

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

**ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİNDE İŞİTSEL KONFOR KOŞULLARI
AÇISINDAN GEREKSİNİMLER VE ÖNLEMLER**

ŞEBNEM (ERYILMAZ) BALCI

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

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

İSTANBUL, 2017

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİNDE İŞİTSEL KONFOR KOŞULLARI
AÇISINDAN GEREKSİNİMLER VE ÖNLEMLER

Şebnem BALCI tarafından hazırlanan tez çalışması 07.06.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Nuri İLGÜREL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşe ERDEM AKNESİL
İstanbul Esenyurt Üniversitesi



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen, 2014-03-01-YL02 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitim ve Tez çalışması sürecimin başından sonuna kadar, değerli bilgileri ile bana yol gösteren, bu tezin ilerlemesi ve tamamlanması için büyük özveriyle çalışarak bana destek olan, kullandığım simulasyon programının çözümlenmesi esnasında vaktini ayıran, önerileri ve öğretileri ile bakış açımı geliştiren, desteğini her zaman hissettiğim tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Neşe Yüğrük Akdağ'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmamda kullandığım simülasyon programı ile ilgili sorularımda yardımlarını ve desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Y. Mimar Dirun Ergin'e, tez süresi boyunca manevi desteğini hep yanımda hissettiğim sevgili arkadaşım Y. Mimar Melis Sucuoğlu'na anlayış ve destekleri için teşekkür ederim.

Tez yazımı aşamasında bütün teknik detaylar ve düzenlemelerde sabırla bana destek olan sevgili kardeşlerim Çevre Mühendisi Atılgan Eryılmaz ve Burcu Yalçinkaya Eryılmaz'a zamansızlık içinde zaman yarattıkları ve manevi desteklerini hissettirdikleri için teşekkür ederim.

Yaşamımdaki değerli varlıklarım, destekleri ile hep yanımda olan ve bu günlere gelmemi sağlayan, güven veren canım annem Sevgi Eryılmaz ve canım babam Turan Eryılmaz'a sonsuz teşekkürler ederim. Tezimin hazırlık sürecinde moralimi yükselten, sevgi ve ilgisi ile bana güç veren, çevirilerimde ve düzenlemelerimde katkıda bulunan sevgili eşim Elektrik Mühendisi İlker Balcı'ya çok teşekkür ederim.

Mayıs, 2017

Şebnem BALCI

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	2
1.2 Tezin Amacı.....	4
1.3 Hipotez.....	4
BÖLÜM 2	
ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ	5
2.1 Çift Kabuk Cephe Sistemi Tanımı	5
2.2 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	11
2.2.1 Kutu Tipi Pencere Çift Kabuk Cepheler.....	12
2.2.2 Koridor Çift Kabuk Cephe	13
2.2.3 Şaft Kutu Çift Kabuk Cephe.....	15
2.2.4 Çok Katlı Çift Kabuk Cephe	17
2.3 Çift Cephe Sistemi Kabuk Bileşenleri	19
2.3.1 Taşıyıcı İskelet.....	22
2.3.2 Kabuk Bileşenleri	22
2.3.3 Tespit / Ankraj Bileşenleri.....	29

2.3.4	Güneş Kontrol Elemanları.....	29	
2.3.5	Yürüme Yolu	30	
2.3.6	Çift Kabuk Arası Hava Boşluğu.....	31	
2.4	Çift Kabuk Cephe Taşıyıcı Sistem Tipleri.....	32	
2.4.1	Çubuk Sistem	33	
2.4.2	Yarı Panel Sistem	34	
2.4.3	Panel Sistem	35	
BÖLÜM 3			
ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİNDE, İŞİTSEL KONFOR KOŞULLARININ SAĞLAYACAK KESİT SEÇENEKLERİNİN BELİRLENMESİ.....			37
3.1	Veri ve Kabuller.....	38	
3.1.1	Hacme ve Yapı Kabuğuna İlişkin Kabuller.....	38	
3.1.2	Yapı Dışı ve Yapı İçi Gürültü Düzeyine İlişkin Kabuller.....	49	
3.2	Değişik Yapı Kabuğu Kesitlerinde, İç Ortam Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesi	51	
3.3	Hesap Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	69	
BÖLÜM 4			
SONUÇ VE ÖNERİLER			81
KAYNAKLAR.....			84
EK-A			
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %100 SAYDAM, C11 CAM TİPİ İÇİN HESAP SONUCU			87
EK-B			
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C11+D1 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU			88
EK-C			
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C11+D2 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU			89
EK-D			
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C11+D3 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU			90
EK-E			
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %100 SAYDAM, C10 CAM TİPİ İÇİN HESAP SONUCU			91

EK-F

85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C10+D1 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU 92

EK-G

85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C10+D2 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU 93

EK-H

85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C10+D3 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU 94

ÖZGEÇMİŞ 95



SİMGE LİSTESİ

C_{tr}	Düşük ve orta frekanslı gürültü kaynağı için spektrum adaptasyon terimi
$D_{nT,w}$	Ağırlıklı standartlaştırılmış seviye farkı
dB	Desibel, ses basınç seviyesi birimi
dB(A)	A ağırlıklı ses basınç düzeyi birimi
f	Frekans
Hz	Hertz – frekans birimi
L_{eq}, L_{Aeq}	Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi
Rw	Ağırlıklı ses azalma indeksi
T	Yansım süresi
TS	Türk Standartları
V	Hacim (m^3)

KISALTMA LİSTESİ

ÇGDYY	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2010)
DIN	Deutsche Institute Normen
EN	European Norm
EN 12354/3	Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 3 Airborne sound insulation against outdoor sound
ISO	International Organization for Standardization
ISO 717	Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 1 Airborne sound insulation
Low-e	Lowest Possible Percentage of Dissatisfied
NR	Noise Rating
PVB	Polivinil-Butiral
TS 2381-1 EN ISO 717-1	Akustik – Yapılarda ve Yapı elemanlarında Ses Yalıtımının Değerlendirilmesi – Bölüm 1 Hava İle Yayılan Sesin Yalıtımı
UV	Ultraviyole

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Steiff Fabrika Binası, Almanya[11] 7
Şekil 2.2	Post Office Savings Bank, Viyana[12] 7
Şekil 2.3	La Cite de Refuge,Paris [14] 8
Şekil 2.4	Immeuble Clarte, Cenevre [15]..... 8
Şekil 2.5	Narkomfin Apartmanları 1930 ve 2007 yılı fotoğrafları, Moskova[16] 9
Şekil 2.6	Commerzbank Tower, Frankfurt [18] 9
Şekil 2.7	RWE AG Headquarters Binası, Essen[20] 10
Şekil 2.8	Deutsche Messe Ag, Essen[21],[19]..... 11
Şekil 2.9	Cephenin bölünme geometrisine göre çift kabuk cephelerin şematik gösterimi[23]..... 12
Şekil 2.10	Kutu Tipi Çift Kabuk Cephe Şematik çizimi [24] 12
Şekil 2.11	Kutu tipi çift kabuk cephe örneği Postdamer Platz, Berlin[25],[26] 13
Şekil 2.12	Koridor Tipi Çift Kabuk Cephe Şematik Çizimi [24] 14
Şekil 2.13	Düsseldorf City Gate Binası koridor tipi çift kabuk cephe sistemi örneği [27],[28]..... 14
Şekil 2.14	City Gate Binası cephe içi görünüm [29]..... 15
Şekil 2.15	Şaft Kutu Tipi Çift Kabuk Cephe Şematik Çizimi [24] 15
Şekil 2.16	Şaft kutu tipi çift kabuk cephe, ARAG 2000 Kulesi [30],[31] 16
Şekil 2.17	Şaft kutu tipi çift kabuk cephe detayı, ARAG 2000 Kulesi [32] 16
Şekil 2.18	Çok Katlı Çift Kabuk Cephe Şematik Çizimi [24]..... 17
Şekil 2.19	Çok katlı çift kabuk cephe örnek, Victoria Ensemble, Cologne, Almanya[33] 18
Şekil 2.20	Çok katlı çift kabuk cephe örnek, Victoria Ensemble, Cologne, Almanya[33] 18
Şekil 2.21	Tek kabuk ve çift kabuk cephe sistemleri kesit çizimi[24] 20
Şekil 2.22	Çift kabuk cephe bileşenlerinin perspektif çizim üzerinde gösterimi [8] 21
Şekil 2.23	Sparkasse Fürstfeldbruck binası cam güneş kontrol elemanları [8]..... 30
Şekil 2.24	Galvanize çelik yürüme yolu düşey kesit örneği[8] 31
Şekil 2.25	Çok katlı çift kabuk cephe ve koridor tipi çift kabuk cephe ara boşluğu görüntüsü[13] 31
Şekil 2.26	Şaft kutu tipi çift kabuk cephe ara boşluk detayı, ARAG 2000 Kulesi [26] .. 32
Şekil 2.27	Çift kabuk cephe ara boşluk detayı, Occidental Chemical, Newyork [37]..... 32
Şekil 2.28	Çubuk sistem elemanları montaj detayı [29]..... 33
Şekil 2.29	Yarı panel sistem montaj detayı[29]..... 35

Şekil 2.30	Panel sistem montaj detayı[29]	36
Şekil 3.1	Hacme ait plan ve kesit.....	39
Şekil 3.2	%100 saydam kesitler	42
Şekil 3.3	D1 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler	44
Şekil 3.4	D2 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler	46
Şekil 3.5	D3 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler	48
Şekil 3.6	NR (Curves) eğrileri şematik gösterimi[41]	51
Şekil 3.7	Yazılımın hesaplama alanına ilişkin örnek bir ekran görüntüsü.....	52
Şekil 3.8	Saydam kesitler ses geçiş kaybı grafik gösterimi	54
Şekil 3.9	Dolu kesitler ses geçiş kaybı grafik gösterimi	55
Şekil 3.10	Yazılımın, hacim içinde oluşan ses düzeyi hesap sonuçlarına ilişkin ekran görüntüsü örneği.....	56
Şekil 3.11	Yazılımın, hacim içinde oluşan ses düzeyi hesap sonuçlarına ilişkin ekran görüntüsü örneği.....	57
Şekil 3.12	%100 saydam kesitlerde 65 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi.....	70
Şekil 3.13	%100 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi	71
Şekil 3.14	%100 saydam kesitlerde 85 dB (A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi	71
Şekil 3.15	D1 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB (A)dış gürültü için hacim içi ses düzeyi	73
Şekil 3.16	D1 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB (A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi	74
Şekil 3.17	D1 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB (A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi	74
Şekil 3.18	D2 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi ..	76
Şekil 3.19	D2 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi ..	76
Şekil 3.20	D2 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi ..	77
Şekil 3.21	D3 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi ..	78
Şekil 3.22	D3 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi ..	79
Şekil 3.23	D3 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi ..	79

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Çift kabuk cephe sistemlerinin uluslar arası kaynaklarda geçen terim biçimlerinin Türkçe karşılıkları[8]	5
Çizelge 3.1	Örnek büro tipleri hacim özellikleri.....	39
Çizelge 3.2	Cam kesitler ve özellikleri.....	40
Çizelge 3.3	Duvar kesitleri gereç dağılımı.....	41
Çizelge 3.4	Trafik gürültüsü frekanslara göre dağılımı	50
Çizelge 3.5	Ticari yapılar için iç ortam gürültü düzeyi sınır değerleri.....	50
Çizelge 3.6	NR 30 eğrisi tayfsal dağılımı[41].....	51
Çizelge 3.7	Cam kesitler için hesaplanmış ses geçiş kaybı değerleri	52
Çizelge 3.8	Duvar kesitleri için hesaplanmış ses geçiş kaybı değerleri.....	53
Çizelge 3.9	%100 saydam kesitlerde 65 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)	58
Çizelge 3.10	D1 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)	59
Çizelge 3.11	D2 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)	60
Çizelge 3.12	D3 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)	61
Çizelge 3.13	%100 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir).....	62
Çizelge 3.14	D1 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)	63
Çizelge 3.15	D2 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)	64
Çizelge 3.16	D3 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)	65
Çizelge 3.17	%100 saydam kesitlerde 85 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir).....	66
Çizelge 3.18	D1 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir).....	67
Çizelge 3.19	D2 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir).....	68
Çizelge 3.20	D3 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir).....	69

ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİNDE İŞİTSEL KONFOR KOŞULLARI AÇISINDAN GEREKSİNİMLER VE ÖNLEMLER

Şebnem BALCI

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Her geçen gün gelişen teknoloji sayesinde günümüz mimarisi de pek çok alanda gelişme göstererek yenilenmektedir. Günümüz mimarisinde kullanılan cephe sistemleri arasında ağırlıklı olarak kullanılan hammadde olan cam, oldukça sert ve enerji sönümlenme değerleri oldukça düşük bir malzemedir. Akustik konfor koşulları göz önüne alındığında tek başına cam istenilen şartları sağlamada yetersiz bir malzeme olarak karşımıza çıkar. Ancak cam, geliştirilen sistemler sayesinde özellikle çift cidarlı hale getirilerek iki tabakalı bir yapıya dönüştüğünde yalıtım değerleri de oldukça yükselir.

Yaşamımızın önemli bir parçası haline gelen trafik yoğunluğundan kaynaklanan araç gürültüleri kimi zaman rahatsız edici boyutlara ulaşabilmektedir. Yapı dışı veya kent gürültüsü olarak adlandırılan bu gürültü değişik yollarla yapı kabuğunu geçer ve yapı içi hacimleri etkiler. Her hacmin de işlevlerine göre kabul edilebilir bir fon gürültüsü düzeyi bulunmaktadır. Yapı dışından gelen gürültü hacim içi fon gürültüsü düzeyinin artmasına sebep oluyorsa, denetim altına alınması gerekir. Gürültünün henüz yapıya ulaşmadan denetlenmesi en etkin ve ekonomik yol olmasına karşın, günümüzde bu açıdan yapı kabuğuna önemli görevler düşmektedir. Bu nedenle, trafik aksının yoğun olduğu cadde ve bulvarlarda oluşan araç trafiği kaynaklı dış ortam gürültüsünün yapı içinde hissedilmesini azaltmak, oluşan rahatsızlığı ortadan tamamen kaldırmak için çeşitli çift kabuk uygulamalarından faydalanılır.

Bu çalışmada, çift kabuk sistemlerinin yapı içi akustik konfor koşullarının sağlanması açısından taşıması gereken özelliklerinin neler olması gerektiğinin saptanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla, ilgili standartlara uygun bir simülasyon programı kullanılarak, değişik kesit özelliklerindeki çift kabuk sistemlerinin sağladığı ses yalıtım değerlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve açık planlı büro tipi hacimler için uygun kesit seçenekleri saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, tasarımcıların yararlanmasına yönelik olarak, tablo ve grafikler halinde sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çift kabuk cephe, gürültü, yapı kabuğu, ses yalıtım, akustik konfor



**REQUIREMENTS AND PRECAUTIONS FOR THE AUDIENCE COMPLIANCE
CONDITIONS IN DOUBLE SKIN FACADE SYSTEMS**

Şebnem BALCI

Department of Architecture

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Thanks to the technology that develops every day, today's architecture is renewed by showing many improvements in the field. Among the façade systems used in today's architecture, glass, a raw material used predominantly, is a very hard material with a very low energy-fading value. When the acoustic comfort conditions are taken into consideration, the glass itself is inadequate as the material satisfies the required conditions. However, thanks to the developed systems, the insulation values increase considerably when the glass is transformed into a double-layered structure by making it double-walled.

Vehicular noise caused by traffic intensity, which has become an important part of our lives, can sometimes reach disturbing dimensions. This noise, which is called as an out-of-building or urban noisy, passes through the building crust in different ways and affects the in-building volumes. Each volume has an acceptable level of background noise according to its functions. If the noise coming from outside the building causes the increase of the intra-volume background noise level, it needs to be controlled. Despite the fact that it is the most effective and economical way to be audited without getting tough yet, today, important tasks for building skin fall from this point of view. For this reason, a variety of double skin applications are utilized to reduce the feeling of outside noise caused by vehicle traffic on the streets and

boulevards where traffic accidents are intense, and to completely remove the inconvenience.

In this study, it is aimed to determine what characteristics of double skin facade systems should be carried in terms of achieving the acoustic comfort conditions in the building. For this purpose, studies have been carried out to determine the sound insulation values provided by double skin facade systems with different cross-sectional characteristics using a simulation program in accordance with the relevant standards and appropriate cross-sectional options have been determined for open-plan office-type volumes. The results obtained are presented in tables and graphs for the benefit of the designers.

Keywords: Double skin facade, noise, building envelope, sound insulation, acoustic comfort.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Gürültü, dış çevre kirlilik etkenlerinden biridir. İnsan yaşamının büyük bölümünün geçtiği yapılarda uygun fizik ortam koşullarının oluşturulmasında gürültü denetimi oldukça önemlidir. Farklı gürültü kaynaklarının oluşturduğu gürültü değişik yollarla yapı kabuğunu geçerek yapı içini etkilemektedir. Yapı kabuğu, yapıların mimari biçimlenişlerinde buldukları dış çevre koşulları ve işlevlerine göre uygun fizik ortamın yaratılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, yapı içinde oluşturulması gereken görsel, işitsel, ısısal vb konfor koşullarının elde edilebilmesi için yapı kabuğunun biçimlenişi, başka bir deyişle cephe kabuğunda kullanılacak gereç veya gereçler, bunların kesitleri, detaylandırılması, cam / dolu alan oranlarının uygun seçilmesi gibi etkenler önem kazanmaktadır. Özellikle, çağdaş yapım ve üretim teknolojisinin ve yeni gereçlerin kullanımlarının yaygınlaştığı günümüz yapılarında konu çok daha fazla önem taşımaktadır.

Dış gürültünün fazla olduğu yerlerde giydirme cephe olan yapı kabuğunun ikili, üçlü, hatta koşullara göre dördü cam ve / ya da diğer gereçlerle oluşturulması, yapı içinde uygun fizik ortamın yaratılması yönünden kaçınılmaz olabilir. Çok katlı ve giydirme cephe kullanılan yapılarda genellikle metal veya cam gibi levha tipi gereçlerin kullanılması özel önlemlerin alınmaması durumunda ses geçiş kaybının yeterli düzeyde sağlanamamasına sebep olabilir. Cam malzemede gürültüye karşı alınacak önlemler ya farklı kombinasyonlarda cam kullanımına gidilerek elde edilen mimari çözümler ya da gürültü yalıtımı için geliştirilmiş özel endüstriyel camlama bileşenleri ile olmaktadır.

Çift kabuk cephe sisteminin işlevleri:

- Cephede iyi bir ses yalıtımı sağlar. Özellikle trafik gürültüsünün yoğun olduğu yerlerde, gürültünün yapı kabuğundan geçişini önemli ölçüde engeller.
- Cepheden kaynaklanan ısı kayıplarının minimum düzeye indirilmesini sağlar.
- Güneş kırıcı elemanların kullanılmasını sağlar.
- Cam iç yüzey sıcaklığı ortam sıcaklığına yakın olduğu için pencereye yakın alanlardan daha fazla yararlanılmasını sağlar.
- Boşluktaki hava akışı, dış kabukta yoğuşma riskini azaltır.
- Özellikle yüksek yapıların üst katlarında dahi pencere açma imkânı vardır.
- Havalandırma ile sağlanan iç ortamdaki taze hava, klima sistemlerinin maliyetinin ve enerji tüketiminin azalmasına neden olur.
- Yaz döneminde dış kabuktaki kanallar açık bırakıldığında bina kütesini soğutmak üzere gece havalandırmasına imkân sağlar.

1.1 Literatür Özeti

Cephe sistemlerinde fizik ortam koşulları esas alınarak yapılmış pek çok yayın bulunmaktadır. Çift kabuk cephe sistemlerinde ısıl konforun sağlanması ve çift kabuk cephe sistemleri örnekleri, süreç analizleri, maliyet hesapları, teknolojik özellikleri gibi konularda hazırlanmış çalışmalar bulunmaktadır. Tez kapsamında bu yayınlardan da faydalanılmıştır.

Prof. Dr. Şazi Sirel, “Yapı Fiziği Konuları 2” adlı 1994 basımı kitapçıkta çift kabuk ile ilgili tanımlama ve gerekliliği şöyle açıklamıştır. ‘Yüksek ses yalıtımı gerektiren durumlarda “çift cidar” çözümüne başvurulur. Çift cidar, genelde birbiri ile aradaki hava katmanından başka hiç bir bağlantısı olmayan yan yana iki cidar (yan yana iki bölme) demektir’ [1].

Yapılarda akustik yönden işitsel konforun sağlanmasında, Hacim Akustiği ve Gürültü Denetimi gibi birbirinden ayrı iki konu üzerinde durulması gerektiğini Prof. Dr. Müjgan Şerefhanoglu Sözer, ‘Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Denetim-Konfor İlişkisi’ bildirisinde ‘Yapı kabuğu tamamen ya da büyük oranda cam olan yapıların tek mekan

olarak kullanılmasında, açık planlı bürolar ve benzerlerinde olduğu gibi, akustik yönden özellikle yansıma nedeniyle ses düzeyinin artması gibi uygun olmayan durumlarla karşılaşılır. Yapı kabuğu belli oranda cam ve dolu alanlardan oluşan yapılarda, dolu alanların ağır, masif gereçlerden oluşması ya da çift cidarlı yapılması sayesinde ses geçiş kayıpları yüksek düzeyde sağlanabilir' şeklinde belirtmiştir[2].

2012 yılı Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumunda 'Giydirme Cephe Büro Binalarında Cam Seçimi' adlı çalışmalarında S. Soyçiğit ve E. Bostancıoğlu, Akustik konfor için gürültü denetiminin şart olduğunu ve cam malzemedeki gürültüye karşı alınacak önlemlerde farklı kombinasyonlarda cam seçimine işaret ederek, en pratik çözümlerden birinin cam kalınlığının artırılması olduğunu belirtmektedir[3].

Bir başka araştırmada, çift cidarlı kesitlerde ses yalıtımında cidarlar arasındaki hava boşluğunun önemine değinilmiş, boşluk boyutu değişiminin ses yalıtımındaki etkisi vurgulanmıştır[4].

2014 yılında Megaron Dergisi'nde yayımlanan 'Çift Cidarlı Cephe Üzerine Bir Araştırma' adlı makalede hava boşluğunun geometrisine göre çift kabuk cephe sınıflandırılması, olumlu ve olumsuz özellikleri üzerine değerlendirmelere yer verilmiştir [5].

2011 yılında TMMOB Makine Mühendisleri Odası tarafından düzenlenen Yalıtım Kongresinde sunulan Prof. Dr. Ayşe Erdem Aknesil'e ait 'Bileşik Cidar Ses Geçirmezliğinde Cam Elemanların Önemi ve Konut Dış Cephe Malzemelerinden Örnekler' adlı bildiri bir bileşik cidarın toplam ses geçirmezliğinde, ses geçirmezliği düşük olan cam yüzeylerin sonucu direkt olarak etkilemesi ve bu durumda duvarların ses geçirmezliğinin ve yüksek tutulmaya çalışılan ses geçirmezliğin fazlaca bir önemi kalmadığı, ayrıca, ses geçirmezliğin tamamen cam yüzeylerin güçlendirilmesi sonucu artırılabilir olduğu sonucundan bahsedilmektedir[6].

Mimarist Dergisi, 5. sayısında yayınlanan 'Optimum Yapı Kabuğu Tasarımında Yararlanılabilecek Bir Yaklaşım: Büro Yapıları Örneği' adlı makalede ise; "Büro Binalarında Işık, Isı, Ses Açısından Optimum Yapı Kabuğu Tasarımı" başlıklı araştırma projesine ait varsayımlar, değerlendirme yöntemleri ve sonuçlardan bahsedilmektedir[7].

1.2 Tezin Amacı

Günümüz koşullarında büyük kentlerde yaşayan insanların ev ya da çalışma ortamları, kent merkezlerinde ve yoğunlukla ulaşım hatlarına yakınlığı nedeniyle yapı dışı gürültülerden etkilenmeye açıktır. Yoğunluğu yüksek katlı binaların ve cam cepheli yapı kabuğunun oluşturduğu yaşam hacimlerinde günlük aktivitelerini sürdüren kullanıcılar için gürültü yoğunluğunun fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik olumsuz etkileri günümüze değin yapılan birçok bilimsel çalışmayla ortaya konmuştur. Gürültü açısından konforlu hacimlerin yaratılmasında, fiziksel dış ortam ile yaşam hacimlerini ayıran eleman olarak, yapı kabuğu önem taşır. Bu çalışmanın amacı; çift kabuk cephe sistemli yapılarda, yapının bulunduğu gürültü ortamı ve hacmin işlevine uygun yapı kabuğu seçeneklerinin saptanmasıdır. Bu bağlamda, çift kabuk sistemlerinin ağırlıklı olarak kullanıldığı açık planlı ofisler ele alınarak, değişik dış gürültü düzeylerinde yeterli koşulları sağlayacak kabuk kesit seçeneklerinin ortaya konmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

1.3 Hipotez

Yapı dışı gürültülerin yoğunluğu, özellikle büyük kentlerde, binaların işlevi ne olursa olsun içerideki kullanıcıları olumsuz yönde etkilemektedir. Çift kabuk cephe sistemleri, öncelikli olarak, ısı konfor düşünülerek geliştirilmiş olsa da, gürültünün de alıcıya ulaşmadan denetim alınmasında önemli rol oynamaktadır. Çift kabuk cepheler uygun kesitler uygulandığında önemli ses geçirmezlik sağlamaktadır. Bu tezin hipotezi “Çift kabuk sistemlerinin gürültü denetimi açısından yeterliliği, dış gürültü düzeyine ve hacim özelliklerine bağlı olarak, uygun kesit seçenekleriyle oluşturulup, doğru birleşim detaylarıyla uygulanmalarına bağlıdır.” şeklinde ifade edilebilir.

ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİ

2.1 Çift Kabuk Cephe Sistemi Tanımı

Çift kabuk cephe sistemleri, literatürde “çift cidarlı cepheler”, “çift cam cepheler”, “aktif cepheler”, “enerji etkin cepheler”, “havalandırılmış çift cidarlı cepheler”, “havalandırmalı cepheler”, vb. çeşitli isimlerle adlandırılmaktadır. Çift cidarlı cephe sistemleri, binanın birincil yani ana cephesinin önüne ikincil bir cam cephenin entegre edilmesi ile oluşur[5].

Literatür taramalarında genel olarak 2 dilde kullanılan terim ve tanımlamaların dilimizdeki karşılığı Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Çift kabuk cephe sistemlerinin uluslar arası kaynaklarda geçen terim biçimlerinin Türkçe karşılıkları[8]

İngilizce	Almanca	Türkçe
Double Skin Façade	Doppelfassade	Çift Kabuk Cephe
Active Façade (ara boşluk mekanik olarak havalandırılıyorsa)		Aktif Cephe
Passive Façade (ara boşluk doğal olarak havalandırılıyorsa)		Pasif Cephe
Double Façade	Doppelfassade	Çift Cephe

Çizelge 2.1 Çift kabuk cephe sistemlerinin uluslar arası kaynaklarda geçen terim biçimlerinin Türkçe karşılıkları[8] (Devamı)

Double Envelope		Çift Kabuk
Second Skin System/Façade	Zweischalige Fassade	İkincil Katmanlı Sistem
Multiple Skin Facade	Mehrschaliger Glasfassaden	Çok Katmanlı Cephe
Exhaust Facade	Abluftfassade	Hava Tahliyeli Cephe
Double Skin Curtain Wall		Çift Kabuk Giydirme Cephe
Airflow Window		Hava Akımlı Pencere
Intelligent Glass Façade		Akıllı Cam Cephe
Energy Saving Façade		Enerji Korunumlu Cephe
Ventilated Double Façade		Havalandırmalı Çift Cephe
Climate Façade		İklim Cephesi

Çift kabuk cepheler, gelişen teknolojiye bağlı olarak yaşanan enerji kaynaklarının tükenme sürecine girmesiyle birlikte, enerji korunumu ve enerji kazanımı prensiplerinden yola çıkılarak oluşturulmuştur[9]. Tarihsel gelişimi 20.yy ın başlarına dayanmaktadır. Çift kabuk cephelere ilişkin ilk tanımlama 1849 yılında Jean-Baptiste Jobard tarafından 'mekanik havalandırılan çoklu çeper cepheler' şeklinde yapılmıştır. Tanımlamada kışın sıcak havanın, yazın da soğuk havanın iki cam çeper arasındaki hareketinin nasıl olması gerektiği açıklanmıştır. Uygulandığı ilk yapı ise Almanya'da oyuncak üretimi amacıyla inşa edilen Steiff Fabrika Binası'dır. Yapının konumlandırılacağı bölgenin soğuk iklim şartları ve sert rüzgârlara dayanıklılık, doğal ışıktan faydalanma oranını yükseltecek bir cephe koşullarının sağlanması prensip olarak cephe yapımını şekillendirmiştir [10].



Şekil 2.1 Steiff Fabrika Binası, Almanya[11]

Daha sonraki örneklerden biri ise, inşaatı 1904 ve 1912 yıllarında kademeli olarak yapılan Viyana'daki Post Office Savings Bank projesi Otto Wagner'in yarışma kazandığı projedir. Çift kabuk kullanılan yapı bölümü ana solonda bulunan ışıklıdır[10].



Şekil 2.2 Post Office Savings Bank, Viyana[12]

Le Corbusier 1929 yılında La Cite de Refuge'yi ve 1930 yılında ise Immeuble Clarte'yi tasarlamıştır. Her iki yapı için de kendisinin "mur neutralisant" adını vermiş olduğu havalandırılmış çift cam sistemi önerilmiştir. Bu sistem için, kabuk yüzeyinde oluşan ısı geçişi ile oluşacak kayıp ve kazanımların, kabukta yaratılabilecek boşluk sayesinde iç ortamdaki havayı sirküle ederek yok edebileceğini belirttiği bir kavramdır. Ancak bu fikir verimsiz ve yüksek maliyetli olduğu gibi sebeplerle uygulanamamıştır[13].



Şekil 2.3 La Cite de Refuge,Paris [14]



Şekil 2.4 Immeuble Clarte, Cenevre [15]

1920'lerin sonlarına doğru Rusya'da bir toplu konut projesinin parçası olarak inşa edilen Narkomfin Binası da ana cephesi çift kabuk olacak şekilde inşa edilmiştir. Sistemin öncelikli kullanım amacı ısı kayıplarının en aza indirilmesinin sağlanmasıdır. Şekil 2.5'te yapının 1930'lardaki ve 2007 yılına ait fotoğrafları görülmektedir.



Şekil 2.5 Narkomfin Apartmanları 1930 ve 2007 yılı fotoğrafları, Moskova[16]

1970'li yılların sonlarında çevresel kaygıların da ön plana çıkması ile birlikte özellikle Avrupa'da çift kabuk cepheler ile yeni tasarımlar gündeme gelmiştir. Bunlardan bazıları Richard Rogers and Partners tasarımı olan Londra'daki Lloyd Buildings'dir. 1990'larda çevresel faktörlerin etkisi ile 'yeşil bina' kavramı ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda çift kabuk cephenin kulamı artmaya başlamıştır. En önemli örneklerden biri Foster And Partners tasarımı olan Commerzbank Tower'dır [10]. Dünyanın ilk ekolojik binası ve aynı zamanda RIBA mimarlık ödülü ve İngiliz inşaat endüstrisi ödülü gibi pek çok ödül almış ekolojik bir binadır [17].



Şekil 2.6 Commerzbank Tower, Frankfurt [18]

1991-1997 yılları arasında Essen, Almanya'da, RWE AG Headquarters Binası, Ingenhoven Overdiek and Partners tarafından yapılmıştır. Çift kabuk cephe; 10 mm kalınlığındaki beyaz düz camdan oluşan dış cephe tabakası ve kat yüksekliğindeki çift camlı 13,5 cm genişliğinde açılabilen iç cephe tabakasından oluşur [19].



Şekil 2.7 RWE AG Headquarters Binası, Essen[20]

20.yy'da da çift kabuklu cephe sistemleri gelişimini sürdürmüştür. Thomas Herzog ve ortakları tarafından tasarlanan Deutsche Messe Ag fuarcılık firmasının 2000 yılında inşaatı tamamlanmış yeni yönetim binasıdır [19].



Şekil 2.8 Deutsche Messe Ag, Essen[21],[19]

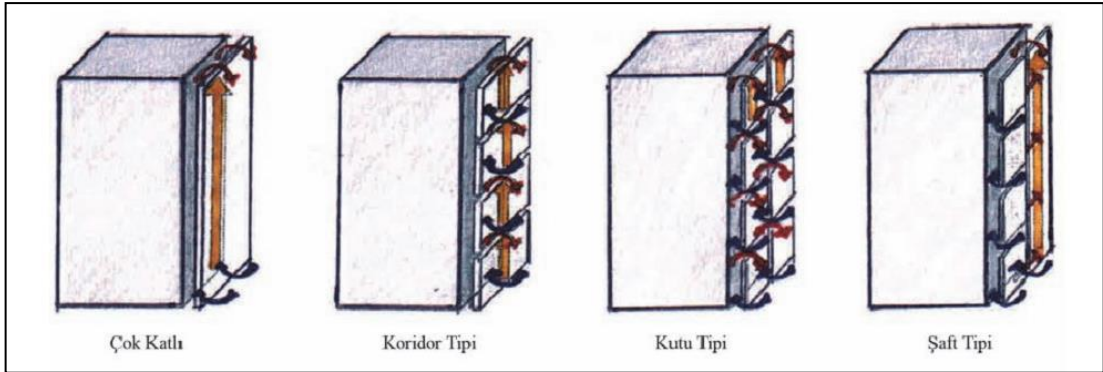
Çift kabuk cepheleri Jiru vd.[22] ifade ederken; bir çift cam kabuk arasının hava koridoru olarak nitelendirilen boşluk ile ayrılmasıyla oluşan cephe sistemleri olarak tanımlamışlardır. İç kabuğu oluşturan duvar elemanı çift camlı olurken dışta kalan kabuk tek veya çift camlı olabilmektedir. Dış kabuğun en önemli özelliği ise; dış hava koşulları ile gürültü koruyucu bir yapı yüzeyi oluşturmasıdır. İçteki duvar ile dış yapı kabuğu cam elemanı arası boşluk pencerelerin açılmasıyla doğal havalandırma sağlarken, aynı zamanda güneş kontrol elemanları için de uygun alan oluşturur. Dış yüzeyi oluşturan cam kabuk sayesinde etkin gürültü denetimi oluşturarak, iç hacimde işitsel konfor sağlaması da önemli özelliğidir.

