Bu bölgede yer alacak olan ofis yapılarının “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” ile olan uygunluğu Çizelge 5.14’te incelenmiştir.

Çizelge 5.13 : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Yönetmelik Sınıfı	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	53	53	53	F	YOK
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	51	51	51	E	F
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	50	50	50	D	E F
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	47	48	48	D	E F
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	47	47	47	D	E
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	46	46	46	D	E
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	46	46	46	D	E
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	45	45	45	D	E
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	45	45	45	D	E
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	44	44	45	D	E
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	44	44	44	D	E
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	43	43	44	D	E
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	43	43	43	D	E
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	43	43	43	C	D
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	42	43	43	C	D
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	42	42	42	C	D
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	42	42	42	C	D
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	41	42	42	C	D

Çizelge 5.13 (devam) : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Yönetmelik Sınıfı	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	50	50	50	E	F
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	47	47	47	D	E
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	47	48	48	D	E
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	46	46	46	D	E
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	45	46	46		
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	46	46	46	E	F
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	49	49	49		
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	48	49	49	E	F
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	49	49	49		
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	48	48	48	D	E
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	46	46	46		
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	45	45	45	D	E
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	46	46	46		

Tekil Camlar

70 dBA'lık gürültü düzeyine sahip bir bölge üzerinde ofis yapılarındaki tekil camlar olarak inceleme yapıldığı zaman görüldü ki yönetmelik tarafından alınabilecek olan F, E, D, C, B ve A sınıflarının her birini sağlayacak şekilde cam çeşitleri bulunmuştur. 6mm (Tip 1), 8mm (Tip 2) ve 10 mm (Tip 3) camları D, E ve F sınıfında yer alarak geçer seviyeyi sağlamazken, 16 mm (Tip 4) ve 22 mm (Tip 7) arasındaki kalınlığa sahip camların idari odalarda C sınıfı değerinin elde edebildiği görüldü. Toplantı odalarında ise C değeri sağlayabilmek için cam kalınlığı en az 30 mm (Tip 10) olması gerektiği gözlemlendi.

Bu tip bir yerleşim yerinde tasarlanacak olan ofisin giydirme cam cephelerinde ise yapılacak olan cam tercihinde en düşük değer olarak toplantı odaları göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle tasarım için en düşük 30 mm (Tip 10) cam ve daha kalınlıklı camlar kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çift Katmanlı Camlar

70 dBA gürültü bölgesinde yer alan ofis yapısı için seçim yapılacak olan çift katmanlı camlarda ise durum, idari odalar için en yüksek C ve B sınıfları iken toplantı odalarında ise en yüksek D sınıfı sağlanabildiği görülmüştür. Bu nedenle toplantı odalarında da daha yüksek bir sınıf elde etmek için tekil cam seçimine yönelinmesi daha doğru olacağı sonucuna ulaşıldı.

Çift katmanlı camların idari odalardan B sınıfı derecesini almasını sağlayan cam çeşidi ise 8+16+13,52 mm (6-6'lık lamine cam) yani Tip 30'un olduğu görüldü. Bir diğer B sınıfı elde etmeyi başaran çok katmanlı cam çeşidi ise 6+20+12,76 mm (6-6'lık lamine cam) olan Tip 23 oldu.

5.4.2.1 70 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan ofis binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

Sonuç olarak 70 dBA'lık bir gürültü bölgesinde uygulanacak olan ofis yapısında giydirme cam cephelerin cam çeşitleri yönetmelikte sağlanması istenen koşulları sağlayabildiği görüldü. Ancak sağlanabilen değerler geçer olarak kabul edilen C sınıfı olmuştur.

Çizelge 5.14 : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Yönetmelik Sınıf	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	48	48	48	E	F
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	46	46	46	D	E
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	45	45	45	D	E
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	42	43	43	C	D
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	42	42	42		
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	41	41	41	B	C
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	41	41	41		
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	40	40	40	B	C
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	40	40	40		
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	39	39	40	B	C
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	39	39	39		
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	38	38	39	B	C
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	38	38	38		
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	38	38	38	B	C
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	37	38	38		
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	37	37	37	B	C
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	37	37	37		
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	36	37	37	A	C

Çizelge 5.14 (devam) : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Yönetmelik Sınıfı	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	45	45	45	D	E
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	42	42	42	C	D
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	42	43	43		
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	41	41	41	B	D
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	40	41	41		
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	41	41	41	C	E
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	44	44	44		
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	43	44	44	C	E
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	44	44	44		
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	43	43	43	D	D
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	41	41	41		
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	40	40	40	B	D
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	41	41	41		

C sınıfından daha yüksek bir derecelendirme alması gereken ofis yapılarında ise yapılacak yöntemler, 75 dBA'lık bölgede olduğu gibi çift katmanlı giydirme cam cephe ya da toplantı odalarının mekân organizasyonu olarak cepheye bakan bölgelerde seçilmemesi önemli bir kriter olarak ifade edilebilir.

Tip 21 ve Tip 4'ün elde edilmiş sonuçlarını ele aldığımızda benzer ölçülere sahip olan Oda 1 ve Oda 2'nin iç mekân gürültü düzeylerinin farklı sonuçlar çıkardığı gözlemlendi. Bunun nedeni ise odaların benzer olmasına rağmen mekân içerisinde kolondan kaynaklanan Oda 1'in cephe yüzeyinin Oda 2'nin cam cephe yüzeyine göre bir miktar daha az olmasından kaynaklanmıştır.

Yalnızca toplantı odalarının cephe yüzeyinden kaldırılması ile en kalın tekil cam olan 44 mm'lik Tip 18 ile A sınıfı sonuçlar dahi elde edilebilmesinin mümkün olduğu gözlemlendi.

Çizelge 5.15 : 70 dBA'lık gürültü bölgesindeki ofis yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 18	44	44	X	X	43	(-1,-4)
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lamine Cam)	41	(-2,-5)
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lamine Cam)	41	(-2,-5)

5.4.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan ofis binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 65 dBA, genellikle orta-düşük seviyede trafik gürültüsünün olduğu bölgeler olarak düşünülür. Bu bölgede yer alacak olan ofis yapısının idari odaları ve toplantı odaları üzerindeki iç mekân gürültü düzeyleri ve "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik" ile olan uygunluğu aşağıdaki Çizelge 5.16'da incelendi.

Tekil Camlar

65 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yapılacak olan projede tekil cam kullanılması gerektiğinde tüm cam çeşitlerinin yönetmelik üzerinden geçer sınıfı sağlayabildiği gözlemlenmiştir. En düşük değeri toplantı odalarından D sınıfı alan 6mm kalınlığındaki Tip 1 cam olurken, C ve B sınıfını birçok çeşitteki tekil camdan sağlamanın mümkün olduğu görüldü.

Çizelge 5.16 : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Yönetmelik Sınıfı	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	43	43	43	C	D
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	41	41	41	C	D
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	40	40	40	B	D
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	37	38	38	B	D
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	37	37	37	B	D
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	36	36	36	B	D
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	36	36	36	B	D
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	35	35	35	B	C
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	35	35	35	B	C
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	34	34	35	B	C
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	34	34	34	B	C
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	33	33	34	A	C
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	33	33	33	A	C
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	33	33	33	A	C
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	32	33	33	A	B
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	32	32	32	A	B
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	32	32	32	A	B
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	31	32	32	A	B

Çizelge 5.16 (devam) : Örnek ofis yapısında yer alan odalarının 65 dBA’lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)				
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Yönetmelik Sınıfı	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	40	40	40	B	D
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	39	(-1,-4)	37	37	37	B	C
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	37	38	38	B	
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)	36	36	36	A	
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)	35	36	36	A	
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)	36	36	36	A	
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	39	39	39	B	
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	38	39	39	B	
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam. Cam)	38	(-2,-5)	39	39	39	B	
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	38	(-2,-5)	38	38	38	B	
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)	36	36	36	A	
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	35	35	35	A	
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	36	36	36	A	

Projenin Leed, Bream gibi sertifika derecelendirmesi alması gerekiyor ise yönetmelikte yer alan A sınıfında bir değere ulaşması beklenir. Bu nedenle tercih edilecek olan camların en az 34 mm kalınlığındaki Tip 13 cam çeşidi ve daha kalın camlar olması gerektiği sonucuna ulaşıldı.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlar 65 dBA gürültü bölgesi için ele alındığında tüm cam çeşitlerinin kullanılabilir olduğu görülmüştür. Ancak yüksek değerlerde sonuçlar elde etmek için 6+20+12,76 mm (6-6'lık lamine cam) olan Tip 23 ile, 8+16+13,52 mm (6-6'lık lamine cam) olan Tip 30 camların en yüksek ses yalıtımı sağlayan camlar olarak karşımıza çıktığı gözlemlendi.

5.4.3.1 65 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan ofis binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

65 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alacak olan ofis yapısında görüldü ki neredeyse Türkiye'de standart olarak kullanılan cam çeşitlerinin her biri uygun sonuçlar elde etti.

Ancak bu tipteki bir ofis yapısının yeşil bina sertifikasyon sistemlerinden akustik anlamda derece alabilmesi için A sınıfına ulaşabilmesi beklenir. A sınıfına ulaşabilmek için de ofis yapısında dikkat edilmesi gereken önemli noktanın toplantı odaları olduğu belirlendi. Toplantı odalarında sağlanacak olan A sınıfı derecesi genel anlamda tüm projenin A sınıfına ulaşabilmesi anlamına geldiği görüldü.

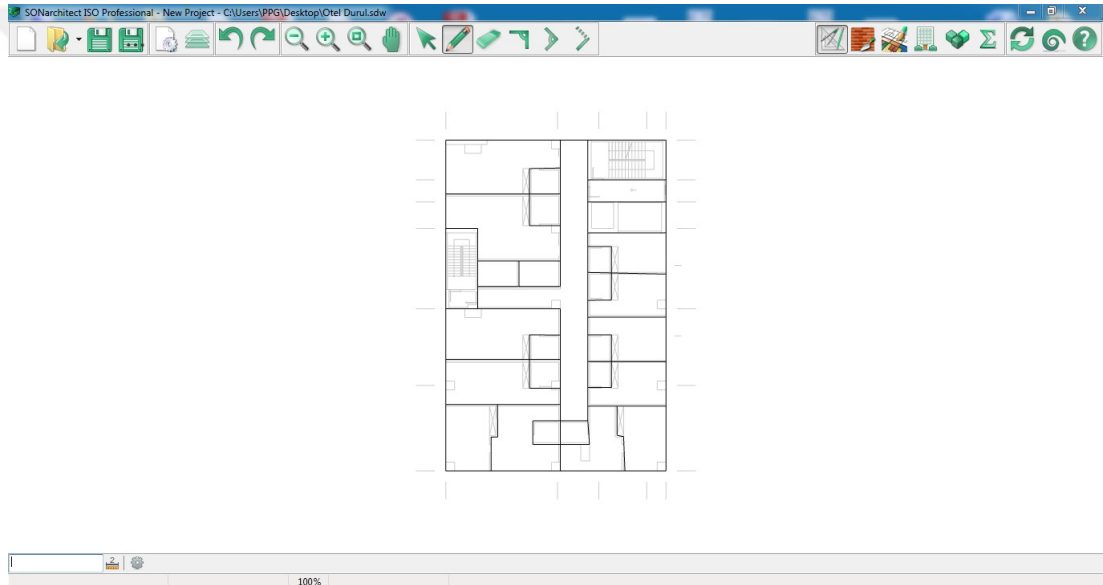
Çizelge 5.17 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki ofis yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam. Cam)	39	(-2,-5)
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-6)
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-4)
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam. Cam)	40	(-2,-5)
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)

Bu noktada toplantı odalarının mekân organizasyonu anlamında cepheye bakan bölgelerden çok daha korunaklı bölgelerde yapılacak olması, giydirme cam cephelerde seçim yapılacak olan camların daha az maliyetli ve daha hafif olmasını sağlayacağı sonucuna ulaşıldı.

5.5 Örnek Otel Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi

Bu bölümde örnek olarak hazırlanmış olan otel yapısının Son Architect programı ile incelenmesi ele alındı ve sonuçlar değerlendirildi. Öncelikle otel yapısının Autocad programı ile çizimleri Son Architect programına altlık olarak alındı, bölücü elemanlar ve bölücü elemanlarının bilgileri Şekil 5.27’de olduğu gibi işlendi.

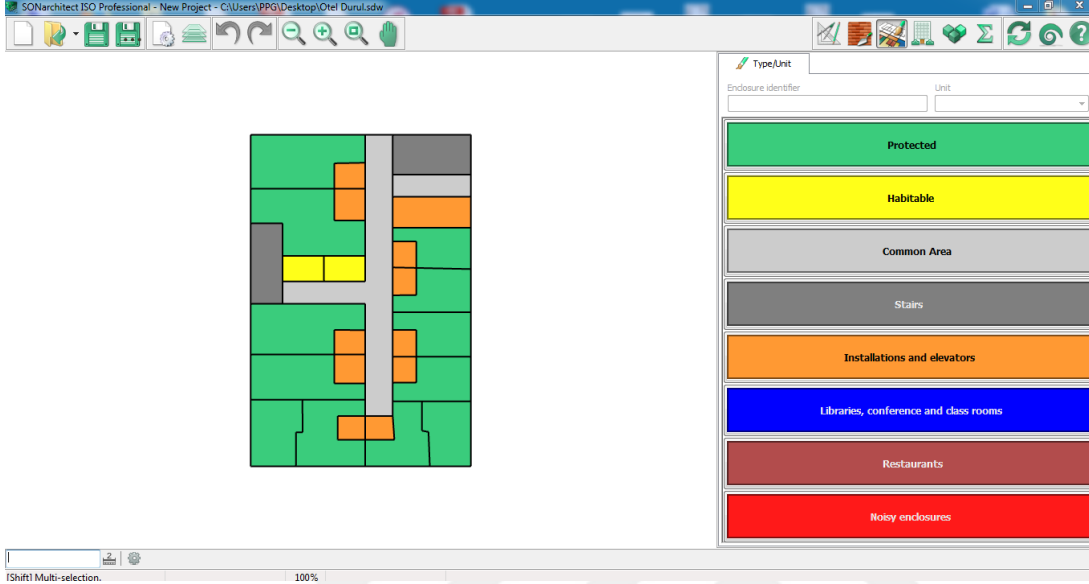


Şekil 5.27 : Otel projesinin Son Architect programına eklenilmiş şekli.

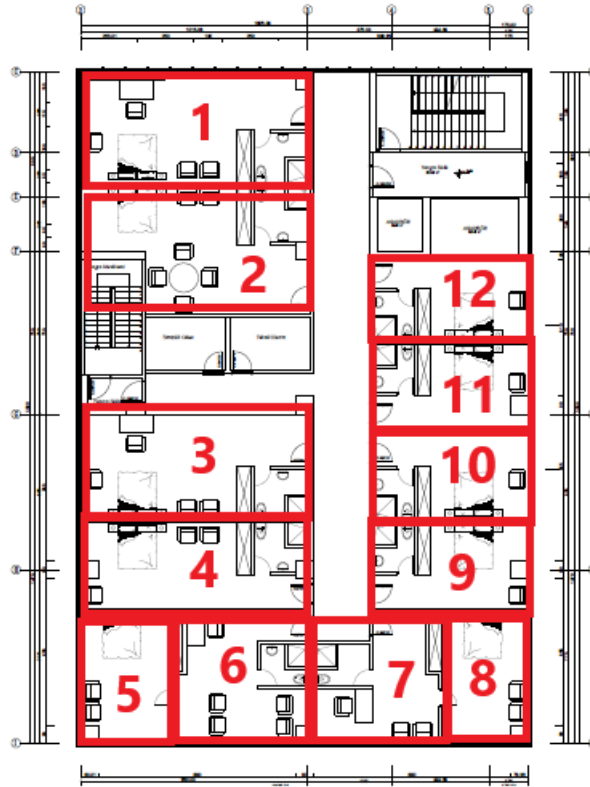
Hazırlanmış olan otel projesinde dikkate alınmış olan misafirlerin kaldığı otel odalarıdır. Bu odalar üzerinde ölçüm değerleri ele alınacağından dolayı Son Architect programı içerisinde odaların ne tipte odalar olduğu belirtildi ve bu hazırlanmış tiplere mekan üzerinde istenen akustik değerler girildi.

Girilen değerler oda tiplerine göre belirlendi ve sonuç hesaplamalarında istenen gereksinimlere göre sonuçlar oluşturuldu. Şekil 5.28’de de otel odaları yeşil renkli “protected” yani korunmalı odalar olarak ele alındı. Otel odalarında yer alan tuvaletler ise ıslak hacim ve asansör olarak tanımlanmış olan turuncu renk ile belirtildi.

Çizimde yeşil olarak belirtilmiş olan odalarının Son Architect programı ile giydirme cam cephe verileri ve dış mekan gürültü ses düzeylerinin değiştirilerek elde edilmiş verileri ele alındı. Değerlendirmeye alınmış olan otel odalarının her birinin oda numaraları ise Şekil 5.29’da belirtildi.



Şekil 5.28 : Otel projesinin Son Architect programı üzerinden oda tiplerinin belirlenmesi.



Şekil 5.29 : Otel projesindeki otel odalarının numaralandırılması.

5.5.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede yer alan otel binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 75 dBA, genellikle yüksek yoğunluklu trafiğe sahip olan bölgeler ve havaalanı yakınlarındaki bir yerleşim bölgesi olarak düşünülebilir. Bu gibi gürültü düzeyine sahip olan bölgeler yüksek dış gürültü seviyesinin bulunduğu bölgelerdir.

Otel yapıları genellikle bu gibi gürültü seviyesi olan bölgelerde sıkça bulunur. Havaalanı yakınındaki oteller ve şehir merkezinin yanında olan bu tipteki oteller tasarım olarak da görsel bir transparanlık oluşturmak istediğinden dolayı gürültü seviyesi 75 dBA gibi yüksek olan bölgelerde karşımıza çıkabilir. Otel yapılarının bulunduğu 75 dBA'lık bir gürültü bölgesinde giydirme cam cepheler üzerinde tercih edilecek olan cam çeşitlerinin “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” ile olan değerlendirilmesi Çizelge 5.19’da incelendi.

Tekil Camlar

75 dBA'lık gürültü düzeyine sahip bir bölge üzerinde yer alacak olan otel yapısında tekil cam kullanılmak istenildiğinde Çizelge 5.19’de elde edilecek olan en yüksek sınıflandırma derecelerinin D ve E sınıfı olduğu görüldü.

