

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DEKİ FARKLI ÇEVRE KOŞULLARI İÇİN
YAPI KABUĞU KESİT SEÇENEKLERİNİN
BELİRLENMESİNE YÖNELİK ÖN TASARIM DESTEK
ARACI GELİŞTİRİLMESİ

Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN

DOKTORA TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Programı

Danışman

Doç. Dr. Şensin YAĞMUR

Mayıs, 2024

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DEKİ FARKLI ÇEVRE KOŞULLARI İÇİN YAPI
KABUĞU KESİT SEÇENEKLERİNİN BELİRLENMESİNE
YÖNELİK ÖN TASARIM DESTEK ARACI GELİŞTİRİLMESİ**

Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN tarafından hazırlanan tez çalışması 18.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Şensin YAĞMUR
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Şensin YAĞMUR, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Nuri İLGÜREL, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Fazıla DUYAN, Üye
Doğuş Üniversitesi

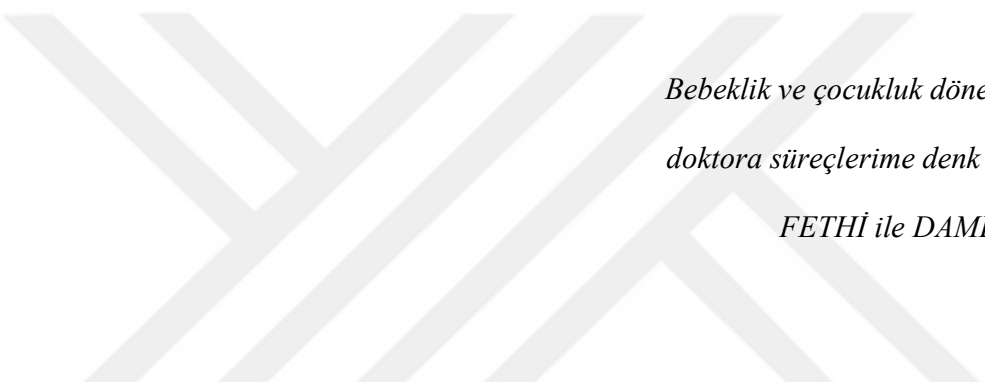
Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Makbule Tuba BOSTANCI BAŞKAN, Üye
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Danışmanım Doç. Dr. Şensin YAĞMUR sorumluluğunda tarafımca hazırlanan “Türkiye’deki Farklı Çevre Koşulları İçin Yapı Kabuğu Performansının Belirlenmesine Yönelik Ön Tasarım Destek Aracı Geliştirilmesi” başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN

İmza



*Bebeklik ve çocukluk dönemleri
doktora süreçlerime denk gelen
FETHİ ile DAMLA'ya*

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca değerli fikir ve görüşleri ile beni yönlendiren, her an ulaşabildiğim, en karmaşık durumlarda bile beni sükunetle dinleyip yol gösteren kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Şensin Yağmur'a teşekkürü bir borç bilirim. Aynı zamanda tez izleme komitesi üyeleri hocalarım Doç. Dr. M. Nuri İlgürel ve Dr. Öğr. Üyesi Fazıla Duyan'a değerli katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Sürecin en başından beri doktora çalışmalarımı destekleyen eşim Fatih Taştan'a, tüm sorumluluklarımı yüklenen canım aileme, Fethi'ye sevgiyle bakarak çalışmama zaman açan sevgili Selma Kayabaşı'na ve Kader Yağız'a, hiçbir karşılık beklemeden yazılımın kodlamasını yapan Fatih Akça'ya, günlerce internette dolaşıp bulamayacağım Rhinoceros/Grasshopper bilgi birikimini benimle paylaşan H. Gökhan Uyduran'a, mimarlık pratiğindeki güncel uygulama ve yönelimleri öğrenmek için her aradığımda ulaşabildiğim Y. Mimar Muhammet Ateş'e, doktora kabul haberini aldığım günden mezuniyetime kadar tüm sevinçlerimi ve kaygılarımı paylaşan ikinci ailem; Kader Yağız, Özlem Dip, Zeynep Akça, İlkay Sevim, Seda Döngel, Yasemin Arı, Tülin Demirtaş, Cemile Ekşi ve Şeyma Boztepe'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ve doktorayı güzelleştiren arkadaşlarım sevgili Işıl İplik ile Caner Baydur... Bu süreçte, ders kaydından makale üretimine kadar her aşamada birlikte yürüdüğümüz için kendimi çok şanslı hissediyorum. Birlikte heyecanlanmak, kaygılanmak, sevinmek çok güzeldi. Tez çalışmama yaptığınız tüm katkılar için ikinize de minnettarım.

Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iv
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xiii
ÖZET	xviii
ABSTRACT	20
1 GİRİŞ	22
1.1 Yapı Kabuğu Performansı ve Kullanıcı Konforu	22
1.1.1 İşitsel Konfor	23
1.1.2 Isıl Konfor	23
1.1.3 Görsel Konfor	24
1.2 Problemin Tanımı ve Hipotez	24
1.3 Literatür Özeti	27
1.3.1 Akademik Yayınlar.....	28
1.3.2 Patent incelemeleri	34
1.3.3 Çevrimiçi Yapı Fiziği Hesaplama Araçları	40
1.3.4 Genel Değerlendirme.....	46
1.4 Amaç ve Hedefler	49
2 VERİ FİLTRELEME ALGORİTMASI	50
2.1 Yönetmeliklerin İncelenmesi	51
2.1.1 İşitsel Performansa İlişkin Standart ve Yönetmelikler.....	53
2.1.2 Isısal Performansa İlişkin Standart ve Yönetmelikler	58
2.1.3 Görsel Performansa İlişkin Standart ve Yönetmelikler	61
2.2 Parametrelerin Analizi	69
2.2.1 Parametrelerin Belirlenmesi ve Gruplandırılması	69
2.2.2 Seçim ve Sonuç Ekranında Yer Alacak Parametreler	72
2.2.3 Adım Aralıklarının ve Hesap Değerlerinin Tayini	79
2.3 Tip Kesitlerin Oluşturulması.....	101
2.3.1 Duvar Gereçlerinin Belirlenmesi.....	101
2.3.2 Yalıtım Gerecinin Belirlenmesi.....	104
2.3.3 Tip Duvar Katmanlarının Belirlenmesi	112

2.3.4 Camın Tipolojilerinin Belirlenmesi.....	117
2.4 Optimizasyon Adımları ve Hesaplama Araçları	124
2.4.1 Hesaplama araçları	124
2.4.2 Optimizasyon Adımları	128
2.4.3 Sonuç Ekranında Verilerin Görüntülenmesi.....	130
3 VERİ TABANI OLUŞTURMA- HESAPLAR	136
3.1 İşitsel + Isısal Performans Hesapları.....	136
3.1.1 Cam sistemi hesapları	136
3.1.2 Duvar sistemi hesapları	148
3.1.3 Görsellerin Hazırlanması.....	160
3.2 Görsel Performans Hesapları	162
3.2.1 İş akışı.....	163
3.2.2 Hesap sonuçları	173
3.3 Ön Tasarım Destek Aracında Vaka Örneklemeleri	175
4 SONUÇ	184
KAYNAKÇA	196
A CAMIN İŞİTSEL/ISISAL/GÖRSEL PERFORMANS HESAPLARI	214
B DUVARIN İŞİTSEL PERFORMANS HESAPLARI	222
C DUVARIN ISISAL PERFORMANS HESAPLARI	232
D YALITIM KALINLIKLARINA GÖRE REVİZE EDİLMİŞ İŞİTSEL PERFORMANS HESAPLARI	243
E BİLEŞİK CİDAR İŞİTSEL PERFORMANS HESAPLARI	250
F GÖRSEL PERFORMANS HESAPLARI	259
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	266

SİMGE LİSTESİ

L_{gag}	A ağırlıklı uzun süreli gündüz akşam gece çevre gürültüsü düzeyi
R_w	Ağırlıklı ses azaltma indeksi
$D_{nT,A,tr}$	Ağırlıklı standardize edilmiş cephe düzeyi farkı
\$	Amerikan doları
U_c	Camın ısıl geçirgenlik katsayısı
dB	Desibel
$E_{v,d}$	Dış yatay yayınlık aydınlık düzeyi
$E_{v,g}$	Dış yatay global aydınlık düzeyi
$E_{v,d,med}$	Dış medyan yatay yayınlık aydınlık düzeyi
$E_{v,g,med}$	Dış medyan yatay global aydınlık düzeyi
U_d	Duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı
E_{TM}	En düşük hedef aydınlık düzeyi
E_T	Hedef aydınlık düzeyi
t	Işık geçirme çarpanı
U	Isıl geçirgenlik katsayısı
kWh :	KiloWatt Saat
CO ₂	Karbondiyoksit
lx	lüks
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
U_p	Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı
$E_{ref,50}$	Referans düzlemin % 50'sinde elde edilen aydınlık düzeyi
$E_{ref,95}$	Referans düzlemin % 95'inde elde edilen aydınlık düzeyi
sn	Saniye
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
R	Ses azaltma indeksi
C_{tr}	Spektrum uyarlama terimi

KISALTMA LİSTESİ

EN	Avrupa Standardı
CEN	Avrupa Standartlar Komitesi
BA	Betonarme duvar
BC	Boyalı cephe
BGKKHY	Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik
BYKHY	Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
ÇGKY	Çevresel Gürültünün Kontrolü Yönetmeliği
ÇGDYY	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
DGB	Derece gün bölgesi
DDT	Düşey delikli tuğla
XPS	Esktrude polistiren
UDI	Yararlı gün ışığı aydınlığı
GB	Gaz beton
EPS	Genleştirilmiş polistiren
DF	Gün ışığı çarpanı
DA	Gün ışığı otonomisi
HFC	Hidroflorokarbon
İT	İzotuğla
KC	Kaplamalı cephe
KFC	Kloro floro karbon
sDA	Mekânsal gün ışığı otonomisi
PB	Perde beton
PVB	polivinil butiral
PU	Poliüretan köpük
S.O.	Saydamlık Oranı
ID	Tanım numarası
TS	Türk Standardı
3D	Üç boyutlu
YDM	Yaşam döngüsü maliyeti

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Çevre koşullarının yapı kabuğuna etkisi (Archello, 2021).....	22
Şekil 1.2 Mimarlık üretimin süreçlerinde karar aşamaları (Torcellini & Ellis, 2006)	26
Şekil 1.3 Koçlar Oral ve ark. (2004) tarafından geliştirilen optimizasyon yönteminde önerilen hesap adımları	28
Şekil 1.4 Koçlar Oral ve ark. (2004) tarafından geliştirilen optimizasyon yönteminde belirlenmesi gereken teknik parametreler a: Isısal performans parametreleri, b: işitsel performans parametreleri, c: Görsel performans parametreleri	29
Şekil 1.5 Ünver ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada kullanılan opak ve saydam gereçlerin teknik özellikleri	30
Şekil 1.6 Ünver ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada 65 dB(A) trafik gürültüsü değerlendirildiğinde belirlenen optimum yapı kabuğu alternatifleri	30
Şekil 1.7 Arpacıoğlu (2010) tarafından geliştirilen modelin örnek uygulaması ...	31
Şekil 1.8 Gür ve Aygün (2009) tarafından geliştirilen amaç/fonksiyon ağırlıklı yapı kabuğu değerlendirme modeli.....	32
Şekil 1.9 Analizlerde kullanılan duvar kesiti ve matematiksel formüller	33
Şekil 1.10 Çözüm kümesi elemanları	34
Şekil 1.11 Rockwool International A/S (2000) tarafından geliştirilen araç	35
Şekil 1.12 Rao ve ark. (2018) tarafından geliştirilen değerlendirme indeksi	36
Şekil 1.13 Eduardo (2018) tarafından geliştirilen modelin veri toplama şeması ..	37
Şekil 1.14 Hesaplamalarda kullanılan yapının planı ve çevresel durumu	38
Şekil 1.15 Mangan (2021a) tarafından geliştirilen aracın sonuç ekranı	39
Şekil 1.16 Mangan (2021a) tarafından geliştirilen aracın sonuç ekranı (2)	40
Şekil 1.17 Görsel analizlerin sezgisel ifadelerle desteklenmesi	41
Şekil 1.18 Isısal analizlerin sezgisel ifadelerle desteklenmesi	41
Şekil 1.19 Weng ve ark. (2016) tarafından geliştirilen araçta kabuğun ısısal performansının değerlendirilmesi	42
Şekil 1.20 Tartarini ve ark. (2020) tarafından ısı konfor değerlendirme aracı.....	43
Şekil 1.21 Betti ve ark. (2021) tarafından geliştirilen aracın ana seçim ekranı.....	43
Şekil 1.22 Rockwool firması tarafında geliştirilen çevrimiçi yapıfiziği aracında kabuğun işitsel ve ısısal performansının hesaplanması (Rockwool, 2021a, 2021b)	44
Şekil 1.23 Hacmin yansıma süresinin hesaplanması (Ecophon, 2021)	45
Şekil 1.24 Knauf (2021) tarafında geliştirilen araç	45
Şekil 2.1 Dört adımdan oluşan yöntem önerisi.....	51

Şekil 2.2 İşitsel performansa ilişkin yönetmeliklerin çalışmanın kapsamı açısından irdelenmesi	57
Şekil 2.3 Isısal performansa ilişkin yönetmeliklerin çalışmanın kapsamı açısından irdelenmesi	60
Şekil 2.4 Türkiye illerine ait meteorolojik veriler a: uzun dönem ortalama toplam güneş radyasyonu dağılımı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022), b: Yıllık ortalama güneşlenme süresi (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021)	63
Şekil 2.5 Hacimde elde edilen $E_{ref,50}$ değerlerinin dağılımı, a: Birinci yöntem kullanılarak, b: İkinci yöntem kullanılarak	64
Şekil 2.6 Yatay görüş açısında kullanılan ölçütler (TS EN 17037, 2019).....	65
Şekil 2.7 Dış görüşün belirlenmesi a: geometrik etüt yöntemi, b: balık gözü kamera	65
Şekil 2.8 Görsel performansa ilişkin yönetmeliklerin irdelenmesi	68
Şekil 2.9 Yapı kabuğu ve çevresel ortam göstergelerini etkileyen parametreler ..	71
Şekil 2.10 Çalışma kapsamında yer verilen duvar gereçleri a: Düşey delikli tuğla, b: İzo-tuğla, c: Gazbeton, d: Betonarme duvar.....	80
Şekil 2.11 Ön hesaplarda kullanılan hacmin görseli	87
Şekil 2.12 Literatürde kullanılan saydamlık oranı modellemesi	89
Şekil 2.13 Modellemede kullanılacak saydamlık oranlarının belirlenmesi.....	91
Şekil 2.14 Seçim ekranında saydamlık oranlarının görselle desteklenmesi	91
Şekil 2.15 Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliğine göre oluşabilecek engel açıları, a: ön bahçe, b: yan bahçe	94
Şekil 2.16 Dış engel durumunun kullanıcı seçimleri için görselleştirilmesi a: 0°-25° engel açısı b: 26°-40° engel açısı c: 41°-60° engel açısı	95
Şekil 2.17 Gün ışığının oda derinliğine bağlı değişimi (Arpacıoğlu ve ark., 2020)	96
Şekil 2.18 Yönetmeliklerde çeşitli işlevler için tavsiye edilen kat yüksekliği değerlerinin çalışma kapsamında seçilen oda yüksekliği ile karşılaştırılması	97
Şekil 2.19 Seçim ekranı ön tasarımı	99
Şekil 2.20 Sonuç ekranı ön tasarımı	100
Şekil 2.21 Kesit kalınlığını artırarak akustik performansın iyileştirilmesine yönelik tip kesit alternatifleri	113
Şekil 2.22 İkinci duvar gereci alternatifleri	114
Şekil 2.23 Ara boşluğun yalıtılması alternatifleri.....	115
Şekil 2.24 Kaplamasız cephe tip kesitleri.....	116
Şekil 2.25 Kaplamalı cephe tip kesitleri.....	117
Şekil 2.26 Hesaplama araçlarının belirlenmesi	127

Şekil 2.27 Optimizasyon şeması.....	130
Şekil 2.28 Sonuç ekranında verilerin görüntülenmesi.....	135
Şekil 3.1 Tüm gürültü çevresine uygun kesit önerilerinin hazırlanması	152
Şekil 3.2 Tüm DGB uygun yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi	154
Şekil 3.3 0,20-0,25 saydamlık oranı için DDT ana duvar gerecinin bileşik cidar işitsel performans sonuçları	159
Şekil 3.4 0,45-0,60 saydamlık oranı için DDT ana duvar gerecinin bileşik cidar işitsel performans sonuçları	159
Şekil 3.5 Çalışma kapsamında modellenen oda derinliği, saydamlık oranı ve engel durumu	164
Şekil 3.6 Rhinoceros'ta; hacmin, gün ışığı açıklığının, grid düzleminin ve engelin modellenmesi	164
Şekil 3.7 Grasshopper'da hacmin ve günışığı açıklığının parametrik modellenmesi	165
Şekil 3.8 Yüzey özelliklerinin ve engel geometrisinin parametrik verilerinin tanımlanması	167
Şekil 3.9 Hesap gridlerinin modele tanımlanması.....	167
Şekil 3.10 Yönelim açılarının modele tanımlanması ve modelin tamamlanması	168
Şekil 3.11 İklim datalarının indirilmesi.....	168
Şekil 3.12 Hesap sonuçlarının işlenebilecek verilere dönüştürülmesi	168
Şekil 3.13 Otomatik hesaplama için “Fly” komutunun kullanılması	169
Şekil 3.14 Verilerin çözümlenmesi ve hedef aydınlık düzeylerinin sağlanması beklenmeyen grid noktalarının çıkarılması.....	170
Şekil 3.15 $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerlerinin belirlenmesi	171
Şekil 3.16 UDI , UDI_{low} , UDI_{up} değerlerinin elde edilmesi	171
Şekil 3.17 Hesap değerleri panellerinin her biri için seçim ekranı adım aralığı panellerinin hazırlanması	172
Şekil 3.18 Veriler Excel'e otomatik aktarımı	173
Şekil 3.19 Vaka örneği-1'e ait veri girişi ve sonuçlar	176
Şekil 3.20 Vaka örneği-2'ye ait ilk veri girişleri ve sonuçları.....	178
Şekil 3.21 Vaka örneği-2'ye ait ikinci veri girişleri ve sonuçları.....	179
Şekil 3.22 Vaka örneği-3'e ait ilk veri girişleri ve sonuçları.....	181
Şekil 3.23 Vaka örneği-3'e ait ikinci veri girişleri ve sonuçları.....	182
Şekil 3.24 Vaka örneği-4'e ait veri girişleri ve sonuçları.....	183
Şekil A.7 Cam-01'e ait performans değerleri.....	214
Şekil A.26 Cam-02'ye ait performans değerleri.....	214
Şekil A.27 Cam-03'e ait performans değerleri.....	215
Şekil A.28 Cam-04'e ait performans değerleri.....	215

Şekil A.29 Cam-05'e ait performans değerleri.....	216
Şekil A.30 Cam-06'ya ait performans değerleri.....	216
Şekil A.31 Cam-07'ye ait performans değerleri.....	217
Şekil A.32 Cam-08 ile Cam-09'a ait ısısal ve görsel performans değerleri a:Cam-08, b: Cam-09.....	217
Şekil A.33 Cam-10 ile Cam-11/12/13'e ait ısısal ve görsel performans değerleri a:Cam-10, b: Cam-11/12/13.....	218
Şekil A.34 Cam-14/15 ile Cam-16'ya ait ısısal ve görsel performans değerleri a:Cam-14/15, b: Cam-16.....	218
Şekil A.35 Cam-08'e ait işitsel performans değerleri	219
Şekil A.36 Cam-09'a ait işitsel performans değerleri	219
Şekil A.37 Cam-10'a ait işitsel performans değerleri	219
Şekil A.38 Cam-11'e ait işitsel performans değerleri	220
Şekil A.39 Cam-12'ye ait işitsel performans değerleri	220
Şekil A.40 Cam-13'e ait işitsel performans değerleri	220
Şekil A.41 Cam-14'e ait işitsel performans değerleri	221
Şekil A.42 Cam-15'e ait işitsel performans değerleri	221
Şekil A.25 Cam-16'ya ait işitsel performans değerleri	221

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Çalışma kapsamında geliştirilecek aracın paten/yayın/araç örnekleri ile karşılaştırılması	48
Tablo 2.1 Çalışma kapsamında referans alınan yönetmelikler	52
Tablo 2.2 Yapı kabuğunda sağlanması gereken en düşük $D_{nT,At,r}$ değerleri	57
Tablo 2.3 DGB göre duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı (U_d) ve pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı (U_p) değerleri (TS 825, 2013)	59
Tablo 2.4 U değerlerinin karşılaştırılması	60
Tablo 2.5 Performansa göre sağlanması gereken aydınlık düzeyleri (TS EN 17037, 2019)	62
Tablo 2.6 Yapı kabuğu göstergeleri ve sınır değerleri ile çevresel ortam göstergeleri	68
Tablo 2.7 İşleve bağlı hassasiyet derecesi örnekleri (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017a)'den uyarlanmıştır.)	70
Tablo 2.8 Kabuğun performansını etkileyen parametrelerin analizi	72
Tablo 2.9 Parametrelerin seçim/sonuç ekranda yer alma durumu	78
Tablo 2.10 Seçim ekranında yer alacak parametreler	79
Tablo 2.11 Sonuç ekranında yer alacak veriler	79
Tablo 2.12 Cephe kaplaması alternatiflerinin R_w+C_{tr} değerleri (dB)	81
Tablo 2.13 Doğrama gerecinin pencere sisteminin akustik performansına etkisi ve ölçme sonuçlarının yalın cam hesapları ile karşılaştırılması	82
Tablo 2.14 Açılış biçiminin pencere sisteminin akustik performansına etkisi ve ölçme sonuçlarının yalın cam hesapları ile karşılaştırılması	82
Tablo 2.15 Yalıtım biçiminin pencere sisteminin akustik performansına etkisi ve ölçme sonuçlarının yalın cam hesapları ile karşılaştırılması	82
Tablo 2.16 Doğrama katılımının yalın camın ısısal performansına etkisi (TS 825 (2013)'den uyarlanmıştır)	83
Tablo 2.17 İl/ilçelerin derece gün bölgeleri (TS 825, 2013)	84
Tablo 2.18 Standartta kullanılan adım aralıklarında aydınlık düzeyi artış oranı ..	85
Tablo 2.19 İllerin $E_{v,g,med}$ değerlerine göre sınıflandırılması	86
Tablo 2.20 $E_{v,g,med}$ sınıflandırmasındaki artış oranlarının karşılaştırması	87
Tablo 2.21 Hesaplamalarda iklim dataları kullanılacak pilot iller ve seçilen illerin toplam nüfusa oranı	88
Tablo 2.22 Bileşik cıvarda ses azaltma indeksinin saydamlık oranı ve $R_{w,cam} - R_{w,duvar}$ farkına göre değişimi	88
Tablo 2.23 Literatürde kullanılan adım aralıklarında aydınlık düzeyi artış oranı ..	90
Tablo 2.24 Oluşturulan adım aralıklarında aydınlık düzeyi artış oranı	90

Tablo 2.25 Saydamlık oranı hesap değerleri	90
Tablo 2.26 İşitsel performans adım aralıkları ve hesap değerleri	92
Tablo 2.27 Seçim ekranında yer alacak dış engel verileri	94
Tablo 2.28 Oluşturulan adım aralıklarında aydınlık düzeyi artış oranı	96
Tablo 2.29 Oda derinliği adım aralıkları için hesap değerleri	97
Tablo 2.30 Oda yüksekliğinin Türkiye’de yürürlükte olan yönetmelikler kapsamında işlevlere göre sınıflandırılması.....	98
Tablo 2.31 Seçim ekranında yer alacak adım aralıkları ve hesaplamalarda kullanılacak değerler	98
Tablo 2.32 Isı yalıtım gereçlerinin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması	106
Tablo 2.33 Döşemeler dışındaki yapı malzemelerin yangın tepki sınıfları	108
Tablo 2.34 Isı yalıtım gereçlerinin dayanım özelliklerinin karşılaştırılması	108
Tablo 2.35 Isı yalıtım gereçlerinin ekolojik özelliklerinin karşılaştırılması	110
Tablo 2.36 Isı yalıtım gereçlerinin ekonomik özelliklerinin karşılaştırılması	112
Tablo 2.37 Kesit kalınlığını artırarak akustik performansın iyileştirilmesine yönelik tip kesit alternatiflerinin karşılaştırılması	114
Tablo 2.38 İkinci duvar gereci alternatiflerinin karşılaştırılması.....	114
Tablo 2.39 Boşlukta kullanılan yalıtım gereci alternatiflerinin karşılaştırılması	115
Tablo 2.40 Kaplamasız tip kesitlerin DDT ana duvar gereci ile sağlanan akustik performansları	116
Tablo 2.41 Taş/tuğla kaplamalı tip kesitlerin DDT ana duvar gereci ile sağlanan akustik performansları	116
Tablo 2.42 Tek cam sistemleri ile sağlanan U değerleri.....	117
Tablo 2.43 Farklı cam sistemlerinin YDM analizlerine ait optimum çözüm kümesindeki eleman adedi (Mangan (2021a) ve (Mangan, 2021b)’dan uyarlanmıştır).....	118
Tablo 2.44 Lamine cam kullanılan çift cam sistemleri ile üçlü cam sistemlerinin akustik performansının karşılaştırılması (Mateus ve ark. (2013) ile İplik ve ark. (2023)’dan uyarlanmıştır)	118
Tablo 2.45 Ara boşluk mesafesinin cam performansına etkileri.....	120
Tablo 2.46 Ara boşluk mesafesinin cam performansına etkileri (devamı)	121
Tablo 2.47 Çift doğramalı sitemlerde ara boşluk mesafesinin camın performansı üzerindeki etkileri (Taylor Woodrow Tech. Lab. (2021)’dan uyarlanmıştır).....	121
Tablo 2.48 Çift cam sistemlerinde ara boşluk dolgusunun camın performansı üzerindeki etkileri	123
Tablo 2.49 Çalışma kapsamında değerlendirilen cam alternatifleri ve hesaplarda kullanılacak olan değerler	123

Tablo 2.50	Çift cam sistemlerinin INSUL ve Şişecam Online Hesaplama Aracı'nda elde edilen $R_w + C_{tr}$ (dB) değerlerinin karşılaştırılması.....	125
Tablo 2.51	Gün ışığı hesaplama araçlarını tezin kapsamı açısından analizi.....	127
Tablo 2.52	Sağlanması gereken $R_w + C_{tr}$ değerlerine ait tanım sayfası	131
Tablo 2.53	Sağlanması gereken $U_p + U_d$ değerlerine ait tanım sayfası örneği ...	132
Tablo 2.54	Gün ışığı hesapları pilot il tanım sayfası örneği	132
Tablo 3.1	12 mm cam kalınlığı alternatifleri kullanılarak “düz cam + düz cam” sistemler için hesaplanan U değeri	137
Tablo 3.2	4/6 mm cam kalınlığı ile oluşturulan “low-e cam + düz cam” sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	137
Tablo 3.3	4/6 mm cam kalınlığı ile oluşturulan “low-e cam + lamine cam” sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	138
Tablo 3.4	4/6 mm cam kalınlığı ile oluşturulan “low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	138
Tablo 3.5	İlk camı 4/6 mm, ikinci camı 5/8/10/12 mm olan “low-e cam + düz cam” sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	139
Tablo 3.6	İlk camı 4/6 mm, ikinci camı 3+3/5+5/8+8/10+10/12+12 mm olan “low-e cam + lamine” cam sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi.....	139
Tablo 3.7	İlk camı 5/8/10/12 mm ikinci camı 4+4/6+6 mm olan cam sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	140
Tablo 3.8	İlk camı 4+4/6+6 ikinci camı 3+3/5+5/8+8/10+10/12+12 mm olan “low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi.....	141
Tablo 3.9	İlk camı ve ikinci camı 5/8/10/12 mm olan “low-e cam + düz cam” sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	141
Tablo 3.10	İlk camı 5/8/10/12 mm, ikinci camı 3+3/5+5/6+6/8+8/10+10/12+12 mm olan “low-e cam + lamine cam” sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi.....	142
Tablo 3.11	İlk camı ve ikinci camı 3+3/5+5/6+6/8+8/10+10/12+12 mm olan “low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi.....	143
Tablo 3.12	Cam kalınlığı 4/6 mm, ara boşluk mesafesi 100 mm olan çift doğramalı sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	144
Tablo 3.13	Cam kalınlığı 4/6 mm, ara boşluk mesafesi 150 mm olan çift doğramalı sistemlerin ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	145

Tablo 3.14 Cam kalınlığı 4/6 mm, ara boşluk mesafesi 150 mm olan çift doğramalı sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	145
Tablo 3.15 Cam kalınlığı 8+8/10+10/12+12 mm, ara boşluk mesafesi 100/150/200 mm olan çift doğramalı sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi	146
Tablo 3.16 Öneri kesitlerde kullanılacak camlar sistemleri	147
Tablo 3.17 Tip-1 için kullanılabilecek bağlantı tiplerinin ölçme sonuçları ile karşılaştırılması R_w+C_{tr} (dB)	149
Tablo 3.18 Tip-2 için kullanılabilecek bağlantı tiplerinin ölçme sonuçları ile karşılaştırılması R_w+C_{tr} (dB)	150
Tablo 3.19 Tip-4/Tip-5 için kullanılabilecek bağlantı tiplerinin ölçme sonuçları ile karşılaştırılması R_w+C_{tr} (dB)	151
Tablo 3.20 Bileşik cıvarda hedef değerlerin sağlanabilmesi için duvarda gereken R_w+C_{tr} değerlerinin saydamlık oranı ve cam tipine göre belirlenmesi (dB)	152
Tablo 3.21 Duvar gereci ve kesit tipolojisine göre hesaplanan R_w+C_{tr} değerleri (dB)	153
Tablo 3.22 Boyalı cephe önerileri için hesaplanan U_d (W/m ² K) değerleri ve sağlanan DGB performansları	155
Tablo 3.23 Kaplamalı cephe önerileri için hesaplanan U_d (W/m ² K) değerleri ve sağlanan DGB performansları	156
Tablo 3.24 Kesit önerilerinde kullanılacak ID kodlar	157
Tablo 3.25 Yalıtım kalınlıklarına göre revize edilmiş işitsel performans hesap sonucu örnekleri	158
Tablo 3.26 0,225 saydamlık oranı için DDT ana duvar gerecinin bileşik cidar işitsel performans sonuçları	160
Tablo 3.27 Duvar kesitleri için hazırlanmış görsellerden örnekler	161
Tablo 3.28 Cam kesitleri için hazırlanmış görsellerden örnekler	162
Tablo 3.29 Konum parametresinin görsel performansa etkileri	174
Tablo 4.1 Seçilen camların performans aralıkları	192
Tablo 4.2 Duvarların akustik performans aralıkları (R_w+C_{tr} , dB)	193
Tablo B.1 INSUL Acoustic Calculator V9 hesap programında kullanılan veriler	222
Tablo B.2 Boyalı cephe DDT işitsel performans hesap sonuçları	223
Tablo B.3 Boyalı cephe GB işitsel performans hesap sonuçları	224
Tablo B.4 Boyalı cephe İT işitsel performans hesap sonuçları	226
Tablo B.5 Boyalı cephe PB işitsel performans hesap sonuçları	227
Tablo B.6 Kaplamalı cephe DDT işitsel performans hesap sonuçları	228
Tablo B.7 Kaplamalı cephe GB işitsel performans hesap sonuçları	229

Tablo B.8	Kaplamalı cephe İT işitsel performans hesap sonuçları.....	230
Tablo B.9	Kaplamalı cephe PB işitsel performans hesap sonuçları.....	231
Tablo C.1	İzoder TS825 hesap programında kullanılan veriler.....	232
Tablo C.2	Öneri duvar kesitleri ısısal performans hesap sonuçları	233
Tablo D.1	Yalıtım kalınlıklarına göre revize edilmiş işitsel performans hesaplarından örnekler	243
Tablo E.1	0,20-0,25 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performans hesap sonuçları.....	250
Tablo E.2	0,25-0,30 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performansları .	252
Tablo E.3	0,30-0,35 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performansları .	253
Tablo E.4	0,35-0,45 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performansları .	255
Tablo E.5	0,45-0,60 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performansları .	257
Tablo F.1	Görsel performans hesap sonuçlarından örnekler	259

Türkiye’deki Farklı Çevre Koşulları İçin Yapı Kabuğu Kesit Seçeneklerinin Belirlenmesine Yönelik Ön Tasarım Destek Aracı Geliştirilmesi

Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Programı

Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Şensin YAĞMUR

Yapı kabuğu yapının iç ortam ile dış ortamını ayıran yapı bileşenidir, bu yönüyle iç ortam ve dış ortam ile sürekli temas halindedir. Dış ortamın değişken şartlarına karşın iç ortamda konfor şartlarının uzun süre devam ettirilebilmesi “yapı kabuğunun performansı” olarak nitelendirilmekte ve işitsel performans, ısısal performans görsel performans olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir. Kullanıcının iç mekân konforunun sağlanabilmesi ve enerji kaynaklarının verimli kullanılabilmesi için üç konu bir arada ele alınarak optimum çözümler üretilmesi gerekmektedir. Her biri ayrı uzmanlık alanı olan konular mimari ön tasarım evresi için son derece karmaşık olduğundan mimari projelendirmenin çözüm alanı sınırlı olan son safhalarına kalmaktadır. Yapı kabuğu performansına yönelik çalışmaların daha geniş çözüm alanı olan ön tasarım evresinde yapılması gerekmektedir. Fakat yapı kabuğu performanslarının analiz edildiği programlar ve literatürde geliştirilen optimizasyon modelleri ön tasarım evresinin dinamik yapısına uygun değildir.

Çalışmanın amacı; yapı kabuğu performansının mimari üretim süreçlerinden ön tasarım evresinde yer alması için değer üretmek ve mimarlık üretimi/tüketimindeki paydaşların sürece katılımını desteklemektir.

Çalışmada 4 aşamalı bir yöntem önerisi oluşturulmuştur. Yöntemin ilk adımında yönetmeliklerin incelenmesi yer almaktadır. Bu aşamada ilgili yönetmeliklerde kabuğun değerlendirildiği göstergeler ile çevresel ortam koşullarına yönelik gruplandırmalar araştırılmıştır. İkinci aşamada yapı kabuğu performansını etkileyen parametreler bir arada ele alınmış, seçim ya da sonuç ekranında yer alacak parametreler belirlenmiş, seçim adım aralıklarının ve her bir adım aralığı için hesap değeri tayin edilmiştir. Üçüncü aşamada tip kesitler oluşturulmuştur. Serbest piyasa koşullarındaki geniş ürün yelpazesi içinden ana duvar gereci ve ısı yalıtım gereci belirlenmiş, akustik performans artışı için kesit katmanları ele alınmış, cam sisteminin teknik özellikleri kapsam açısından analiz edilmiştir. Yöntemin dördüncü aşamasında veri tabanı oluşturacak hesaplamalara yönelik işlem sırası oluşturulmuş, hesaplama araçları belirlenmiş, sonuç ekranında uygun kesitlerin görüntülenmesine yönelik adımlar kurgulanmıştır.

Çalışma kapsamında; Türkiye'deki farklı çevre koşulları ve bölgeler için uygun yapı kabuğu alternatiflerinin belirlenebileceği pratik kullanımlı bir ön tasarım destek aracı geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapı kabuğu optimizasyonu, akustik performans, ısıl performans, görsel performans, parametrik hesaplama.

Developing A Preliminary Design Stage Support Tool To Determine Building Envelope Section Options For Different Environmental Conditions In Turkey

Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN

Department of Architecture

Doctor of Philosophy Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Şensin YAĞMUR

The building envelope is the building component that separates the interior and exterior environment of the building; thus it is in constant contact with the indoor and outdoor environmental conditions. Despite the variable conditions of the outdoor environment, maintaining the comfort conditions over a long period in the indoor environment is called “building envelope performance” and it is studied under three main subjects; “acoustic performance”, “thermal performance”, and “visual performance”. In order to ensure the interior comfort of the user and to use energy resources efficiently, it is necessary to produce optimum solutions by considering the three issues together. Since the subjects are so complex for the early design phase and each one is an expertise area, building envelope performance analysis are involved in the late phases of the architectural design process. As a result, experts have very limited solution space, and it becomes difficult to produce healthy solutions. So, studies on the building envelope should be carried out in the early design phase, which has a wider solution area. However, the programs in which, the performance of the building envelope is analyzed, and the optimisation

models developed in the literature are not suitable for the dynamic structure of the early design phase.

The aim of the study is; to support the integration of the building envelope analysis process into the early design phase and to support the participation of stakeholders in the architectural production/consumption of this process.

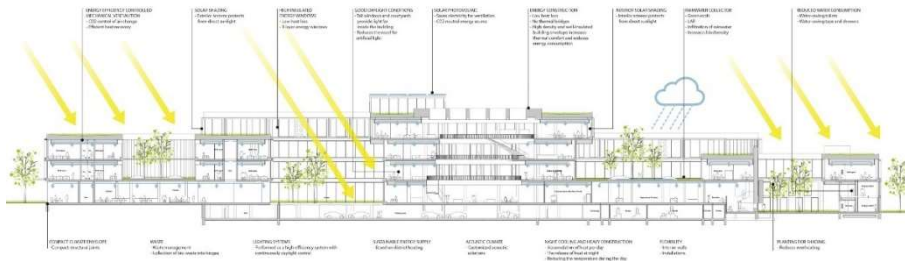
In the study, a 4-stage method proposal has been formed. In the first step, the regulations are analysed. At this stage, the indicators used in the standards and regulations for assessing building envelope and grouping of environmental conditions are investigated. In the second stage, the parameters affecting the performance of the building envelope are considered together, and the parameters that would be displayed in the selection or result screen are determined, the selection step ranges and the calculation values for each step range are determined. In the third stage, typical section types are created. The main wall and thermal insulation materials are chosen from a wide range of products in the free market conditions, the section layers were considered to increase the acoustic performance, and the technical specifications of the glazing system are analysed in terms of the scope of the study. In the fourth stage the steps for the calculations that will form the database are established, the calculation tools are determined, and the workflow for displaying the appropriate section types on the result screen is constructed.

In this study, a practical pre-design support tool has been developed to determine suitable building envelope alternatives for different environmental conditions and regions in Türkiye.

Keywords: Building envelope optimisation, acoustic performance, visual performance, thermal performance, parametric calculation.

1 GİRİŞ

İnsanoğlunun barınma ihtiyacı insanlık tarihi kadar eskidir. Barınmak kelimesinin, birinci anlamı “Doğa etkilerinden korunmak için kapalı bir yere sığınmak”tır (Türk Dil Kurumu, 2022). Bu ihtiyacın giderilmesi için kullanılan mağara, çadır ve zamanla gelişen her tür yapı ile iç ortam dış ortam kavramı ortaya çıkmıştır. Yapıların iç ortamla dış ortamını ayıran bileşeni; cephe duvarı (pencere ve kapılar dahil), temel döşemesi ve çatı döşemesi olmak üzere üç temel bileşenden oluşan yapı kabuğudur. Cephe duvarı, tüm katlar boyunca devam etmesi, geniş yüzey alanına sahip olması, meskûn hacimlerle temas etmesi sebebiyle çevresel uyum ve kullanıcı konforu açısından öne çıkmaktadır. Yapı kabuğu, yapının bulunduğu çevre ile sürekli ilişki halindedir. Formu ve sınırladığı alanlar ile kentsel mekanlar meydana getirir, rengi ve gereci ile bulunduğu çevreye katkı sağlar. Bununla beraber içinde bulunduğu çevrenin şartları da yapı kabuğu ile temas halindedir. Güneş ışınlamaları, hava kirliliği, nem, ses dalgaları, sıcaklık vb. çevre etmenleri yapı kabuğunda kullanılan gereçleri etkiler (Şekil 1.1). Yapı kabuğunun hem iç ortamla hem dış ortamla kurduğu ilişki sebebiyle mimari olarak iki ortam açısından da değerlendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 1.1 Çevre koşullarının yapı kabuğuna etkisi (Archello, 2021)

1.1 Yapı Kabuğu Performansı ve Kullanıcı Konforu

Dış ortamın değişken şartlarına karşın iç ortamda konfor şartlarının uzun süre değişmeden devam etmesi beklenmektedir. Yapı kabuğunun bu konudaki başarımı ise “yapı kabuğu performansı” olarak nitelendirilmekte ve üç ana başlık altında değerlendirilmektedir:

- İşitsel performans (İşitsel konfora olan etkisi)

- Isısal Performans (Isıl konfora olan etkisi)
- Görsel Performans (Görsel konfora olan etkisi)

Mimari olarak bütüncül bir bakış açısıyla ele alındığında, binalarda yapı kabuğu tasarımının; mimari işleve uygun ve estetik olmasının yanı sıra kullanıcıların konfor şartlarını sağlayacak özellikte olması beklenir. Bir fizik ortam ögesi olarak konfor koşullarının sağlanması, iç ortam koşullarının belirlenen ölçütlere uygun olmasıyla mümkündür.