2.2 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması

Çift Cidarlı Cepheler sistem kavramının sınıflandırılması yaklaşım açısından önemli olabilir. Mevcut literatürde farklı şekillerde sınıflandırmadan bahsedilmiştir. Ancak, en yaygın olanı boşluğun bölümlenmesine bağlı cephe geometrisine göre kategorize etmektir. Bahsedilen dört tip şunlardır [19]:

- Kutu Pencere Tipi Çift Kabuk Cepheler
- Koridor Tipi Çift Kabuk Cepheler
- Şaft Kutu Tipi Çift Kabuk Cepheler

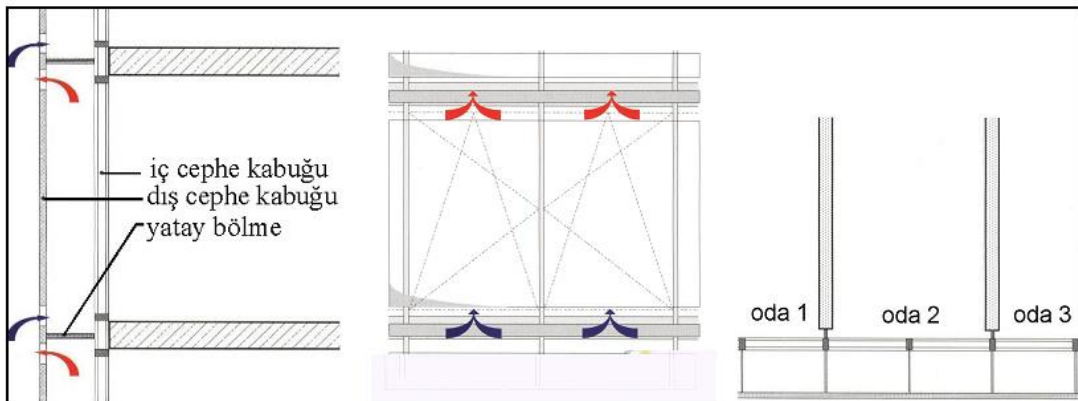
- Çok Katlı Tipi Çift Kabuk Cepheler



Şekil 2.9 Cephenin bölünme geometrisine göre çift kabuk cephelerin şematik gösterimi[23]

2.2.1 Kutu Tipi Pencere Çift Kabuk Cepheler

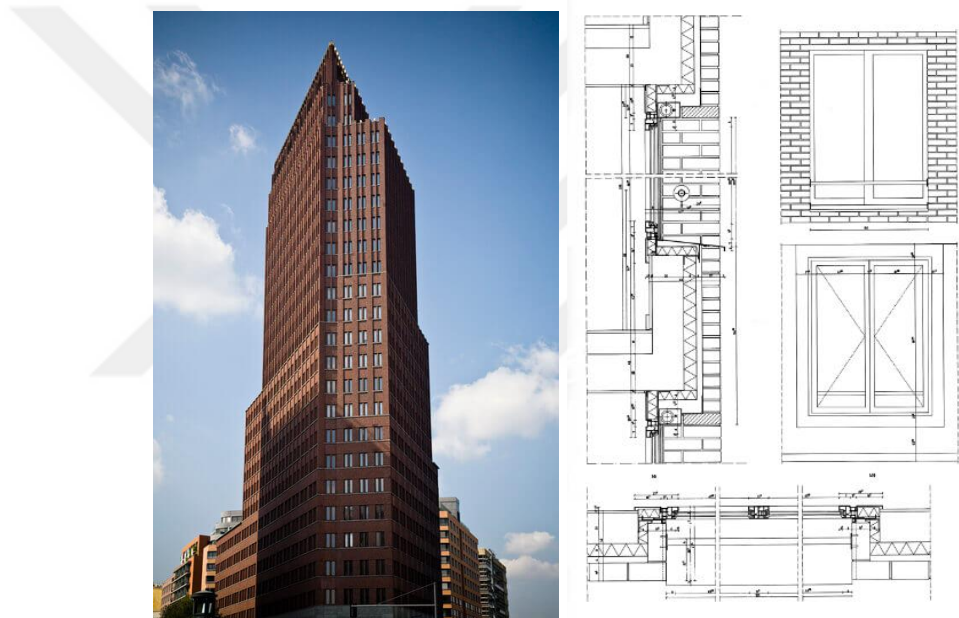
Kutu tipi çift kabuk cepheler; içte çift camlı, dışta ise tek camlı kabuğun oluşturduğu kutu şekli ile isimlendirilmiş bir panel sistemdir. Bu tip cephelerde, boşluk; fiziksel olarak yatay ve dikey sınırlandırılmıştır. Kutu denilen cephe modülü bir katla sınırlı yüksekliğe sahiptir. Genel olarak yüksek binalarda cephede güneş kontrol sistemlerinin kurgulanması amacıyla kullanılmaktadır. Eğer sistem doğal havalandırmalı ise kutu tip çift kabuk cepheyi oluşturan dış kabuk genelde lamine tek camdan, iç kabuk ise çift katmanlı yalıtımlı cam kabuktan oluşmuştur. Çift kabuk arasındaki boşluğa istenirse mekanik sistemli panjurlar da yerleştirilir [19].



Şekil 2.10 Kutu Tipi Çift Kabuk Cephe Şematik çizimi [24]

Cephe elemanının yüksekliğinin sınırlılığı aynı zamanda, önemli sayılabilecek güneş ışığı sonucunda genelde yüksek değerlere ulaşamayan ısıyı da sınırlamaktadır. Böylece iç

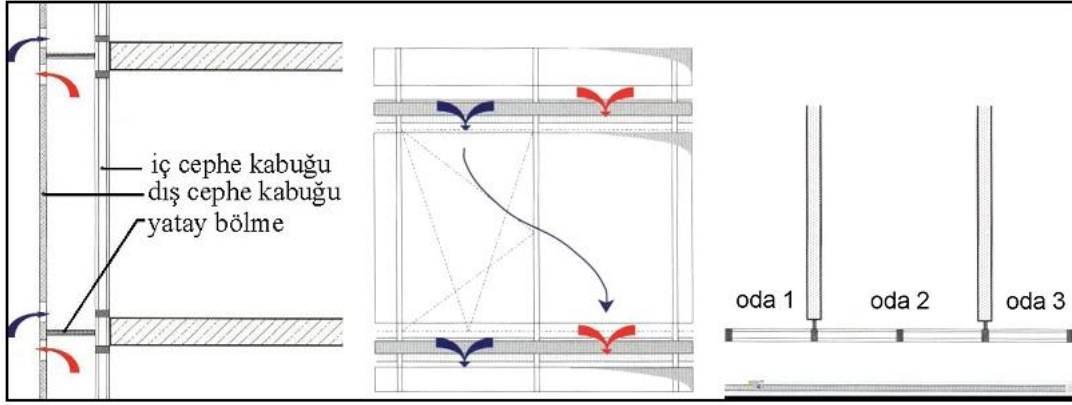
camın açılabilmesine olanak sağlanmış ve iç ortamın doğal havalandırmadan da faydalanması sağlanmış olur. Dış kabuğun alt ve üst bölgelerinde genel olarak sürekli kapanmayan yarık şeklinde boşluklar bırakılır. Bu boşluk içindeki hava akımı dış hava perdesini oluşturur. İç pencere açık durumdayken dışarı ve iç hacim arasındaki hava akışı basınç şartlarına bağlı olarak ya iç mekâna hava girişi (infiltrasyon) ya da iç mekândan dışarıya doğru hava çıkışı (ekfiltrasyon) sağlanır. Kutu pencere tipi çift kabuk cepheler genel olarak panel sistem şeklinde tasarlanıp, taşıyıcı sisteme ankre edilmiş tespit bileşenleri sayesinde taşıyıcı strüktüre monte edilirler. Ayrıca, panel sistem sayesinde üretim alanında tamamlanan cephe panelleri, uygulama aşamasında daha az hata ve daha çabuk uygulama imkânı vermektedir [19].



Şekil 2.11 Kutu tipi çift kabuk cephe örneği Postdamer Platz, Berlin[25],[26]

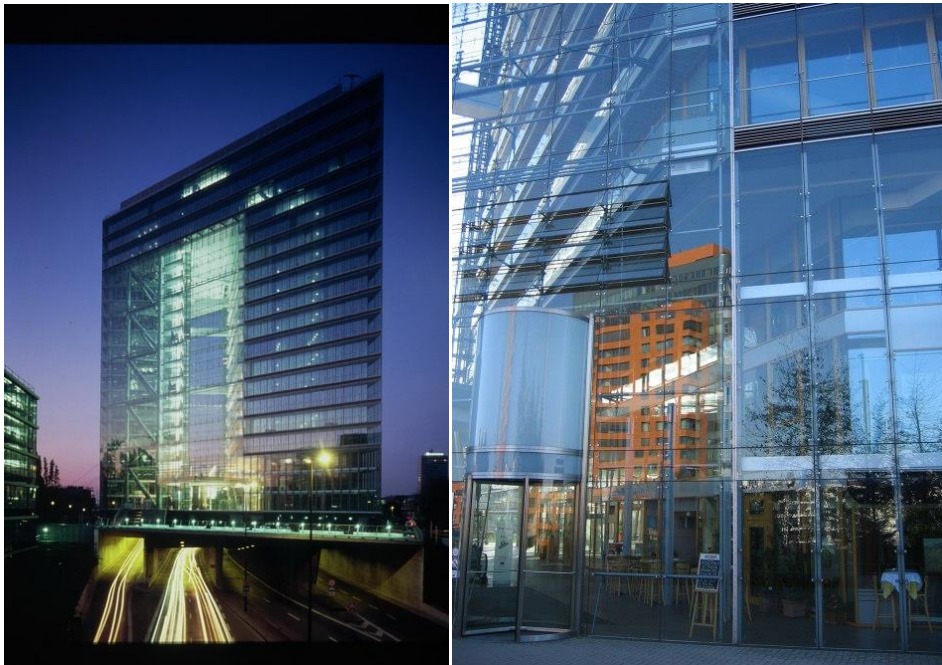
2.2.2 Koridor Çift Kabuk Cephe

Çift kabuk cephelerin en çok kullanılan tiplerinden biridir. Her katta taze hava alma ve kirli havayı verme için kanallar yerleştirilir ve her kattaki boşluklar birbirinin üzerine gelecek şekilde düzenlenir. Koridor tipi çift kabuk cephelerin yapımında, her katta olması gereken havalandırma boşlukları ve yatay bölücüler bulunduğu için çok katlı çift kabuk cephelere göre daha karmaşık bir yapıda oldukları kabul edilmektedir [8].



Şekil 2.12 Koridor Tipi Çift Kabuk Cephe Şematik Çizimi [24]

Buna karşın cephenin işlevi çok gelişmiş ve yapının üstünde aşırı ısı, ses geçişi, duman ve yangın yayılımını azalmaktadır [8]. Çift kabuklu cephelerde güneşten alınan ısı çift cephe arasındaki boşluklarda toplanır ve yukarı yükselir. Havanın ısısının yükselişi, yangın korunumu ve akustik yalıtım gibi teknik nedenlerle iki veya üç katta bir sınırlandırılır. Koridor tipi çift kabuklu cephelerde bu sınırlama her kat hizasındadır ve her katın boşlukları birbirinden bağımsızdır. Bu tip havalandırılmış çift cepheler içinde çoğunlukla bakım onarım gibi gereksinimi karşılamaya yönelik yürüme yolu bulunmaktadır [19].



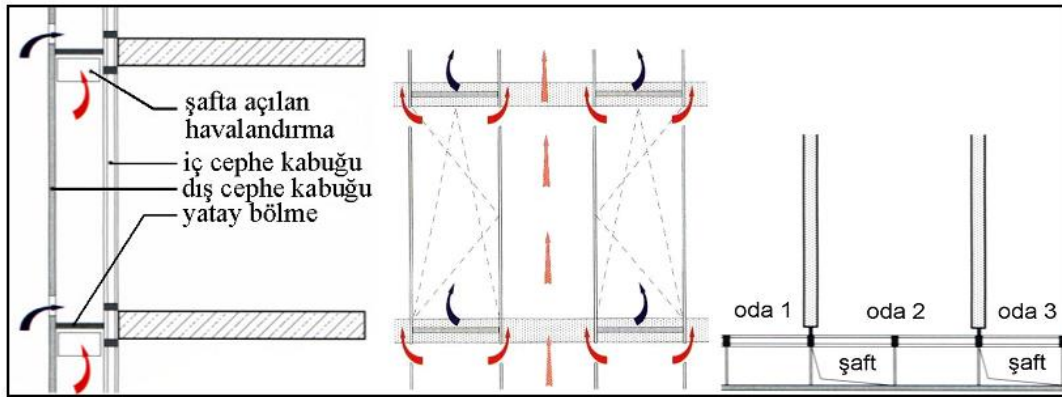
Şekil 2.13 Düsseldorf City Gate Binası koridor tipi çift kabuk cephe sistemi örneği [27],[28]



Şekil 2.14 City Gate Binası cephe içi görünüm [29]

2.2.3 Şaft Kutu Çift Kabuk Cephe

Şaft kutu şeklindeki çift kabuk cephelerde cam yüzeyler arasındaki boşlukta kirli havanın dışarı atılmasını sağlayacak şekilde düşey bölücüler bulunmaktadır [8]. Şaftlar arasındaki havalandırılan bölümler sayesinde çift pencereler arasında taze hava içeri alınır. Kirli hava ise çift pencerenin üstündeki bölümden dışarı atılır ve taze hava pencere ile şaft arasındaki bölücünün üst bölümündeki boşluktan şaftta alınır.



Şekil 2.15 Şaft Kutu Tipi Çift Kabuk Cephe Şematik Çizimi [24]

Diğer çift kabuk cephe tipleriyle karşılaştırması yapıldığında şaft tipi çift kabuk, cephelerin gürültü etkilerinin yayılması, yangından korunma, temiz ve kirli havanın karışması gibi olumsuz durumlar oluşturmaktadır. Bu sebeptendir ki enerji etkinliğini baz almış çift kabuklu cephe tasarımlarında kullanımına az rastlanan bir cephe sistemidir. Düşey şaft katlar boyunca devam ederek en üst noktaya ulaşır; bu sayede baca etkisini oluşturarak doğal havalandırmaya olanak sağlar. Dış cephede açılan mazgal şeklindeki

boşluklar dışarıdan kontrollü bir temiz hava girişi sağlar ve yüzeyler arasındaki boşluğun taze hava ile dolmasını, istendiğinde de bu havanın iç mekâna akışını sağlamak suretiyle mekânın kontrollü bir şekilde havalandırılmasına da olanak verir. Baca etkisinden dolayı sınırlı bir yükseklik gerektirdiğinden bu tip cephelerin daha çok az katlı binalara uygun olduğu belirlenmiştir [8].



Şekil 2.16 Şaft kutu tipi çift kabuk cephe, ARAG 2000 Kulesi [30],[31]

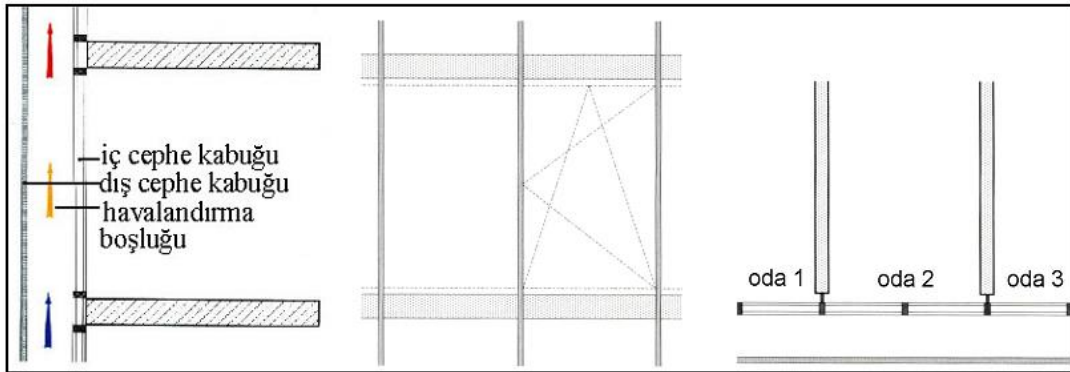


Şekil 2.17 Şaft kutu tipi çift kabuk cephe detayı, ARAG 2000 Kulesi [32]

2.2.4 Çok Katlı Çift Kabuk Cephe

Çok katlı havalandırılmış çift cephelerde çift kabuk arasındaki boşluk yatay ve düşey olarak sınırlandırılmamıştır. Boşluk tüm katlar boyunca devam eder. Yalnız kat hizasında temizlik ve bakım amaçlı yürüme yolları olabilir. Yürüme yolları hava akımına engel olmayacak şekilde tasarlanır. Dış kabuk içteki taşıyıcı strüktüre genellikle çelik taşıyıcılar aracılığı ile taşınır.

Bu cephe tipi dış ortamdaki gürültülerden korunmada oldukça iyi bir performansa sahiptir. Aynı zamanda dış kabuğu tamamıyla cam giydirme cephe biçiminde tasarlama özgürlüğü sunmaktadır. Bu sebeplerle de çok katlı çift kabuk cephe tipi tercih sebebi olabilmektedir. Ancak çok katlı çift kabuk cephelerde kesintisiz boşluk bulunduğundan yangın ihtimali göz önüne alındığında bu tip cephelerin dezavantajları olduğu da ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden işin tasarımı yapılırken malzeme seçimlerinde ek önlemler almak gerekmektedir. Çok katlı çift kabuk cepheler ayrıca panjurlu olarak nitelendirilen tipte de üretilerek uygulaması yapılmaktadır. Çok katlı kabuk cepheden farkı, dış kabuğu oluşturan cam elemanların geleneksel cam giydirme cephe şeklinde değil, hareketli panjurlardan oluşturulmasıdır [19].



Şekil 2.18 Çok Katlı Çift Kabuk Cephe Şematik Çizimi [24]



Şekil 2.19 Çok katlı çift kabuk cephe örnek, Victoria Ensemble, Cologne, Almanya[33]



Şekil 2.20 Çok katlı çift kabuk cephe örnek, Victoria Ensemble, Cologne, Almanya[33]

Çift kabuk cephelerin geometrik sınıflandırmasının dışında havalandırma şekillerine göre de sınıflandırması yapılmaktadır. Ancak bu çalışma kapsamına alınmamıştır.

Çift Kabuk Cepheleri Oluşturan Katmanlar

Çift kabuk cepheler değişik katmanlardan oluşmaktadır.

Bunlar;

Dış kabuk: Genelde sertleştirilmiş cam ile yapılır. Dış cephe tamamıyla cam ile kaplanabilir.

İç kabuk: Yalıtılmış çift camlı bölümdür. İç hacmin cephesini oluşturan bu bölüm genelde tamamen cam ile kaplanmaz.

İki katman arasındaki hava boşluğu: Tamamen doğal olabileceği gibi fanlı veya mekanik havalandırılmalı da olabilir. Hava boşluğu fonksiyonuna göre 200mm den 2000mm ye kadar çıkabilir.

İç pencereler: İç hacmin kullanıcısı tarafından açılabilir. Böylelikle içerdeki mekânların doğal bir şekilde havalandırılması sağlanmış olur.

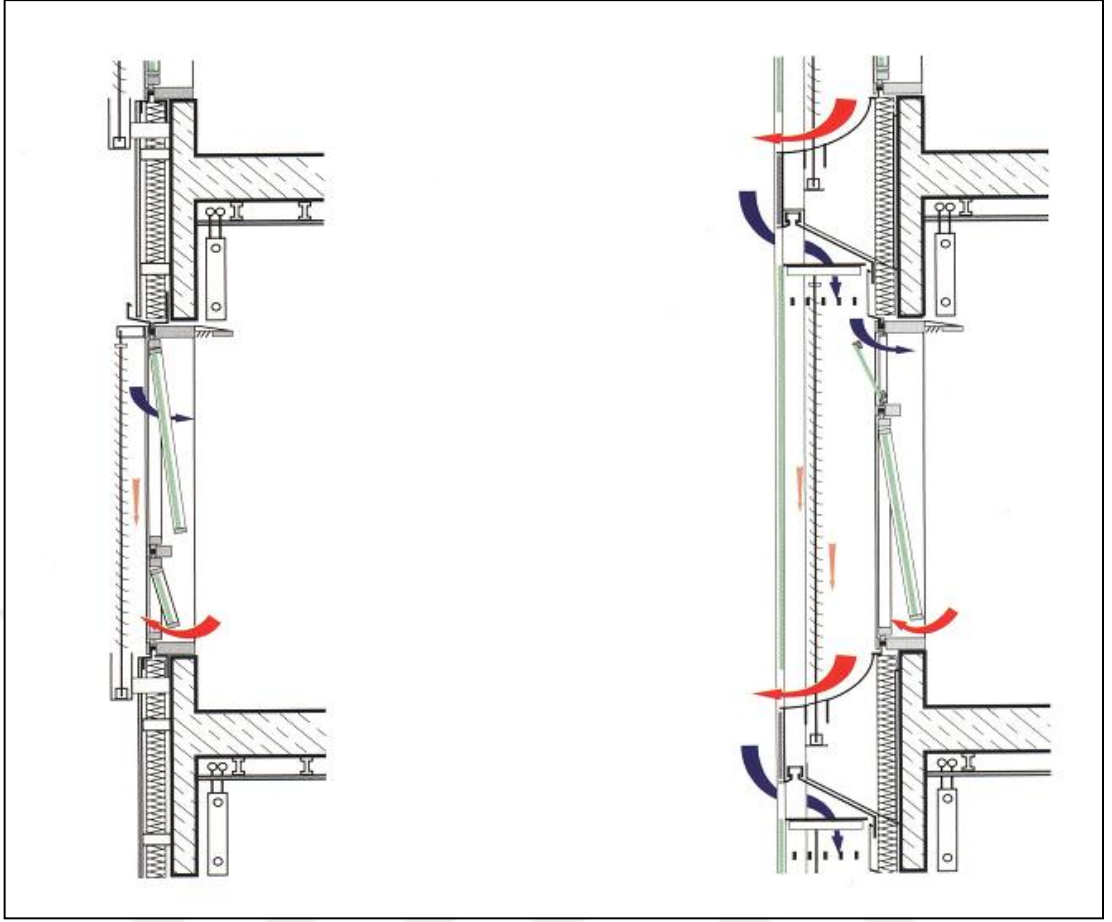
Otomatik güneş kırıcılar: Hava boşluğuyla iç içedir.

Isıtma sistemleri: Cephenin fonksiyonuna ve kaplama türüne bağlı olarak cepheye bitişik olacak şekilde montajı yapılabilir[19].

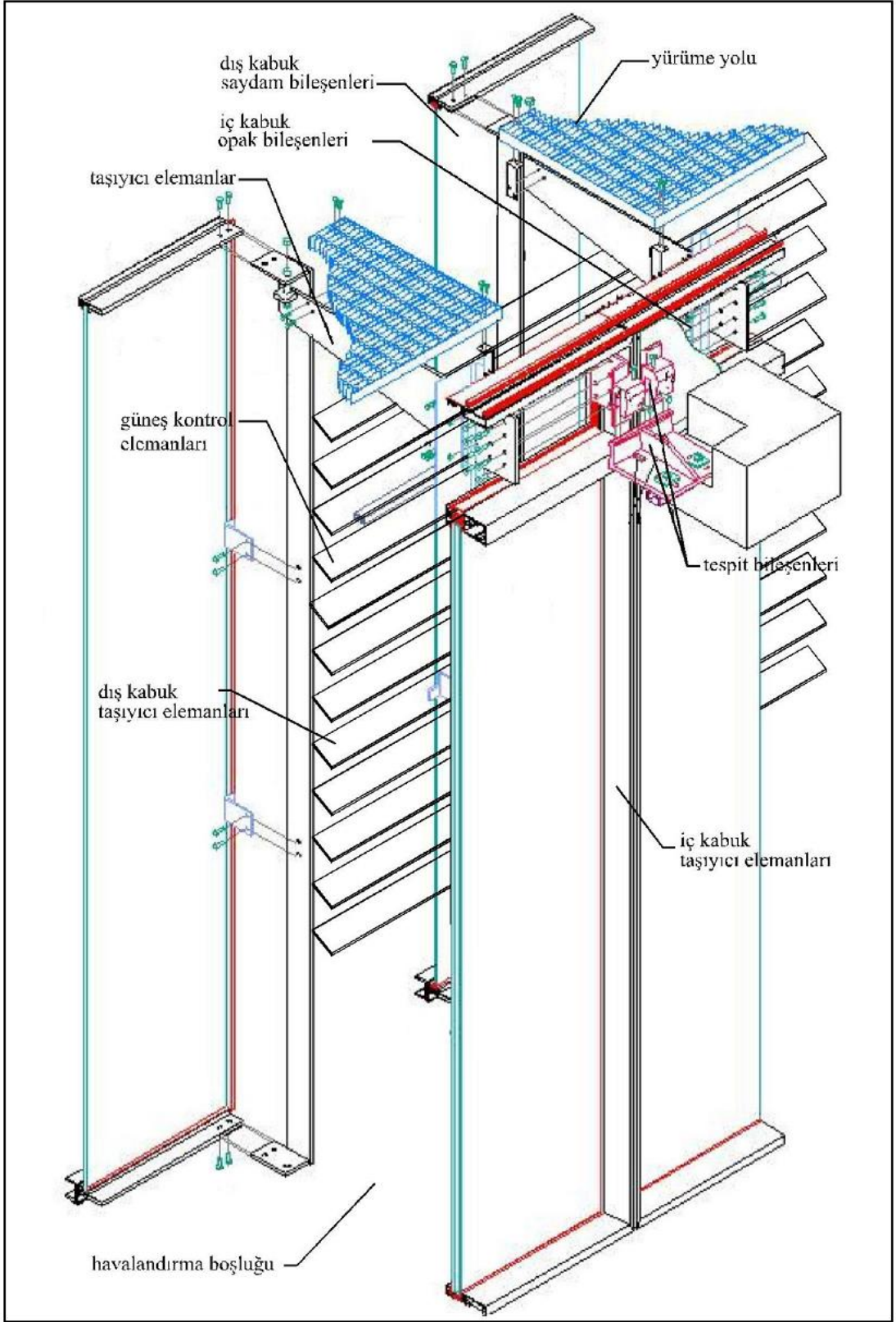
2.3 Çift Cephe Sistemi Kabuk Bileşenleri

Çift kabuk cepheyi oluşturan bileşenler aşağıdaki gibi gruplanmıştır:

- Taşıyıcı İskelet
- Kabuk Bileşenleri (1- Saydam Kabuk Bileşenleri, 2-Opak Kabuk Bileşenleri)
- Tespit/Ankraj Bileşenleri
- Güneş Kontrol Elemanları
- Yürüme Yolu
- Çift Kabuk Arası Hava Boşluğu[19].



Şekil 2.21 Tek kabuk ve çift kabuk cephe sistemleri kesit çizimi[24]



Şekil 2.22 Çift kabuk cephe bileşenlerinin perspektif çizim üzerinde gösterimi [8]

2.3.1 Taşıyıcı İskelet

Ana taşıyıcı sisteme cam cephenin taşınmasını sağlayan yatay ve düşey çubuklardan oluşan ızgara sistemine taşıyıcı elemanlar adı verilmektedir. Bu ızgara, şantiyede veya da fabrikada cam paneller ile birlikte olmak üzere 2 farklı şekilde hazırlanarak yerine montajı yapılmaktadır. Bu açıdan cam cepheler taşıyıcı sistemlerine göre; çubuk (stick) sistem, panel sistem ve yarı panel sistem olmak üzere üçe ayrılmaktadır [34].

Çubuk (stick) sistem, bina cephesine projelendirme sonucu belirlenmiş aks aralıklarında düşey profillerin asılarak bunların arasına yerleştirilen yatay profillerden oluşmaktadır. Cam paneller bu düşey ve yatay profil sistemi arasına monte edilmektedir [19]. Çubuk sistem ülkemizde yaygın olarak tatbik edilen bir sistem olup, sektörde de diğer sistemler ile karşılaştırıldığında maliyeti daha düşük, ancak yatay ve düşey hareketlere karşı uyumu zayıf olan ve montajı sırasında hata yapılmaya müsait bir sistem olarak bilinmektedir. Büyük açıklıklar için montaj sırasında hata risk oranı fazla olduğundan yüksek yapılar için tavsiye edilmemektedir.

Panel sistem, cam panellerin taşınabilir olduğu ve bir kat yüksekliğinde elemanlar halinde fabrika da hazırlanıp şantiye de monte edildiği sistemler olarak adlandırılmaktadır. Çubuk sistemlere göre maliyeti daha yüksek bir sistemdir. Ancak aynı zamanda çok hızlı montaj imkânı sağladığından özellikle büyük ölçekli projeler için tercih sebebi olabilmektedir. Yarı panel sistem, şantiyede monte edilmiş taşıyıcı ızgaraya fabrikada hazırlanan cam panellerin monte edildiği sistemlerdir. Çubuk sistemin ekonomik tarafı ile panel sistemin yüksek yapılar için önemli bir özelliği olan, bina hareketlerine uyum kabiliyetinin birleştirilmiş olduğu karma bir sistem olarak bilinmektedir[8].

2.3.2 Kabuk Bileşenleri

Giydirme cephe kabuk bileşenleri, bina taşıyıcı sistemine tespit edilerek, taşıyıcı metal ızgaraların önüne veya içine monte edilen dış örtü sistemini oluşturmaktadır. Giydirme cephelerde temel olarak iki ayrı bölge bulunur. İlki saydam kuşak (pencere/vizyon bölüm) denilen, genel olarak cam malzemedен oluşan bölge, ikincisi ise opak kuşak (parapet bölgesi) denilen, camın yanında birbirinden farklı opak gereçlerin de kullanıldığı bölgedir. Giydirme cephelerin saydam kuşağında tek veya çift

cam panellerle, parapet kuşaklarında ise dışta: cam, çift cam, metal sandviç panel (saç üzerine emaye, çelik, alüminyum, paslanmaz çelik vb.), plastik (örneğin camyünü takviyeli polyester veya epoksi reçine), suni ya da doğal taş ve içten: metal, plastik, ahşap veya alçı plaklarla kaplama yapılabilmektedir. Ara katman olarak çeşitli ısı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Bazı yüksek binalarda kaplama plakları yalnızca camdan oluşsa da bazılarında cephenin sadece bir bölümü saydam ve cam, diğer bölümleri ise opak ve metal sandviç panel, paslanmaz çelik, granit gibi çeşitli kaplama plakaları ile kaplanabilmektedir. [Akyürek, 1994][19].

2.3.2.1 Saydam Kabuk Bileşenleri

Çift kabuk cam cephelerde kullanılan saydam bileşenler, iç ve dış kabukta kullanılan tek cam veya ısı yalıtımlı çift cam (ikili ya da üçlü) ünitelerden oluşmaktadır. Bu cephelerde, ses yalıtımı, ısı yalıtımı, güneş kontrolü, rüzgâr yüküne karşı korunum, güvenlik, emniyet ve maliyet beklentileri pencere ve cam seçimini etkilemektedir.

Cam endüstrisinin gelişmesiyle birlikte cam kabuğun kendinden beklenen performansları sağlayabilmesine olanak sağlayan çok sayıda cam tipi kullanılmaya başlanmıştır[10]. Kullanım amaçlarına göre değerlendirildiğinde ülkemizde yaygın olarak kullanılan cam türleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır [35].

Güvenlik Camları

Cam için güvenlik kavramından bahsederken öncelikle kırılma sonucunda ortaya çıkabilecek riskler önem kazanmaktadır. Günümüzde cam, geliştirilen yeni üretim teknikleri sayesinde daha zor kırılan ve/veya kırıldığında da yaralanmaları en alt düzeye indirgeyen saydam plaklar haline getirilmiştir. Güvenlik camları ön gerilmeli (temperli) ve tabakalı (lamine) camlar olarak çeşitlendirilmiştir.

Temperli (Ön Gerilmeli) Camlar

Temperli cam, camın basınç, darbe ve ısıya karşı direncini artırmak amacıyla bir dizi ısıtım işlemlerinden geçirilmesiyle elde edilmektedir. Isıyla güçlendirilmiş camlardan farkı soğutmanın ani olarak gerçekleştirilmesidir. Camın, 650 °C'ye kadar ısıtılarak soğuk hava akımı altında aniden soğutulması sayesinde darbelere karşı şartnameler

tarafından öngörülen dayanıklılık koşullarını yerine getirebilmektedir. Temperli cam üretildikten sonra, camın üzerinde herhangi bir delme, kesme vb. gibi işlemler yapılamamaktadır. Bu tür camlar kolaylıkla kırılmamakta, kırıldığında ise kesici kenarları bulunmayan küçük parçalara ayrılmaktadır. Büyük pencere yüzeylerinde, üzerinde yürünen döşemelerde vb. uygulamalarda güvenlikle uygulanabilmektedir.

Tabakalı (Lamine) Camlar

Bu tür camlar da genellikle güvenlik amacıyla üretilmektedir. Ancak iki veya daha fazla katmanın aralarına genellikle polivinil bütiral (PVB) veya benzeri bir plastik malzeme ile bir araya getirilmesiyle lamine camlar elde edilmektedir. Farklı amaçlara yönelik, farklı kalınlıklardaki camların, farklı bağlama malzemeleriyle bir araya getirilmesi ile çok çeşitli lamine camlar da üretilebilmektedir. Böylece kırılmaya, patlamaya, darbelere ve hatta mermiye karşı dayanıklı olabilen, çeşitli düzeylerde performans gösteren lamine camlar üretilebilmektedir. İç katmanda bir dizi farklı malzeme de kullanılabilir. Bunlar saydam, renkli, dokulu film tabakaları olabileceği gibi ısı yalıtımlı, UV filtreli veya yansıtıcı film tabakaları da olabilmektedir.