44 mm kalınlığında olan Tip 18 cam çeşidi 2. oda üzerinde yeşil olarak ifade edilen C sınıfı derecesini alabildi. Bunun da nedeni Şekil 5.60’ta 2. odanın içerisinde merdiven kolu olduğundan dolayı cephe açıklığının çok az olmasından kaynaklanmıştır. Böyle bir gürültü bölgesine sahip noktada yapılacak olan otel odasının cephe ile ilişkisinin cam anlamında olabildiğince az tutulması gerektiği gözlemlendi. Ayrıca 20 mm (Tip 6) kalınlığına kadar olan camların iç mekânda oluşturduğu gürültü düzeylerinin ise hiçbir sınıflandırmaya giremediği görüldü.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlar 75 dBA gürültü bölgesi için ele alındığında otel odalarında tekil camlarda olduğu gibi çok düşük derecelendirmeler aldığı Çizelge 5.19’de gözlemlendi. Çift katmanlı cam çeşidi ile yapılacak seçimde en iyi sonuçları sağlayan 8+16+ 13,52 mm (6-6’lık lamine cam) (Tip 30) kalınlığındaki camın dahi sağlayabildiği en yüksek sınıf E sınıfı olmuştur. Tip 30 ile elde edilecek sonuçlar ancak Oda 2’de gözlemlenmiştir.

5.5.1.1 75 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan otel binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

75 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alacak olan otel yapısının ortaya çıkardığı sonuçlar Çizelge 5.18'de gösterilmiştir. Çizelge 5.18'den de anlaşılacağı üzere bu gibi gürültülü bölgelerde yapılacak olan otel projelerinde yönetmelik tarafından D sınıfının üzerinde sonuçlar elde etmenin oldukça zor olduğu gözlemlendi. Bunları ise sadece 42 mm (Tip 17) ve 44 mm (Tip 18) olan camlarla elde edebilmek mümkün olmuştur. Yukarıdaki bölümlerde de bahsedildiği gibi Tip 17 ve Tip 18 gibi kalınlıklarda uygulanacak camlar hem çok maliyetli hem de yapı strüktürüne yük getirecek ağırlığa sahip elemanlardır.

Yönetmelikte bahsedilen Leq değerleri gece saatleri içindir. Fakat havaalanı gibi bölgelerde olan oteller uçakların kalkış saatlerine göre gece ya da gündüz benzer gürültü seviyelerine maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle yönetmelikte yalnızca gece değerleri ele alınmış olsa da bu gürültü düzeyleri gece de karşılaşılabılır gürültü düzeyleridir.

Çizelge 5.19 incelendiğinde benzer oda tiplerinde farklı sonuçların elde edildiği görülmüştür. Bunun nedeni ise Şekil 5.29'da belirtilmiş otel odaları planlarında cepheye bakan yüzey alanının birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin oda 1 ile oda 2 arasında olan fark, oda 2'nin mimari planında cephe yüzeyinin yangın merdiveninden dolayı daha az olması ve bu nedenle de iç mekan gürültüsünün daha az çıkmasında sebep olmuştur. Benzer şekilde oda 3 ve oda 4 arasındaki Çizelge 5.19'da 16 mm kalınlığa sahip Tip 4 camında farklılık gözükmemektedir. Bunun da nedeni oda 4'te kolon bulunmasından dolayıdır. Kolon, oda 4'te cephe yüzeyinin azalmasına sebep olmuştur. 70 dBA ve 65 dBA'nın incelendiği Çizelge 5.21 ve Çizelge 5.23'te de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Bu bölgede alınabilen en uygun sonuçlar çift katmanlı giydirme cam cepheler ya da yapılacak olan projede cam oranının düşük ölçekte tutulması ile sağlanabilir.

Çizelge 5.18 : 75 dBA'lık gürültü bölgesindeki otel yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TIP 18	44	44	X	X	43	(-1,-4)

Çizelge 5.19 : Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekân gürültü düzeyleri (dB)												Yönetmelik Sınıfı	
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	Oda 11	Oda 12		
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	53	45	48	48	53	50	51	53	49	49	49	50	F	YOK
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	51	44	46	46	51	48	49	51	48	48	48	48		
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	49	42	45	45	50	47	48	50	46	46	46	47		
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	47	40	42	43	48	45	46	48	44	44	44	45		
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	47	40	42	42	47	45	46	48	44	44	44	44		
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	46	39	41	42	47	44	45	47	43	43	43	43		
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	46	39	41	41	46	43	44	46	43	43	43	43		
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	46	38	40	41	46	43	44	46	42	42	42	42		
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	46	38	40	40	45	42	43	45	42	42	42	42		
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	44	38	40	40	45	42	43	45	41	42	41	42		
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	44	37	39	39	44	42	42	45	41	41	41	41		
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	43	36	39	39	44	41	42	44	40	41	40	41		
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	43	36	38	38	44	41	42	44	40	40	40	40		
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	43	36	38	38	43	41	41	44	40	40	40	40		
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	42	35	38	38	43	40	41	43	39	39	39	40		
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	42	35	37	37	42	40	41	43	39	39	39	39		
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	42	35	37	37	42	39	40	42	39	39	39	39		
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	41	34	37	37	42	39	40	42	38	39	38	39		

Çizelge 5.19 (devam): Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSU L Rw (dB)	INSU L (C;Ctr)	İç mekân gürültü düzeyleri (dB)												Yönetmelik Sınıfı		
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	Oda 11	Oda 12			
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	49	42	45	45	50	47	48	50	46	46	46	47			
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	47	40	42	43	48	45	46	48	44	44	44	44	E	F	YOK
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	46	40	42	43	48	45	46	48	44	44	44	45			
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	46	39	41	42	47	44	45	47	43	43	43	43			
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	45	38	40	41	46	42	44	46	42	42	42	43	D	E	F
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	46	39	41	41	46	44	45	47	43	43	43	43			
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	49	42	44	44	49	47	47	50	46	46	46	46			
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	48	41	43	44	49	46	47	49	45	45	45	46			
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	48	41	44	44	49	46	47	49	45	46	45	46	E		YOK
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	48	41	43	43	48	45	46	48	45	45	45	45		F	
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	46	39	41	41	46	44	45	47	43	43	43	43			
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	45	38	40	40	45	43	43	46	42	42	42	42	D		E
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	45	39	41	41	46	43	44	46	43	43	43	43	E		F

5.5.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgede yer alan otel binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 70 dBA, genellikle yüksek-orta yoğunluklu trafiğe sahip olan bölgelerdir. Otel yapılarının yönetmelikte yalnızca gece saatleri elde edilen ölçümleri değerlendirmeye alınsa da uluslararası yolculuk yapan ya da gün içerisinde dinlenme isteyen otel misafirleri için gece rahatlığında gürültü değerlerinin elde edilmesini sağlamak ana konulardan biridir. Bu bölgede yer alacak olan cam cephelerin tekil ve çok katmanlı olarak incelemeleri Çizelge 5.21’de yer almaktadır.

Tekil Camlar

70 dBA gürültü bölgesinde yer alacak olan giydirme cam cepheler üzerinde tercih edilecek olan tekil camlarda görülmekte ki elde edilebilen en yüksek sınıf B sınıfıdır. Ancak bu sınıfı elde edebilen cam çeşidi değil oda tipidir. Oda 2 olarak işaretlenmiş olan odanın cephe ile az bağlantısı olması nedeni ile en az mekân gürültü düzeyinin o odada elde edildiği görüldü.

Tekil camlarda inceleme yapıldığında en başarılı dereceleri sağlayan camların 38 mm kalınlığındaki (Tip 15) ve ondan daha kalın camların olduğu Çizelge 5.21’de görülmüştür.

Bu bölgede 18 mm’den (Tip 5) daha ince camlar ile yapılacak olan seçimler yönetmelik tarafından F sınıfı ya da derecelendirmeye dahi giremeyen sonuçlar çıkardığı belirlenmiştir.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlar ile ilgili olan çizelge incelediğinde ise 70 dBA gürültü düzeyine sahip olan bir bölgede sağlanabilecek en yüksek sınıfın D olduğu görüldü. D sınıfı yönetmelik üzerinde eski yapılar için geçer sınıf olarak kabul edilse de D sınıfını tüm oda tiplerinde sağlayabilmek mümkün değildir.

Bir önceki projelerde de olduğu gibi Tip 30 ve Tip 23 en yüksek ses yalıtımı performansı sağlayan çift katmanlı camlar olarak karşımıza çıktığı belirlendi. Bu cam çeşitleri Oda 1, Oda 5, Oda 7 ve Oda 8 üzerinde E sınıfını sağlayan değerlerini sağlamıştır.

5.5.2.1 70 dBA’lık gürültü bölgesinde yer alan otel binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

70 dBA’lık bir gürültü bölgesinde yer alacak olan otel yapısının cam çeşitlerine göre elde edilen sonuçlarını değerlendirildiğinde bu bölgede elde edilecek en iyi derecelerin tekil ve kalınlığı 38 mm’den daha fazla olan camlar olduğu görüldü. Bu sonuçların yanı sıra Çizelge 5.21’de görüldü ki Oda 1, Oda 5 ve Oda 8 gürültü açısından kontrolü en zor olan odalardır. Bunun nedeni ise otel planının yer aldığı Şekil 5.60 incelendiğinde bu oda tiplerinin köşe odalar olduğundan dolayıdır.

Köşe odaların 2 kenarı da giydirme cam cephe olduğundan dolayı ses yalıtımının kontrolünün en zor olduğu bölgelerdir. Otel yapılarında genellikle köşe odaların çoğu süit olarak düzenlenir. Bu tip gürültü düzeyi kontrol edilemeyen odaların prestijli odalar olarak düzenlenmesi ise hem mekân organizasyonu hem de akustik tasarımı etkileyen bir problemdir.

Çizelge 5.20 : 70 dBA’lık gürültü bölgesindeki otel yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)

5.5.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan otel binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak alınan 65 dBA, genellikle orta-düşük yoğunluklu trafiğe sahip olan bölgelerdir. Bu gibi bölgelerde yer alacak olan otel projelerinin giydirme cam cepheler üzerinde tercih edilen cam çeşitlerinin “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” ile olan değerlendirilmesi Çizelge 5.23’tedir.

Tekil Camlar

Çizelge 5.23 incelendiğinde görüldü ki 65 dBA gürültü düzeyine sahip bir otel bölgesinde kullanılan tekil camlar ile yönetmelikten sağlanan en yüksek sınıflar otel odalarına göre değişmiştir. Ancak en kötü derece alan odanın dahi C sınıfını sağladığı görülmüştür.

Çizelge 5.21 : Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)												Yönetmelik Sınıfı		
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	Oda 11	Oda 12			
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	48	41	43	43	48	45	46	48	45	45	45	45	Y	F	
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	46	39	41	41	46	43	44	46	43	43	43	43			E
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	45	37	40	40	45	42	43	45	42	42	42	42			
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	42	35	37	38	43	40	41	43	39	39	39	40	D		F
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	42	35	37	37	42	40	41	43	39	39	39	39			
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	41	34	36	37	42	39	40	42	38	38	38	38			
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	41	34	36	36	41	38	39	41	38	38	38	38			
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	40	33	35	36	41	38	39	41	37	37	37	37			
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	40	33	35	35	40	37	38	40	37	37	37	37			
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	39	33	35	35	40	37	38	40	36	37	36	37	C		
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	39	32	34	34	39	37	37	40	36	36	36	36			D
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	38	31	34	34	39	36	37	39	35	36	35	36			
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	38	31	33	33	39	36	37	39	35	35	35	35			
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	38	31	33	33	38	36	36	39	35	35	35	35			
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	37	30	33	33	38	35	36	38	34	34	34	35			
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	37	30	32	32	37	35	36	38	34	34	34	34			
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	37	30	32	32	37	34	35	37	34	34	34	34	B	C	
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	36	29	32	32	37	34	35	37	33	34	33	34			

Çizelge 5.21 (devam): Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INS UL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)												Yönetmelik Sınıfı		
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	Oda 11	Oda 12			
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	44	37	40	40	45	42	43	45	41	41	41	42	F	E	D
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	42	35	37	38	43	40	41	43	39	39	39	39	F	E	D
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	42	35	37	38	43	40	41	43	39	39	39	40	F	E	D
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	41	34	36	37	42	39	40	42	38	38	38	38	E	D	C
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	40	33	35	36	41	37	39	41	37	37	37	38	E	D	C
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	41	34	36	36	41	39	40	42	38	38	38	38	E	D	C
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	44	37	39	39	44	42	42	45	41	41	41	41	F	E	D
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	43	36	38	39	44	41	42	44	40	40	40	41	F	E	D
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	43	36	39	39	44	41	42	44	40	41	40	41	F	E	D
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	43	36	38	38	43	40	41	43	40	40	40	40	F	E	D
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	41	34	36	36	41	39	40	42	38	38	38	38	E	D	C
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	40	33	35	35	40	38	38	41	37	37	37	37	E	D	C
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	41	34	36	36	41	38	39	41	38	38	38	38	E	D	C

C sınıfının tüm odalar tarafından sağlanabildiği cam çeşidi ise 32 mm kalınlığına sahip Tip 12 cam çeşididir. 32 mm kalınlığındaki cam çeşidi aynı zamanda diğer gürültü bölgelerinde de bahsettiğimiz 2 numaralı oda üzerinde A sınıfı değerini sağladığı görülür.

Bunun yanı sıra 65 dBA gibi bir bölgede de kullanılmaması gereken giydirme cam cephe sistemine ait cam çeşitleri ise 6mm (Tip 1), 8mm (Tip 2), 10mm (Tip 3) kalınlığındaki camlardır.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlar incelendiğinde 65 dBA gürültü seviyesine ait bir bölgede diğer gürültü bölgelerinde de olduğu gibi tüm oda tiplerinden C sınıfına ait bir derecelendirme alınmıştır. 8+16+13,52 mm'den (6-6'lık lamine cam) meydana gelen Tip 30 cam çeşidinin yukarıda bahsedilmiş olan Oda 1, Oda 5 ve Oda 8 olmak üzere köşe odalardan D sınıfı, diğer oda tiplerinden de C ve B sınıfına ait sonuçlar aldığı görülmüştür.

5.5.3.1 65 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan otel binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

65 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alan otel yapısının cam çeşitlerine göre elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ise tüm oda tiplerinden C sınıfı sonucu alabilmek için tekil cam kullanılması ve kullanılacak olan camın en düşük 32 mm kalınlığında (Tip 12) olması gerektiği sonucuna varıldı.

Çizelge 5.22 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki otel yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (Db)	INSUL (C,Ctr)
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)

Çift katmanlı camlar ile sağlanan sonuçlarda tüm oda tiplerinden C sınıfı alınamazken Oda 1, Oda 5 ve Oda 8'den D sınıfı sonuçları elde edilmiştir. Bu da

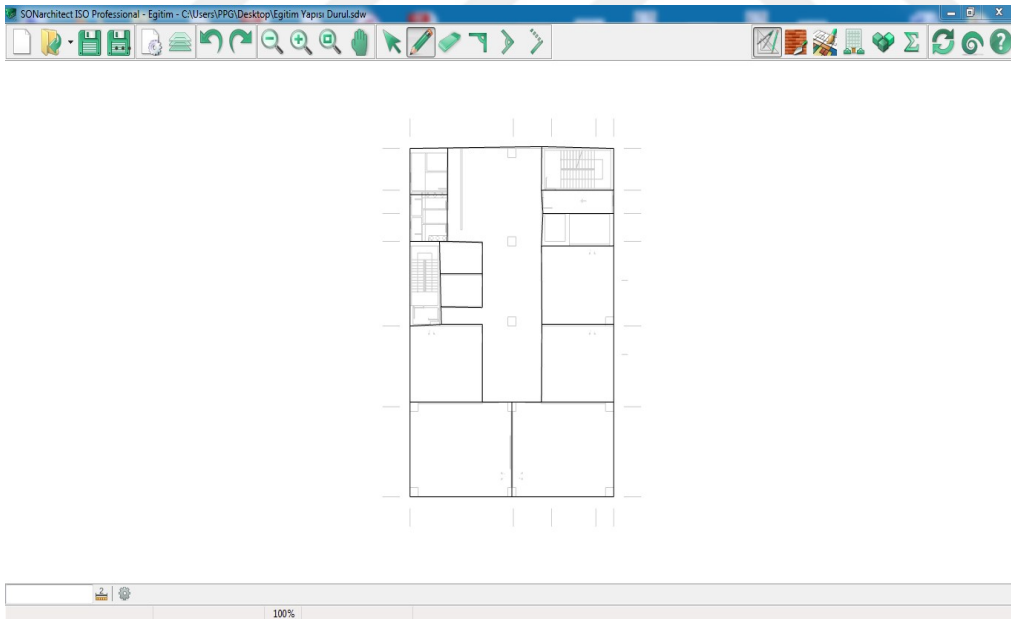
köşe odalarda dikkat edilmesi gerektiğini belirtir. 65 dBA gibi bir gürültü bölgesinde de D sınıfından yüksek sonuçlar elde edilemediği bu sonuçlara bakılarak anlaşıldır. Bu da otel yapılarında çift kat giydirme cam cephe sistemlerinin kullanılması ve otel odalarındaki cam oranlarının azaltılması gerektiğini gösterdi.

Plan üzerinde benzer ölçülere sahip olan otel odalarının bazı sonuçlarının birbirinden farklı çıkmasının nedeni ise cephe yüzey alanlarında olan farklılıktan dolayıdır.

5.6 Örnek Eğitim Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi

Eğitim yapısının çizimleri Autocad programı ile Son Architect programına altlık olarak alındı, bölücü elemanlar ve bölücü elemanların bilgileri Şekil 5.30'daki gibi işlendi.

Hazırlanmış olan eğitim yapısı projesinde dikkate alınan öğrencilerin eğitim aldığı dersliklerdir. Bu odalar üzerinde ölçüm değerleri ele alınacağından dolayı Son Architect programı içerisinde odaların ne tipte odalar olduğu belirtilmiş ve bu hazırlanmış tiplere mekan üzerinde istenen akustik değerler girilmiştir.



Şekil 5.30 : Eğitim yapısının Son Architect programına eklenilmiş şekli.