1.1.1 İşitsel Konfor

İşitsel konfor, duyulması istenen seslerin rahatlıkla duyulabildiği, istenmeyen, hoşagitmeyen seslerin (gürültü) duyulmadığı bir fiziksel çevrede bulunmanın getirdiği konfor durumudur. İç mekânda işitsel konforun elde edilebilmesi için dış ortamda oluşan gürültünün iç ortama geçişinin engellenmesi gerekmektedir.

Gürültünün insan sağlığı üzerindeki en bilinen etkisi işitme kaybıdır. Fakat işitme kaybının yanı sıra gürültünün; kalp çarpıntısı, stres, hormonal dengesizlik, uykusuzluk, sözlü iletişim kuramama, çalışma etkinliği ve düşünme yeteneğinde azalma gibi etkileri de insan sağlığını ve çalışma verimini olumsuz etkilemekte, iş kazalarına sebep olabilmektedir (Dedeler, 2008; Green ve ark., 1982; Paparelli ve ark., 1992; Toprak & Aktürk, 2004). 1996’da yayımlanan “Green Paper” deklarasyonunda gürültünün de çevre kirliliğinin bir parçası olduğu ilan edilmiş (Avrupa Birliği Komisyonu, 1996), 2002’de AB ülkeleri için “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi” yayınlanmıştır (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi, 2002). Dünya Sağlık Örgütü kentsel gürültüden etkilenen kişilerde; kalp sağlığı, dikkat bozukluğu, bilişsel gelişim bozukluğu, huzursuzluk-kaygı, uyku düzensizlikleri ve ilaçların yan etkilerinin görülme sıklığını araştırmış, elde edilen verilere göre gürültünün, toplum sağlığını hızla olumsuz etkileyen önemli bir çevre sorunu olduğu açıklanmıştır (Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Ofisi, 2011).

1.1.2 Isıl Konfor

Isıl konfor, insanın yapılı çevrede ısısal açıdan hoşnutluğunun ifade eden öznel bir durumdur (ASHRAE 55, 2010). Diğer konfor parametrelerinden farklı olarak ısısal konforun sağlanamaması durumunda yaşamsal tehlikeler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca ısısal konforun koşullarının ihmal edilmesi çalışma verimini düşürmekte,

öğrenme güçlüğü, dikkat dağınıklığı ve enerjinin gereksiz tüketimine sebep olmaktadır (Jiang ve ark., 2019; Tanabe ve ark., 2013).

1.1.3 Görsel Konfor

Yapılan çalışmalar; kullanıcıların gün ışığı ile aydınlatılmış ortamlarda yapay aydınlatma ile aydınlatılmış ortamlara göre daha iyi hissettiğini (Borisuit ve ark., 2015), insan gözünde gün ışığının dinamik yapısını algılayan reseptörler olduğunu (Brainard ve ark., 2001), gün ışığı ile aydınlanmış ortamlarda bulunan kişilerin melatonin hormon salgısındaki değişimlerin sirkadyen döngü üzerinde olumlu etkileri olduğunu (Karami ve ark., 2016), dış ortamla görsel bağlantı kurmanın ve dolaysız gün ışığından yararlanabilmenin insanın fizyolojik ve psikolojik sağlığını olumlu etkilediğini (Elzeyadi, 2011) ortaya koymaktadır. İyi görme koşullarının sağlanamaması çalışma veriminde önemli düşüşe sebep olmakta ve göz sağlığını olumsuz etkilemektedir (Onur, 2012; Wotton & Barkow, 1983). Ayrıca, gün ışığının etkin kullanılması, binalarda yapay aydınlatma için tüketilen enerji miktarını da azaltmaktadır (Aksin & Arslan Selçuk, 2021; Hayter ve ark., 1999).

Kullanıcının eylemlerine uygun konfor koşullarının iç mekânda sağlanması ve enerji kaynaklarının verimli kullanılması için üç konunun birlikte değerlendirildiği optimum çözümler üretilmesi gerekmektedir. Dış ortam koşullarının hacim içinde oluşturacağı etkinin denetlenebilmesi için; yapı kabuğunda uygun kesit ve malzeme seçeneklerinin değerlendirilmesi, ilgili yönetmelik ve standartlarda tavsiye edilen performans ölçütleri ile çevresel koşulların dikkate alınması, yapı kabuğu performansının tasarımı aşamasında ele alınması gerekmektedir.

1.2 Problemin Tanımı ve Hipotez

Ülkemizdeki mimarlık üretim süreçlerine bakıldığında, kabuğun dış ortama olan etkilerinin; cephe etütleri, üç boyutlu kütle modellemeleri gibi uygulama pratikleri ile tasarım süreçlerine entegrasyonunun başlamış olmasına karşın iç ortama olan etkisinin halen geri planda kaldığı gözlemlenebilmektedir. Mimari üretim aşamalarındaki; mimar, mühendis, uygulamacı ve tüketici paydaşların konu hakkında yeterli farkındalığa ya da uzmanlığa sahip olmamasının, uygulama aşamasındaki yaygınlaşmanın önündeki önemli engellerden biri olduğunu

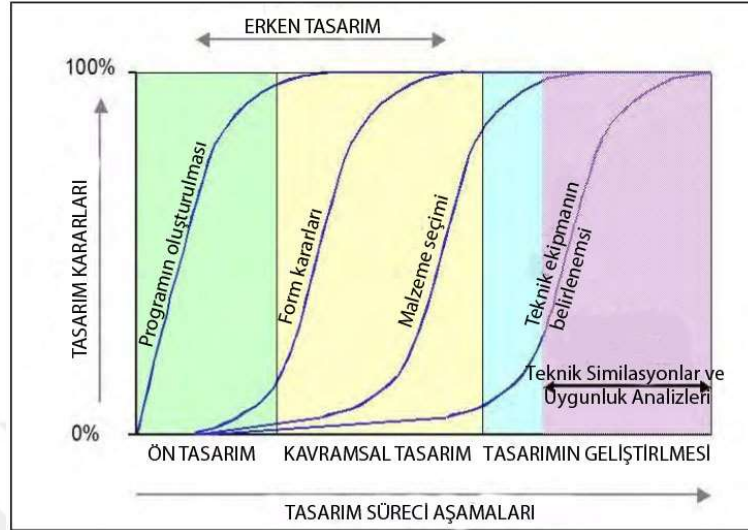
söylemek mümkündür (Häkkinen & Belloni, 2011). Binalarda konfor gereksinimlerinin sağlanması kullanıcının doğrudan fark edebildiği bir ihtiyaçtır. Bir hacimde; işitsel konforun sağlanmadığı, yeterli aydınlık düzeyinin oluşmadığı, ısı dengenin uygun olmadığı duyu organları aracılığı ile rahatlıkla algılanabilmektedir. Buna karşın gerekli çözümler hakkında teknik bilgiye sahip olmadığından kullanıcı, sürece dahil olamamakta ve uygulamacılarla bu ihtiyacın giderilmesi ile ilgili değerlendirme yapabilecek farkındalık seviyesine ulaşamamaktadır (Séquin & Kalay, 1998).

Mimari üretimdeki farkındalığı ve yükümlülükleri artırmak amacıyla imzaladıkları antlaşma ve protokollere bağlı olarak hükümetler tarafından yasal mevzuatlar oluşturulmaktadır. Bu amaçla; Türkiye’de de yönetmelik ve standartlar yürürlüğe konmuştur. İlgili standart ve yönetmeliklerde; Türkiye’nin çevresel koşulları sınıflandırılmakta, binalarda işitsel, ısısal, görsel konforun sağlanması ve enerjinin verimli kullanılmasına yönelik sınır değerler önerilmekte ve hesap yöntemleri aktarılmaktadır.

Farklı yönetmeliklerde yer alan ve her biri ayrı uzmanlık alanı olan bu konuların optimize edilmesi mimari ön tasarım evresi için son derece karmaşık olduğundan iş akışında son safhalara kalmaktadır (Şekil 1.2) Bu durumun sonucu olarak;

- Keşif ve metrajları hazırlanmış, imalat izinleri (ruhsat) alınmış, kimi zaman ihaleleri yapılmış projelerin, tamamlanmış tasarımları ile ilgili performansları hesaplanmakta ve iyileştirilmeye çalışılmaktadır.
- İyileştirme önerilerinin maliyet artışı ya da izin/imalat süreçlerinde geri dönüşlere sebebiyet vermemesi için duvar kalınlığı artmadan, saydamlık oranına müdahale etmeden çözümlerin üretilmesi, beklenmekte, bu sebeple uzmanlara son derece sınırlı çözüm alanı kalmakta ve sağlıklı çözümler üretmek zorlaşmaktadır.
- Kabuğun performansı ile ilgili değerlendirmeler kimi zaman projelendirmede yer almamakta, ustaların ve malzeme tedarikçisi firmaların inisiyatifine terk edilmektedir. Bu durumda projelendirme alanlarının derece gün bölgeleri, çevre gürültü düzeyleri, yıllık güneşlenme süreleri arasındaki farklar dikkate alınmadan, ses yutucu gereçler ile ses yalıtım

gereci arasındaki fark gözöltilmeden, cam seçiminin binaya sağlayacağı ısı kazanımı ya da ısı korunumu analiz edilmeden, uygulama kararları alınabilmektedir.



Şekil 1.2 Mimarlık üretimin süreçlerinde karar aşamaları (Torcellini & Ellis, 2006)

Yapı kabuğu performansını etkileyen saydamlık oranı, duvar kalınlığı, malzeme seçimi gibi kararların erken tasarım evresinde belirleniyor olması sebebiyle konunun bu evrede ele alınması gerekmektedir. Böylelikle sürecin başında doğru verilen ön kararlar sayesinde detaylı hesapların yapıldığı aşamada daha geniş çözüm alanlarını oluşması, zaman kayıpları yaşanmadan sağlıklı çözümler üretilmesi ve tutarlı maliyet hesapları yapılması mümkündür.

Ön tasarım aşaması deneme yanılmanın olduğu geri dönüşlerin tekrar tekrar yaşandığı bir süreçtir. Oysa ki yapı kabuğu performanslarının analiz edildiği programlar; tamamlanmış bir modelin performansının analiz edilebildiği, detaylı veri gerektiren, uzmanlar tarafından kullanılabilen, uygulamadaki paydaşların kullanımına uygun olmayan, karmaşık ara yüzlere sahip programlardır (Hensen & Lamberts, 2011). Bununla beraber her bir performans farklı uzman tarafından ele alınmakta ve farklı programlarda değerlendirilmektedir. Performansların birlikte ele alınması için geliştirilen optimizasyon modelleri ise tek bir bölge için kullanılabilmekte, bir ya da iki performans değerlendirilebilmekte, evrimsel algoritma gibi karmaşık hesap yöntemleri içermektedir. Bu araçlar ve optimizasyon

modelleri mimarlık üretimi ve tüketimindeki paydaşların sürece katılımını artırmaya yeterli desteği sağlayamamaktadır (Çavuşoğlu, 2019).

Bu çalışmanın hipotezi; yapı kabuğu performansı konularının ön tasarım evresinde ele alınması gerektiği, konfor koşullarının kullanıcının temel bir gereksinimi olmasına karşın sürece dahil olamadığı, mevcut hesaplama araçlarının uzun zaman alan ve uzmanlık bilgisi gerektiren teknik veri girişlerinin ön tasarım evresinin dinamik yapısına uygun olmadığıdır. Bununla beraber; kabuğun performanslarının Türkiye’yi kapsayacak şekilde optimizasyonuna yönelik sadeleştirilmiş bir yöntem geliştirilebileceği ve bu yöntemin geniş kitleler tarafından çevrimiçi kullanılabilecek pratik bir araca dönüştürülebileceğidir.

1.3 Literatür Özeti

Çalışma kapsamında literatürde yapı kabuğuna yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. Literatür taraması; akademik yayınlar, patent taraması ve çevrimiçi yapı fiziği araçları olmak üzere üç ana başlık altında yapılmıştır.

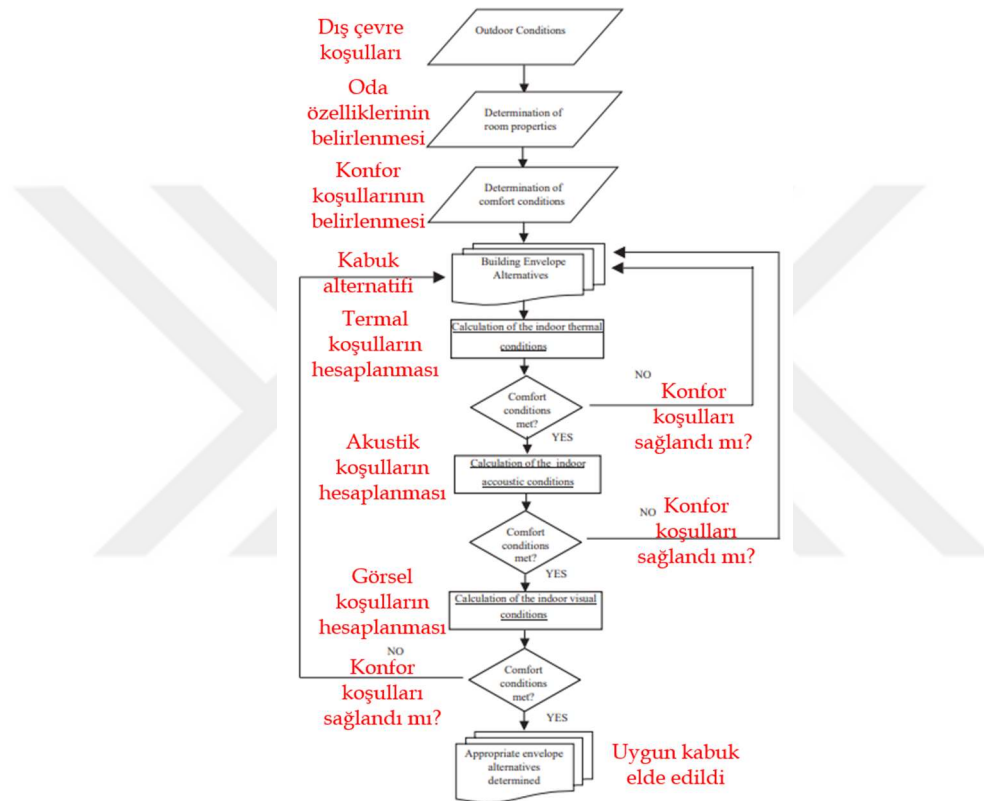
Araştırmada; “yapı kabuğu (building envelope, building shell)”, “bina cephe (building façade)”, “karar destek aracı (design support tool)”, “tahmin aracı (estimating tool)”, “hesaplama aracı (calculation tool)”, “akustik (acoustic)”, “ısı, ısısal (thermal)”, “görsel (visual)”, “konfor (comfort)”, “performans (performance)” anahtar kelimeleri ayrı ayrı ve/veya birbirleriyle oluşturdukları farklı kombinasyonlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir

Akademik yayınlar; <https://tez.yok.gov.tr/>, <https://www.webofscience.com/>, <https://trdizin.gov.tr/>, <https://dergipark.org.tr/>, veri tabanları ve <https://scholar.google.com/> arama motoru kullanılarak yapılmıştır.

Patent araştırması, <https://worldwide.espacenet.com/patent/> ve Türk Patent ve Marka Kurumu (2021) veri tabanlarında G06F17/50 ve G06Q 50/00 IPC/CPC patent sınıflandırma kodlarını kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma İngilizce ve Türkçe olarak yapılmış, diğer dillerdeki dokümanlara, kullanılan veri tabanlarındaki makine çevirisi yardımı ile ulaşılmıştır.

1.3.1 Akademik Yayınlar

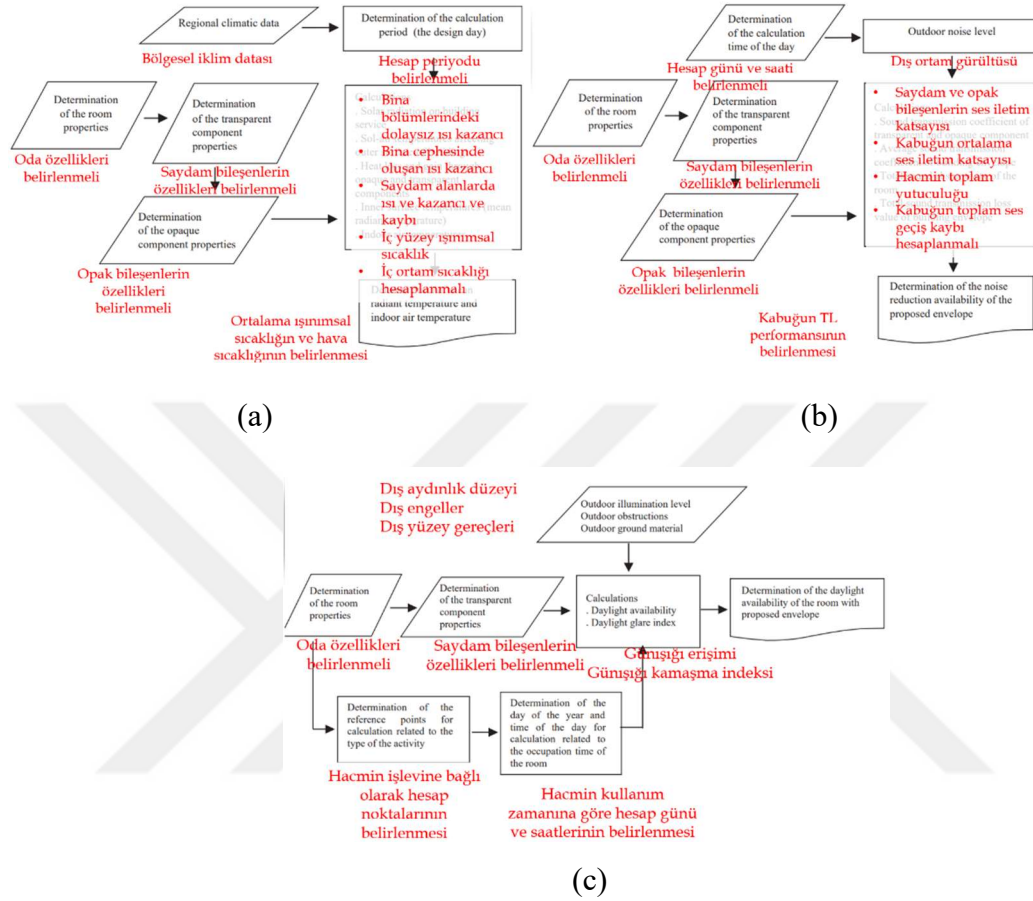
Koçlar Oral ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada kabuğun akustik, işitsel ve görsel performansının bir arada değerlendirilmesine yönelik bir yöntem önerisi geliştirmiştir. Bu yöntem önerisinde sırasıyla; ısısal, işitsel ve görsel hesapların yapılması önerilmiş, istenen değerlerin sağlanamadığı her adımda bir önceki adıma dönülmesi gerektiği belirtilmiştir (Şekil 1.3). Çalışmada ayrıca her bir hesaplama adımı için kullanılması gereken veri girdileri gösterilmiştir.



Şekil 1.3 Koçlar Oral ve ark. (2004) tarafından geliştirilen optimizasyon yönteminde önerilen hesap adımları

Bu hesaplama adımlarının gerçekleştirilebilmesi için hesap sonuçlarının analiz edilip gerekli adımlarda malzeme ve tasarım kararlarının ilgili alanda uzman kişi tarafından iyileştirilmesi gerekmektedir. Yöntem önerisinde iç ve dış faktörler olarak 45 parametre listelenmiş (Şekil 1.4), bu parametrelerin bir arada değerlendirilmesine yönelik bir öneri getirilmemiştir. Önerilen yöntem bir eşzamanlı optimizasyon değil sıralı hesaplama yöntemi olduğundan her bir adımda geri dönüşler yaşanmaktadır. Bu durum optimizasyon sürecinin uzamasına sebep olacaktır. Çok geniş bir çözüm uzayı içinden doğru seçeneğin oluşturulması

gerekmektedir. Her biri ilgili alanda uzman üç akademisyenin birlikte çalışarak geliştirdiği bu yöntemin, mimarlık üretimi/tüketimindeki paydaşlar tarafından ön tasarım evresinde kullanılabilmesi için sadeleştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 1.4 Koçlar Oral ve ark. (2004) tarafından geliştirilen optimizasyon yönteminde belirlenmesi gereken teknik parametreler **a:** Isısal performans parametreleri, **b:** işitsel performans parametreleri, **c:** Görsel performans parametreleri

Ünver ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada 3 oda geometrisi ele alınmış, 3 opak duvar kesiti alternatifi, 4 saydam gereç alternatifi kullanılarak; 4 dış ortam gürültü seviyesi, 2 dış engel açısı, 4 yönelim, 2 saydamlık oranına yönelik kabuğun görsel/işitsel/ısısal performansı hesaplanmıştır. Çalışmada optimizasyon kullanıcıya bırakılmamış ilgili uzman tarafından yapılmış ve yönetmelikleri sağlayan optimum kesitler önerilmiştir. Dolayısıyla kullanıcının yönetmelikleri kontrol etme ya da sonuçları analiz etme ihtiyacı yoktur. Çalışmanın yapıldığı dönemde parametrik hesaplama araçları yaygın olmadığından sınırlı sayıda kesit ve

opak bileşen ele alınabilmiştir (Şekil 1.5). Ayrıca opak ve saydam alanların sonuçların değerlendirilmesi aşamasında mevcut yönetmelikler dikkate alındığından, yönetmelikleri sağlamayan çok sayıda kesit için de hesap yapılmış, bu durum hesap yükünü artırmıştır (Şekil 1.6).

Win. type	Mater.	Thickness I/U/t/m	Wall type	Material and thickness (mm)	Σ Thic. I/U/m	Wall type	Material and thickness (mm)	Σ Thic. I/U/m
W1	Triple glass	Σ 125 mm (4[12]4[100]5) /1.9 w/m ² K/ /0.66/	O1	Internal plaster 20 Lightweight concrete block 200 Insulation panel 50 External plaster 30	300 mm /0.33 w/m ² K/ /175 kg/m ² /	O3	Internal plaster 20 Prefabricated concrete panel 200 Insulation panel 50 External plaster 30	300 mm /0.57 w/m ² K/ /575 kg/m ² /
W2	(Separated frame) Double glass	/32.5 kg/m ² / Σ 108 mm (4[100]4) /2.5 w/m ² K/ /0.76/ /20 kg/m ² /	O2	Internal plaster 20 Hollow brick 190 Insulation panel 40 External plaster 30	280 mm /0.48 w/m ² K/ /284 kg/m ² /	O4	Internal plaster 20 Concrete panel 40 Insulation panel 40 Concrete panel 40 External plaster 30	170 mm /0.71 w/m ² K/ /270 kg/m ² /
W3	Double glass	Σ 20 mm (4[12]4) /2.8 w/m ² K/ /0.76/ /20 kg/m ² /						

Şekil 1.5 Ünver ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada kullanılan opak ve saydam gereçlerin teknik özellikleri

East				Unobstructed				Obstructed				South				Unobstructed				Obstructed			
RT	TR	W		O1	O2	O3	O4	O1	O2	O3	O4	RT	TR	W		O1	O2	O3	O4	O1	O2	O3	O4
R1	0.20	W1										R1	0.20	W1									
		W2												W2									
		W3												W3									
	0.50	W1											0.50	W1									
		W2												W2									
		W3												W3									
R2	0.20	W1										R2	0.20	W1									
		W2												W2									
		W3												W3									
	0.50	W1											0.50	W1									
		W2												W2									
		W3												W3									
R3	0.20	W1										R3	0.20	W1									
		W2												W2									
		W3												W3									
	0.50	W1											0.50	W1									
		W2												W2									
		W3												W3									

Şekil 1.6 Ünver ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada 65 dB(A) trafik gürültüsü değerlendirildiğinde belirlenen optimum yapı kabuğu alternatifleri

Arpacioğlu (2010) tarafından yapılan çalışmada fiziksel çevre konularının tasarımcılar tarafından fazla bilinmemesi sebebiyle hesapların tasarım süreçlerinin geç evrelerine kaldığı belirtilmiş, bunun oldukça ciddi maliyet ve zaman kaybına neden olduğunu aktarılmıştır. Bahsedilen probleme çözüm olarak “Super Decision” programı desteği ile; işlev, iklimsel bölge, yönelme ve tasarımcı eğilimi (gün ışığı, akustik ya da termal öncelikli) değişkenlerine göre fiziksel çevre kontrol tabloları oluşturulmuştur (Şekil 1.7). Örneğin; tasarımcı tarafından Erzurum’da inşa edilecek

Benzer çalışmalar Gür ve Aygün (2009) ile Şan Özbilen (2021) tarafından da yapılmıştır. Gür ve Aygün (2009) amaç/fonksiyon ağırlıklandırması kullanarak değişken yapı kabukları için değerlendirme tablosu geliştirmiştir (Şekil 1.8). Şan Özbilen (2021) tarafından yapılan çalışmada ise dış ve iç duvar için; ses yalıtım, maliyet, birim ağırlık, kalınlık ve ısı iletkenlik katsayısı parametreleri dikkate alınarak karar matrisleri oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisleri ağırlıklandırılarak optimum duvar seçenekleri belirlenmiştir.

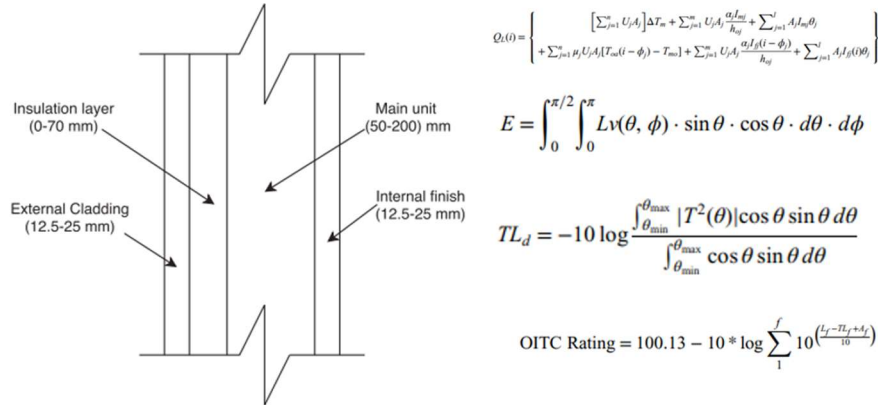
Uygulama örneği	Amaç/ fonksiyon için uygulanan potansiyel değişkenlik durumu (kabuk tepkisi)		Uygulanan değişkenlik durumunun amaç/ fonksiyon yönünden potansiyel etkileri	Değişkenlik durumunun amaç/ fonksiyon yönünden değerlendirilmesi					Amaç/fonksiyon puanı
	Kod numarası	Durum açıklaması		Yetersiz çözüm/çok konforsuz	Zayıf çözüm/az konforlu	Yeterli çözüm/ortalama konfor	İyi çözüm/iyi düzeyde konfor	Mükemmel çözüm/çok iyi düzeyde konfor	
U.A	U.A.1								P _{U.A.1}
	U.A.2								P _{U.A.2}
	U.A.3								P _{U.A.3}
U.B	U.B.1								P _{U.B.1}
	U.B.2								P _{U.B.2}
...	...								...
	...								...

Şekil 1.8 Gür ve Aygün (2009) tarafından geliştirilen amaç/fonksiyon ağırlıklı yapı kabuğu değerlendirme modeli

Bu indekslerin kullanımı; hesaplama, değerlendirme ve iyileştirilme adımlarında uzmanlık bilgisi gerektirmektedir. Mimarlık üretimi/tüketimindeki paydaşların teknik veri girişlerini yapabilecek, hesapları tamamlayacak ve ilgili mimari parametrede uygun çözümleri üretebilecek yeterli farkındalığı ya da teknik bilgisi olmadığından uzmanların kullanımına daha uygun olduğunu söylemek mümkündür. Aynı zamanda veri girişi, hesaplama ve analiz süreçlerinin tamamlanıp tekrar edilmesi ön tasarımın dinamik yapısı ile uyumlu değildir.

Khan ve Bhattacharjee (2021) tarafından, yapı kabuğuna yönelik çalışmalarda enerji ve görsel performans optimizasyonuna ağırlık verildiğini, kabuğun işitsel performansının geri planda kaldığını belirtilmiştir. Çok geniş bir çözüm uzayı olduğundan optimum çözümün tasarımcı tarafından bulunmasının zor olduğu aktarılmıştır. Çok amaçlı optimizasyonlarda (ısıl, görsel, işitsel konfor vb.) çoklu algoritma kullanılması ve matematiksel çözüm oluşturulması gerektiğini aktarılmış, “baskın olmayan sıralamalı genetik algoritma (NSGA-II-nondominated sorting generetic algorithm)” yöntemi kullanılarak bir optimizasyon çalışması yapılmıştır. Bu yöntemde optimizasyon eş ağırlıklı olarak yapılmakta ve bir Pareto-optimal çözüm kümesi elde edilmektedir. Pareto-optimal çözüm kümesi birbirine baskın gelmemiş çözüm elemanlarından oluşmaktadır. Bu yöntem sayesinde kullanıcı çoklu çözüm seçeneklerinden kendine uygun olanı belirleyebilmektedir.

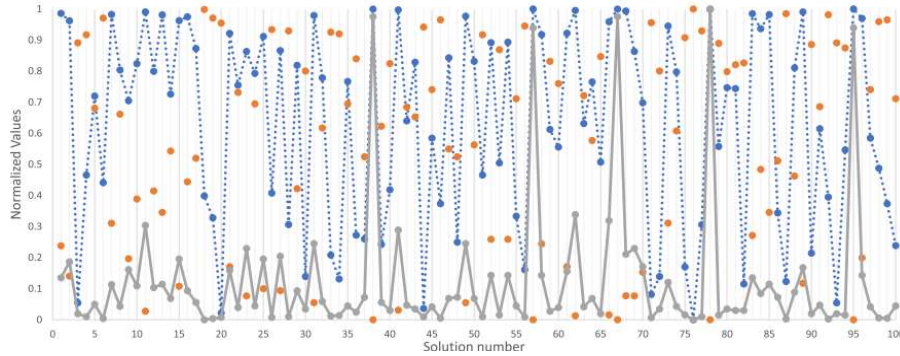
Çalışmada Delhi’de yer alan, 507,67 m² taban oturumuna sahip bir yapı için; dış kaplama, yalıtım, ana duvar, iç kaplama katmanlarından oluşan yapı kabuğuna yönelik hesaplamalara yer verilmiştir. Analizlerde; ısıl konfor için Fanger modeli, görsel konfor için Perez gökyüzü modeli, işitsel performans için transfer matrixi yöntemleri sonlu elemanlar metoduyla kullanılmıştır (Şekil 1.9).



Şekil 1.9 Analizlerde kullanılan duvar kesiti ve matematiksel formüller

Dış katman için 16 malzeme, 2 kalınlık alternatifi; ana katman için 4 malzeme, 8 kalınlık alternatifi; yalıtım katmanı için 8 malzeme, 8 kalınlık alternatifi; iç katman için 17 malzeme, 2 kalınlık alternatifi; seçenekleri oluşturulmuştur. Hesaplamalar; 0,0-0,6 arasında değişen 8 saydamlık oranı; 1-2 arasında değişen 4 en/boy oranı ve sekiz yönelim seçeneğine göre yapılmıştır. MATLAB ve NSGA II kullanılarak 100 birey için 100 nesil boyunca hesaplama yapılmış, enerji tüketimi en düşük, gün ışığı

kullanımı en yüksek, ses geçiş kaybı en düşük çözüm kümesi elde edilmiştir (Şekil 1.10)



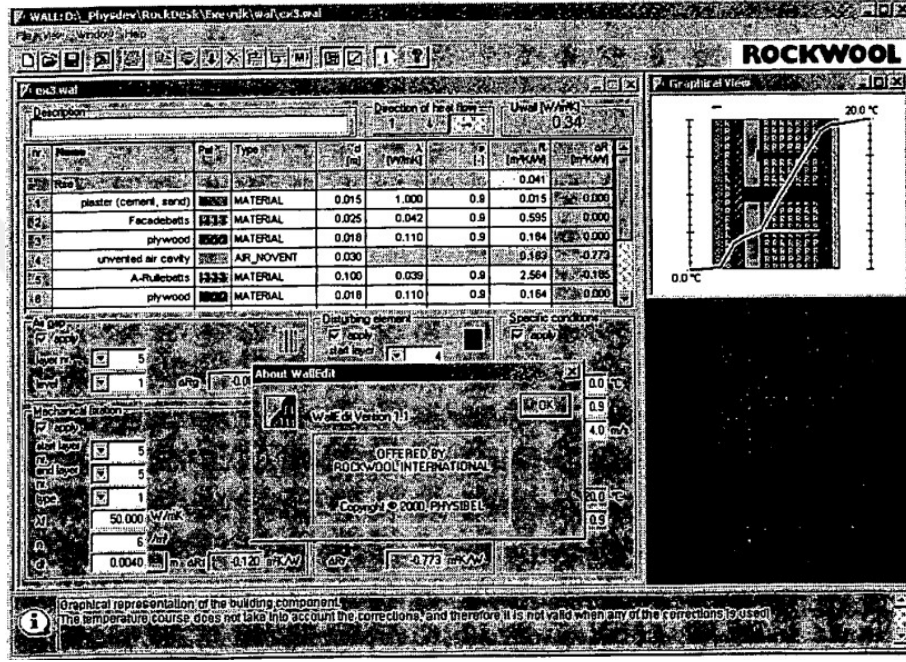
Şekil 1.10 Çözüm kümesi elemanları

Geliştirilen yönteme göre farklı konum ve kesit alternatifleri (örn: çift katmanlı) için hesapların yeniden yapılması gerekmektedir. Hesaplamaların tamamlanması ve sonuçların analizi ileri uzmanlık bilgisi gerekmektedir. Bu sebeple mimarlık sürecindeki paydaşların sürece katılımını, bahsi geçen yöntem aracılığı ile motive etmek mümkün değildir. Ayrıca, tasarımcının kararlarına göre sonuç önerisi oluşturulmamakta bunun yerine tasarımın, hesap sonuçlarına göre şekillendirilmesi önerilmektedir. Bununla beraber; standart ve yönetmelikler ile ilgili bir sınırlılık oluşturulmadığı için elde edilen kesitlerin standartlarda tavsiye edilen sınır değerleri karşılama durumu takip edilememektedir.

1.3.2 Patent incelemeleri

Rockwool International A/S (2000) tarafından binalarda; yaşam döngüsü, maliyet, yangın korunumu, güvenlik, havalandırma, çevresel standart ve yönetmeliklere uygunluğun tasarımcı tarafından bir arada değerlendirilmesinin zor olduğu belirtilmiş probleme çözüm olması amacıyla bir hesaplama aracı geliştirilmiş ve bu ürün için 21 Aralık 2002 tarihinde **“WO2002050720A1 System For Determining Standard Compliance Fo Buildings”** sayı ve adı ile patent kaydı oluşturulmuştur. Geliştirilen hesaplama aracında kabuğun katmanlarına ait bilgiler sırayla programa tanıtılmakta ve seçilen yönetmeliğe göre kabuğun performansının analiz edilebileceği belirtilmektedir. Fakat geliştirilen yazılım ile sadece ısı performansına yönelik sonuçlar belirlenebilmektedir (Şekil 1.11).

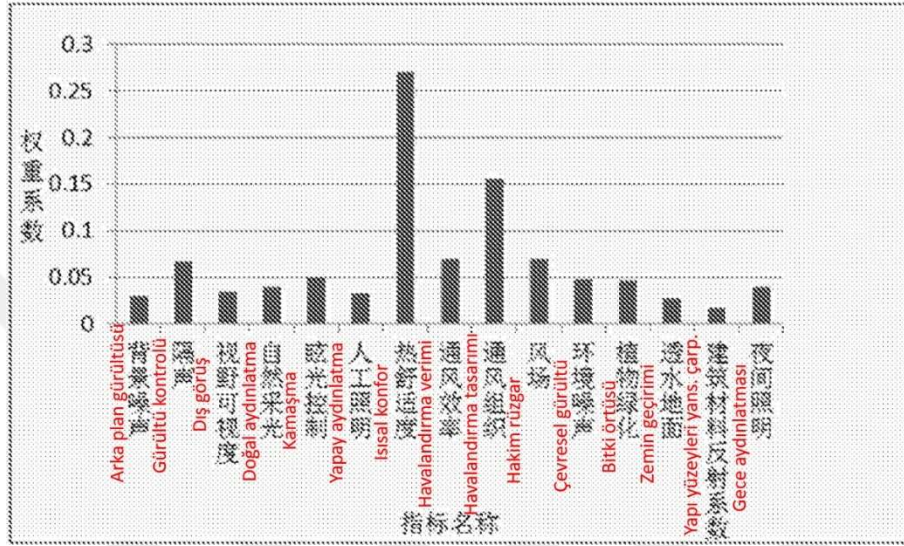
Aslında geliştirilen bu araç bir “toplam ısıl geçirgenlik katsayısı (U)” hesaplama aracıdır. Benzer bir program TS 825:2008’e uygun olarak İZODER tarafından geliştirilmiştir. Bu araçlar uzmanlar tarafından kullanılabilen hesaplama araçlarıdır. Kullanıcının; veri girişi ekranında yer alan teknik parametreleri bilmesi, sonuçları analiz edebilmesi ve hesaplanan değerlerin iyileştirilebilmesi amacıyla bilinçli malzeme değişiklikleri yapması gerekmektedir. Ayrıca her bir araç ile kabuğun tek bir performansı analiz edilebilmektedir.



Şekil 1.11 Rockwool International A/S (2000) tarafından geliştirilen araç

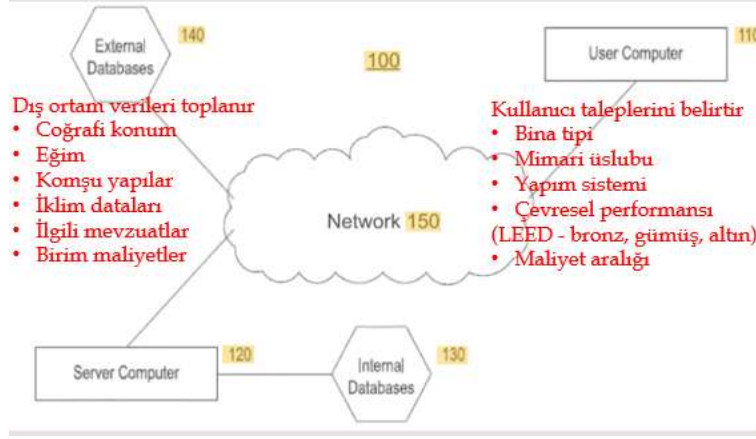
Rao ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada; fon gürültüsü, gürültü kontrolü, dış görüş, doğal aydınlatma, kamaşma, yapay aydınlatma, ısı konfor, havalandırma verimi, havalandırma tasarımı, hakim rüzgar, çevresel gürültü, bitki örtüsü, zemin geçirimi, yüzeylerin yansıtma çarpanı, gece aydınlatması parametrelerini kapsayan bir matris oluşturulmuş ve AHP (Analytic Hierarchy Process) yöntemi kullanılarak bir değerlendirme indeksi elde edilmiştir. Bu değerlendirme indeksi için 18 Ağustos 2017 tarihinde “CN107066711 A Method For Building Physical Environment Evaluation System Of Traditional Residential Buildings” sayı ve adı ile patent kaydı oluşturulmuştur. Elde edilen değerlendirme indeksine göre; yapının, dış ortam koşulları, işlevi, çalışma saatleri gibi ölçütler bir arada değerlendirilerek konut projeleri için yapı fiziği konularına yönelik önem hiyerarşisi

oluşturulabilmektedir. Akademik yayınlar bölümünde de bahsedildiği gibi, mimarlık üretimi/tüketimindeki paydaşların belirlenen önem sırasına göre gerekli çözümleri üretilebilecek yeterli farkındalığı ya da teknik bilgisi olmadığından değerlendirme indekslerinin uzmanların kullanımına daha uygun olduğunu ve hesaplama, analiz, iyileştirme süreçlerinin ön tasarım evresine uygun olmadığını söylemek mümkündür.