Güneş Kontrol Camları

Güneş kontrol camları sıcak iklim koşullarında güneş enerjisinin içeriye girmesini önemli ölçüde azalttığı gibi, havalandırma sistemlerinde tasarruf sağlar ve güneş ışınlarının rahatsız edici parlaklığını azaltmaya da yardımcı olur. Gün ışığı ve ısı ışınımına geçirgen olan, aktif ve pasif güneş kazançları ve güneşten korunma doğrultusundaki gelişmelere de adaptasyon sağlamıştır. Cam, yapı içerisinde üretilmiş veya kazanılmış bina ısısının korunmasını sağlar. Güneşten korunma, güneş ışınımının ısı veya elektriğe dönüştürülmesi veya da bina cephelerinde güdümlü hava akımları oluşturarak havalandırma ve/veya serinletme sağlanması gibi birçok alanda fayda sağlayan oldukça kullanışlı olan bir yapı malzemesidir.

Renkli Camlar

Renklendirme cam eriyik durumdayken içine ilave maddeler katılmasıyla yoluyla elde edilir. Renkli cam yüzeyine gelen güneş ışınlarının büyük bir kısmı emilir. Daha sonra

emilen güneş ışınlarının bir kısmı dışarı verilirken bir kısmı da içeri alınır. Böylece içeri alınan güneş ısı miktarı normal camlara göre daha düşük bir düzeyde kalır. Renkli camların güneş kontrol etkinliği arttırıldıkça temperleme ön koşulunu gerekli hale getirir. Çünkü güneş ışığının kuvvetli emilimi, cam yüzeyinde termal gerilim yaratacağı için belli boyutların üzerinde temperlenerek kullanılırlar. Cama metal oksit ilaveleri yapılmak suretiyle geniş bir renk yelpazesi elde edilir. Buna karşılık ışık geçirgenliği azalır. 4mm'lik yeşil camda T-değeri 0.78 (beyaz camda 0.92) ve g-değeri 0.67 (beyaz camda 0.90)'dır. Fotosensitive camlar renkli camlar alanında özel bir uygulamadır. Yeşil ve bronz renklerin gri tonlarla birleştirilmesi sonucu renk kartelâsı genişletilmesi sağlanmıştır.

Yansıtıcı (Reflektif) Camlar

Yansıtıcı camlar, üretim hattında veya üretim hattı dışında farklı metal veya metal oksitlerle yüzeylerinin kaplanması sonucu yüksek yansıtıcılık özelliği kazandırılmış camlardır. İnce metalik kaplamalarda, yumuşak yüzeyleri ve metallerin (özellikle gümüş ve bakırda) kimyasal dirençlerinin düşüklüğünden dolayı korozyon sorunlarının bulunması dezavantajları olarak bilinmektedir. Krom, titan ve çelik alaşım gibi metal kaplamalarda güneş spektrumunun görünür ve yakın infrared bölgelerdeki geçirgenlikleri birbirine yakındır. Renkleri saydam gibi görünmekle birlikte, saydam değil saydama oldukça yakındır. Çeşitli metal oksitlerin pirolitik yöntemlerle cam yüzeyine uygulanması sonucunda mekanik ve kimyasal direnci yüksek yansıtıcı camlar üretilmektedir.

Düşük Emissiviteli (Low-e) Camlar

Low-e cam, yüzeyinde düşük low-e kaplama bulunan düz cam türüdür. Düşük low-e, cama uzun dalga boyundaki radyasyonu yansıtma özelliği kazandırmaktadır. Böylece low-e camlar, gece ve gündüz ışınlarını emen oda içindeki tüm eşyaların ve duvarların yaydığı uzak infrared bölgedeki radyasyonun hemen tamamını geri yansıtarak odanın soğumasını önlerler.

Kaplamalı Camlar

Yumuşak kaplamalar genellikle 6 ve 9 tabakadan oluşmaktadır. Malzemenin farklılaşması sonucunda kaplama kalınlığı, ışık geçirimi ve diğer özellikler kontrol edilebilir bir durumdadır. Low-e kaplama ısı levhalarını biçimlendirmede kullanılmaktadır. Cam yüzeyindeki yansımayı azaltan bu kaplamalar için iyi iletken olan metal katmanlar tercih edilmektedir. Son yıllarda özellikle gümüş esaslı kaplamalar ışığı yüksek oranda geçirdiği ve doğal renklere sahip olması gibi nedenlerle kullanımda öne çıkmaktadır. Güneş kırıcı özellik isteniyorsa, yansıtıran ısı geçirimini de azaltan yüksek reflektif özellikleri olan metal oksit kaplamalar kullanılmaktadır. Çok katmanlı cam ürünler farklı iç aralıkları olan kaplamalı veya kaplamasız kombinasyonlardan yapılır.

Enerji Üreten Camlar

İki cam arasına veya yalnızca bir ön cam arkasına yerleştirilmiş silikon veya özel ince film kaplamalı fotovoltaik (FV) sistemlerle gün ışığından elektrik elde edilmesi mümkün hale gelmiştir. Birbirine seri bağlı hücrelerden elde edilen doğru akım elektrik enerjisi “inverter” ler yardımıyla alternatif akıma dönüştürülmekte; elektriksiz ve uzak kırsal yörelerde tek başına veya yapılar ile diğer bayındırlık işlerinde yardımcı kaynak olarak da kullanılmaktadır. Güneşle hücreler arasındaki cam, verim artışı için demiroksitten arındırılmış durumdadır. Güneşin ışık dışındaki ısı ışınımı FV’ler için gerekli ve yararlı olmadığı için soğurmanın yan ürünü olan ısı enerjisi fotovoltaik+güneş kolektörü kombinasyonlu melez sistemlerde su ısıtmada kullanılabilir. Fotovoltaik yöntemiyle üretilen elektrikliğin 10-15 yıl içinde ekonomik hale gelmesi beklenmektedir. Yapılardaki enerji tüketim maliyetini azaltmanın güncel ve gelecek yaklaşımı olarak bina kabuğuna fotoaktif camların kullanılmasının azalacağı beklenmektedir. Güneş ısını maksimum faydayı sağlamak suretiyle, güneş ısından depolanabilir ve kullanılabilir ısıya dönüşümü gerçekleştiren güneş kolektörleri, seralar ve fotovoltaik güneş kolektörleri, seralar ve fotovoltaik güneş pili uygulamalarından farklı olarak güneş ışınımının yalnızca ısı boyutuyla ilgilidir. Ayrıca kullanım sırasındaki kazaları veya ısı kırılma risklerini engellemek için camların “temperli” olması önerilmektedir.

Isı Yalıtım Camları

Yalıtımlı cam iki levhanın arasına hava hapsedilmesiyle yapılır. Bu alana argon veya diğer özel gazlar doldurulmasının yanı sıra gözle görülebilen low-e kaplama olarak isimlendirilen metalik kaplamalar daha fazla enerji etkin hale getirir. Bu durumda en çok kullanılan malzeme farklı kalınlık ve dokudaki cam, polikarbonat ve quartz köpüktür. Diğer iki tabaka arasına yerleştirilen malzeme mekanik zarar ve hava şartlarına karşı korunur. Bu ilave malzemeler, cam levhalara paralel veya dik, hücresel düzenleme veya mikroskobik hücresel formda olan aerogel gibi farklı biçimlerde düzenlenebilmektedir. Cam katmanlar arasında kullanılabilen jaluzi, film tabakası vb. güneş kırıcı elemanlar kirlenmeye karşı korunaklıdır. Böylece bakım ve temizlik maliyeti de azaltılmaktadır. Ayrıca jaluzilerin mekanik olarak da ayarlanabilmeleri sağlanmaktadır.

Isı Emici Camlar

Isı emici camlar, tüm düz cam üretim yöntemlerinde cam kütlesinin renklendirilmesiyle bronz, gri, yeşil renklerde üretilen renkli camlar ile float üretiminde sadece cam yüzeyinin renklendirilmesiyle oluşan "Spektrafloat" tipi yüzeyi renkli camlardan elde edilmektedir.

Akıllı Camlar

Değişken iklim koşulları ve binanın gereksinimleri doğrultusunda optik özelliklerinin değiştirilmesiyle, akıllı filtreler şeklinde davranması sağlanan camlardır. Güneşten ısı kazancı elde edilmesi istenen dönemde güneşin ısısal etki taşıyan ışınları geçirir, güneş kontrolü istenen dönemde ise bu ışınları yansıtır ve yalnızca görünebilir alan içine yeterli kısmı getirirler. Başlıca akıllı cam tipleri fotokromik, elektrokromik, termokromik, holografik camlardır. Isıtma ve soğutma yükleri eşit ve yüksek olan binalarda mevsimlik değişikliklere uyum sağlama yetenekleri nedeniyle kullanımları önerilmektedir. Bunun yanında içsel ısı kazançları yüksek olan, mevsimlik güneş kontrolünün büyük önem taşıdığı binalarda da kullanılabilirler. Yapının yer aldığı enlem, iklim kuşağı ve topografik koşullara bağlı olarak, ısınmak için bazen güneş ısını binanın içine alarak içte tutmak, sıcaktan korunmak için de bazen güneş ısını dışta tutmak

gerekir. Çoğunlukla soğuk veya sıcak iklimlerde bu konuda seçim kolay olmakla birlikte, Türkiye'nin de içinde yer aldığı iklim kuşağında hem yaz, hem de kış koşulları geçerli olmaktadır [19].

2.3.2.2 Opak Kabuk Bileşenleri

Kat döşemesi seviyesinde ya da parapet ykseklėđi boyunca bina taşıyıcı sistemini gizlemek amacıyla kullanılan panellerin genel adıdır. Bazen parapet önüne spandrel camların gelmesiyle de oluşturulmaktadır. Buna göre hem opaklaştırılmış camlar hem de alüminyum kompozit levhalar kullanılmaktadır. Genel olarak, iç tarafta bir galvanizli levhanın dışta bir tek cam tabakanın, ortada da ısı yalıtım levhasının kullanılmasından oluşturulmaktadır. Kullanılan yalıtım levhaları; genleştirilmış polistren levhalar, poliüretan sert köpük levhalar ve cam yn levhalar şeklinedir.

Spandrel Bölge Camları

Parapet önüne ve cephenin sağır bölgelerine gelen kısımların; dış koşullara dayanıklılık, bakım kolaylığı ve görüntüde homojenliğini sağlaması açısından tercih edilecek cam ile kaplanmasıdır. Kiriş, duvar, tesisat hacmi ve asma tavan gibi bölümlerin önünde de kullanılır. Spandrel bölge camları, şartnamelerdeki ısı, güvenlik ve akustik gereklilikler sebebiyle çift cam olarak da kullanılabilir. Opak bölgelerde cam kullanımında vizyon bölge camı ile spandrel bölge camı arasındaki renk uyumuna dikkat edilmesi önemli bir ayrıntıdır. Spandrel bölgedeki cam için, opaklaştırılmış cam ya da gölge kutusu yöntemlerinden biri tercih edilebilmektedir [35].

Alüminyum Kompozit Levhalar

Modern, estetik ve hesaplı alüminyum kompozit levhalar, cephede sağır bölgeler ve tasarım elemanı olarak kullanılan kaplama malzemeleridir. İki adet 0,5 mm kalınlığında alüminyum levhanın ortasına çekirdek denen polietilen malzeme (visko elastik yüksek moleküler reçine) koyulması ile sandviç panel biçiminde oluşturulmaktadır. Birim hacim ağırlığı, ortada kullanılan çekirdek malzemenin kalınlığına göre 1,2-1,5 g/cm³ arasında değişebilmektedir. Çekirdek tabaka kullanım yeri, yangın sınıfı, rüzgâr dayanımına bağlı

olarak tercih edilebilir. Panelin dış cephede kalan yüzü istenilen renkte ve dokuda boyanabilme özelliğine sahiptir[36].

Alüminyum Levhalar

Alüminyum levhalar da, alüminyum kompozit levhalar gibi proje ölçülerinde işlenerek, cephe modülasyonunda belirlenen alanlar için örtü malzemesi oluşturacak biçimde kullanılır. Alüminyum kompozit levhalara göre cephede daha az kullanılır. Bunun sebepleri olarak ağır olmaları, ısı ve ses yalıtımı konusunda tek tabakadan oluşmaları gibi olumsuz etkiler gösterilmektedir [36].

Cam Lifi Takviyeli Beton (Glass Fiber Reinforced Cement – GRC – GRFC) Kaplamalar

Cam lifi kompozit bir bileşendir. Takviyeli beton; çimento, ince kum, kimyasal karışımlar, cam elyaf ve su ile oluşturulmuş bir karışımdır. Elyaf kompozit bileşene bükülme, gerilme ve darbe mukavemeti kazandırmaktadır. GRC'nin yoğunluğu betona benzemekle birlikte, kompozit bileşenlerin 10-15 mm'lik katman kalınlığında olması sebebiyle betona kıyasla çok daha hafiftir[36].

2.3.3 Tespit / Ankraj Bileşenleri

Tespit bileşenleri; taşıyıcı ızgaranın bina taşıyıcısına, saydam ve opak panelin taşıyıcı ızgaraya ve taşıyıcı ızgarayı oluşturan yatay ve düşey profillerin birbirlerine bağlaması için kullanılmaktadırlar. Izgaranın ana taşıyıcıya tespitinde kullanılan bileşenler; ankraj profilleri, baskı profilleri, kenetler, perçin, vida, dübel ve civatalar olarak sıralanabilir. Ankraj bileşenleri, paslanmaz çelik ya da alüminyum alaşımlardan üretilmektedirler. Saydam ve opak panelin taşıyıcıyı ızgaraya ankre edilmesi için kullanılan tespit bileşenleri, sızdırmazlık sağlanması amacıyla kullanılan macun ve contalardır. Yatay ve düşey çubukların birbirlerine birleştirilmesi için ise alüminyum ya da paslanmaz çelikten üretilen köşe takozları kullanılmaktadır[8].

2.3.4 Güneş Kontrol Elemanları

Güneş kontrol elemanları çift kabuk cephelerin güneş enerjisinin olumsuz ısı etkilerini amacıyla havalandırma boşluğu içerisine yerleştirilir. Sabit, elle kumanda edilen ve

binanın otomasyon sistemine bağlı olarak çalışan hareketli tipleri vardır. Genellikle alüminyumdan yapılmalarına rağmen, ahşap ya da cam malzemeden de üretilebilmektedirler.

Güneş kontrol elemanlarının havalandırma boşluğu içerisinde ki yeri ısı artışları açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla beraber bu elemanlar i kabuğa çok yakın yerleştirilirse aşırı ısınmaya ve ara boşluğun ısı yüklenmesine neden olur. Lund Institute of Technology'nin yapmış olduğu testler sonucunda güneş kontrol elemanlarıyla dış kabuk arasındaki mesafenin en az 15 cm olması önerilmiştir[8].

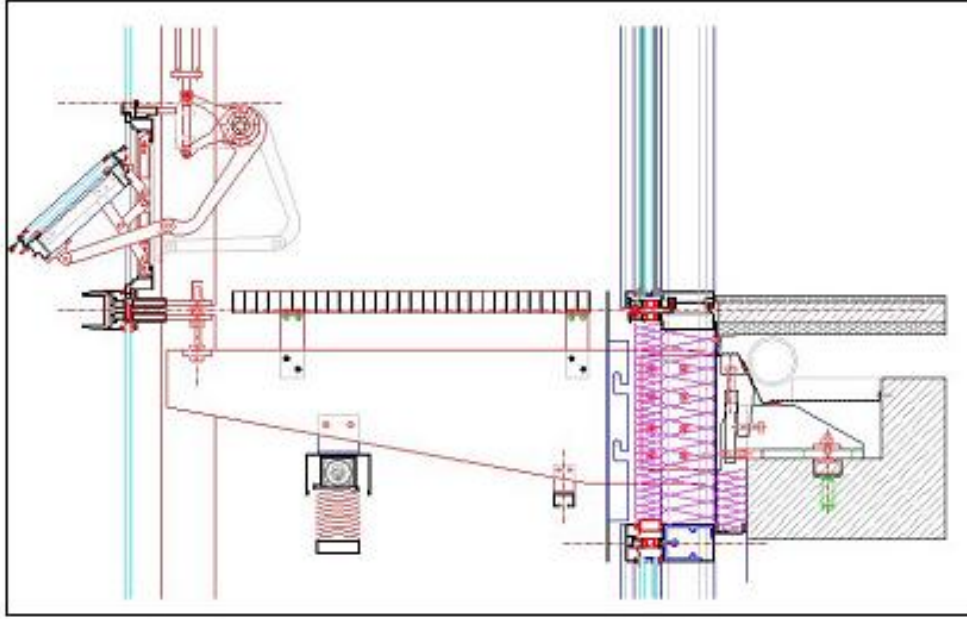


şekil 2.23 Sparkasse Fürstfeldbruck binası cam güneş kontrol elemanları [8]

Yapı kabuğundan olan ısı kazancının engellenmesindeki en etkin prensibin güneş ışınımını binaya gelmeden kesme gereksinmesi, güneş kontrol elemanlarını bina cephesinin oluşumunda çok önemli bir unsur haline getirmiştir. Günümüzde yapı kabuğunda tasarlanacak güneş kontrol elemanları binaların mimari cephe karakterini etkileyen bir öge haline gelmiştir[8].

2.3.5 Yürüme Yolu

Çift kabuklu cephelerin bakım-onarım, temizlik gibi rutin eylemlerin uygulanabilmesi ve güneş kontrol elemanlarının iki kabuk arasındaki boşluğa monte edilmesini sağlamaktadır. Yürüme yolu cephenin taşıcı sistemine entegre edilen elik konstrüksiyonlu taşıyıcı sisteme taşıtılan elik bir malzemeden veya proje detayları doğrultusunda kat döşemesinden de oluşabilir[19].



Şekil 2.24 Galvanize çelik yürüme yolu düşey kesit örneği[8]

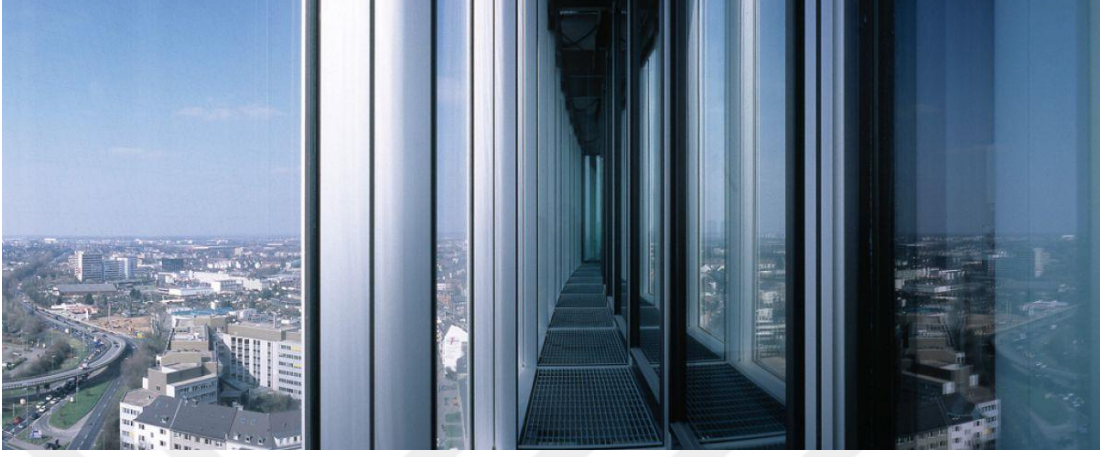


Şekil 2.25 Çok katlı çift kabuk cephe ve koridor tipi çift kabuk cephe ara boşluğu görüntüsü[13]

2.3.6 Çift Kabuk Arası Hava Boşluğu

Çift kabuk cephelerin havalandırılması, temizlenmesi bakım-narım gereksinimleri ve güneş kontrol elemanlarının yerleştirilmesi amacıyla tasarlanan bir boşluktur. Boşluğun genişliği uygulandığı cephenin fonksiyonuna göre 100 mm ile 2000 mm arasında değişebilmektedir [19].

Havalandırma boşluğu dış hava ve iç hava arasında tampon bölge oluşturmaktadır. Boşluktaki havalandırma için cephenin altında ve üstünde menfezler bulunur. Menfezler kışın ısı depolamak için kapanır, yazın ise ara boşluğu soğutmak için açılır [8].



Şekil 2.26 Şaft kutu tipi çift kabuk cephe ara boşluk detayı, ARAG 2000 Kulesi [26]



Şekil 2.27 Çift kabuk cephe ara boşluk detayı, Occidental Chemical, Newyork [37]

2.4 Çift Kabuk Cephe Taşıyıcı Sistem Tipleri

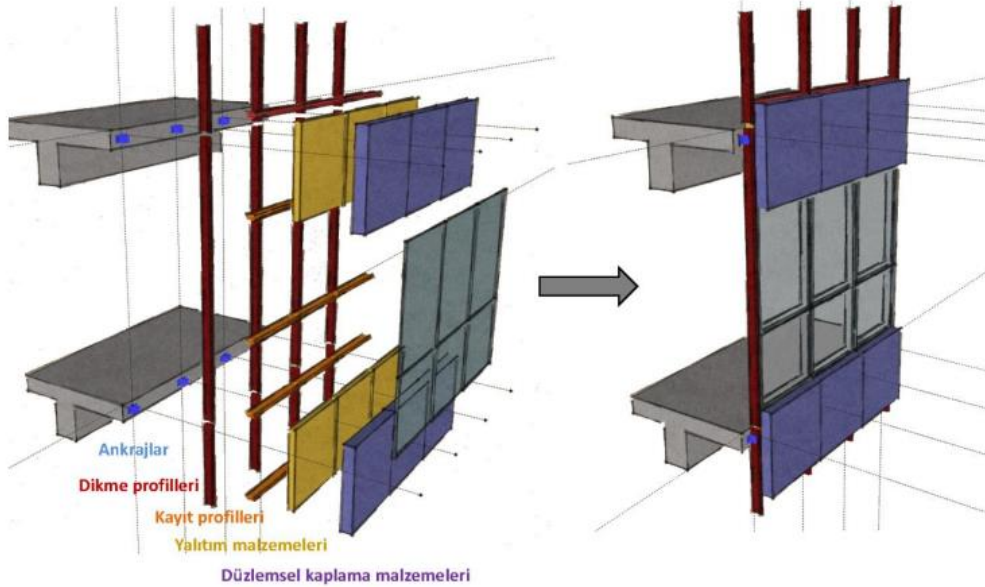
Cephe sistemleri taşıyıcı strüktürleri açısından değerlendirildiğinde genel olarak 3 grup halinde sınıflandırılabilir.

- Çubuk sistem
- Yarı Panel sistem
- Panel sistem

2.4.1 Çubuk Sistem

Çubuk (stick) sistemde, düşey alüminyum profiller, projelendirmeye uygun olarak belirli aks aralıklarıyla bir ucundan sabit diğer ucundan hareketli olarak monte edilir. Yatay profiller Düşey profillerin aralarına şantiyede yatay profiller montaj sırasında yerleştirilir.

Çubuk sistemlerde montaj kolaylığı sağlamak amacıyla, bir ya da iki aks fabrikada çatılarak hazırlanabilmektedir. Çubuk sistemlerin hareket toleransı 1-2 mm ile sınırlıdır. Çubuk sistemler düşey ya da yatay ana taşıyıcı sistemler olarak yapılabilmektedir. Düşey taşıyıcı sistemlerde dikmeler döşemeye asılarak ve yatay profiller de dikmelere saplanarak bağlanmaktadır. Yatay taşıyıcı sistemlerde, yatay kayıtlar döşemeye bağlanmakta dikmeler yatay kayıtların üstüne basmaktadır. Ancak yaygın olarak kullanılan düşey taşıyıcı sistemlerdir. Düşey taşıyıcı profiller bir veya iki kat yüksekliğinde ankre edilmekte ve dikmelerin ek yerlerinde bir düşey profile vidalanan, diğerinin içine geçirilen ama sabitlenmeyen bağlantı profilleri kullanılmaktadır. Ek yeri profilleri sisteme düşeyde hareket imkânı vermelidir. Aksi halde sıcaklık farkından oluşan genleşmeler sistem tarafından tolere edilemeyeceğinden camlarda patlamalar oluşabilmektedir[38].



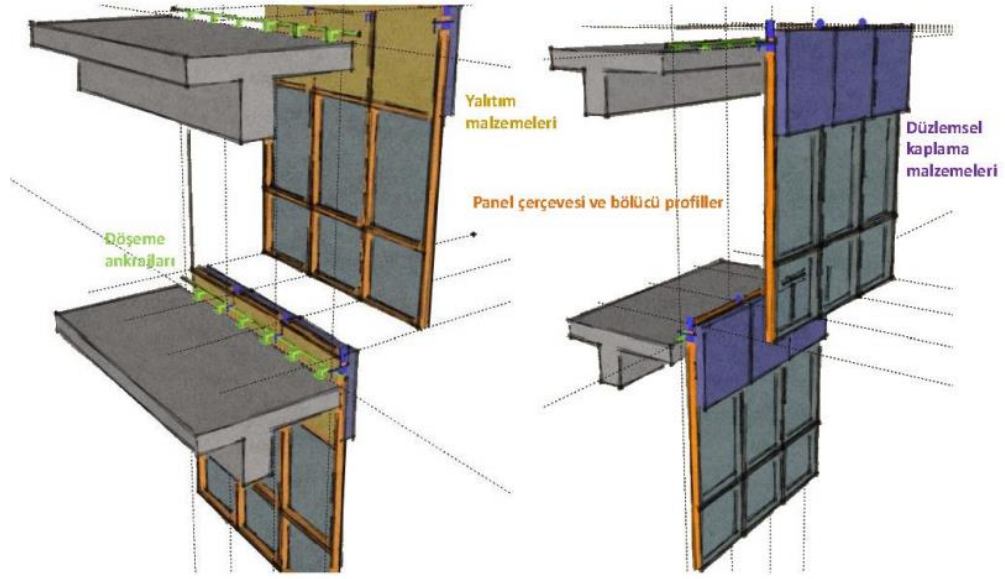
Şekil 2.28 Çubuk sistem elemanları montaj detayı [29]

Çubuk sistem, yarı panel ve panel sisteme göre daha ekonomiktir. Ülkemizde de yaygın kullanım alanına sahiptir. Ancak cephe montajı bu sistemde diğer sistemlerle

kıyaslandığında daha fazla zaman almaktadır. Dolayısıyla, yüksek binalarda çalışma zorluğu ve hava koşullarının olumsuz etkileri, özellikle kış aylarında montajı çok yavaşlamakta ve olumsuz yönde etkilemektedir. Montaj esnasında iskele ve yardımcı platformların kullanılması gerekmektedir. Sisteme ait modüller, panel sistemlerde olduğu gibi kapalı fabrika ortamında yapılanmadığından montajda hata yapma olasılığı yüksektir. Kalifiye eleman kullanılması gerekmektedir. Sistemin bina hareketlerine karşı uyumu zayıf olduğundan büyük yüzeyli uygulamalarda kullanılmamalıdır[38].

2.4.2 Yarı Panel Sistem

Yarı panel sistemler; çubuk sistemin ekonomikliğini ve panel sistemin yüksek yapılar için önemli bir özelliği olan, bina hareketliliğine uyum kabiliyetini bir araya getiren giydirme cephe sistemleridir. Ülkemizde yarı panel sistemin uygulandığı ilk örnek Sabancı Center Binasıdır. Bu yapıda giydirme cephe elemanları kat bazında, düşey şeritler halinde hazırlanmış büyük paneller olarak uygulanmıştır. Her kat kendi içinde bağımsız çalışmaktadır. Dilatasyon yatay profillerle sağlanmıştır. Ülkemizden bir diğer örnek Garanti Koza taahhüdünde yapılan İS.TE.K (İstanbul Tekstilciler Kooperatifi) ikiz kulelerin giydirme cephesidir. Bu binada sistem panel sisteme benzer şekilde yatay ve düşey dilatasyonlara sahiptir. Binada ön görülen yatay ve düşey hareketleri tolere edebilecek olan dilatasyon bağlantıları özel tasarlanmıştır. Yarı panel sistemin uygulandığı diğer ülkeler arasında Amerika, World Trade Center, Sears Towers gibi yüksek binalarıyla yer almaktadır[38].

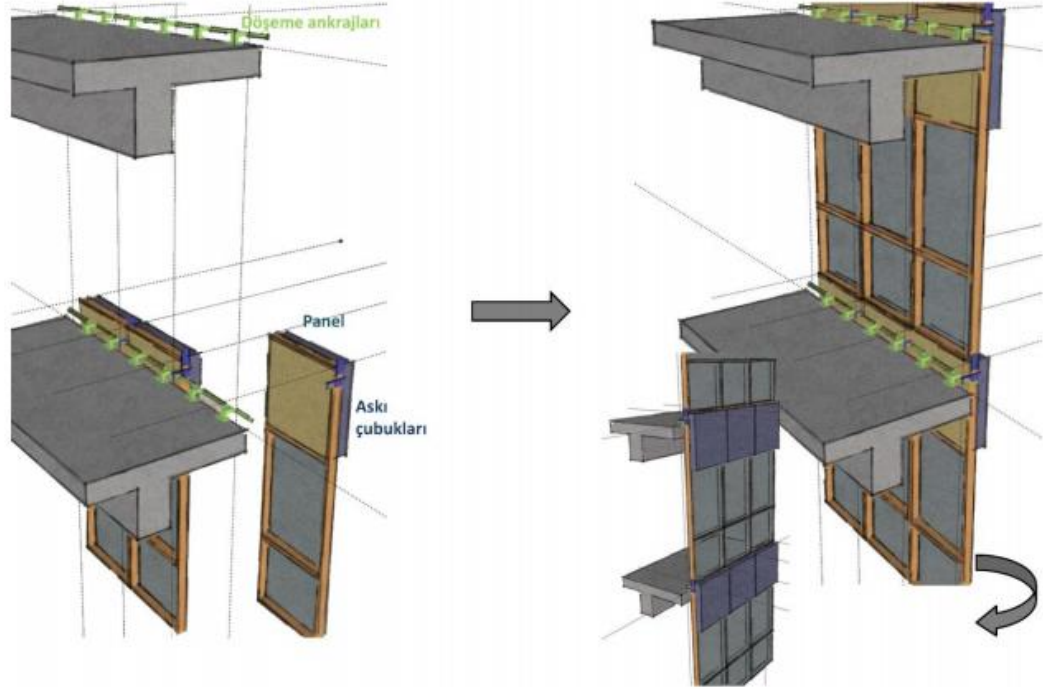


Şekil 2.29 Yarı panel sistem montaj detayı[29]

Camların daha sonra şantiyede yerine monte edilmesi yarı panel sistemleri panel sistemlerden ayıran en önemli özelliktir. Prensipde her panel camıyla birlikte özel kenetlerle bağlandığı betonarme alanın statığına tabi olup, ancak kapladığı alandaki hareketleri algılar, yapının genel deformasyonundan etkilenmez. Aynı zamanda yapı deplasman hesap sınırları içinde oluşacak düşey ve yatay hareketlerin cephe içinde soğurması ve yapının kendisi hasar görmediği sürece cephenin işlevini sağlıklı olarak koruması esastır. Yarı panel sistem birinci derece deprem kuşağında olan ülkemizde doğru ve ekonomik bir çözüm olarak tercih edilmesi gereken bir sistem olduğu belirtilmektedir[38].

2.4.3 Panel Sistem

Panel sistemlerin yatay ve düşey doğrama elemanları, taşınabilir büyüklükte, bir veya iki aks genişliğinde, bir kat yüksekliğinde olmak üzere fabrikada imal ederek şantiyeye sevki gerçekleştirilir. Hazırlanan paneller camları ve tüm aksesuarları monte edilmiş olup bitmiş yapı elemanları şeklindedir. Panellerin montajında çubuk sistemden farklı olarak, panellerin insan gücüyle taşınamayacak kadar ağır olması sebebiyle montajının yapılabilmesi için raylı taşıyıcı sistem, montaj platformu, vinç vb. makinelere ihtiyaç vardır[38].



Şekil 2.30 Panel sistem montaj detayı[29]

Panel sistemlerde imalatın paneller halinde yapılması, imalat aşamasında ve sonrasında sürekli kalite kontrolün yapılması uygulamadaki hata oranını düşürmektedir. Panel sistem cephe geçirimsizliği konusunda en yüksek performansa sahiptir. Sistem yatay ve düşey bina hareketlerini soğurur. Panel sistemlerde ızgara tipi örgü uygulanmaktadır. Dikdörtgen formlu cephe elemanları yan yana ve üst üste gelerek kendi çerçevelerinin çeşitli noktalarından kaba yapıya monte edilmektedir. Panel sistemin ankraj kurgusu montaj sırasında ince ayarın yapılabilmesi için panelin üç yönde hareket etmesine olanak sağlamalıdır. Panel Sistem ülkemizde 4. Levent'te 52 katlı İş Bankası İdare Binası'nda ve Ataşehir'deki Palladium Tower Kule ve İş Merkezi Binası'nda uygulanmıştır [38]. Yapımı devam eden Ataşehir'deki Finans Merkezi'nin inşasında da panel sistem kullanılmıştır.

İnşaat süresi kısıtlı olan binalarda özellikle tercih edilen sistem, çok hızlı monte edilmektedir. Kaba inşaat devam ederken paneller üretilebilmekte, cam temin ve monte edilerek zaman kazanılmaktadır. Ancak panel sistem çubuk sisteme oranla oldukça pahalıdır.

ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİNDE, İŞİTSEL KONFOR KOŞULLARININ SAĞLAYACAK KESİT SEÇENEKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ülkemizde yürürlükte olan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi” yönetmeliğinde [39], hacmin işlevine göre kabul edilebilir gürültü düzeyleri yer almakta, ancak yapı kabuğu ile iç duvar/döşeme kesitlerinde ses yalıtımına ilişkin bir belirleme bulunmamaktadır. Konuya ilişkin hazırlanan “Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Yönetmeliği” ise taslak olarak yayımlanmış olup, yakın zamanda yürürlüğe gireceği düşünülmektedir. Söz konusu yönetmelikte yapılar ses yalıtım özelliklerine göre sınıflara ayrılmakta (A, B, C, D, E) ve yeni yapıların en az C sınıfında olması gerektiği belirtilmektedir. Yönetmelikle birlikte, yapıların ısısal konforu/enerji performansına yönelik Enerji Kimlik Belgesine sahip olduğu gibi, ‘Akustik Performans Belgesi’ne sahip olmasının sağlanması hedeflenmektedir.