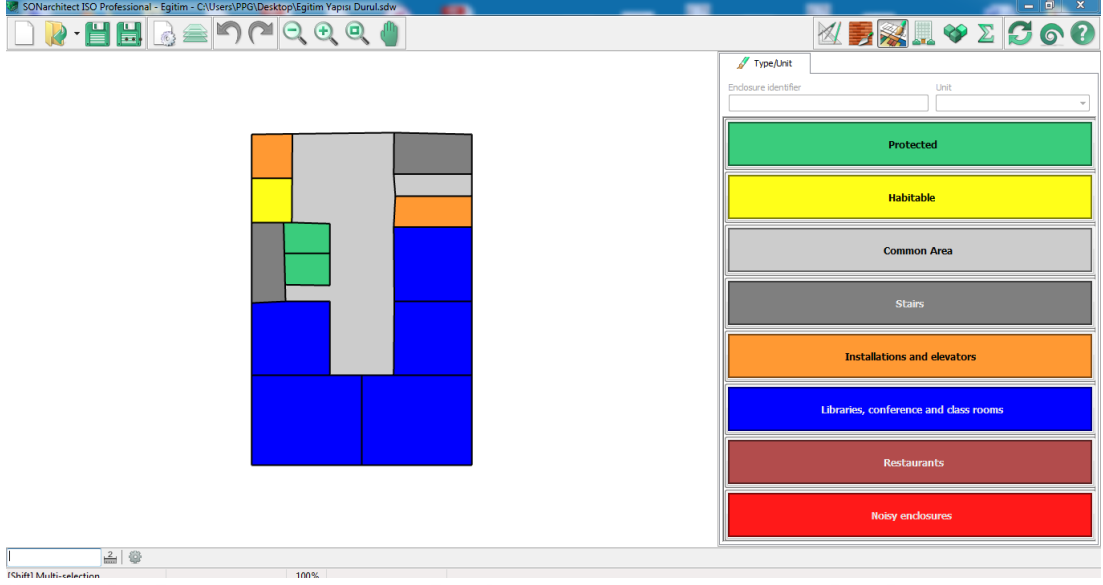
Girilen değerler oda tiplerine göre belirlenmiş olmakla birlikte sonuç hesaplamalarında istenen gereksinimlere göre sonuçlar oluşturulmuştur. Şekil 5.31'e sınıflar mavi renkli "libraries, conference and class rooms" yani kütüphaneler, konferans odaları ve sınıflar olarak ele alınmıştır.

Çizelge 5.23 : Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)												Yönetmelik Sınıfı		
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	Oda 11	Oda 12			
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	43	36	38	38	43	40	41	43	40	40	40	40	F	E	D
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	41	34	36	36	41	38	39	41	38	38	38	38	E		
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	40	32	35	35	40	37	38	40	37	37	37	37			
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	37	30	32	33	38	35	36	38	34	34	34	35			
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	37	30	32	32	37	35	36	38	34	34	34	34			
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	36	29	31	32	37	34	35	37	33	33	33	33	B	D	
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	36	29	31	31	36	33	34	36	33	33	33	33	B		
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	35	28	30	31	36	33	34	36	32	32	32	32			
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	35	28	30	30	35	32	33	35	32	32	32	32			C
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	34	28	30	30	35	32	33	35	31	32	31	32			
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	34	27	29	29	34	32	32	35	31	31	31	31			
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	33	26	29	29	34	31	32	34	30	31	30	31			
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	33	26	28	28	34	31	32	34	30	30	30	30			
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	33	26	28	28	33	31	31	34	30	30	30	30			
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	32	25	28	28	33	30	31	33	29	29	29	30	A	B	
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	32	25	27	27	32	30	31	33	29	29	29	29		B	
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	32	25	27	27	32	29	30	32	29	29	29	29			
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	31	24	27	27	32	29	30	32	28	29	28	29			

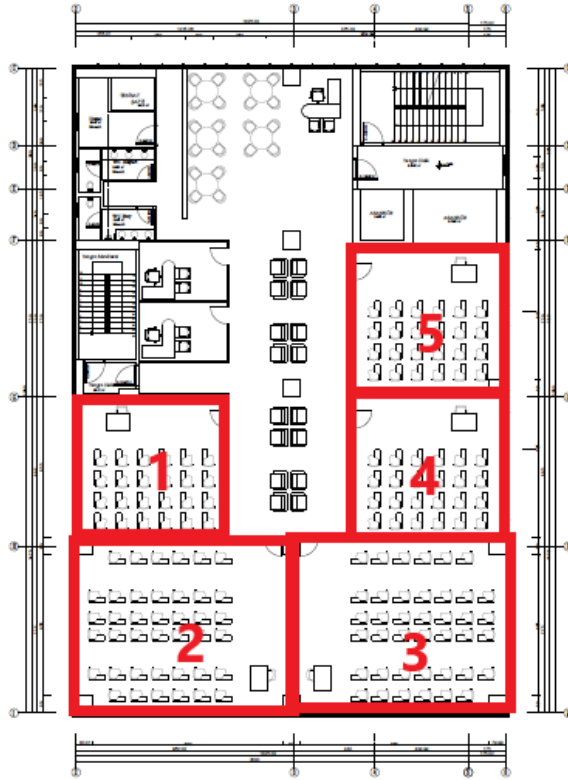
Çizelge 5.23 (devam): Örnek otel yapısında yer alan otel odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INS UL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)												Yönetmelik Sınıfı		
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6	Oda 7	Oda 8	Oda 9	Oda 10	Oda 11	Oda 12			
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	39	32	35	35	40	37	38	40	36	36	36	37	E	D	C
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	37	30	32	33	38	35	36	38	34	34	34	34			
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	37	30	32	33	38	35	36	38	34	34	34	35			
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	36	29	31	32	37	34	35	37	33	33	33	33	D	C	B
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	35	28	30	31	36	32	34	36	32	32	32	33			
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	36	29	31	31	36	34	35	37	33	33	33	33			
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	39	32	34	34	39	37	37	40	36	36	36	36			
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	38	31	33	34	39	36	37	39	35	35	35	36	E	D	C
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	38	31	34	34	39	36	37	39	35	36	35	36			
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	38	31	33	33	38	35	36	38	35	35	35	35			
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	36	29	31	31	36	34	35	37	33	33	33	33			
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	35	28	30	30	35	33	33	36	32	32	32	32	D	C	B
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	36	29	31	31	36	33	34	36	33	33	33	33			



Şekil 5.31 : Eğitim yapısının Son Architect programı üzerinden oda tiplerinin belirlenmesi.

Şekil 5.31’de mavi olarak belirtilmiş olan odalarının Son Architect programı ile giydirme cam cephe verileri ve dış mekan gürültü ses düzeylerinin değiştirilerek elde edilmiş verileri ele alınmıştır. Değerlendirmeye alınmış olan sınıfların her birinin oda numaraları ise aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.



Şekil 5.32 : Eğitim yapısının dersliklerinin numaralandırılması.

5.6.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede yer alan eğitim yapısının değerlendirilmesi

Eğitim yapıları ele alındığı zaman bu yapılar hem okullar hem de eğitim amacı ile kullanılan yapılar olarak düşünülür. Bu gibi mekanlarda olan dış gürültünün iç mekân içerisindeki etkisi önemlidir. İç mekâna girecek olan gürültünün konuşma anlaşılabilirliğini düşürmesi en muhtemel olaydır ve bu durumda eğitimi alan kişilerde bilgilerin duyulamaması ve anlaşılabilmesi gibi problemleri meydana getirir. 75 dBA gürültü seviyesine sahip bölgedeki eğitim yapısının yönetmelik üzerinden giydirme cam cephe üzerindeki cam çeşitlerine göre değerlendirilmesi Çizelge 5.25'te gösterildi.

Tekil Camlar

Bu bölgede incelenen giydirme cam cephelerin cam çeşitleri tekil camlarda D sınıfı bazı dersliklerde ise C sınıfı derecesini aldığı görüldü.

22 mm kalınlığındaki Tip 7 cam çeşidi ve ondan daha ince olacak cam çeşitleri yönetmelikte E sınıfa tabi gelirken 10 mm (Tip 3) ve daha ince olan cam çeşitleri ise bu gürültü bölgesinde F sınıfı değerini sağladı.

34 mm'den (Tip 13) daha kalın olan camlarda ise küçük ve köşe cephesi bulunmayan dersliklerde C sınıfı sağlanırken büyük ve köşe yapıda bulunan dersliklerden D sınıfı derecelendirilmesi elde edildi.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlar incelendiğinde tüm derslikler üzerinden D sınıfı alınırken C sınıfı elde etmek mümkün olmamıştır. Tüm oda tiplerinden elde edilecek olan D sınıfı ise 6+20+12,76 mm (6-6'lık lamine cam) yani Tip 23 ile 8+16+13,52 mm (6-6'lık lamine cam) olan Tip 30 ile elde edilmiştir. Çift katmanlı camlar içerisindeki en düşük performansı ise 6+20+6 mm ile Tip 19 elde etmiştir.

5.6.1.1 75 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan eğitim yapısının sonuçlarının değerlendirilmesi

Giydirme cam cephelerin cam çeşitlerinin eğitim yapısı üzerinden değerlendirmesi 75 dBA'lık bir gürültü bölgesi için yapıldığında görüldü ki yönetmelik tarafından

istenilen değerler hiçbir cam tipi için sağlanamamıştır. Bu noktada önemli olan cam tiplerinin 34 mm (Tip 13) ve ondan daha kalın olan tekil camlar ile çift katmanlı camlarda Tip 23 ile Tip 30 sayesinde elde edildiği görülmüştür.

Çizelge 5.24 : 75 dBA'lık gürültü bölgesindeki eğitim yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)

5.6.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgedeki eğitim yapısının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 70 dBA ise genellikle orta ve yüksek yoğunluklu trafiğe sahip olan bölgeler olarak ifade edilen bölgelerdir. Çizelge 5.27'de gürültü seviyesi üzerinden incelenen eğitim yapısının çizelge üzerinden yönetmelik sınıflandırmaları ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Tekil Camlar

70 dBA gürültü bölgesinde incelenen tekil camlarda 8 mm (Tip 2) ve 6 mm (Tip 1) kalınlığındaki camların haricindeki tüm camlar yönetmelik üzerinden geçer sınıfı alabilmiştir. 18 mm (Tip 5) kalınlığına kadar olan cam çeşitlerinde D sınıfı sağlanmış, 36 mm (Tip 14) kalınlığına kadar olan camlarla ise tüm derslikler üzerinden C sınıfı elde etmek mümkün olmuştur. 38 mm (Tip 15) ve daha kalın olan cam tiplerinde ise tüm sınıflar üzerinden B sınıfı sonuçlarını elde edebilmenin mümkün olduğu görülmüştür.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camlar üzerinden değerlendirme yapıldığında tekil camlarda olduğu gibi 70 dBA bölgesinde çift katmanlı camların hepsi yönetmelikte eski yapılar için geçer sınıf olarak kabul edilen D sınıfını elde etmiştir. Ancak Tip 22, Tip 23, Tip 24, Tip 29, Tip 30 ve Tip 31 ile bu gürültü bölgesinden C sınıfı sonuçlar elde etmenin de mümkün olduğu belirlendi.

Çizelge 5.25 : Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekân gürültü düzeyleri (dB)					Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	49	51	51	49	49	F
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	47	49	49	47	47	F
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	46	48	48	46	46	E
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	44	46	46	44	44	
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	43	45	45	43	43	
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	42	44	44	42	42	E
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	42	44	44	42	42	
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	41	43	43	41	41	
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	41	43	43	41	41	
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	41	43	43	41	41	D
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	40	42	42	40	40	
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	40	42	42	40	40	
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	39	41	41	39	39	
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	39	41	41	39	39	
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	38	40	40	38	38	C
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	38	40	40	38	38	D
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	38	40	40	38	38	
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	38	40	40	38	38	

Çizelge 5.25 (devam): Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekân gürültü düzeyleri (dB)					Yönetmelik Sınıfı	
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5		
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	46	48	48	46	46	E	F
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	43	45	45	43	43	D	E
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	44	46	46	44	44		
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	42	44	44	42	42		
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	41	43	43	41	41		
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	42	44	44	42	42		
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	45	47	47	45	45		
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	45	47	47	45	45		
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	45	47	47	45	45		
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	44	46	46	44	44		
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	42	44	44	42	42		
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	41	43	43	41	41		
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	42	44	44	42	42		

C sınıfı sonuçlar elde etmemizi sağlayan çift katmanlı camların ortak noktası hepsinin lamine cam olarak katmanının bulunmasıdır. Aynı lamine cama sahip Tip 28 ile Tip 22 arasında bir fark gözlemlenmiştir. Bu fark ise katmanlar arası bulunan hava boşluğudur.

5.6.2.1 70 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan eğitim yapısının sonuçlarının değerlendirilmesi

70 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alan eğitim yapısının giydirme cam cephe sistemlerindeki cam çeşitlerinden 6 mm (Tip 1) ve 8 mm (Tip 2) kalınlığındaki cam çeşitleri dışında kullanılacak olan tüm camlar yönetmelik üzerinden kabul edilir sınıflar aldığı görülmüştür.

Çizelge 5.26 : 70 dBA'lık gürültü bölgesindeki eğitim yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)

Projenin iç mekânda akustik problemlerin olmadığı sonuçlar elde edilmesi beklenirse B sınıfı sonuçları elde eden 38 mm kalınlığındaki Tip 15 ve daha kalın tekil camlar kullanılması gerektiği sonucuna ulaşıldı.

5.6.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan eğitim yapısının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 65 dBA genellikle orta yoğunluklu trafiğe sahip olan bölgeler olarak ifade edilen bölgelerdir.

Tekil Camlar

65 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alan eğitim yapısının tekil camları incelendiğinde bölgede tercih edilecek olan tüm cam çeşitlerinin yönetmelik tarafından geçer sınıfına uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.27 : Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)					Yönetmelik Sınıfı	
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5		
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	44	46	46	44	44	E	E
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	42	44	44	42	42		E
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	41	43	43	41	41	D	D
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	39	41	41	39	39		
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	38	40	40	38	38		
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	37	39	39	37	37		
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	37	39	39	37	37		C
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	36	38	38	36	36		
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	36	38	38	36	36		
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	36	38	38	36	36	C	
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	35	37	37	35	35		
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	35	37	37	35	35		
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	34	36	36	34	34		B
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	34	36	36	34	34		
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	33	35	35	33	33		
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	33	35	35	33	33		
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	33	35	35	33	33		B
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	33	35	35	33	33		

Çizelge 5.27 (devam) : Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)					Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	41	43	43	41	41	D
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	38	40	40	38	38	D
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	39	41	41	39	39	C
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	37	39	39	37	37	
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	36	38	38	36	36	C
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	37	39	39	37	37	
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	40	42	42	40	40	
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	40	42	42	40	40	D
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	40	42	42	40	40	
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	39	41	41	39	39	D
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	37	39	39	37	37	
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	36	38	38	36	36	C
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	37	39	39	37	37	

Bundan önce incelenen hastane, otel, ofis projelerinde hiçbir zaman geçer sınıfı sağlamayı başaramayan 6 mm (Tip 1) kalınlığındaki cam dahi bu bölgede derslikler için olan derecelendirme kıstasında D, hatta bazı sınıflar için C derecesine uygun olduğu belirlendi.

Bu bölgede A sınıfı derecesini almak için ise yine 34 mm kalınlığındaki Tip 13 ve ondan daha kalın olan cam çeşitlerinin tercih edilmesi gerektiği sonucuna ulaşıldı.

Çift Katmanlı Camlar

Çift katmanlı camların eğitim yapısı için 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki değerlendirmesi C ve B sınıfları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Tüm çift katmanlı camlardan alınabilen bu değerler, 8+16+13,52 mm (6-6'lık lamine cam) dan oluşan Tip 30 ile küçük sınıflar üzerinde A sınıfı alabilmenin de mümkün olduğu belirlendi.

5.6.3.1 65 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan eğitim yapısının sonuçlarının değerlendirilmesi

65 dBA'lık bir gürültü bölgesi üzerinde incelenen eğitim yapısında kullanılacak olan giydirme cam cephelerdeki camların hepsi yönetmeliğin getirdiği sınıflandırma sistemlerinde geçer notu aldığı gözlemlendi. Diğer projelerde hiçbir zaman geçerli olarak kabul edilmeyen 6 mm (Tip 1) kalınlığındaki camın, eğitim yapılarında D sınıfı derecesi alabildiği görüldü. Bundan dolayı yönetmelikte geçerli olarak kabul edilen değerlerin derslik ve eğitim yapıları için oldukça düşük seviyede olduğu belirlendi. Bu değerlerin düşük olması iç mekân gürültü düzeyinin yüksek olmasına ve bu nedenle konuşmanın anlaşılabilirliği konusunda önemli sıkıntıların yaşanabileceğini gösterir. Sertifika sistemlerinden geçer not alabilmek için ise yine de kalın tekil camlar ve kesit kalınlığı 36 mm'den daha fazla olan çok katmanlı camların tercih edilmesi gerektiği sonucuna ulaşıldı.