Şekil 1.12 Rao ve ark. (2018) tarafından geliştirilen değerlendirme indeksi

Eduardo (2018) tarafından yapılan çalışmada; mimarların yetersiz tecrübeleri sebebiyle orta sınıf kullanıcının kötü seçeneklere mahkûm edildiği, mimarlık üretim süreçlerinde kullanıcının interaktif bir şekilde yer alamadığı, kullanıcıların kendileri için en uygun maliyetli binayı seçebileceği çözümlerin oluşturulması gerektiği belirtilmiştir. Belirtilen probleme çözüm amacıyla, bir bilgisayar programına yönelik yöntem önerisi geliştirilmiş ve bu buluşun 18 Eylül 2014 tarihinde **“WO2014144730A1 A System And A Method For Designing Buildings”** sayı ve adı ile patent tescili yapılmıştır. Yöntemde; kullanıcı bilgisayarının bulut üzerinde çalışan bir ağa bağlanacağı, bu ağda kullanıcıdan talep edilen verilerin (bina tipi, bina programı, yapım sistemi, mimari üslubu, çevre sınıfı) bulut ortamına aktarılacağı, dış veri tabanlarından (GPS sistemi kullanılarak) coğrafi bilgiler (eğim, komşu yapılar vb.) ve uygulama içindeki veri tabanından kullanıcı seçimine uygun standart ve yönetmeliklere ilişkin bilgiler ile birim maliyet değerleri alınarak ana bilgisayarda toplanacağı anlatılmaktadır (Şekil 1.13)



Şekil 1.13 Eduardo (2018) tarafından geliştirilen modelin veri toplama şeması

Ana bilgisayar tarafından; gerekli analizler yapılarak, ön maliyet hesapları yapılmış, kullanıcının konfor koşulları ve enerji verimliliği sağlanmış, bulunduğu çevre ile uyumlu, ilgili standart ve yönetmelikleri karşılayan bir dizi bina önerisi oluşturulabileceği ve bu yöntemin dünya genelindeki tüm ülkeler, eyaletler, il ve ilçeler için kullanılabileceği aktarılmıştır. Yöntem önerisinde, çevresel standart olarak LEED sertifika sisteminin kullanılabileceği, kullanıcının altın, gümüş, bronz, platinyum sertifikalardan birini seçebileceği ve bu seçimin alan başına birim maliyetinin sisteme tanıtılabileceği belirtilmiştir. Aynı yöntemlerin farklı ulusların standart ve yönetmeliklerine de uygulanabileceği belirtilmiş, bu durumda ulusal standart ve yönetmelikler ile ilgili bilgilerin kullanıcı tarafından sisteme yüklenmesi gerekeceği aktarılmıştır.

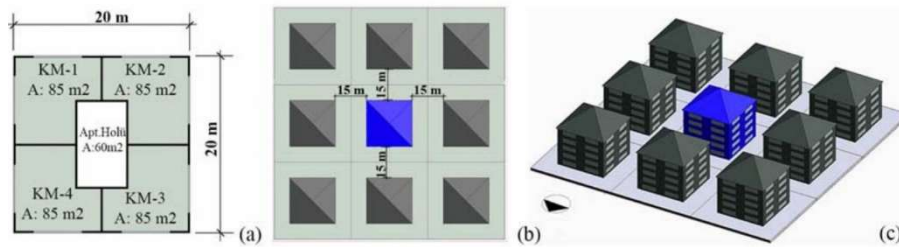
Yöntem önerisinde kapsam oldukça geniş tutulmuş buna karşın uygulama adımları çok yalın anlatılmıştır. Örneğin; LEED sertifika sisteminin ölçütlerinin nasıl sağlanacağı ya da farklı ulusların imar yönetmeliklerine uygun bina modellenmesinin nasıl gerçekleştirileceği aktarılmamıştır. Kullanıcının tüm konfor koşullarının ve enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik hesaplama adımları belirlenmemiştir. Yöntem önerisinin mimarlık tüketimindeki paydaşlar tarafından kullanılabilir bir ürüne dönüşmesi için hesaplama, modelleme ve kodlama adımlarının detaylandırılması gerekmektedir.

Mangan (2021b) tarafından yapılan çalışmada, mimarlık üretimi/tüketimindeki paydaşların sınırlı farkındalık ve yetersiz bilgi birikimi sebebiyle bina sektöründe, iklim değişikliği ile mücadeleye yeterli katkının sağlanamadığını belirtilmiş,

bugüne kadar yapılan karar destek çalışmalarının kolay ve hızlı anlaşılabilir olamaması sebebiyle erken tasarım evresine entegre olamadığı aktarılmıştır.

Probleme çözüm önerisi olarak, yapı kabuğu enerji performansının maliyet etkin senaryolara göre optimize edilen hesaplamalara ait sonuçların görselleştirildiği, kullanıcı hedef kitlesi mimarlar ve konut sahipleri olan bir internet tabanlı karar destek aracı geliştirmiş, bu buluş için 19 Ağustos 2021 tarihinde patent başvurusunda bulunulmuştur (Mangan, 2021c). Geliştirilen karar destek aracı ile; yasal düzenlemelere, uygulamada tam uyumun desteklenmesi ve enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir. Hesaplamalar; Türkiye’de nüfusunun ve bina stoğunun büyük bölümünü kapsayan, yenileme ve yeni bina yapım süreçlerinin hızla devam ettiği İstanbul iline göre yapılmıştır. TS 825 ‘in 2008 ve 2013’teki revizyonları referans alınarak binalar üç yapım dönemine ayrılmıştır.

Şekil 1.14’de konumu ve geometrik özellikleri gösterilen konut yapısına yönelik; öncelikle dönemine uygun uygulama kabulleri yapılmıştır. Daha sonra enerji tüketimini etkileyen parametrik yapı kabuğu malzemesi ve kalınlığı, enerji sistemleri ve yenilenebilir enerji sistemleri alternatifleri belirlenmiştir. Yeni konut tasarımı için, “Birincil Enerji Tüketimi (BET)” ve “Yaşam Döngüsü Maliyeti (YDM)” konut yenileme için Birincil Enerji Tasarrufu (BEt)” ve “Yaşam Döngüsü Maliyeti Tasarrufu (YDMt)” göstergeleri hesaplanmıştır Çalışmada Energy Plus programının arayüzü olan Design Builder’da modelleme yapılarak metin tabanlı format girdisi (IDF) dosyası oluşturulmuş, MATLAB’de geliştirilen bağlantı fonksiyonu çalıştırılarak Energy Plus motoru ile parametrik Enerji simülasyonları gerçekleştirilmiştir. BET en düşük YDM en düşük çoklu amaç fonksiyonları için en iyi çözüm kümesi elde edilmiştir.



Şekil 1.14 Hesaplamalarda kullanılan yapının planı ve çevresel durumu

Bir sonraki aşamada, elde edilen değerlerin “kutucuk işaretleme yöntemi” ile filtrelenemediği bir araç geliştirilmiştir. Sonuç ekranında; ısıtma, soğutma, yapay aydınlatma ve sıcak su amaçlı yıllık enerji tüketimleri, yenilenebilir enerji kullanım oranı, nihai yıllık enerji tüketimi, yaşam döngüsü maliyeti, ilk yatırım maliyeti, sera gazı salınım değerleri yer almaktadır (Şekil 1.). Mangan (2021a) tarafından yapılan çalışmanın ara yüzü oldukça sayısal ve teknik terminoloji içeren bir ekrandır. Soğutma sistemi, sıcak su kapasitesi, PV kapasitesi gibi ilk tasarım evresinde öngörülmeyecek verilere ilişkin kutuları işaretlemek gerekmektedir. Bu işaretlemeden sonra filtrelemeye uygun çözüm numaraları (14113,14117 vb.) ve bu kesitlerin; sıcak su tüketimi, ısıtma yükü soğutma yükü, yapay aydınlatma yükü, ilk yatırım maliyeti, yaşam döngüsü maliyeti, vb. verileri görüntülenmektedir. Belirtilen numaraların kesit açılımlarını bulabilmek için ayrı bir ekrana bağlanarak ilgili sayıyı bulmak ve katmanları okumak gerekmektedir (Şekil 1.16). Hesap sonuçlarına ait görseller ya da sağlanması gereken performans değerleri sonuç ekranında yer almadığından, en iyi çözüm kümesinde yer alan çözüm önerilerine ait hesap sonuçlarının karşılaştırılması konut kullanıcısı için karmaşık bir süreçtir. Bununla beraber tek bir koşula yönelik hesap sonuçlarını içermekte, kabuğunun sadece enerji performansına yönelik karşılaştırma yapılabilen, diğer performansların ve farklı tasarım alternatiflerinin ya da çevre koşullarının (saydamlık oranı, engel açısı, yön, konum, vb.) değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır.

PARETO-OPTIMAL SOLUTIONS

Exterior Wall

☒ (All)

Aerated Concrete Block

☐ BRICK

Roof

☒ (All)

Extruded Polystyrene Panels (XPS)

☒ Stone Wool Panels (SW)

Ground Floor

☐ 0.04

☐ 0.10

☐ 0.16

☒ 0.22

SOLUTION SPACE

Low-e cam tipi

☒ (All)

Double Glazing Low-E Heat Control (4+...)

☐ Double Glazing Low-E Heat Control (4+...)

☐ Double Glazing Low-E Heat Solar Control...

☒ Triple Glazing Low-E Heat Solar Control...

☐ External Venetian Blind (South, East, West)

☐ Fixed Aluminium Overhangs (south) Over...

☒ SCENot Available

Güneş kontrol elemanı

☐ (All)

External Venetian Blind (South, East, West)

☐ Fixed Aluminium Overhangs (south) Over...

☒ SCENot Available

Isıtma sistemi (yakıt verimi)

☒ (All)

Radiator System (0.86 Natural Gas)

☐ Radiator System (0.95 Natural Gas)

Soğutma sistemi (elektrik tüketimi)

☒ (All)

Split Air Conditioner (3.50 A+++) Electricity

☒ Split Air Conditioner (3.50 A+++) Electric...

İç-Cooling System

☒ (All)

Air To Water Heat Pump (Heating 3.29 Co...

☐ HCSNot Available

☐ VRP(Air Cooled) Heat Recovery DOASH...

Sıcak su ıldesi-kapasite

☒ (All)

Dedicated Hot Water Solar (2.41 Electric...

☐ Stand Alone Water Heater (0.86 Electricity)

FV-kapasitesi

☒ (All)

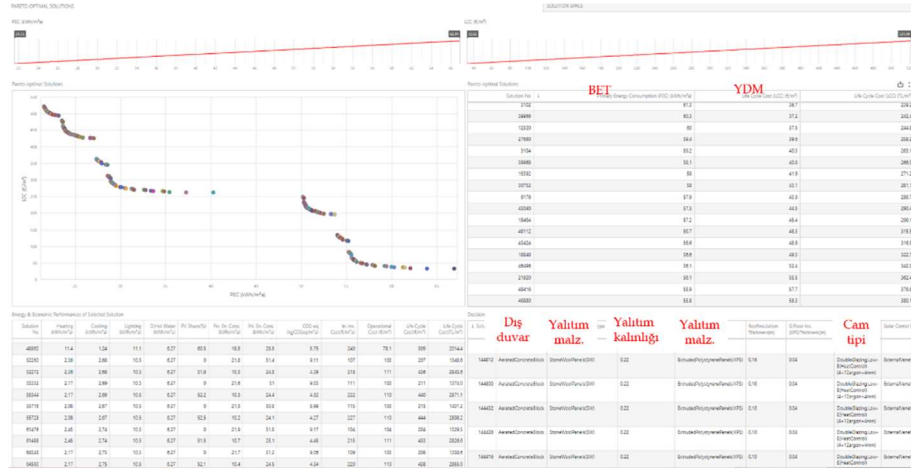
10.5kW PV System

☐ RESNot Available

Solution Space

Solution No	Isıtma yuku	soğutma yuku	aydınlatır yuku	Sıcak su tüketimi	PV Share(%)	İlk yatırım maliyeti	Birincil Enji Maliyeti	CO2 salınımı	İçine Cost(Euro/m²)	Bakım maliyeti	YDM (Euro)	YDM (TL)
14113	20.6	3.07	10.3	17.6	0	51.5	93.6	17.7	100	107	221	1442.
14114	20.6	3.07	10.3	6.27	0	40.2	66.9	13	96.9	78	53.8	350.
14115	20.6	2.1	10.3	17.6	0	50.5	91.3	17.3	101	106	225	1465.
14116	20.6	2.1	10.3	6.27	0	39.2	64.6	12.6	97.9	76.5	57.3	373.
14117	18.6	3.07	10.3	17.6	0	49.6	91.6	17.3	101	106	217	1413.
14118	18.6	3.07	10.3	6.27	0	38.3	64.9	12.6	97.8	77.1	49.3	321.

Şekil 1.15 Mangan (2021a) tarafından geliştirilen aracın sonuç ekranı



Şekil 1.16 Mangan (2021a) tarafından geliştirilen aracın sonuç ekranı (2)

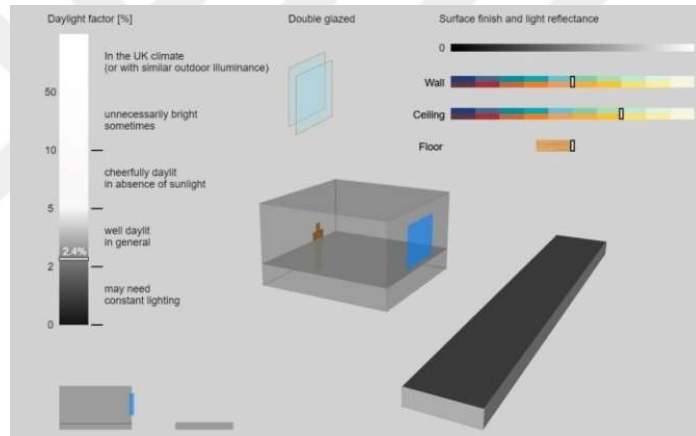
Bu yöntem kullanılarak; farklı konuma, kat adedine, taban oturumuna sahip binaların değerlendirilmesi için hesapların yeniden yapılması gerekmektedir. Her bir değişiklikten sonra yaklaşık bir ay süren ve alanında uzmanlar kişiler tarafından yapılması gereken hesap süreci ortaya çıkmaktadır. Pencere oranı ve yönelim seçenekleri algoritma tarafından karar verildiğinden, tasarımcı bağımsız parametrelerde (saydamlık oranı, yönelim vb.) yaptığı değişikliğe göre kabuğu analiz edememektedir. Tasarıma yönelik değişimlerde etkin rol almak isteyen tasarımcı için ve uzmanlık bilgisi olmayan kullanıcı için geliştirilen yöntemin erken tasarım evresinde uygulanması mümkün değildir.

2012’den sonra çoklu kriterlerin optimizasyonu ve Pareto optimal çözüm yaklaşımının tasarım aşamaları ve iş akışlarına uygulanabilirliğinin artması ile yapı kabuğu optimizasyonuna yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların; ısıtma enerjisi talebi ve ısıl konforun optimize edilmesi, yaşam döngüsü ve enerji talebinin optimize edilmesi, ısıtma-soğutma-aydınlatma yüklerinin optimize edilmesi konularında yoğunlaştığı görülmektedir (Huang & Niu, 2016; Khan & Bhattacharjee, 2021). Önerilen optimizasyon yöntemleri, evrimsel algoritma/matematiksel formül önerileri gibi kompleks hesaplama yöntemlerini içermektedir (Huang & Niu, 2016).

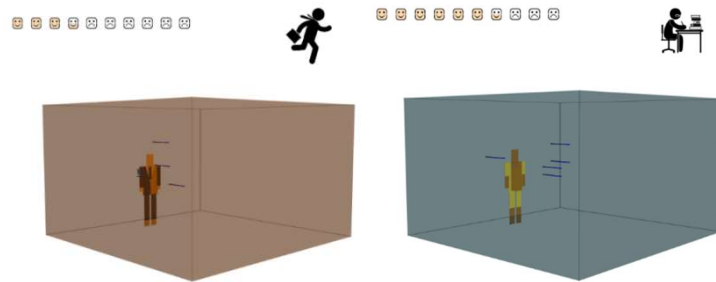
1.3.3 Çevrimiçi Yapı Fiziği Hesaplama Araçları

Bach Üniversitesi tarafından web tabanlı ve ücretsiz olarak kullanıma sunulan “Play with Building Physics” aracı ile bir hacmin; yıllık güneşlenme süresini, gün

ışığı çarpanı değerlerini, doğal havalandırma performansını, yapı kabuğunun toplam ısı geçirgenlik katsayısını (U), ısıtma yüklerini, ısı konforunu ve yansıma süresini değerlendirmek mümkündür (Weng ve ark., 2016). Geliştirilen araçta gün ışığı faktörü (DF) hesaplarının kolay değerlendirilebilmesi için kullanılan ölçeğin yanına; “aydınlatma desteği gerekli”, “iyi aydınlatılmış”, “keyif veren gün ışığı aydınlığı”, “gereğinden fazla gün ışığı aydınlığı” gibi tanımlamalar eklenmiştir (Şekil 1.17). Isıl konforun kolay değerlendirilebilmesi için aktivite düzeyi (met) değerlerinde yapılan değişiklikler “koşan, uyuyan, çalışan insan” görselleri ile, PMV&PPD değerlerindeki değişim ise “çok ısındığı için terleyen” ya da “yetersiz ısındığı için titreyen” insan imgeleri ve gülen yüz emojileri ile desteklenmiştir (Şekil 1.17). Yüzey gereçlerinin değişimine bağlı olarak ortaya çıkan işitsel değişimlere ait ses kayıtları oluşturulmuş, böylelikle yansıma süresindeki değişimin duyuşsal olarak değerlendirilebilmesi sağlanmıştır.

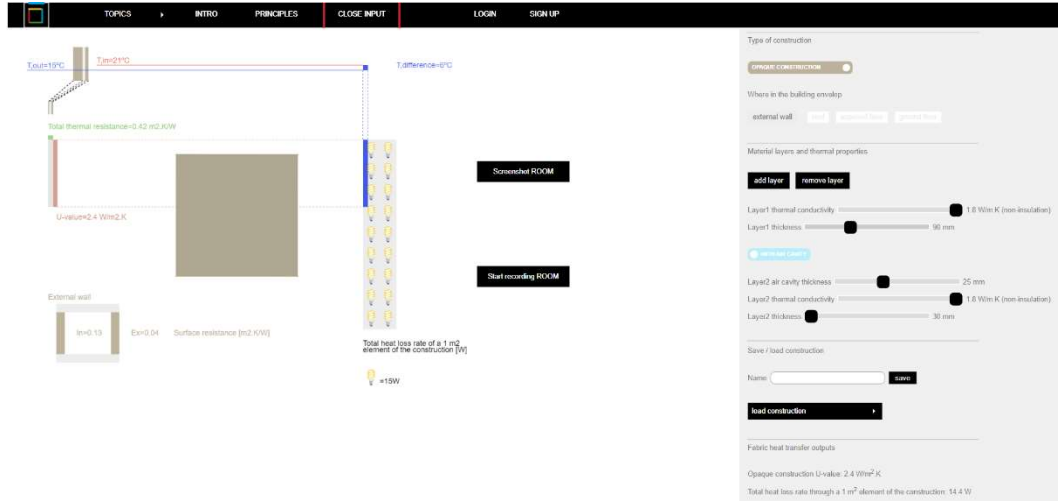


Şekil 1.17 Görsel analizlerin sezgisel ifadelerle desteklenmesi



Şekil 1.18 Isısal analizlerin sezgisel ifadelerle desteklenmesi

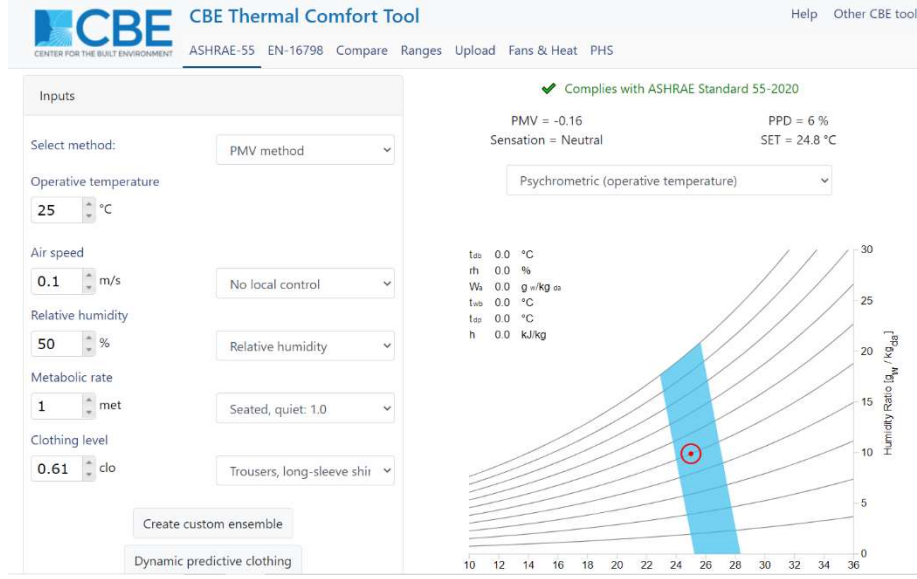
Yapı kabuğunun ısısal performansı ise kabukta kullanılan opak ya da saydam gereçlerin; ısıl geçirgenlik katsayısı, kalınlık ve boşluk ölçülerinin girilmesi ile yapılmaktadır. Hedeflenen iç sıcaklık ve dış sıcaklık değerlerine göre kabuğun performansına bağlı olarak kaybedilen ısıtma enerjisi “W” birimi ile hesaplanmaktadır. Hesap sonuçlarının anlaşılabilir olması için 15W’lık bir lamba referans alınarak görselleştirme yapılmıştır (Şekil 1.19).



Şekil 1.19 Weng ve ark. (2016) tarafından geliştirilen araçta kabuğun ısısal performansının değerlendirilmesi

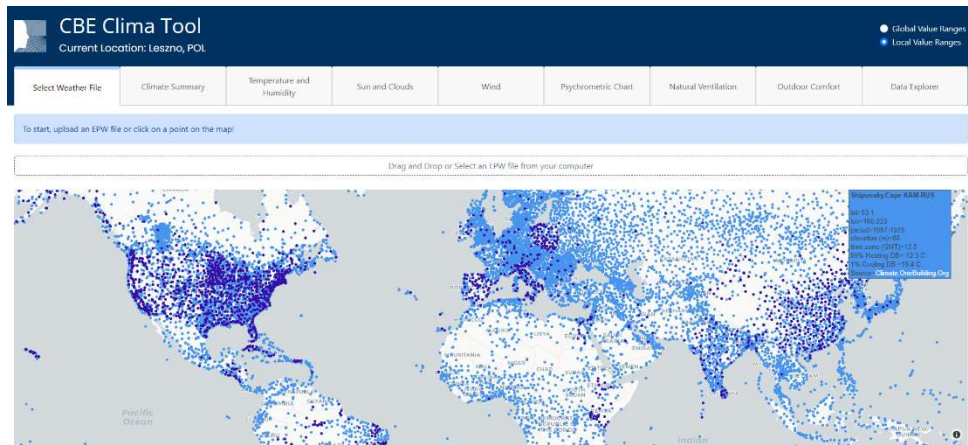
Geliştirilen bu araç ile her bir ölçüt kendi içinde ilgili veriler girilerek değerlendirilmektedir. Örneğin yapı kabuğunun ısısal performansını hesaplayabilmek için katmanların «U» değerlerini ya da gün ışığı performansını değerlendirebilmek için iç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı ve camın ışık geçirme çarpanının bilinmesi gerekmektedir. Kabuğun görsel performansı sadece Londra için değerlendirilebilmektedir. Kabuğun işitsel performansını değerlendirme imkânı yoktur. Parametrelerin bir arada değerlendirmesi ve herhangi bir standarda göre optimizasyonu yer almadığından optimum kabul önerisi yoktur (Bach Üniversitesi, 2016).

Berkeley Üniversitesi tarafından geliştirilen bir araç ile PMV/PPD indekslerine ilişkin hesaplama yapmak ve hesap sonuçlarını ASHRAE 55: 2000 Standardı ölçütlerine göre pratik bir şekilde değerlendirilebilmek mümkündür (Şekil 1.20) (Tartarini ve ark., 2020).



Şekil 1.20 Tartarini ve ark. (2020) tarafından ısı konfor değerlendirme aracı

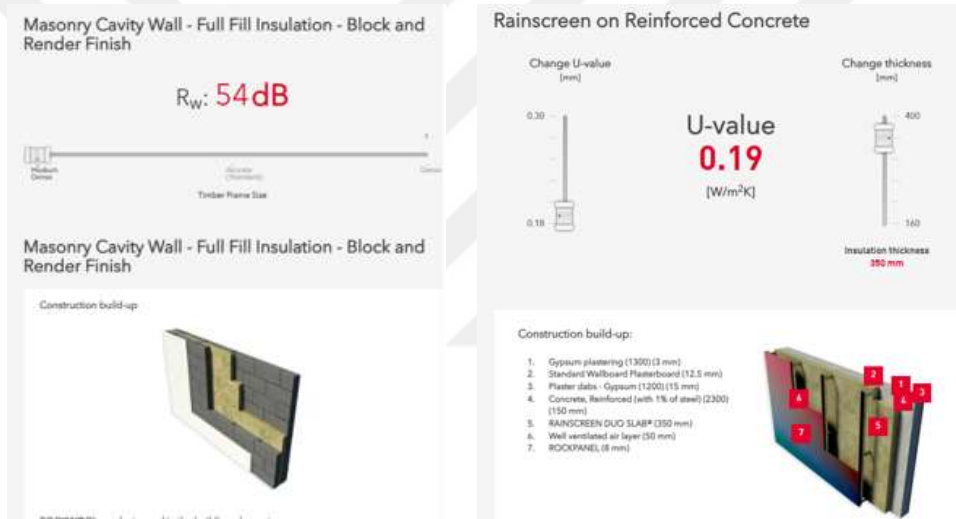
Berkeley Üniversitesi tarafından, EnergyPlus (.epw)” iklim dataları kullanılarak dünya üzerindeki pek çok konum için uzun süreli istatistiksel iklim verilerinin görselleştirildiği bir değerlendirme aracı, web tabanlı olarak ücretsiz kullanıma sunulmuştur (Betti ve ark., 2021). Bu araç ile dünya haritası üzerinden seçilen konumun; derece gün bölgesi, kuru hava sıcaklığı, dış yatay aydınlık düzeyi, dış global aydınlık düzeyi, yıllık güneşlenme süresi, bulutluluk oranı, dış ortam ısı konfor değerleri, hâkim rüzgar verilerine ilişkin psikometrik tablolar, grafikler, yıllık/günlük istatistiklerin listelenmiş değerleri, ısı haritası (heat map) grafiklerine ulaşmak mümkündür (Şekil 1.21).



Şekil 1.21 Betti ve ark. (2021) tarafından geliştirilen aracın ana seçim ekranı

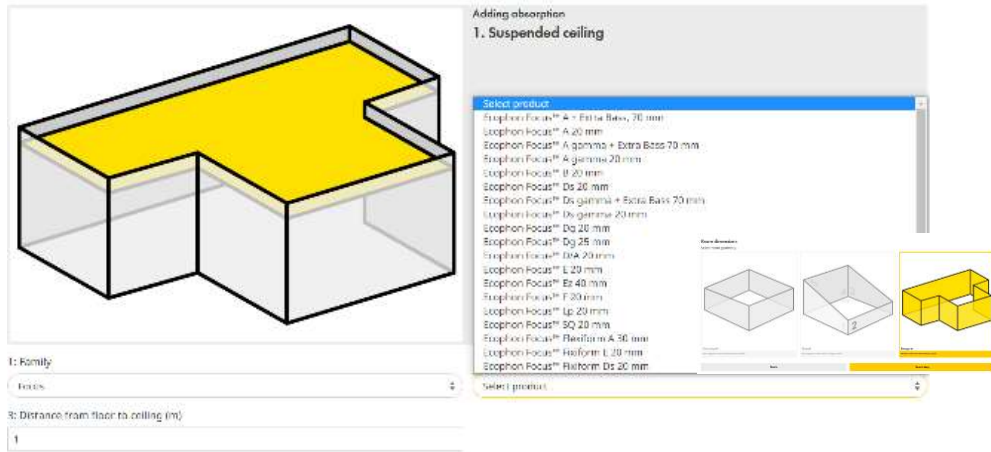
Eğitim kurumlarının yanı sıra ticari şirketler (özellikle yalıtım gereci satan firmalar) tarafından da yapı fiziki konularının pratik değerlendirilmesine yönelik hesaplama araçları geliştirdikleri ve web tabanlı olarak ücretsiz kullanıma sunulmuştur. Bu hesaplama araçlarında; firmada satışı yapılan gereçler kullanılarak yansım süresi ya da kabuğun toplam ısı geçirgenlik katsayısı hesaplanabilmektedir

Rockwool firması tarafından geliştirilen çevrimiçi aracı kullanarak kabuğunun “U”/”R_w” değeri hesaplanabilmektedir. Duvar tipi, kalınlığı, gereci ve ara boşluk yalıtımının teknik özellikleri seçilir, seçim sonucunda oluşan duvarın ilgili değerleri görüntülenir. Sonuç ekranında kolay anlaşılabilir kesitler görüntülenmekte ve yalıtım kalınlığı değiştirilerek farklı “U”/”R_w” değerleri elde edilmektedir. Elde edilen değerin yönetmeliklere uygunluğu görüntülenmemektedir (Şekil 1.22).



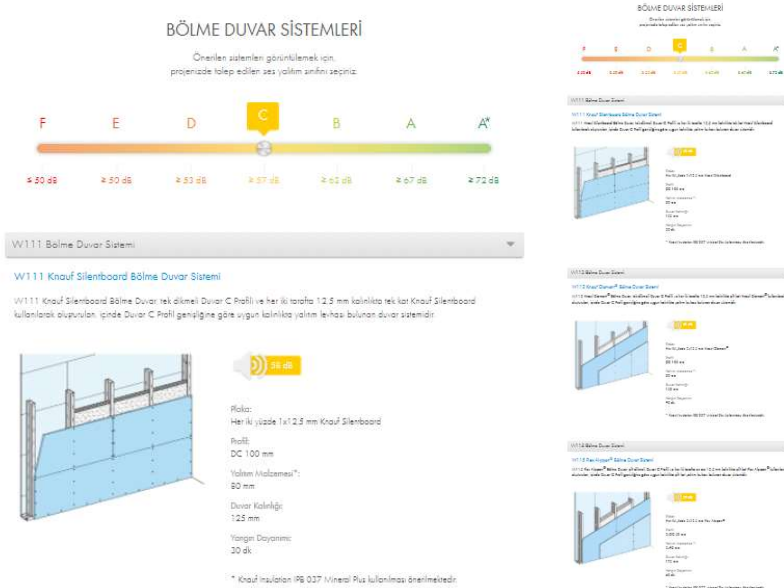
Şekil 1.22 Rockwool firması tarafında geliştirilen çevrimiçi yapıfiziği aracında kabuğun işitsel ve ısısal performansının hesaplanması (Rockwool, 2021a, 2021b)

Ecophon firması tarafından geliştirilen araç kullanılarak bir hacmin yansım süresi hesaplanabilmektedir. Hesaplama adımlarında; hacmin işlevi ve formu seçilir, boyutlar ve yüzey alanları hesaplanır, yüzeylerdeki kapı ve pencere alanları ile ilgili veriler girilir. Ecophon malzeme listesinden her bir yüzeye ait malzeme ve uygulama detayı (örn. duvardan 5 cm boşluk) belirlenerek yansım süresi hesaplanmaktadır. Hedeflenen sonucun elde edilememesi ya da hacmin tasarımında değişiklik yapılması durumunda işlemler baştan yapılır (Şekil 1.23).



Şekil 1.23 Hacmin yansıyım süresinin hesaplanması (Ecophon, 2021)

Benzer bir şekilde Knauf (2021) tarafında geliştirilen araç ile Knauf ürünleri kullanılarak iç duvarların akustik performansı değerlendirilebilmektedir. Yönetmelikte istenen performans sınıfı kaydırılabilen bir tuş ile belirlenmekte ve ilgili performansı sağlayacak en az üç kesit önerisi ekrana gelmektedir. Kesit önerileri kesit görselleri ile desteklenmiş, yönetmelikleri sağlama durumu basit ve anlaşılır hale getirilmiştir. Araç ile, yapı kabuğu performansı hesaplanamamaktadır. Ayrıca sadece işitsel performans parametresi değerlendirilebilmektedir.



Şekil 1.24 Knauf (2021) tarafında geliştirilen araç

1.3.4 Genel Değerlendirme

İncelenen patent, yayın ve araç çalışmaları ışığında, yapı kabuğu performanslarının optimize edilmesinin ve konunun ön tasarım evresine entegrasyonunun önemsendiği ve bugüne kadar bu amaca yönelik pek çok çalışma yapıldığı görülmüş fakat çalışmalarda mimari ön tasarım pratikleri ile uyuşmayan noktalar olduğu tespit edilmiştir.

Tüm performansların bir arada değerlendirilmesi: İncelenen çalışmaların büyük bölümünün enerji tüketimine yönelik olduğu dolayısıyla ısı ve aydınlatma ihtiyacı doğrultusunda tüketilen enerji miktarlarının analiz edildiği görülmüştür. Pek çok çalışmada özellikle akustik performans ve görsel konfor parametreleri geri planda kalmakta, tüm performanslar bir arada değerlendirilmemektedir. Bu durumda tasarımcının ele alınmayan performansları ayrı ayrı analiz etmesi ve gerekli iyileştirme adımlarını izleyerek optimum çözümü kendisinin üretmesi gerekmektedir.

Farklı konum ve çevre koşullarında kullanılabilmesi: Özellikle evrimsel algoritma ya da başka matematiksel yöntemlerin kullandığı çalışmalarda geliştirilen formüller tek bir konum ve çevre koşuluna yönelik olmaktadır. Yapılan çalışmalarda; kompleks matematik işlemleri içeren evrimsel algoritma, lineer algoritma vb. optimizasyon modelleri kullanılmaktadır. Elde edilen çözüm kümesi incelenen “vaka çalışmasına” ait olmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemden yararlanarak Türkiye’deki tüm illeri kapsayan ve farklı tasarım koşullarında hızlıca sonuç elde edilecek bir filtreleme oluşturmak mümkün değildir.

Uygulama adımlarının açık ve anlaşılır olması: Özellikle 2000’li yılların başında yapılan çalışmalarda karşılaşılmaktadır. Örneğin “hesaplar yapay zekâ tarafında yapılır”, “yönetmeliklerdeki veriler bir bulutta toplanır”, “tüm performanslar optimize edilir” gibi ilkesel tavsiyeler içeren çalışmaların uygulanabilir olması için yöntem adımlarının netleştirilmesi gerekmektedir.

Uzmanlık bilgisi gerektirmemesi: Çevrimiçi yapı fiziği araçlarının büyük bölümünde ve AHP (analitik hiyerarşi süreci) gibi yöntemlerin kullanıldığı değerlendirme indeksi çalışmalarda veri girişi, sonuçların yorumlanması ve iyileştirme adımlarına yönelik kararların alınabilmesi için uzmanlık bilgisi

gerekmektedir. Örneğin kesitin performansını artırmak için; hava boşluğunun artırılması, yalıtım gerecinin kalınlaşması, ana duvar gerecinin değiştirilmesi gibi alternatiflerden hangisinin uygun olacağını belirlemek, hesaplamalara aşına olmayan kişiler için güç olmaktadır.

Ön tasarım evresinde bilinen veriler ile işlem yapılması: Optimizasyon çalışmaları ve çevrimiçi yapı fiziği hesaplama araçlarında yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı, geçelerin ısı iletkenlik katsayısı, ses yutma çarpanı, sıcak su kapasitesi, low-e cam kullanımı, ısı yalıtımı olarak taş yünü/camyünü/hava boşluğu/poliüretan kullanımı, yalıtım katmanının kalınlığı gibi veriler ile işlem yapılmaktadır. Bu veriler ön tasarım evresinde belirlenmediğinden önerilen yöntem/araçlar ön tasarım evresinde etkin kullanılamamaktadır.

Veri girişlerinin zaman almaması: Özellikle çevrimiçi hesaplama araçlarında karşılaşılmaktadır. Bu tip araçları kullanırken hacimdeki tüm yüzeylerin alan bilgilerinin hesaplanması gibi veriler istenmektedir. Bu durum oda derinliği ya da genişliği değiştiğinde tüm hesapların baştan yapılmasını gerektirdiğinden ön tasarım evresinin dinamik yapısına uyumlu değildir.

Yönetmeliklere uygunluğun görüntülenebilmesi: Sonuç ekranında görüntülenen kesitlerin ya da tabloların yönetmelik hükümlerine uygunluğunu değerlendirebilmek için yönetmelik bilgisine ihtiyaç vardır. Örneğin, çevrimiçi bir hesaplama aracı kullanıldığında, yapılan seçimler sonucunda “Rw” değeri “45” ya da “U” değeri “0,18” olan bir kesit elde edildiğinde bu verinin yürürlükteki yönetmeliklere uygunluğu değerlendirilmemektedir.

Basit anlaşılır sonuç ekranı: Optimizasyon işlemleri sonucunda elde edilen çözüm kümesinde yer alan çok sayıdaki çözüm önerisinin karmaşık grafik okuma yöntemleri ya da sayısal değerler ile sunulması, kesit çizimi ya da basitleştirilmiş görseller ile desteklenmemesi uzman olmayan kişiler açısından karmaşıktır.

Hedef değer in elde edilebilmesi: Pek çok çevrimiçi yapı fiziği hesaplama aracında hedeflenen performansa yönelik kesit elde etmek mümkün değildir. Bunun yerine veri girişleri sonucunda oluşan kesitin performansı görüntülenmektedir. Örneğin “U” değeri 0,18 olan bir kesit elde etmek için tekrar tekrar deneme yapılması gerekmektedir.

Toplunun geniş kesimi tarafından erişilebilirlik: Sürece mimarlık üretim ve tüketimindeki paydaşların katılabilmesi için geliştirilen yöntemin kolay ulaşılabilir olması gerekmektedir. Patent ve makale çalışmalarına ulaşmak akademik araştırma gerektirdiğinden kolay erişebilir olamamaktadır.

Tablo 1.1 Çalışma kapsamında geliştirilecek aracın paten/yayın/araç örnekleri ile karşılaştırılması

	Öneri araç	Koçlar Oral ve ark. (2004)	Ünver ve ark. (2004)	Arpacioğlu (2010)	Khan ve Bhattacharjee (2021)	Rockwool International A/S (2000)	Rao ve ark. (2018)	Eduardo (2018)	(Mangan, 2021a)	Bach Üniversitesi (2016)	Betti ve ark. (2021)	(Rockwool, 2021a), Rockwool (2021b)	Ecophon (2021)	Knauf (2021)
Tüm Türkiye için kullanılabilirlik	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
Üç performansın bir arada optimizasyonu	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Yönetmelik tavsiyelerini sağlayan	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓
Ön tasarım evresinde bilinen veriler	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗
Veri girişinin kısa sürmesi	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Teknik terminolojilerin sadeleştirilmesi	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Yeterli sayıda (az ya da çok değil) çözüm önerisi	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Tasarım değişikliklerinin hızlı denenebilmesi	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Sonuç ekranında kesit görsellerin yer alması	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
Yaygın erişebilirlik	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

1.4 Amaç ve Hedefler

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’deki tüm konumlar için kullanılabilen, uygun işitsel, ıssal, görsel performansa sahip yapı kabuğunun kolayca görüntülenebildiği, kullanıcı dostu, pratik bir ön tasarım destek aracı geliştirmektir.