Bu bölümde, çift kabuk cephe sistemine sahip, kurgulanan örnek bir ofis hacminde, yapı kabuğunda yeterli yalıtımı sağlayacak kesit seçeneklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yer almaktadır. Kesit seçeneklerinin oluşturulmasında, günümüzde bu tür yapılarda sıklıkla kullanılan gereç ve kesitler ele alınarak, değişen gürültü düzeylerindeki yeterliliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Çalışma aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilmiştir;

- Büro hacminin biçim ve boyutlarına ilişkin kabullerin yapılması,
- Yapı kabuğunun şeffaf ve doluluk oranlarına ilişkin kabullerin yapılması,

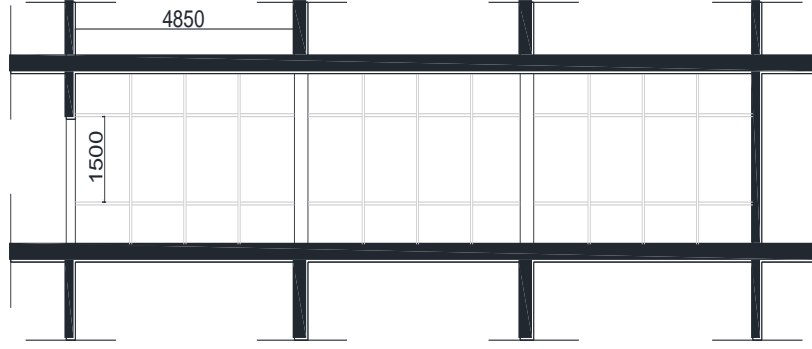
- Yapıyı etkileyen dış gürültü kaynağı ve düzey-frekans dağılımına ilişkin değerlerin belirlenmesi,
- Büro hacminde kabul edilebilir gürültünün toplam ve frekans fonksiyonunda düzeyinin belirlenmesi,
- Simülasyon programı (EN 12354 uyumlu) yardımı ile, yapı kabuğu kesit seçeneklerinin ses geçiş kaybı değerlerinin hesaplanması,
- Simülasyon programı yardımı ile, değişik dış gürültü düzeylerinde ve yapı kabuğu kesit seçeneklerinde, hacim içine geçen gürültünün saptanması,
- İçeriye geçen gürültünün, kabul edilebilir gürültü düzeyi ile karşılaştırılarak, uygun kesit seçeneklerinin ortaya konması.

3.1 Veri ve Kabuller

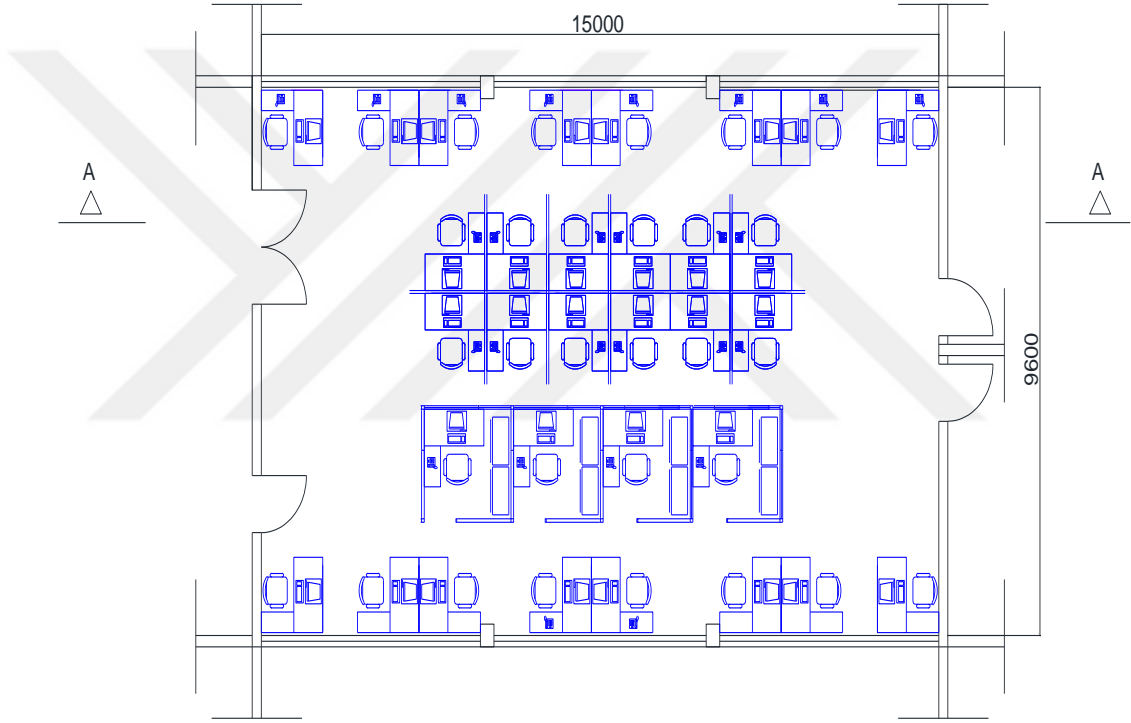
3.1.1 Hacme ve Yapı Kabuğuna İlişkin Kabuller

➤ Hacmin Biçim ve Boyut Özellikleri

Açık planlı büro tasarımları günümüzde çok yaygın olduğu için, hacim boyutları, 15 mx 10 mx 3 m olarak belirlenmiştir. Hacmin yansıma süresi, 0,4 sn olarak alınmıştır. Kurgulanan büro hacminin plan, kesit ve hacimde çalışan kişi sayısına bağlı olarak oturma düzeni Şekil 3.1 de belirtilmiştir.



ÖRNEK HACİM KESİT (A-A)



ÖRNEK HACİM PLAN

Şekil 3.1 Hacme ait plan ve kesit

Çizelge 3.1 Örnek büro tipleri hacim özellikleri

Büro Tipi	Hacim yüksekliği (m)	Hacim derinliği (m)	Hacim genişliği (m)	Saydırlık oranı (%)
B1	3,0	10,0	15,0	%100
B2	3,0	10,0	15,0	%50

➤ Yapı Kabuğu Saydamlık Oranları

Günümüzde çift kabuk cephe sistemli binalara bakıldığında, yapı kabuğunun bütünüyle cam ya da cam+dolu kesitten oluştuğu görülmektedir. Çalışma kapsamında bu iki ayrı durumu da değerlendirmeye alabilmek için, yapı kabuğunun %100 ve %50 olmak üzere, iki ayrı saydamlık oranında olması durumu incelenmiştir. Saydamlığın %50 olarak kabul edildiği kesitlerde parapet yüksekliği 0,75 metre ve şeffaflığı oluşturan cam bölüm 1,50 metre olarak değerlendirilmiştir. Buna göre hacim içinden bakıldığında alt parapet üzerindeki saydam bölüm üzerinde 0,75 metrelik opak bölüm görülecektir.

➤ Cam Tipleri ve Özellikleri

Saydam bölümler için belirlenen cam tipleri Çizelge 3.2’de yer almaktadır. Kesitlerin seçiminde düz, lamine ve düz+lamine camdan değişik kalınlık ve hava boşluklu alternatifler oluşturularak, ses geçiş kaybı değerlerinde olası ayrımların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3.2 Cam kesitler ve özellikleri

Cam Kesit Tipi	Cam Kalınlığı [hava boşluğu] (mm)	Toplam Kalınlık (mm)	Cam Özelliği
C1	4	4	Düz cam
C2	6	6	Düz cam
C3	8	8	Düz cam
C4	10	10	Düz cam
C5	6 [20] 6	32	Düz cam
C6	8 [16] 8	32	Düz cam
C7	6 [600] 5	611	Düz cam
C7 ⁽¹⁾¹	6 [600] 5	611,38	Lamine + Düz cam
C8	8 [600] 8	616	Düz cam
C8 ⁽¹⁾¹	8 [600] 8	616,76	Lamine
C9	8 [500] 8	516	Düz cam
C9 ⁽¹⁾¹	8 [500] 8	516,76	Lamine
C10	8 [500] 10	518	Düz cam
C10 ⁽¹⁾¹	8 [500] 10	518,76	Lamine
C11	8 [600] 10	618	Düz cam
C11 ⁽¹⁾¹	8 [600] 10	618,76	Lamine
C12	6 [16] 4 [16] 4	46	Düz cam
C12 ⁽¹⁾¹	6 [16] 4 [16] 4	46,76	Lamine
C13	16 [550] 6 [16] 6	594,76	Lamine

¹⁽¹⁾ Lamine camı simgelemektedir.

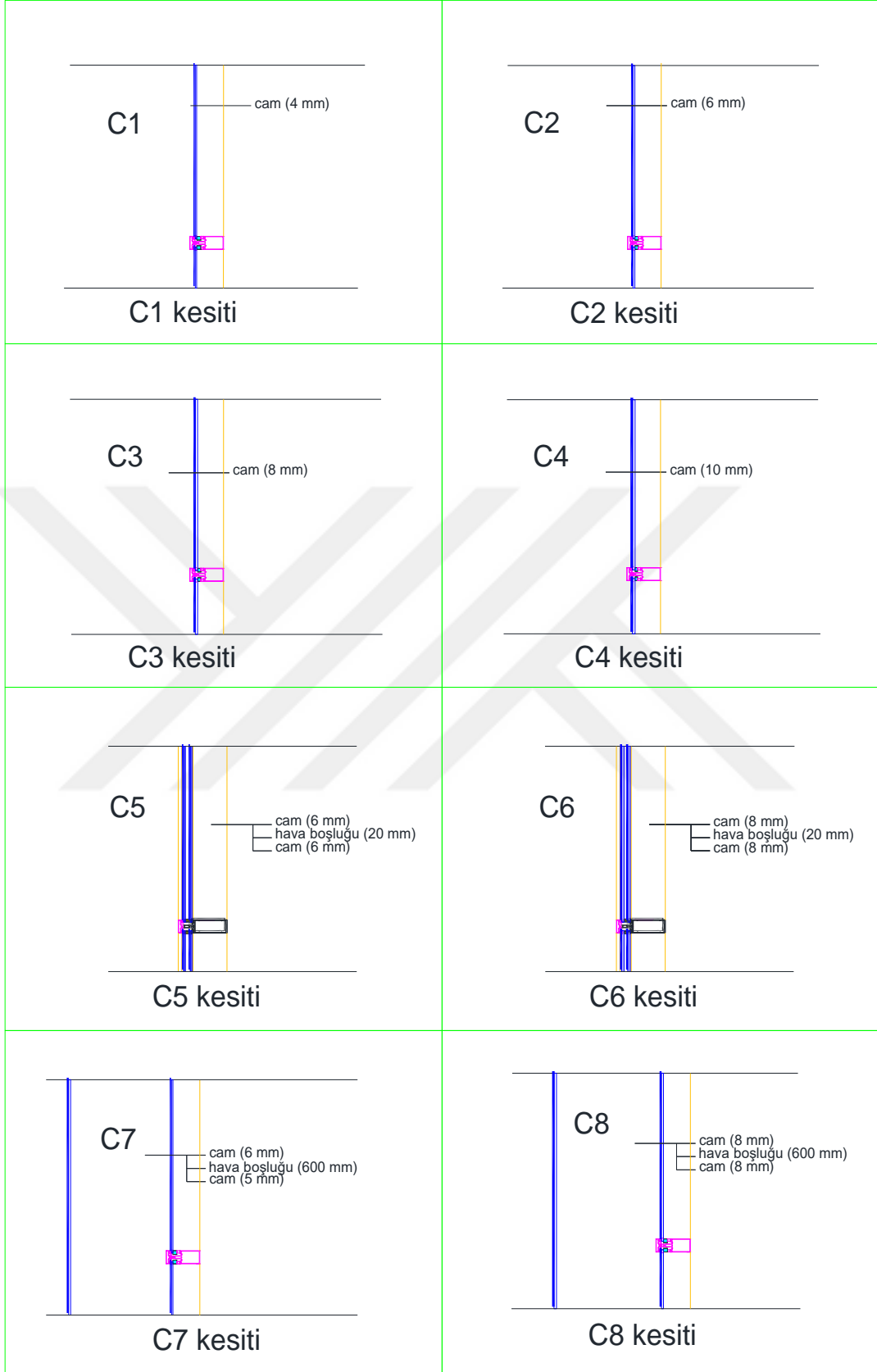
➤ **Duvar Tipleri ve Özellikleri;**

Kabuktaki saydıamlığın %50 olarak kabul edildiği kesitlerde opak bölümleri oluşturan duvar kesitleri 3 tip olarak kabul edilmiştir. Günümüzde giydirme cepiteli yapılar da sıklıkla kullanılan gereçler göz önüne alınarak oluşturulan kesitlerin katman özellikleri Çizelge 3.3'te yer almaktadır. Kesitlerin değişik kütle ağırlıklarında seçilmesi ile, sağladıkları ses geçiş kaybı değerlerindeki ayrımların değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

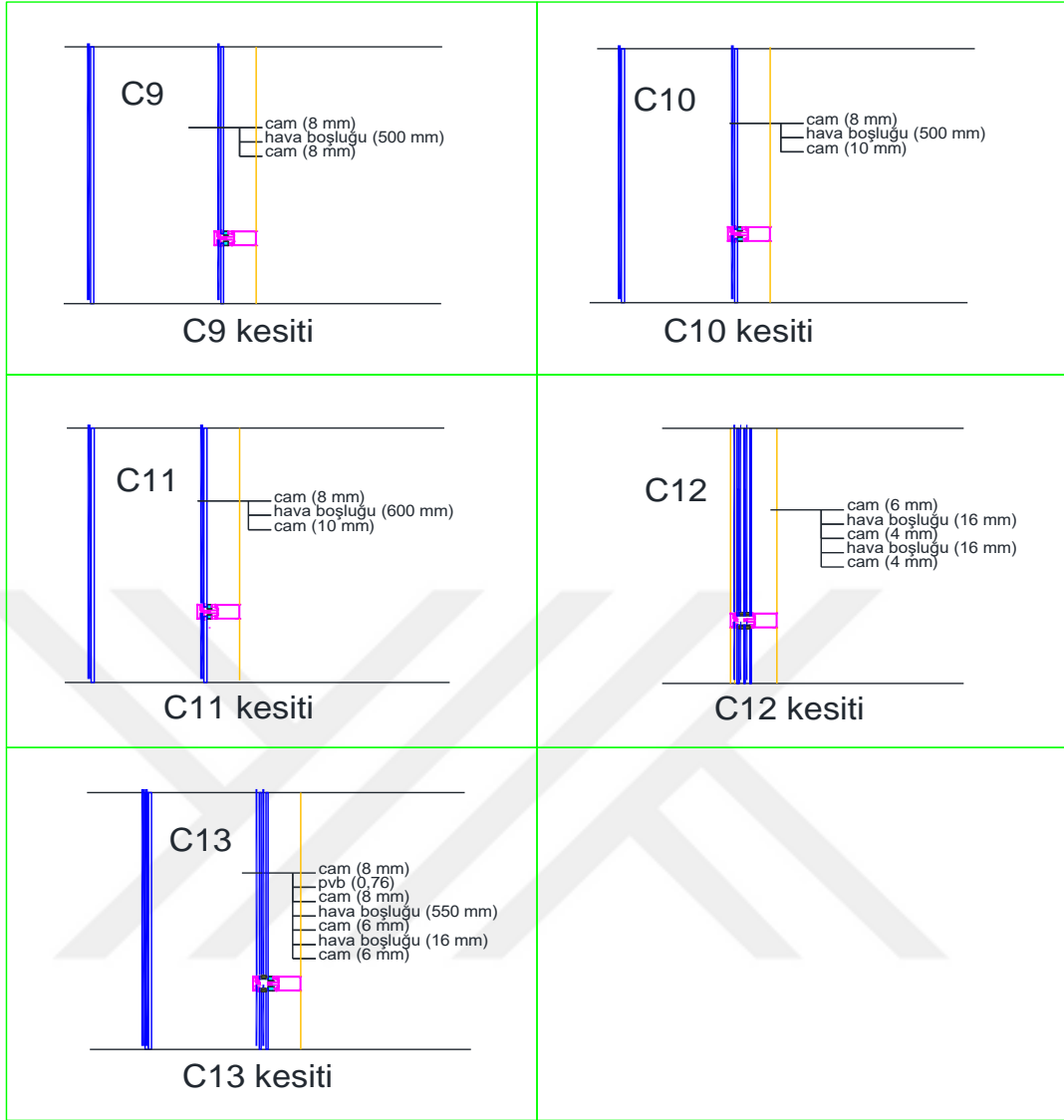
Çizelge 3.3 Duvar kesitleri gereç dağılımı

Duvar Kesiti	Kesit Katman Gereçleri	Yoğunluk (kg/m ³)	Katman Kalınlıkları (mm)	Kalınlık (mm)
D1	profil + alçıpan	≥ 800	13	49
	taşyünü	50	30	
	cam	2500	6	
D2	profil + alçıpan	≥ 800	33	219
	gazbeton	400	150	
	taşyünü	50	30	
	cam	2500	6	
D1	profil + alçıpan	≥ 800	33	219
	beton	2200	150	
	taşyünü	50	30	
	cam	2500	6	

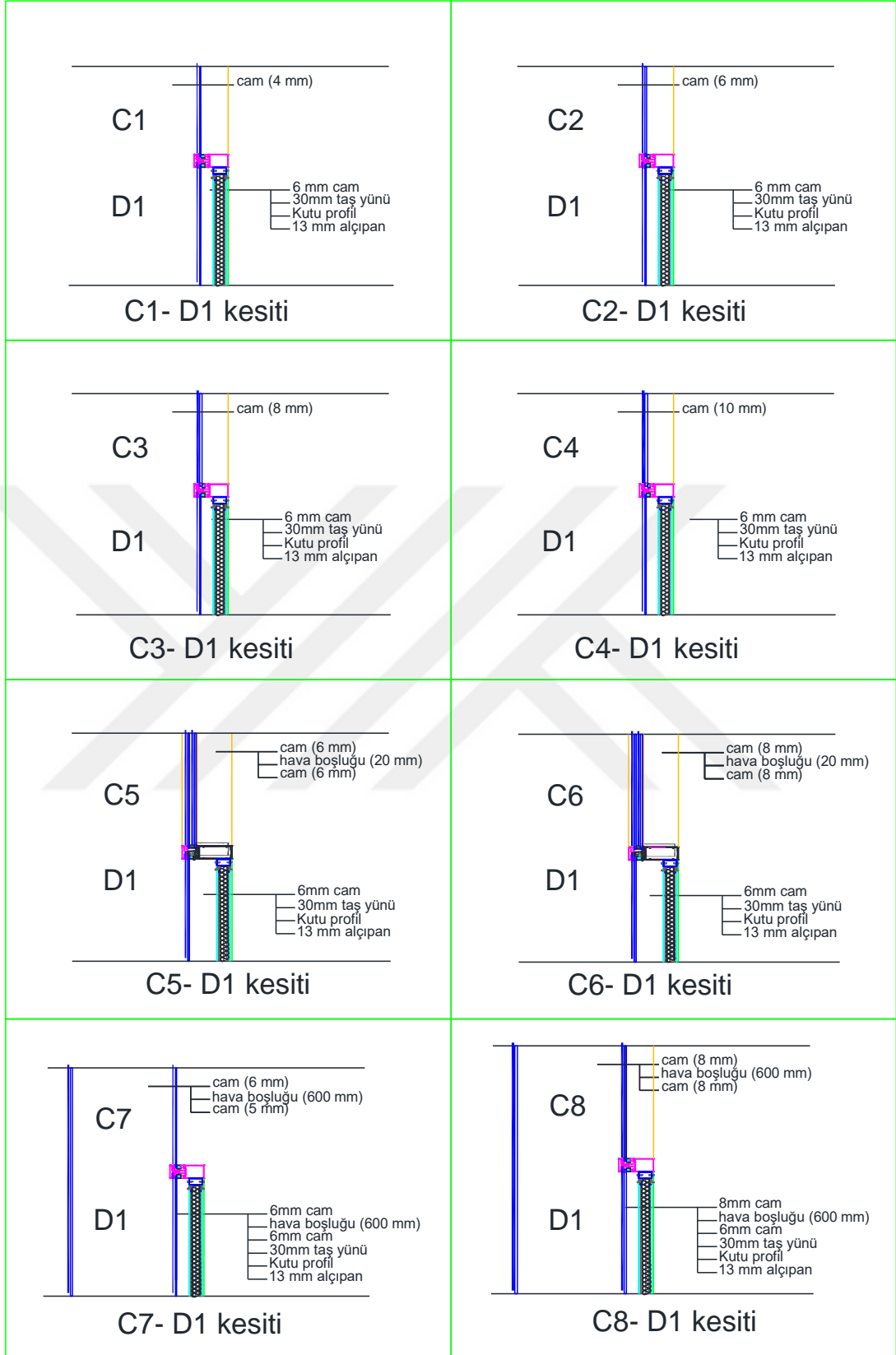
Şekil 3.2'de, yapı kabuğunun tümüyle şeffaf olduğu, Şekil 3.3, 3.4, 3.5'te ise, kabuğun %50 oranında şeffaf olduğu kesit kombinasyonları yer almaktadır.



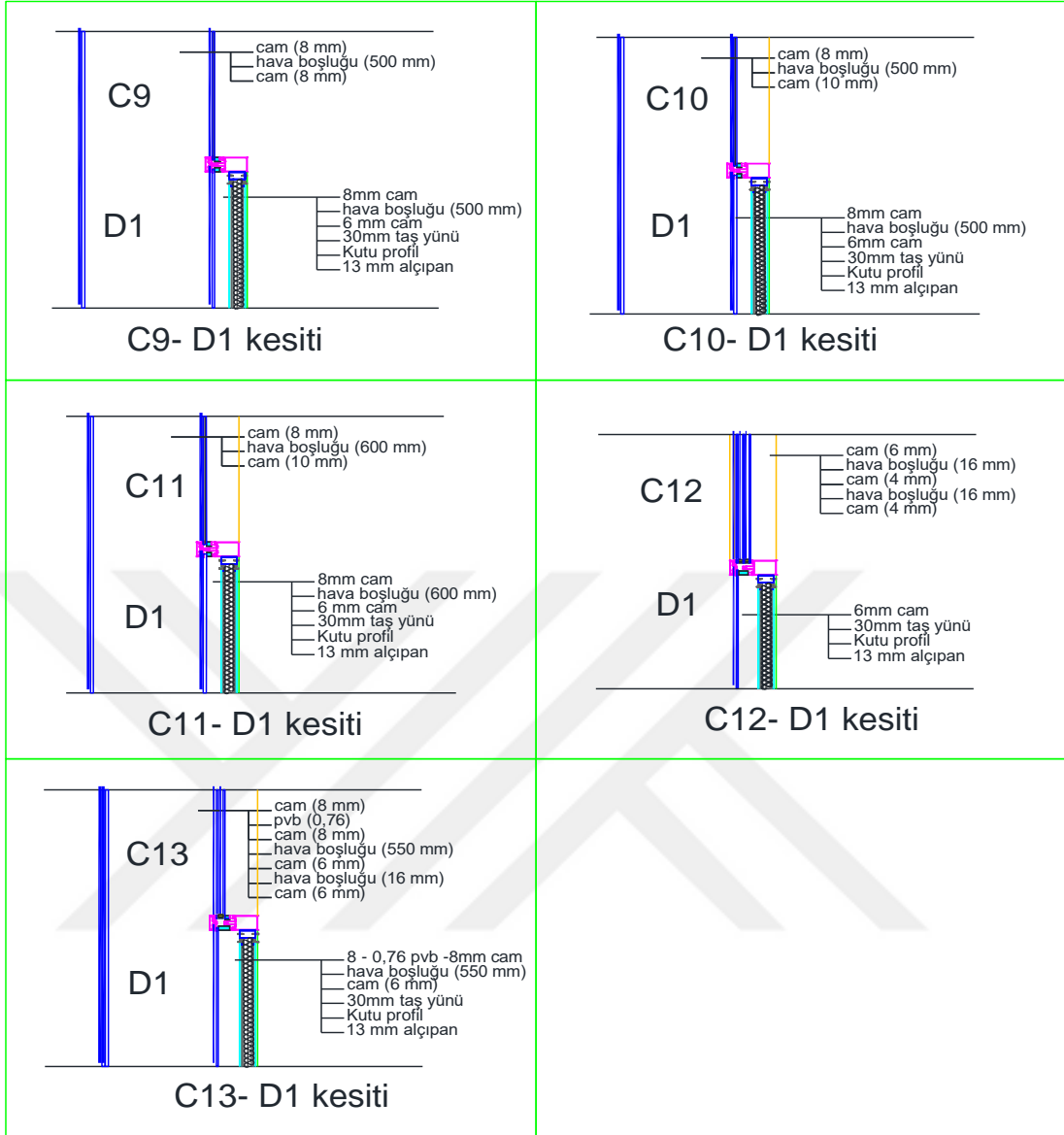
Şekil 3.2 %100 saydam kesitler



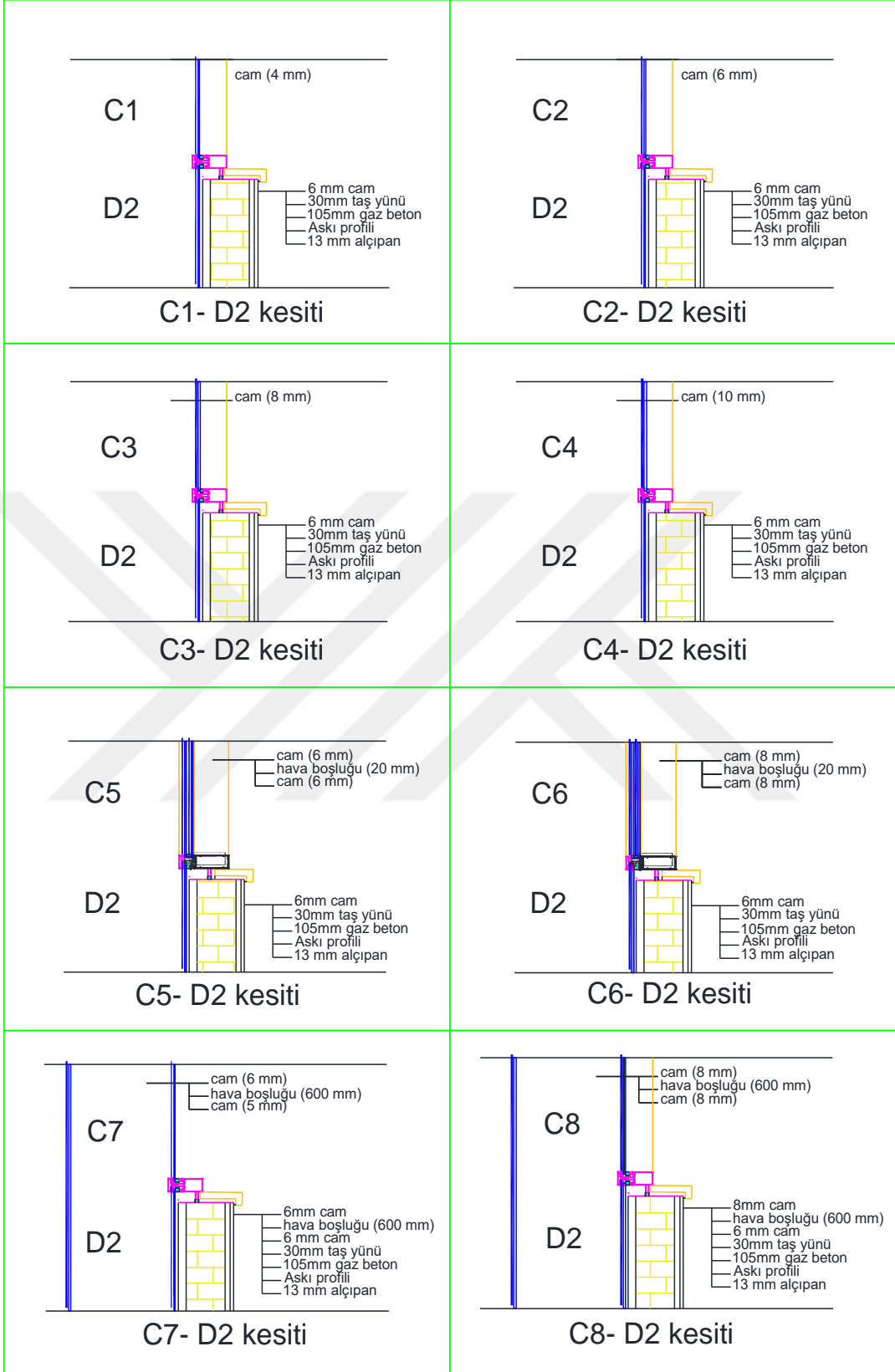
Şekil 3.2 %100 saydam kesitler (Devamı)



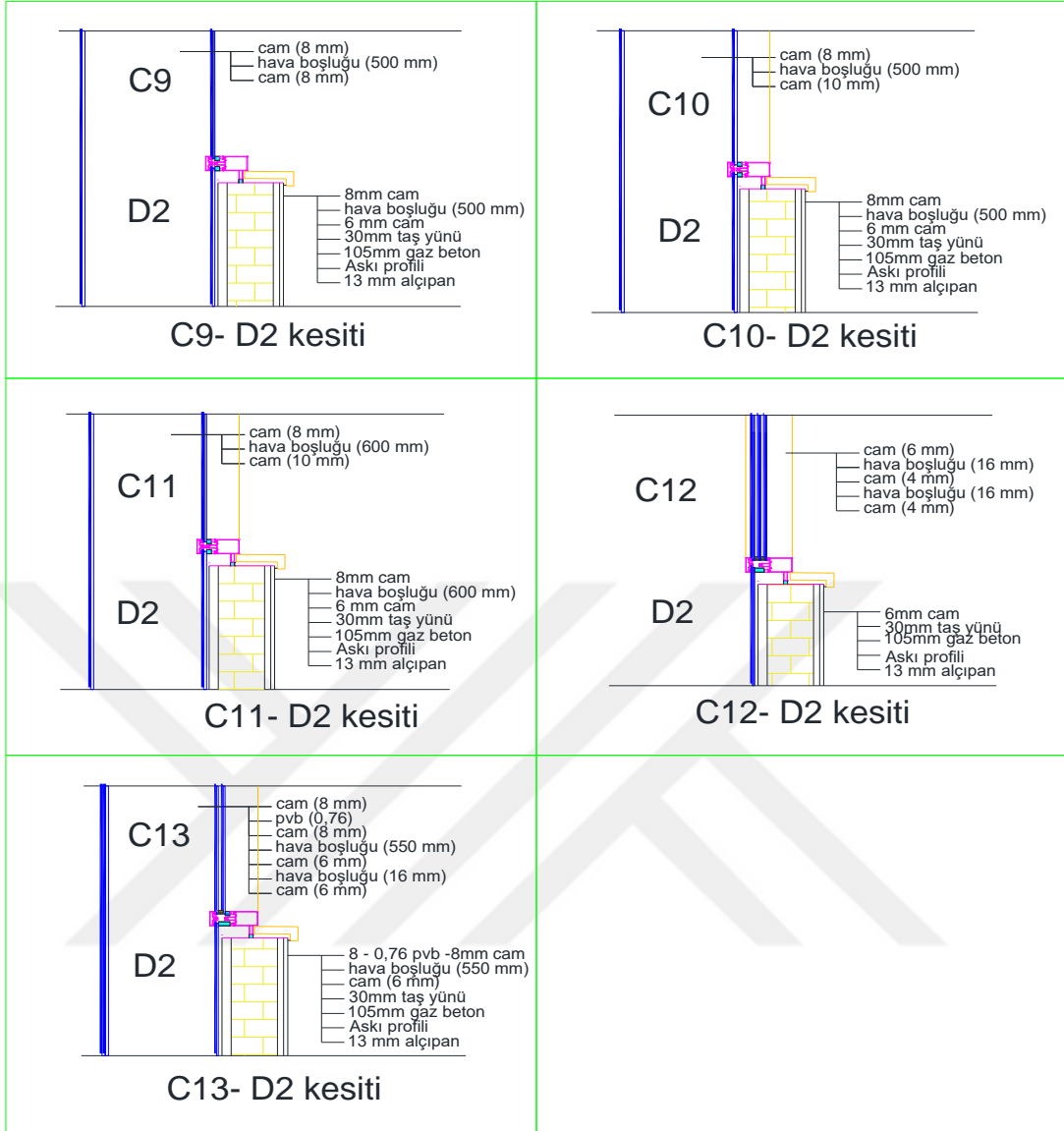
Şekil 3.3 D1 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler



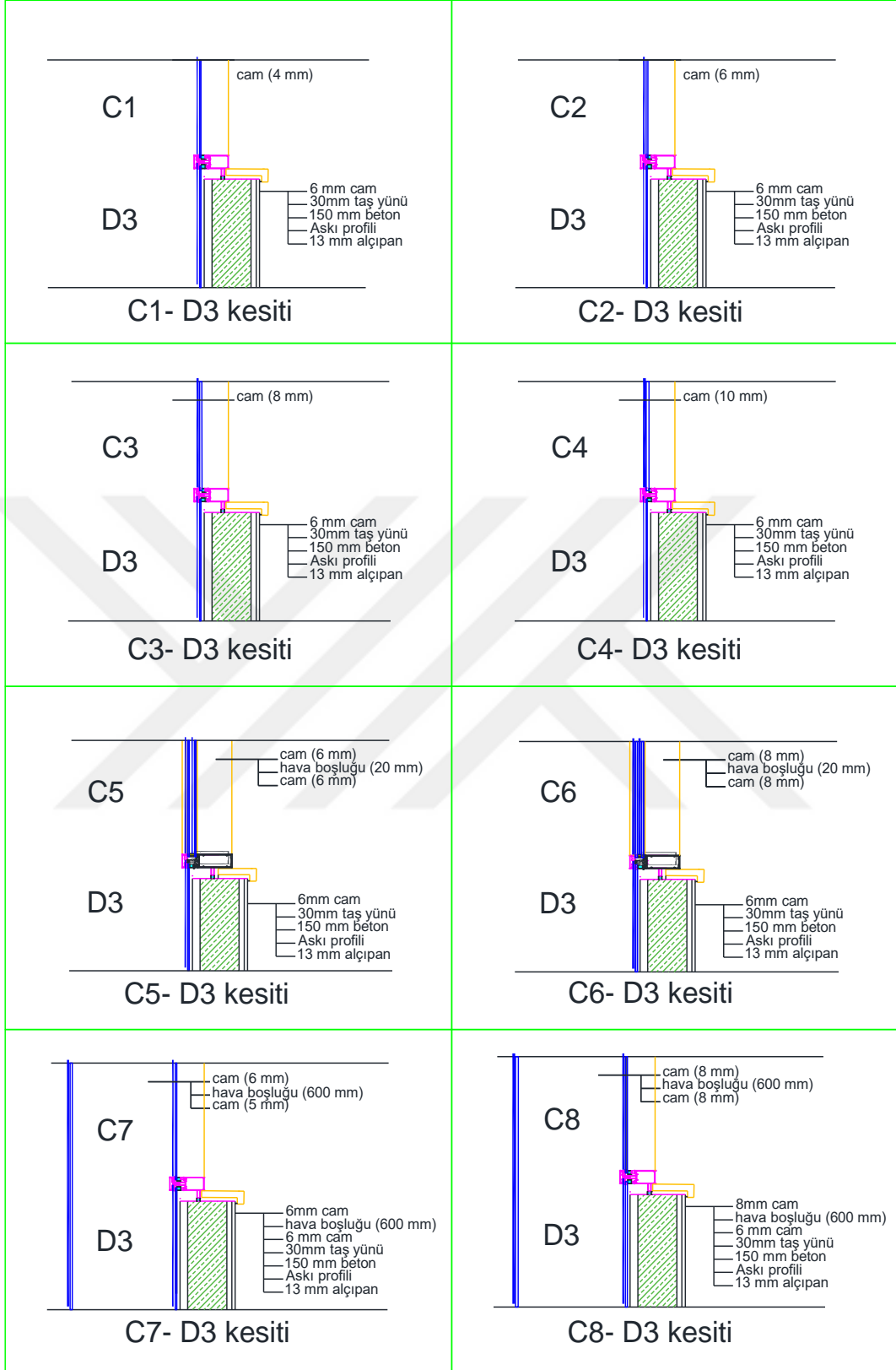
Şekil 3.3 D1 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler (Devamı)



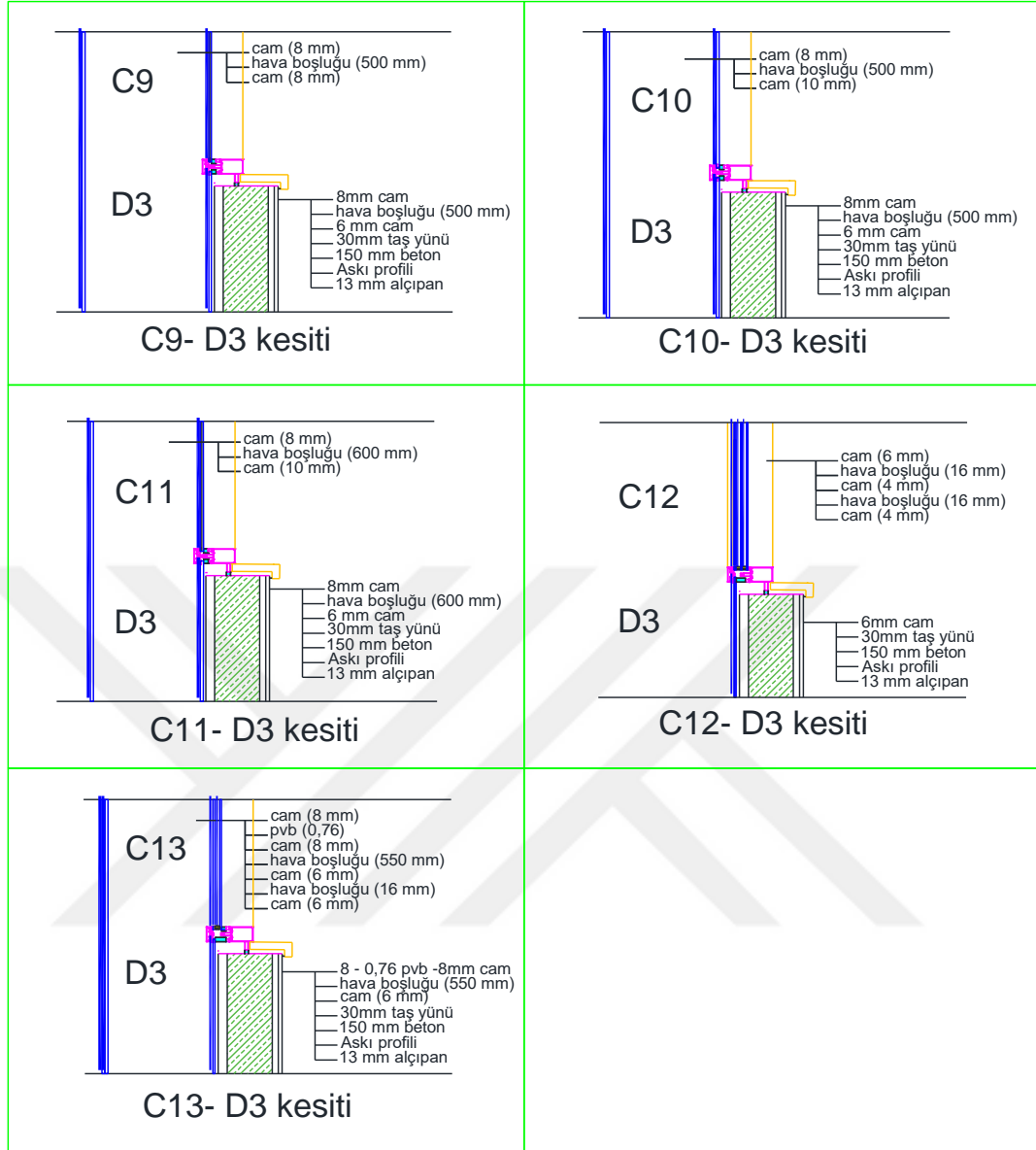
Şekil 3.4 D2 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler



Şekil 3.4 D2 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler (Devamı)



Şekil 3.5 D3 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler



Şekil 3.5 D3 duvar kesiti ile oluşturulan %50 saydam kesitler (Devamı)

3.1.2 Yapı Dışı ve Yapı İçi Gürültü Düzeyine İlişkin Kabuller

Türkiye’de yürürlükte bulunan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi” (ÇGDYY, 2010) [39] yönetmeliğinde yapıların planlama aşamasında gürültüye maruz kalma kategorileri 27.maddede tanımlanmaktadır. Bu maddeye göre, gündüz saatlerinde gürültü düzeyinin 64 dBA’yı aştığı durumlarda, çok gerekli olmadıkça yapılaşma izninin verilmeyeceği belirtilmektedir. Yönetmelikte bu tür sınırlamalar olmasına karşın, günümüzde pek çok yapı, bu sınır değerinin çok üstündeki gürültü düzeylerine maruz kalmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak, çalışma kapsamında,

büro yapısını etkilendiği gürültü düzeyi 65 dBA, 75 dBA ve 85 dBA olmak üzere, üç ayrı düzeyde alınmıştır. Çizelge 3.4'te, söz konusu üç ayrı düzeyin, ISO 717 [40] standardına göre, hesaplamalarda kullanılan Insul 8.0 akustik simülasyon programından alınan veriler doğrultusunda tayfsal dağılımı yer almaktadır.

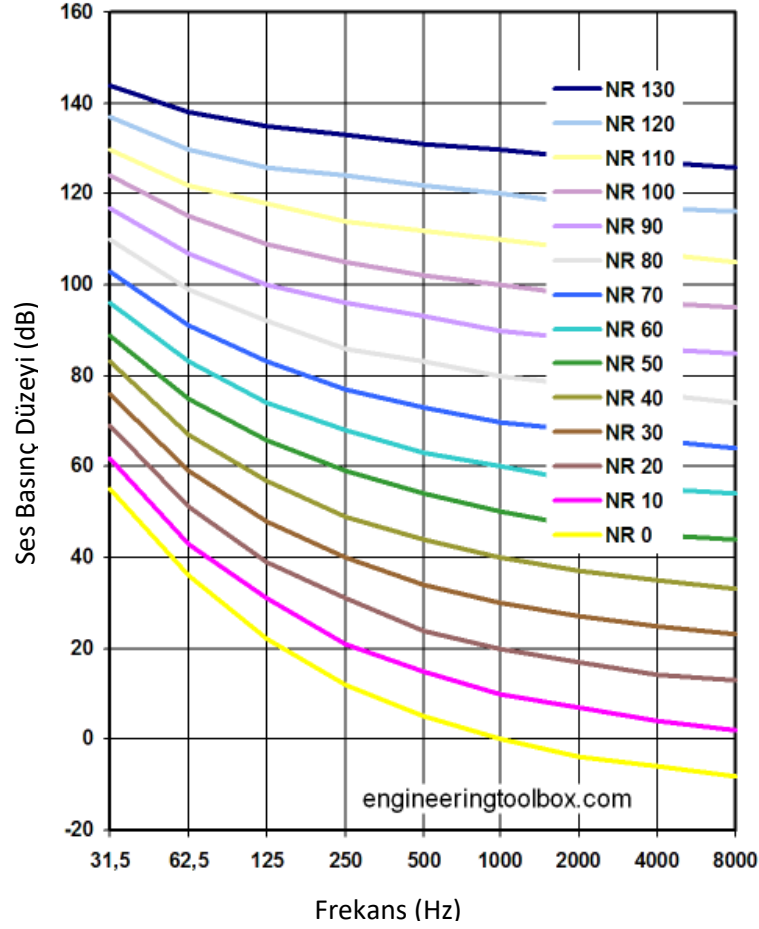
Çizelge 3.4 Trafik gürültüsü frekanslara göre dağılımı

Trafik Gürültüsü (L _{Aeq})	Gürültünün frekans dağılımı(dB)						
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
65	72,9	66,8	63,3	60,9	60,7	57,5	52,7
75	82,9	76,8	73,3	70,9	70,7	67,5	62,7
85	92,9	86,8	83,3	80,9	80,7	77,5	72,7

- Açık planlı bürolarda, hacim içinde kabul edilebilir gürültü düzeyi, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Yöntemi ve Yönetmeliği'nde verilen 45 LAeq (pencereler kapalı iken) olarak alınmıştır (Çizelge 3.5). Kabul edilebilir gürültü düzeyinin frekansa göre değerlendirilmesine olanak sağlayan ölçütlerden NR30 eğrisi ise, frekansa göre değerlendirmeler için referans olarak alınmıştır[41]. Şekil 3.6'da NR eğrileri, Çizelge 3.6'da ise, NR30 eğrisinin frekansa göre düzeyleri yer almaktadır.

Çizelge 3.5 Ticari yapılar için iç ortam gürültü düzeyi sınır değerleri

Kullanım alanları		Kapalı Pencere Leq (dBA)	Açık Pencere Leq (dBA)
		Kullanım alanlarında herhangi bir faaliyet olmadığı durumlardaki değerler	
Ticari Yapılar	Büyük ofis	45	55
	Özel büro (uygulamalı)	45	55
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	50	60
	İş merkezleri, dükkanlar ve benzeri	60	70



Şekil 3.6 NR (Curves) eğrileri şematik gösterimi[41]

Çizelge 3.6 NR 30 eğrisi tayfsal dağılımı[41]

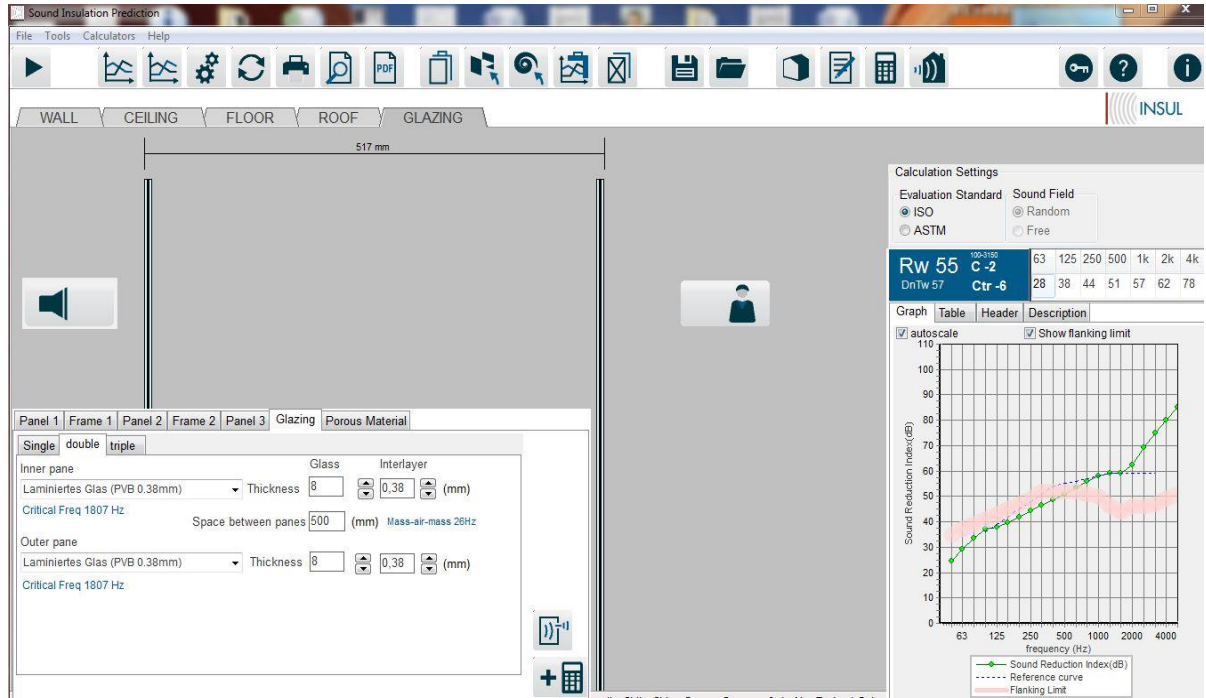
Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
Gürültü düzeyi (dB)	59	48	40	34	30	27	25

3.2 Değişik Yapı Kabuğu Kesitlerinde, İç Ortam Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesi

Bu bölümde, çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan yapı kabuğu kesitlerinin kullanılması durumunda, büro hacminde oluşan gürültü düzeyinin, kabul edilebilir gürültü düzeyi açısından değerlendirilmesine yönelik gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiştir.

Ses geçiş kaybı hesapları, yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değerlerini öngörmek ve uygun kesitleri saptayabilmek amacı ile geliştirilmiş ve konuya ilişkin uzmanlar tarafından sıklıkla kullanılan bir yazılım olan INSUL ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu yazılım ile, TS EN ISO 717-1 standardına uygun olarak yapı elemanlarının R_w ve

Rw(C,Ctr) değerleri hesaplanabilmektedir. Çalışma kapsamında değerlendirmeye cam ve dolu alan olarak alınan tüm kesitlerin Rw ve Rw(C,Ctr) değerleri hesaplanmış ve Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8’de sunulmuştur. Şekil 3.7’de ise, yazılımdan örnek bir hesap ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.7 Yazılımın hesaplama alanına ilişkin örnek bir ekran görüntüsü

Çizelge 3.7 Cam kesitler için hesaplanmış ses geçiş kaybı değerleri

Cam	Ses geçiş kaybı (dB)							Rw (dB)	C ; Ctr	Rw (Ctr) (dB)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz			
C1	12	16	20	25	30	33	30	29	-1 ; -4	25
C2	15	19	23	28	32	30	35	31	-1 ; -3	28
C3	18	21	26	30	33	30	39	32	-1 ; -2	30
C4	19	23	28	32	31	33	42	33	-1 ; -2	31
C5	21	17	23	39	45	45	51	38	-4 ; -9	29
C6	24	18	26	40	44	43	55	39	-4 ; -9	30
C7	23	32	38	45	52	51	56	49	-2 ; -6	43
C7 ⁽¹⁾¹	22	32	38	45	53	57	64	49	-1 ; -5	44
C8	30	37	43	50	55	48	65	52	-2 ; -5	47
C8 ⁽¹⁾¹	29	37	44	51	58	62	78	55	-2 ; -6	49
C9	28	38	43	50	55	48	65	52	-2 ; -4	48

¹ (1) Lamine camı simgelemektedir.

Çizelge 3.7 Cam kesitler için hesaplanmış ses geçiş kaybı değerleri (Devamı)

Cam	Ses geçiş kaybı (dB)							Rw (dB)	C ; Ctr	Rw (Ctr) (dB)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz			
C9 ⁽¹⁾¹	28	38	44	51	57	62	78	55	-2 ; -6	49
C10	30	40	45	51	53	52	68	52	-1 ; -3	48
C10 ⁽¹⁾¹	29	39	45	52	58	63	80	56	-1 ; -5	51
C11	31	38	45	51	53	52	68	53	-1 ; -4	49
C11 ⁽¹⁾¹	31	39	45	52	58	64	80	56	-1 ; -6	50
C12	24	21	27	33	46	44	57	38	-1 ; -5	33
C12 ⁽¹⁾¹¹	24	21	27	34	47	49	57	39	-2 ; -6	33
C13	33	39	44	48	52	57	64	52	-1 ; -4	48

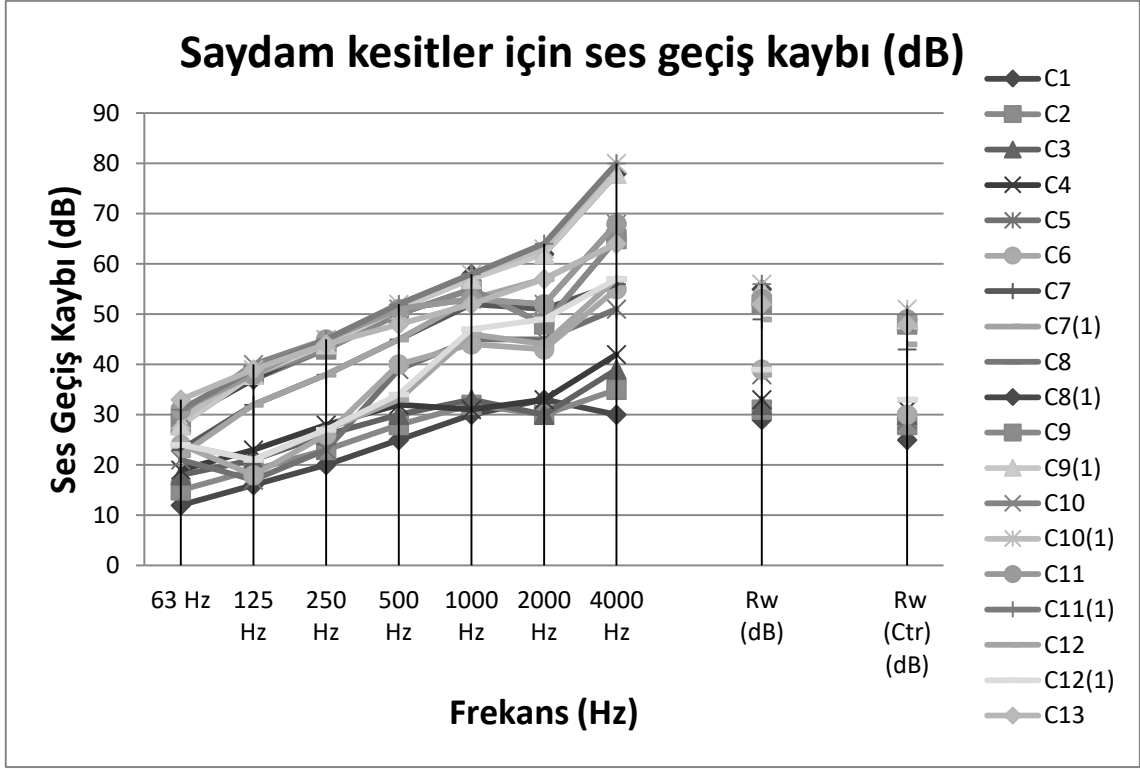
Çizelge 3.8 Duvar kesitleri için hesaplanmış ses geçiş kaybı değerleri

Duvar	Ses geçiş kaybı (dB)							Rw (dB)	C ; Ctr	Rw (Ctr) (dB)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz			
D1	9	24	35	45	62	83	100	47	-3 ; -9	38
D1(C7)	24	31	34	54	72	83	106	50	-3 ; -8	42
D1(C8)	27	45	47	54	78	90	100	59	-1 ; -5	54
D2	21	22	42	51	60	59	73	50	-6 ; -13	37
D2(C7)	33	36	46	55	77	95	130	57	-2 ; -7	50
D2(C8)	39	39	48	57	79	91	134	59	-2 ; -7	52
D3	29	42	57	70	75	73	87	68	-5 ; -12	56
D3(C7)	47	47	56	77	99	115	146	70	-3 ; -9	61
D3(C8)	52	50	58	79	100	111	150	72	-3 ; -9	63

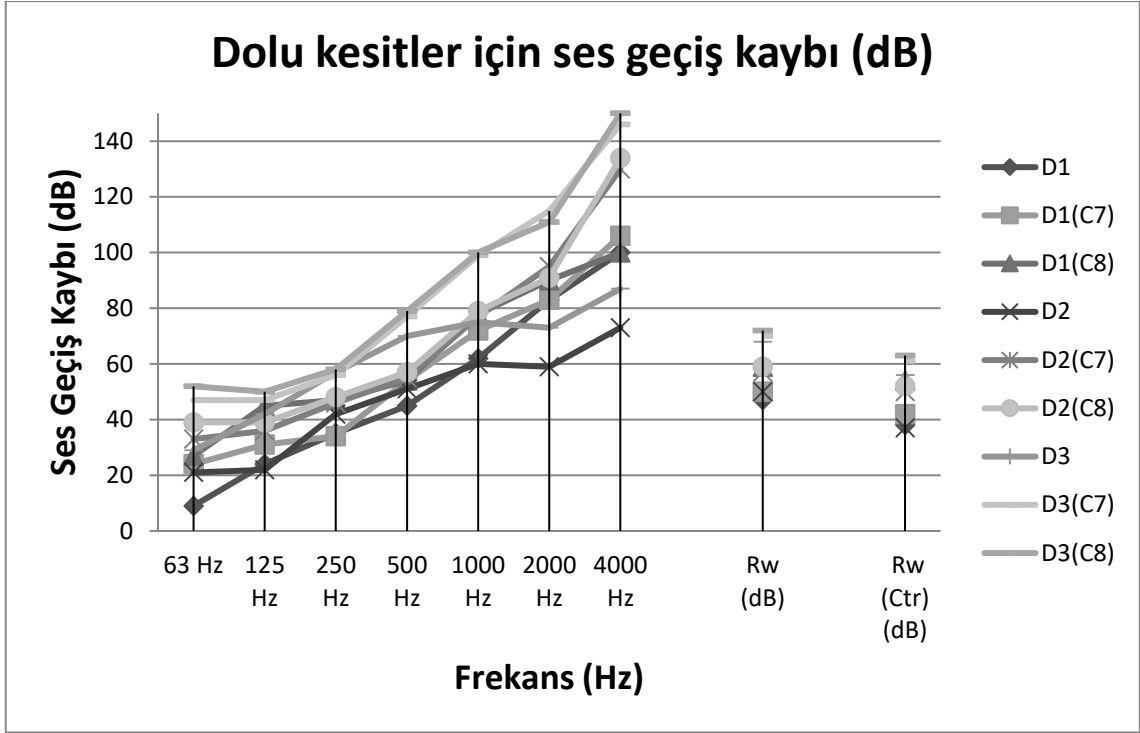
Çizelge 3.7. ve Çizelge 3.8’de ses geçiş kaybı değerleri yer alan cam ve dolu alan kesitlerden oluşan yapı kabuğu seçeneklerinden uygun olanları belirlemek üzere, hacim içinde oluşan ses düzeyi hesapları yine INSUL programı yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Tümü cam ve %50 oranında cam, %50 dolu yüzeyden oluşan yapı kabuğu kesitlerinin uygulanması sonucunda hacim içinde oluşan ses düzeyleri, frekans fonksiyonunda ve toplam düzey olarak hesaplanmış ve üç ayrı dış gürültü düzeyi için, Çizelge 3.9 – 10 - 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20’de sunulmuştur. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de ise hacim içinde oluşan ses düzeyi hesaplamalarına ilişkin yazılım raporlarına örnekler yer

¹ (1) Lamine camı simgelemektedir.

almaktadır. Şekil 3.10'da tümüyle cam, Şekil 3.11'de ise, %50 oranında cam, %50 oranında dolu kesitlere örnekler verilmiştir. Hacim içinde oluşan ses düzeyine, yapı kabuğunun alanının ve hacmin yansıma süresinin etkisinin de hesaplarda değerlendirilmeye alındığı görülmektedir. Hesaplarda pencerelerin kapalı olması durumu değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 3.8 Saydam kesitler ses geçiş kaybı grafik gösterimi



Şekil 3.9 Dolu kesitler ses geçiş kaybı grafik gösterimi

Outdoor To Indoor Sound Transmission Calculation (v8.0.0)

According to EN12354/3

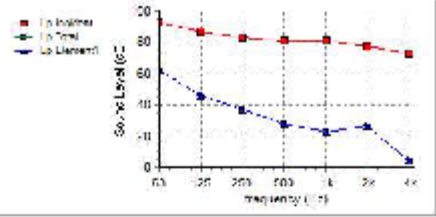
Title :

Comments :

Date: 12 Nis 17

Initials:Şebnem

File Name: calculation



	Octave Band Centre Frequency (Hz)							Overall dBA
Source	63	125	250	500	1k	2k	4k	
Incident sound level (freefield)	93	87	83	81	81	78	73	85
Path								
Bement 1 ,8+500+8mm STL	-28	-38	-43	-50	-55	-48	-65	
Facade Shape Level diff.	0	0	0	0	0	0	0	
Area (+10Log A) [45 m2]	17	17	17	17	17	17	17	
Bement sound level contribution	62	46	37	28	23	26	4,7	38
Receiver								
Room volume (-10Log V) [450 m3]	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	
Reveberation time (s)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
RT (+10Log T)	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	
Equation Constant	11	11	11	11	11	11	11	
Room sound level	62	46	37	28	23	26	4,7	38

Şekil 3.10 Yazılımın, hacim içinde oluşan ses düzeyi hesap sonuçlarına ilişkin ekran görüntüsü örneği

Outdoor To Indoor Sound Transmission Calculation (v8.0.0)

According to EN12354/3

Title :

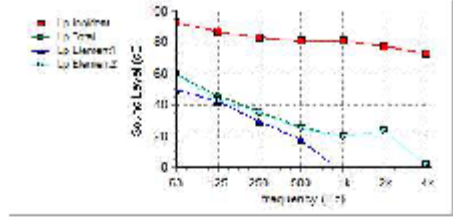
Comments :



Date: 20 Nis 17

Initials:Şebnem

File Name: calculation



	Octave Band Centre Frequency (Hz)							Overall dBA
Source	63	125	250	500	1k	2k	4k	
Incident sound level (freefield)	93	87	83	81	81	78	73	85
Path								
Bement 1 ,D2 kesitli STL	-37	-38	-48	-57	-79	-91	-1,3E2	
Facade Shape Level diff.	0	0	0	0	0	0	0	
Area (+10Log A) [23 m2]	14	14	14	14	14	14	14	
Bement sound level contribution	50	42	29	18	-4,3	-20	-67	29
Bement 2 ,8+500+8mm STL	-28	-38	-43	-50	-55	-48	-65	
Facade Shape Level diff.	0	0	0	0	0	0	0	
Area (+10Log A) [23 m2]	14	14	14	14	14	14	14	
Bement sound level contribution	59	43	34	25	20	23	1,6	35
Receiver								
Room volume (-10Log V) [450 m3]	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	
Reveberation time (s)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
RT (+10Log T)	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	
Equation Constant	11	11	11	11	11	11	11	
Room sound level	59	46	35	26	20	23	1,6	36

Şekil 3.11 Yazılımın, hacim içinde oluşan ses düzeyi hesap sonuçlarına ilişkin ekran görüntüsü örneği

Yapı kabuğunu etkileyen gürültünün 65 dBA olması durumunda, hacim içinde oluşan ses düzeyi, değişik kesit seçenekleriyle, yapı kabuğunun %100 cam olması durumu için Çizelge 3.9'da, yapı kabuğunun %50 cam, %50 dolu olması durumu için Çizelge 3.10'da yer almaktadır.

Çizelge 3.9 %100 saydam kesitlerde 65 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 65 dB(A)								
Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
C1	58	48	40	33	28	21	20	38
C2	55	45	37	30	26	24	15	35
C3	52	43	34	28	25	24	11	33
C4	51	41	32	26	27	21	8	32
C5	49	47	37	19	13	10	0	33
C6	46	46	34	18	14	11	0	32
C7	47	32	22	13	6	4	0	23
C7 ⁽¹⁾¹	48	32	22	13	5	0	0	23
C8	40	27	17	8	3	6	0	17
C8 ⁽¹⁾¹	41	27	16	7	0	0	0	17
C9	42	26	17	8	3	6	0	18
C9 ⁽¹⁾¹	42	26	16	7	1	0	0	17
C10	40	24	15	7	5	3	0	16
C10 ⁽¹⁾¹	41	25	15	6	0	0	0	16
C11	39	26	15	7	5	2	0	16
C11 ⁽¹⁾¹	39	25	15	6	0	0	0	15
C12	47	42	36	27	12	8	0	31
C12 ⁽¹⁾¹	46	43	35	27	11	4	0	31
C13	37	25	16	10	6	0	0	15
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplamlarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.10 D1 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 65 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D1+C1	60	45	37	30	25	18	17	37
D1+C2	59	43	35	27	23	21	12	34
D1+C3	58	42	32	25	22	21	8	34
D1+C4	58	40	30	23	24	18	5	34
D1+C5	58	45	35	17	10	6	0	34
D1+C6	58	44	32	16	11	8	0	34
D1+C7	46	32	25	10	3	0	0	23
D1+C7 ⁽¹⁾¹	47	32	25	10	2	0	0	23
D1+C8	40	29	21	6	0	3	0	18
D1+C8 ⁽¹⁾¹	40	29	21	6	0	0	0	18
D1+C9	41	28	21	6	0	3	0	18
D1+C9 ⁽¹⁾¹	42	28	21	6	0	0	0	18
D1+C10	42	25	13	3	0	0	0	17
D1+C10 ⁽¹⁾¹	40	28	21	5	0	0	0	18
D1+C11	39	28	21	5	2	0	0	18
D1+C11 ⁽¹⁾¹	39	28	21	5	0	0	0	17
D1+C12	52	44	34	26	14	5	0	32
D1+C12 ⁽¹⁾¹	52	44	33	26	14	3	0	32
D1+C13	42	30	23	8	4	0	0	19
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.11 D2 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 65 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D2+C1	55	46	37	30	25	18	17	35
D2+C2	53	44	34	27	23	21	12	33
D2+C3	51	42	31	25	22	21	8	31
D2+C4	50	41	29	23	24	18	5	30
D2+C5	49	45	34	16	10	7	0	31
D2+C6	48	44	31	15	11	9	0	30
D2+C7	44	30	20	10	3	0	0	20
D2+C7 ⁽¹⁾¹	45	30	20	10	2	0	0	21
D2+C8	39	27	16	6	0	3	0	16
D2+C8 ⁽¹⁾¹	39	27	16	6	0	0	0	16
D2+C9	39	26	15	6	0	3	0	16
D2+C9 ⁽¹⁾¹	40	26	15	6	0	0	0	16
D2+C10	38	25	14	5	2	0	0	15
D2+C10 ⁽¹⁾¹	38	25	14	5	0	0	0	15
D2+C11	36	25	14	5	2	0	0	14
D2+C11 ⁽¹⁾¹	36	25	14	4	0	0	0	14
D2+C12	49	42	33	24	9	5	0	30
D2+C12 ⁽¹⁾¹	49	42	32	24	8	3	0	30
D2+C13	39	37	17	9	5	1	0	17
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.12 D3 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 65 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D3+C1	55	45	37	30	25	18	17	35
D3+C2	52	42	34	27	23	21	12	32
D3+C3	49	40	31	25	22	21	8	30
D3+C4	48	38	29	23	24	18	5	29
D3+C5	46	44	34	16	10	6	0	30
D3+C6	44	43	31	15	11	8	0	29
D3+C7	44	29	19	10	3	0	0	20
D3+C7 ⁽¹⁾¹	45	29	19	10	2	0	0	20
D3+C8	37	24	14	5	0	3	0	14
D3+C8 ⁽¹⁾¹	38	24	14	5	0	0	0	14
D3+C9	39	23	14	5	0	3	0	15
D3+C9 ⁽¹⁾¹	40	23	14	5	0	0	0	15
D3+C10	37	22	13	4	2	0	0	13
D3+C10 ⁽¹⁾¹	38	22	13	4	0	0	0	14
D3+C11	36	23	13	4	2	0	0	13
D3+C11 ⁽¹⁾¹	36	22	13	4	0	0	0	13
D3+C12	45	39	33	24	9	4	0	28
D3+C12 ⁽¹⁾¹	44	40	30	21	9	3	0	27
D3+C13	34	22	14	7	3	0	0	13
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

Yapı kabuğunu etkileyen gürültünün 75 dBA olması durumunda, hacim içinde oluşan ses düzeyi, değişik kesit seçenekleriyle, yapı kabuğunun %100 cam olması durumu için Çizelge 3.13 'te, yapı kabuğunun %50 cam, %50 dolu olması durumu için Çizelge 3.14, 3.15 ve 3.16'da yer almaktadır.