Çizelge 5.28 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki eğitim yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6'lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)

Çizelge 5.29 : Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)					Yönetmelik Sınıfı	
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5		
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	39	41	41	39	39	D	C
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	37	39	39	37	37	C	
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	36	38	38	36	36	C	
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	34	36	36	34	34	C	B
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	33	35	35	33	33	B	
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	32	34	34	32	32	B	
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	32	34	34	32	32	B	
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	31	33	33	31	31	A	
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	31	33	33	31	31	B	
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	31	33	33	31	31	B	
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	30	32	32	30	30	B	
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	30	32	32	30	30	B	
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	29	31	31	29	29	B	
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	29	31	31	29	29	B	
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	28	30	30	28	28	A	
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	28	30	30	28	28	A	
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	28	30	30	28	28	A	
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	28	30	30	28	28	A	

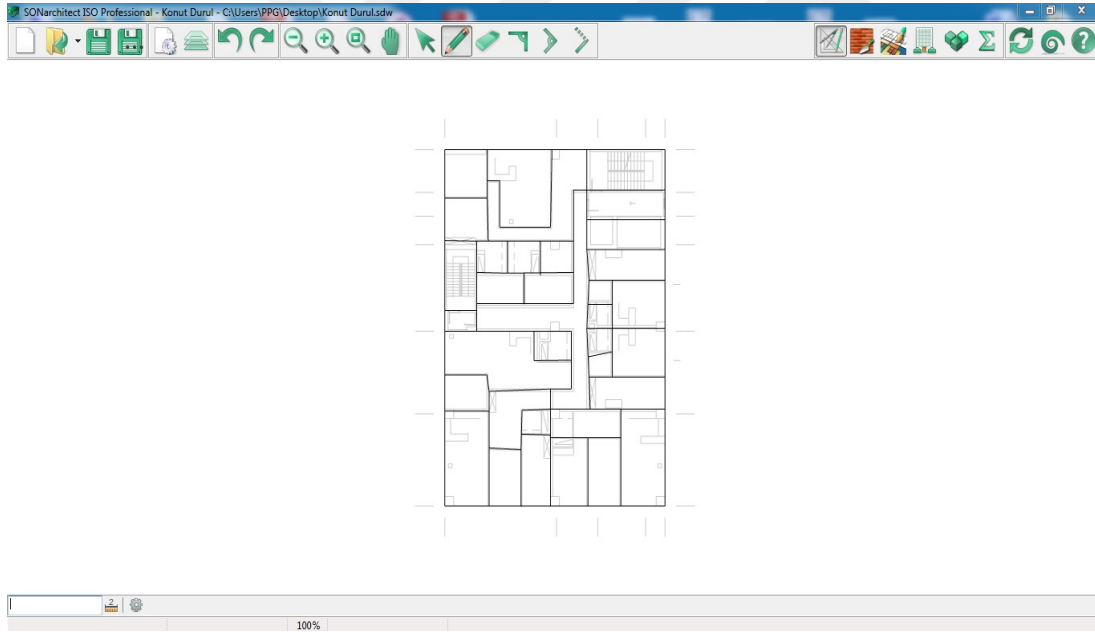
Çizelge 5.29 (devam): Örnek derslik yapısında yer alan dersliklerin 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)					Yönetmelik Sınıfı
							Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	36	38	38	36	36	C
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	33	35	35	33	33	B
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	34	36	36	34	34	C B
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	32	34	34	32	32	B
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	31	33	33	31	31	B
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	32	34	34	32	32	B
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	35	37	37	35	35	B
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	35	37	37	35	35	C B
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	35	37	37	35	35	C B
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	34	36	36	34	34	B
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	32	34	34	32	32	B
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	31	33	33	31	31	A
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	32	34	34	32	32	B

5.7 Örnek Konut Yapısının Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi

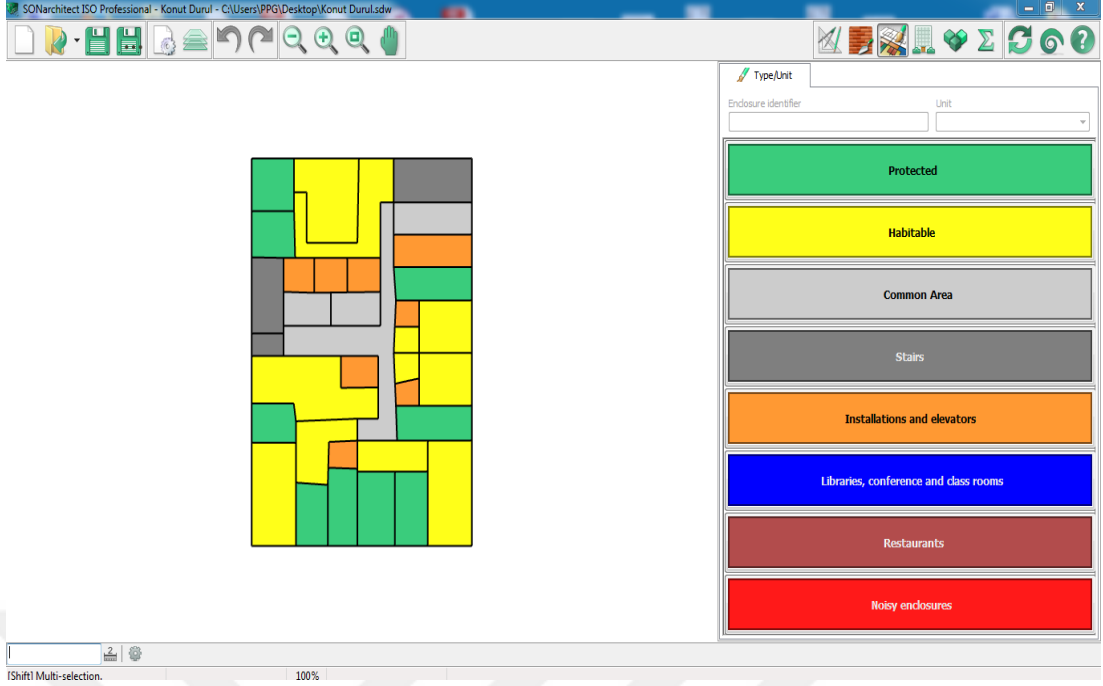
Öncelikle konut projesinin Autocad programı ile hazırlanmış olan çizimleri Son Architect programına altlık olarak alındı, bölücü elemanları ve bölücü elemanlarının bilgileri Şekil 5.33'deki gibi işlendi.

Hazırlanmış olan konut projesinde dikkate alınmış olan oda tipleri salonlar ve yatak odalarıdır. Bu odalar üzerinde olan ölçüm değerleri ele alınacağından Son Architect programı içerisinde odaların ne tipte odalar olduğu belirtilmiş ve bu hazırlanmış tiplere mekân üzerinde istenen akustik değerler girilmiştir. Salon ve yatak odalarının ele alınması, yönetmelik üzerinde bu oda tiplerinin iç mekân gürültü değerleri üzerine belirli sınıflandırmalarının bulunmasından dolayıdır. Yönetmelikten alınacak olan sınıflandırma değerleri çizimlerde ölçüm değerleri ile kıyaslanarak kategorize edilmiştir.



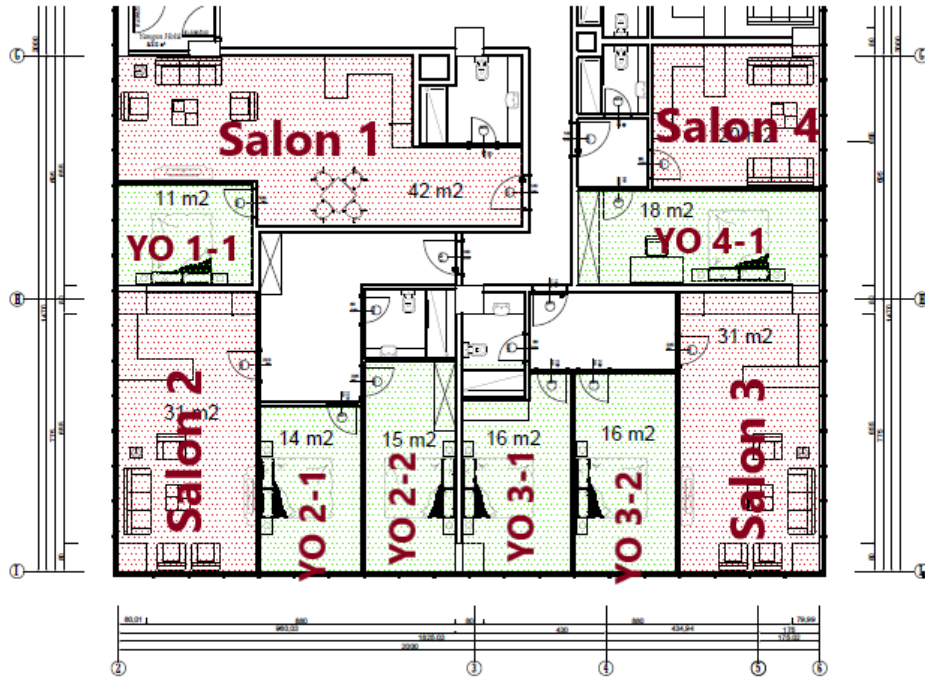
Şekil 5.33 : Konut projesinin Son Architect programına eklenilmiş şekli.

Girilen değerler oda tiplerine göre belirlenmiş olmakla birlikte sonuç hesaplamalarında istenen gereksinimlere göre sonuçlar oluşturulmuştur. Şekil 5.34'te de yatak odaları yeşil renkli "protected" yani korunmalı odalar, salonlar ise sarı renkli "habitable" yani yaşanabilir tip olarak ele alınmıştır.



Şekil 5.34 : Konut projesinin Son Architect programı üzerinden oda tiplerinin belirlenmesi.

Çizimde sarı ve yeşil olarak belirtilmiş olan odalarının Son Architect programı ile giydirme cam cephe verileri ve dış mekan gürültü ses düzeylerinin değiştirilerek elde edilmiş verileri değerlendirilmiştir. Değerlendirmeye alınmış olan salon ve yatak odalarının her birinin oda numaraları ise Şekil 5.35'te belirtilmiştir.



Şekil 5.35 : Konut projesindeki salon ve yatak odalarının numaralandırılması.

5.7.1 75 dBA gürültü düzeyindeki birinci bölgede yer alan konut binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 75 dBA, genellikle yüksek yoğunluklu trafiğe sahip olan bölgeler ve havaalanı yakınlarındaki bir yerleşim bölgesidir. Bazı konut yapılarının bu bölgelerde bulunduğu varsayılarak inceleme yapılmıştır.

Yüksek gürültülü bölgelerde insanların kendi evleri içerisinde gürültüye maruz kalmadan bir yerleşime sahip olmaları yeşil yapılardaki en birincil temel haklardan biridir. Konut yapılarının çevresel kontrol anlamında önleminin alıyor olması diğer yapılara göre çok daha önemli bir konu olarak karşımıza çıkar.

Tekil Camlar

75 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alan konut projesindeki giydirme cam cephe sisteminin cam çeşitlerinden tekil camlar incelendiğinde yatak odaları için olan kriterlerin salonlara göre daha az iç mekan gürültülü ortamlar olması gerektiği görüldü. Tip 4 yani 16 mm kalınlığındaki camlardan daha ince olacak olan tekil camların yönetmeliğe uygun bir sınıfı bulunmadığı görülmüştür.

Alınabilecek olan en yüksek sınıf değerleri bu bölge için D sınıfı olurken, D sınıfı değerlerini elde edebilmek için de seçilmesi gereken camın 44 mm'lik (Tip 18) en kalın tekil cam olduğu görülmüştür. Çizelge 5.30'u incelediğinde görüldü ki D sınıfını her bir oda üzerinde sağlayabilmek mümkün değildir. Örneğin yatak odası 1-1'de en kalın tekil camın kullanılması dahi o odadan E sınıfı sonuçlarını alınmasını sağlamıştır.

Çift Katmanlı Camlar

Çizelge 5.30 incelendiğinde 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki konut yapısında çift katmanlı kullanılacak olan cam tiplerinden elde edilebilen en başarılı sonuç yönetmelik tarafından geçerli olarak kabul edilmeyen E sınıfıdır.

E sınıfı değeri genellikle yönetmelik üzerinde salonlardan alabilirken, hem yatak odaları hem de salonlar üzerinden başarılı sonuçlar elde etmek için çok katmanlı cam çeşitlerinde her zaman en başarılı sonuçlar sunan 6+20+12,76 mm'lik (6-6'lık lamine cam) Tip 23 ve 8+16+13,52 mm'lik (6-6'lık lamine cam) Tip 30 ile E sınıfı sonuçlar sağlandığı görülmüştür.

Çizelge 5.30 : Örnek konut yapısında yer alan salon ve yatak odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)										Yönet melik Sınıfı
							Salon 1	Salon 2	Salon 3	Salon 4	Y.O. 1-1	Y.O. 2-1	Y.O. 2-2	Y.O. 3-1	Y.O. 3-2	Y.O. 4-1	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	47	53	53	51	52	51	50	50	50	49	E F D C B
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	45	51	51	49	50	49	48	48	48	47	
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	44	50	50	48	49	48	47	47	47	46	
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	42	48	48	46	47	46	45	45	45	44	
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	41	47	47	45	46	45	44	44	44	43	
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	40	46	46	44	45	44	43	43	43	42	
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	40	46	46	44	45	44	43	43	43	42	
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	39	46	46	43	44	43	42	42	42	41	
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	38	45	45	42	43	42	41	41	41	40	
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	38	45	45	42	43	42	41	41	41	40	
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	37	44	44	41	42	41	40	40	40	39	
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	37	44	44	41	42	41	40	40	40	39	
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	36	43	43	40	41	40	39	39	38	38	
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	36	43	43	40	41	40	39	39	38	38	
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	36	43	43	40	41	40	39	39	38	38	
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	35	42	42	39	40	39	38	38	37	37	
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	35	42	42	39	40	39	38	38	37	37	
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	34	41	41	38	39	38	37	37	36	36	

Çizelge 5.30 (devam): Örnek konut yapısında yer salon ve yatak odalarının 75 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSU L Rw (dB)	INSU L (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)										Yönetmelik Sınıfı		
							Salon 1	Salon 2	Salon 3	Salon 4	Y.O. 1-1	Y.O. 2-1	Y.O. 2-2	Y.O. 3-1	Y.O. 3-2	Y.O. 4-1			
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	42	49	49	46	47	46	45	45	44	44	E	F	Y
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	39	46	46	43	44	43	42	42	41	41	D	F	
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	40	47	47	44	45	44	43	43	42	42			
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	38	45	45	42	43	42	41	41	40	40			E
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	37	44	44	41	42	41	40	40	39	39	C	D	
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	38	45	45	42	43	42	41	41	40	40			
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	41	48	48	45	46	45	44	44	43	43			F
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	41	48	48	45	46	45	44	44	43	43	D	E	F
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	41	48	48	45	46	45	44	44	43	43			
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	40	47	47	44	45	44	43	43	42	42			
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	38	45	45	42	43	42	41	41	40	40			
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	37	44	44	41	42	41	40	40	39	39	C	D	E
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	38	45	45	42	43	42	41	41	40	40			

Yatak odaları incelendiği zaman ise görüldü ki 10 cam tipinden F sınıfı değerleri elde edilirken 1 cam tipi sınıflandırmaya dahi girmemiştir.

5.7.1.1 75 dBA’lık gürültü bölgesinde yer alan konut binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

75 dBA’lık bir gürültü bölgesindeki konut projesi Çizelge 5.30’da yer alan sonuçlar ile değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar yatak odalarının salonlara göre iç mekân gürültü düzeyinin daha az olması gerektiğini göstermiştir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta ise salonlarda 24 saatlik gürültü düzeyi ele alınırken yatak odalarının sadece gece ölçümleri üzerinden değerlendirmeler yapılması gerektiğidir. Bu nedenle konutlar üzerinde karşılaştırma ve yorumlama daha çok salonlar odaklı olmalıdır.

75 dBA’lık gürültü bölgesi üzerinde yalnızca salonlar incelense dahi bir konut yapısının bu bölgede D sınıfından daha yukarıda bir sonuç elde etmesinin imkansız olduğu görülmüştür. Elde edilecek olan D sınıfı da ancak 40 mm (Tip 16) ve daha kalın olan camların bulunduğu bir giydirme cam cephe sistemi ile mümkün olmuştur.

Bu gibi yüksek gürültü seviyesine sahip bölgelerde düşünülmesi gereken giydirme cam cephe sistemleri genellikle çift katmanlı giydirme cam cepheler olması sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.31 : 75 dBA’lık gürültü bölgesindeki konut yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)

5.7.2 70 dBA gürültü düzeyindeki ikinci bölgede yer alan konut binasının değerlendirilmesi

70 dBA’lık bir gürültü bölgesi yüksek-orta yoğunluklu trafik gürültüsüne maruz kalan bir bölgedir. Bu gürültü düzeyine sahip bir yerleşim, konut yapılarında sıkça rastlanan bölgelerdendir.

Tekil Camlar

70 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alan konut yapısının çeşitli camlarına göre değerlendirilmesi Çizelge 5.32'de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde görülmüştür ki 18 mm'den (Tip 5) daha ince olan cam çeşitleri ile yönetmelik üzerinden alınacak olan derecele F sınıfıdır.

C sınıfını alabilen tekil camlar ise 34 mm (Tip 13) ve daha kalındır. Ancak projede yer alan tüm oda tiplerinden C sınıfı elde etmek için ise 44 mm (Tip 18) kalınlığındaki tekil camın kullanılması gerektiği gözlemlenmiştir. Yönetmelikte eski yapılar için geçer olarak kabul edilen D sınıfının elde edilebilmesi en ince tekil cam olan 26 mm kalınlığında Tip 9'dur.

Çift Katmanlı Camlar

70 dBA gürültü bölgesinde yer alan bir konut yapısının giydirme cam cephelerinde kullanılacak olan çift katmanlı cam çeşitleri Çizelge 5.32'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.32 göstermiştir ki salonlar dahi ele alındığında 6+20+8,76 mm (4-4'lük lamine cam) (Tip 19), 6+16+6 mm (Tip 25), 6+16+8 mm (Tip 26) ve 6+16+ 8,76 mm'lik (4-4'lük lamine cam) (Tip 27) camlar E sınıfı sonuçları sağlanmıştır.

İki adet tekil camın kullanılarak oluşturulduğu çift katmanlı camlardan yalnızca 6+20+8 mm'den oluşan Tip 21 D sınıfı sonuç elde ederken, Tip 21'in iki tekil camın kullanıldığı çift katmanlı cam cephelerdeki en başarılı cam çeşidi olduğunu gözlemlenmiştir. En başarısız olan lamine cam kombinasyonunun ise Tip 27 olduğu Çizelge 5.32'de görülmüştür.

Böyle bir bölgedeki konut projesinde tercih edilmesi gereken camlar değerlendirildiğinde bir önceki bölümlerde de karşımıza çıkmış olan Tip 23 ve Tip 30 3. ve 4. dairenin yatak odalarından dahi C sınıfı sonuçları sağlayabildiği gözlemlenmiştir.

5.7.2.1 70 dBA'lık gürültü bölgesinde yer alan konut binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki konut projesi ele alındığında D sınıfı olarak yönetmelikten geçer kabulü alabilmenin mümkün olduğu gözlemlenmiştir. Ancak görülmüştür ki C sınıfını her bir oda tipi için sağlayabileceğimiz tek cam çeşidinin 44 mm kalınlığında olan Tip 18 olduğu belirlenmiştir

Çizelge 5.32 : Örnek konut yapısında yer alan salon ve yatak odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)										Yönet melik Sınıfı
							Salon 1	Salon 2	Salon 3	Salon 4	Y.O. 1-1	Y.O. 2-1	Y.O. 2-2	Y.O. 3-1	Y.O. 3-2	Y.O. 4-1	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	42	48	48	46	47	46	45	45	45	44	Y
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	40	46	46	44	45	44	43	43	43	42	E F
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	39	45	45	43	44	43	42	42	42	41	D
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	37	43	43	41	42	41	40	40	40	39	
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	36	42	42	40	41	40	39	39	39	38	
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	35	41	41	39	40	39	38	38	38	37	C E
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	35	41	41	39	40	39	38	38	38	37	D
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	34	41	41	38	39	38	37	37	37	36	
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	33	40	40	37	38	37	36	36	36	35	
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	33	40	40	37	38	37	36	36	36	35	
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	32	39	39	36	37	36	35	35	35	34	
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	32	39	39	36	37	36	35	35	35	34	
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	31	38	38	35	36	35	34	34	33	33	
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	31	38	38	35	36	35	34	34	33	33	A B C
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	31	38	38	35	36	35	34	34	33	33	
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	30	37	37	34	35	34	33	33	32	32	
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	30	37	37	34	35	34	33	33	32	32	
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	29	36	36	33	34	33	32	32	31	31	

Çizelge 5.32 (devam): Örnek konut yapısında yer alan salon ve yatak odalarının 70 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSU L Rw (dB)	INSU L (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)										Yönetmelik Sınıfı		
							Salon 1	Salon 2	Salon 3	Salon 4	Y.O. 1-1	Y.O. 2-1	Y.O. 2-2	Y.O. 3-1	Y.O. 3-2	Y.O. 4-1			
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	37	44	44	41	42	41	40	40	39	39	C		
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	34	41	41	38	39	38	37	37	36	36		D	E
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	35	42	42	39	40	39	38	38	37	37			
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	33	40	40	37	38	37	36	36	35	35			
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	32	39	39	36	37	36	35	35	34	34			D
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	33	40	40	37	38	37	36	36	35	35			
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	36	43	43	40	41	40	39	39	38	38			
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	36	43	43	40	41	40	39	39	38	38	B	C	E
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	36	43	43	40	41	40	39	39	38	38			
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	35	42	42	39	40	39	38	38	37	37			
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	33	40	40	37	38	37	36	36	35	35			
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	32	39	39	36	37	36	35	35	34	34			D
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	33	40	40	37	38	37	36	36	35	35			

Tek ve kalın cam kullanımının zorluğu nedeni ile C sınıfının sadece en kalın cam ile sağlanıyor oluşu proje üzerinde daha iyi bir akustik performans elde edilmesi istendiği zaman daha farklı yollara başvurulması gerektiğini göstermiştir.