Geliştirilecek aracın ön tasarıma entegre olabilmesi için; veri giriş ekranında az sayıda ve ön tasarım evresinde bilinen parametrelerin yer alması, sonuç ekranında (analiz ve iyileştirme gerektirmeyen) yönetmelikleri sağlayan yeterli sayıda optimum kesitin görüntülenmesi, böylelikle tasarım alternatiflerine (örneğin; saydamlık oranı, oda derinliği gibi parametre değişiklikleri) yönelik değerlendirmelerin kısa süre içinde yapılabilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca mimarlık üretim/tüketimindeki paydaşlar tarafından kullanılabilmesi için; yönetmeliklerde ve literatürde yer alan teknik terminolojilerin, günlük kullanıma uygun sezgisel tanımlamalar ya da görseller ile desteklenmesi hedeflenmektedir. Geliştirilen bu yöntemde kullanıcının sonuçları değerlendirmesi ve çözüm üretmesi beklenmemektedir. Uygun çözümlere ulaşması sağlanacaktır.

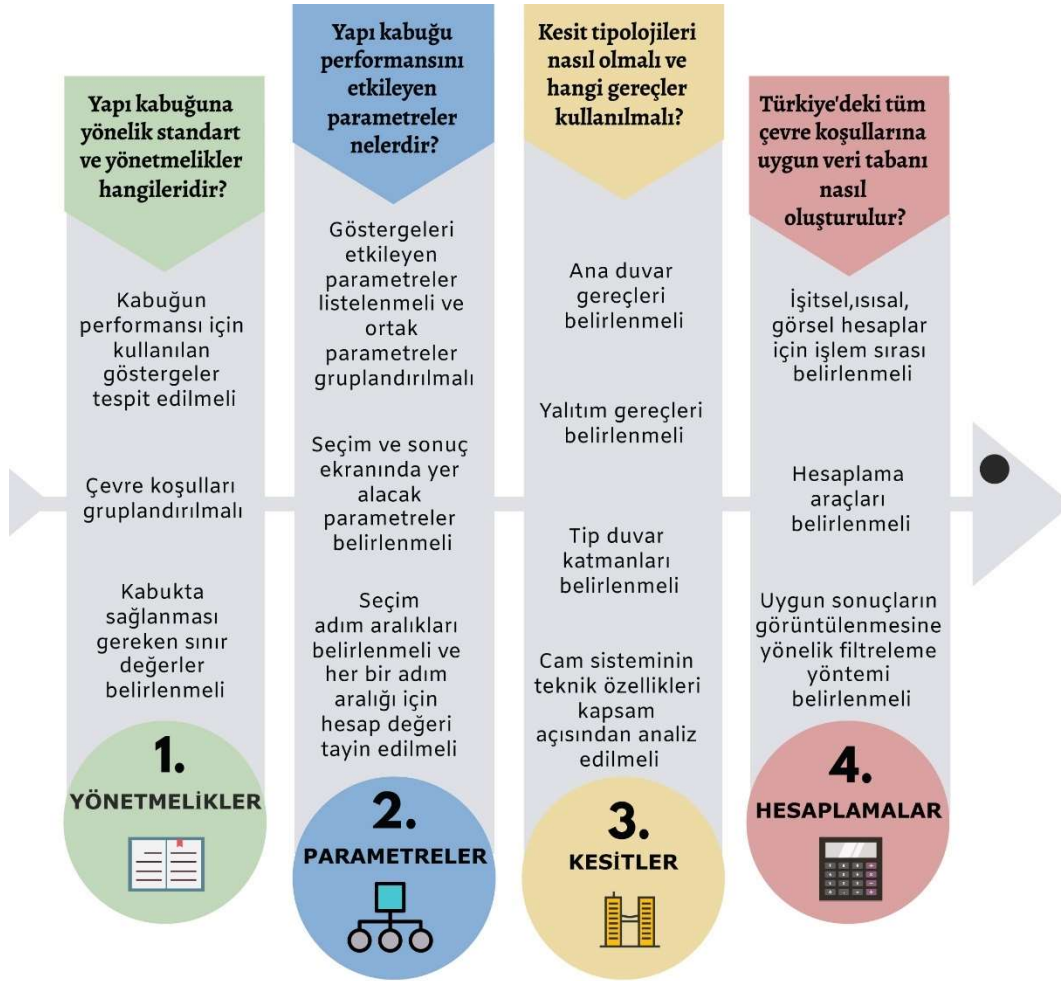
Yapılan çalışma ile; yapı kabuğu performansına yönelik konuların erken tasarım evresinde yer almasına, çevresel sürdürülebilirlik açısından son derece önemli yapı kabuğu performansı konularının geniş kitleler tarafından erişilebilir olmasına, mimarlık üretimi ve tüketimindeki paydaşların sürece katılımının artması ve farkındalığın yükselmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

VERİ FİLTRELEME ALGORİTMASI

Hesap yükünün azaltılması ve optimize edilmiş kesitlerin en hızlı şekilde görüntülenmesi için, verilerin belirli kurallar çerçevesinde filtrelendiği bir algoritmaya ihtiyaç vardır. Algoritma; iyi tanımlanmış kuralların ve işlemlerin adım adım uygulanmasıyla bir sorunun giderilmesi veya sonuca en hızlı biçimde ulaşılması işlemi demektir (Türk Dil Kurumu, 2022). Yöntemin belirlenmesinde son derece karmaşık olan optimizasyon sürecini parçalara ayırma yaklaşımı izlenmiş, bu amaçla veri tabanı oluşturma ve filtrelemeye yönelik dört adımdan oluşan bir yöntem önerisi hazırlanmıştır. Her adımda; hesapların sadeleştirilebilmesi ve kullanıcı dostu bir araç geliştirilmesi için oluşturulan araştırma sorularına cevaplar aranmıştır (Şekil 2.1).

Yöntemin ilk adımında yönetmeliklerin incelenmesi yer almaktadır. Bu aşamada yapı kabuğunu konu alan standartların neler olduğu, ilgili yönetmeliklerde kabuğun hangi göstergeler ile değerlendirildiği ve farklı çevre koşullarının nasıl gruplandırıldığı sorularına yanıt aranmıştır. Ayrıca yönetmelik hükümlerine göre kabukta sağlanması gereken sınır değerler belirlenmiştir. İkinci aşamada, yönetmeliklerde yapı kabuğuna yönelik kullanılan göstergeleri etkileyen çevresel parametrelerin listelenmesi, ısısal, görsel, işitsel performansı bir arada etkileyen ortak parametrelerin gruplandırılması, parametrelerin seçim ekranında ya da sonuç ekranında yer alma durumunun irdelenmesi, hesaplamalara yönelik adım aralıklarının belirlenmesi ve her bir adım aralığı için hesaplarda kullanılacak referans değerin tayin edilmesi yer almaktadır. Üçüncü aşamayı kesitlerin belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu aşamada hesapların hızlı ilerlemesi için tip kesitler oluşturulmuştur. Serbest piyasa koşullarındaki geniş ürün yelpazesi içinden ana duvar gereci ve ısı yalıtım gereci belirlenmiş, akustik performans artışı için kesit katmanlarının nasıl olması gerektiği ele alınmış, cam sistemlerinin teknik özellikleri tezin kapsamı açısından analiz edilmiştir. Yöntemin dördüncü aşamasında veri tabanını oluşturacak hesaplamaların nasıl yapılması gerektiğine dair sorulara yanıt aranmıştır. Bu amaçla; işitsel, ısısal, görsel performans hesapları

için işlem sırası oluşturulmuş, hesaplama araçları belirlenmiş, sonuç ekranında uygun kesitlerin görüntülenmesine yönelik adımlar kurgulanmıştır.



Şekil 2.1 Dört adımdan oluşan yöntem önerisi

2.1 Yönetmeliklerin İncelenmesi

Çalışma kapsamında geliştirilecek ön tasarım destek aracında önerilecek kesitlerin yönetmelikleri sağlaması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, Türkiye’de kabuğun işitsel, ısısal, görsel performansını ya da çevresel ortam koşullarını konu alan yönetmelikler belirlenmiş, yapı kabuğu performansına yönelik hesaplamalarda kullanılacak göstergeler ve fiziksel çevre koşulları için ilgili yönetmelikler referans alınmıştır.

Kabuğun işitsel performansının “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (BGKKHY)” kapsamında ve EN 12354-3 (2017) “Yapı akustiği -

Yapıların akustik performansının elemanların performanslarından hesaplanması - Bölüm 3: Hava ile yayılan dışarıdaki sesin yalıtımı” standardında “ağırlıklı standardize edilmiş cephe düzeyi farkı ($D_{nT,A,tr}$)” göstergesi ile ele alındığı görülmüştür. Dış ortamın gürültü düzeyi, gürültü haritalarında A ağırlıklı gündüz-akşam-gece çevresel gürültü düzeyine (L_{gag}) göre belirlenmektedir. Gürültü haritalarında kullanılacak sınır değerler ise Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi, 2002)’ne paralel hazırlanan “Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği (ÇGKY)”nda yer almaktadır. Kabuğun ısısal performansına ilişkin sınır değerler “TS 825:2013 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı”nda ısı geçirgenlik katsayısı “U” göstergesi ile belirtilmiştir. Aynı yönetmelikte Türkiye’deki ısısal çevre koşulları derece gün bölgelerine göre gruplandırılmıştır. “TS EN 17037 + A1: 2021 Binalarda Gün ışığı Standardı”nda hacimlerin gün ışığı değerlendirmeleri; gün ışığı aydınlığının sağlanması, dış ortamla görsel bağlantı, güneşlenme, kamaşmadan korunma parametreleri için en az – orta – yüksek performans ölçütüne göre yapılmakta, dış aydınlık düzeyleri “dış medyan yatay yayınlık aydınlık düzeyi ($E_{v,d,med}$)”, “dış medyan yatay global aydınlık düzeyi ($E_{v,g,med}$)” kullanılarak belirlenmektedir. “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP: 2008)”de ısıtma/soğutma ve aydınlatma enerjisi tüketimi referans bina ile karşılaştırılarak derecelendirilmektedir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 Çalışma kapsamında referans alınan yönetmelikler

	Yönetmelik	Yapı kabuğuna ilişkin gösterge	Çevre koşullarına ilişkin gruplama
İşitsel Performans	BGKKHY ÇGKY EN 12534-3	$D_{nT,A,tr}$	L_{gag} $L_{gündüz} - L_{akşam} - L_{gece} - L_{gag}$
İsisal Performans	TS 825: 2013 BEP: 2008	U Referans bina	Derece gün bölgeleri
Görsel Performans	TS EN 17037: 2018 + A1: 2001 BEP - Aydınlatma Enerjisinin Gereksinimlerinin Hesaplanması	Gün ışığı aydınlığının sağlanması Dış ortamla görsel bağlantı Güneşlenme Kamaşmadan Korunma (En Az, Orta, Düşük) Referans bina	$E_{v,d,med}$ $E_{v,g,med}$

2.1.1 İşitsel Performansa İlişkin Standart ve Yönetmelikler

Gürültü kirliliğinin insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerini dikkate alarak, uluslararası kuruluşlar ve hükümetler standart ya da yönetmelikler yayınlamaktadır. Türkiye’de de bu amaçla yapı kabuğunun işitsel performansını ve gürültü düzeylerinin çevre koşullarına göre sınıflandırmasını konu alan Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği (ÇGKY) ile Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (BGKKHY) kullanılmaktadır.

2.1.1.1 Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği

1996 yılından itibaren çevresel bir sorun olarak kabul edilen gürültü kirliliğinin denetlenmesi ve önlenmesi amacıyla Avrupa Parlamentosu ve Konseyi (2002) tarafından ülkeleri çevresel gürültüye karşı makro ölçekte önlem almaya teşvik eden direktif yayınlanmıştır. Bu direktife paralel olarak Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayı ile, çevresel gürültü maruziyeti sonucu oluşabilecek sorunlara karşı, kent kullanıcılarının beden ve ruh sağlığının korunabilmesi için gerekli tedbirlerin alınması amacıyla “Çevresel Gürültünün Denetlenmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” yayınlanmış, ilgili yönetmelik 2011 ve 2015 yıllarında revize edildikten sonra, 30.11.2022 tarih ve 32029 sayı ile “Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği” olarak yayınlanarak son halini almıştır (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015). Yönetmeliğe göre büyükşehir, il ya da ilçe belediyelerinin birleştirilmiş gürültü haritalarını hazırlaması ve 5 yılda bir güncellemesi gerekmektedir. Gürültü haritaları hazırlanırken çevresel gürültü göstergesi olarak, A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin ortalaması ile elde edilen gürültü göstergelerinin kullanılması, ölçeklendirmenin ise; “55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75” dB(A) sınır değerlerini gösterecek şekilde yapılması gerektiği belirtilmiştir (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi, 2002; Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015). Gürültü haritalarında; 07:00-19:00 saatleri arasındaki gündüz rahatsızlığını ifade eden $L_{gündüz}$; 19:00-23:00 saatleri arasındaki akşam rahatsızlığını ifade eden $L_{akşam}$; 23:00-07:00 saatleri arasındaki gece rahatsızlığını ifade eden L_{gece} , bu göstergelerin belli bir ağırlıkla

logaritmik olarak toplanmasıyla elde edilen ve tüm gün rahatsızlığını ifade eden L_{gag} göstergelerinin kullanılması istenmiştir.

2.1.1.2 Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik ve EN 12354-3 Standardı

Türkiye’de, her türlü binanın kullanım safhasında, bina dışında ya da içinde oluşacak gürültünün kişilerin beden ve ruh sağlığı üzerindeki etkilerini en aza indirmek amacıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 31 Mayıs 2017 tarih ve 30082 sayı ile “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (BGKKHY)” yürürlüğe konmuştur. Yönetmelikte yapı kabuğunda sağlanması gereken yalıtım değerlerine de yer verilmiş, bu amaç için ağırlıklı standardize edilmiş cephe düzeyi farkı ($D_{nT,A,tr}$) göstergesi kullanılmıştır. $D_{nT,A,tr}$ göstergesi, $D_{2m,nT,w}$ göstergesinin 100-3500 Hz aralığı ele alınarak, spektrum uyarlama terimi (C_{tr}) ile birlikte değerlendirilmesiyle elde edilmektedir. Bu göstergede;

- D (difference): alıcı ve kaynak hacim arasındaki ses basınç düzeyi farkını,
- 2m: cepheden 2 m uzaklıkta ölçülen gürültü düzeyinin referans alındığını,
- nT (normalized time) : standardize edilmiş yansıma süresini,
- w (weighted): frekans bandına göre değil ağırlıklı tek değer ile değerlendirme yapıldığını ifade etmektedir.

BGKKHY Ek: 7.1.2’de ve EN 12354-3 (2017) standardında D_{nT} göstergesi Eşitlik 1’e göre hesaplanmaktadır. Dolayısıyla ilgili hesaplamalarda iç ortam ve dış ortam arasındaki ses basınç düzeyi farkı hesaplandıktan sonra, hacimdeki yansıma süresinin, referans yansıma süresine oranı dikkate alınmaktadır. Aynı yönetmelik hükümlerine göre her türlü yapıda yansıma süresinin optimize edilmesi gerekmektedir. Bununla beraber yansımış ses enerjisine bağlı gürültüyü azaltmak amacıyla yansıma süresini optimize etmeyip yapı kabuğunu kalınlaştırmak, doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Bu sebeple ele alınan hacimlerin yansıma süresinin optimize edildiği kabul edilmiştir.

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

$D_{2m,nT}$:Standardize edilmiş düzey farkı

$L_{1,2m}$: Cephenin 2m uzağında ölçülmüş ses basınç düzeyi değeri (dB)

L_2 : Alıcı hacimde ölçülmüş ses basınç düzeyi (dB)

T : Alıcı hacimdeki yansıma süresi

T_0 : Referans yansıma süresi (sn) (konutlar için 0,5 sn olarak belirlenmiştir)

EN 12354-3 (2017) standardında cephenin balkon/galeri boşluğu içermesi durumu ya da oda geometrisine bağlı olarak $D_{2m,nT}$ göstergesinin değerlendirilmesine yönelik ayrı bir eşitlik yer almaktadır (Eşitlik 2). Bu eşitlikte alıcı odanın hacminin (V), cephede kapladığı alana oranı (S) dikkate alınmaktadır. Çalışma kapsamında cephedeki balkon ya da galeri olması durumu ele alınmadığından ve V/S oranına yönelik olasılıklar ile işleve göre değişen T_0 değeri hesap yükünü önemli ölçüde artıracığından Eşitlik 2 bu aşamada kapsam dışı bırakılmıştır. Eşitlikte kullanılan görünür ses azaltım indeksinin (R') yanal iletimlerin hesaplanması sonucu elde edilmektedir. İlgili standartta yanal iletimlerin çoğu durumda hesaplanmasına gerek olmadığı, rijit bağlantılı masif gereçlerin kullanıldığı cephelerde ses azaltım indeksinden (R) 2 dB çıkartılarak görünür ses azaltım indeksinin elde dlebileceği belirtilmektedir (EN 12354-3, 2017). Çalışma kapsamında geliştirilecek araç uygulamaya yönelik olduğundan yanal iletimler önem taşımaktadır. Dolayısıyla standartta konuya ilişkin yapılan açıklamalar kabukta sağlanması gereken hedef değerler belirlenirken dikkate alınacaktır.

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + \left(10 \log \left(C_{sab} \frac{V}{T_0 S} \right)\right) \quad (2)$$

$D_{2m,nT}$:Standardize edilmiş gürültü düzeyi farkı

R' : Görünür ses azaltım indeksi (dB)

ΔL_{fs} : Cephe formundan kaynaklanan düzey farkı (dB)

V : Alıcı odanın hacmi (m^3)

S : Alıcı odanın cephede kapladığı alan (m^2)

T_0 : Referans yansıma süresi (sn) (konutlar için 0,5 sn olarak belirlenmiştir)

Yapılan değerlendirmelere göre; yansıma süresi, cephede galeri/balkon olması durumu, oda geometrisine bağlı etkiler ihmal edildiğinde kabuğun performansının; dış ortamdaki ses basınç düzeyi ile iç ortamdaki ses basınç düzeyi arasındaki farkın

oluşmasını sağlayan yapı elemanlarının akustik yalıtım performansını belirlemek için kullanılan “ağırlıklı ses azaltma indeksi (R_w)” ve ses düzeylerinin ağırlıklı değerlendirilmesi durumunda tayfsal etkinin hesaplamalara dahil edilebilmesi amacıyla kullanılan “spektrum uyarlama terimi (C_{tr})” ile yapılması uygun görülmüştür. BGKKHY’ye göre sağlanması gereken “ R_w+C_{tr} ” değeri; alıcı odası hassasiyeti, dış ortam gürültüsü ve akustik performans sınıfı olmak üzere üç parametreye göre belirlenmektedir.

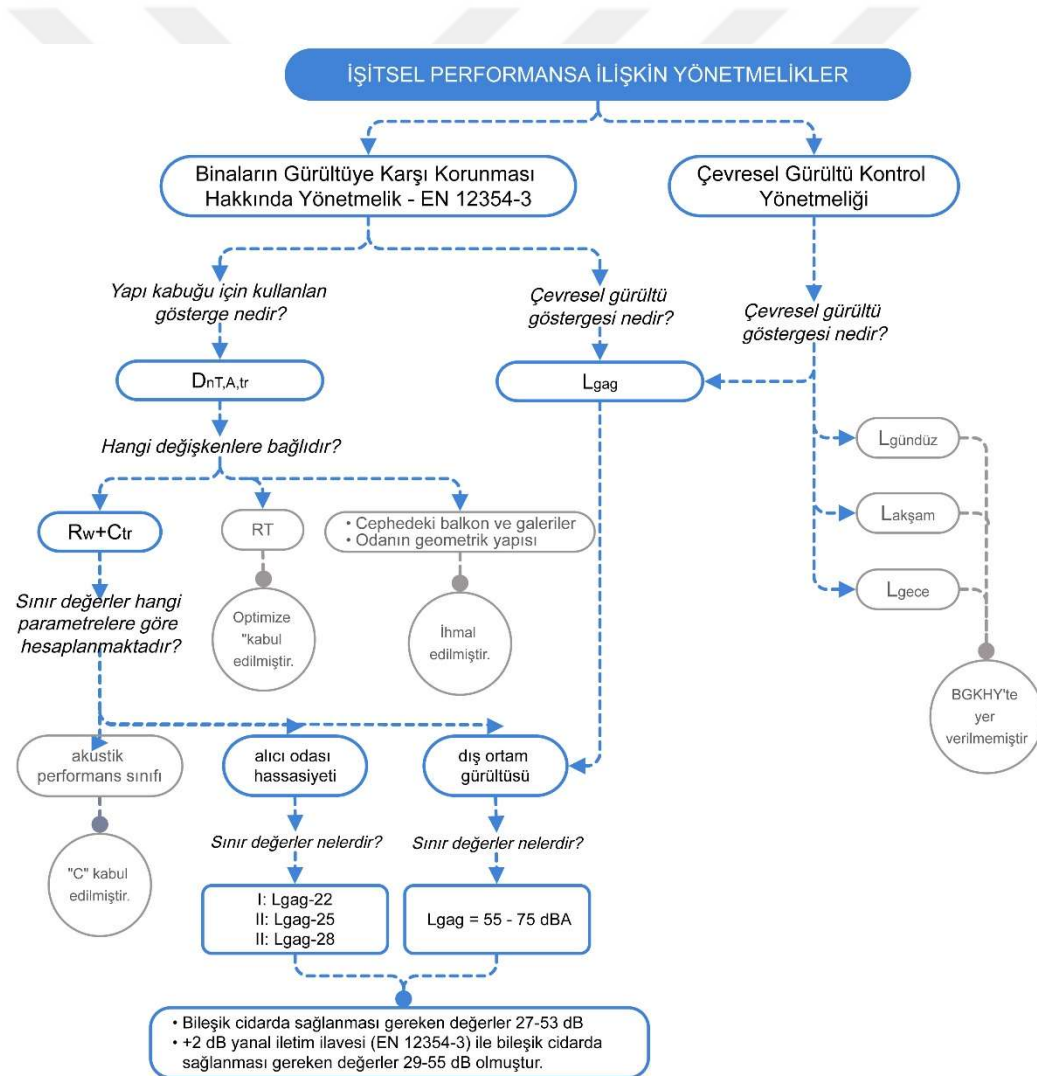
Alıcı odası hassasiyeti hacmin gürültüye karşı duyarlılığını ifade etmekte ve “I” en yüksek, “III” en düşük olmak üzere I, II, III olarak sınıflandırılmaktadır. Yönetmelikte çevresel gürültü göstergesi olarak ÇGKY referans verilmekte ve L_{gag} göstergesinin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Yukarda da bahsedildiği gibi gürültü haritaları göstergelerinde en yüksek 75 dB(A), en düşük 55 dB(A) olacak şekilde ölçeklendirme yapılmaktadır. Düşük alıcı odası hassasiyetine sahip hacimlerde L_{gag} değerinden 28 dB; yüksek alıcı odası hassasiyetine sahip hacimlerde ise 22 dB çıkartılarak kabukta sağlanması gereken değerler elde edilmektedir (Tablo 2.2). Bu durumda kabukta 27-53 dB ($75-22=53$, $55-28=27$) performans aralığına sahip kesitler oluşturulması gerektiği anlaşılmaktadır. EN 12354-3 (2017) standardında yanal iletimlere bağlı olarak kabuğun performansında yaşanacak düşüş dikkate alındığında +2 dB ilave edilmesi gerektiğinden kabukta sağlanması gereken değer aralığı 33-59 dB olmuştur (Şekil 2.).

Akustik performans sınıfı, gürültü ile ilgili; işitilmiyor, çok az işitiliyor gibi öznel değerlendirmelerin nesnel derecelendirmesi için kullanılan bir ölçüttür. “A” en iyi, “F” en kötü olacak şekilde sınıflandırılmaktadır. Yeni yapılacak binalar için yönetmelik hükümlerine göre “D”- “E”- “F” sınıfı performanslar yetersiz kalmaktadır. En az “C” akustik performans sınıfının sağlanması gerekmektedir. “A” ve “B” akustik performans sınıfı binalar için ise akustik uzmanları tarafından özel akustik projelendirme yapılması gerekmektedir. Çalışmanın hedefi akustik uzmanlarının ele aldığı özel projelere yönelik olmadığından, sadece “C” akustik performans sınıfı sınır değerleri referans alınmıştır.

Tablo 2.2 Yapı kabuğunda sağlanması gereken en düşük $D_{nT,A,tr}$ değerleri

ALICI ODASI HASSASİYET	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
	A	B	C	D	E	F
I	$L_{gag}-14$	$L_{gag}-18$	$L_{gag}-22$	$L_{gag}-26$	$L_{gag}-30$	$L_{gag}-34$
II	$L_{gag}-17$	$L_{gag}-21$	$L_{gag}-25$	$L_{gag}-29$	$L_{gag}-33$	$L_{gag}-37$
III	$L_{gag}-20$	$L_{gag}-24$	$L_{gag}-28$	$L_{gag}-32$	$L_{gag}-36$	$L_{gag}-40$

Yapılan değerlendirmeler ışığında işitsel performans analizlerinde; dış ortam gürültüsü ve alıcı odası hassasiyeti dikkate alınması, ağırlıklı ses azaltma indeksi ve spektrum düzeltme terimi (R_w+C_{tr}) göstergesinin kullanılması, yapı kabuğunda 29-55 dB performansın sağlanması gerektiği anlaşılmıştır.



Şekil 2.2 İşitsel performansa ilişkin yönetmeliklerin çalışmanın kapsamı açısından irdelenmesi

2.1.2 Isısal Performansa İlişkin Standart ve Yönetmelikler

İç ortam ile dış ortamı ayıran yapı bileşeni olarak yapı kabuğunda uygulanan ısı yalıtımı ısı konfor ve enerji tüketimi üzerinde önemli etkiye sahiptir (Ascione ve ark., 2015; Mirrahimi ve ark., 2016; Nasrollahzadeh, 2021). Türkiye’de yapı kabuğunda sağlanması gereken ısı yalıtımı ve enerji tüketimi “TS 825: 2013 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı” ve “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP)” ile değerlendirilmektedir.

2.1.2.1 TS 825: 2013 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı

Binalarda ısı kayıplarının azaltılması ve ısıtma enerjisini hesaplamaya yönelik kuralların açıklanması amacıyla hazırlanan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ilk olarak AB normları ile uyumlu bir şekilde 29.04.1998 tarihinde yayınlanmıştır. 14.06.1999 tarih ve 23725 sayı ile yayınlanan “Mecburi Standard Tebliği”nde TS 825 Standardı tüm binalarda uygulanmak üzere zorunlu standart haline getirilmiştir. TS 825/T1: 1999; TS 825/T2: 1999; TS 825/T3: 2002; TS 825: 2008; TS 825/T1: 2009; TS 825/T2: 2009; revizyonları sonrasında TS teknik kurulu tarafından onaylanarak 18.12.2013 tarihinde TS 825: 2013 olarak son halini almıştır.

Standardın 24.05.2008 tarihinde yürürlüğe giren versiyonu 26.05.2008 tarihinde Resmî Gazete’de yayınlanarak zorunlu standart haline getirilmiş, “Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği”nde derece gün bölgelerinin ve bölgelere uygun ısı geçirgenlik katsayılarının gösterildiği ekler bu versiyona uygun hazırlanmıştır (TS 825, 2008). Fakat standardın 2013’te güncellenen versiyonu henüz zorunlu standart halini almamıştır. Literatürde, TS 825: 2008 ve güncel versiyon dikkate alınarak yapılan hesaplamalı karşılaştırmalar, yalıtım kalınlıklarında önemli değişimler olduğunu ve son versiyona uygun yapılan hesaplar ile daha etkin enerji tasarrufu sağlandığını ortaya koymuştur (Atmaca, 2016; Bayer ve ark., 2019; Bayram & Yeşilata, 2009; Tanrıverdi, 2015; Yılmaz, 2011). Bu sebeple çalışma kapsamında standardın en güncel versiyonu TS 825: 2013 referans alınmıştır. Standartta yapı kabuğunun ısısal performansı “ısı geçirgenlik katsayısı (U)”, ısı çevre koşulları ise “derece gün bölgeleri (DGB)” ile belirlenmektedir. Yapı kabuğunun opak ve

saydam alanlarında sağlanması önerilen ısıl geçirgenlik katsayısı değerleri Tablo 2.3'te görülmektedir.

Tablo 2.3 DGB göre duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı (U_d) ve pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı (U_p) değerleri (TS 825, 2013)

	1. DGB	2. DGB	3. DGB	4. DGB	5. DGB
U_d (W/m ² K)	0,66	0,57	0,48	0,38	0,36
U_p^* (W/m ² K)	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
* Standartta pencerelerden olan ısı kayıplarının en aza indirilmesi açısından U_p değerinin kaplamalı camlar kullanılarak 1,4 W/m ² K'e kadar düşürülmesi tavsiye edilmektedir.					

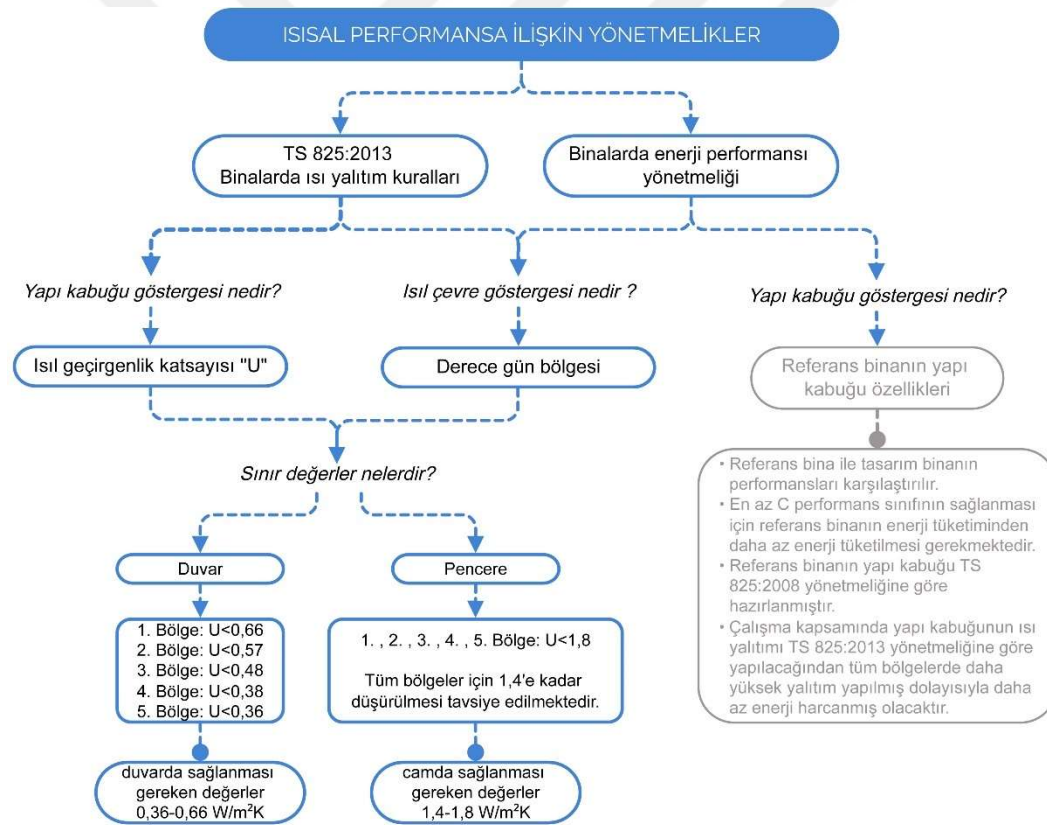
2.1.2.2 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

Türkiye’de 2010/31/EU AB direktifine paralel olarak 5.12.2008 tarih ve 27075 sayılı ile “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” yayınlanmıştır. Yönetmeliğin amacı binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının karbon emisyonu ve maliyet etkinliği gözetilerek belirlenmesidir (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008). Bu amaçla ilgili AB direktifine paralel olarak binalara enerji kimlik belgesi vermek için ulusal hesaplama aracı BEP-TR geliştirilmiştir. Enerji kimlik belgesinde binaların harcadıkları enerji; ısıtma, sıhhi sıcak su, soğutma, havalandırma ve aydınlatma olarak sınıflandırılmaktadır. Ulusal hesaplama aracında TS EN ISO 13790 Standardı’nda belirtilen basit saatlik dinamik hesaplama yöntemi kullanılmıştır (Yılmaz, 2011). Bu yöntemde, hesaplanan bina ile referans binanın enerji verimliliği performansları karşılaştırılmakta ve karşılaştırma sonucuna göre binanın enerji performansı sınıfı A-G arasında bir değer olarak belirlenmektedir. Referans binadan daha iyi performans gösteren binalar yönetmelikte öngörülen “A-B-C” enerji performansını sağlayabilmektedir. Referans binanın yapı kabuğu, mekanik sistemler, aydınlatma sistemi, sıcak su sistemi ile ilgili veriler ise bakanlık tarafından ilan edilmiştir (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2010b). Bu verilere göre referans binanın yapı kabuğu ısıl geçirgenlik katsayısı TS 825: 2008’e göre belirlenmiştir. Çalışma kapsamında TS 825: 2013’te belirlenen ısıl geçirgenlik katsayıları ölçüt olarak kabul edildiğinden önerilerin enerji verimliliği performansı referans binadan daha yüksek olacak, yönetmeliğin istediği şart sağlanacaktır (Tablo 2.4).

Tablo 2.4 U değerlerinin karşılaştırılması

	Duvarın Isıl Geçirgenlik Katsayısı (U_d) -W/m ² K					Camın Isıl Geçirgenlik Katsayısı (U_p) -W/m ² K				
Derece Gün Bölgesi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
TS 825: 2008	0,70	0,60	0,50	0,40	-	2,4	2,4	2,4	2,4	-
TS 825: 2013	0,60	0,57	0,48	0,38	0,36	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

Yapılan değerlendirmeler ışığında ısısal performans analizlerinde; yapı kabuğu göstergesi olarak ısıl geçirgenlik katsayısının (U) kullanılmasına ve duvar alanlarında 0,36-0,66 W/m²K, cam alanlarda 1,4-1,8 W/m²K performansın sağlanması gerektiğine ısısal çevre göstergesi olarak derece gün bölgesi sınıflandırmasının kullanımına karar verilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Isısal performansa ilişkin yönetmeliklerin çalışmanın kapsamı açısından irdelenmesi

2.1.3 Görsel Performansa İlişkin Standart ve Yönetmelikler

Binaların gün ışığı başarımlarının artırılması amacıyla henüz projelendirme aşamasındayken simülasyon araçları ile gün ışığı performansının analiz edilmesi her geçen gün yaygınlaşmaktadır (Baş & Kazanasmaz, 2020; Eltaweel & Yuehong, 2017; Ochoa ve ark., 2012; Peters & Peters, 2018; Uç & Dokuzer Öztürk, 2022; Yassin ve ark., 2017). Özellikle Avrupa ülkelerinde analizler Avrupa Birliği Standardizasyon Komitesi (CEN) tarafından yayınlanan “EN 17037+A1” Binalarda Gün ışığı Standardı çerçevesinde yapılmaktadır (Kuhlenengel ve ark., 2019; Solvang ve ark., 2020; Šprah & Košir, 2020). Görsel konforun yanı sıra gün ışığı kullanımının enerji tüketimi açısından etkilerinin değerlendirilmesi de gerekmektedir. Bu amaçla “Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi – Aydınlatma Enerjisinin Gereksinimlerinin Hesaplanması” hükümleri çalışmanın kapsamı açısından analiz edilmiştir (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2010a).

2.1.3.1 TS EN:17037-2018 Binalarda Gün ışığı Standardı

İç mekanda uygun gün ışığı uygun kullanımını sağlamaya yönelik bilgiler oluşturmak amacıyla AB Standardizasyon Komitesi tarafından Haziran 2018’de yürürlüğe konan EN 17037 Binalarda Gün Işığı Standardı 28.01.2019 tarihinde Türk Standartları Enstitüsü tarafından TS EN 17037: 2019 Binalarda Gün Işığı Standardı olarak yayınlanmıştır (TS EN 17037, 2019). Standartta gün ışığı performansı; gün ışığı aydınlığının sağlanması, dış ortamla görsel bağlantı, güneşlenme, kamaşmadan korunma olmak üzere dört ana başlık altında değerlendirilmektedir. Her bir ölçüt için “en az”, “orta”, “düşük” performans sınır değerleri belirtilmiştir.

Gün ışığı aydınlığının sağlanması: Gün ışığı aydınlığının sağlanması, gün ışığı saatlerinin yarısında, referans düzlemin %50’inde hedef aydınlık düzeyinin (E_T) ve referans düzlemin %95’inde en düşük hedef aydınlık düzeyinin (E_{TM}) sağlanmasıyla mümkündür. Standartta her iki performans için de belirtilen “en az”, “orta”, “yüksek” performans hedefleri belirlenmiştir (Tablo 2.5). Gün ışığı aydınlığının sağlanması hesapları için “gün ışığı çarpanı (DF) kullanma” ve “iklim verilerini kullanma” olmak üzere iki hesap yöntemi önerilmiştir.

Tablo 2.5 Performansa göre sağlanması gereken aydınlık düzeyleri (TS EN 17037, 2019)

	En Az (lx)	Orta (lx)	Yüksek (lx)
Hedef Aydınlık Düzeyi (ref. düzlemin %50'sinde)	300	500	750
Min. Hedef Aydınlık Düzeyi (ref. düzlemin %95'inde)	100	300	500

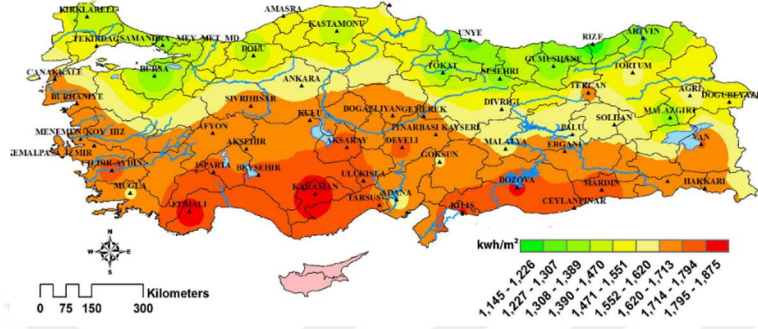
Dünya yüzeyinde yatay aydınlatmayı oluşturan gün ışığının iki bileşeni vardır. Güneşten gelen dolaysız görünür ışıınım ve atmosferdeki parçacıklar tarafından saçılan yayınlık görünür ışıınımı (Kotti ve ark., 2014). Gün ışığı teorisinde bu durum iki kavramla ele alınmaktadır: Sadece gök ışığından oluşan "yayınlık yatay aydınlatma ($E_{v,d}$)" ve hem doğrudan güneş ışığı hem de yayınlık gök ışığından oluşan "küresel yatay aydınlatma ($E_{v,g}$)" (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, 2020).

Gün ışığı çarpanı yönteminde $E_{v,d}$ parametresinin kullanılması sebebiyle dolaysız güneş ışığı ihmal edilirken, iklim verilerinin kullanıldığı ikinci hesaplama yönteminde $E_{v,g}$ parametresi kullanılmakta ve gün ışığının iki bileşeni de dikkate alınmaktadır. İlk yöntemde dış aydınlık düzeyi, atmosfere ulaşan güneş ışıınımına ve hava kütlesi bileşenlerine göre belirlenmekte, elde edilen aydınlık zenitten ufka 3:1 oranıyla dağıtılmaktadır. İkinci yöntemde ise güneşin konumu dikkate alınmakta ve gök kubbe parçalara bölünerek bir matriks oluşturulmaktadır (Tregenza, 1987; Tregenza, 2004; Tregenza & Waters, 1983). Aydınlık dağılımı gök parçasının güneşe olan uzaklığı ve zenite olan uzaklığına göre değişmekte güneş konumu etrafında yüksek güneşten uzaklaştıkça düşük olmaktadır. Bu sebeple oransal olarak düzgün dağılmış bir gök modeli değil güneşten gelen ışıınıma bağlı olarak modellenen gök modeli kullanılmaktadır (Perez ve ark., 1990). Hesaplama yöntemleri arasındaki bu farklılıklar güneşli iklim bölgelerinde sonuçlarda kayda değer değişimlere neden olmaktadır (Nabil & Mardaljevic, 2005). EN 17037 Standardı, hesaplamalarda "uygun gökyüzü tipinin" seçilmesini tavsiye etmekte ve DF yönteminin güneşli iklimlerde bir değer kaybına yol açabileceğini belirtmektedir. Ancak, "güneşli iklim" için bir tanım veya farklı iklim bölgeleri için "uygun gökyüzü tipi" seçimine yönelik bir direktif bulunmamaktadır.

Türkiye’de iklim bir yıl boyunca hem kapalı gökyüzü hem de açık gökyüzü dahil olmak üzere çeşitli gökyüzü tipleri meydana gelmektedir. Bu sebeple yöntem

seçimi hesapların hassasiyeti açısından önem taşımaktadır. Uygun yöntemin belirlenebilmesi amacıyla tez kapsamında ön hesaplar yapılmıştır.