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.13 %100 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi
(taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 75 dB(A)								
Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
C1	68	58	50	43	38	31	30	48
C2	65	55	47	40	36	34	25	45
C3	62	53	44	38	35	34	21	43
C4	61	51	42	36	37	31	18	42
C5	59	57	47	29	23	19	9	43
C6	56	56	44	28	24	21	5	42
C7	57	42	32	23	16	13	4	33
C7 ⁽¹⁾¹	58	42	32	23	15	8	0	33
C8	50	37	27	18	13	16	0	27
C8 ⁽¹⁾¹	51	37	26	17	10	3	0	27
C9	52	36	27	18	13	16	0	28
C9 ⁽¹⁾¹	52	36	26	17	11	3	0	27
C10	50	34	25	17	15	12	0	26
C10 ⁽¹⁾¹	51	35	25	16	10	2	0	26
C11	49	36	25	17	15	12	0	26
C11 ⁽¹⁾¹	49	35	25	16	10	0	0	25
C12	57	52	46	37	22	17	7	41
C12 ⁽¹⁾¹	56	53	45	37	21	14	5	41
C13	47	35	26	20	16	8	0	25
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.14 D1 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 75 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D1+C1	70	55	47	40	35	28	27	47
D1+C2	69	53	45	37	33	31	22	44
D1+C3	68	52	42	35	32	31	18	44
D1+C4	68	50	40	33	34	28	15	44
D1+C5	68	55	45	27	20	16	6	44
D1+C6	68	54	42	26	21	18	2	44
D1+C7	56	42	35	20	13	10	1	33
D1+C7 ⁽¹⁾¹	57	42	35	20	12	6	0	33
D1+C8	50	39	31	16	10	13	0	28
D1+C8 ⁽¹⁾¹	50	39	31	16	9	6	0	28
D1+C9	51	38	31	16	10	13	0	28
D1+C9 ⁽¹⁾¹	52	38	31	16	9	7	0	29
D1+C10	50	38	31	15	12	9	0	28
D1+C10 ⁽¹⁾¹	50	38	31	15	9	5	0	28
D1+C11	49	38	31	15	12	9	0	28
D1+C11 ⁽¹⁾¹	49	38	31	15	9	5	0	27
D1+C12	62	54	44	36	24	15	4	42
D1+C12 ⁽¹⁾¹	62	54	43	36	24	13	4	42
D1+C13	52	40	33	18	14	6	0	29
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.15 D2 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 75 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D2+C1	65	56	47	40	35	28	27	45
D2+C2	63	54	44	37	33	31	22	43
D2+C3	61	52	41	35	32	31	18	41
D2+C4	60	51	39	33	34	28	15	40
D2+C5	59	55	44	26	20	17	6	41
D2+C6	58	54	41	25	21	19	2	40
D2+C7	54	40	30	20	13	10	1	30
D2+C7 ⁽¹⁾¹	55	40	30	20	12	4	0	31
D2+C8	49	37	26	16	10	13	0	26
D2+C8 ⁽¹⁾¹	49	37	26	16	9	5	0	26
D2+C9	49	36	25	16	10	13	0	26
D2+C9 ⁽¹⁾¹	50	36	25	16	9	5	0	26
D2+C10	48	35	24	15	12	9	0	25
D2+C10 ⁽¹⁾¹	48	35	24	15	8	3	0	25
D2+C11	46	35	24	15	12	9	0	24
D2+C11 ⁽¹⁾¹	46	35	24	14	8	3	0	24
D2+C12	59	52	43	34	19	15	4	40
D2+C12 ⁽¹⁾¹	59	52	42	34	18	13	4	40
D2+C13	49	37	27	19	15	11	0	27
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.16 D3 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 75 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D3+C1	65	55	47	40	35	28	27	45
D3+C2	62	52	44	37	33	31	22	42
D3+C3	59	50	41	35	32	31	18	40
D3+C4	58	48	39	33	34	28	15	39
D3+C5	56	54	44	26	20	16	6	40
D3+C6	54	53	41	25	21	18	2	39
D3+C7	54	39	29	20	13	10	1	30
D3+C7 ⁽¹⁾¹	55	39	29	20	12	4	0	30
D3+C8	47	34	24	15	10	13	0	24
D3+C8 ⁽¹⁾¹	48	34	24	15	9	5	0	24
D3+C9	49	33	24	15	10	13	0	25
D3+C9 ⁽¹⁾¹	50	33	24	15	9	5	0	25
D3+C10	47	32	23	14	12	9	0	23
D3+C10 ⁽¹⁾¹	48	32	23	14	8	3	0	24
D3+C11	46	33	23	14	12	9	0	23
D3+C11 ⁽¹⁾¹	46	32	23	14	10	2	0	23
D3+C12	55	49	43	34	19	14	4	38
D3+C12 ⁽¹⁾¹	54	50	40	31	19	13	0	37
D3+C13	44	32	24	17	13	6	0	23
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

Yapı kabuğunu etkileyen gürültünün 85 dBA olması durumunda, hacim içinde oluşan ses düzeyi, değişik kesit seçenekleriyle, yapı kabuğunun %100 cam olması durumu için Çizelge 3.17’de, yapı kabuğunun %50 cam, %50 dolu olması durumu için Çizelge 3.18, 3.19 ve 3.20 ’de yer almaktadır.

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde ‘0’ olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.17 %100 saydam kesitlerde 85 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi
(taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 85 dB(A)								
Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
C1	78	68	60	53	48	51	40	58
C2	75	65	57	50	46	44	35	55
C3	72	63	54	48	45	44	31	53
C4	71	61	52	46	47	41	28	52
C5	69	67	57	39	33	29	19	53
C6	66	66	54	38	34	31	15	52
C7	67	52	42	33	26	23	14	43
C7 ⁽¹⁾¹	68	52	42	33	25	17	6	43
C8	60	47	37	28	23	26	5	37
C8 ⁽¹⁾¹	61	47	36	27	20	12	0	37
C9	62	46	37	28	23	26	5	38
C9 ⁽¹⁾¹	62	46	36	27	21	12	0	37
C10	60	44	35	27	25	22	2	36
C10 ⁽¹⁾¹	61	45	35	26	20	11	0	36
C11	59	46	35	27	25	22	2	36
C11 ⁽¹⁾¹	59	45	35	26	20	10	0	35
C12	67	62	56	47	32	27	17	51
C12 ⁽¹⁾¹	67	62	55	47	31	24	15	51
C13	57	45	36	30	26	17	6	35
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.18 D1 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 85 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D1+C1	80	65	57	50	45	38	37	57
D1+C2	79	63	55	47	43	41	32	55
D1+C3	78	62	52	45	42	41	28	54
D1+C4	78	60	50	43	44	38	25	54
D1+C5	78	65	55	37	30	26	16	54
D1+C6	78	64	52	36	31	28	12	54
D1+C7	66	52	45	30	23	20	11	43
D1+C7 ⁽¹⁾¹	67	52	45	30	22	16	5	43
D1+C8	60	49	41	26	20	23	2	38
D1+C8 ⁽¹⁾¹	60	49	41	26	19	16	0	38
D1+C9	61	48	41	26	20	23	2	38
D1+C9 ⁽¹⁾¹	62	48	41	26	19	17	0	39
D1+C10	60	48	41	25	22	19	0	38
D1+C10 ⁽¹⁾¹	60	48	41	25	19	15	0	38
D1+C11	59	48	41	25	22	19	0	38
D1+C11 ⁽¹⁾¹	59	48	41	25	19	15	0	37
D1+C12	72	64	54	46	34	25	14	52
D1+C12 ⁽¹⁾¹	72	64	53	46	34	23	14	52
D1+C13	62	50	43	28	24	16	3	39
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplmalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.19 D2 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 85 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D2+C1	75	66	57	50	45	38	37	55
D2+C2	73	64	54	47	43	41	32	53
D2+C3	71	62	51	45	42	41	28	51
D2+C4	70	61	49	43	44	38	25	50
D2+C5	69	65	54	36	30	27	16	51
D2+C6	68	64	51	35	31	29	12	50
D2+C7	64	50	40	30	23	20	11	40
D2+C7 ⁽¹⁾¹	65	50	40	30	22	14	3	41
D2+C8	59	47	36	26	20	23	2	36
D2+C8 ⁽¹⁾¹	59	47	36	26	19	15	0	36
D2+C9	59	46	35	26	20	23	2	36
D2+C9 ⁽¹⁾¹	60	46	35	26	19	15	0	36
D2+C10	58	45	34	25	22	19	0	35
D2+C10 ⁽¹⁾¹	58	45	34	25	18	13	0	35
D2+C11	56	45	34	25	22	19	0	34
D2+C11 ⁽¹⁾¹	56	45	34	24	18	13	0	34
D2+C12	69	62	53	44	29	25	14	50
D2+C12 ⁽¹⁾¹	69	62	52	44	28	23	14	50
D2+C13	59	47	37	29	25	21	7	37
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.20 D3 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi (taralı alanlar uygun durumları belirtmektedir)

Dış gürültü düzeyi: 85 dB(A)								
Duvar + Cam	Hacimde oluşan gürültü düzeyi (dB)							Toplam ses (dBA)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
D3+C1	75	65	57	50	45	38	37	55
D3+C2	72	62	54	47	43	41	32	52
D3+C3	69	60	51	45	42	41	28	50
D3+C4	68	58	49	43	44	38	25	49
D3+C5	66	64	54	36	30	26	16	50
D3+C6	64	63	51	35	31	28	12	49
D3+C7	64	49	39	30	23	20	11	40
D3+C7 ⁽¹⁾¹	65	49	39	30	22	14	3	40
D3+C8	57	44	34	25	20	23	2	34
D3+C8 ⁽¹⁾¹	58	44	34	25	19	15	0	34
D3+C9	59	43	34	25	20	23	2	35
D3+C9 ⁽¹⁾¹	60	43	34	25	19	15	0	35
D3+C10	57	42	33	24	22	19	0	33
D3+C10 ⁽¹⁾¹	58	42	33	24	18	13	0	34
D3+C11	56	43	33	24	22	19	0	33
D3+C11 ⁽¹⁾¹	56	42	33	24	20	12	0	33
D3+C12	65	59	53	44	29	24	14	48
D3+C12 ⁽¹⁾¹	64	60	50	41	29	23	10	47
D3+C13	54	42	34	27	23	16	3	33
NR 30	59	48	40	34	30	27	25	38

Hesap sonuçlarına ilişkin simülasyon program çıktılarına örnekler Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 4, Ek 5, Ek6, Ek7 ve Ek8'te yer almaktadır.

3.3 Hesap Sonuçlarının Değerlendirilmesi

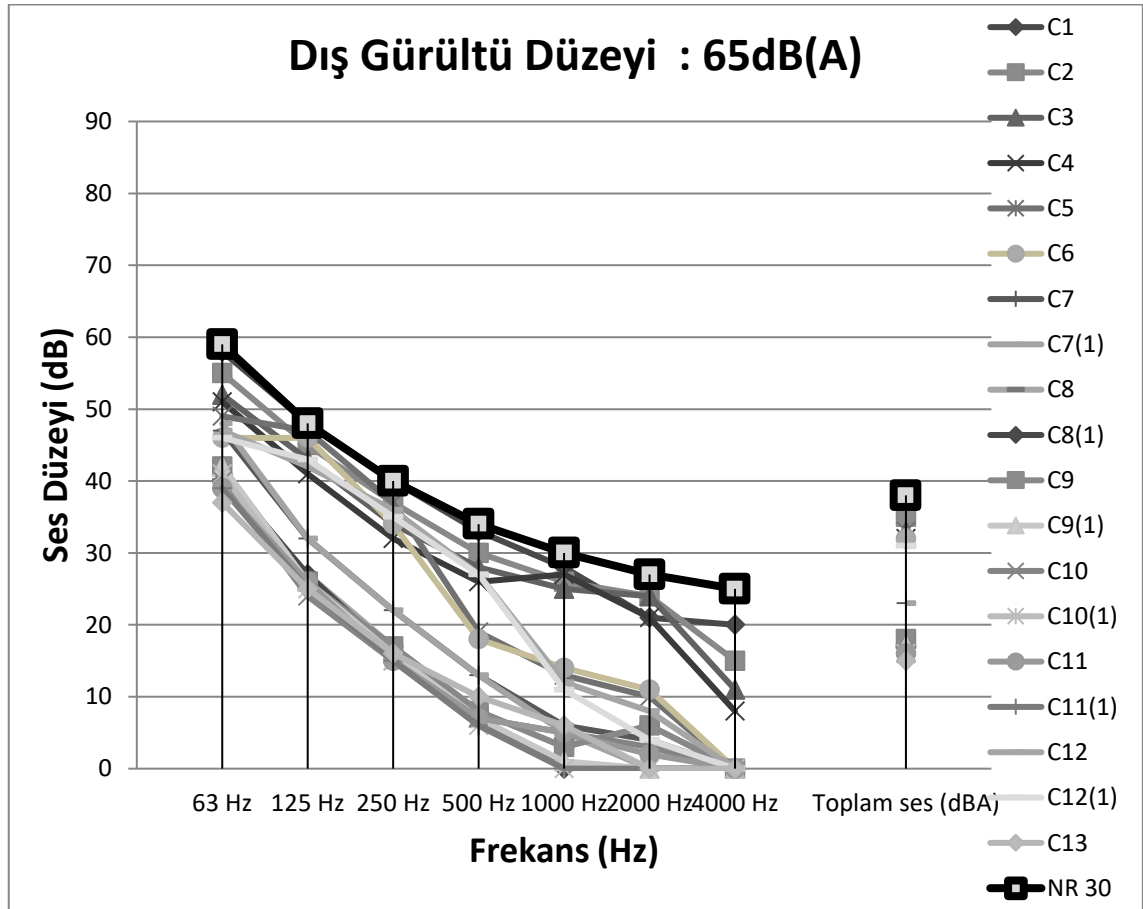
Hesaplamalar için oluşturulan çizelgelere ait grafiklere bu bölümde yer verilmiştir. Yapı kabuğunu etkileyen gürültünün 65 dBA, 75 dBA ve 85 dBA olması durumunda, hacim içinde oluşan ses düzeyi, değişik kesit seçenekleriyle, yapı kabuğunun %100 cam olması durumu için Şekil 3.10, 3.11 ve 3.12'de, yapı kabuğunun %50 cam, %50 dolu olması

¹ Hesaplamalarda, içeri geçen ses düzeyi bazı frekanslarda negatif değerlerde olduğu için çizelgelerde '0' olarak gösterilmiştir.

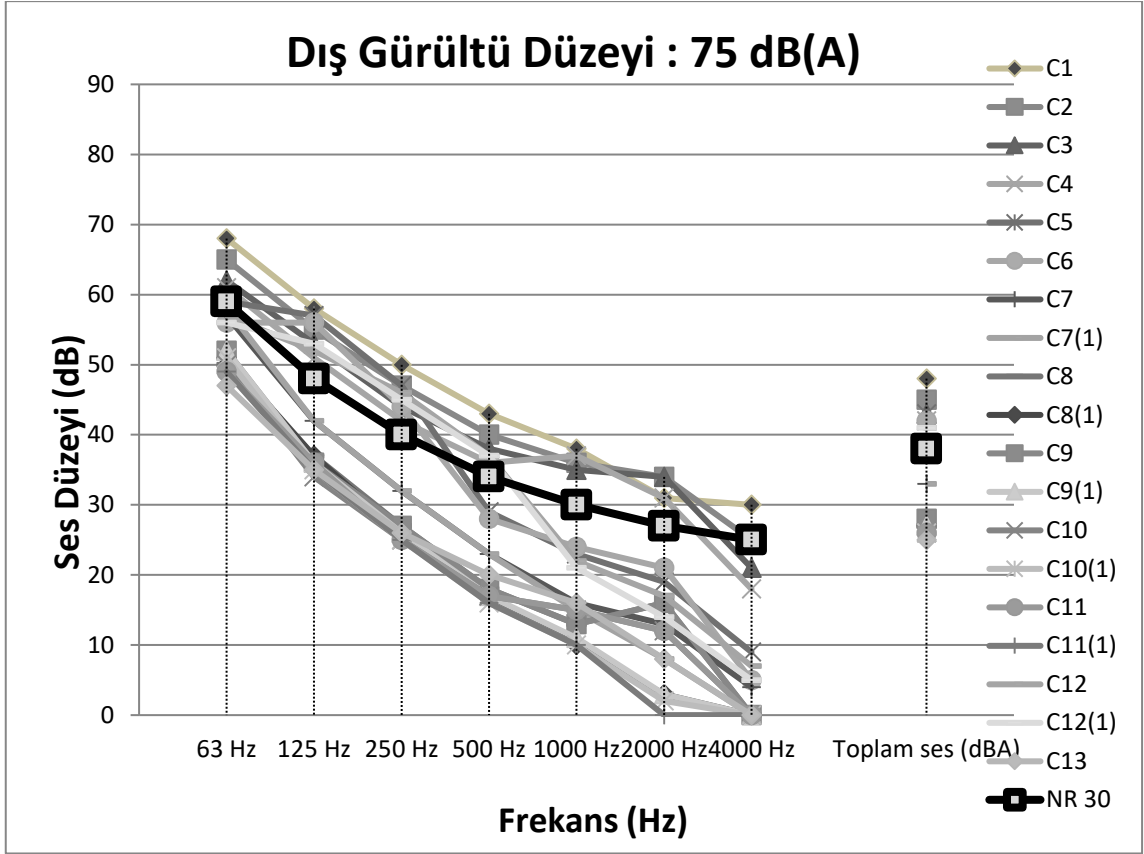
durumu için Şekil 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20 ve 3.21'de yer almaktadır.

Yapı kabuğu saydamlık oranı: %100

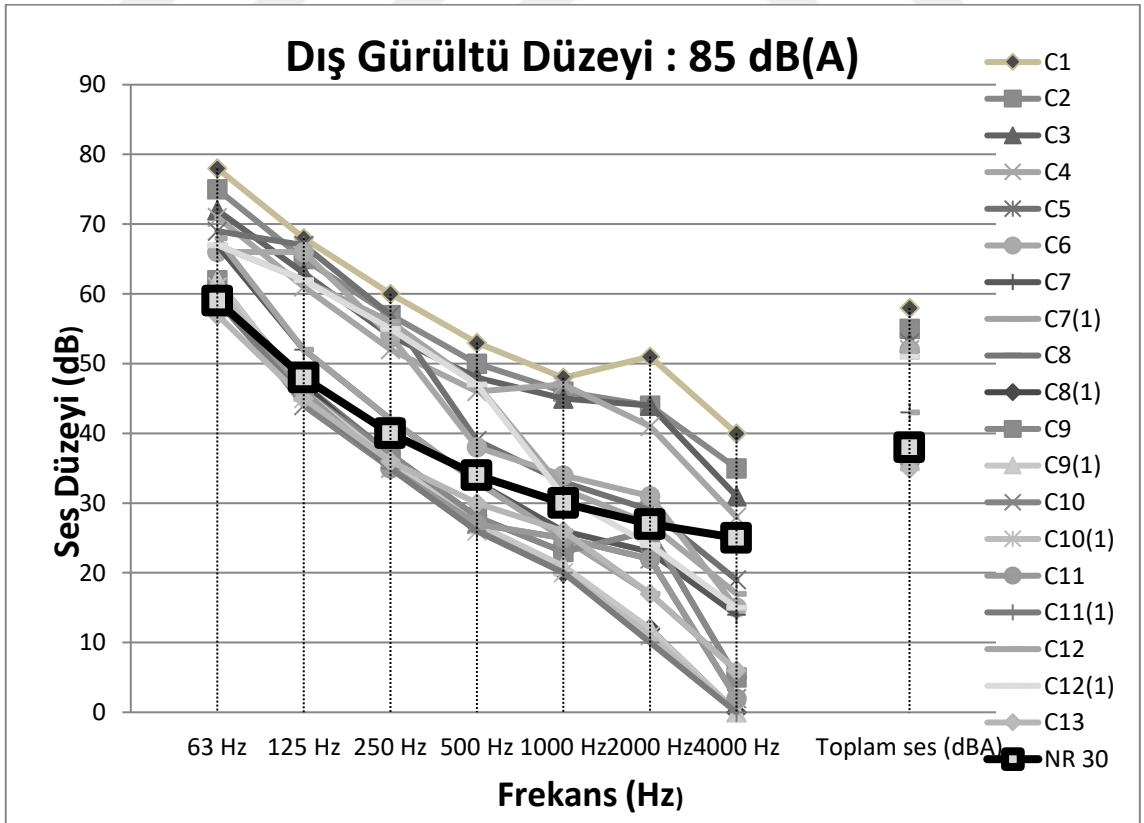
Yapı kabuğunun tümüyle camdan oluşması, yapı kabuğunu etkileyen gürültü düzeyinin de sırasıyla, 65 dB(A), 75 dB(A) ve 85 dB(A) olması durumları için, hacim içinde oluşan ses düzeyleri ve kabul edilebilir gürültü düzeyi Şekil 3.10, Şekil 3.11 ve Şekil 3.12'de yer almaktadır.



Şekil 3.12 %100 saydam kesitlerde 65 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi



Şekil 3.13 %100 saydam kesitlerde 75 dB(A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi



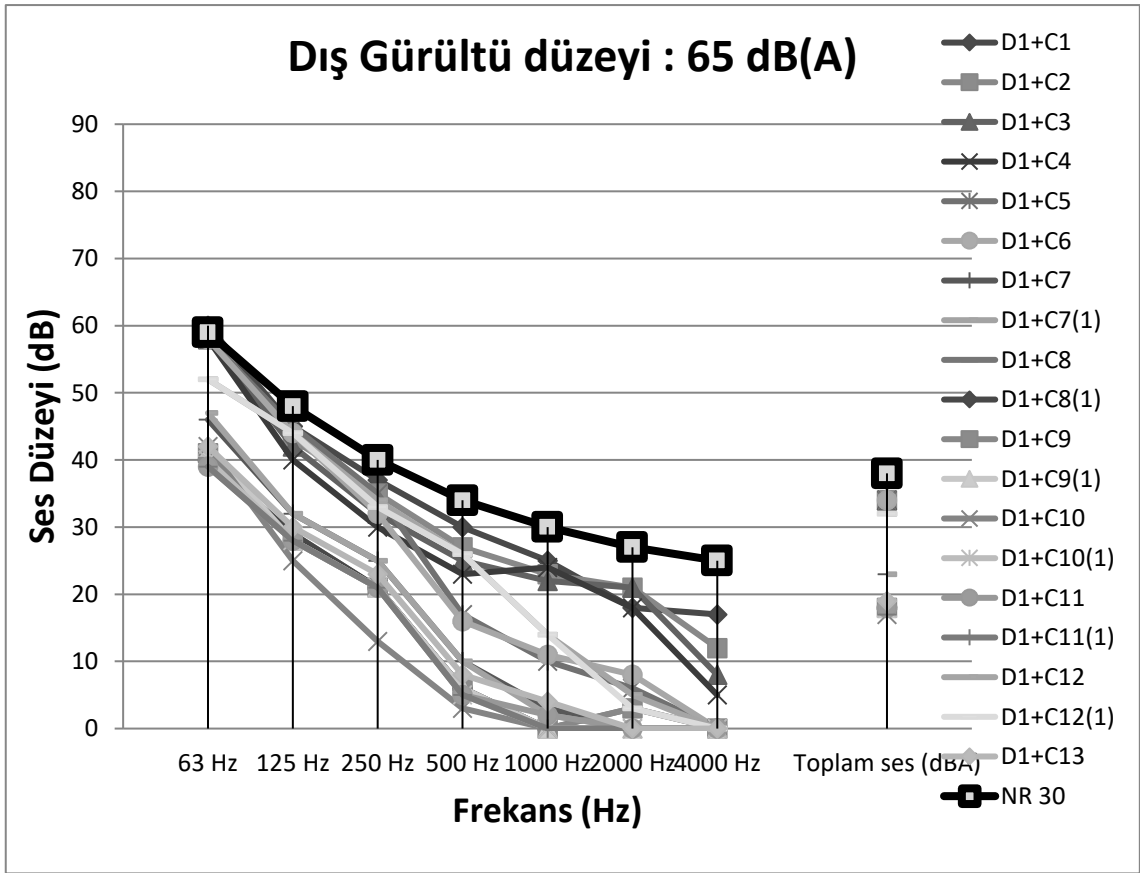
Şekil 3.14 %100 saydam kesitlerde 85 dB (A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi

Şekil 3.10, Şekil 3.11 ve Şekil 3.12 değerlendirildiğinde, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

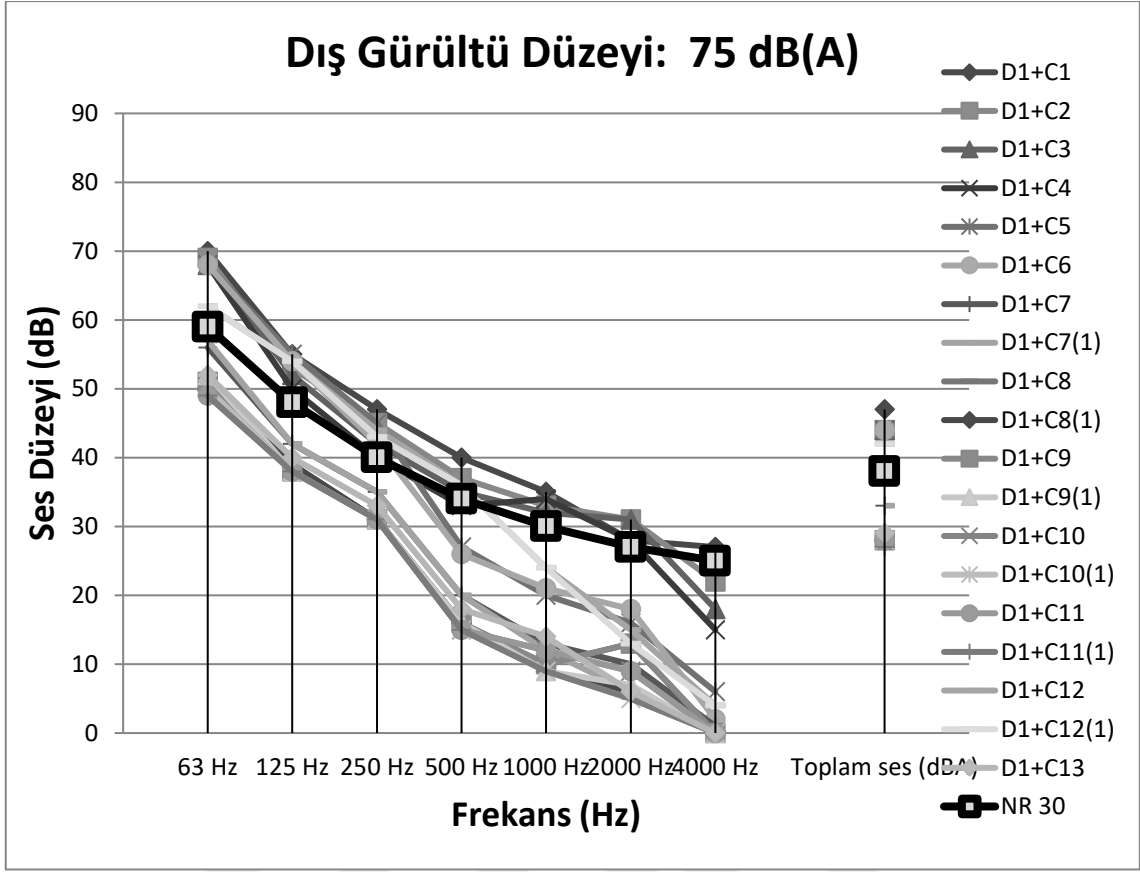
- %100 saydam kesitlerde; dış gürültü düzeyi 65 dB(A) olduğunda hacim içerisinde oluşan ses düzeyinin hem toplam düzey, hem de frekans fonksiyonunda, kabul edilebilir sınır değerleri aşmadığı görülmektedir. Bununla birlikte C1 seçeneğinin uygulanması durumunda, hacim içinde oluşan gürültü düzeyinin toplam düzey ve bazı frekanslarda, tam kabul edilebilir düzey kadar olması nedeniyle, tercih edilmemesi daha uygun olacaktır.
- Dış gürültü düzeyi 75 dB(A) iken, tek ve ince camlardan oluşan C1 (4 mm), ve C2 (6 mm) kesitlerinin, toplam düzey ve tüm frekanslarda, yeterli ses geçiş kaybını sağlayamadığı görülmektedir. Biraz daha kalın tek camlar olan C3 (8 mm) ve C4 (10 mm) cam kullanılması durumunda, 4000 Hz dışında kalan tüm frekanslarda ve toplam düzey olarak, kabul edilebilir gürültü düzeyin üzerinde kalan değerler elde edilmektedir. Öte yandan, ısı yalıtımı için camlar arasındaki hava boşluğunun az olduğu C5 ve C6 ikili cam tipleri ile, C12 ve C12⁽¹⁾ üçlü cam tiplerinde, yine, toplam düzeyde ve çoğu frekansta, hacim içinde oluşan gürültü düzeyi, kabul edilebilir değerlerin üzerinde kalmaktadır. Buna karşılık camlar arasında hava boşluğunun yeterince bırakıldığı, çift kabuktan oluşan C7, C8, C9, C10, C11, C13 kesitlerinin frekans bazında ve toplam düzey olarak, sınır değerlerin altında kalan gürültü düzeylerini sağladığı belirlenmiştir.
- Dış gürültü düzeyinin 85 dB(A) olması durumunda, tek camdan oluşan C1, C2, C3 ve C4 kesitleri, hem frekansa göre, hem de toplam düzey olarak gereken ses geçiş kaybını sağlayamamaktadır. Isı yalıtımı için camlar arasındaki hava boşluğunun az olduğu C5 ve C6 ikili cam tiplerinde ise, sadece 4000 Hz’te yeterli yalıtım sağlandığı için, dış gürültünün 85 dB(A) olması durumunda bu cam tiplerinin de kabul edilemez olduğu görülmektedir. Lamine camlardan oluşan ve camlar arasında yeterli hava boşluğunun bulunduğu C11(1) ikili ve C13 üçlü cam kesitlerinde ise, toplam düzey ve frekans fonksiyonunda yeterli yalıtım sağlanmaktadır. Bu cam kesitleri dışında kalan tiplerde ise, bazı kesitlerde, toplam düzey olarak yeterli yalıtım sağlansa bile, kimi frekanslarda, kabul edilebilir düzeyin üzerinde kalan düzeyler elde edildi için, yeterli konfor koşulları sağlanamamaktadır.

Yapı kabuğu saydamlık oranı: %50

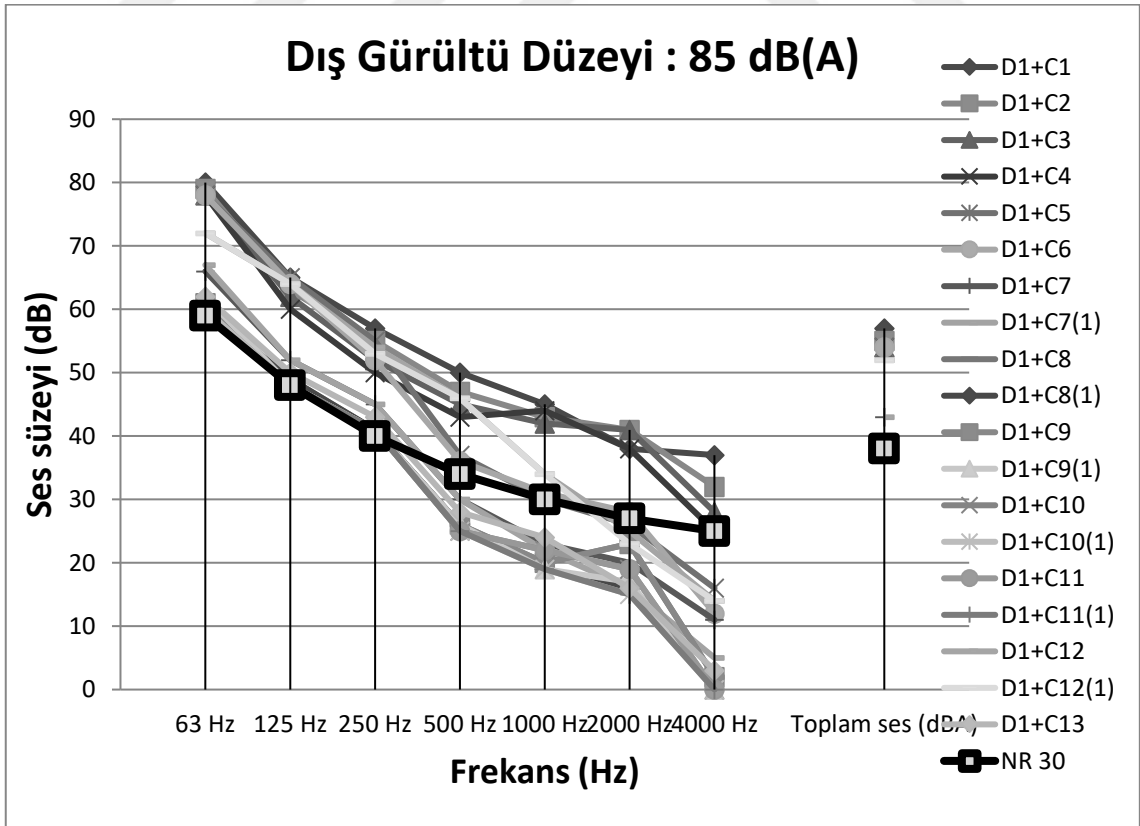
Yapı kabuğunun %50 oranında cam, %50 oranında Çizelge 3.3'te yer alan dolu kesitlerden (D1, D2, D3) oluşması durumunda, yapı kabuğunu etkileyen gürültü düzeyinin de sırasıyla, 65 dB(A), 75 dB(A) ve 85 dB(A) olması durumları için, hacim içinde oluşan ses düzeyleri ve kabul edilebilir gürültü düzeyi Şekil 3.10 – Şekil 3.21'de yer almaktadır.