Çizelge 5.33 : 70 dBA'lık gürültü bölgesindeki konut yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)

5.7.3 65 dBA gürültü düzeyindeki üçüncü bölgede yer alan konut binasının değerlendirilmesi

Dış gürültü düzeyi olarak ele alınan 65 dBA ise genellikle orta yoğunluklu trafiğe sahip olan bölgelerdir.

Tekil Camlar

Tekil camların 65 dBA'lık bir gürültü bölgesinde yer alacak olan konut yapısının giydirme cam cephe sisteminde incelenmesi Çizelge 5.35'te belirtilmiştir. Çizelge incelendiği zaman 65 dBA'lık bir gürültü bölgesinde hem yatak odası hem de salonlar için elde edilecek olan değerlendirmede E sınıfı sonucu elde etmemek için 10 mm (Tip 3), 8 mm (Tip 2) ve 6 mm (Tip 1) kalınlığındaki cam çeşitlerinin kullanılmaması gerektiği gözlemlenmiştir.

Elde edilecek olan değerlerin B ve A sınıfı olması istenirse dikkat edilmesi gereken cam kalınlığı 40 mm (Tip 16) ve ondan daha kalın olan tekil camlar olmalıdır. Tekil camların kalınlığı kütle ve maliyet olarak karşımıza daha çok çıksa da ses yalıtımı açısından bizlere en iyi sonuçları kalın tekil camların sağladığı gözlemlenmiştir.

Çift Katmanlı Camlar

65 dBA gürültü bölgesinde yer alan bir konut yapısının giydirme cam cephelerinde kullanılacak olan çift katmanlı cam çeşitleri Çizelge 5.35'te belirtilmiştir. 75 dBA ve 70 dBA'lık bir gürültü bölgesinde çift katmanlı camlarda olduğu gibi en başarısız

sonuçları 6+20+8,76 mm (4-4'lük lamine cam) (Tip 19), 6+16+6 mm (Tip 25), 6+16+8 mm (Tip 26) ve 6+16+8,76 mm'lik (4-4'lük lamine cam) (Tip 27) camlardır. Bu camlar bazı oda tipleri üzerinde D sınıfı değerleri vermiş olsa da bu tip camların bu bölgelerde kullanılması yönetmelik üzerinden geçer sınıf almasını sağlamıştır.

Böyle bir bölgedeki konut projesinde tercih edilmesi gereken camlar yine bir önceki bölümlerde karşımıza çıkmış olan Tip 23 ve Tip 30 camlarıdır. Bu camlar odalar içerisinde değişken olarak B ve A sınıflarını sağlayabildiği görülmüştür.

5.7.3.1 65 dBA gürültü bölgesinde yer alan konut binasının sonuçlarının değerlendirilmesi

65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki konut projesi ele alındığı zaman Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 gibi çok ince camlar kullanılmadığı sürece tüm cam tipleri ile yönetmelik üzerinden geçer sınıfı sağlanabildiği ortaya çıkmıştır. Yapılacak tercihlerin A ve B sınıfında olması istendiğinde bu değerleri sağlayabilecek hem tekil hem de çok katmanlı camlar mevcut olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.34 : 65 dBA'lık gürültü bölgesindeki konut yapısında en yüksek sınıf değerlerini sağlayan camlar.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C,Ctr)
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)

Çizelge 5.35 : Örnek konut yapısında yer alan salon ve yatak odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki tek katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSUL Rw (dB)	INSUL (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)										Yönetmelik Sınıfı
							Salon 1	Salon 2	Salon 3	Salon 4	Y.O. 1-1	Y.O. 2-1	Y.O. 2-2	Y.O. 3-1	Y.O. 3-2	Y.O. 4-1	
TİP 1	6	6	x	x	31	(-1,-3)	37	43	43	41	42	41	40	40	40	39	C
TİP 2	8	8	x	x	32	(-1,-2)	35	41	41	39	40	39	38	38	38	37	E
TİP 3	10	10	x	x	33	(-1,-2)	34	40	40	38	39	38	37	37	37	36	D
TİP 4	16	16	x	x	36	(-1,-3)	32	38	38	36	37	36	35	35	35	34	
TİP 5	18	18	x	x	36	(-1,-3)	31	37	37	35	36	35	34	34	34	33	B
TİP 6	20	20	x	x	37	(-1,-3)	30	36	36	34	35	34	33	33	33	32	C
TİP 7	22	22	x	x	37	(0,-2)	30	36	36	34	35	34	33	33	33	32	
TİP 8	24	24	x	x	38	(-1,-3)	29	36	36	33	34	33	32	32	32	31	
TİP 9	26	26	x	x	38	(0,-2)	28	35	35	32	33	32	31	31	31	30	
TİP 10	28	28	x	x	39	(-1,-3)	28	35	35	32	33	32	31	31	31	30	
TİP 11	30	30	x	x	39	(0,-2)	27	34	34	31	32	31	30	30	30	29	C
TİP 12	32	32	x	x	40	(-1,-3)	27	34	34	31	32	31	30	30	30	29	
TİP 13	34	34	x	x	41	(-1,-3)	26	33	33	30	31	30	29	29	28	28	
TİP 14	36	36	x	x	41	(-1,-3)	26	33	33	30	31	30	29	29	28	28	B
TİP 15	38	38	x	x	41	(0,-2)	26	33	33	30	31	30	29	29	28	28	A
TİP 16	40	40	x	x	42	(-1,-3)	25	32	32	29	30	29	28	28	27	27	
TİP 17	42	42	x	x	42	(0,-2)	25	32	32	29	30	29	28	28	27	27	
TİP 18	44	44	x	x	43	(-1,-4)	24	31	31	28	29	28	27	27	26	26	

Çizelge 5.35 (devam): Örnek konut yapısında yer alan salon ve yatak odalarının 65 dBA'lık bir gürültü bölgesindeki çift katmanlı cam çeşitlerine göre elde edilmiş iç mekan gürültü düzeyleri.

Cam Cephe Çeşitleri	Cam Kesit Kalınlığı (mm)	Katman 1 (mm)	Boşluk (mm)	Katman 2 (mm)	INSU L Rw (dB)	INSU L (C;Ctr)	İç mekan gürültü düzeyleri (dB)										Yönetmelik Sınıfı
							Salon 1	Salon 2	Salon 3	Salon 4	Y.O. 1-1	Y.O. 2-1	Y.O. 2-2	Y.O. 3-1	Y.O. 3-2	Y.O. 4-1	
TİP 19	32	6	20	6	37	(-2,-5)	32	39	39	36	37	36	35	35	34	34	D
TİP 20	34,76	6	20	8,76 (4-4lük Lam.)	39	(-1,-4)	29	36	36	33	34	33	32	32	31	31	C
TİP 21	34	6	20	8	38	(-1,-4)	30	37	37	34	35	34	33	33	32	32	B
TİP 22	36,76	6	20	10,76 (5-5lik Lam.)	39	(-2,-5)	28	35	35	32	33	32	31	31	30	30	B
TİP 23	38,76	6	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-6)	27	34	34	31	32	31	30	30	29	29	B
TİP 24	40,76	8	20	12,76 (6-6lık Lam.)	41	(-2,-4)	28	35	35	32	33	32	31	31	30	30	A
Tip 25	28	6	16	6	36	(-2,-4)	31	38	38	35	36	35	34	34	33	33	D
Tip 26	30	6	16	8	37	(-3,-6)	31	38	38	35	36	35	34	34	33	33	C
Tip 27	30,76	6	16	8,76 (4-4lük Lam.)	38	(-2,-5)	31	38	38	35	36	35	34	34	33	33	D
Tip 28	32,76	6	16	10,76 (5-5lik Lam.)	38	(-2,-5)	30	37	37	34	35	34	33	33	32	32	C
Tip 29	34,76	6	16	12,76 (6-6lık Lam.)	40	(-2,-5)	28	35	35	32	33	32	31	31	30	30	B
Tip 30	37,52	8	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-3,-6)	27	34	34	31	32	31	30	30	29	29	B
Tip 31	39,52	10	16	13,52 (6-6lık Lam. Cam)	41	(-2,-5)	28	35	35	32	33	32	31	31	30	30	B

6. SONUÇ

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte kullanımı daha sık ve daha kolay hale gelen giydirme cam cephe sistemlerinin, bina tipi ya da bulunduğu bölge ayırt edilmeksizin Türkiye’de bir kontrol mekanizması olmadığından dolayı her bina çeşidinde kullanılmaktadır. Kullanılan giydirme cam cephe sistemlerinde ise özel tasarım yapılmadığı sürece ülkemizde standart olarak kullanılan cam çeşitleri 31 adettir. Bu tez çalışmasında ise hastane, otel, eğitim, konut ve ofis yapısı gibi seçilmiş olan 5 farklı bina tipi üzerinde bu giydirme cam cephelerdeki farklı cam çeşitleri uygulanarak 3 ayrı gürültü bölgesi üzerinde iç mekan gürültü düzeyleri elde edilmiştir. Elde edilen iç mekan gürültü düzeyleri ise 31 Mayıs 2017 tarihinde yayımlanmış olan “Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Yönetmeliği” ile değerlendirilerek, standart olarak kullanılan cam çeşitlerinden hangilerinin yönetmeliğe uygun değerler sağladığı konusunda sonuçlara varılmıştır.

SON Architect ve INSUL programları kullanılarak elde edilen sonuçlar ele alındığında, 75 dBA’lık bir gürültü bölgesinde yer alacak yapıların yönetmelikte eski yapılar için geçer derecesi olan D sınıfını alabilmesi için cam çeşitlerinden en kalın olan 42 mm ve 44 mm kalınlığındaki tekil camların seçilmesi gerektiğini görülmüştür. Ancak 40 mm ve 44 mm kalınlığındaki camların bina yükü ve maliyet olarak çıkaracağı sonuçlar oldukça fazladır. Bu nedenle 75 dBA’lık bir gürültü bölgesinde yapılacak olan bir yapının cephesi üzerinde standardın dışında cam seçilmesi ya da çift kat giydirme cam cephe yapılması gibi seçeneklerin düşünülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu gibi önlemler hem yönetmelik tarafından alınabilecek olan sınıf değerini yükseltecek, hem de yapı üzerinde doğru detaylandırmayı sağlayacaktır.

75 dBA’lık gürültü bölgesi bir otel yapısında incelendiği zaman tüm odalardan D derecesini almak bile mümkün olamamaktadır. Bu nedenle otellerin hem yönetmelikte hem de bina tasarımında cephesinin dikkat edilmesi gereken yapı tipinin olduğu görülmüştür. 75 dBA’lık gürültü bölgesinde yönetmelikten sağlanabilen en iyi derecelerin genellikle konut yapılarındaki salonlar olduğunu

ortaya çıkmıştır. Konut yapılarındaki salonlar, 75 dBA'lık bir gürültü bölgesinde dahi en kalın tekil cam seçimi ile birlikte B sınıfı değerleri elde edilebildiği belirlenmiştir.

70 dBA'lık bir gürültü bölgesinde ise yine tüm yapılardaki en iyi sonuçları kalın tekil camlar ile elde etmek mümkün olmuştur. Bu gibi bir gürültü seviyesine sahip bölgelerde standart olarak kullanılan camların uygulanmasında dahi alınabilecek en yüksek derece B sınıfını geçememektedir. Hem maliyet anlamında hem de yapım kolaylığı açısından seçilebilecek standart camlarla ise alınabilecek en yüksek değerin 70 dBA'lık bir gürültü bölgesinde D sınıfı olduğu gözlemlenmiştir. Böyle bir durumda da yeşil bina standartlarına uymak isteyen ya da sertifikaya başvuracak olan binaların daha yüksek seviyelere ulaşabilmesi için ya özel cam çeşitleri ya da çift katmanlı giydirme cam cephe çeşitleri gibi alternatif yollara başvurması gerektiği ortaya çıkmıştır. 65 dBA'lık bir gürültü bölgesinde ise elde edilen değerlerin birçoğu B ve C sınıfı gibi değerlerdir. C sınıfının yönetmelikte yeni yapılar için geçer bir sınıf olmasından dolayı bu gürültü bölgesinde kabul edilebilir sonuçlar sağlanmıştır. Ancak bu gürültü bölgesinden de her yapı için A sınıfına ulaşmak ise ancak tekil ve kalın camlar ile mümkün olmuştur.

Hesaplamalarda elde edilen sonuçlara yapılardaki oda hacimleri ve odaların cephe boyutlarının da etkisi oldukça fazladır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde cam seçimlerinin yanı sıra yapı içerisindeki odaların cephe ile olan ilişkileri ve cephe yüzeyinin etkisinin büyük olduğu gözlemlenmiştir. Yapılarda daha az iç mekân gürültüsü istendiğinde cephedeki cam yüzey alanını küçültmenin de bir çözüm yolu olduğu sonucu elde edilmiştir.

Standart olarak değerlendirilen 31 cam çeşidi ele alındığında, tekil camlarda günümüzde çok sık tercih edilmeyen 6 mm ve 8 mm kalınlığındaki camların çoğu zaman 65 dBA'lık gürültü bölgelerinde dahi yönetmelikten geçer sınıfı alamadığı görülmüştür. En başarılı sonuçları 42 mm ve 44 mm kalınlığındaki camlar sağlarken, çift katmanlı camlarda en iyi sonuçları ise 6+20+12,76 mm (6-6'lık lamine cam) ile Tip 23 ve 8+16+13,52 mm (6-6'lık lamine cam) olan Tip 30 ile elde etmek mümkün olmuştur. Çok katmanlı camlarda ise en kötü sonuçlar genel olarak 2 tekil camın bir araya gelmesi ile oluşturulmuş camlardan elde edilmiştir.

Sonuç olarak Türkiye’de standart olarak kullanılan 31 cam tipi ile uygulanan giydirme cam cephe sistemlerinin 65 dBA’dan daha yüksek olan gürültü bölgelerinde kullanılmasının yönetmelikten D sınıfı üzeri derece alınmasına engel olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle yüksek gürültü düzeyine sahip bölgelerde yapılacak binaların giydirme cam cephelerindeki camların seçimi yapılırken camların ses yalıtım performansına dikkat edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Çizelge 6.1’de cam tipleri ile çalışmada elde edilmiş sınıf değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6.1: Çalışma sonunda elde edilen bilgiler doğrultusunda bina tiplerine göre kullanılacak minimum ve maksimum değerdeki camlar ve yönetmelik ile elde edilecek olan sınıf değerleri.

Bina İşlevi	Mekan	Min. Max. Değerler	75 dBA Gürültü Bölgesi				70 dBA Gürültü Bölgesi				65 dBA Gürültü Bölgesi			
			Tekil Camlar		Çift Katmanlı Camlar		Tekil Camlar		Çift Katmanlı Camlar		Tekil Camlar		Çift Katmanlı Camlar	
			Tip	Sınıf	Tip	Sınıf	Tip	Sınıf	Tip	Sınıf	Tip	Sınıf	Tip	Sınıf
Hastane	Tek Yataklı Hasta Odası	Min.	Tip 16 (40mm)	D	Tip 29 (6-16-12,76)	E	Tip 13 (34mm)	C	Tip 22 (6-20-10,76)	D	Tip 4 (16mm)	C	Tip 21 (6-20-8)	C
		Max.	Tip 18 (44mm)	D	Tip 30 (8-16-13,52)	E	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	D	Tip 18 (44mm)	B	Tip 30 (8-16-13,52)	C
	Birden Çok Yataklı Hasta Odası	Min.	Tip 13 (34mm)	C	Tip 22 (6-20-10,76)	D	Tip 11 (30mm)	B	Tip 21 (6-20-8)	C	Tip 4 (16mm)	B	Tip 20 (6-20-8,76)	B
		Max.	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	D	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	C	Tip 18 (44mm)	A	Tip 30 (8-16-13,52)	A
Ofis	İdari Oda	Min.	Tip 10 (28mm)	C	Tip 20 (6-20-8,76)	D	Tip 4 (16mm)	C	Tip 20 (6-20-8,76)	C	Tip 1 (6mm)	C	Tip 19 (6-20-6)	B
		Max.	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	D	Tip 18 (44mm)	A	Tip 30 (8-16-13,52)	B	Tip 18 (44mm)	A	Tip 30 (8-16-13,52)	A
	Toplantı Odası	Min.	Tip 13 (34mm)	D	Tip 20 (6-20-8,76)	E	Tip 11 (30mm)	C	Tip 20 (6-20-8,76)	D	Tip 4 (16mm)	C	Tip 20 (6-20-8,76)	C
		Max.	Tip 18 (44mm)	D	Tip 30 (8-16-13,52)	E	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	D	Tip 18 (44mm)	B	Tip 30 (8-16-13,52)	C
Otel*	Otel Odası	Min.	Tip 17 (42mm)	E	Tip 23 (6-20-12,76)	E	Tip 15 (38mm)	D	Tip 22 (6-20-10,76)	D	Tip 5 (18mm)	C	Tip 21 (6-20-8)	C
		Max.	Tip 18 (44mm)	E	Tip 30 (8-16-13,52)	E	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	D	Tip 18 (44mm)	B	Tip 30 (8-16-13,52)	C
Eğitim	Derslik	Min.	Tip 13 (34mm)	C	Tip 23 (6-20-12,76)	D	Tip 6 (20mm)	C	Tip 22 (6-20-10,76)	C	Tip 13 (34mm)	A	Tip 19 (6-20-6)	C
		Max.	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	D	Tip 18 (44mm)	B	Tip 30 (8-16-13,52)	C	Tip 18 (44mm)	A	Tip 30 (8-16-13,52)	A
Konutlar	Salon	Min.	Tip 16 (40mm)	D	Tip 23 (6-20-12,76)	D	Tip 13 (34mm)	C	Tip 22 (6-20-10,76)	C	Tip 4 (16mm)	C	Tip 20 (6-20-8,76)	C
		Max.	Tip 18 (44mm)	D	Tip 30 (8-16-13,52)	D	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	C	Tip 18 (44mm)	A	Tip 30 (8-16-13,52)	A
	Yatak Odası	Min.	Tip 16 (40mm)	D	Tip 23 (6-20-12,76)	E	Tip 13 (34mm)	C	Tip 23 (6-20-12,76)	D	Tip 8 (24mm)	C	Tip 23 (6-20-12,76)	B
		Max.	Tip 18 (44mm)	D	Tip 30 (8-16-13,52)	E	Tip 18 (44mm)	C	Tip 30 (8-16-13,52)	D	Tip 18 (44mm)	B	Tip 30 (8-16-13,52)	B