Türkiye’de gün ışığı miktarını etkileyen; ortalama toplam güneş radyasyonu ve ortalama günlük güneşlenme süresi dağılımı değerleri yüksekten düşüğe olacak şekilde güneyden kuzeye doğru değişmektedir (Şekil 2.4).



(a)



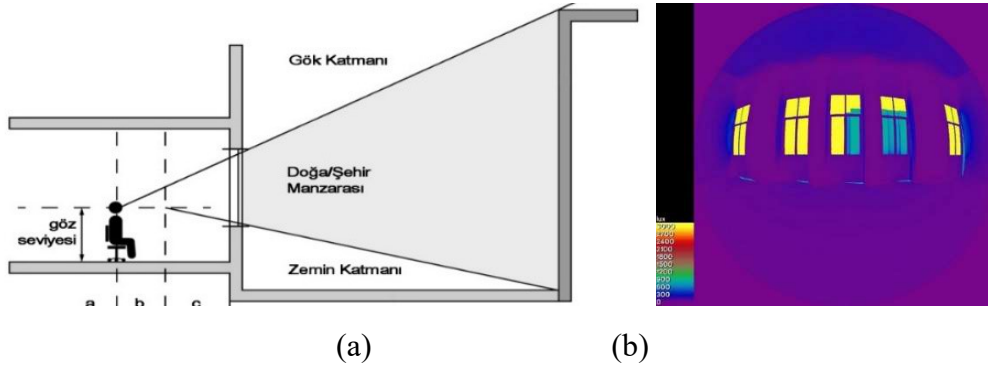
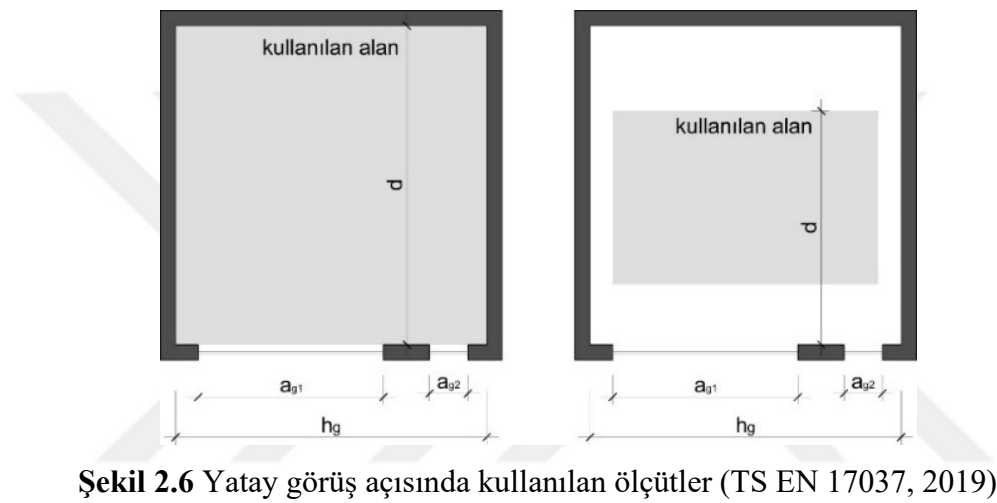
(b)

Şekil 2.4 Türkiye illerine ait meteorolojik veriler **a:** uzun dönem ortalama toplam güneş radyasyonu dağılımı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022), **b:** Yıllık ortalama güneşlenme süresi (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021)

Tez çalışması kapsamında yapılan hesaplamalarda birinci yöntemde aydınlık dağılımının doğudan batıya, ikinci yöntemde güneyden kuzeye doğru olduğu görülmüştür. Türkiye’de; birinci yöntemde kullanılan ve gün ışığı miktarını doğrudan etkilemeyen hava sıcaklığı, nem gibi hava kütlesi bileşenlerinin dağılımı doğudan batıya doğru değiştiğinden, birinci yöntemde elde edilen veriler Şekil 2.4’te gösterilen meteorolojik haritalar ile uyumlu olmamıştır (Şekil 2.5).

Dış ortamla görsel bağlantı: Standartta dış ortamla görsel bağlantının sağlanması yatay görüş açısı, dış engel uzaklığı, görünür katmanlar olmak üzere üç alt ölçüt ile değerlendirilmektedir.

Yatay görüş açısı; açıklığın genişliği (a_g), kullanılan alanın derinliği (d) ve cephenin toplam genişliğine (h_g) bağlı olarak değişmektedir (Şekil 2.6). Dış engel uzaklığı, hacmin kullanılan alanının dış engele uzaklığına göre belirlenmektedir. Görünür katmanlar ölçütü ise oturan ya da ayakta kullanıcı için açıklıktan dışarı doğru bakıldığında algılanan katmanları (doğa/şehir, zemin, gök) ifade etmektedir (Şekil 2.7)



Şekil 2.7 Dış görüşün belirlenmesi **a:** geometrik etüt yöntemi, **b:** balık gözü kamera

Güneşlenme süresi: 1 Şubat – 21 Mart tarihleri arasında açık gök koşullarına sahip bir günde hacme dolaysız gün ışığının ulaştığı saatleri ifade etmektedir. Kreşlerin oyun odaları, hasta odaları ve konutların yaşama mekanları için hesaplanması tavsiye edilmektedir. Açıklığın yönü, dış engeller, duvar kalınlığı ve coğrafi konuma göre değişmektedir.

Kamaşmadan korunma: Standartta kamaşmadan korunma “gün ışığına bağlı kamaşma olasılığı (DGP)” ile değerlendirilmektedir. İşlevi okuma yazmaya yönelik olan ya da ekran kullanımı olan hacimlerde, kullanıcının hareket kabiliyetinin olmadığı durumlarda (ofis, derslik vb.) hacmin kullanım zamanı olan 08:00-18:00 saatleri arasındaki zaman dilimi için hesaplanmaktadır. Hacmin en dezavantajlı kullanıcılarına göre, kullanım zamanının %5’inde aşılmaması gereken DGP değerleri belirtilmektedir.

Gün ışığı aydınlığının sağlanması parametresi binanın gün ışığı performansının temelini oluşturmakta ve uzun yıllardır kullanılmaktadır (Angus, 1939; Departmental committee on lighting in factories and workshops, 1915; Waldram & Waldram, 1923). Dış ortamla görsel bağlantı alt ölçütleri; açıklığın konumuna, cephe genişliğine, oda derinliğine, dış engel durumuna göre önemli değişimler göstermektedir. Bu sebeple algoritmaya çok sayıda alternatif eklenmesine, veri girişinin az, hesap süresinin kısa olması hedeflerinden uzaklaşmaya ve hesap süreçlerinin karmaşılaşmasına sebep olmaktadır. Bununla beraber dış görüş ölçütünün değerlendirilmesi mimarlar tarafından rahatlıkla kullanılabilecek, karmaşık hesaplar gerektirmeyen, basit yöntemlere (grafik okuma, mesafe ölçme, şematik etüt) dayanmaktadır. Güneşlenme süresi ve kamaşmadan korunma ölçütleri ise tüm işlevler için aranmamakta ve kullanıcının pozisyonu, gölgeleme elemanı/panjur kullanımı, dış süs kaplama ögesi gibi tasarım her aşamasında değişebilecek ve tasarım süreçlerinin başa sarmayacak yönergelere göre etüt edilmektedir.

Yapılan değerlendirmeler ışığında çalışma kapsamında gün ışığı aydınlığı sağlanması ölçütünün ikinci yöntemin kullanılarak ele alınması, dış ortamla görsel bağlantı sağlanması, güneşlenme ve kamaşmadan korunma ölçütlerinin ise çalışma kapsamında değerlendirmeye alınmaması uygun görülmüştür.

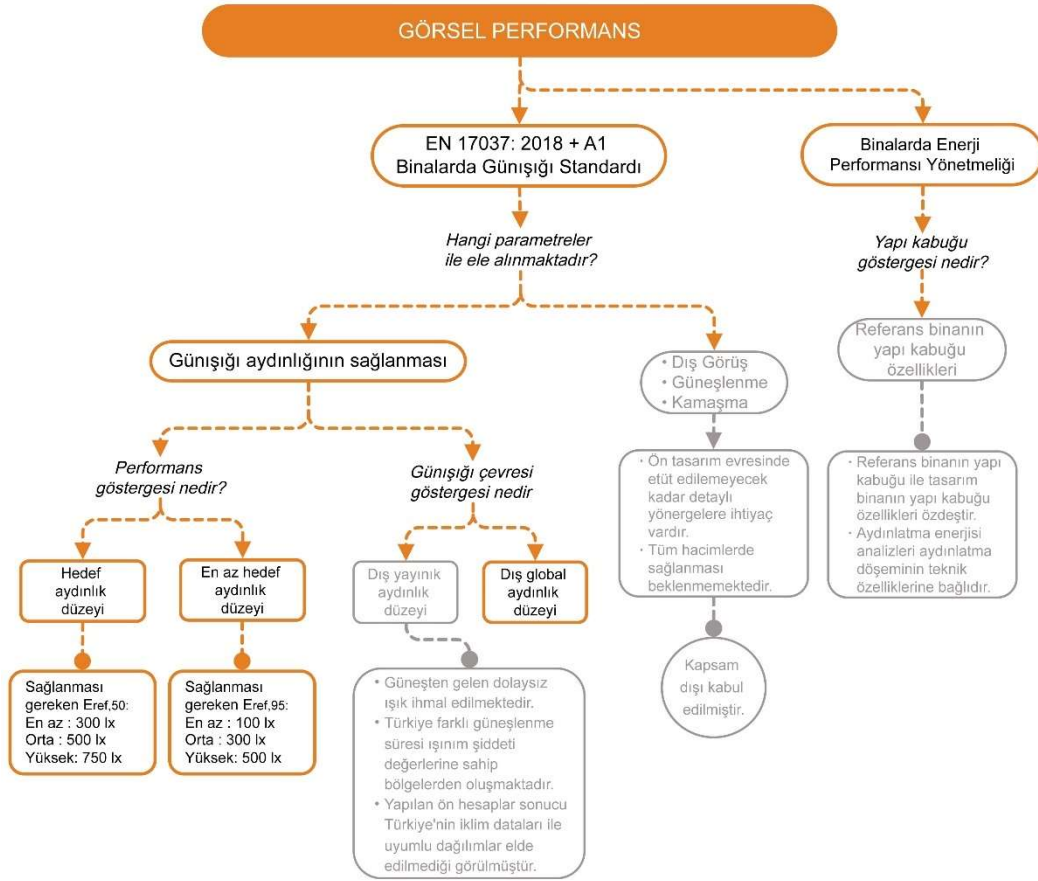
2.1.3.2 Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi – Aydınlatma

Enerjisinin Gereksinimlerinin Hesaplanması

Enerji kimlik belgesinde yer alan binalarda aydınlatmada kullanılan enerji miktarı ölçütünün değerlendirilmesi amacıyla “Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi – Aydınlatma Enerjisinin Gereksinimlerinin Hesaplanması” yönetmeliği

2010 yılında Resmî Gazete’de yayınlanmıştır (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2010a). Hesap yönteminde; toplam kurulu aydınlatma gücünün gün ışığına bağlı kullanımı referans bina ile karşılaştırılarak, iç aydınlatma için gerekli enerji miktarı hesaplanmaktadır. Referans binanın yerleşik aygıtları, kontrol donatısı gibi elektrik donanımları hesap yönteminde belirtilmiştir. Bununla beraber referans bina, hesaplanacak bina ile; aynı konum ve yönde, özdeş biçim/form özelliklerine, plan yapısına, işleve, kat adedine, kat yüksekliğine ve saydamlık oranına sahip olarak program tarafından modellenmektedir (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2010b). Referans binanın gün ışığı performansını etkileyecek parametreleri ile tasarım bina parametrelerinin aynı olması sebebiyle aydınlatmada kullanılacak enerjinin, çalışma kapsamında olmayan yapay aydınlatma döşemine göre değerlendirildiğini söylemek mümkündür.

Sonuç olarak, görsel performans analizlerinde yapı kabuğu göstergesi olarak “referans düzlemde oluşan aydınlık düzeyleri $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ ” göstergelerinin; çevresel aydınlık düzeyi sınıflandırmasında ise $E_{v,g,med}$ değerlerinin kullanılması uygun görülmüştür (Şekil 2.8). Bununla beraber standartta 750 lx’ten yukarıda olan aydınlık düzeyleri için bir üst sınır belirtilmemiştir. Literatürde ise 3000 lx’ten yüksek aydınlık düzeyleri gereğinden fazla olarak tanımlanmaktadır (Lindelöf & Morel, 2008; Uyduran, 2021). İklim tabanlı gün ışığı modelinde kullanılan yararlı gün ışığı parametresi (UDI) referans düzlemde oluşan aydınlık düzeyinin; yetersiz, yararlı ve gereğinden fazla olması durumlarının oransal olarak ifade etmektedir. (Nabil & Mardaljevic, 2005; Nabil & Mardaljevic, 2006). Çalışma kapsamında yüksek aydınlık düzeylerinin de tasarımcının dikkatine sunmak amacıyla UDI parametresine de yer verilmiştir.



Şekil 2.8 Görsel performansa ilişkin yönetmeliklerin irdelenmesi

Yönetmeliklerin çalışmanın kapsamı açısından irdelenmesi sonucunda yapı kabuğu performansının ve çevresel ortam koşullarının değerlendirileceği göstergeler ve yapı kabuğunda sağlanması gereken sınır değerler belirlenmiştir (Tablo 2.6).

Tablo 2.6 Yapı kabuğu göstergeleri ve sınır değerleri ile çevresel ortam göstergeleri

Performans Türü	Yapı Kabuğu		Çevresel Ortam Göstergesi
	Gösterge	Sınır Değer	
İşitsel	$R_w + C_{tr}$	29-55 dB	Gürültü haritalarında kullanılan L_{gag} değerleri
	Alıcı Odası Hassasiyeti	I, II, III	
Isısal	U_d	0,36-0,66 W/m ² K	Derece gün bölgesi
	U_p	1,4 – 1,8 W/m ² K	
Görsel	Referans düzlemin %95'inde elde edilen aydınlık düzeyleri	100-300-500 lx	Dış global aydınlık düzeyi
	Referans düzlemin %50'sinde elde edilen aydınlık düzeyleri	300-500-750 lx	
	Yararlı gün ışığı oranı	-	

2.2 Parametrelerin Analizi

Bölüm 2.1’de yönetmelik ve standartlardaki yapı kabuğu göstergeleri çalışmanın kapsamı açısından irdelenmiştir. Bu bölümde ise yönetmeliklerdeki yapı kabuğu göstergelerini etkileyen parametreler nelerdir, sorusuna cevap aranmıştır. Tezin amacı tüm performansların bir arada değerlendirilmesi olduğundan etkileşim halindeki parametreler gruplandırılmıştır. Literatürdeki çalışmalar ve yapılan ön hesaplar ışığında parametrelerin adım aralıkları belirlenmiş her bir adım aralığı için hesap değeri tayin edilmiştir. Tezin nihai amacı kullanıcı dostu bir ön tasarım destek aracı geliştirmek olduğundan her bir parametrenin seçim ya da sonuç ekranında yer alma durumu irdelenmiş, seçim ekranında yer alacak teknik terminolojinin sezgisel verilerle desteklenmesi ve pratik bir sonuç ekranı için öneriler oluşturulmuştur.

2.2.1 Parametrelerin Belirlenmesi ve Gruplandırılması

Kabuğun işitsel, ısısal ve görsel performansı; gereçlerin türü, termofizik özellikleri, kalınlıkları, binanın konumu, yönelimi, saydamlık oranı gibi pek çok parametreye göre değişmektedir. Bu parametreler bazen birden fazla performansa etki etmekte, hatta ters etkileşim halinde olabilmektedir. Örneğin; yoğunluğun artması akustik performans açısından olumlu iken ısısal performansın düşmesine sebep olmaktadır. Benzer bir şekilde saydamlık oranının artması görsel performansı yükseltirken işitsel performansı düşürmektedir. Bu sebeple her bir göstergeyi etkileyen parametreler belirlenmiş ortak parametreler gruplandırılmıştır.

Ağırlıklı ses azaltma indeksi ve spektrum uyarlama terimi (R_w+C_{tr}): Hava doğuşlu seslerde sağlanan ses azaltımının, referans eğriler kullanılarak tek sayı ile ifade edilmesini sağlayan parametredir (EN ISO 717-1:1996+A1:2006, 2006). Opak ve saydam alanlara sahip bileşik cidarın ses geçiş kaybı; saydamlık oranına, kesitte kullanılan elemanların ses azaltma indeksine (R) ve gereçlerin tek katmanlı ya da aralarında boşluk olacak şekilde çok katmanlı kullanılmasına göre değişmektedir (Egan, 2000). Elemanların ses azaltma değeri ise kütle kanuna göre birim alan başına düşen ağırlığa, başka bir deyişle gerecin kalınlık ve yoğunluğa bağlıdır (Everest & Pohlmann, 2021).

Alıcı odası hassasiyeti: BGKKHY’de farklı işlevler için bina ölçeğinde ve mekân alt ölçeğinde kaynak alıcı olmaları durumunda hassasiyet sınıfları belirlenmiştir.

Bina ölçeği ile mekân alt ölçeği hassasiyet derecesinde önemli değişimler görülmektedir. Örneğin; konutlar yüksek hassasiyet sınıfında ele alınırken konut mekanlarından mutfak en düşük hassasiyete; büro ve idari binalar düşük hassasiyete sahipken, toplantı salonu yüksek hassasiyete sahiptir (Tablo 2.7).

Tablo 2.7 İşleve bağlı hassasiyet derecesi örnekleri (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017a)'den uyarlanmıştır.)

BİNA ÖLÇEĞİNDE		MEKÂN ÖLÇEĞİNDE	
İŞLEV	Hassasiyet Derecesi	Mekân	Hassasiyet Derecesi
Konutlar	I	Yatak odaları	I
		Yaşam alanları	II
		Mutfaklar/banyo	III
Eğitim Tesisleri	II	Derslikler	I
		Müzik/resim/dans atölyesi	II
		İdari birimler	II
		Spor salonu	III
Büro ve İdari Binalar	III	Açık planlı alanlar	II
		Toplantı odaları	I
		Dinlenme alanları	II

Dış ortam gürültü düzeyi: L_{gag} göstergesi yapının bulunduğu bölgenin kentsel yoğunluğuna, yerleşim dokusundaki gürültü kaynaklarına bağlı olarak değişmektedir.

Isıl geçirgenlik katsayısı: İç ortam ile dış ortam arasında sıcaklık farkı 1 derece iken, yapı kabuğunun; 1 m² alanından, 1 saatte, dik doğrultuda geçen ısı enerjisi miktarıdır (Yasan, 2011). Birimi W/m²K'dir. Kesitte yer alan gereçlerin kalınlığına, ısı iletkenliğine ve tek katmanlı ya da çok katmanlı kullanımına bağlıdır (TS 825, 2013).

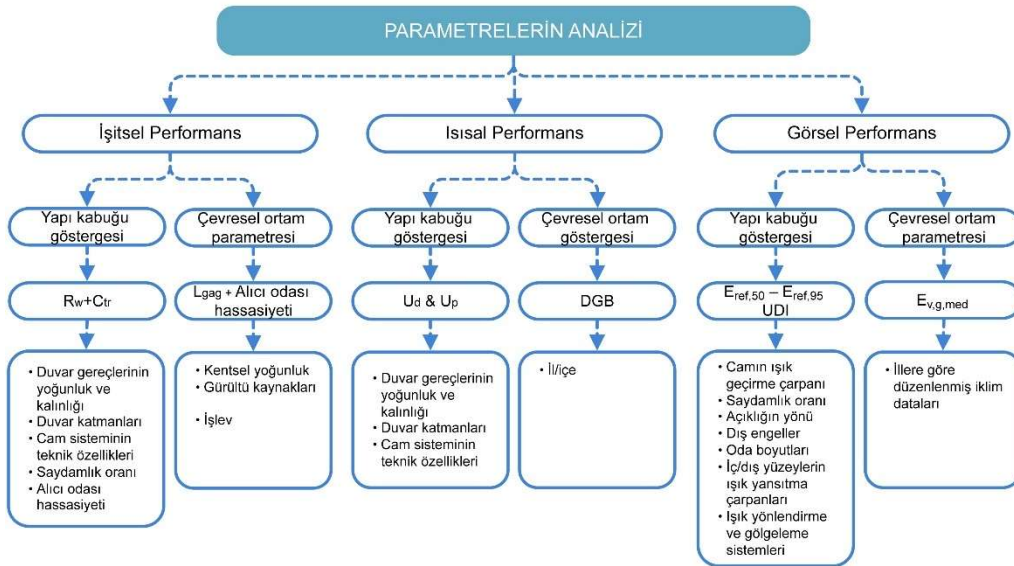
Derece gün bölgesi: TS 825: 2013 standardına göre belirlenmektedir. İl ve ilçelere göre değişmektedir.

Referans düzlem üzerinde oluşan aydınlık düzeyi: Gökyüzünden ve güneşten gelen toplam gün ışığı miktarına, dış yüzeylerden yansıyan ışık miktarına ve iç yüzeylerden yansıyan ışığın miktarına bağlıdır. Başlıca; binanın coğrafi konumu, açıklığın yönü, dış engel durumu, dış yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı, saydamlık

oranı, camın ışık geçirirne çarpanı, iç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı ve ışık yönlendirme/engelleme sistemleri parametrelerinden etkilenmektedir (Arpacioğlu, 2010).

Dış yatay global aydınlık düzeyi: Güneşten gelen dolaysız görünür ışınım ve atmosferdeki parçacıklar tarafından gökyüzüne saçılan yayınık görünür ışınımın toplamını ifade etmektedir (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, 2020). Atmosfere ulaşan güneş radyasyonunun oluşturduğu aydınlık, hava sıcaklığı, nem ve tozdan oluşan hava kütesinin bir fonksiyonudur (Khorasanizadeh & Mohammadi, 2016). Dolayısıyla dış global aydınlık düzeyi; yapının bulunduğu konumun enlemi, boylamı ve hava kütesinden etkilenmektedir. İklimle dayalı gün ışığı hesaplarında kullanılan ve uzun vadeli meteorolojik istatistikler kullanılarak, konuma göre oluşturulan iklim dataları dış global aydınlık düzeyi parametresi bileşenlerini içermektedir. Bu sebeple, dış global aydınlık düzeyi parametresini konuma göre değerlendirmek mümkündür. Bahsedilen iklim dataları Pusat ve ark. (2015) tarafından tipik meteorolojik yıl yöntemi kullanılarak öncelikle Türkiye'nin 8 ili için oluşturulmuş daha sonra bu çalışma tüm illeri kapsayacak şekilde genişletilmiştir (ibpsa.NEWS, 2016).

Yapılan değerlendirmeler ışığında işitsel, ısısal ve görsel performans göstergelerini etkileyen parametreler belirlenmiştir (Şekil 2.9). Tablo 2.8'de ortak parametreler aynı renk ile boyanarak işaretlenmiştir.



Şekil 2.9 Yapı kabuğu ve çevresel ortam göstergelerini etkileyen parametreler

Tablo 2.8 Kabuğun performansını etkileyen parametrelerin analizi

İşitsel Performans	Isısal Performans	Görsel Performans
Duvar sisteminin teknik özellikleri (Kalınlık/yoğunluk/katmanlar)	Duvar sisteminin teknik özellikleri (Kalınlık/yoğunluk/katmanlar)	$E_{ref,50} - E_{ref,95} - UDI$
Pencere sisteminin teknik özellikleri	Pencere sisteminin teknik özellikleri	Pencere sisteminin teknik özellikleri
Saydamlık oranı	-	Saydamlık oranı
Konum Çevresel gürültü ortamı (L_{gag} -kentsel yoğunluk)	Konum Derece gün bölgesi (İl /İlçe)	Konum $E_{v,g,med}$ iklim dataları (iller)
Alıcı odası hassasiyeti	-	Açıklığın yönü
	-	Dış engeller
-	-	Oda boyutları
-	-	İç/dış yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı
		Işık yönlendirme sistemleri

2.2.2 Seçim ve Sonuç Ekranında Yer Alacak Parametreler

Parametrelerin belirlenmesi ve ortak parametrelerin gruplandırılmasından sonra, parametreler ön tasarım destek aracının seçim ya da sonuç ekranında yer alması açısından analiz edilmiştir. Başka bir deyişle ilgili parametre verisi kullanıcı tarafından mı programa aktarılmalı, yoksa program tarafından mı kullanıcıya sunulmalı sorusuna cevap aranmıştır. Bu bakış açısıyla literatür özetinde yapılan değerlendirmeler dikkate alınmış; kullanıcı/uzman tarafından biliniyor olması, veri girişini uzatması, ilk tasarım evresinde bilinme durumu göz önünde bulundurulmuştur. Teknik terminolojileri destekleyecek sezgisel tanımlamalar ve pratik bir sonuç ekranı için çözüm önerileri oluşturulmuştur. Öncelikle ortak parametreler sonra sırayla tüm parametreler bu bakış açısı ile analiz edilmiştir.

Duvar sisteminin teknik özellikleri: Duvar gereçlerinin “ $R_{w+}C_{tr}$ ”, “ U ” değerleri, yoğunluk, kalınlık ve katman adedi bilgileri teknik verilerdir ve kullanıcı tarafından bilinmesi ya da ön tasarım evresinde belirlenmiş olması mümkün değildir. İşitsel ve ısısal performansı doğrudan etkileyen bu veri girişinin kullanıcı tarafından yapılması çözüm alanını daraltacaktır. Örneğin; yüksek akustik performans gerektiren bir ortamda yetersiz duvar kalınlığı seçimi “çözumsuz” sonuç olasılığını

artıracaktır. Belirtilen sebeplerle duvar sisteminin teknik özelliklerinin sonuç ekranında yer alması uygun görülmüştür.

Sonuç ekranında öneri kesitler ile sağlanan “ R_w ” ve “ U ” değerlerinin yanı sıra, ilgili yönetmeliklere göre sağlanması gereken değerler de görüntülenecektir. Böylelikle kullanıcının yönetmelikleri bilmesine gerek kalmadan çözüm alternatiflerinin performansını analiz etmesine imkân sağlanacaktır. Öneri kesitlerin toplam kesit kalınlığı ile yalıtım kalınlığını gösteren bilgi kutularına yer verilecektir. Her bir kesit için açıklamalı üç boyutlu (3D) görseller oluşturulacaktır. Bileşik cidarda ağırlıklı ses azaltma indeksi ve spektrum uyarlama terimi yerine (R_w+C_{tr}) “duvar+cam akustik performansı”, duvarın ısı iletkenlik katsayısı (U_d) yerine duvarın ısısal performansı ifadeleri kullanılacaktır. Verilen kararlar ile tezin hedefine paralel olarak anlaşılabilir görseller ve açıklamalar içeren bir sonuç ekranında kullanıcının; “Duvarda izo-tuğla mı gaz beton mu kullanılırsa yalıtım avantajı sağlanır?”, “Hangi gereç duvar ya da yalıtım kalınlığı açısından daha avantajlıdır?” gibi sorularına cevap bulması amaçlanmıştır.

Duvarın teknik özelliklerinden katman durumu, cephe kaplama gerecinin mekanik askı kullanarak boşluklu uygulanması ile de değişmektedir. Bu durumda cephenin akustik performansı artmaktadır. Cephe kaplaması, performans artışı gerekmesi bile estetik amaçlarla uygulanabildiğinden öneri kesitlerde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Örneğin; hastane, okul, kültür merkezi gibi kamusal bir yapıda kaplamalı cephe uygulanması planlanırken bu uygulamanın sağlayacağı avantajlar dikkate alınmadan hesap yapılması enerji verimliliği açısından yanıltıcı olacaktır. Dolayısıyla kullanıcı tarafından belirlenmesi ve öneri kesitleri etkilemesi sebebiyle “cephe kaplaması durumu” verisinin seçim ekranında yer alması, mimari uygulamalarda aktif olarak kullanılan her iki durum için de çözüm önerileri üretilmesi gerekmektedir. Kaplamasız/kaplamalı cephe ifadelerinin örnek gereç isimleri ile desteklenerek kullanıcı açısından seçim yapmanın kolaylaştırılması hedeflenmektedir.

Pencere sisteminin teknik özellikleri: Camın ve çerçevenin teknik özellikleri kabuğun her üç performansını da önemli ölçüde etkilemektedir. Optimum kesitleri oluşturabilmek için doğru cam ve çerçeve seçimi yapmak gerekmektedir. Bununla beraber ön tasarım evresinde saydamlık oranı bile sıklıkla değişirken camın

“4+12+4 mm” ya da “4+16+4 mm” olması hakkında bilgi talep edilmesi uygulama gerçekleri ile örtüşmemektedir. Bu sebeple pencere sistemi alternatifleri seçim ekranında yer almayacak, sonuç ekranında yer alacaktır.

Duvar sistemine benzer olarak pencere sisteminin de üç boyutlu (3D) açıklamalı görselleri oluşturulacak, yönetmeliklere göre sağlanması gereken ve öneri kesitler ile sağlanan performans değerleri görüntülenecektir. Camın “ R_w+C_{tr} ” performansı “duvar+cam akustik performansı” kutucuğunda gösterileceğinden, sadece U_p değerini gösteren “camın ısısal performansı” alanı oluşturulacaktır.

Aydınlık düzeyleri: Referans düzlemin %50’sinde elde edilen aydınlık düzeyleri ($E_{ref,50}$), referans düzlemin %95’inde elde edilen aydınlık düzeyleri ($E_{ref,95}$) ve yararlı gün ışığı oranlarının kullanıcı tarafından belirlenmesi mümkün değildir. Kullanıcı doğal bir refleks olarak gün ışığı performansını “yüksek” seçecektir. Fakat bu durum ısısal ve işitsel performansları da etkileyeceğinden kullanıcı açısından kontrol edilebilir değildir. Bu sebeple sonuç ekranında yer alacaktır.

Gün ışığı performansının pratik değerlendirilebilmesi için standartta sağlanması gereken değerleri gösteren bir bar oluşturulacak sağlanan performanslar ve yararlı gün ışığı değerleri çubuklar üzerinde hareket eden bir ok ile gösterilecektir. Gün ışığı performansının iyileştirilmesi amacıyla değişikliğe gidilmesi gereken parametreler sonuç ekranında not olarak belirtilecek, böylelikle tasarımcının temel mimari bilgilerini kullanmasına destek sağlanacaktır. Kullanıcı; arsa yapısı, imar durumu ve projenin diğer tasarım girdilerini bir arada değerlendirerek iyileştirme kararı için inisiyatif kullanabilecektir.

Konum: Mimari uygulama içindeki paydaşlar tarafından bilinmektedir, program tarafından önerilmesi anlamlı değildir. Bu sebeple seçim ekranında yer alması gerekmektedir. Konum bilgisi, derece gün bölgesinin ve dış global yatay aydınlık düzeylerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Tasarımcı ya da kullanıcının, konumun bu teknik verilerini standartlara uygun belirlemesi mümkün değildir. Böyle bir veri girişi kullanıcı için zaman kaybı ve ilgi azalmasına, programı kullanma eğiliminden uzaklaşmaya sebep olacaktır. Bunun yerine kullanıcılara TS 825’e uygun il/ilçe seçimi sekmesi önerilecektir. Türkiye’deki tüm ilçeler yer almayacağına karmaşıklık hissi oluşmaması amacıyla “İlçenin belirtilememiş

olduğu seçeneklerde il seçimi yeterlidir” ifadesi seçim sekmesinin altına not düşülecektir.

Saydamlık oranı: Başta cephe tasarımı olmak üzere mimari tasarım açısından ön tasarım aşamasının önemli tasarım girdilerindendir. Bu sebeple seçim ekranında yer alacaktır. Mimari tasarım süreçlerinde; kullanıcı tercihleri, manzara durumu, cephe oranları gibi pek çok ölçüt bir arada değerlendirilerek açıklığın boyutuna karar verilmektedir. Bu sebeple bir ön tasarım destek aracının, açıklığın büyüklüğünü belirlemesi değil, tasarlanan açıklığın yapı fiziği açısından sonuçlarını göstermesi ön tasarım evresinin dinamik yapısı ile uyumlu bir yaklaşım olacaktır. Saydamlık oranı “0,2-0,3” şeklinde hem sayısal değer olarak verilecek hem de belirtilen oranlar görsel olarak seçim ekranında yer alacaktır. Böylelikle cephede tasarlanacak açıklığın büyüklüğü yaklaşık olarak görsellerden takip edilecektir.

Çevresel gürültü ortamı: Mimari uygulama içindeki paydaşlar tarafından belirlenebilir. Bu sebeple seçim ekranında yer alması gerekmektedir.

Türkiye’de İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Kocaeli gibi nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu pek çok büyükşehir için gürültü haritalarına ulaşmak mümkün olduğundan L_{gag} değerleri sayısal olarak belirlenebilir. Küçük yerleşim birimlerinde ise henüz bu imkân bulunmamaktadır. Bununla beraber kullanıcıların L_{gag} göstergesine ve gürültü haritası kullanımına aşina olması da düşük bir olasılıktır. Bu sebeple teknik veri girişinin yanı sıra sezgisel tanımlamalarla desteklenmesine ihtiyaç vardır. Çevresel gürültü düzeyini belirleyen ve kentsel yoğunluğu betimleyen; “çok alçak gürültülü, alçak gürültülü, orta gürültülü, yüksek gürültülü, çok yüksek gürültülü” ile “seyrek konut yerleşimi, konut bölgesi, ticaret bölgesi, il/ilçe merkezleri, karayolu-havaalanı-sanayi bölgesine çok yakın yerleşim alanları”, “sanayi bölgesi/havaalanı binaları” şeklinde bilgilendirme notları oluşturularak pratik kullanım desteklenecektir. Böylelikle gürültü haritalarını kullananlar için düzey bilgisi yer alacak, gürültü haritalarının olmaması/erişilememesi durumunda ise basitleştirilmiş tanımlamalar ve bilgi notları sayesinde veri girişi sezgisel olarak yapılabilecek ve kullanıcı sürecin dışında kalmamış olacaktır.

Alıcı odası hassasiyeti: Mekân alt ölçeğinde önemli değişimler görüldüğünden hacmin mekânsal işlevi dikkate alınacaktır. İşlev kullanıcı tarafından belirlenebilecek bir veri olduğundan seçim ekranında yer alması gerekmektedir. Yönetmelikte bahsedilen işlevlerin hepsinin listelenmesi uzun bir seçim listesi oluşturacaktır. Bununla beraber işlev seçiminin aslında doğrudan gürültü hassasiyeti ile ilgisi olduğu da anlaşılamayacaktır. Bu sebeple seçim ekranında yönetmelikte kullanılan gürültü hassasiyeti parametresi, “düşük”, “orta”, “yüksek” seçim değerleri ile yer alacaktır. Kullanıcıların seçimini desteklemek amacıyla ekranda işlevlerin hassasiyet sınıfı ile ilgili bilgilendirme notu yer alacaktır.

Açıklığın yönü: Açıklığın yönü; manzara, komşu binaların mesafeleri, iklim, gün ışığı, işlev gibi çok sayıda veri gözetilerek belirlenmektedir. Mimari uygulama pratiğinde arsaların yönelimi, boyutları ya da manzara durumu sebebiyle açıklığın yönünün sadece gün ışığı performansı dikkate alınarak belirlenmesi mümkün değildir. Bu durumda açıklık yönü ön tasarım destek aracı tarafından önerilse de anlamlı olmayacaktır. Ayrıca Türkiye’de pek çok konum için ideal yönelimin güney olduğu bilinmekte fakat her koşulda uygulanamamaktadır. Bu sebeple açıklığın yönü, seçim ekranında yer almalı ve kullanıcı tarafından belirlenmelidir. Böylelikle, açıklık yönü değiştirilemeyen binalar için saydamlık oranı, oda derinliği gibi diğer parametrelerde yapılacak tasarım değişiklikleri ile gün ışığı performansı iyileştirilebilecek; yönelimi değiştirilebilen binalar için ise yön alternatiflerinin gün ışığı açısından sonuçları pratik bir şekilde değerlendirilebilecektir.

Dış engeller: Engel koşullarının oldukça değişken olması sebebiyle kuramsal gün ışığı çalışmaları, tek bir engel durumu kabulü ya da engelsiz çevre koşullarına yönelik olmaktadır. Gerçek fiziki ortamda ise engelsiz çevre koşulu ile oldukça nadir karşılaşılmaktadır. Bu sebeple uygulamaya yönelik geliştirilen ön tasarım destek aracında dış engel durumunun ihmal edilmemesi ve kullanıcı tarafından bilinebilecek bir parametre olduğundan seçim ekranında yer alması gerekmektedir. Literatürde dış engel durumu “engel açısı” ile ele alınmaktadır (Tekin ve ark., 2018; Ünver, 2005; Yassin ve ark., 2017). Özellikle mimarların kolayca belirleyebildiği bir değer olduğu için seçim ekranında engel açısı değerlerine yer verilecektir. Bunun yanı sıra engel açıları için; “yakın/yüksek engel”, “uzak/alçak engel gibi” uzaklık ve yükseklik betimlemeleri kullanılacak, ayrıca seçim sekmesinin yanında

engel açılarını ifade eden görsellere yer verilecektir. Böylelikle sezgisel ve pratik seçim de desteklenecektir.

Oda boyutları: Oda boyutları pek çok ölçüt bir arada değerlendirilerek belirlenen temel tasarım öğelerinden olduğu için tasarımcı tarafından belirlenmesi uygun olacaktır. Kullanıcıya “hangi ebatlarda oda tasarlaması/kullanması” gerektiğini önermek anlamlı bir yaklaşım olmayacağından seçim ekranında yer almalıdır.

Oda boyutları en, boy, yükseklik olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Her üç veri için de bilgi istemek çalışmanın hedefleri ile uyuşmamaktadır. Hesaplama yükünü ve veri girişinin sınırlandırılması için üç parametre ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Oda derinliği gün ışığı performansını doğrudan etkileyen bir parametredir ve seçim ekranında yer alması gerekmektedir.

Oda genişliğinin artması ya da azalması gün ışığı açıklığının genişliğine etki etmektedir. Çalışma kapsamında gün ışığı açıklığı saydamlık oranı ile ele alındığından oda genişliğinin gün ışığı performansı üzerinde önemli değişimlere sebep olmayacaktır. Dolayısıyla hesaplamalarda sabit bir değer kullanılacak, seçim ya da sonuç ekranında yer almayacaktır.

Oda yüksekliği hacimde yansımış ışığın miktarına etki etmektedir. Yansıyan ışığın yolu uzadıkça aydınlık düzeyine katkısı azalmaktadır. Fabrika, spor salonu gibi özel yükseklik değerlerine sahip projeler hariç binalarda kat yükseklikleri 3-4 m arasında değişmektedir. Bu durumda yansımış ışıktaki değişim oranı çok düşük olmaktadır. Bu sebeple hesaplamalarda oda yüksekliği yönetmelikler ışığında belirlenecek, seçim ya da sonuç ekranında yer almayacaktır.

İç/dış yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı: Hesaplamalarda iç/dış yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları EN 17037: Binalarda Gün Işığı Standardı tavsiyesine uygun olarak belirlenecek, seçim ya da sonuç ekranında yer almayacaktır.

Işık yönlendirme sistemleri ve gölgeleme elemanları: Bu parametrenin anlamlı şekilde değerlendirilebilmesi için veri girdisinin artırılması gerekmektedir. Örneğin, kullanıcıya gölgeleme elemanının açısını, gerecini, boyutlarını ve penceredeki konumunun sorulması gerekmektedir. Bu durum veri girişinin ve

hesap yükünün artmasına sebep olacak, çalışmanın hedeflerinden uzaklaşılacaktır. Işık yönlendirme sistemleri ve gölgeleme elemanları oldukça kapsamlı ve tezin hedefleri ile doğrudan ilişkili olmayan bir konudur. Bu sebeple, çalışma kapsamında yer verilmemiştir. “Uygun yapı kabuğunun belirlenmesine yönelik” geliştirilen ön tasarım destek aracının ilerleyen versiyonlarında benzer algoritmalar ile gölgeleme elemanına yönelik parametreler analiz edilerek “uygun gölgeleme elemanının belirlenmesi”ne yönelik bir sekme olarak geliştirilmesi mümkündür.