Şekil 3.15 D1 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB (A)dış gürültü için hacim içi ses düzeyi



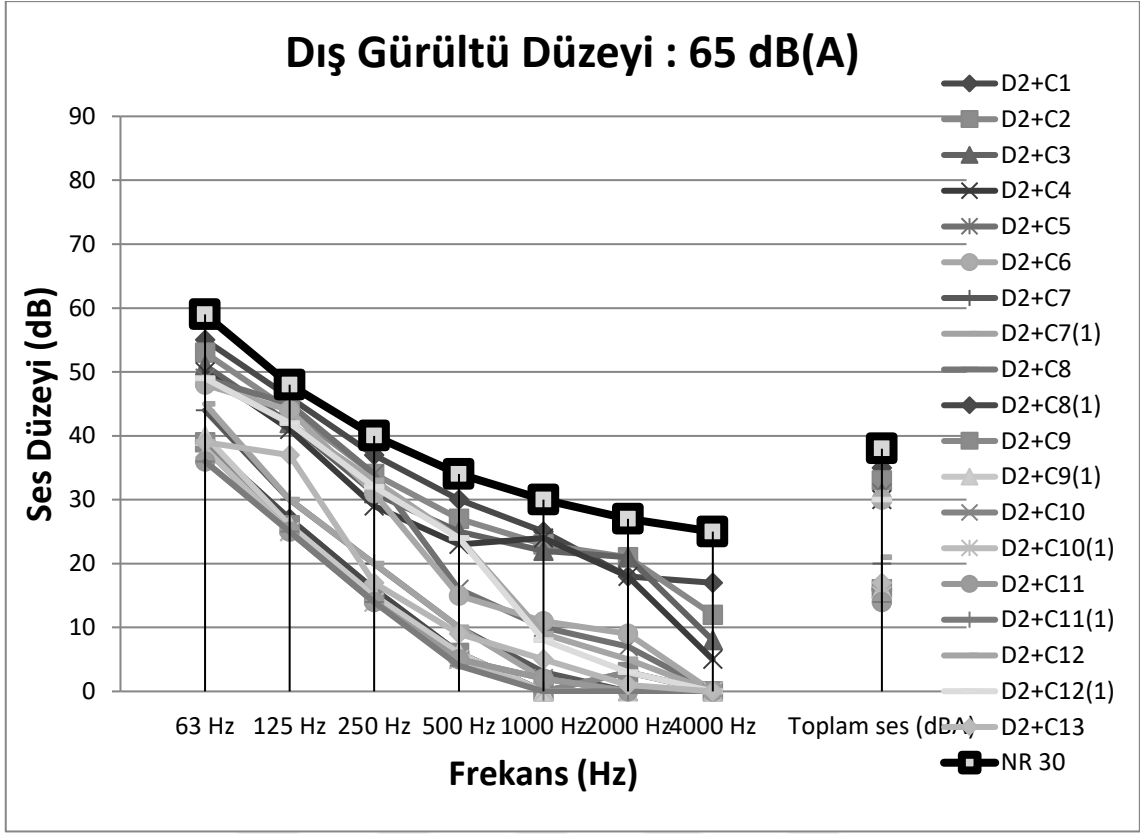
Şekil 3.16 D1 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB (A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi



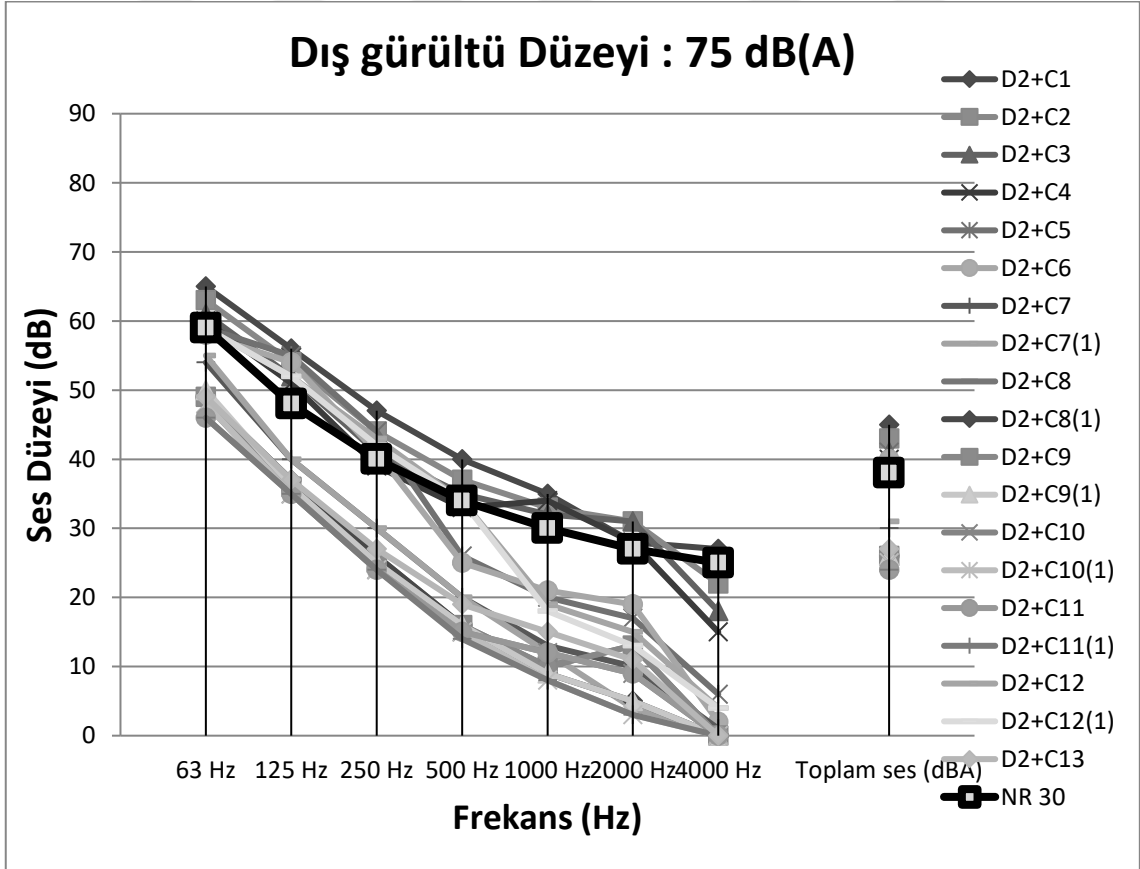
Şekil 3.17 D1 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB (A) dış gürültü için hacim içi ses düzeyi

Şekil 3.15, Şekil 3.16 ve Şekil 3.17 değerlendirildiğinde, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

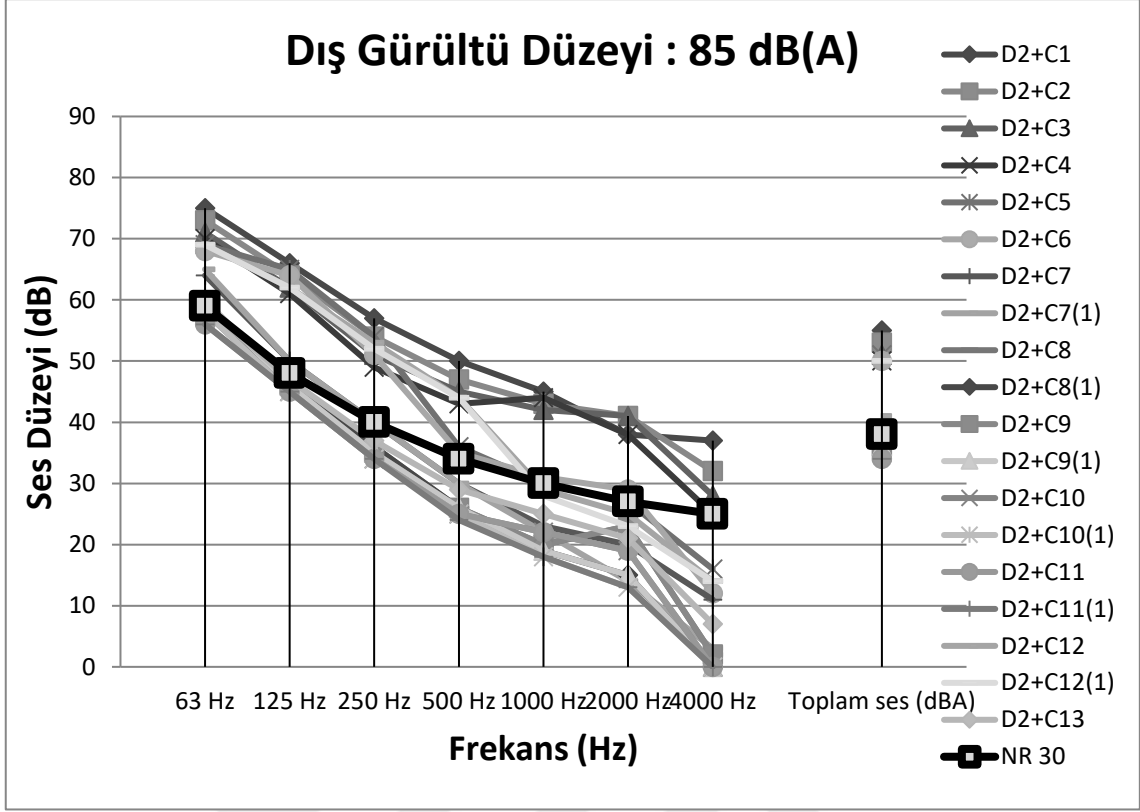
- %50 cam ve %50 dolu alan olarak D1 (alçıpan+taşyünü+cam)'in olması durumunda, C1(4 mm) cam dışında kalan tüm cam tipleri ile oluşturulan cephelerde, dış gürültü düzeyi 65 dB(A) olduğunda hacim içerisinde oluşan ses düzeyinin kabul edilebilir sınır değerleri aşmadığı görülmektedir. C1 cam tipi kullanılarak oluşturulan kesitte ise, sadece 63 Hz'te 1 dB'lik ayrımla kabul edilebilir değer üstünde kalan gürültü oluştuğu belirlenmiştir.
- Dış gürültü düzeyi 75 dB(A) iken, cam kısmın C1 (4 mm) kesitinden oluşması durumunda, toplam düzey ve tüm frekanslarda, yeterli ses geçiş kaybını sağlayamadığı görülmektedir. Biraz daha kalın tek camlar (C2, C3) kullanıldığında ise, sadece 4000 Hz'te yeterli yalıtımın sağlandığı görülmektedir. C4 ile, ısı korunumlu ikili ve üçlü camlardan oluşan C5, C6, C12, C12⁽¹⁾ kesitlerinin kullanılması durumunda ise, hem toplam düzey açısından, hem de bazı frekanslarda kabul edilebilir düzeyin üzerinde kalan değerler elde edilmektedir. Buna karşılık camlar arasında hava boşluğunun yeterli olduğu, çift kabuktan oluşan C7, C8, C9, C10, C11, C13 kesitlerinin hem düz cam, hem de lamine camlı durumlarında frekans bazında ve toplam düzey olarak, sınır değerlerin altında kalan gürültü düzeylerini sağladığı belirlenmiştir.
- Dış gürültü düzeyinin 85 dB(A) olduğunda ise, dolu kısmın ses geçiş kaybının düşük olması nedeni ile, hem toplam düzey, hem de frekans fonksiyonunda kabul edilebilir düzeylerin sağlandığı bir seçenek olmadığı görülmektedir. Ses geçiş kaybı değeri yüksek olan C8, C9, C11 ve C13 kesitlerinin kullanıldığı seçeneklerde bile, toplam ses düzeyi açısından kabul edilebilir değerler sağlanırken, bazı düşük ve orta frekanslarda kabul edilebilir düzeylerin üzerinde gürültü düzeylerinin elde edildiği belirlenmiştir.



Şekil 3.18 D2 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi



Şekil 3.19 D2 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi

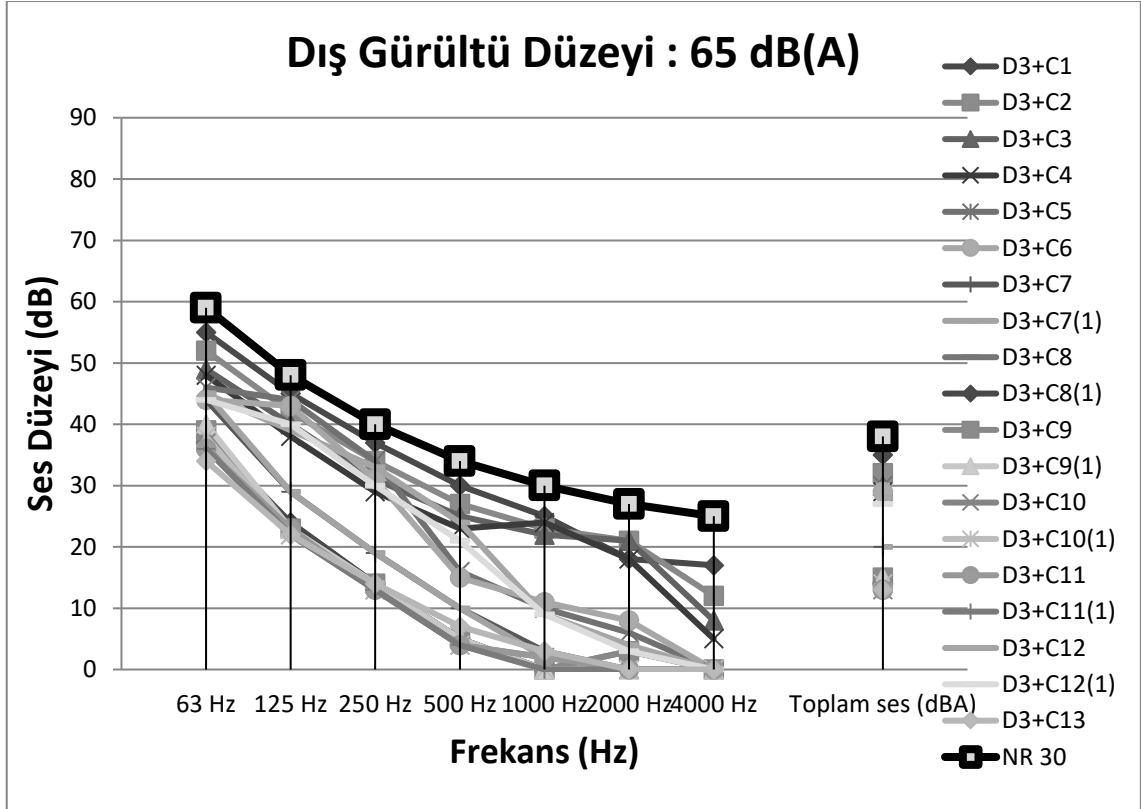


Şekil 3.20 D2 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi

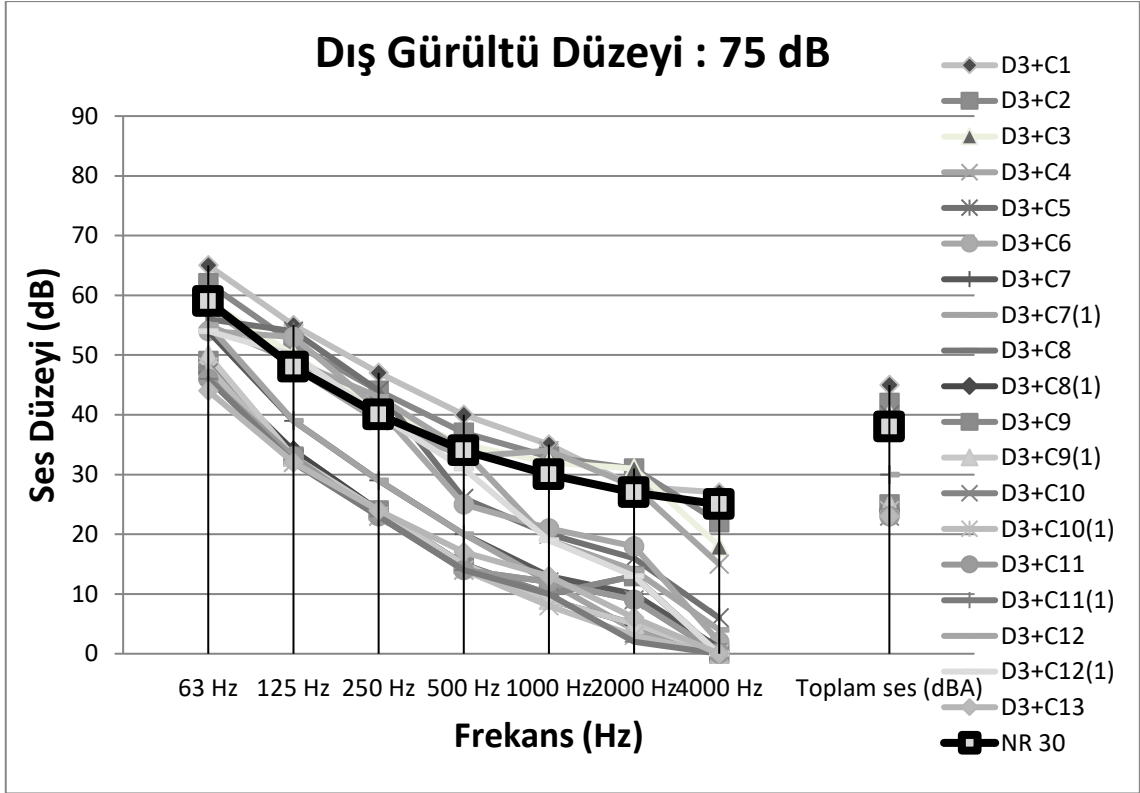
Şekil 3.18, Şekil 3.19 ve Şekil 3.20 değerlendirildiğinde, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

- %50 cam ve %50 dolu alan olarak D2 (alçıpan+gazbeton+taşyünü+cam)'nin kullanılması durumunda, dış gürültü düzeyi 65 dB(A) olduğunda hacim içerisinde oluşan ses düzeyinin kabul edilebilir sınır değerleri aşmadığı görülmektedir.
- Dış gürültü düzeyi 75 dB(A) iken, cam kısmın C1 (4 mm) kesitinden oluşması durumunda, toplam düzey ve tüm frekanslarda, yeterli ses geçiş kaybını sağlayamadığı görülmektedir. Biraz daha kalın tek camlar (C2, C3) kullanıldığında ise, D1 kesitinin kullanılma durumunda olduğu gibi, sadece 4000 Hz'te yeterli yalıtım sağlanabilmektedir. C4 (10 mm) ile, ısı korunumlu ikili ve üçlü camlardan oluşan C5, C6, C12, C12⁽¹⁾ kesitlerinin kullanılması durumunda ise, hem toplam düzey, hem de bazı frekanslarda kabul edilebilir düzeyin üzerinde kalan değerler elde edilmektedir. Buna karşılık camlar arasında hava boşluğunun yeterince bırakıldığı, çift kabuktan oluşan C7, C8, C9, C10, C11, C13 kesitlerinin hem düz cam, hem de lamine camlı durumlarında frekans bazında ve toplam düzey olarak, sınır değerlerin altında kalan gürültü düzeylerini sağladığı belirlenmiştir.

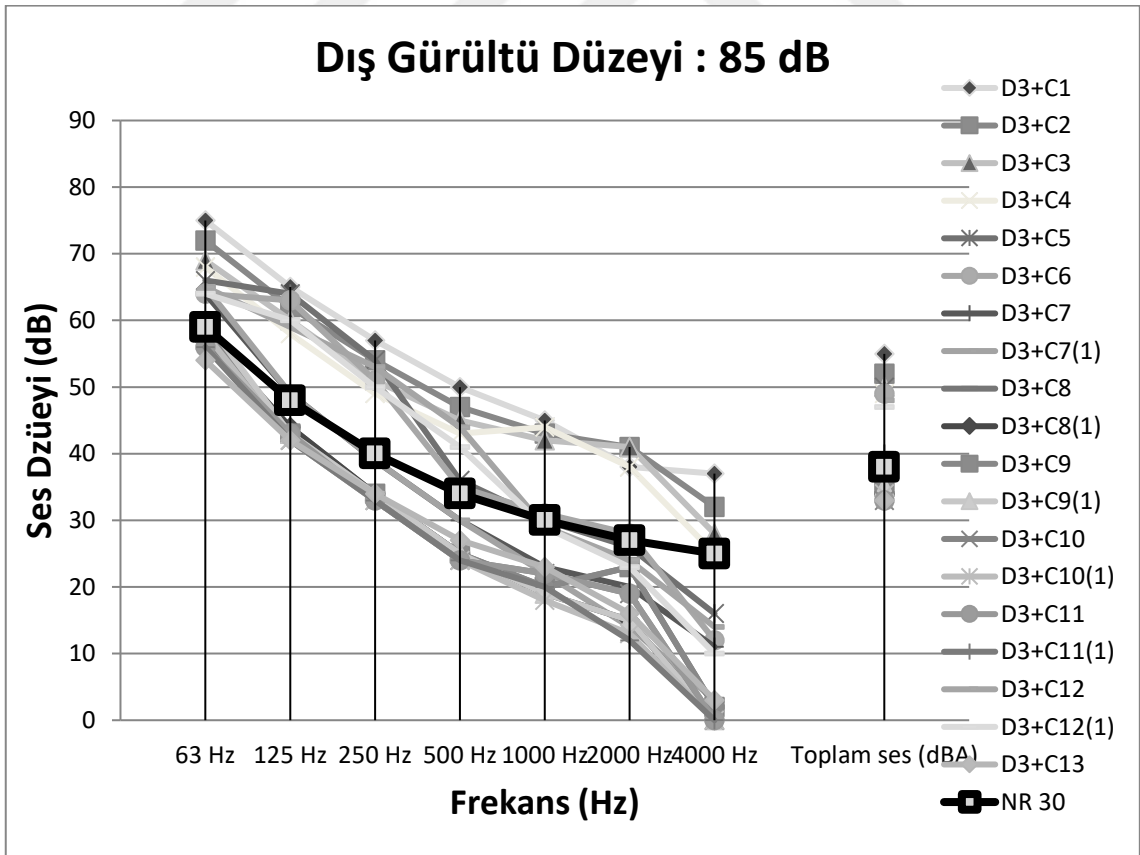
- Dış gürültü düzeyinin 85 dB(A) olduğunda ise, D2 dolu kesiti ile beraber, cam kalınlıklarının ve camların arasında yer alan hava boşluğunun yeterli olduğu ikili camlar C8(1), C9, C10, C10(1), C11, C11(1) ile C13 üçlü camın kullanılması durumunda hem toplam, hem de frekans fonksiyonunda yeterli yalıtım sağlanmaktadır.



Şekil 3.21 D3 ve %50 saydam kesitlerde 65 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi



Şekil 3.22 D3 ve %50 saydam kesitlerde 75 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi



Şekil 3.23 D3 ve %50 saydam kesitlerde 85 dB dış gürültü için hacim içi ses düzeyi

Şekil 3.21, Şekil 3.22 ve Şekil 3.23 değerlendirildiğinde, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

- %50 cam ve %50 dolu alan olarak D3 (alçıpan+beton+taşyünü+cam)'ın olması durumunda, dış gürültü düzeyi 65 dB(A) olduğunda hacim içerisinde oluşan ses düzeyinin kabul edilebilir sınır değerleri aşmadığı görülmektedir.
- Dış gürültü düzeyi 75 dB(A) iken, cam kısmın C1 (4 mm) kesitinden oluşması durumunda, toplam düzey ve tüm frekanslarda, yeterli ses geçiş kaybını sağlayamadığı görülmektedir. Biraz daha kalın tek camlar C2 kullanıldığında sadece 4000 Hz'te, C3 kullanıldığında ise, 63 HZ ve 4000 Hz'te yeterli yalıtım sağlanabilmektedir. C4 (10 mm) ile, ısı korunumlu ikili ve üçlü camlardan oluşan C5, C6, C12, C12⁽¹⁾ kesitlerinin kullanılması durumunda ise, hem toplam düzey, hem de bazı frekanslarda kabul edilebilir düzeyin üzerinde kalan değerler elde edilmektedir. Öte yandan, camlar arasında hava boşluğunun yeterince bırakıldığı, çift kabuktan oluşan C7, C8, C9, C10, C11 kesitlerinin hem düz cam, hem de lamine camlı durumlarında ve C13 üçlü cam tipinde, frekans bazında ve toplam düzey olarak, sınır değerlerin altında kalan gürültü düzeylerini sağladığı belirlenmiştir.
- Dış gürültü düzeyinin 85 dB(A) olduğunda ise, D3 dolu kesiti ile beraber, cam kalınlıklarının ve camların arasında yer alan hava boşluğunun yeterli olduğu ikili camlar C8, C8⁽¹⁾, C9, C10, C10⁽¹⁾, C11, C11⁽¹⁾ ile C13 üçlü camının kullanılması durumunda hem toplam, hem de frekans fonksiyonunda yeterli yalıtım sağlanmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz şartlarında büyük kentlerde yaşayan insanların çalışma ortamlarının, kent merkezlerinde ve yoğunlukla ulaşım hatlarına yakın olması, bu yapıların sürekli yüksek gürültü düzeylerinden etkilenmesine yol açmaktadır. Yoğunluğu yüksek katlı yapıların ve cam cepheli yapı kabuğunun oluşturduğu yaşam hacimlerinde günlük aktivitelerini sürdüren kullanıcılar için gürültü yoğunluğunun fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik olumsuz etkileri günümüze değin yapılan birçok bilimsel çalışmayla ortaya konmuştur. Gürültü açısından konforlu hacimlerin yaratılmasında, yapı dışı ile hacmi ayıran eleman olarak, yapı kabuğu önem taşır. Çift kabuk cephe sistemli yapılarda, yapının bulunduğu gürültü ortamı ve hacmin işlevine uygun yapı kabuğu seçeneklerinin saptanması da yapının tasarım ilkeleri arasında yer almalıdır. Bu amaçla, tez kapsamında, bir açık planlı büro tasarlanmış ve değişik dış gürültü düzeylerinden etkilenme durumu için, uygun kesit seçeneklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. On üç ayrı cam kesiti ve üç ayrı dolu kesit belirlenerek, bunlardan oluşturulan kesit seçenekleri ile, yapı kabuğunun tümüyle cam ve %50 oranında cam, %50 oranında dolu kesitten olma durumları için ses geçiş kaybı hesapları gerçekleştirilmiştir. Yapının etkilendiği gürültü düzeyi; 65 dB(A), 75 dB(A) ve 85 dB(A) olmak üzere üç ayrı değerde alınmıştır. Frekans fonksiyonunda ve toplam gürültü düzeyi açısından gerçekleştirilen değerlendirmelerde, hacimde kabul edilebilir gürültü düzeyinin altında kalan değerleri sağlayan kabuk seçenekleri belirlenmiştir. Sonuçları aşağıda görüldüğü gibi özetlemek olanaklıdır;

- Bütünüyle camdan oluşan cephelerde, yapı dışı gürültü düzeyinin 65 dB(A) olması durumunda yeterli olan kalın tek camlar, gürültü düzeyi arttıkça yetersiz kalmaktadır. Bu durumda, ısı yalıtımı için uygulanan, arasındaki hava boşluğun az olduğu ikili camlar da yeterli ses geçiş kaybını sağlayamamaktadır.
- Dış gürültü düzeyi 75 dB(A) dolaylarında olduğunda, camlar arasındaki hava boşluğu yeterli (50 cm) ve cam kalınlıkları da uygun olduğunda, yüksek gürültü düzeylerinde bile yeterli ses geçiş kaybı sağlanabilmektedir. Camların, yalıtım değeri daha yüksek olan lamine cam seçilmesi durumunda, biraz daha ince camların kullanılması olanaklıdır.
- Dış gürültü düzeyinin 85 dB(A) gibi oldukça yüksek bir düzeyde olması durumunda ise; toplam düzey olarak yeterli ses geçiş kaybının sağlandığı pek çok kesitte, bazı alçak frekanslı seslerde yeterli yalıtımın sağlanamadığı görülmüştür. İncelemeye alınan on üç cam kesiti içinde, lamine camın kullanıldığı camlar arasında 600 mm'lik boşluğun bırakıldığı cam kesiti ile, aralarında yine yeterli boşlukların bırakıldığı üçlü camdan oluşan kesit yeterli ses geçiş kaybını sağlamaktadır.
- Yapı kabuğunun %50 oranında cam, %50 oranında dolu kesitten oluşması durumunda yine, yapı dışı gürültü düzeyinin 65 dB(A) olması durumunda yeterli olan kalın tek camlar, gürültü düzeyi arttıkça yetersiz kalmaktadır. Bu durumda, ısı yalıtımı için uygulanan, arasındaki hava boşluğun az olduğu ikili camların kullanılması durumunda da, hacim içinde kabul edilebilir düzeyi aşan değerler elde edilmektedir. Bazı frekanslarda yeterli ses geçiş kaybının sağlanmasına karşılık, çoğu frekansta ve toplam düzey olarak, hacme geçen gürültünün, kabul edilebilir düzeyin üzerinde kaldığı görülmüştür.
- Yapı kabuğunun %50 oranında cam, %50 oranında dolu kesitten oluştuğu, dış gürültü düzeyinin de 75-85 dB(A) gibi yüksek düzeyde olması durumunda, dolu kısmın ses geçiş kaybının daha yüksek olduğu kesitlerde, bütünüyle cam cephe olması durumuyla karşılaştırıldığında, hacimde kabul edilebilir gürültü düzeylerinin sağlanabildiği görülmektedir. Bu durumda, cam bölümün de arada yeterli hava boşluğu bulunan, çift camdan oluşması gereklidir.

- Çift kabuk kesitlerde iki kabuk arası mesafenin arttırılması ve camlardan birinin diğerinden kalın seçilmesi ile sağlanan ses geçiş kaybı değerinde belirgin artışlar görülmektedir.
- Lamine camların kullanılması, özellikle düz cama göre yüksek frekanslarda daha yüksek ses geçiş kaybı sağlamaktadır. Bu nedenle, yüksek dış gürültü düzeyleri için lamine cam kullanılması uygun olacaktır.
- Yapı dış cephesinin tasarımında belirlenen bölümler arasında opak kısımlar var ise; bu bölümlerde yoğunluğu yüksek gereçlerin kullanılması yapı kabuğunun ses yalıtımı açısından hacim içerisinde kabul edilebilir düzeylerin sağlanmasında katkı sağlayacaktır.
- Cephe kabuğunun taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan kısımlarının birbirleriyle bağlantısında sesin geçmesine neden olacak ses köprüsü ve açıklıklardan kaçınılması önemlidir. Tüm açıklıkların kapatılması, bağlantı noktalarında esnek gereçlerin kullanılması gerekir.

Günümüzde sıklıkla kullanılan cam cepheli yapılarda, diğer yapılarda olduğu gibi, uygun fizik ortam koşullarının sağlanmasında son derece önemli yeri olan işitsel konforun sağlanması, bu çalışma kapsamında örneklendiği gibi, yapının bulunduğu bölge, işlev, hacmin biçimi, boyutları, iç yüzey gereçleri benzeri pek çok etkenin birlikte ele alınıp değerlendirilmesiyle sağlanabilir. Çalışma kapsamında, değişik koşullar için uygunluk durumları belirlenen kesitlerin, tasarımcılara yol göstereceği düşünülmektedir. Kuşkusuz, hesaplar sonucunda uygunluğu belirlenen kesitlerin, yapım aşamasında titizlikle uygulanmasının ve kullanım aşamasında gerekmesi durumunda bakım-onarımının sağlanması, yapı kabuğundan beklenen performansın sağlanması açısından son derece önemlidir.

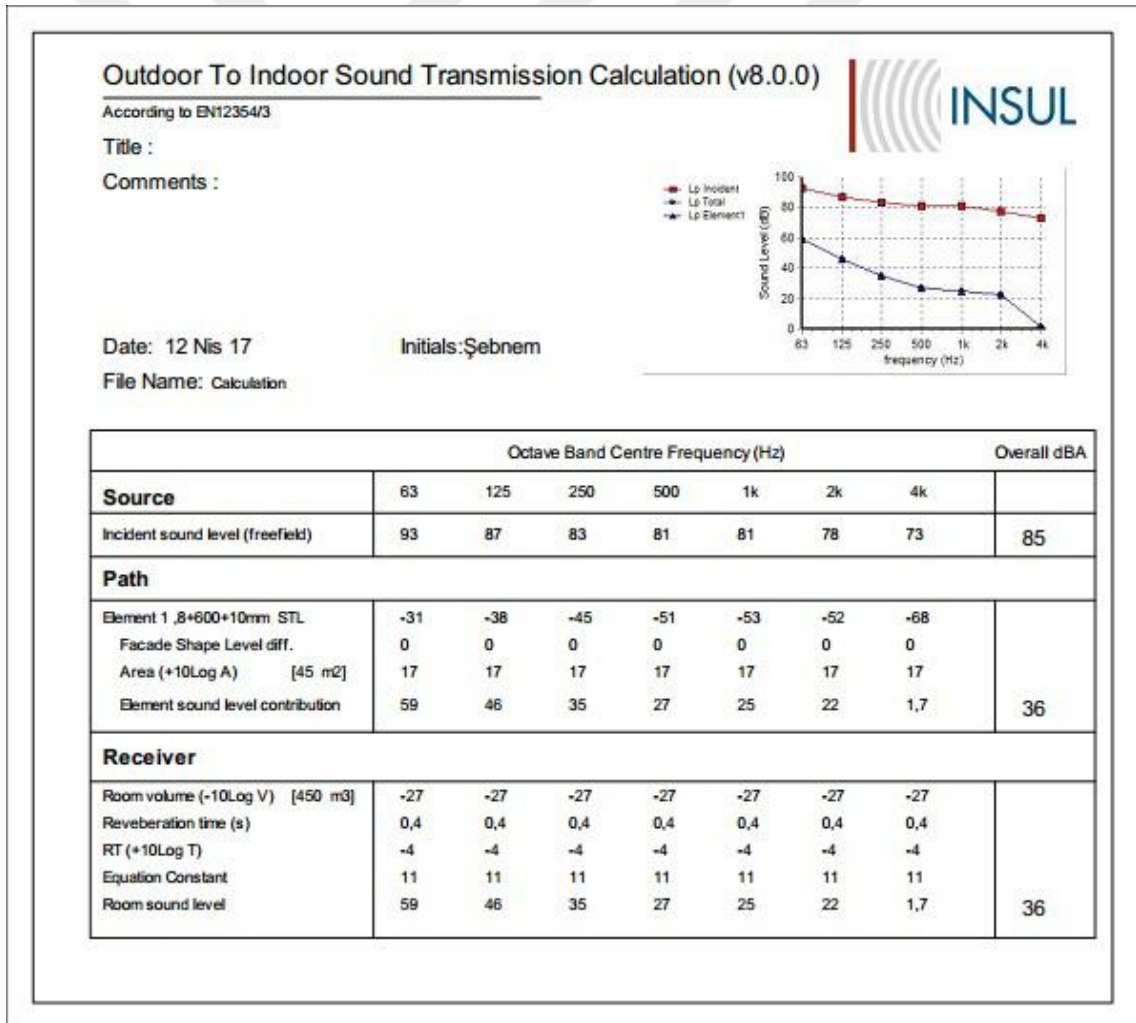
KAYNAKLAR

- [1] Sirel, Ş. (1994), "Yapı Fiziği Konuları 2" 1. Baskı, Kitapçık No:6, 'Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü Yayını', İstanbul.
- [2] Sözen, M.Ş., (2001), "Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Denetim-Konfor İlişkisi, Tesisat Mühendisliği, Ocak-Şubat 2001, İstanbul.
- [3] Soy Yiğit, S., ve Bostancıoğlu, E., (2012), "Giydirme Cephe Buro Binalarında Cam Seçimi" 6. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, 12-13 Nisan 2012, Bursa.
- [4] Akdağ, N., (1998), "Dış Gürültü Düzeyi-Hacim İşlevi Fonksiyonunda Yapı Kabuğu Seçeneklerinin Saptanması, 4. Akustik ve Gürültü Kongresi, 16-19 Ekim 1998, Antalya.
- [5] İnan, T., ve Basaran T.(2014), "Çift Cidarlı Cephe Üzerine Bir Araştırma" Megaron, 2014; (9)/132-142.
- [6] Erdem Aknesil, A., (2001) "Bileşik Cidar Ses Geçirmezliğinde Cam Elemanların Önemi ve Konut Dış Cephe Malzemelerinden Örnekler", TMMOB Mak. Müh. Odası Yalıtım Kongresi, 23-25 Mart 2001, Eskişehir.
- [7] Ünver, R., Zorer Gedik, G., Yüğrük Akdağ, N., Dokuzer Öztürk, L., Karabiber, Z., Çelik, Ö.F., ve Sakınç, E., (2005). "Optimum Yapı Kabuğu Tasarımında Yararlanılabilecek Bir Yaklaşım: Büro Yapıları Örneği". Mimar.İst, 5(18), 120-128.
- [8] Tatlı, G. E., (2006.). Çift Kabuk Cephe Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [9] İnan, T ve Başaran, T. , "Çift Cidarlı Cephe Etkin Mimari Tasarım Kararları", 2013, SAÜ. Fen Bil. Der. 17. (3) : 427-436.
- [10] Örkmez, A. S., (2012). Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Isıl Konforun Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [11] Facade Confidential, <http://facadesconfidential.blogspot.com.tr/2011/11/steiff-factory-and-birth-of-curtain.html> , 01 Mayıs 2017.