KAYNAKLAR

- [1] **Wiggington, M.** (1996), *Glass in Architecture*. London, Phaidon, pp.6–96.
- [2] **Compagno, A.** (1995), *Intelligent glass facades; material, practice, design*, 4th edition (1999). Basel, Birkhäuser, pp.193–196.
- [3] **Patterson, M.R.** (2011), *Structural Glass Facades and Enclosures*, New Jersey, Wiley, pp. 20-85
- [4] **Libby, J.,** (1999), *Advanced Acoustic Glazing - The Latest Developments in Sound and Glazing*, *Glass in Buildings*, pp. 119-124.
- [5] **CWCT,** (2001), *The Fenestration And Cladding Engineering Technology Scheme*, <http://www.cwct.co.uk/facets/index.htm>.
- [6] **Charles, M., Salter Associates Inc.** (1998), *Acoustics: architecture, engineering, the environment*. San Francisco: William Stout Publishers, pp 50–58.
- [7] **Mommertz, E.** (2009), *Acoustics and Sound Insulation: Principles, Planning, Examples*. Basel, Birkhäuser.
- [8] **Makepeace, C.** *Glass and Metal Curtain Walls: Best Practice Guide Building Technology (Public Works and Government Services Canada: Canada Mortgage and Housing Corporation)*, <http://www.tboake.com/guides/curtain.pdf>.
- [9] **Poirazis, H.,** (2004), *Double-Skin Facades for Office Buildings Literature Review*, Department of Construction and Architecture, Lund Institute of Technology, Lund, pp. 18-22
- [10] **LoVerde J., Dong W.,** (2008), *Methods for Reducing Flanking Airborne Noise Transmission through Mullions of Curtain Wall Systems*, *The Journal of the Acoustical Society of America* (Vol. 124, Issue 4)
- [11] **Valmont, E.** (2015), *Lateral sound flanking transmission at curtain wall mullions: An empirical investigation to identify controlling mechanisms, (Doktora Tezi)*, University of Southern California, ABD.
- [12] **Bauer M., Mösle P., Schwarz M.,** (2010), *Green Building Guidebook for Sustainable Architecture*, Springer, Berlin, pp. 88-90.
- [13] **TS EN12354- 3** (2006). *Yapı Akustiği-Yapıların Akustik Performansının Elemanların Performanslarından Hesaplanması – Bölüm 3: Hava İlr Yayılan Dışarıdaki Sesin Yalıtımı*
- [14] **Rasmussen B.,** (2014), *COST ACTION TU0901: Integrating And Harmonizing Sound Insulation Aspects in Sustainable Urban Housing Constructions*, COST Office and Authors
- [15] **Insul: Sound Insulation Prediction Program Users Manuel,** (2014), Marshall Day Acoustics

- [16]**Bradley J.S.**, (2003), The Acoustical Design Of Conventional Open Plan Offices,*Canadian Acoustics* (Vol 31, No 2)
- [17]**Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik.** (2017) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sayı 30082
- [18]**Xiaotu L.**, (1988), Acoustic Standards and guest room Isolation in Hotels , *Applied Acoustics*. (Volume 25, Issue 2)
- [19]**Busch-Vishniac, I., West, J., Barnhill, C., Hunter, T., Orellana, D., & Chivukula, R.** (2005). Noise levels in Johns Hopkins Hospital. *Journal of the Acoustical Society of America*, 118(6), 3629–3645.
- [20]**Ehrlich G., Gurovich Y.**, (2004), A Typical Case Study of School Sound Insulation. *Sound and Vibration*, pp. 16-19.
- [21]**Smith S., Wood J., Mackenzie R.**, (2006) Housing and Sound Insulation. Arcamedia, Edinburgh.
- [22]**SON Architect ISO: Users Manuel**, (2012), Sound of Numbers S. L.
- [23]**Quirt, J.D.**, (1981), Measurements of the Sound Transmission Loss Of The Windows, Building Research Note 172, National Research Council Canada
- [24]**Demirkale S.Y.**,Cevre ve Yapi Akustigi,Birsen Yayin Evi, 2007,Istanbul

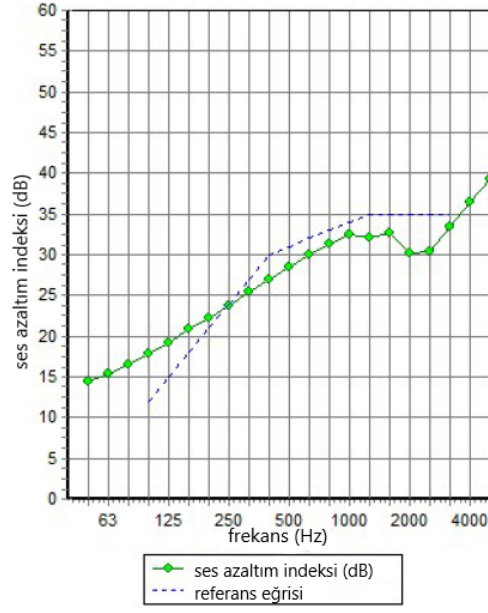
EKLER

EK A: Grafikler



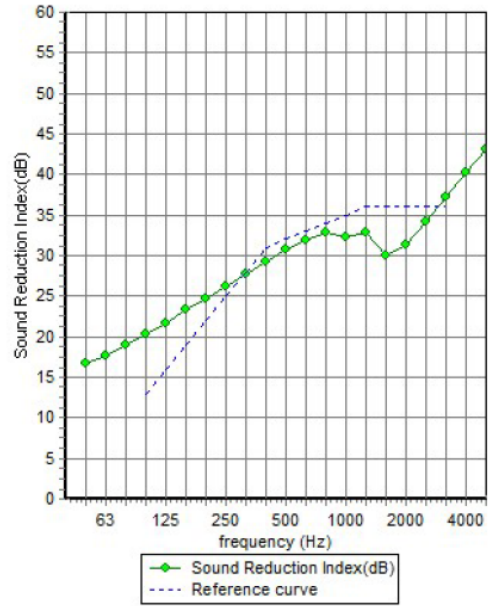
EK A

frekans (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	14	
63	15	15
80	17	
100	18	
125	19	19
160	21	
200	22	
250	24	24
315	25	
400	27	
500	29	28
630	30	
800	31	
1000	32	32
1250	32	
1600	33	
2000	30	31
2500	30	
3150	33	
4000	36	36
5000	39	



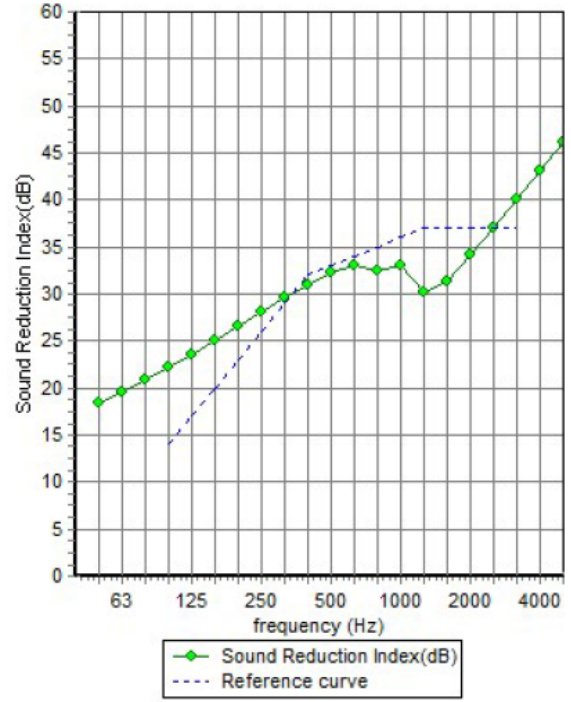
Şekil 5.36 : 6mm kalınlığındaki Tip 1 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	17	
63	18	18
80	19	
100	20	
125	22	22
160	23	
200	25	
250	26	26
315	28	
400	29	
500	31	31
630	32	
800	33	
1000	32	33
1250	33	
1600	30	
2000	31	31
2500	34	
3150	37	
4000	40	40
5000	43	



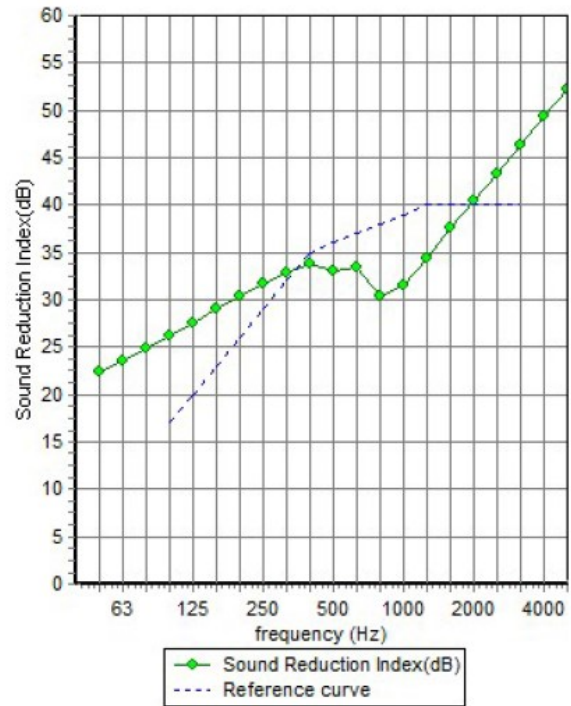
Şekil 5.37 : 8mm kalınlığındaki Tip 2 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R(dB)
50	18	
63	20	20
80	21	
100	22	
125	24	23
160	25	
200	27	
250	28	28
315	30	
400	31	
500	32	32
630	33	
800	32	
1000	33	32
1250	30	
1600	31	
2000	34	34
2500	37	
3150	40	
4000	43	42
5000	46	



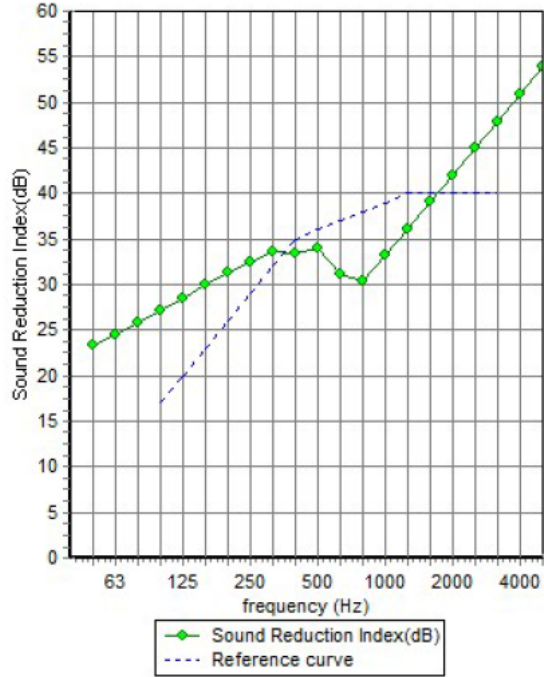
Şekil 5.38 : 10mm kalınlığındaki Tip 3 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	22	
63	24	23
80	25	
100	26	
125	28	27
160	29	
200	30	
250	32	32
315	33	
400	34	
500	33	33
630	33	
800	30	
1000	32	32
1250	34	
1600	38	
2000	40	40
2500	43	
3150	46	
4000	49	49
5000	52	



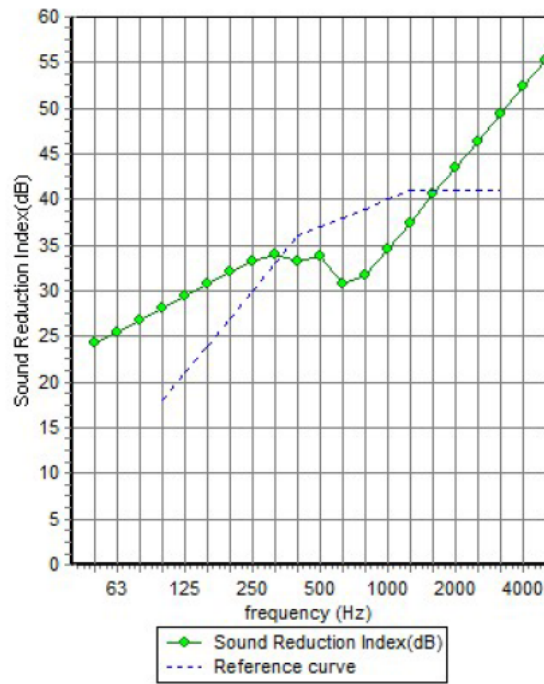
Şekil 5.39 : 16mm kalınlığındaki Tip 4 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	23	
63	25	24
80	26	
100	27	
125	28	28
160	30	
200	31	
250	32	32
315	34	
400	33	
500	34	33
630	31	
800	30	
1000	33	33
1250	36	
1600	39	
2000	42	41
2500	45	
3150	48	
4000	51	50
5000	54	



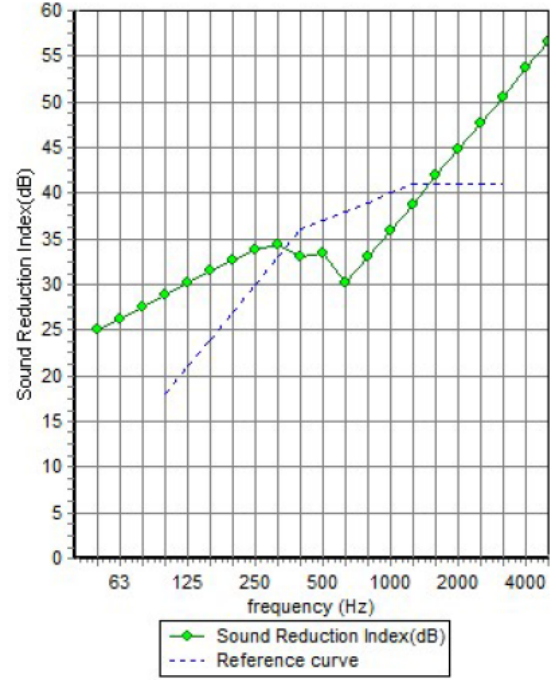
Şekil 5.40 : 18mm kalınlığındaki Tip 5 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	24	
63	25	25
80	27	
100	28	
125	29	29
160	31	
200	32	
250	33	33
315	34	
400	33	
500	34	32
630	31	
800	32	
1000	35	34
1250	37	
1600	41	
2000	43	43
2500	46	
3150	49	
4000	52	52
5000	55	



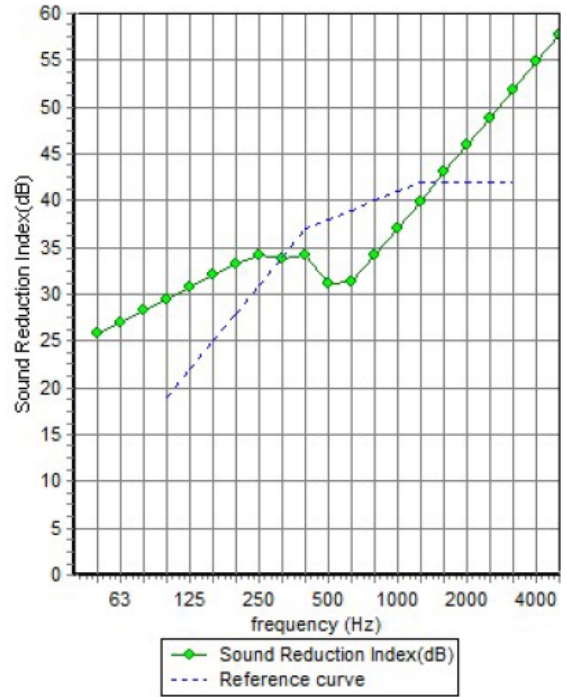
Şekil 5.41 : 20mm kalınlığındaki Tip 6 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R(dB)	R(dB)
50	25	
63	26	26
80	28	
100	29	
125	30	30
160	32	
200	33	
250	34	34
315	34	
400	33	
500	33	32
630	30	
800	33	
1000	36	35
1250	39	
1600	42	
2000	45	44
2500	48	
3150	51	
4000	54	53
5000	57	



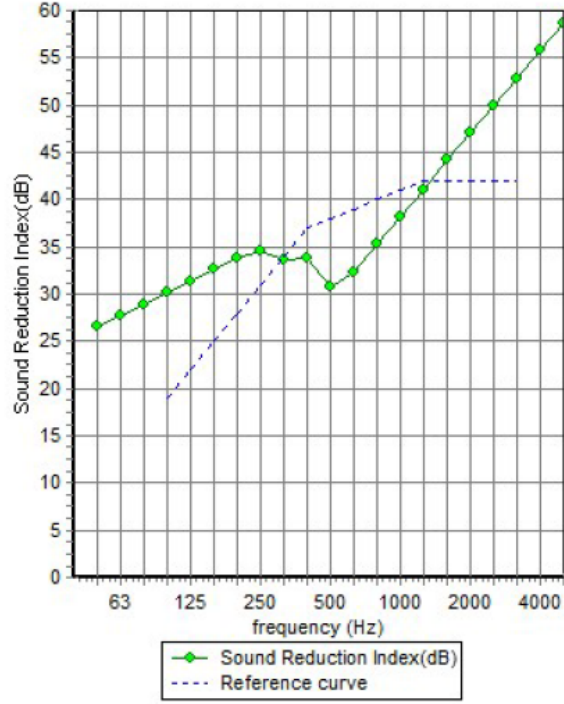
Şekil 5.42 : 22mm kalınlığındaki Tip 7 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R(dB)	R (dB)
50	26	
63	27	27
80	28	
100	30	
125	31	31
160	32	
200	33	
250	34	34
315	34	
400	34	
500	31	32
630	31	
800	34	
1000	37	37
1250	40	
1600	43	
2000	46	45
2500	49	
3150	52	
4000	55	54
5000	58	