Yapılan değerlendirmeler ışığında 8 parametrenin seçim ekranında, 3 parametrenin sonuç ekranında yer alması 3 parametrenin hesaplarda dikkate alınması, fakat seçim ya da sonuç ekranında yer almaması 1 parametrenin ise çalışma kapsamı dışında bırakılması uygun görülmüştür (Tablo 2.9). Seçim ekranında yer alacak parametrelerin sezgisel olarak desteklenmesi için kullanılacak araçlar (Tablo 2.10)’da; sonuç ekranında yer alacak veriler ise Tablo 2.11’de görülmektedir.

Tablo 2.9 Parametrelerin seçim/sonuç ekranda yer alma durumu

Parametreler	Ekran Bilgisi	Açıklama
Konum	Seçim ekranında	Kullanıcı tarafından bilinir.
Çevresel gürültü ortamı		
Dış engeller		
Alıcı odası hassasiyeti		
Açıklığın yönü	Seçim ekranında	Pek çok ölçüt bir arada değerlendirilerek tasarımcı tarafından belirlenir. Ön tasarım evresinde sıklıkla değişir.
Saydamlık oranı		
Oda derinliği		
Cephe kaplaması		
Duvarın sisteminin teknik öz.	Sonuç ekranında	Kullanıcı tarafından bilinçli seçim yapılma ihtimali düşüktür. Bilinçsiz seçim hesap alanını daraltır.
Cam sisteminin teknik öz.		
Aydınlık düzeyleri		
Oda yüksekliği	Seçim ya da sonuç ekranında yer almayacak	Veri girişinin uzamaması ve hesap yükünün artmaması amaçlanmıştır. Standart ve yönetmelikler referans alınarak hesap değeri belirlenecektir.
Oda genişliği		
İç/dış yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı		
Işık yönlendirme sistemleri	YOK	Tez konusu ile doğrudan ilgili olmayan geniş bir çalışma alanı

Tablo 2.10 Seçim ekranında yer alacak parametreler

Çevresel gürültü ortamı	Dış engeller	Açıklığın yönü	
L _{gag} aralığı değerleri	Engel açısı	Yön adları	
Kentsel yoğunluk tanımlamaları Gürültü düzeyi tanımlamaları	Uzaklık ve yükseklik benzetimleri	Konum	
		İl/ilçe seçenekleri + açıklama	
Alıcı odası hassasiyeti	Oda derinliği	Saydamlık oranı	Cephe kaplaması
Düşük, orta, yüksek sınıflandırması	Derinlik ölçüleri	Sayısal değer	Kaplamasız cephe örnek gereci
İşlevlerin hassasiyet derecelerine ilişkin bilgilendirme notu		Görsel	Kaplamalı cephe örnek gereci

Tablo 2.11 Sonuç ekranında yer alacak veriler

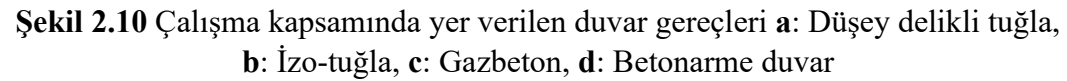
Duvar sistemi teknik öz.	Cam sistemi teknik öz.	Aydınlık düzeyleri
Sağlanan R_w	Sağlanan “U”	$E_{ref,50}$
Sağlanması gereken R_w	Sağlanması gereken “U”	$E_{ref,95}$
Sağlanan “U”	Açıklamalı 3D görsel	UDI oranları
Sağlanması gereken “U”		Hedef değerleri gösteren bar
Toplam duvar kalınlığı		Sağlanan değerleri gösteren ok
Yalıtım kalınlığı		UDI oranları için hareketli bar
Gereç türleri		
Açıklamalı 3D görsel		

2.2.3 Adım Aralıklarının ve Hesap Değerlerinin Tayini

Seçim ve sonuç ekranında yer alan çok sayıda parametre dikkate alındığında oldukça kalabalık veri yükü ile karşılaşilmektedir. Parametrelerin bir arada değerlendirilmesi sebebiyle oluşacak hesap yükünün azaltılması için seçim ve sonuç ekranında yer alacak parametreler analiz edilmiş, seçim ekranında yer alacak parametreler için adım aralıkları belirlenmiş, her bir adım aralığı için hesap değeri tayin edilmiştir. Adım aralıklarının ve hesap değerlerinin; mimari uygulamalara yakın, standart ve yönetmeliklere uygun, bulunduğu adım aralığında temsil kabiliyeti yüksek ve hesap yükünü en aza indirecek şekilde olması hedeflenmiştir.

Duvar sisteminin teknik özellikleri: Çalışmada mimarlık üretiminde yaygın kullanılan ve yapı kabuğu performansı açısından belirgin farklara sebep olan; tuğla, izo-tuğla, gaz beton ve betonarme gereçlerine yer verilmiş, henüz seri üretimi

Düşey delikli tuğla ve gaz beton mimarlık pratiğinde en yaygın kullanılan ürünler olması sebebiyle tercih edilmiştir (Yapı-Endüstri Merkezi, 2016). İzo-tuğla da bir tür düşey delikli tuğla olmasına karşın, yoğunluğu ve uygulama kalınlığındaki farklar sebebiyle ısısal ve akustik performans açısından belirgin farklar oluşmaktadır. Bununla beraber, bahsi geçen ürün serbest piyasada “mantolama gerektirmez” şeklinde satışa sunulmaktadır. Bu sebeple gerçekçi hesap sonuçlarının bir ön tasarım destek aracında karşılaştırılmasına ihtiyaç olduğu görülmüştür. Betonarme duvara ise, toplu konut projelerinde kullanılan tünel kalıp sistemler ve prekast beton panel cephe uygulamalarında tercih edildiği, yoğunluk artışı ile diğer duvar elemanlarına göre kabukta belirgin performans değişikliğine sebep olduğu için yer verilmiştir.



Cephe kaplaması ile oluşan katman durumuna yönelik seçim aralıklarını ve hesap değerlerini belirlemek amacıyla çalışma kapsamında ön hesaplar yapılmıştır. Ön hesaplamalarda mimarlıkta kullanılan tip kesit (iç sıva + yalıtım gereci + ana duvar gereci + dış sıva + kaplama gereci) ele alınmıştır. Farklı yoğunluklara sahip gereçleri değerlendirebilmek amacıyla ahşap, doğal taş ve metal plaka kaplama gereçler karşılaştırılmıştır. Plaka kaplamalar yapıştırma harcı ya da metal konstrüksiyon ile uygulanabilmektedir. Fakat ahşap ve metal plakalar yapıştırma

tekniki kullanılarak monte edilemediğinden bu gereçler için sadece mekanik montaja yönelik ön hesap yapılmıştır. Ahşap gereçlerin yoğunluğu 650 kg/m³ uygulama kalınlığı 2 cm; doğal taş gereçlerin yoğunluğu 2640 kg/m³, uygulama kalınlığı 2 cm; metal gereçlerin yoğunluğu 7000 kg/m³, uygulama kalınlığı 0,8 mm kabul edilmiştir (Güneri, 2009; Güneş & Özalp, 2021).

Ön hesap sonuçları kaplamalı cephe ile kaplamasız cephe arasında işitsel performans yönünden fark oluştuğunu göstermiştir. Uygulama tekniği ve gereç alternatifleri arasındaki değişim ± 3 dB aralığında kalmıştır (Tablo 2.12). Bu durumda kullanıcıya “yapıştırma ile kaplamalı cephe”, “mekanik kaplamalı cephe” gibi uygulamaya yönelik ya da “ahşap kaplamalı cephe”, “taş kaplamalı cephe” gibi gereç alternatiflerine yönelik soru yöneltmek çalışmanın temel amaçları ile uyumlu olmayacaktır. Zira teknik detaylar artacak veri girişi uzayacaktır. Sonuç olarak; seçim ekranında “sıva+boya”, “Taş/ahşap/metal kaplama” seçeneklerinin yer alması yeterli görülmüştür.

Tablo 2.12 Cephe kaplaması alternatiflerinin R_w+C_{tr} değerleri (dB)

Uygulama tekniği	Kaplamasız	Ahşap (Tik/ iroko)	Doğal taş (granit/mermer/traverten)	Metal (Çinko/Titanyum)
Yapıştırma	41	-	44	-
Mekanik	41	46	46	42

Pencere sisteminin teknik özellikleri: Pencere sistemleri oldukça karmaşık ve geniş bir konudur. Tezin amacına uygun olarak adım adım sadeleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla pencerelerin; doğrama gereci, açılış biçimi, yalıtım durumu gibi teknik özelliklerinin akustik performansa etkisini irdeleyen literatür çalışmaları incelenmiştir. Ayrıca yalın cam kullanılarak yapılan ön hesaplar ile pencere sistemleri ile yapılan literatürdeki ölçme sonuçları karşılaştırılmıştır. Ahşap/alüminyum/PVC doğrama kullanılarak oluşturulan pencere sistemlerinin akustik performansının eşdeğer olduğu; sabit kanat, yana açılan, öne itilen, sürgü açılış biçimleri ile yapılan ölçme sonuçları arasında 0-1 dB değişim olduğu; doğramalardaki binilerin sağladığı yalıtımın 0-1 dB fark oluşturduğu, ikincil pencere sistemlerinde geniş ara boşluk arasında uygulanan akustik yalıtım ile +7 dB fark elde edildiği görülmüştür (Tablo 2.13, Tablo 2.14, Tablo 2.15).

Tablo 2.13 Doğrama gerecinin pencere sisteminin akustik performansına etkisi ve ölçme sonuçlarının yalın cam hesapları ile karşılaştırılması

R_w+C_{tr}	Yandan menteşeli + 3+13+3 mm cam (düz cam + hava boşluğu + düz cam) ¹		
Doğrama ile ölçme (dB)	Yandan menteşeli	Sürgü	Çift sürgü
	27	26	26
Yalın cam ile hesap (dB)	25		
1) Bradley ve Birta (2000)			

Tablo 2.14 Açılış biçiminin pencere sisteminin akustik performansına etkisi ve ölçme sonuçlarının yalın cam hesapları ile karşılaştırılması

R_w+C_{tr}	PVC doğrama + 3+13+3 mm cam (düz cam + hava boşluğu + düz cam) ¹			Ahşap doğrama + 6 mm cam (düz cam) ²	
Doğrama ile ölçülen (dB)	Yandan menteşeli	Sürgü	Çift sürgü	Sabit kanat	Yandan menteşeli
	27	26	26	25	26
Yalın cam ile hesaplanan (dB)	25			28	
1) Bradley ve Birta (2000), 2) Şentop (2013)					

Tablo 2.15 Yalıtım biçiminin pencere sisteminin akustik performansına etkisi ve ölçme sonuçlarının yalın cam hesapları ile karşılaştırılması

R_w+C_{tr}	3+13+3 mm cam (düz cam+hava boş.+düz cam) ¹		12+314+8,6 (düz cam+ hava boş.+lamine cam) ²		
Doğrama ile ölçülen (dB)	Yalıtımsız bini	Yalıtımlı bini	Yalıtımsız ara boşluk	Köşeleri yalıtılmış ara boşluk	Kenarları yalıtılmış ara boşluk
	27	27	51	58	58
Yalın cam ile hesaplanan (dB)	25		51		
1) Bradley ve Birta (2000) , 2) Urbán ve ark. (2016)					

Ölçme sonuçları, üst düzey performansa sahip ara boşluğu yalıtımlı çift doğramalı sistemler hariç, doğramaların teknik detaylarındaki değişimin pencere sistemlerinin akustik performansına önemli bir etkisi olmadığını göstermiş, ayrıca doğramalı sistemler ile yapılan ölçmeler ile yalın cam kullanılarak yapılan hesap sonuçları arasındaki farkın 0-2 dB aralığında kaldığı görülmüştür (Konuk Taştan, İplik, & Yağmur, 2023). İnsan kulağı hassasiyetinin ortalama ± 3 dB olduğu göz önünde bulundurulursa doğramalar ile sağlanan 0-2 dB kazanımın hesaplamalarda ihmal

edilebilecek ufak bir değişim olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca doğrama katılımı yalın camın akustik performansını artırdığından hesap sonuçları hata payı açısından güvenli bölgede kalmaktadır. Hesaplama adımlarını sadeleştirmek amacıyla doğramaların teknik özelliklerinin ihmal edilmesi uygun görülmüştür.

Benzer bir karşılaştırma U_p değerleri açısından da analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında hedeflenen 1,4-1,8 W/m²K U_p değerine sahip doğramasız camın performansı; ahşap, 2/3/4/5 odacıklı PVC ve alüminyum doğrama katılımı ile 0,29-0,38 W/m²K aralığında artış göstermektedir (Tablo 2.16). Bu durumda standartta tavsiye edilen 1,4-1,8 W/m²K ısı iletkenlik katsayısının doğrama katılımı ile sağlanabilmesi için, camın ısı iletkenlik katsayısının (U_c) değerinin 1,6'dan küçük olması gerektiği görülmektedir.

Tablo 2.16 Doğrama katılımının yalın camın ısısal performansına etkisi (TS 825 (2013)'den uyarlanmıştır)

	Doç. yok	Ahşap Doç.	PVC (2 odacık)	PVC (3 odacık)	PVC (4 odacık)	PVC (5 odacık)	PVC (5 odacık)	Alümin. Doç.
U_p	1,6	1,74	1,89	1,80	1,77	1,74	1,71	1,89
(W/m ² K)	1,3	1,53	1,68	1,59	1,56	1,53	1,50	1,68

Aydınlık düzeyleri: Referans düzlemin %50'sinde elde edilen aydınlık düzeyleri ($E_{ref,50}$) ve referans düzlemin %95'inde elde edilen aydınlık düzeyleri ($E_{ref,95}$) için standartta verilen sınır değerler referans alınacaktır (Tablo 2.5). Yararlı gün ışığı oranı analizlerinde ise; 0-100 lx aydınlık düzeyleri yetersiz, 3000 lx'ten yüksek aydınlık düzeyleri gereğinde fazla olarak değerlendirilmiştir (Nabil & Mardaljevic, 2005; Nabil & Mardaljevic, 2006).

Konum: Konum verisi görsel ve ısısal performansı etkilemektedir. Çalışma kapsamında iki parametre açısından ayrı ayrı ele alınmıştır. Seçim ekranında yer alan 113 il/ilçe için ısısal performans hesaplamalarında standartta belirtilen beş derece gün bölgesi gruplandırması kullanılacaktır (Tablo 2.17). Böylelikle 113 seçenek hesaplamalarda beşe indirgenmiş olacaktır.

Tablo 2.17 İl/ilçelerin derece gün bölgeleri (TS 825, 2013)

1. Derece Gün Bölgesi				
Adana	Antalya	Hatay	İzmir	Mersin
Muğla-Bodrum	Muğla-Dalaman	Muğla-Datça	Muğla-Fethiye	Muğla-Gökova
Muğla-Köyceğiz	Muğla-Marmaris	Muğla-Milas		
2. Derece Gün Bölgesi				
Adıyaman	Amasya	Artvin-Arhavi	Artvin-Hopa	Aydın
Balıkesir	Bartın	Batman	Bursa	Çanakkale
Denizli	Diyarbakır	Düzce	Edirne	Gaziantep
Giresun	İstanbul	Kahramanmaraş	Kastamonu-Abana	Kastamonu-Bozkurt
Kastamonu-Cide	Kastamonu-Çatalzeytin	Kastamonu-Doğanyurt	Kastamonu-İnebolu	Kilis
Kocaeli	Manisa	Mardin	Muğla	Ordu
Osmaniye	Rize	Sakarya	Samsun	Siirt
Sinop	Şanlıurfa	Şırnak	Tekirdağ	Trabzon
Yalova	Zonguldak			
3. Derece Gün Bölgesi				
Adana-Pozantı	Afyonkarahisar	Aksaray	Amasya-Merzifon	Ankara
Antalya-Korkuteli	Artvin	Balıkesir-Dursunbey	Bartın-Ulus	Bilecik
Bingöl	Bolu	Burdur	Çankırı	Çorum
Elâzığ	Eskişehir	Iğdır	Isparta	Karabük
Karaman	Kastamonu-Tosya	Kırıkkale	Kırklareli	Kırşehir
Konya	Kütahya	Malatya	Nevşehir	Niğde
Tokat	Tunceli	Uşak		
4. Derece Gün Bölgesi				
Bayburt	Bingöl-Kığı	Bingöl-Solhan	Bitlis	Bursa-Keles
Bursa-Uludağ	Erzincan	Giresun-Şebinkarahisar	Gümüşhane	Hakkâri
Kahramanmaraş-Afşin	Kahramanmaraş-Elbistan	Kahramanmaraş-Göksun	Kastamonu	Kayseri
Muş	Ordu-Mesudiye	Sivas	Tunceli-Pülümür	Van
Yozgat				
5. Derece Gün Bölgesi				
Ağrı	Ardahan	Erzurum	Kars	

Aynı derece gün bölgesine sahip illerin gün ışığını doğrudan etkileyen bulutluluk oranı ve günlük güneşlenme süresi birbirinden farklı olabilmektedir (Uyduran, 2021). Bu sebeple gün ışığı hesaplarında anlamlı bir sınıflandırma sağlamamaktadır. Aralarında kabul edilebilir farklar olan tüm konumlar için görsel

performans hesabı yapılması hesap yükünü önemli ölçüde artıracığından, tez kapsamında illerin gruplanmasına yönelik ön hesaplar yapılmıştır. Gözün uyma yapan yapısı sebebiyle aydınlık düzeyindeki değişimleri, sabit değerlere göre sınıflandırmak uygun olmayacaktır. Örneğin 100 lx ile 200 lx arasındaki 100 lx'lük artışın oluşturacağı görsel uyartı ile 1000 lx - 1100 lx arasındaki değişim aynı değildir. Bu sebeple değerlendirmelerin oransal ele alınması uygun görülmüştür. $E_{v,g,med}$ değerleri referans alınarak yapılan gruplandırmada EN 17037: 2018+A1 standardında kullanılan adım aralıkları referans alınarak bir yaklaşım geliştirilmiştir. Standarttaki değerler; literatürde gözün yapısı dikkate alınarak yapılan pek çok çalışma doğrultusunda belirlenmiştir (Kwong, 2020). Standartta aynı performans sınıfında kabul edilen sınır değerler arasındaki artış oranı hesaplanmış en düşük değişim oranının %40 olduğu görülmüştür (Tablo 2.18). Bu oran iki sınır değer arasında oluşan farktır. Dolayısıyla medyan değer ile sınır değerler arasında oluşan fark ise %20'dir. Sonuç olarak gözün uyma yapan özelliği dikkate alındığında %20'den az aydınlık düzeyi farklarının ön tasarım evresi için kabul edilebilir aralıkta kaldığı kabul edilmiştir.

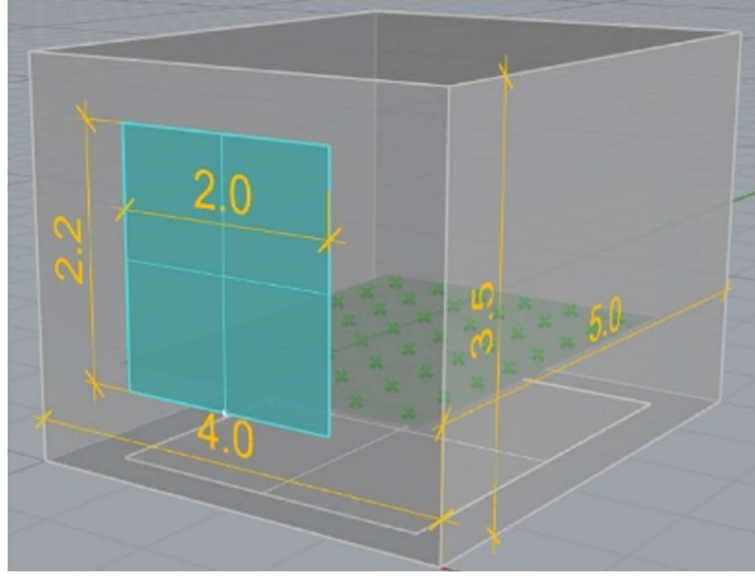
Tablo 2.18 Standartta kullanılan adım aralıklarında aydınlık düzeyi artış oranı

Adım aralığı	100-300	300-500	500-750
Artış oranı	200%	67%	40%

İklim verilerinin kullanıldığı hesap yönteminde dış medyan yatay global aydınlık düzeyi ($E_{v,g,med}$) göstergesi kullanıldığından öncelikle tüm iller için bu değer hesaplanmıştır (Konuk Taştan, İplik, Yağmur, ve ark., 2023). Daha sonra konumu Türkiye'nin 81 ilinde kabul edilen kuramsal bir hacim oluşturularak referans düzlemin %50'sinde ve %95'inde elde edilen aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır (Konuk Taştan ve ark., 2024). Böylelikle $E_{v,g,med}$ parametresini kullanarak yapılan sınıflandırmanın hacmin %50'sinde ve %95'inde oluşan aydınlık düzeyine uygunluğunun gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Hesaplamalarda; 4 x 5 x 3,5 m ebatlarında, 2 x 2,2 m açıklığa sahip, güney cephe, bir hacim kullanılmıştır. Standarttaki yönergeler uygun olarak; çalışma düzlemi yerden 0,85 m yükseklikte, duvarlardan 0,50 m uzaklıkta kabul edilmiştir (Şekil 2.11). İller, hesap sonuçları ve coğrafi konumları dikkate alınarak gruplandırılmıştır (Tablo 2.19).

Tablo 2.19 İllerin $E_{v,g,med}$ değerlerine göre sınıflandırılması

İller	Grup	$E_{v,g,med}$	$E_{ref,50}$	$E_{ref,95}$	İller	Grup	$E_{v,g,med}$	$E_{ref,50}$	$E_{ref,95}$
Muğla	1	1258,00	1285	716	Tunceli	3	1107,00	1135	659
Antalya	1	1239,00	1263	713	Ağrı	3	1097,00	1113	610
Aydın	1	1225,00	1256	715	Erzincan	3	1093,00	1097	609
İzmir	1	1218,00	1241	705	Diyarbakır	3	1084	1103	635
Kırşehir	1	1215,00	1236	690	Osmaniye	3	1083,00	1110	657
Uşak	1	1205,00	1230	697	Kayseri	3	1082,00	1103	625
Isparta	1	1204,00	1221	698	Siirt	3	1081	1104	624
Burdur	1	1199,00	1218	690	Bingöl	3	1054,00	1071	595
Karaman	1	1197,00	1220	691	Yozgat	3	1049,00	1082	611
Nevşehir	1	1195,00	1212	672	Malatya	3	1043,00	1061	611
Gaziantep	1	1190,00	1229	671	Bitlis	4	1031,00	1057	568
Adana	1	1180,00	1215	703	Çorum	4	1023,00	1046	587
Mersin	1	1175,00	1202	686	Tokat	4	1005,00	1032	578
Bursa	1	1161,00	1183	663	Erzurum	4	997,00	1013	570
Denizli	1	1153,00	1180	658	Sivas	4	981,00	994	569
Balıkesir	1	1151,00	1164	654	Bayburt	4	977,00	992	554
Hatay	1	1146,00	1176	673	Elâzığ	4	977,00	1002	565
Niğde	1	1145,00	1179	673	Gümüşhane	4	965,00	981	552
Aksaray	2	1141,00	1164	659	Sinop	4	947,00	958	538
Afyonk.	2	1135,00	1159	653	Muş	4	945,00	960	546
Bilecik	2	1120,00	1145	638	Samsun	4	933,00	956	522
Konya	2	1120,00	1136	653	Amasya	4	932,00	953	538
Eskişehir	2	1094,00	1114	634	Bolu	5	1016,00	1027	558
Karabük	2	1075,00	1094	621	Kocaeli	5	991,00	1014	544
Adıyaman	2	1070,00	1097	624	Zonguldak	5	988,00	1013	550
Kastamonu	2	1070,00	1091	605	İstanbul	5	981,00	1003	535
Manisa	2	1070,00	1086	609	Edirne	5	963,00	977	542
Ankara	2	1062,00	1087	613	Kırklareli	5	959,00	974	539
Kütahya	2	1062,00	1083	592	Sakarya	5	924,00	954	518
Kırıkkale	2	1060,00	1083	616	Düzce	5	919,00	940	515
Çanakkale	2	1047,00	1078	598	Tekirdağ	6	857,00	870	494
Çankırı	2	1040,00	1076	604	Yalova	6	848,00	852	498
K.maraş	3	1138,00	1159	639	Ardahan	7	881,00	905	530
Batman	3	1134,00	1168	665	Iğdır	7	872,00	890	523
Mardin	3	1134,00	1162	667	Artvin	7	843,00	860	496
Kilis	3	1132,00	1159	682	Trabzon	8	710,00	725	405
Kars	3	1131,00	1141	637	Rize	8	635,00	647	365
Van	3	1122,00	1132	646	Ordu	8	623,00	631	368
Şanlıurfa	3	1116,00	1149	650	Giresun	8	621,00	630	370
Şırnak	3	1115,00	1125	633	Bartın	9	546,00	555	325
Hakkâri	3	1107,00	1122	633					



Şekil 2.11 Ön hesaplarda kullanılan hacmin görseli

Hesap sonuçları gruptaki en küçük ve en büyük $E_{v,g,med}$ değerleri arasındaki artış oranlarının $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerleri ile uyumlu olduğunu dolayısıyla yapılan gruplandırma ile aydınlık düzeyindeki değişimlerin yaklaşık %10 oranında olacağını göstermiştir (Tablo 2.20).

Tablo 2.20 $E_{v,g,med}$ sınıflandırmasındaki artış oranlarının karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	Grup 8
Top. il sayısı	18	14	19	12	8	2	3	4
Artış oranı 1	%10	%10	%9	%11	%11	%1	%5	%14
Artış oranı 2	%10	%8	%10	%11	%9	%2	%5	%15
Artış oranı 3	%10	%11	%15	%12	%8	%1	%7	%11
Artış oranı 1: Gruptaki en küçük ve en büyük $E_{v,g,med}$ değerleri arasındaki artış oranı Artış oranı 2: Gruptaki en küçük ve en büyük $E_{ref,50}$ değerleri arasındaki artış oranı Artış oranı 3: Gruptaki en küçük ve en büyük $E_{ref,95}$ değerleri arasındaki artış oranı								

Destek aracının doğrudan temsil kabiliyetinin yüksek olması amacıyla gruptaki en yüksek nüfusa sahip illere ait iklim datalarının hesaplamalarda kullanılması uygun görülmüştür. Böylelikle Türkiye de toplam nüfusun %30,23'ü doğrudan, diğer iller ise %1 - %15 yaklaşıklıkla temsil edilmiş olacaktır (Tablo 2.21).

Tablo 2.21 Hesaplamalarda iklim dataları kullanılacak pilot iller ve seçilen illerin toplam nüfusa oranı

	Pilot il	İl nüfusunun ülkenin toplam nüfusuna oranı ¹
Grup 1	İzmir	%3,01
Grup 2	Ankara	%3,75
Grup 3	Şanlıurfa	%1,65
Grup 4	Samsun	%1,16
Grup 5	İstanbul	%18,39
Grup 6	Tekirdağ	%1,02
Grup 7	Iğdır	%0,24
Grup 8	Trabzon	%0,78
Toplam		%30
Türkiye İstatistik Kurumu (2022).		

Saydamlık oranı: Akustik açıdan sınır değerlerinin belirlenmesi amacıyla Eşitlik 3 kullanılarak bileşik cidarda ses geçiş kaybının saydamlık oranına göre değişimi hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda %50/60 - %100 saydamlık oranı arasında kabuğun performansında 1-2 dB değişim olduğu görülmüştür (Tablo 2.22).

$$R = 10 \times \log((S_1 + S_2)/(S_1 \times 10^{-R_1/10} + S_2 \times 10^{-R_2/10})) \quad (3)$$

S₁: duvarın alanı

R₂: camın ses geçiş kaybı

S₂: cam alanı

R: bileşik cidarın ses geçiş kaybı

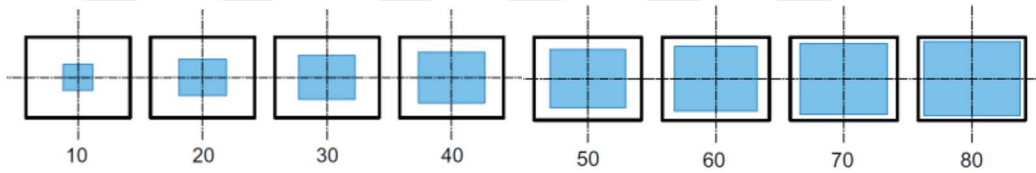
R₁: duvarın ses geçiş kaybı

Tablo 2.22 Bileşik cidarda ses azaltma indeksinin saydamlık oranı ve R_{w,cam} – R_{w,duvar} farkına göre değişimi

Saydamlık oranı	R _{w,cam} – R _{w,duvar} farkı						
	0	5	10	15	20	25	30
0	50	50	50	50	50	50	50
20	50	48,5	45,6	41,5	36,9	31,9	27
30	50	47,9	44,3	39,9	35,3	30,1	25,2
40	50	47,4	43,4	38,8	34,0	28,9	24,0
50	50	46,9	42,6	37,9	33,1	27,9	23,0
60	50	46,5	42,0	37,1	32,3	27,1	22,2
100	50	45,0	40,0	35,0	30,0	25,0	20,0

Bununla beraber 0,6'dan büyük saydamlık oranı, gün ışığı kullanımı açısından da kabuğun performansında önemli değişimlere sebep olmamaktadır (Arapcioğlu, 2010; Baş & Kazanasmaz, 2020). Dolayısıyla 0,6'dan sonraki saydamlık oranının hesaplamalarda ele alınmasına ihtiyaç görülmemiştir. Bu değerlendirmeler ışığında dolu duvarın performansını hesaplayabilmek için saydamlık oranı başlangıç değeri "0", hesap yükünü artırmamak için bitiş değeri olarak 0,6 kabul edilecektir. Saydamlık oranında %20 psikolojik konfor sınırı olarak kabul edildiğinden 0'dan sonraki adım 0,2 olacak, 0,1 adımına yer verilmeyecektir (The Society of Light And Lighting, 2009, 2012).

Saydamlık oranının literatürde merkez noktasından genişleyecek şekilde 0,1 adım aralığı ile modellendiği görülmüştür (Baş & Kazanasmaz, 2020; Uyduran, 2021; Ünalın & Gökaltun, 2015; Yassin ve ark., 2017; Yıldız ve ark., 2011) (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Literatürde kullanılan saydamlık oranı modellemesi

Bahsi geçen çalışmalardaki bulgular incelendiğinde aydınlık düzeyinde saydamlık oranına bağlı değişimin lineer değil parabolik olduğu, dolayısıyla eşit adım aralıkları kullanılması durumunda aydınlık düzeyindeki değişimlerin benzer olmayacağı ve adım aralıklarının temsil kabiliyetinin denk olmayacağı anlaşılmıştır. Bu sebeple saydamlık oranındaki adım aralıklarına bağlı değişimi gözlemlemek amacıyla ön hesaplar yapılmıştır. Hesaplamalarda Şekil 2.11'de gösterilen hacim kullanılmış, hacmin saydamlık oranı değiştirilerek referans düzlemin %50'sinde ve %95'inde elde edilen aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır. Hacmin konumu Adana ve Trabzon kabul edilmiştir. Böylelikle hem açık hem kapalı gök koşullarına sahip konumlar için sonuçlarının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Yapılan hesaplar 0,1 farkla eşit adım aralığı kullanılması durumunda aydınlık düzeyi değişim oranının eşit ya da yakın olmadığını göstermiştir. Örneğin; saydamlık oranı 0,2'den 0,3'e yükseldiğinde referans düzlemde oluşan aydınlık yaklaşık %50 oranında artarken 0,5'ten 0,6'ya yükseldiğinde bu artış %17 olmuştur (Tablo 2.23).

Tablo 2.23 Literatürde kullanılan adım aralıklarında aydınlık düzeyi artış oranı

	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6
Trabzon (ref düzlemin %50'inde)	51%	31%	21%	17%
Adana (ref düzlemin %50'inde)	52%	35%	24%	15%
Trabzon (ref düzlemin %95'inde)	50%	32%	22%	18%
Adana (ref düzlemin %95'inde)	49%	30%	24%	18%

Bu durumda hesap aralıklarının; düşük saydamlık oranlarında daraltılması yüksek saydamlık oranlarında genişletilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Hacmin saydamlık oranı 0,2-0,6 arasında değişecek şekilde çok sayıda alternatif için $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerleri hesaplanmıştır. Adım aralıkları “0,20-0,25”; “0,25-0,30”; “0,35-0,45”; “0,45-0,60” olacak şekilde yapılan hesap sonuçlarında; oluşan değişim oranının, birbirine yakın olduğu anlaşılmış ve çalışma kapsamında bu adım aralıklarının kullanılması uygun görülmüştür (Tablo 2.24).

Tablo 2.24 Oluşturulan adım aralıklarında aydınlık düzeyi artış oranı

	0,2-0,25	0,25-0,30	0,30-0,35	0,35-0,45	0,45-0,60
Trabzon (ref düzlemin %50'inde)	25%	21%	16%	25%	27%
Adana (ref düzlemin %50'inde)	26%	21%	19%	27%	27%
Trabzon (ref düzlemin %95'inde)	25%	20%	16%	27%	29%
Adana (ref düzlemin %95'inde)	24%	20%	16%	27%	30%

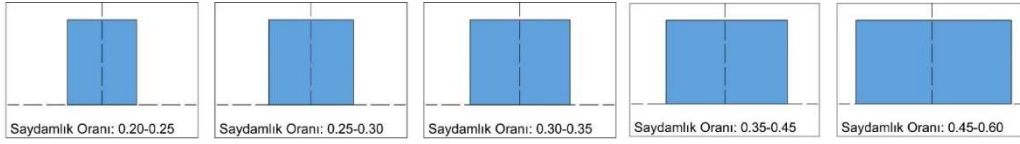
Hesap değerinin, adım aralığının her iki sınırını da temsil kabiliyetinin yüksek olması hedeflenmiştir. Gün ışığı hesapları kabul edilebilir yaklaşıklıklara göre ele alındığından adım aralığının orta değeri temsil kabiliyeti en yüksek değer olarak hesaplamalarda kullanılacaktır (Tablo 2.25).

Tablo 2.25 Saydamlık oranı hesap değerleri

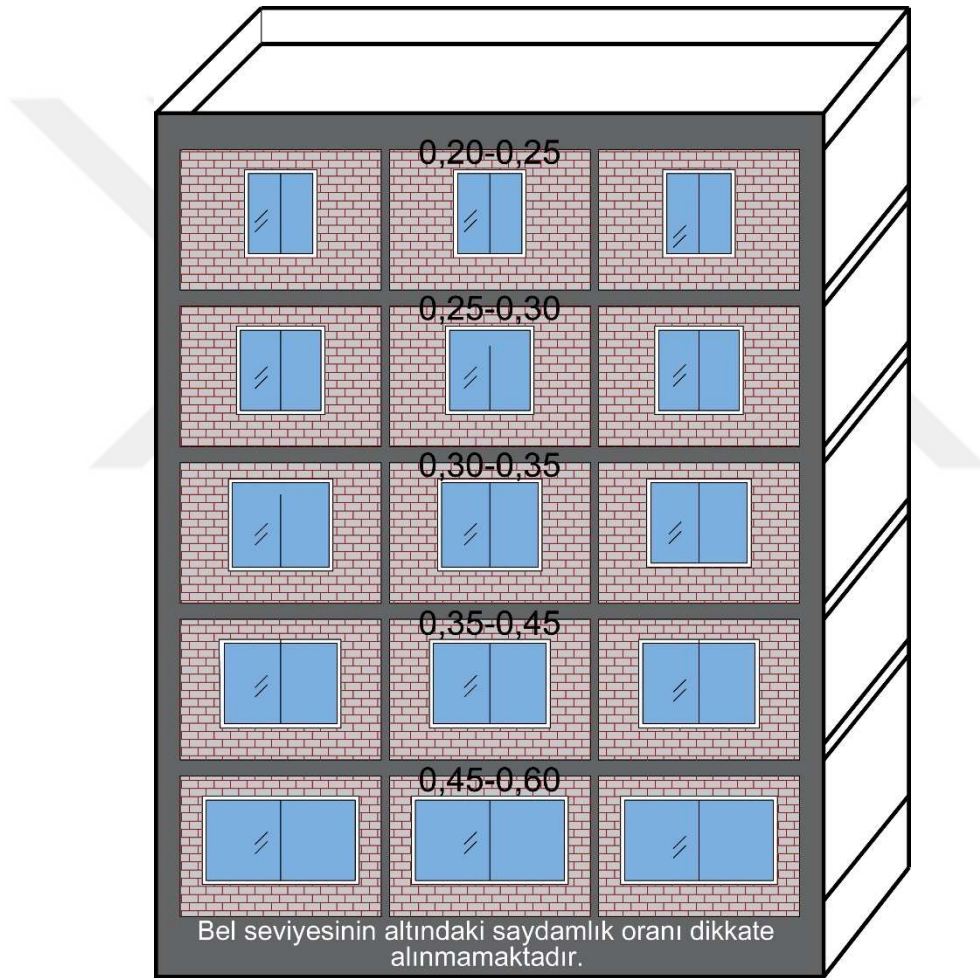
Adım aralığı	0,2-0,25	0,25-0,30	0,30-0,35	0,35-0,45	0,45-0,60
Hesap değeri	0,225	0,275	0,325	0,4	0,525

Açıklığın cephedeki konumunun belirlenmesi amacıyla literatür çalışmaları incelenmiştir. Kılıç ve Köknel Yener (2018) tarafından yapılan çalışmada; çalışma düzleminin altında kalan saydamlık oranının yararlı gün ışığına önemli katkı sağlamadığı, aynı saydamlık oranına sahip cephelerde düşey açıklığa sahip cephelerin gün ışığı performansının daha düşük olduğu görülmüştür. Bu sebeple açıklığın çalışma düzleminin altında kalan saydamlık oranının ihmal edilip

hesaplamaların; çalışma düzleminin üstünde kalacak ve genişlik ile yükseklik ölçüsü orta akstan başlayacak saydamlık oranına göre belirlenmiştir (Şekil 2.13). Saydamlık oranın sezgisel olarak desteklenmesi için açıklayıcı görsel hazırlanmıştır (Şekil 2.14).



Şekil 2.13 Modellemede kullanılacak saydamlık oranlarının belirlenmesi



Şekil 2.14 Seçim ekranında saydamlık oranlarının görselle desteklenmesi

Çevresel gürültü ortamı: Avrupa Parlamentosu ve Konseyi (2002) tarafından gürültü haritalamada ölçeklendirmenin; “55 – 59, 60 – 64, 65 – 69, 70 – 74, > 75” dB(A) sınır değerlerini gösterecek şekilde yapılması gerektiği belirtilmiş, belediyeler tarafından hazırlanan gürültü haritalarında bu ölçeklendirme

kullanılmıştır. Kullanıcının gürültü haritalarını kullanması durumunda okuyabileceği değer bu aralık içinde kalacaktır. Bu sebeple ön tasarım evresi için çalışma kapsamında bu sınıflandırmanın kullanılması yeterli görülmüştür. R_w+C_{tr} göstergesi sağlanması gereken en düşük değeri belirttiğinden kesitlerin bu değerin altında kalmaması gerekmektedir. Dolayısıyla hesaplamalarda belirtilen aralıkların üst sınırı referans alınacaktır. Sayısal değerlerin yanı sıra kentsel yoğunluk ve gürültülülük durumlarını ifade edecek sezgisel tanımlamalar oluşturulmuştur (Tablo 2.26). Sezgisel tanımlamalar oluşturulurken İBB gürültü haritalarındaki düzeyler ve işlevleri referans alınmıştır (Çevre Koruma Müdürlüğü, 2019).