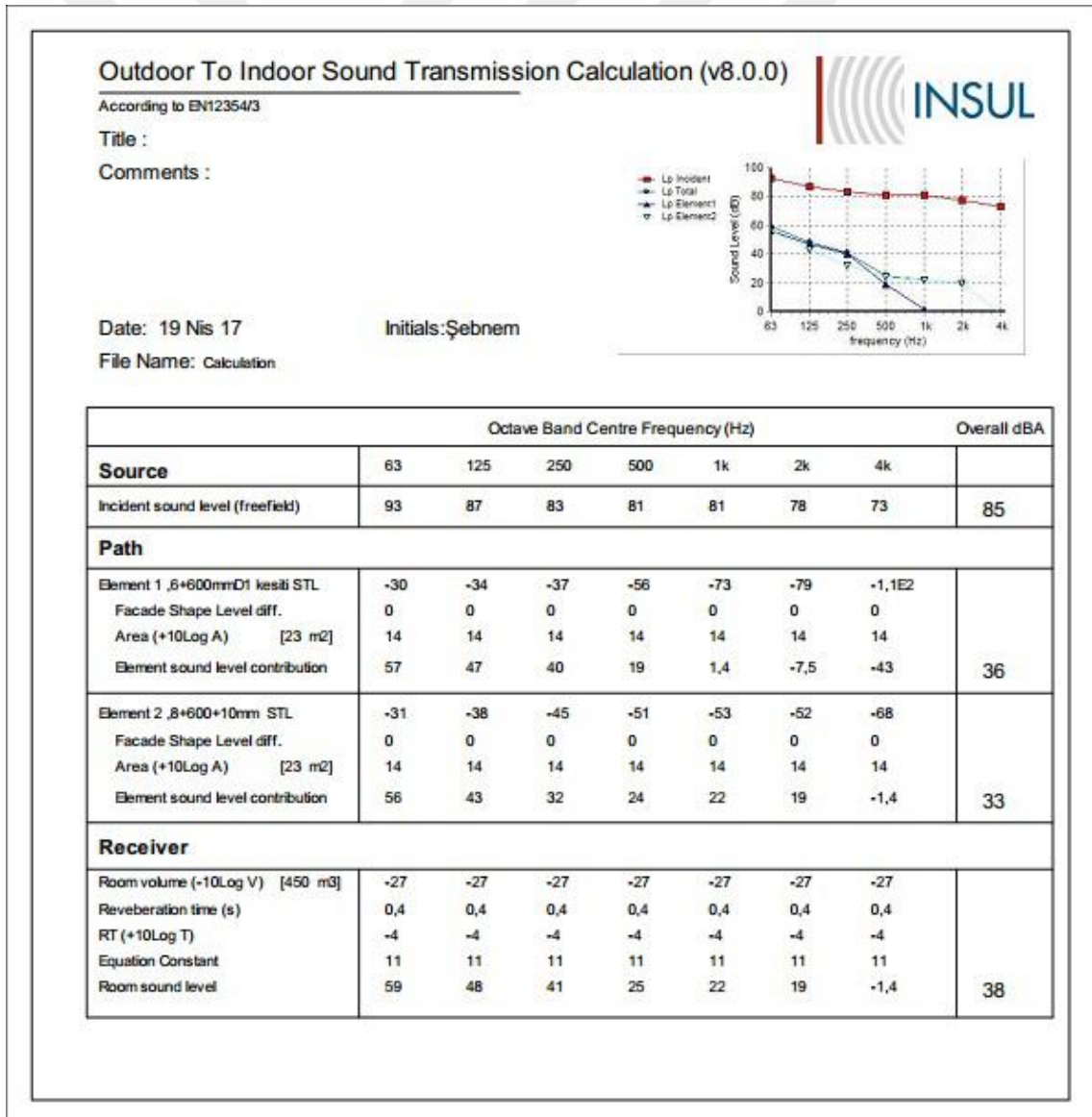
- [12] Khan Academy , <https://www.khanacademy.org/humanities/art-1010/architecture-20c/a/wagner-postal-savings-bank> , 30 Nisan 2017.
- [13] Tibet, M. O.,(2004). Çift Kabuk Cephe Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [14] Flickr , <https://www.flickr.com/photos/67385262@N00/623669545> , 30 Nisan 2017.
- [15] Fondation Le Corbusier, <http://fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysName=redirect64&sysLanguage=fr-fr&IrisObjectId=4834&sysParentId=64> , 30 Nisan 2017.
- [16] Archpaper, <https://archpaper.com/2016/08/narkomfin-constructivism-restoration/> , 01 Mayıs 2017.
- [17] Kutluay,P., İnan,T., Ersoy,U., ve Başaran,T., (2015) "Türkiye'den ve Dünyadan Örnekler Işığında Çift Cidarlı Cephelerin Gelişimi" 12.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 8-11 Nisan 2015, 2249-2263
- [18] Aviewoncities, <http://www.aviewoncities.com/gallery/showpicture.htm?key=kvege3937> , 01 Mayıs 2017.
- [19] Ünal,M., (2006). Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, MSGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [20] <http://www.rweimages.com/en/press-releases/press-photos/kategorie/zentrale/> , 01 Mayıs 2017.
- [21] Visit-Hannover, <http://www.visit-hannover.com/en/Trade-Fairs-Conventions/Information-around-the-fair/Hannover-Fairgrounds> , 01 Mayıs 2017.
- [22] Teshome E. Jiru, Yong X. Tao and Fariborz Haghighat, (2010), 14th International Heat Transfer Conference, Volume8, Washington, DC, USA, August 8–13, 2010
- [23] Ünal, H., ve Tokman, L.Y., (2011), "Sürdürülebilir Mimari Tasarım : Bir Renovasyon Projesi, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(2) : 129-157.
- [24] Tboake, http://www.tboake.com/arch_crs/f09/226_complete_double_2009.pdf , 02 Mayıs 2017.
- [25] Postdamerplatz, <https://potsdamerplatz.de/en/architecture/> , 02 Mayıs 2017.
- [26] Divisare, <https://divisare.com/projects/338997-giorgio-grassi-potsdamerplatz-area-abb-roland-ernst-a-berlino> , 02 Mayıs 2017.
- [27] Stadttor, <http://www.stadttor.com/building/> , 02 Mayıs 2017.
- [28] Facadeworld, <https://facadeworld.com/2015/01/17/stadttor-dusseldorf/> , 02 Mayıs 2017.

- [29] Stadttor, <http://www.stadttor.de/gebaeude/> , 02 Mayıs 2017.
- [30] Archiexpo, http://img.archiexpo.com/images_ae/photo-g/58213-4165013.jpg , 02 Mayıs 2017.
- [31] Foster And Partners, <http://www.fosterandpartners.com/projects/arag/> , 02 Mayıs 2017.
- [32] Rkw Plus, http://rkw.plus/de/projekte/arag-tower-duesseldorf?date%5Bmin%5D%5Bdate%5D=&date%5Bmax%5D%5Bdate%5D=&search=&name=&city=&sort_by=field_date_value2&sort_order=DESC&page=1 , 30 Nisan 2017.
- [33] Baukunst-nrw, <http://www.baukunst-nrw.de/en/projects/Victoria-Ensemble--112.htm> , 02 Mayıs 2017.
- [34] Çetiner, İ., (2002). Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [35] Bıyıklı, B. E., (2015). Hafif Giydirmeye Cepheli Yüksek Yapıların Akustik Performanslarının Analizi ve Bir Örneklem, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [36] Uyar, M., (2005). Metal Çerçevesiz Giydirmeye Cephelerde Ses Yalıtımı Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [37] Tboake, <http://www.tboake.com/hooker.html> , 02 Mayıs 2017.
- [38] Atalay, B., (2006), Alüminyum Giydirmeye Cephe Sistem Seçiminde Uygulama Öncesi Süreç Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [39] T.C. Resmi Gazete, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. (27601), 04.06.2010.
- [40] TS 2381-1 EN ISO 717-1, (2015), Akustik – Yapılarda ve Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımının Değerlendirilmesi – Bölüm 1: Hava İle Yayılan Sesin Yalıtımı, TSE, Ankara
- [41] Engineering Toolbox, http://www.engineeringtoolbox.com/nr-noise-rating-d_60.html , 02 Mayıs 2017.

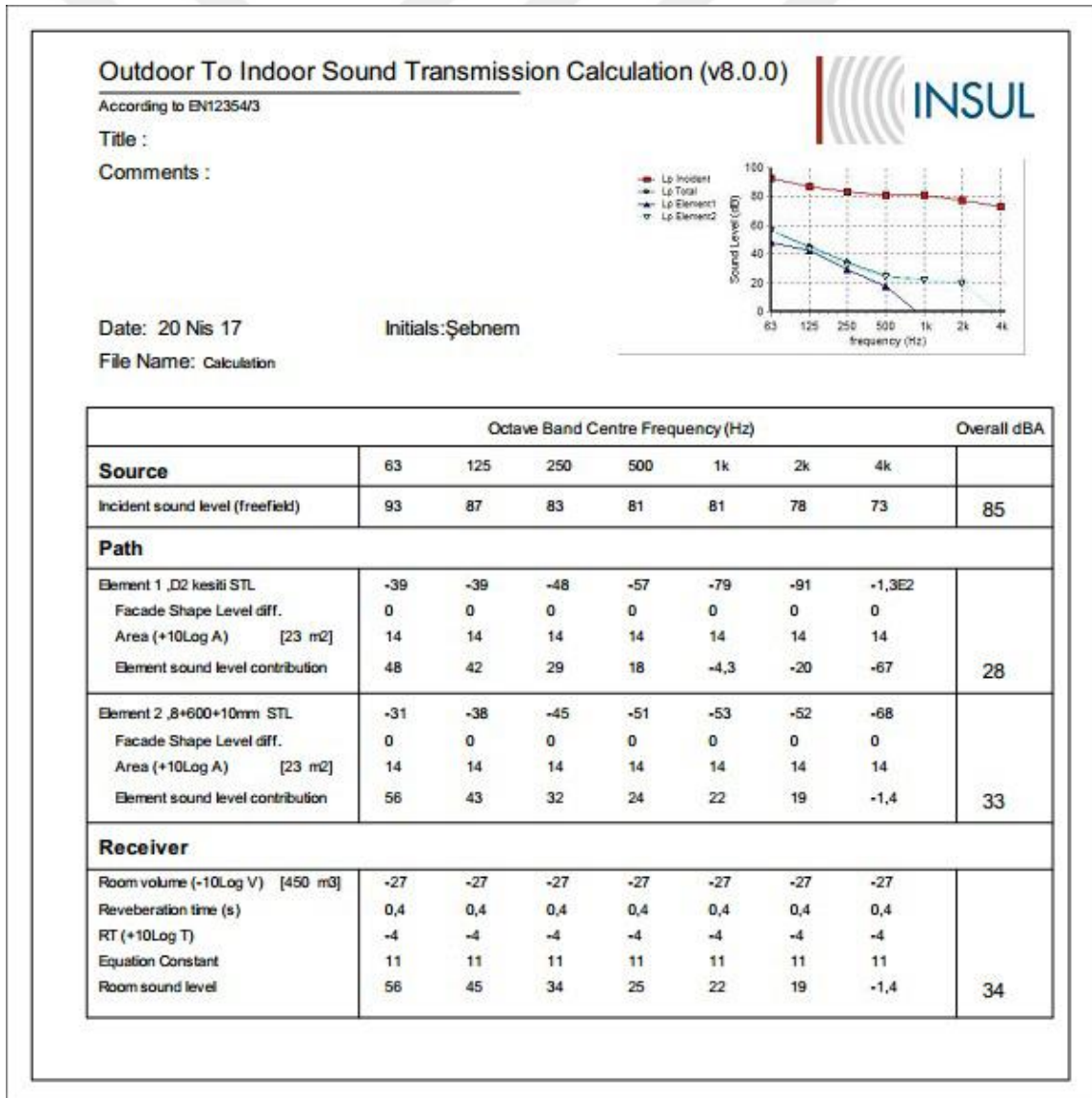
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %100 SAYDAM, C11 CAM TİPİ İÇİN HESAP SONUCU



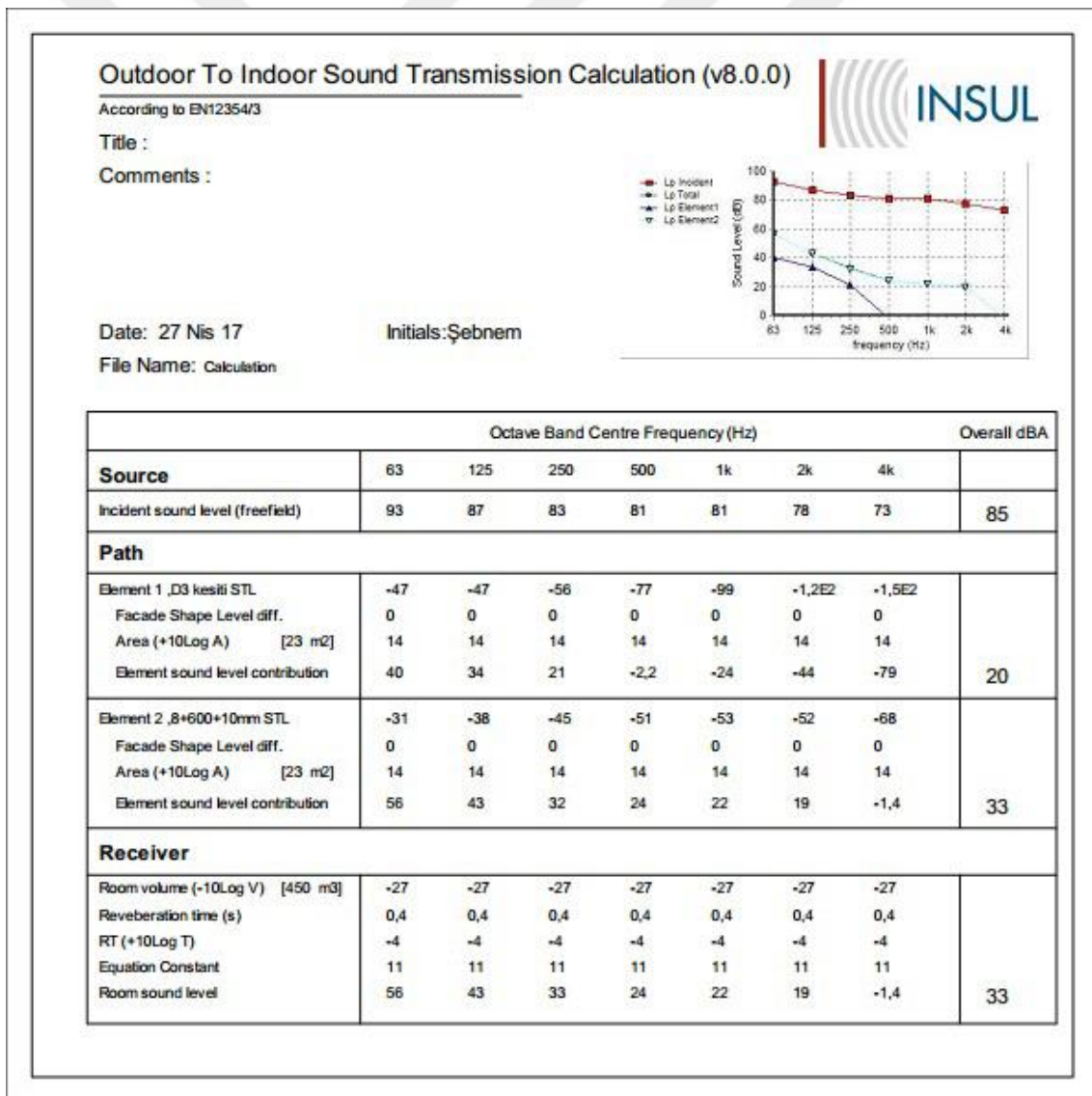
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C11+D1 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU



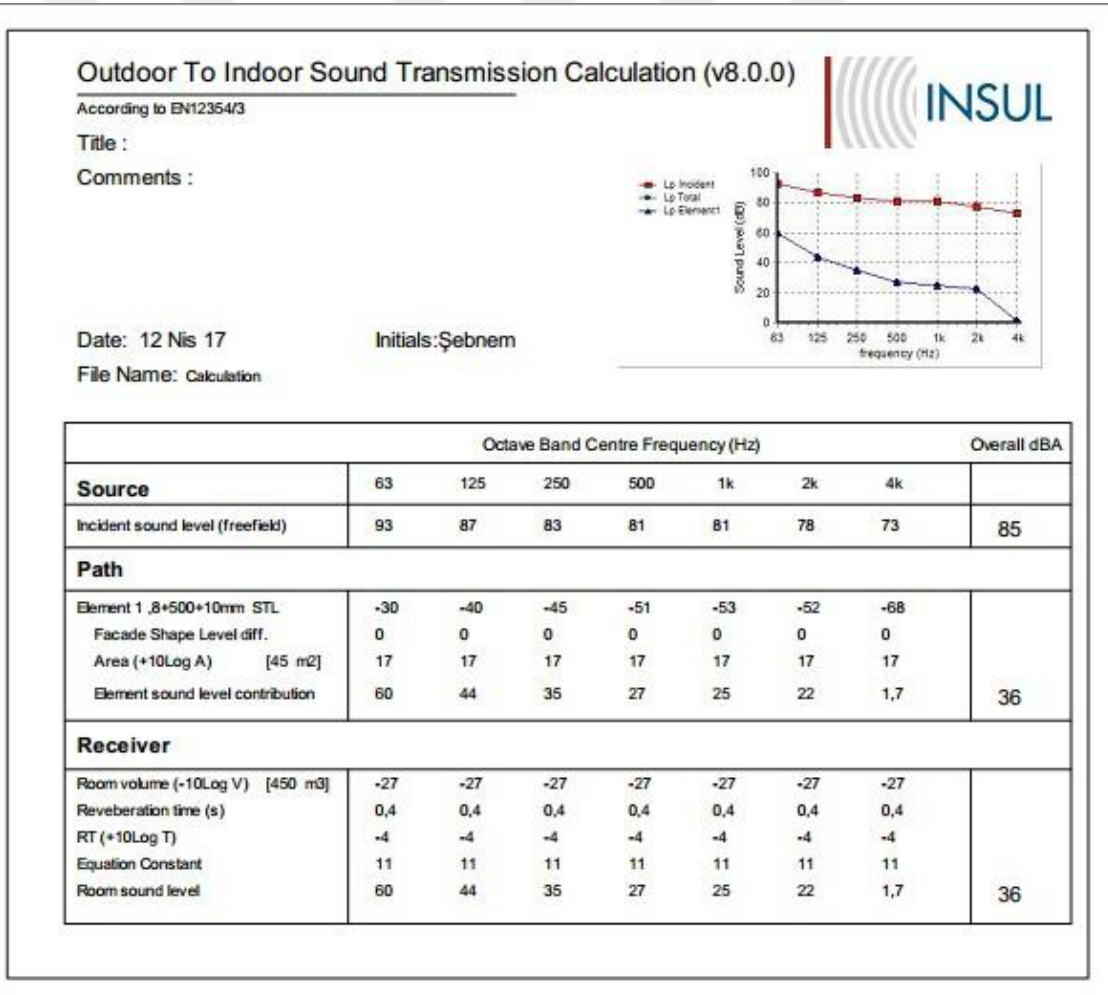
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C11+D2 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU



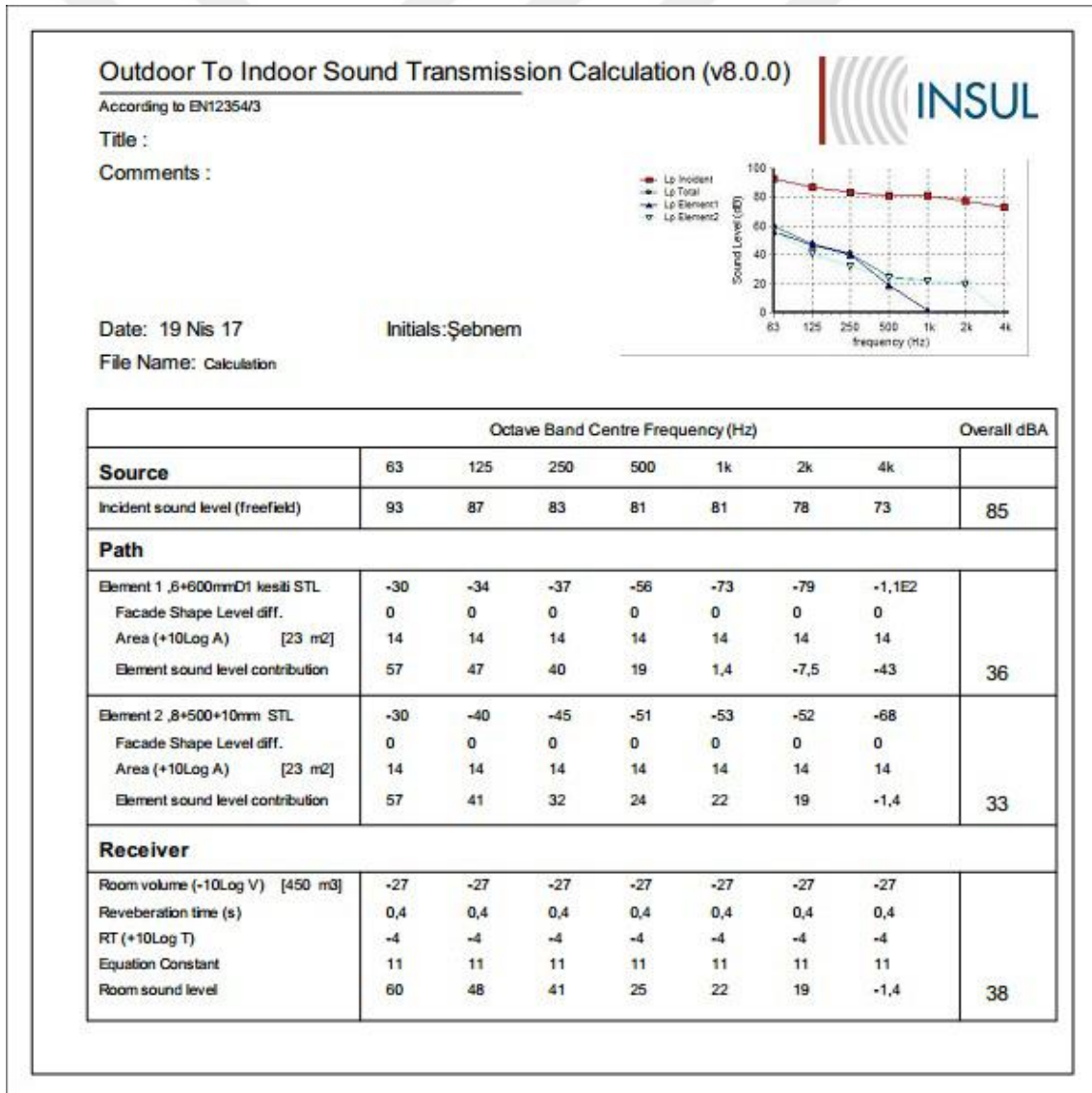
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C11+D3 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU



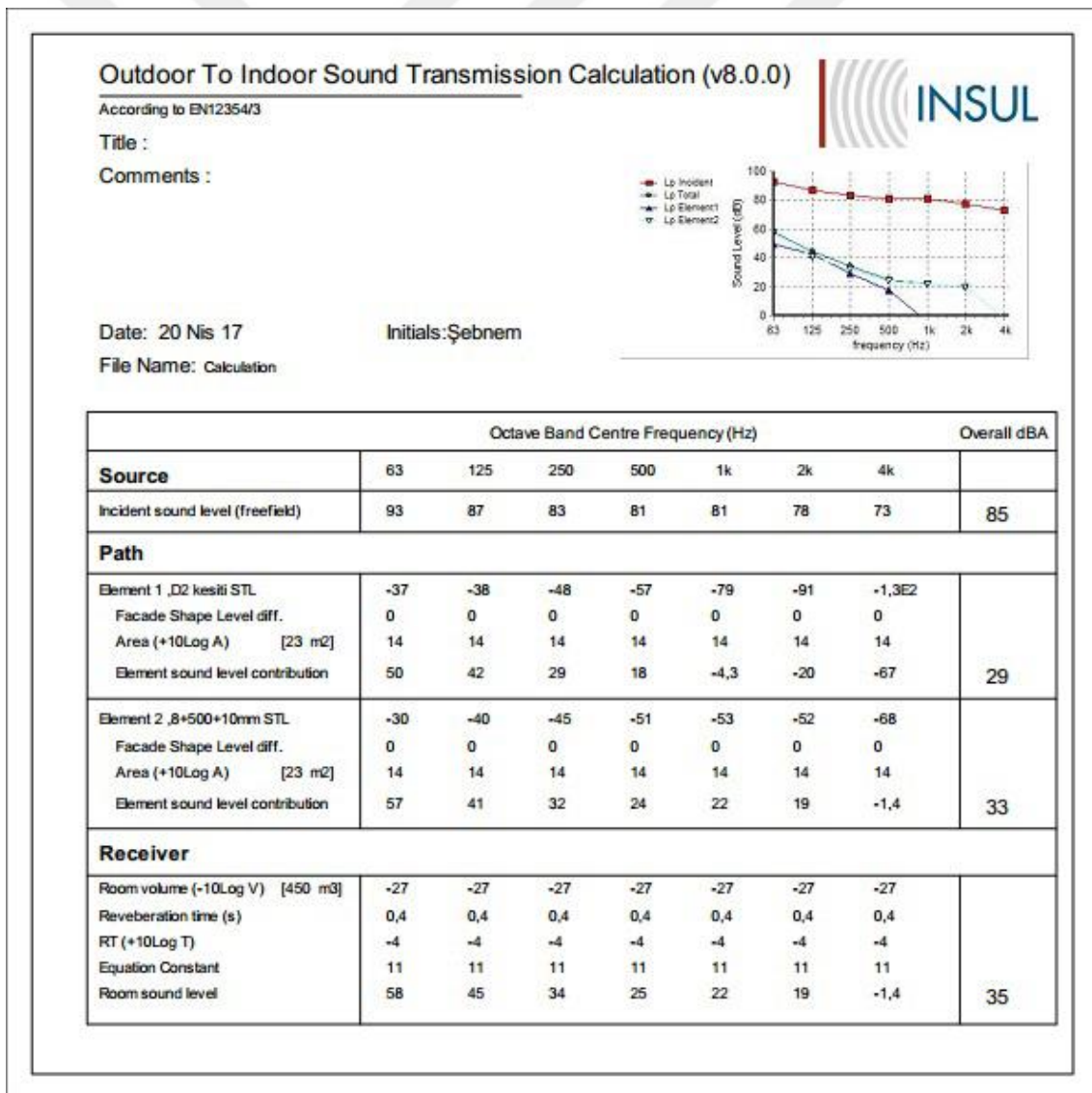
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %100 SAYDAM, C10 CAM TİPİ İÇİN HESAP SONUCU



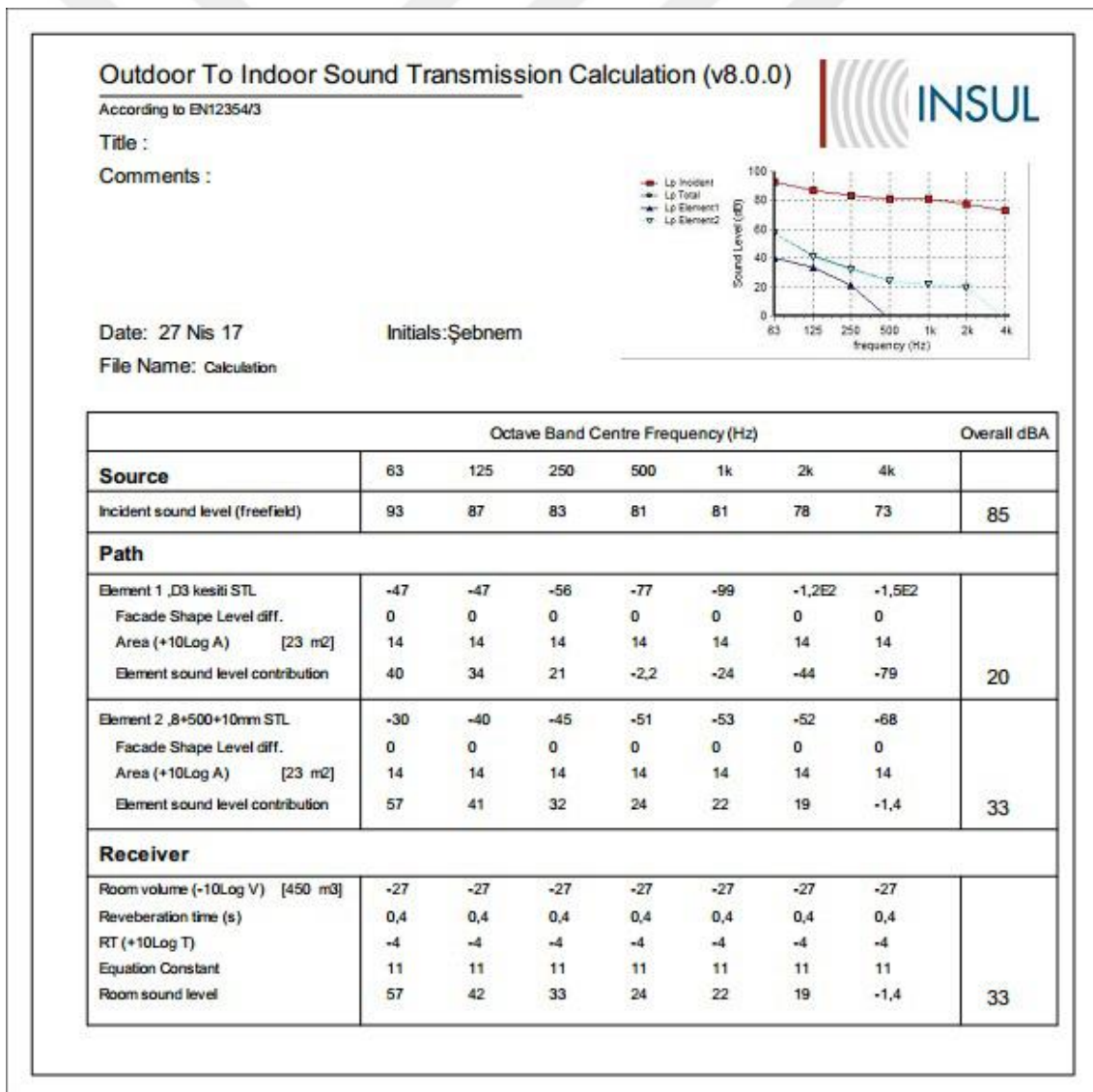
85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C10+D1 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU



85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C10+D2 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU



85 dB (A) YAPI DIŞI GÜRÜLTÜ ETKİSİNDE %50 SAYDAM, C10+D3 KESİT TİPİ İÇİN HESAP SONUCU



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Şebnem (ERYILMAZ) BALCI
Doğum Tarihi ve Yeri :11.10.1981 İSTANBUL
Yabancı Dili :İNGİLİZCE
E-posta :sebnem_eryilmaz@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mimarlık	Trakya Üniversitesi	2003
Lise	Fen Bilimleri	Silivri Kamiloba Lisesi	1998

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2014-2016	Akotherm Yapı Sistemleri A.Ş.	Lojistik Sorumlusu/Mimar
2013-2014	Erdoğanlar Alüminyum San. Ve Tic. A.Ş.	Teknik Ofis Mimarı
2003-2013	Saros İnşaat Tic. Ltd. Şti.	Şantiye Mimarı