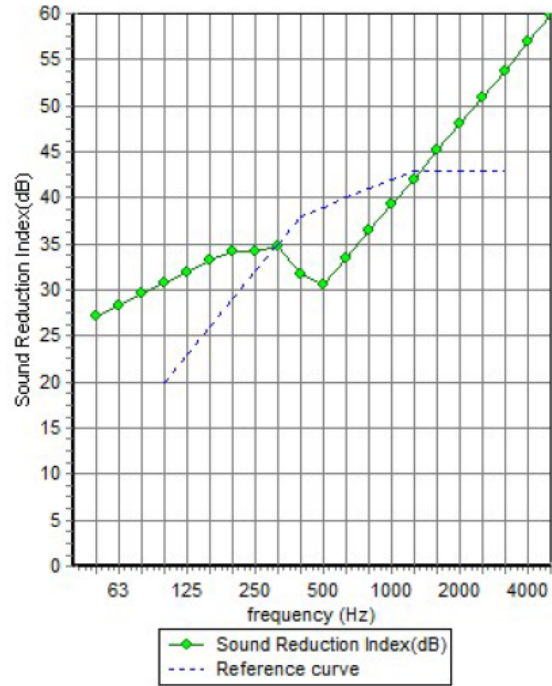
Şekil 5.43 : 24mm kalınlığındaki Tip 8 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	27	
63	28	28
80	29	
100	30	
125	31	31
160	33	
200	34	
250	35	34
315	34	
400	34	
500	31	32
630	32	
800	35	
1000	38	38
1250	41	
1600	44	
2000	47	46
2500	50	
3150	53	
4000	56	55
5000	59	



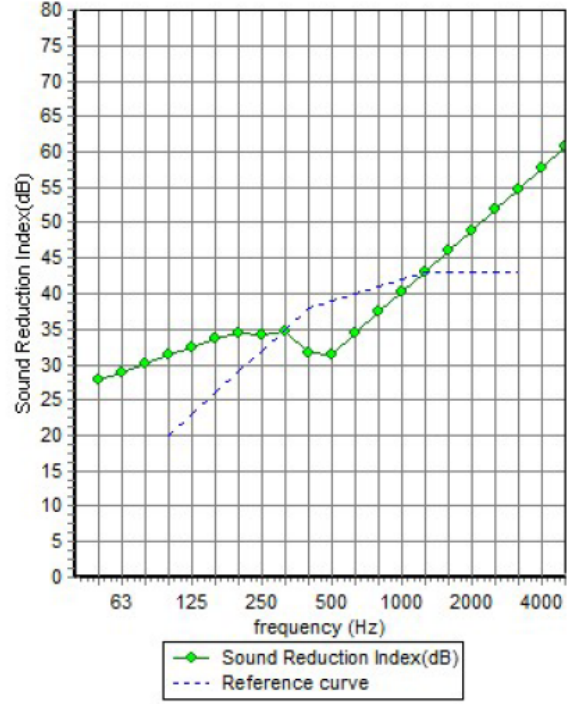
Şekil 5.44 : 26mm kalınlığındaki Tip 9 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R(dB)	R(dB)
50	27	
63	28	28
80	30	
100	31	
125	32	32
160	33	
200	34	
250	34	34
315	35	
400	32	
500	30	32
630	33	
800	36	
1000	39	39
1250	42	
1600	45	
2000	48	47
2500	51	
3150	54	
4000	57	56
5000	60	



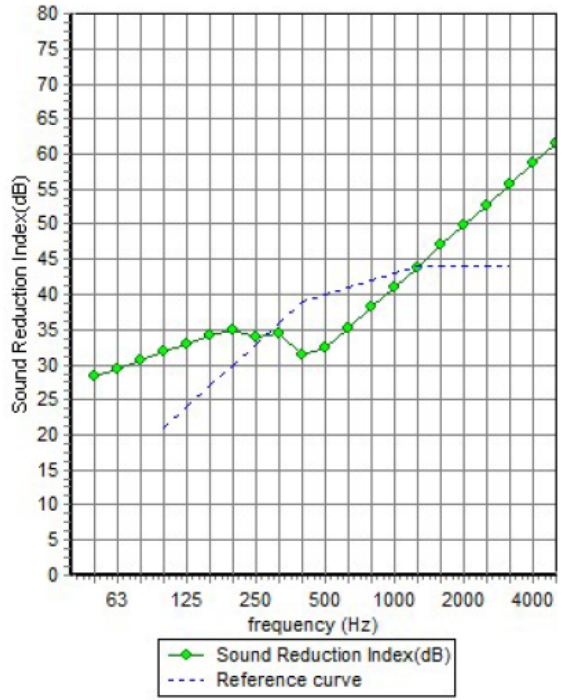
Şekil 5.45 : 28mm kalınlığındaki Tip 10 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	28	
63	29	29
80	30	
100	31	
125	32	32
160	34	
200	35	
250	34	34
315	35	
400	32	
500	31	32
630	34	
800	37	
1000	40	40
1250	43	
1600	46	
2000	49	48
2500	52	
3150	55	
4000	58	57
5000	61	



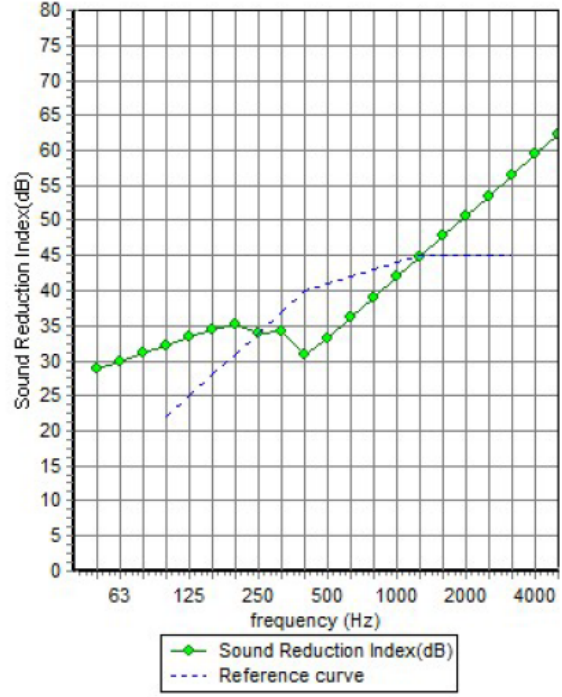
Şekil 5.46 : 30mm kalınlığındaki Tip 11 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R(dB)	R(dB)
50	28	
63	29	29
80	31	
100	32	
125	33	33
160	34	
200	35	
250	34	34
315	34	
400	31	
500	32	33
630	35	
800	38	
1000	41	40
1250	44	
1600	47	
2000	50	49
2500	53	
3150	56	
4000	59	58
5000	62	



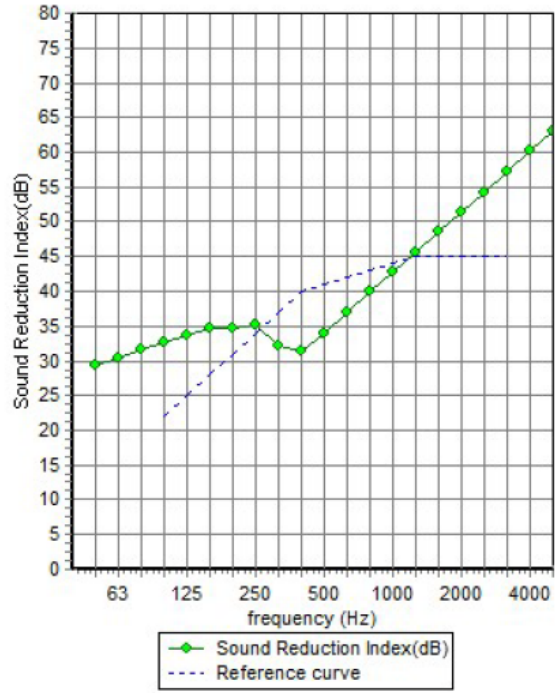
Şekil 5.47 : 32mm kalınlığındaki Tip 12 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	29	
63	30	30
80	31	
100	32	
125	33	33
160	34	
200	35	
250	34	34
315	34	
400	31	
500	33	33
630	36	
800	39	
1000	42	41
1250	45	
1600	48	
2000	51	50
2500	54	
3150	56	
4000	59	59
5000	62	



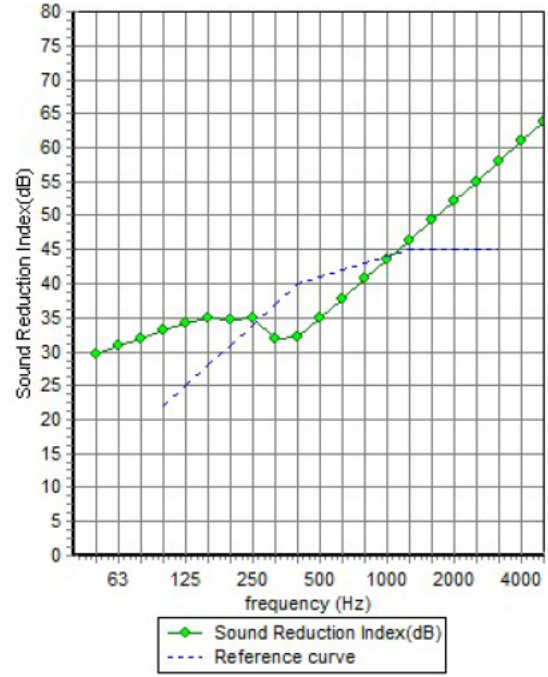
Şekil 5.48 : 34mm kalınlığındaki Tip 13 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R(dB)	R(dB)
50	29	
63	30	30
80	32	
100	33	
125	34	34
160	35	
200	35	
250	35	34
315	32	
400	31	
500	34	33
630	37	
800	40	
1000	43	42
1250	46	
1600	49	
2000	51	51
2500	54	
3150	57	
4000	60	60
5000	63	



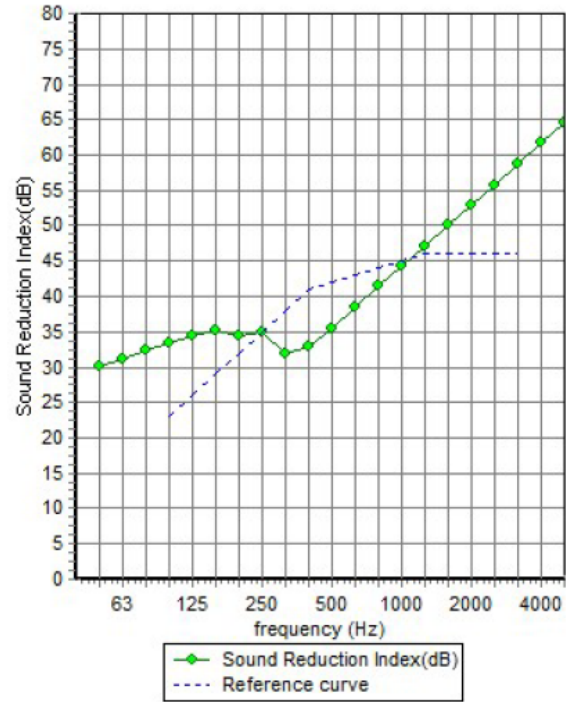
Şekil 5.49 : 36mm kalınlığındaki Tip 14 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	30	
63	31	31
80	32	
100	33	
125	34	34
160	35	
200	35	
250	35	34
315	32	
400	32	
500	35	34
630	38	
800	41	
1000	43	43
1250	46	
1600	49	
2000	52	52
2500	55	
3150	58	
4000	61	60
5000	64	



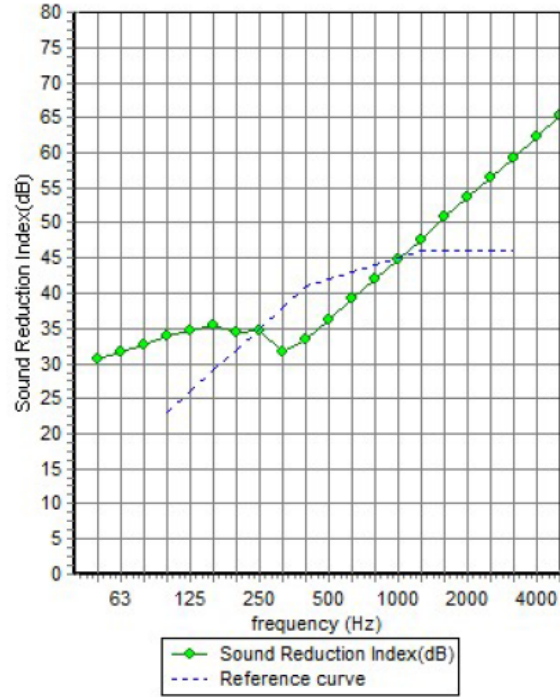
Şekil 5.50 : 38mm kalınlığındaki Tip 15 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	30	
63	31	31
80	32	
100	33	
125	34	34
160	35	
200	34	
250	35	33
315	32	
400	33	
500	36	35
630	38	
800	41	
1000	44	44
1250	47	
1600	50	
2000	53	52
2500	56	
3150	59	
4000	62	61
5000	65	



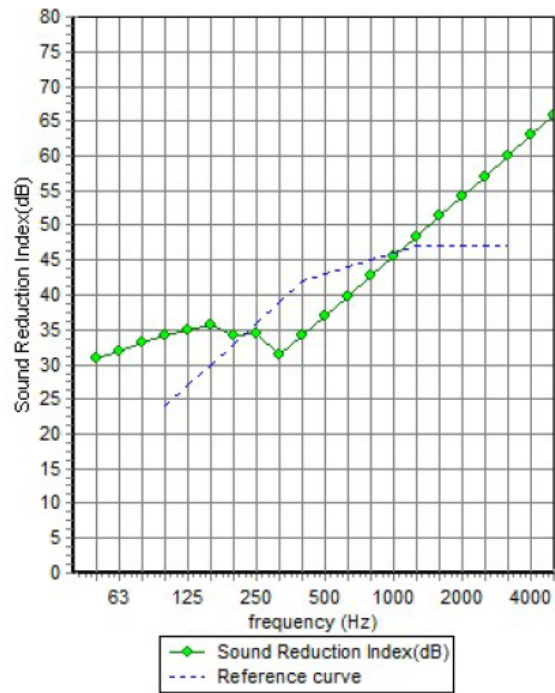
Şekil 5.51 : 40mm kalınlığındaki Tip 16 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	31	
63	32	32
80	33	
100	34	
125	35	35
160	35	
200	34	
250	35	33
315	32	
400	34	
500	36	36
630	39	
800	42	
1000	45	44
1250	48	
1600	51	
2000	54	53
2500	56	
3150	59	
4000	62	62
5000	65	



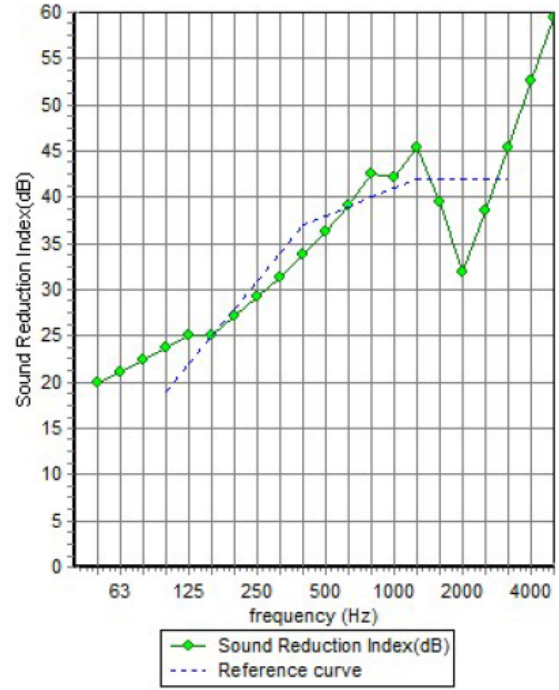
Şekil 5.52 : 42mm kalınlığındaki Tip 17 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	31	
63	32	32
80	33	
100	34	
125	35	35
160	36	
200	34	
250	35	33
315	31	
400	34	
500	37	36
630	40	
800	43	
1000	46	45
1250	48	
1600	51	
2000	54	54
2500	57	
3150	60	
4000	63	62
5000	66	



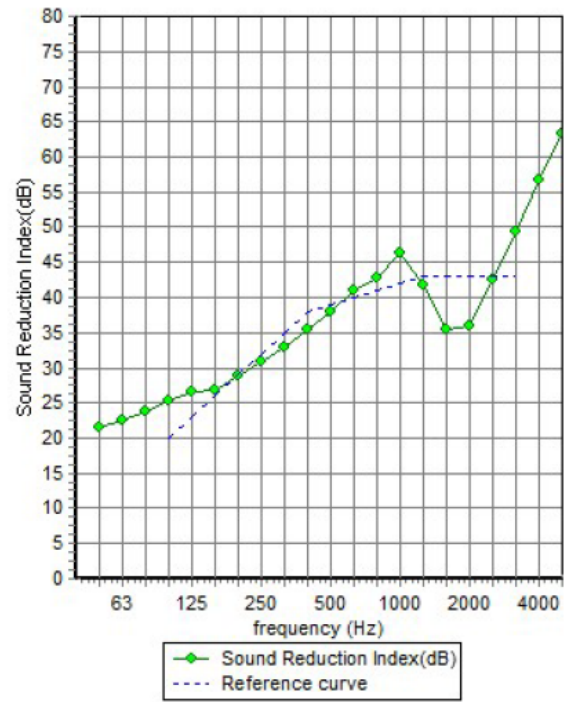
Şekil 5.53 : 44mm kalınlığındaki Tip 18 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	20	
63	21	21
80	22	
100	24	
125	25	25
160	25	
200	27	
250	29	29
315	31	
400	34	
500	36	36
630	39	
800	42	
1000	42	43
1250	45	
1600	39	
2000	32	35
2500	39	
3150	45	
4000	53	49
5000	59	



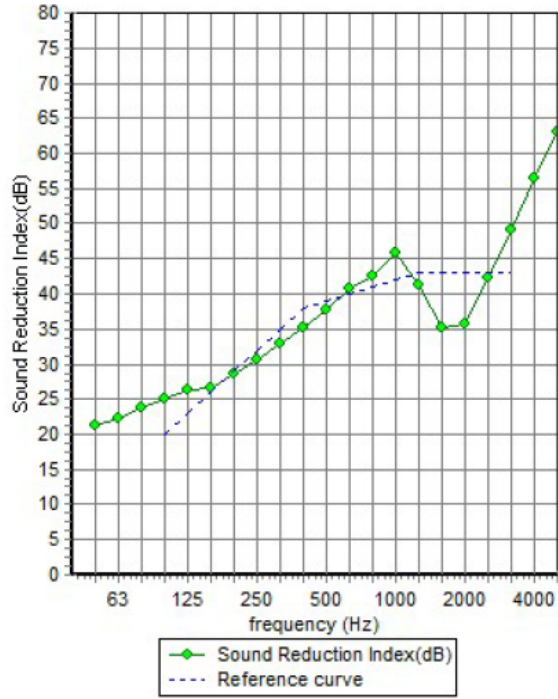
Şekil 5.54 : 6+20+6mm kalınlığındaki Tip 19 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	21	
63	23	23
80	24	
100	25	
125	27	26
160	27	
200	29	
250	31	31
315	33	
400	35	
500	38	38
630	41	
800	43	
1000	46	43
1250	42	
1600	35	
2000	36	37
2500	43	
3150	49	
4000	57	53
5000	63	