Tablo 2.26 İşitsel performans adım aralıkları ve hesap değerleri

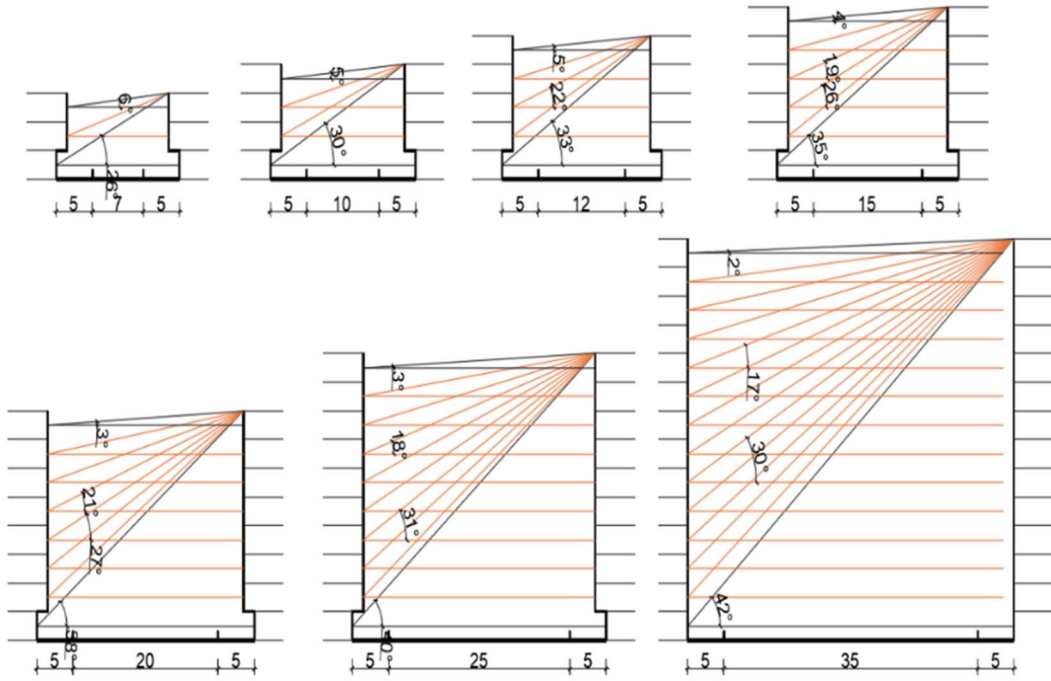
Referans aralığı	Hesap değeri	Sezgisel tanımlamalar	
<55 dB(A)	55 dB(A)	Çok alçak gürültülü ortam	Seyrek konut yerleşimi
55-60 dB(A)	60 dB(A)	Alçak gürültülü ortam	Konut bölgesi (yüksek yoğunluklu karayolu/ havaalanı/ sanayi bölgesine yakın olmayan)
60-65 dB(A)	65 dB(A)	Orta gürültülü ortam	Ticaret bölgesi, il merkezleri, büyükşehir ilçe merkezleri, konut bölgesi (yüksek yoğunluklu karayolu-havaalanı-sanayi bölgesine orta uzaklıkta)
65-70 dB(A)	70 dB(A)	Yüksek gürültülü ortam	Yoğun kent merkezleri, konut/ticaret bölgeleri (yüksek yoğunluklu karayolu/ havaalanı/ sanayi bölgesine çok yakın)
70-75 dB(A)	75 dB(A)	Çok yüksek gürültülü ortam	Sanayi bölgesi/havaalanı binaları

Alıcı odası hassasiyeti: Yönetmelikteki; I hassasiyet sınıfı için L_{gag-22} , II hassasiyet sınıfı için L_{gag-} , III hassasiyet sınıfı için L_{gag-28} değerleri 25 (Tablo 2.2) ile çevresel gürültü ortamı için belirlenen 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) hesap değerleri dikkate alınacaktır.

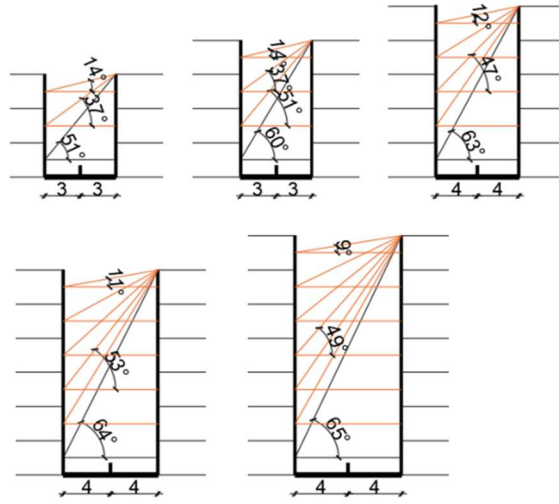
Açıklığın yönü: Hesaplamalarda kuzey, güney, doğu, batı olmak üzere dört ana yöne yer verilecektir. Hesap yükünü iki katına çıkaracak olan ara yönler bu aşamada yer verilmesine gerek duyulmamıştır. Programın ilerleyen versiyonlarında ara yönler için hesaplamalar yapıp karar destek aracına eklenmesi mümkündür.

Dış engeller: Dış engel koşullarını gruplayabilmek için yönetmelikler ve literatür çalışmaları referans alınarak bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği'nin 9. maddesi (Yol Genişliklerine Göre Bina Kat Adetleri), 23. maddesi (Bahçe Mesafeleri) ve 41. maddesine (Çıkmlar) göre oluşturulmuş yapıların olası engel açıları etüt edilmiş, engel açılarının 2° - 65° aralığında olduğu görülmüştür (Şekil 2.15). Bununla beraber “BEP Yönetmeliği Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması” kitapçığında yapı formundan (balkon çıkıntısı vb.) ve gölgeleme elemanlarından kaynaklanan engel açısının nasıl belirlenmesi gerektiği gösterilmiş, engel açısının 60° 'den büyük olması durumunda gün ışığının enerji verimliliğine bir katkısı olmadığı belirtilmiştir (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2010a). Bu veriler ışığında 60° 'den yüksek engel açısının seçim ekranında yer almasına gerek olmadığı anlaşılmıştır. Dolayısıyla engel açısı sınır değerleri 0° - 60° olarak belirlenmiştir.



(a)



(b)

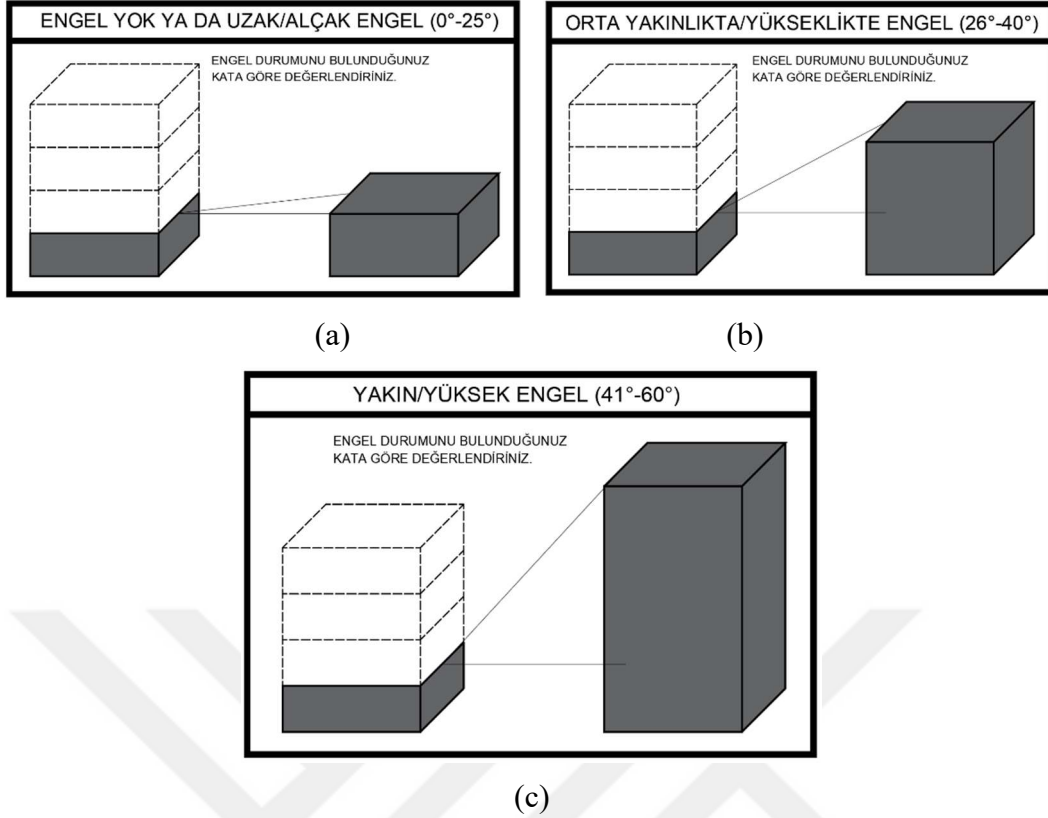
Şekil 2.15 Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliğine göre oluşabilecek engel açıları,
a: ön bahçe, **b:** yan bahçe

Adım aralıklarının belirlenmesinde literatürde yapılan çalışmalardan yararlanılarak dış engel durumunun aydınlık düzeyi üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Ünver (2005) tarafından yapılan çalışmada 0° - 30° , 30° - 40° , 40° - 50° ; Yassin ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada 0° - 27° , 28° - 40° , 41° - 58° engel açılarındaki değişim dikkat çekmektedir. İncelen bu veriler ışığında hesaplamalarda engel açısının “ 0° - 25° , 26° - 40° , 41° - 60° ” sınır değerleri arasında ele alınması ve saydamlık oranında olduğu gibi hesaplamalarda orta değerlerin kullanılması uygun görülmüştür (Tablo 2.27).

Tablo 2.27 Seçim ekranında yer alacak dış engel verileri

	0° - 25°	26° - 40°	41° - 60°
Hesap değeri	12,5°	32,5°	50°
Sezgisel tanımlama	Engel yok Uzak/alçak engel	Orta yükseklikte engel	Yakın/yüksek engel

Seçim ekranında kullanıcı seçimlerini destekleyecek görseller hazırlanmış, görsellerde engel durumunun hacmin bulunduğu kata göre hesaplanması gerektiği belirtilmiştir (Şekil 2.16).

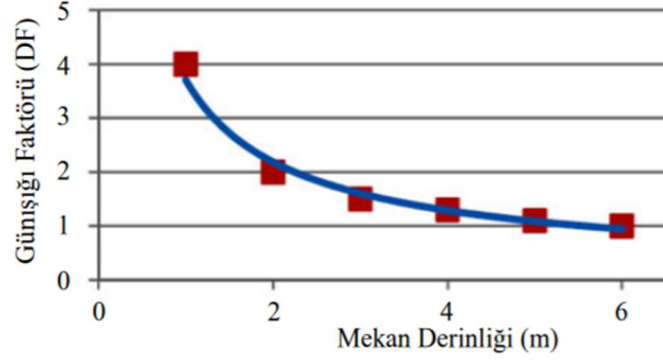


Şekil 2.16 Dış engel durumunun kullanıcı seçimleri için görselleştirilmesi **a:** 0°-25° engel açısı **b:** 26°-40° engel açısı **c:** 41°-60° engel açısı

Oda boyutları: Çalışma kapsamında oda boyutlarının en, boy, yükseklik parametreleri ayrı ayrı değerlendirilmiş, seçim aralıklarının ve hesap değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla mevcut yönetmelikler ve literatür çalışmaları referans alınarak analiz edilmiştir.

Oda derinliği: Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği'nde konutların yaşama mekânlarında kısa kenar ölçüsü en az 3,00 m, yatak odalarında en az 2,5 m olarak belirtilmektedir. Bununla beraber farklı saydamlık oranları ve dış engel durumları dikkate alınarak yapılan çalışmalarda 8-9 m derinlik ölçüsünden sonra hacimlerde yeterli gün ışığı sağlanmadığı görülmektedir (Amirkhani, 2018; Tekin ve ark., 2018). Bu sebeple oda derinliği alternatifleri için başlangıç sınır değeri 2,5 m, bitiş sınır değeri 9 m olarak belirlenmiştir.

Çalışmalar referans düzlemde oluşan ortalama aydınlık düzeyinin oda derinliğine bağlı olarak parabolik biçimde azaldığını göstermektedir (Arpacıoğlu ve ark., 2020; Ochoa ve ark., 2012). Oda derinliği arttıkça gün ışığı performansındaki değişim oranı da azalmaktadır (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 Gün ışığının oda derinliğine bağlı değişimi (Arpacioğlu ve ark., 2020)

Denk değişim oranlarına sahip adım aralıklarının belirlenmesi amacıyla çalışma kapsamında ön hesaplar yapılmıştır. Hesaplamalarda Şekil 2.11’de gösterilen hacim kullanılmış, hacmin konumu Adana ve Trabzon kabul edilmiştir. Hacmin oda derinliği 2,5-9 m arasında değişecek şekilde çok sayıda alternatif için $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerleri hesaplanmıştır. Adım aralıklarının; düşük oda derinliği mesafelerinde kısa, yüksek oda derinliği mesafelerinde uzun olduğu denemelerde dengeli sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Adım aralıkları “2,5-3,5”; “3,5-5,0”; “5,0-7,0”; “7,0-9,0”; olacak şekilde yapılan hesaplarda değişim oranı birbirine en yakın gruptandırma elde edilmiştir (Tablo 2.28).

Tablo 2.28 Oluşturulan adım aralıklarında aydınlık düzeyi artış oranı

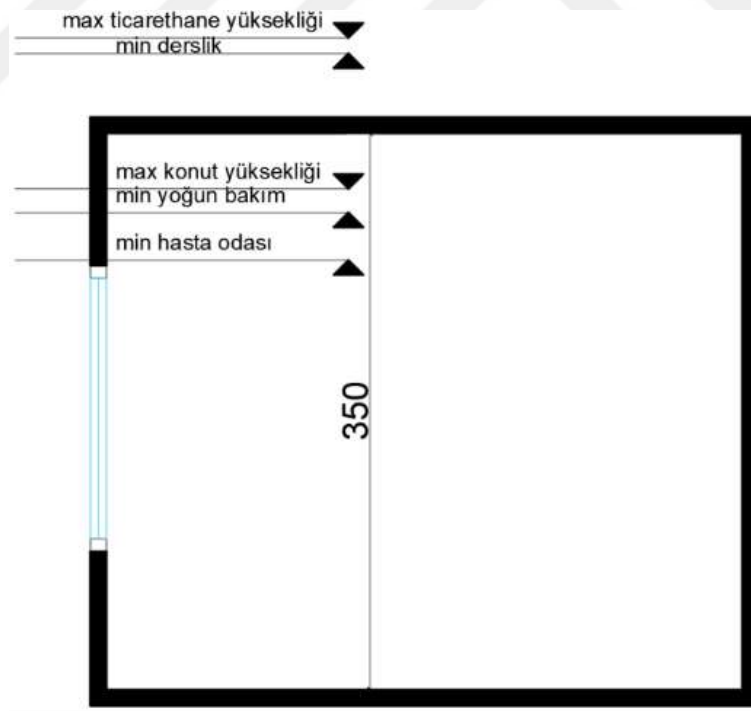
	2,5-3,5	3,5-5,0	5,0-7,0	7,0-9,0
Trabzon (ref. düzlemin %50'inde)	28%	31%	35%	35%
Adana (ref. düzlemin %50'inde)	29%	32%	33%	34%
Trabzon (ref. düzlemin %95'inde)	16%	37%	48%	43%
Adana (ref. düzlemin %95'inde)	18%	31%	46%	44%

Hesaplamalarda, başlangıç ve bitiş sınır değerlerini temsil kabiliyeti en yüksek olan orta değer kullanılacaktır (Tablo 2.29). Bu sayede sınır değerler ile hesap değeri arasındaki aydınlık düzeyindeki değişim oranları Tablo 2.28’te gösterilenden daha düşük olacaktır.

Tablo 2.29 Oda derinliği adım aralıkları için hesap değerleri

Adım aralığı (m)	2,5-3,5	3,5-5,0	5,0-7,0	7,0-9,0
Hesap değeri (m)	3,0	4,25	6,0	8,0

Oda Yüksekliği: Kat yüksekliği (döşeme üstünden döşeme üstüne) sınır değeri; Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği’nde konut işlevi için en fazla 3,6 m, ticaret işlevi için en fazla 4,5 m, “Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu”nda derslikler için 4 m olarak belirtilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017b; Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı, 2015). “Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu”nda ise oda yüksekliği (temiz işler dahil döşeme üstünden tavan alt kotuna) hasta odaları için en az 2,70 m yoğun bakım üniteleri için en az 3 m olarak belirlenmiştir (Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı, 2010). Bu veriler ışığında hesaplamalarda oda yüksekliğinin, yönetmeliklerde belirtilen yükseklik değerlerinin ortasında yer alan, tüm işlevleri temsil kabiliyeti yüksek bir değer olan “3,5 m” kabul edilmesi uygun görülmüştür (Tablo 2.30, Şekil 2.18).



Şekil 2.18 Yönetmeliklerde çeşitli işlevler için tavsiye edilen kat yüksekliği değerlerinin çalışma kapsamında seçilen oda yüksekliği ile karşılaştırılması

Tablo 2.30 Oda yüksekliğinin Türkiye’de yürürlükte olan yönetmelikler kapsamında işlevlere göre sınıflandırılması

	En az	En çok
Konut (döşeme üstünden-döşeme üstüne)	-	3,6
Ticaret (döşeme üstünden-döşeme üstüne)	-	4,5
Hasta odaları (hacim içi net yükseklik)	2,7	-
Yoğun bakım üniteler (hacim içi net yükseklik)	3,0	-
Derslikler (döşeme üstünden-döşeme üstüne)	4,0	-

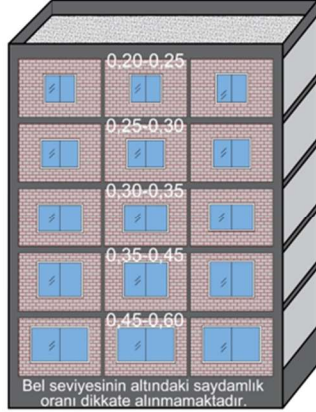
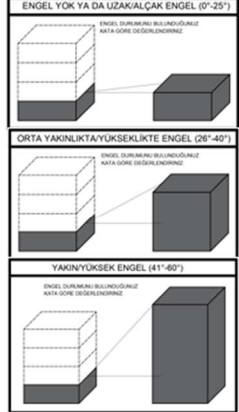
Oda genişliği: Çalışmada yaygın kullanılan 5 m cephe genişlik ölçüsünün oda genişliği olarak kabul edilmesi uygun görülmüştür.

İç/dış yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı: İç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları EN 17037 ve EN 12464-2 standartlarına uygun olarak; zemin 0,4; duvarlar 0,6; tavan 0,8 olarak belirlenmiştir. Dış yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı ise EN 17037 direktifleri doğrultusunda 0,4 olarak değerlendirilecektir.

Sonuç olarak tüm parametreler hesaplamalar açısından ele alınmış, seçim ekranında yer alacaklar için adım aralıkları belirlenmiş ve her bir parametre için hesap değeri tayin edilmiştir (Tablo 2.31). Yapılan değerlendirmeler ışığında sonuç ekranı ve seçim ekran taslakları hazırlanmıştır (Şekil 2.19, Şekil 2.20).

Tablo 2.31 Seçim ekranında yer alacak adım aralıkları ve hesaplamalarda kullanılacak değerler

Parametre	Adım aralığı	Hesaplar
Konum	113 il/ilçe	5 DGB-8 pilot il
Açıklığın yönü	4 ana yön	4 ana yön
Çevresel gürültü ortamı	<55, 55-60, 60-65, 65-70, 70-75	55, 60, 65, 70, 75
Alıcı odası hassasiyeti	I, II, III	I, II, III
Cephe kaplaması durumu	Sıva+boya, Taş/ahşap/metal kaplı	Mekanik taş kaplama
Saydırlık oranı	0/0,20-0,25/0,25-0,30/ 0,30-0,35/0,35-0,45/0,45-0,60	0,225/0,275/0,325/0,4/0,52
Engel açısı	0°-25°/25°-40°/40°-60°	12,5/32,5/50
Oda derinliği	2,5-3,5 / 3,5-5 / 5-7 / 7-9	3/4,25/6/8
Oda yüksekliği	-	3,5 m
Oda genişliği	-	5 m
İç yüzeyler ışık yans. çar.	-	Z=0,4/D=0,6/T=0,8
Engel yüzeyi ışık yans. çar.	-	0,4

Çevre Gürültüsü (Lgag)	Kaplama durumu	Gürültü Hassasiyeti	Cam alanı oranı	Yön	Oda Derinliği	Güneşli engeli	Şehir*
Yüksek gürültülü ortam	Boyalı Cephe	Yüksek	0,20-0,25	Kuzey	3,5-5	Yakın/Yüksek Engel (40°-60°)	İstanbul
Çok alçak gürültülü ortam: Lgag <55dBA Seyrek konut yerleşimi Alçak gürültülü ortam : 55<Lgag <60 dBA -Konut bölgesi (yüksek yoğunluklu karayolu/ havaalanı/ sanayi bölgesine yakın olmayan) Orta gürültülü ortam : 60<Lgag <65 dBA -Ticaret bölgesi -İl merkezleri -Büyükşehir ilçe merkezleri -Konut bölgesi (yüksek yoğunluklu karayolu/ havaalanı/ sanayi bölgesine orta uzaklıkta) Yüksek gürültülü ortam: 65<Lgag<70 dBA -Yoğun kent merkezleri, -Konut / ticaret bölgesi (yüksek yoğunluklu karayolu/ havaalanı/ sanayi bölgesine çok yakın) Çok Yüksek Gürültülü ortam: 70<Lgag<75 -Sanayi bölgesi/havaalanı binaları	Yüksek: Yatak odası, yatakhane, derslik, kütüphane, hasta odası, ameliyathane Orta: Yaşam alanı (konut), yemek odaları (konut-kreş), müzik-resim atölyesi, ofisler, duruşma salonu Düşük: Mutfak-banyo, koridor, teknik hacim, yemekhane, ticarethane, eğlence-spor tesisi, terminal, sanayi tesisi			*İlçenin belirtilmemiş olduğu seçeneklerde il seçimi yeterlidir.			

Şekil 2.19 Seçim ekranı ön tasarımı



Şekil 2.20 Sonuç ekranı ön tasarımı

2.3 Tip Kesitlerin Oluşturulması

Hesaplama adımlarına geçmeden önce çok sayıda ana duvar gereci, yalıtım malzemesi arasından seçim yapılması, seçilen gereçlerin uygulama kalınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi, kesit katmanları için tip alternatifler oluşturulması ve cam sistemlerinin teknik özelliklerinin kapsam açısından analiz edilmesi gerekmektedir.

2.3.1 Duvar Gereçlerinin Belirlenmesi

Bölüm 2.2.2’de belirtildiği üzere sonuç ekranında tuğla, izo-tuğla, gaz beton ve betonarme olmak üzere dört ana duvar gereci ve sıva ve plaka kaplama olmak üzere iki kaplama gereci ve i kaplama yer alacaktır. Her bir gereç için geniş ürün yelpazesi bulunmaktadır. rnlerin başta yoğunluğu olmak üzere teknik özellikleri hesaplarda etkili olmaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilecek olan n tasarım destek aracı uygulamaya yönelik olduğundan mimarlık pratiğinde tercih edilen ürünler/uygulamalar dikkate alınmıştır.

Tuğla; bol miktarda killi toprağa su, kül, kiremit tozu gibi mineraller karıştırılarak hazırlanan karışımın kalıplarda kurutulması ve yüksek sıcaklıktaki fırınlarda pişirilmesi sonucu elde edilen, bilinen oldukça eski bir yapı malzemesidir (Bakırer, 1981; Dalkılıç & Nabikoğlu, 2017). Günümüzde; sıva tutuculuğunun yüksek olması, uygulamasının yaygın bilinmesi ve düşük maliyetli olması sebebiyle tercih edilmektedir (oban, 2022). Çalışma kapsamında mimaride en yaygın kullanılan, EN 717-1 standardına uygun, yoğunluğu 600 kg/m^3 uygulama kalınlığı 19 cm olan $19 \times 19 \times 13,5$ cm ölçülerindeki düşey delikli tuğla (DDT) ve yoğunluğu 750 kg/m^3 uygulama kalınlığı 24 cm olan izo-tuğla (İT) kullanılmıştır.

Gaz beton ince öğütülmüş silisli agrega ile kireç veya imento ile gözenek artırıcı kimyasallar eklenmesi sonucu oluşan karışımın buhar kr ile sertleştirilmesi sonucu elde edilen yapı malzemesidir (Alageyik, 2018). Yapıya yk getirmeyen ve enerji tüketimini azaltan malzeme arayışı sebebiyle 20. yy’ın başından beri yapılan deneysel çalışmaların neticesinde ortaya çıkmıştır (iek, 2002). Günümüzde hafif ve ısı yalıtımı sağlayan bir gereç olduğu için tercih edilmektedir. Isı yalıtım projeleri, düşük yoğunluklu G2/400 gaz beton sınıfına göre hazırlanmaktadır. Fakat

düşük yoğunluklu ürünün performansı gürültü denetimi açısından yetersiz kaldığı için akustik projelerde G4/600 sınıfı gaz beton kullanılması tavsiye edilmektedir. G4/600 sınıfı gaz beton özel sipariş üzerine üretilmekte, tedarik zinciri G2/400 kadar kolay olmamaktadır. Bu durumda ısı yalıtım projelerin ile akustik projeler arasında uyumsuzluk ortaya çıkmakta, mimari uygulamada G2/400 sınıfı gaz beton kullanılmakta, akustik proje ihmal edilmektedir. Kullanıcının gaz betona yönelmesindeki temel sebep ısı yalıtım performansını yükseltmek iken işitsel performans için yüksek yoğunluklu sınıfı önermek anlamlı olmamaktadır. Kullanıcının gaz beton seçmesi durumunda hem ısısal hem işitsel performans açısından diğer gereçlerle sağlıklı bir karşılaştırma yapabilmesi için TS 453 standardına uygun, yoğunluğu 400 kg/m³ uygulama kalınlığı 20 cm olan G2/400 sınıfı gaz beton (GB) çalışma kapsamında tercih edilmiştir.

Betonarme duvar; kum/çakıl agregaya, su ve çimento karıştırılarak oluşan betonun, demir donatı katkısıyla basınç ve çekmeye dayanımı artırılarak elde edilen (Slaton ve ark., 2014), 20. yy'ın başlarından itibaren kullanımı yaygınlaşmaya başlayan yapı elemanıdır (Wight & MacGregor, 2016). Günümüzde; toplu konut projelerinde hızlı üretim sağlamak amacıyla tünel kalıp sistemlerinde, yatay deprem yüklerini karşılamak amacıyla perde beton dış duvarlarda ve istenilen beton kalitesine yüksek oranda ulaşmak için fabrika koşullarında üretilen beton panel cephelerde uygulanmaktadır (Erdil & Gündüz, 2021; Şahin, 2000). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre betonarme binalarda en az C25 beton sınıfı, ön üretimli beton uygulamalarında ise en az C30 sınıfı beton kullanılması gerekmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar C25 beton sınıfının deprem kuşağında yer alan pek çok il ve zemin sınıfı için beton dayanımı (durabilite) ile ekonomik açıdan uygun bir seçenek olmadığını göstermektedir (Büyükkardaşlar, 2019; Ergün & Lüle, 2008; Tetik ve ark., 2021; Tezcan, 2004). Aynı sebeple mimari uygulamada da C25 değil C30 sınıfı beton tercih edilmektedir (Coşkun ve ark., 2021). Dolayısıyla çalışma kapsamında yoğunluğu 2340 kg/m³, uygulama kalınlığı 25-30 cm olan C30 sınıfı beton (BA) tercih edilmiştir. Uygulama kalınlığı orta değer olan 27,5 cm kabul edilmiştir.

Dış kaplama, ana duvar gerecinin dış etmenlere karşı korunması amacıyla yapılan uygulamadır. “Sıva+boya” olabileceği gibi ahşap metal, doğal taş, yapay taş,

seramik vb. plaka kaplamalar da olabilmektedir. Sıva; ince agrega ve suya bağlayıcı bir madde katılması ile elde edilmektedir. Mimari uygulamalarda su ve neme karşı dayanımı yüksek ve uygulaması kolay olması sebebiyle sıklıkla çimento esaslı sıva tercih edilmektedir (Berge, 2009; Büyükkardaşlar, 2019; Dereli, 2004; Toydemir ve ark., 2000). Çalışma kapsamında bu durum göz önünde bulundurularak “sıva+boya” kaplı cephe hesaplarında 1400 kg/m^3 yoğunluğa, 3 cm uygulama kalınlığına sahip çimento esaslı sıva kullanılmıştır. Plaka kaplamalar özellikle kamusal kullanımlı binalarda estetik gereksinimler için kullanılan kaplama gereçlerdir (Berge, 2009). Mermer, traverten, granit, çinko, titanyum, iroko, tik ağacı gibi farklı yoğunluk ve uygulama kalınlığına sahip oldukça geniş gereç yelpazesine sahiptir. Çalışma kapsamında yapılan ön hesaplarda gereç farklılıklarının akustik performans üzerindeki etkisinin $\pm 3 \text{ dB}$ aralığında kaldığı görülmüş, hesapların tek bir gereç ile yapılmasının yeterli olacağı kanaatine varılmıştır (Tablo 2.12). Bu veriler ışığında hesaplamalar, 2640 kg/m^3 yoğunluğa 2 cm uygulama kalınlığına sahip granit kaplama kullanılarak yapılmıştır.

Plaka kaplamaların montaj biçimi de akustik performansı etkilemektedir. Yapıştırma harcı ya da kalın kesitli bağlantı elemanı kullanılması, bağlantı elemanlarının çift eksenli ya da tek eksenli döşenmesi gibi teknik detaylar akustik performansa etki etmektedir. Çalışmanın amacı nihai hesaplar ortaya koymak değil kullanıcıya belirli yaklaşıklıklarla ön tasarım evresinde yapı kabuğu hakkında yol göstermek olduğundan tüm alternatifler seçim ekranına yansıtılmamıştır. Cephe kaplaması montajında mimari uygulamalarda en sık kullanılan; 0,55-0,65 mm bağlantı elemanlarının 60 cm aralıkla tek eksenli monte edildiği uygulama referans alınmıştır.

İç kaplamalar ana duvar gereci yüzeyinin pürüzlülüğünü gidererek temizlik sağlanabilmesi ve estetik amaçlı olarak yapı kabuğunun iç yüzeyine uygulanan bitiş elemanlarıdır (Toydemir ve ark., 2000). Oldukça düşük yoğunluk ve uygulama kalınlığına sahip olduklarından kabuğun performansı üzerinde önemli etkileri yoktur. Çalışma kapsamında yoğunluğu 1200 kg/m^3 uygulama kalınlığı 2 cm olan “alçı sıva+boya” kullanılması yeterli görülmüştür.

2.3.2 Yalıtım Gerecinin Belirlenmesi

Ses yalıtımı, Bölüm 2.2.1’de bahsedildiği üzere kütle kanunu ile ilişkilidir. Dolayısıyla doğrudan yalıtım malzemesine değil yapı kabuğunda kullanılan gereçlerin yoğunluğu, kalınlığı ve ara boşluk mesafesi gibi teknik özelliklerine bağlıdır. Katmanların belirlenmesine Bölüm 2.3.3’te yer verilmiş bu bölümde ısı yalıtım gereci ele alınmıştır.

Isı iletkenlikleri $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ve altında olan opak malzemeler, ısı yalıtım malzemesi olarak kabul edilmektedir (Demir, 2017). Literatürde konvansiyonel, alternatif ve üstün performanslı ısı yalıtım malzemeleri yer almaktadır (Füchsl ve ark., 2022; Schiavon ve ark., 2016). Konvansiyonel ısı yalıtım malzemeleri mimarlık pratiğinde yer alan, serbest piyasa koşullarında ulaşılabilen, ısısal performansları, verimlilikleri ve diğer teknik özellikleri ile ilgili çok sayıda ölçme/hesap yapılmış malzemelerdir (Aydın, 2010; Berge, 2009; Ceylan, 2012; Evcil, 2000; Kaplan, 2012; Karaca, 2001). Alternatif gereçler, sürdürülebilir mimarlık bakış açısıyla çalışılan, çoğunlukla tarımsal/evsel/sanayi atıklardan geri dönüştürülmüş malzemelerdir (Asdrubali ve ark., 2015; Bakatovich ve ark., 2018; Do ve ark., 2020; Islam & Bhat, 2019; Marques ve ark., 2018; Massoudinejad ve ark., 2019). Üstün performanslı gereçler ise nano malzemeler, meta malzemeler gibi teorik çalışmaları devam eden gereçlerdir. Alternatif ve üstün performanslı gereçlerin henüz seri üretimi yoktur. İnsan sağlığına etkileri, yaşam döngüsü maliyeti gibi konulara yönelik araştırmalar devam etmektedir (Ashgari ve ark., 2024; Biswas ve ark., 2016; de Guinoa ve ark., 2017; Dickson & Pavía, 2021; Pinto ve ark., 2020; Resalati ve ark., 2021; Schiavon ve ark., 2016; Schlanbusch ve ark., 2014). Tezin amacı uygulamaya yönelik olduğundan çalışma kapsamında seri üretimi olan, tedariki mümkün, performansları ölçülmüş, uygulama teknikleri bilinen konvansiyonel gereçler değerlendirmeye alınmıştır. Bu bakış açısıyla Türkiye’de en yüksek satış oranına sahip (Kulaksızoğlu, 2006); cam yünü, taş yünü, genleştirilmiş polistiren (EPS), ekstrüde polistiren (XPS) ve poliüretan köpük (PU) yalıtım gereçleri analiz edilmiştir.

Taş yünü ve cam yünü organik esaslı; EPS, XPS ve PU polimer esaslı yalıtım gereçlerdir. Taş yünü magmatik karakterli taşların, cam yünü ise silis kumu ile sodyum karbonatın; yüksek sıcaklıkta eritilmesiyle elde edilen liflerin reçine

kullanarak birleştirilmesi ile elde edilir. Hücre yapıları dış ortama açıktır (Ülker, 2009). EPS üretiminde; polistiren tanecikler genleştirilerek içi hava dolu tanecikler elde edilir. Elde edilen tanecikler özel silolarda dinlendirilir ve yeniden ısıtılarak aralarında hiç boşluk kalmayacak şekilde bal peteği şeklinde bulunduğu kabın şeklini alır. Daha sonra standart ebatlarda boyutlandırılarak nakliye ve uygulamaya elverişli levhalar haline getirir. %98'i kuru ve durgun havadan oluşan kapalı hücre yapısına sahip gereçlerdir (Alyanak Kaya, 2010). XPS; polistirenin levha halinde çekilmesi ile elde edilir (Akıncı, 2007). Kapalı gözenek yapısına sahiptir. PU; karıştırılmış poliöl ve izosiyanürat kimyasallarının, hava ile temasından sonra sertleşmesi ile elde edilir (Ülker, 2009). Kapalı ve açık hücre yapısına sahiptir.

Isı yalıtım malzemesi seçiminde; ısı iletim katsayısı, düşük birim ağırlığı, boyutsal kararlılık, kesit kalınlığı gibi fiziksel özellikler; neme, basınca, kimyasal/biyolojik etkilere yangına karşı dayanıklılık özellikleri; insan sağlığı açısından zararsız olması, üretiminde düşük enerji kullanılması, nakliye gerektirmemesi gibi ekolojik özellikleri; ilk yatırım maliyeti, bakım ve onarım gereksinimleri, geri ödeme süresi gibi ekonomik özellikleri dikkate alınmaktadır (Kan, 2022; Kulaksızoğlu, 2006; Ülker, 2009).

2.3.2.1 Fiziksel Özellikler Açısından Değerlendirme:

Isıl iletkenlik katsayısı, ısı yalıtımında en önemli parametredir. Isıl iletkenlik değeri düştükçe ısı yalıtım performansı arttığı için gereçlerin olabildiğince düşük değere sahip olması beklenir (Akıncı, 2007). Isı yalıtım malzemeleri yapılarındaki duran hava ile ısı akışına direnç gösterir. Birim ağırlığı düşük gereçler yüksek boşluk oranına sahiptirler. Dolayısıyla hem yapıya fazla yük getirmez hem de yüksek ısısal performans sağlarlar. Boyutsal kararlılık benzer bir şekilde malzemenin su aldığı anda şişmesi ya da rüzgâr, sıcak-soğuk farkı gibi etmenlerle formunun değişmesini ifade etmekte ve yüzdesel olarak değerlendirilmektedir (İşbilir, 2009; Ülker, 2009). Malzemelerin ısıl iletkenlik değerinin farklı olması sebebiyle hedeflenen “U” değerinin sağlanabilmesi için gereken kesit kalınlığı da değişmektedir (Kan, 2022). Maliyeti ve uygulama pratiğini etkileyen bu husus da malzeme seçiminde dikkate alınmaktadır.

Isı yalıtım gereçleri fiziksel özellikleri açısından değerlendirildiğinde PU'nun en düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip olduğu ve buna bağlı olarak kesit kalınlığında 2,2 cm avantaj sağladığı görülmektedir. Kapalı hücre yapıları sebebiyle polimer esaslı gereçlerin neme karşı boyutsal kararlılığı daha yüksek olmaktadır. Bununla beraber teknik özellikler bakımından gereçlerin birbirine yakın performansları olduğu uygulama kalınlığında 1-2 cm farklar meydana geldiği, yoğunluklar arasındaki farkların yapıya yük teşkil etmeyecek yaklaşıklıkta olduğu, polimer esaslı gereçlerin yüksek sıcaklığa, organik esaslı gereçlerin ise neme karşı korunması gerektiği anlaşılmaktadır (Tablo 2.32).

Tablo 2.32 Isı yalıtım gereçlerinin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması

	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK) ^{1,2}	Yoğunluk (kg/m ³) ¹	Boyutsal kararlılık (%) ¹	Kesit kalınlığı (cm) ³
Taş yünü	0,035-0,050	20-200	<%1	5,9
Cam yünü	0,035-0,050	10-120	<%1	5,9
EPS	0,032-0,037	15-30	<%2-5	5,1
XPS	0,028-0,036	20-50	<%2-5	4,4
PU	0,021-0,030	30-150	<5	3,7
1) Şimşek (2019) 2) Tolun (2010) 3) Ülker (2009), Ana duvar gereci: düşey delikli tuğla, DGB: 3. Bölge				

2.3.2.2 Dayanıklılık Özellikleri Açısından Değerlendirme:

Buhar akımı yüksek basınç ortamından alçak basınç ortamına olur. Bu akım sırasında buhar geçişine imkân vermeyen soğuk bir yüzey ile karşılaşırsa yoğuşma meydana gelir. Nem oranı arttıkça su buharı yalıtım gerecindeki durgun hava boşluklarını doldurmaya başlar. Kuru havanın ısı iletkenlik değeri 0,023 W/m²K iken suyun ki 0,587 W/m²K olduğundan (Gürdal, 1998a), ısı yalıtım gerecinin bozulmasına, nemli kalmasına ve ısı açıdan koruyuculuğunu yitirmesine sebep olur. Isı yalıtım gereçlerinde buhar direnci 1-300 arasında değişmektedir. Düşük buhar gereci direnci; buhar geçişinin yüksek olacağını ve kesit içinde yoğuşma meydana gelmesi ihtimalinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Bu durumu önlemek için ısı yalıtım gerecinin buhar geçişinin yüksek olması ya da kesitte ≤ 1 perm değerine sahip geçirimsiz buhar bariyeri kullanılması gerekmektedir. Buhar akışı sıcaktan soğuğa doğru olduğu için, buhar kesiciler; soğuk iklimlerde iç ortama yakın tarafta, soğutma yapılan sıcak iklimlerde kesitin dış ortama bakan tarafında

yer almalı, karma iklimlerde ise kesitin havalandırılması ele alınmalıdır(Al-Homoud, 2005).

Kimyasal/biyolojik etkiler özellikle mantar gibi organik yalıtım gereçleri için önem taşımaktadır. Böcek, küf, parazit gibi biyolojik canlıların malzemeyi yıpratmaması için koruyucu önlemler alınması gerekmektedir. Ayrıca malzemelerin uygulamasında kullanılan kimyasalların malzemenin yapısını deforme etmeyecek içeriğe sahip olması gerekmektedir.

Basınç ve çekme dayanımı; malzemenin, mekanik darbelere karşı dayanıklı olması, formunu kullanım ömrü boyunca koruması için avantaj sağlamaktadır. Malzeme deforme oldukça boşluk özelliği değişecek yalıtım özelliği düşecektir. Basınç dayanımı malzemenin döşeme yüzeyi gibi yatay kullanıldığı durumlarda büyük önem taşırken yapı kabuğu gibi düşey kullanılması durumunda daha az önem taşımaktadır (Strother & Turner, 1990).