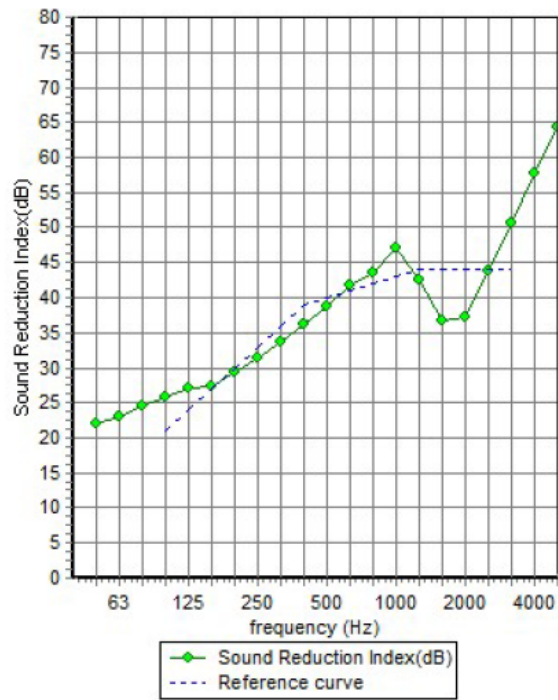
Şekil 5.55 : 6+20+8,76mm kalınlığındaki Tip 20 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	21	
63	22	22
80	24	
100	25	
125	26	26
160	27	
200	29	
250	31	30
315	33	
400	35	
500	38	37
630	41	
800	42	
1000	46	43
1250	41	
1600	35	
2000	36	37
2500	42	
3150	49	
4000	56	53
5000	63	



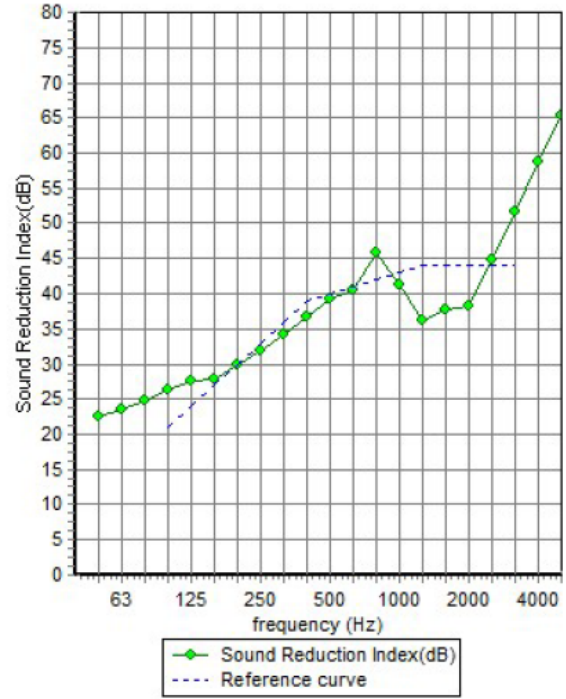
Şekil 5.56 : 6+20+8mm kalınlığındaki Tip 21 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	22	
63	23	23
80	24	
100	26	
125	27	27
160	27	
200	29	
250	31	31
315	34	
400	36	
500	39	38
630	42	
800	43	
1000	47	44
1250	42	
1600	37	
2000	37	38
2500	44	
3150	51	
4000	58	55
5000	64	



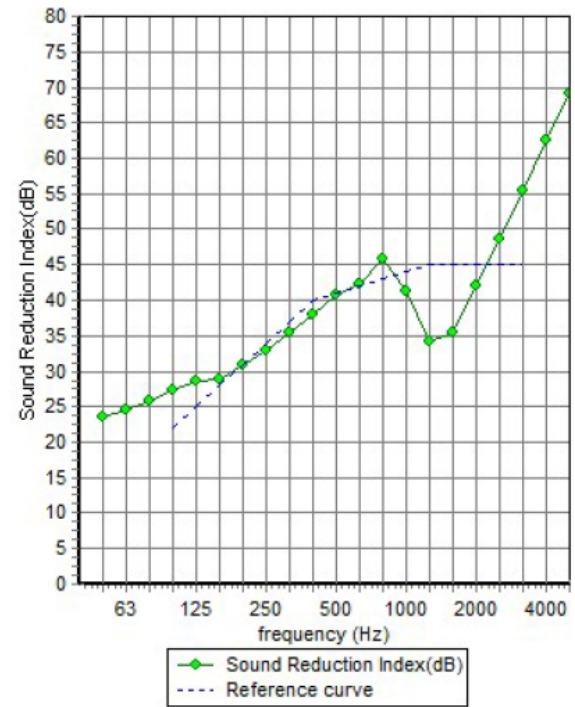
Şekil 5.57 : 6+20+10,76mm kalınlığındaki Tip 22 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R ₁ (dB)	R ₂ (dB)
50	22	
63	24	24
80	25	
100	26	
125	28	27
160	28	
200	30	
250	32	32
315	34	
400	37	
500	39	38
630	40	
800	46	
1000	41	39
1250	36	
1600	38	
2000	38	39
2500	45	
3150	52	
4000	59	56
5000	65	



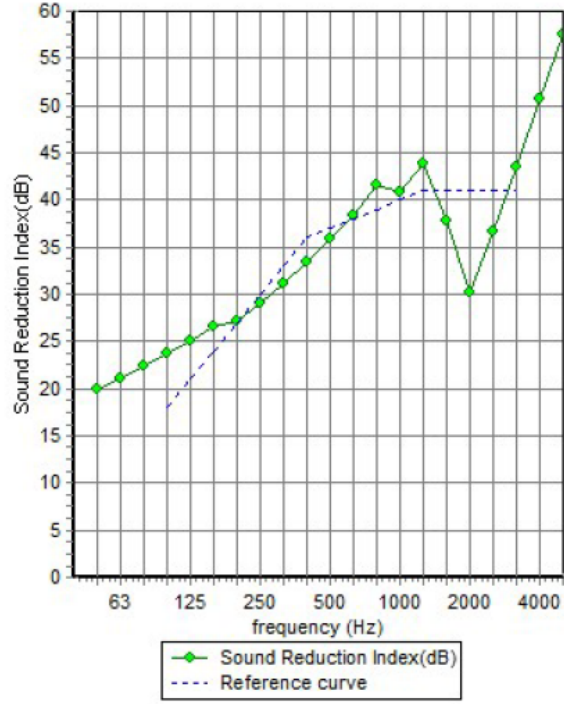
Şekil 5.58 : 6+20+12,76mm kalınlığındaki Tip 23 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R ₁ (dB)	R ₂ (dB)
50	23	
63	25	25
80	26	
100	27	
125	29	28
160	29	
200	31	
250	33	33
315	35	
400	38	
500	41	40
630	42	
800	46	
1000	41	38
1250	34	
1600	35	
2000	42	39
2500	49	
3150	55	
4000	63	59
5000	69	



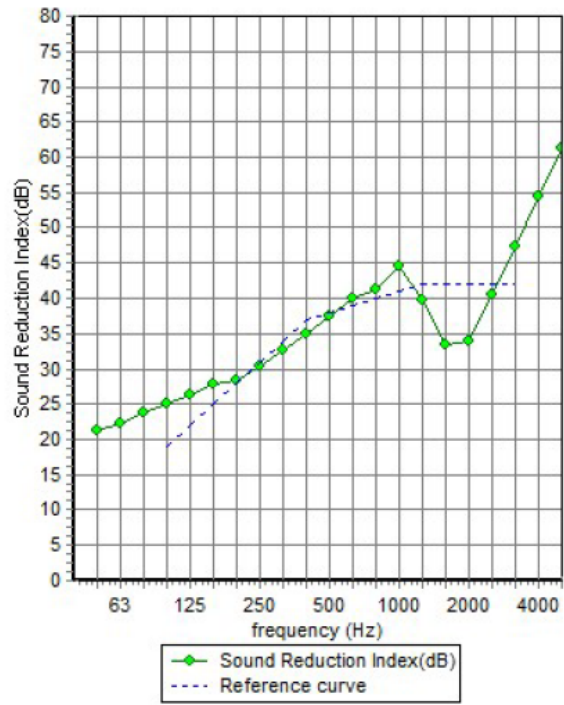
Şekil 5.59 : 8+20+12,76mm kalınlığındaki Tip 24 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	20	
63	21	21
80	22	
100	24	
125	25	25
160	27	
200	27	
250	29	29
315	31	
400	34	
500	36	35
630	38	
800	42	
1000	41	42
1250	44	
1600	38	
2000	30	33
2500	37	
3150	44	
4000	51	47
5000	57	



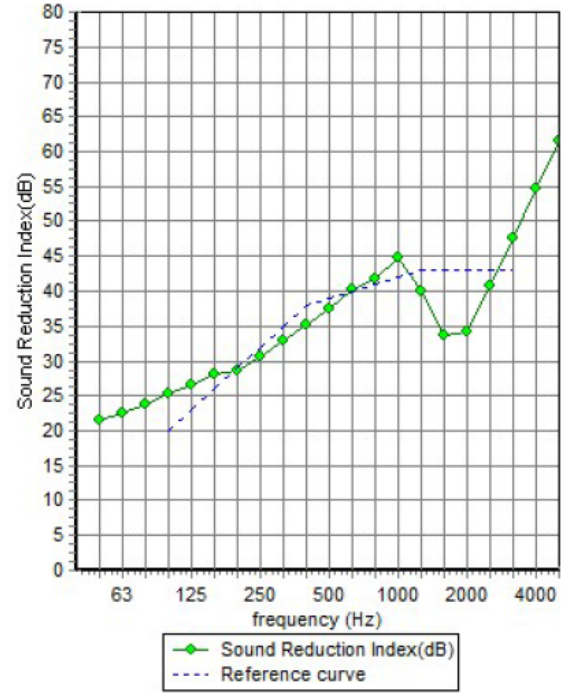
Şekil 5.60 : 6+16+6mm kalınlığındaki Tip 25 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	21	
63	22	22
80	24	
100	25	
125	26	26
160	28	
200	28	
250	30	30
315	33	
400	35	
500	37	37
630	40	
800	41	
1000	45	41
1250	40	
1600	33	
2000	34	35
2500	40	
3150	47	
4000	55	51
5000	61	



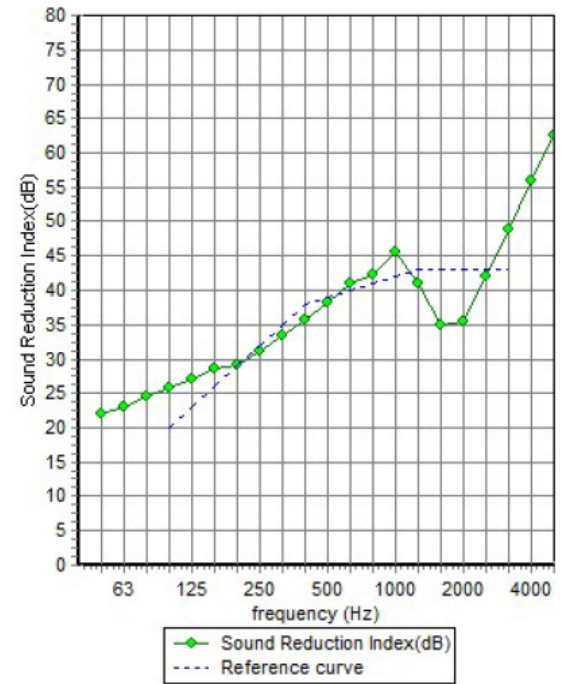
Şekil 5.61 : 6+16+8mm kalınlığındaki Tip 26 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R(dB)	R (dB)
50	21	
63	23	23
80	24	
100	25	
125	27	27
160	28	
200	29	
250	31	30
315	33	
400	35	
500	38	37
630	40	
800	42	
1000	45	42
1250	40	
1600	34	
2000	34	35
2500	41	
3150	48	
4000	55	51
5000	61	



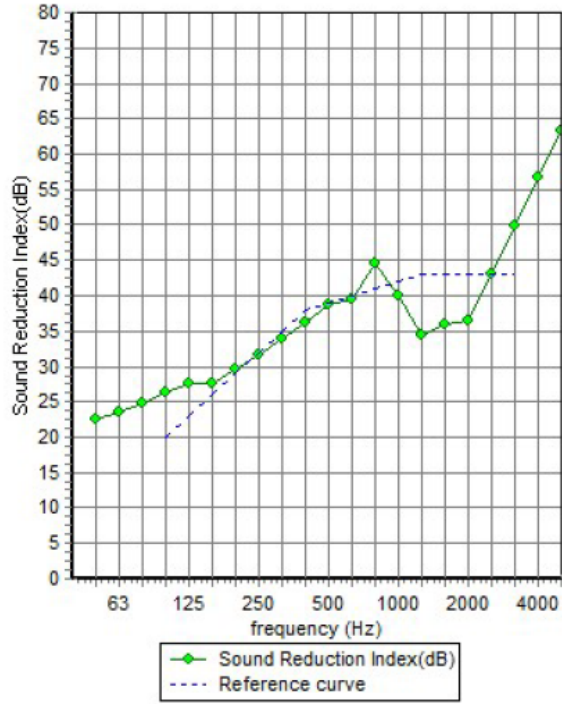
Şekil 5.62 : 6+16+8,76mm kalınlığındaki Tip 27 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R(dB)	R (dB)
50	22	
63	23	23
80	24	
100	26	
125	27	27
160	29	
200	29	
250	31	31
315	33	
400	36	
500	38	38
630	41	
800	42	
1000	46	43
1250	41	
1600	35	
2000	35	36
2500	42	
3150	49	
4000	56	53
5000	62	



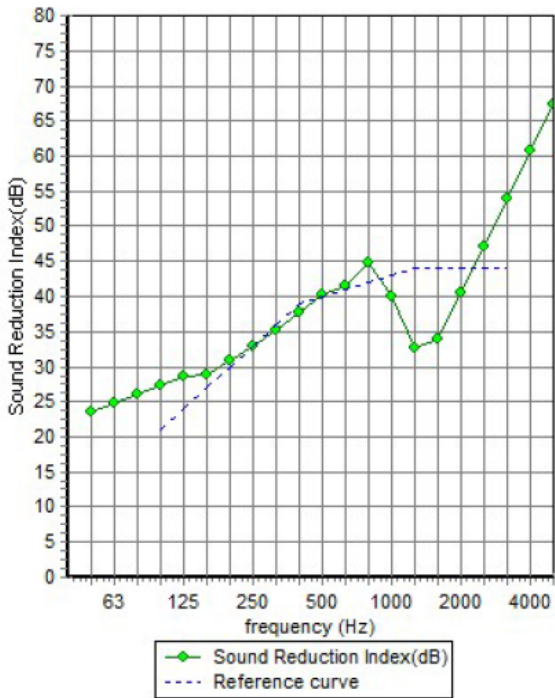
Şekil 5.63 : 6+16+10,76mm kalınlığındaki Tip 28 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	22	
63	24	24
80	25	
100	26	
125	28	27
160	28	
200	30	
250	32	31
315	34	
400	36	
500	39	38
630	40	
800	45	
1000	40	38
1250	34	
1600	36	
2000	36	38
2500	43	
3150	50	
4000	57	54
5000	63	



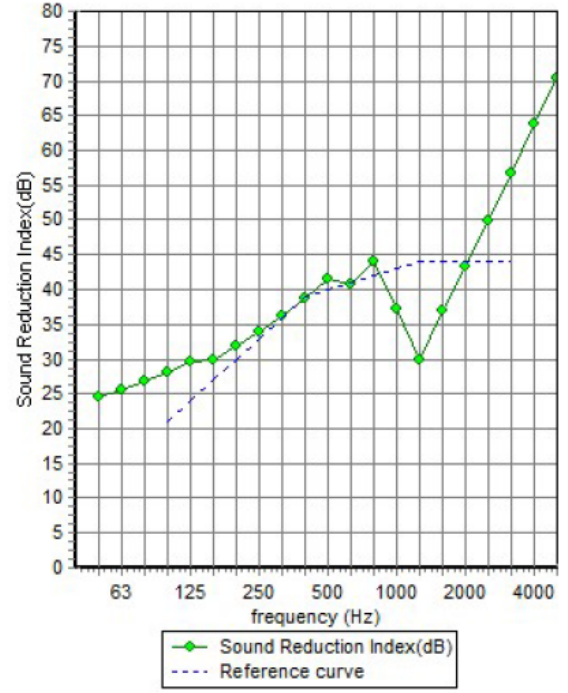
Şekil 5.64 : 6+16+12,76mm kalınlığındaki Tip 29 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R(dB)	R (dB)
50	24	
63	25	25
80	26	
100	27	
125	29	28
160	29	
200	31	
250	33	33
315	35	
400	38	
500	40	40
630	41	
800	45	
1000	40	37
1250	33	
1600	34	
2000	40	38
2500	47	
3150	54	
4000	61	58
5000	67	



Şekil 5.65 : 8+16+13,52mm kalınlığındaki Tip 30 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.

frequency (Hz)	R (dB)	R (dB)
50	24	
63	26	26
80	27	
100	28	
125	30	29
160	30	
200	32	
250	34	34
315	36	
400	39	
500	42	40
630	41	
800	44	
1000	37	34
1250	30	
1600	37	
2000	43	41
2500	50	
3150	57	
4000	64	61
5000	70	



Şekil 5.66 : 10+16+13,52mm kalınlığındaki Tip 31 cam çeşidinin ses azaltım grafiği ve frekanslara göre R değerleri.



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Durul Şan Yüzgeç
Doğum Tarihi ve Yeri : 29 Mart 1990 / Bursa
E-posta : durulsanyuzgec@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
- **Yükseklisans** : 2017, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2013-2014 Kübik Mimarlık ofisinde çalıştı
- 2014 – halen Verna Mimarlık ofisinde çalışmaktadır.

BU ÇALIŞMA KAPSAMINDA BASILAN BİLDİRİLER:

- **Yüzgeç D.Ş., Yılmaz S.**, 2017. Giydirme Cam Cephelerin Gürültü Sorunlarının Yazılım Programları Kullanılarak İrdelenmesi, *12. Ulusal Akustik Kongresi Ve Sergisi*, Urla, İzmir.

BU ÇALIŞMA KAPSAMINDA BAŞVURULAN BİLDİRİLER:

- **Yüzgeç D.Ş., Yılmaz S.**, 2018. Giydirme Cam Cepheli Hastane Yapılarındaki Gürültü Sorunlarının Yönetmelik Açısından Değerlendirilmesi, *9. Ulusal Çatı & Cephe Konferansı*, Fulya, İstanbul.