Yangın sınıfı derecelendirmeleri, organik ya da sentetik ısı yalıtım malzemelerinin yangın sırasındaki performanslarının belirlenmesinde önem taşımaktadır. Malzemenin yanmaz olması ve yangın sırasında ölüme sebebiyet veren zehirli gazlar yaymaması, koyu duman oluşturmaması beklenir. Yanma sırasında ortaya çıkan; azot oksit, kükürtdioksit, siyanürik asit, hidroklorik asit ve karbon monoksit bileşimli gazların, canlılar için tehlikeli oldukları bilinmektedir. Mineral kökenli ürünler 600-700 °C'den sonra erimeye başlarlar. Yangın sırasında formları bozulabilir fakat yanmaz ya da zehirli gaz oluşumuna sebep olmazlar. Polimer kökenli ürünler ise 120 °C'den sonra ayrışmaya ve zehirli gaz çıkartmaya başlarlar (Gürdal, 1998b). Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) yönergelerinde malzemelerin yangına tepki, duman ve yangın parçacıkları açısından değerlendirilmesi EN 13501 Standardı'na uygun olarak ele alınmıştır (Tablo 2.33) (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2009; TS EN 13501-1, 2007). DIN 4102 normunda B sınıfı malzemeler B1 zor alevlendirici, B2 normal alevlendirici, B3 kolay alevlendirici olmak üzere üç grupta ele alınmıştır (DIN 4102-4/A1, 2004). EN 13501 Standardı ile DIN 4102 normundaki sınıflandırma eş olmadığından derecelendirmenin hangi standarda göre yapıldığına dikkate edilmesi gerekmektedir.

Tablo 2.33 Döşemeler dışındaki yapı malzemelerin yangın tepki sınıfları

Malzemenin yanıcılık özelliği	BYKHY ve TS-EN 13501-1'göre sınıflandırma	DIN 4102'ye göre sınıflandırma
Hiç yanmaz	A1	A1
Zor yanıcı	A2, s1, d0	A2
Zor alevlenici	B,C - s1, d0	B1
	A2 - s2, d0 A2, B, C - s3, d0	
	A2, B,C - s1, d1 A2, B,C - s1, d2	
(minimum)	A2, B, C - s3, d2	

Dayanıklılık özellikleri bir arada değerlendirildiğinde XPS'in basınç dayanımı ve buhar direnci yönünden öne çıktığı görülmektedir. Fakat yangın sınıfı önemli bir dezavantajdır. B2 yangın sınıfı bir gerecin BYKHY'e göre cephede kullanılması mümkün değildir. Yangın sırasında polimer esaslı gereçler kolayca alev alır yoğun siyah duman oluşumuna sebep olur (Ülker, 2009). Yanma geciktirici kimyasallar kullanılarak yangın sınıfı B1'e kadar yükseltilebilir fakat yanmaz nitelik kazanmaları sağlanamaz (Candan, 2007). Ayrıca her ne kadar buhar difüzyon direnci yüksek olsa da cephede XPS ya da EPS kullanılsa bile 2.,3.,4., derece gün bölgelerinde kesit içinde yoğunlaşma meydana gelmektedir (Ülker, 2009). Bu durumda buhar kesici kullanılması gerekmektedir. Buhar kesici kullanıldığında organik malzemelerin buhar difüzyon direnci yönünden dezavantajı geri planda kalmaktadır. Polimer esaslı gereçlerin yapısı 75-80°C'den sonra bozulduğundan, güneş ışınımının yüksek sıcaklık etkileriyle deforme olmaktadır. (Tablo 2.34).

Tablo 2.34 Isı yalıtım gereçlerinin dayanım özelliklerinin karşılaştırılması

	Buhar difüzyon direnci	Basınç dayanımı (N/mm ²)	Biyolojik etkilere dayanım ^{1,3}	Kimyasal etkilere dayanım ^{1,3}	Yangın sınıfı (TS-EN 13501) ^{1,2,3}
Taş yünü	1	0,0005-5	Etkilenmez	Kalsiyum esaslı ise sert asitlerden etkilenir	A1-A2
Cam yünü	1	0,0005-5	Etkilenmez	Sadece hidroflorik asitten etkilenir	A1-A2
EPS	15-100	≥0,03-0,5	Etkilenmez	Çözücülerden ve güneşten etkilenir	B1-B2
XPS	80-220	≥0,1-1	Etkilenmez		B1-B2
PU	40-50	≥0,025-0,13	Etkilenmez		B1-B2
1) Ülker (2009), 2) Şimşek (2019) , 3) Alyanak Kaya (2010)					

2.3.2.3 Ekolojik Özellikleri Açısından Değerlendirme:

Isı yalıtımının amacı gereksiz enerji tüketiminden kaçınarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamak olduğundan üretim ya da kullanım açısından çevreye zarar veren malzeme seçimi temel amaçla çalışmaktadır. Bu sebeple; hammadde tedarikinde hava, su, toprak kirliliğine yol açmayan, üretiminde yoğun kimyasallar kullanılmayan, üretim süreçlerinde ve kullanım süresince insan sağlığına zarar vermeyen, ömrünü tamamladıktan sonra yeniden kullanmaya ya da geri dönüşüme uygun ürünlerin tercih edilmesi doğru olacaktır. Tüm bu etkilerin ISO 14025 (2006) Çevre Etkileri ve Çevresel Beyanlar Standardı'na göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Ürünlerin tedarik zinciri karbon ayak izinin belirlenmesinde önemli etkiye sahiptir (Turgut & Budak, 2022). Örneğin, Çin'de üretilen bir gecen gemilerle Türkiye'ye nakli sırasında harcanacak enerji, binanın gömülü enerji değerini yükseltecek, kullanım süresince sağlanacak enerji tasarrufunun önemini azaltacaktır (Koç ve ark., 2022). Bu sebeple nakliye gerektirmeyen, yerel üretimi olan gereçlerin tercih edilmesi, iklim değişikliği ile mücadele açısından önem taşımaktadır.

Isı yalıtım gereçlerinin ekolojik etkileri değerlendirildiğinde; organik gereçlerin hammadde çıkarımı ve üretim süreçlerinde çevreye etkilerinin minimum olduğu, gerekli önlemler alınması halinde işçi sağlığına olumsuz bir etkisi olmadığı, yangın sırasında zehirli gazlar açığa çıkarmadıkları ve güneşle kimyasal tepkimeye girmedikleri için kullanıcı sağlığını tehdit etmediği, yerel hammadde ve üretim imkanlarının olduğu, üretiminde kullanılan enerjinin düşük olduğu görülmektedir. Buna karşın polimer esaslı gereçlerin hammaddesi olan petrol çıkarımında oluşan ağır metaller toprak kirliliğine, gazlar ise asit yağmurlarına sebep olmaktadır. EPS üretiminde kullanılan pentan gazının çevreye olumsuz etkileri yüksek değildir. XPS üretiminde kullanılan hidroflorokarbon (HFC) ise CO₂'den 3200 kat daha fazla hava kirliliği sebep olmaktadır (Ülker, 2009). Poliüretan köpüğün kullanımında ise ozon tabakasına zarar veren kloroflorokarbon (KFC) kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra polimer esaslı gereçler yangın sırasında karbonmonoksit, karbondioksit ve siyanür gazları açığa çıktığından kullanıcı sağlığı açısından ölümcül riskler barındırmaktadır. Petrokimyasal ürün oldukları için hammadde kaynakları tükenmektedir, üretimlerinde kullanılan enerji ise organik gereçlerin yaklaşık üç

katıdır (Tablo 2.35). Belirtilen sebepler bir arada değerlendirildiğinde polimer esaslı gereçlerin çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin organik gereçlere göre daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 2.35 Isı yalıtım gereçlerinin ekolojik özelliklerinin karşılaştırılması

Çevreye etkileri ¹		
Taş yünü	Hammadde çıkarımı sırasında madencilik faaliyetlerine bağlı olarak yüzey sularının çamurlanması gibi minimum kirlilik etkileri oluşabilir.	
Cam yünü		
EPS	İmalatında kullanılan pentan gazının çevreye olumsuz etkisi azdır.	Petrokimyasal ürünlerin çıkarımında oluşan ağır metal artıklar toprak kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca petrol rafinelerinde asit yağmurlarına sebep olan emisyonlar vardır.
XPS	Üretiminde küresel ısınmaya sebep olan hidroflorokarbon kullanılmaktadır.	
PU	Üretiminde ozon tabakasına zarar veren kloroflorokarbon kullanılmaktadır.	
İnsan sağlığına etkileri ¹		
Taş yünü	Üretiminde gerekli önlemler alınmazsa koparak uçuşan lif parçacıkları işçilerin solunum sistemi sağlığını tehdit eder. Yangın sırasında zararlı gazlar açığa çıkarmadığı ya da güneşle tepkimeye girmedığı için kullanıcı sağlığını olumsuz etkilemez.	
Cam yünü		
EPS	Yangın sırasında ölüme sebep olan karbonmonoksit ve karbondioksit salınımı vardır. Güneşle etkileşiminde alerjik reaksiyonlara sebep olacak gazlar açığa çıkmaktadır. İşçi sağlığı ve kullanıcı sağlığına olumsuz etkileri vardır.	
XPS		
PU	Yangın sırasında siyanür gazı açığa çıkmaktadır. Formaldehit yüzdesi yüksektir. İnsan sağlığı açısından büyük tehditler oluşturmaktadır.	
Hammadde ve yerel üretim olanakları ²		Üretimde kullanılan enerji (MJ/kg) ³
Taş yünü	Hammadde olanakları oldukça geniştir. Yerel üretim imkânı vardır. Nakliye karbon ayak izi küçüktür.	63
Cam yünü		37
EPS	Petrokimyasal ürün oldukları için hammadde olanakları tükenmektedir. Hammadde ve üretimde kullanılan kimyasalların yerel üretim imkanları yoktur.	147
XPS		144
PU		147
1)Woolley ve Kimmins (2003) , 2)Ülker (2009), 3)Grazieschi ve ark. (2021)		

2.3.2.4 Ekonomik Açısından Değerlendirme

Mimari uygulama pratiğinde malzemelerin ekonomik açıdan değerlendirilmesi çoğunlukla ilk yatırım maliyetine göre yapılmakta yaşam döngüsü maliyeti dikkate

alınmamaktadır (Serter & Tuna Taygun, 2020). Oysaki ilk yatırım maliyeti düşük olan bir gerecin kullanım maliyetinin yüksek olabilmektedir. Bu sebeple ISO 21930 (2017)'a göre bir ürünün maliyet analizi; hammadde edinimi, nakliye, üretim, inşa sürecinde ortaya çıkan uygulama maliyetler, kullanım maliyeti, bakım onarım gereksinimi, yıkım sökülme, geri dönüşüm ya da yeniden kullanım süreçlerini de kapsamalıdır. Bu bakış açısıyla çok sayıda çalışmada; enflasyon ve faiz oranlarına göre belirlenen gelecek değer faktörü, yakıt maliyeti, yalıtım maliyeti dikkate alınarak Türkiye'deki tüm iller için geri ödeme süresi ve optimum yalıtım değerleri hesaplanmıştır (Aktemur ve ark., 2021; Çomaklı & Yüksel, 2003; Gölcü ve ark., 2006; Kan, 2022; Kürekçi ve ark., 2012).

Binalarda ısı yalıtım kalınlığı arttıkça enerji tasarrufu artar, yakıt maliyeti azalır. Bu durumda yalıtım maliyeti artar, yakıt maliyetindeki düşüşün etkinliği ise belli bir kalınlıktan sonra azalır. Yalıtım maliyeti ve yakıt maliyeti toplamının en düşük olduğu değer ekonomik açıdan optimum yalıtım kalınlığı olarak tanımlanmaktadır (Kürekçi ve ark., 2012). Geri ödeme süresi ise optimum yalıtım kalınlığı ile yapılmış yalıtımlı bina ile yalıtımsız binanın yıllık yakıt giderleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

Ekonomik özellikler bir arada değerlendirildiğinde cam yünü, EPS ve XPS için optimum yalıtım kalınlıklarının 3., 4., ve 5. derece gün bölgelerindeki iller için uygulama zorluğuna sebep olacak kalınlıklara ulaştığı görülmektedir. Bu durum ilk yatırım maliyeti ile yakıt tasarrufu arasındaki dengelerin TS 825 Standardı'nda istenen minimum değerlerle yakalanmasının güç olduğunu göstermektedir. Tüm gereçlerin geri ödeme süresinin birbirine yakın olduğu birim fiyat açısından ise cam yünü ile EPS'nin öne çıktığı görülmektedir. Fakat optimum yalıtım kalınlıklarına göre uygulama yapılması halinde ilk yatırım maliyetlerinin de dengeleneceği anlaşılmaktadır. Organik gereçler bakım gerektirmediğinden bakım/onarım maliyeti polimer esaslı gereçlere göre düşük olacaktır (Tablo 2.36).

Tablo 2.36 Isı yalıtım gereçlerinin ekonomik özelliklerinin karşılaştırılması

	Optimum yalıtım kalınlığı (cm) ^{1,2,3}	Geri ödeme süresi (yıl) ^{4,5}	Birim fiyatı (\$/m³) ⁴	Bakım onarım gereksinimi ⁶
Taş yünü	1-9	3,36	72	Kuru kaldığı sürece kullanım ömrü devam eder. Bakım gerektirmez.
Cam yünü	7-23	3,07	47	
EPS	2-10	3,42	42	Güneş etkileri ve içerisindeki gazın havayla değişimi kaynaklı performans düşmelerine karşı bakım gerektirir.
XPS	4-17	3,18	91	
PU	1-6	-	-	

1) Aktemur ve ark. (2021),

2) Kürekçi ve ark. (2012)

3) Ana duvar gerecinin düşey delikli tuğla, yakıtın doğalgaz olması halinde Türkiye’deki 1-4 derece gün bölgelerinde gereken optimum yalıtım kalınlıkları

4) Kan (2022)

5) 4. Derece gün bölgesi Sivas ili için doğal yakıtına göre hesaplanmış geri ödeme süreleridir.

6) Ülker (2009)

Tüm veriler bir arada değerlendirildiğinde polimer esaslı gereçlerin yangın dayanımının kimyasal güçlendirmelerle dahi A1-A2 sınıfına getirilememesi, insan sağlığına ve çevreye zararlı olmaları, üretimlerinde kullanılan enerjinin yüksek olması sebebiyle ekolojik olmadıkları değerlendirilmiş, kesit önerilerinde kullanılması uygun görülmemiştir. Organik gereçler karşılaştırıldığında ise cam yününün sadece yatay doğrultuda olan zayıf bağlı liflerinin kolaylıkla kopması ve cilde teması halinde cilt alerjilerine sebep olması geniş düşey yüzeye sahip cephelerde uygulama zorluklarına sebep olmaktadır. Bu nedenle ısı yalıtım gereci olarak; basınç mukavemeti yüksek, yanmaz, ekolojik ilk yatırım maliyeti yüksek fakat uzun dönemde diğer gereçler kadar ekonomik olan taş yünü tercih edilmiştir.

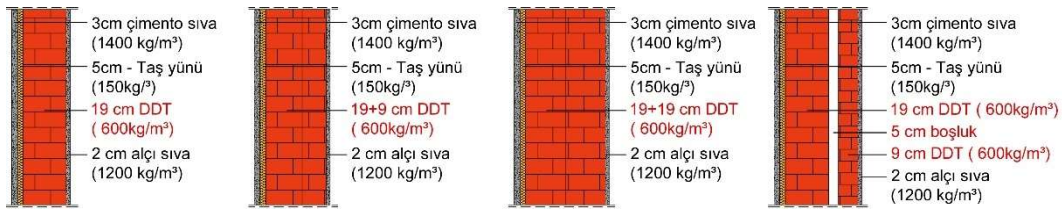
2.3.3 Tip Duvar Katmanlarının Belirlenmesi

Ana duvar gereci ve ısı yalıtım gerecinin yapı kabuğu katmanları içindeki konumu kesitlerin ısısal ve akustik performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Isı yalıtımının kesit içindeki yeri, ana duvar gerecini 1,5-2 sıra uygulayarak duvar kalınlığının artırılması, ara boşluk bırakılması, ara boşluk mesafesi, ara boşluğun yalıtımlı olması, ara boşluktan sonra kullanılacak duvar gereci, ikinci katmanda kullanılan gereçlerin kalınlığı gibi kesit düzenlemelerinin her vaka için tek tek ele alınması hesap süreçlerinde karışıklığı sebep olacaktır. Bu sebeple, sistematik bir bakış açısıyla duvar katmanlarının değerlendirilmesi ve performans artışı sağlayan

kesit düzenlemelerinin basitten karmaşığa doğru tüm vakalarda kullanılabilecek şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Yapı kabuğunda ısı yalıtımı dıştan, ortadan ya da içten uygulanabilmektedir. Dıştan yalıtım uygulamasında yapı kabuğu mantolama şeklinde kesintiye uğramadan yalıtılmaktadır. Ortadan yalıtım uygulaması çift katmanlı duvar sistemlerinde kullanılmakta, özellikle sandviç panel olarak bilinen hazır duvar sistemlerinde tercih edilmektedir (Kizirgil, 2021). Ayrıca yüksek akustik performans gerektiren durumlarda çift katmanlı duvarların ara boşluğunda kullanılmaktadır. İçten yalıtım uygulamalarında yalıtım kabuğun iç ortama bakan yüzeyinde uygulanmaktadır. Isı yalıtım malzemesinin korunumlu ortamda olması, iskele gerektirmemesi, yüzey sıcaklıklarının hızlı bir şekilde artmasına katkı sağlaması sebebiyle tercih edilmektedir (Büyükkardaşlar, 2019). Kesit içinde yoğuşma ihtimali oldukça yüksektir ve ana duvar gerecinin ısı depolama kapasitesinden yararlanılamaz. Türkiye’deki tüm iklim koşullarında dıştan yalıtım ile dıştan + ortadan yalıtım seçenekleri; enerji verimliliği, bağıl nem ve kesit içi sıcaklık değişimleri açısından en olumlu sonuçları vermektedir (Paralı, 2009; Umaroğulları, 2011). Kolon ve giriş birleşimlerinde ısı köprüleri oluşmaması, kesit içinde yoğuşma riski azalması, ana duvar gereçlerinin ısıl kütlelerinden yararlanılabilmesi ve enerji verimliliğine katkısı sebebiyle çalışma kapsamında “dıştan yalıtım” ve “dıştan + ortadan yalıtım” seçenekleri kullanılacaktır.

Duvar kalınlığının artırılması ya da ara boşluk bırakarak duvar örülmesi arasındaki farkları karşılaştırmak için ön hesaplar yapılmıştır. Bu amaçla; tek katmanlı ve ana duvar gereci 1/1,5/2 sıra olan kesitler ile tek sıra ana duvar gerecinden sonra 5 cm boşluk bırakılarak yarım sıra duvar örülmesi ile elde edilen kesit kullanılmıştır (Şekil 2.21).



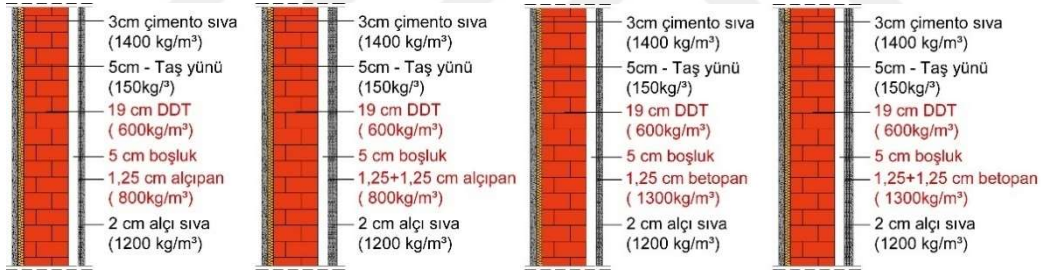
Şekil 2.21 Kesit kalınlığını artırarak akustik performansın iyileştirilmesine yönelik tip kesit alternatifleri

Kesitlerin R_w+C_{tr} değerleri ve toplam duvar kalınlıkları karşılaştırılmıştır. Hesap sonuçlarına göre boşluklu duvar kesiti ile; 1,5 sıra duvara göre 13 dB, çift sıra duvara göre 12 dB daha yüksek akustik performans sağlanmıştır. Bu durumda duvarı kalınlaştırarak 3-4 dB artış sağlamak yerine boşluklu tasarım önerisi ile belirgin artış sağlamak daha uygun görülmüş tip kesitlerde 1,5-2 sıra duvar kalınlığı alternatiflerine yer vermeye gerek görülmemiştir.

Tablo 2.37 Kesit kalınlığını artırarak akustik performansın iyileştirilmesine yönelik tip kesit alternatiflerinin karşılaştırılması

	Tek sıra duvar	1,5 sıra duvar	Çift sıra duvar	Tek sıra duvar+ara boşluk+yarım sıra duvar
R_w+C_{tr} (dB)	41	44	45	57
Toplam kalınlık (cm)	24	33	43	38

Ara boşluktan sonra masif duvar gereci yerine daha hafif gereçlerin kullanılması alternatifleri değerlendirilmiştir. Bu amaçla ikinci duvarın; tek kat alçıpan, iki kat alçıpan, tek kat betopan, çift kat betopan ve masif duvar gececi olması durumlar ele alınmıştır (Şekil 2.22).



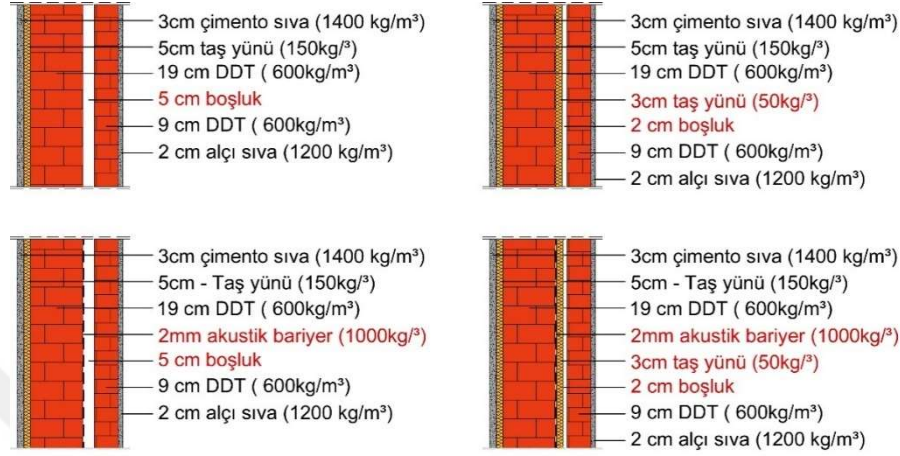
Şekil 2.22 İkinci duvar gereci alternatifleri

Hesap sonuçlarına göre panel alternatifleri arasında 3 dB'den fazla fark elde edilememiştir (Tablo 2.38). Bu durumda duvar kesitini ağırlaştırmak anlamlı olmadığından; tek sıra alçıpan alternatifinin yeterli olduğu değerlendirilmiş, aralarında belirgin işitsel performans farkı olmayan, duvar yükünü ve maliyeti artıran alternatifler için tip kesit oluşturmaya gerek görülmemiştir.

Tablo 2.38 İkinci duvar gereci alternatiflerinin karşılaştırılması

	Tek sıra alçıpan	Çift sıra alçıpan	Tek sıra betopan	Çift sıra betopan	Tek sıra duvar + ara boşluk + yarım sıra duvar
R_w+C_{tr} (dB)	48	50	49	51	57

Akustik performansın artırılması amacıyla ara boşlukta kullanılabilecek yalıtım gereci alternatiflerine yönelik ön hesaplar yapılmıştır. Bu amaçla ara boşluğa; taş yünü, akustik bariyer, taş yünü + akustik bariyer uygulanması seçenekleri değerlendirilmiştir (Şekil 2.).



Şekil 2.23 Ara boşluğun yalıtılması alternatifleri

Hesap sonuçlarına göre yüksek performansa sahip kesitlerde akustik bariyer kesitin işitsel performansına 1 dB'den fazla etki etmemiştir (Tablo 2.39). Bu durumda ara boşluk yalıtımı olarak taş yünü uygulanması yeterli görülmüştür.

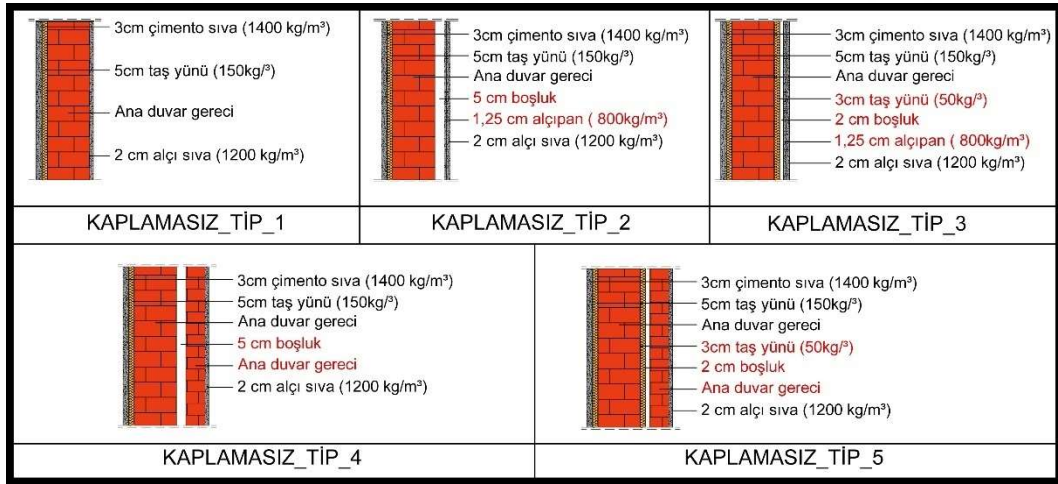
Tablo 2.39 Boşlukta kullanılan yalıtım gereci alternatiflerinin karşılaştırılması

	Yalıtımsız	Taş yünü	Akustik bariyer	Akustik bariyer + taş yünü
$R_w + C_{tr}$ (dB)	57	65	58	66

Yapılan değerlendirmeler ışığında aralarında 5-8 dB akustik performans farkı olan kesitler basitten karmaşığa doğru sıralanmıştır (Tablo 2.40). Kaplamasız dış cephe için beş; kaplamalı dış cephe için üç tip kesit oluşturulmuştur (Şekil 2.24, Şekil 2.25). Kaplamalı cephe önerilerinde istenen akustik performans üç tip ile elde edildiğinden ikinci duvar katmanı olarak yarım sıra ana duvar gereci kullanılan önerilere ihtiyaç duyulmamıştır (Tablo 2.41).

Tablo 2.40 Kaplamasız tip kesitlerin DDT ana duvar gereci ile sağlanan akustik performansları

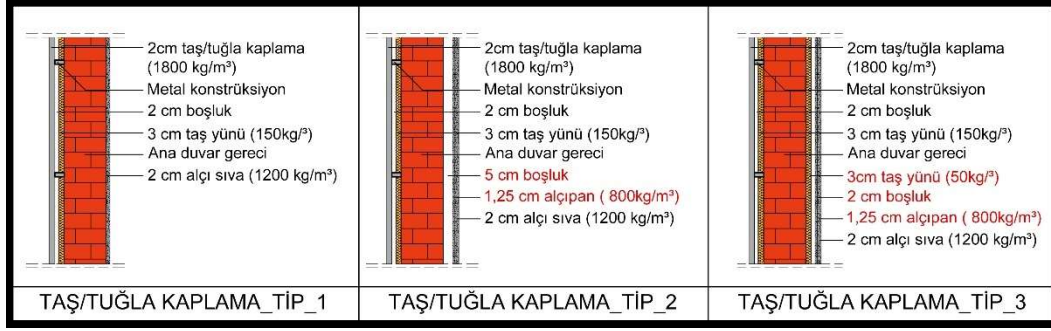
Kesit tipolojisi	Açıklama	R _w +C _{tr} (dB)
Tip-1	Tek sıra ana duvar gereci	41
Tip-2	Tek sıra ana duvar gereci + 5 cm boşluk + alçıpan	48
Tip-3	Tek sıra ana duvar gereci + 3 cm taş yünü + 2 cm boşluk + alçıpan	52
Tip-4	Tek sıra ana duvar gereci + 5 cm boşluk + yarım sıra ana duvar gereci	57
Tip-5	Tek sıra ana duvar gereci + 3 cm taş yünü + 2 cm boşluk + yarım sıra ana duvar gereci	65



Şekil 2.24 Kaplamasız cephe tip kesitleri

Tablo 2.41 Taş/tuğla kaplamalı tip kesitlerin DDT ana duvar gereci ile sağlanan akustik performansları

Kesit tipolojisi	Açıklama	R _w +C _{tr} (dB)
Tip-1	Kaplama + 2 cm boşluk + 3 cm taş yünü + tek sıra ana duvar gereci	46
Tip-2	Kaplama + 2 cm boşluk + 3 cm taş yünü + tek sıra ana duvar gereci + 5 cm boşluk + alçıpan	61
Tip-3	Kaplama + 2 cm boşluk + 3 cm taş yünü + tek sıra ana duvar gereci + 3 cm taş yünü + 2 cm boşluk + alçıpan	65



Şekil 2.25 Kaplamalı cephe tip kesitleri

2.3.4 Camın Tipolojilerinin Belirlenmesi

Cam hesaplarının sadeleştirilebilmesi amacıyla cam sistemlerinin teknik özellikleri kapsam açısından analiz edilmiştir. Değerlendirmeler; cam adedi, cam gereci, ara boşluk mesafesi, cam kalınlığı, ara boşluk dolgusu ve polivinil butiral (PVB) kalınlığı olmak üzere 6 ana başlık altında yapılmıştır.

Cam adedi: Çalışma kapsamında tek, çift ve üçlü cam sistemleri ile yüksek performans için kullanılan ikili pencere sistemleri analiz edilmiştir. Tekli cam sistemlerine yönelik, en kalın ölçü olan 12 mm cam kalınlığı kullanılarak U değerleri hesaplanmış, hedef değerler sağlanamadığından, bu sistemlerin çalışma kapsamında kullanılamayacağı anlaşılmıştır (Tablo 2.42).

Tablo 2.42 Tek cam sistemleri ile sağlanan U değerleri

Kalınlık	U (W/m²K)
12 mm (düz cam)	5,3
6+6 mm (lamine cam)	5,4

Çift cam sistemleri ile hedef değerlerin sağlanabileceği çok sayıda alternatif oluşturulabilmektedir. Bu sebeple çalışma kapsamında etüt edilmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

Üçlü cam sistemlerinin ilk yatırım maliyeti çift cam sistemlerinden yüksektir (Avcıoğlu Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2022; Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Yasasan Cam Sanayi, 2022). Bununla beraber YDM dikkate alınarak yapılan çalışmalarda, üçlü cam sistemlerinin optimum çözüm kümesinde oldukça az sayıda yer aldığı görülmüştür (Tablo 2.43). Akustik performans

açısından bakıldığında ise lamine cam kullanılarak aynı toplam kalınlığın sağlandığı çift cam ve çift doğramalı sistemler ile üçlü cam sistemlerine göre 1-3 dB avantaj sağlanmaktadır (Tablo 2.44). Bu durumda ilk yatırım maliyeti, YDM ve işitsel performans açısından avantaj sağlamayan üçlü cam sistemlerine çalışma kapsamında yer verilmesine gerek görülmemiştir.

Çift doğramalı sistemler akustik açıdan yüksek performans gösterdiğinden bileşik cidarda hedeflenen yüksek R_w+C_{tr} değerlerinin sağlanabilmesi için kullanılacaktır.

Tablo 2.43 Farklı cam sistemlerinin YDM analizlerine ait optimum çözüm kümesindeki eleman adedi (Mangan (2021a) ve (Mangan, 2021b)’dan uyarlanmıştır)

Açıklama	U (W/m ² K)	Çözüm kümesindeki eleman adedi
4+12+4 mm (Düz cam + hava+ düz cam)	2,6	0
4+12+4 mm (Low-e cam + hava + düz cam)	1,8	8
4+12+4 mm (Low-e cam + argon + düz cam)	1,5	151
4+12+4 mm (Solar low-e cam + argon + düz cam)	1,4	20
4+12+4+16 +4 mm (Solar low-e cam + argon + düz cam + argon + düz cam)	0,8	20

Tablo 2.44 Lamine cam kullanılan çift cam sistemleri ile üçlü cam sistemlerinin akustik performansının karşılaştırılması (Mateus ve ark. (2013) ile İplik ve ark. (2023)’dan uyarlanmıştır)

Lamine cam sistemi	R_w+C_{tr} (dB)	Üçlü cam sistemi	R_w+C_{tr} (dB)
8.4+200+8 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	44	4+12+4 +200+8 mm (Düz cam + hava + düz cam + hava + düz cam)	43
8.4+12+8 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	32	4+12+4 +12+8 mm (Düz cam + hava + düz cam + hava + düz cam)	30
10.8+12+5 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	34	5+12+5 +12+5 mm (Düz cam + hava + düz cam + hava + düz cam)	31
12.8+12+6 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	35	6+12+6 +12+6 mm (Düz cam + hava + düz cam + hava + düz cam)	32

Cam gereci: Cam üreticisi firmaların cam gereci alternatifleri; düz cam, low-e kaplamalı cam, solar low-e kaplamalı cam, lamine cam, renkli cam, reflektif cam, temperli cam ve buzlu cam olarak listelenebilir (Şişecam, 2024).

Düz camın tek başına işitsel ve ısısal performansı düşük olmasına karşın çift cam sistemlerinde low-e ya da lamine cam alternatifi ile kullanıldığında hedef performanslar sağlanmaktadır (Taştēmür, 2017). Bu sebeple, camın en bilinen, yaygın kullanılan ve en sade formu olan düz cama hesaplamalarda yer verilecektir.

Low-e kaplamalı camlar, düz camın yüzeyine pasif güneş kontrolüne izin veren ince film kaplanması ile elde edilmektedir. Low-e kaplama güneş ışınımının iç ortama geçişine imkân verirken koyu renkli mobilya, halı, duvar gibi yüzeylerden yansıyarak dalga boyu uzayan ısı ışınımının dış ortama geçişine izin vermez. Böylelikle gün ışığı kazanımına engel olmazken ısı tasarrufuna ve enerji verimliliğine katkı sağlar (Ateş, 2023; Huang ve ark., 2008).

Lamine camlar, iki ya da daha fazla cam tabakasının polivinil butiral (PVB) kullanılarak birleştirilmesi ile elde edilir. Özellikle akustik performansın yükselmesine katkı sağlar. Isısal ve işitsel performansa katkıları sebebiyle low-e camların ve temperli camların çift cam kombinasyonlarında kullanılması gerekmektedir.

Solar low-e camlar, sıcak iklim bölgelerinde kış aylarında ısı kontrolü, yaz aylarında güneş kontrolü sağlamaya imkân verdiği için tercih edilmektedir. Solar low-e camların ilk yatırım maliyeti yüksek olmasına karşın YDM, U değeri ve R_w+C_{tr} değeri açısından belirgin bir üstünlük sağlamamaktadır (Tablo 2.43). İklim bölgesi ve yönelime göre sağlayacağı avantajların kapsamlı değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Bu değerlendirme doğrudan tezin konusu olmadığından kesit önerilerinde, yönetmeliklerde tavsiye edilen U değerlerini sağlamaya imkân veren low-e cam kombinasyonlarının kullanılması yeterli görülmüştür.

Renkli camlar; cam eriyiğine metal oksitler katılması ile elde edilen, tarihi yapılarda revzen ve vitray gibi lokal süslemelerde, günümüzde ise mağaza vitrini ya da giydirme cephe sitemlerinde kullanılan camlardır (Sienkiewicz ve ark., 2006; Weller ve ark., 2009). Reflektif camlar, düz cam yüzeyine metal oksit kaplanması

ile elde edilmektedir. Mahremiyet sağlaması ve gün ışığının %36-67, güneş ışınlamalarının %34-50'sini engellemesi sebebiyle yüksek güneş kontrolü gereken hacimlerde tercih edilmektedir (Turhan, 2007; Yazıcı, 2019). Temperli camlar, cam eriyiğinin 700 °C'ye kadar ısıtıldıktan sonra aniden soğutulmasıyla elde edilen, darbelere karşı düz cama göre 2-5 kat daha dayanıklı güvenlik camlarıdır (Turhan, 2007; Yanarateş, 1998). Mağaza vitrini, merdiven korkuluğu, galeri boşluğu kenarları gibi kırılmalara ve darbelere karşı güvenlik gerektiren alanlarda tercih edilmektedir (Bülow-Hübe, 2001). Buzlu camlar, üzeri desenli metal bir silindirin cam eriyiğinin üzerinden geçirilmesi ile elde edilen, çoğunlukla iç mekânda kullanılan, cephelerde dekoratif amaçlı kısmi olarak kullanılan cam türüdür (Avlanmaz, 2001; Yanarateş, 1998; Yazıcı, 2019). Renkli cam, reflektif cam, temperli cam ve buzlu cam türleri kullanım amaçları itibariyle tezin kapsamında olmadığından kesit önerilerinde yer verilmeyecektir.

Ara boşluk mesafesi: Çift cam için ara boşluk mesafeleri 12-24 mm; çift doğramalı sistemler için 50-200 mm aralığında değişmektedir. Ara boşluk mesafesinin U , t ve $R_w + C_{tr}$ değerine etkilerini analiz etmek amacıyla ön hesaplar yapılmıştır. Hesap sonuçları, ara boşluk mesafesinin 16 mm'ye kadar artmasının ısısal performansı olumlu etkilediğini, bu etkinin özellikle low-e cam kullanılan çift cam alternatiflerinde belirginleştiğini, 16 mm'den sonraki artışın her üç performans için de bir kazanım sağlamadığını göstermiştir (Tablo 2.45). Bu sebeple çift cam sistemlerinde 16 mm ara boşluk mesafesi kullanımının yeterli olacağı anlaşılmıştır.

Tablo 2.45 Ara boşluk mesafesinin cam performansına etkileri

Cam sistemi	$R_w + C_{tr}$ (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
4+12+4 mm (Düz cam + hava + düz cam)	27	2,8	82
4+16+4 mm (Düz cam + hava + düz cam)	27	2,7	82
4+20+4 mm (Düz cam + hava + düz cam)	27	2,7	82
4+24+4 mm (Düz cam + hava + düz cam)	27	2,8	82
4+12+4 mm (Low-e cam + hava + düz cam)	27	1,6	79
4+16+4 mm (Low-e cam + hava + düz cam)	27	1,4	79

Tablo 2.46 Ara boşluk mesafesinin cam performansına etkileri (devamı)

Cam sistemi	$R_w + C_{tr}$ (dB)	U_c (W/m ² K)	τ (%)
4+20+4 mm (Low-e cam + hava + düz cam)	27	1,4	79
4+24+4 mm (Low-e cam + hava + düz cam)	27	1,4	79
4 +0,38+4+12+4 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	33	2,8	80
4 +0,38+4+16+4 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	33	2,7	80
4 +0,38+4+20+4 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	33	2,7	80
4 +0,38+4+24+4 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	33	2,7	80

Çift doğramalı sistemlerinin ara boşluk mesafelerini değerlendirmek için akredite laboratuvarlarda yapılmış ölçme sonuçlarından yararlanılmıştır (Chiltern Dynamics Lab., 2021; Taylor Woodrow Tech. Lab., 2021). Ölçme sonuçları 50 mm ara boşluk mesafesi ile çift cam sistemlerinden yüksek akustik performans elde edilemediğini; işitsel performans artışı için 100-150-200 mm ara boşluk mesafelerine ihtiyaç olduğunu göstermiştir (Tablo 2.47). Bu sebeple çift doğramalı sistemlerde 100-150-200 mm ara boşluk mesafesine sahip alternatifler değerlendirilecektir.

Tablo 2.47 Çift doğramalı sistemlerde ara boşluk mesafesinin camın performansı üzerindeki etkileri (Taylor Woodrow Tech. Lab. (2021)'dan uyarlanmıştır)

Cam sistemi	$R_w + C_{tr}$ (dB) ¹	U_c (W/m ² K)	τ (%)
6+50+6,4 mm (Low-e cam+hava boşluğu+lamine cam)	32	1,4	78
6+100+6,4 mm (Low-e cam+hava boşluğu+lamine cam)	37	1,4	78
6+150+6,4 mm (Low-e cam+hava boşluğu+lamine cam)	41	1,4	78
6+200+6,4 mm (Low-e cam+hava boşluğu+lamine cam)	43	1,4	78
6+50+6,8 mm (Low-e cam+hava boşluğu+lamine cam)	32	1,4	78
6+100+6,8 mm (Low-e cam+hava boşluğu+lamine cam)	38	1,4	78
6+150+6,8 mm (Low-e cam+hava boşluğu+lamine cam)	41	1,4	78
6+200+6,8 mm (düz cam+hava boşluğu+lamine cam)	43	1,4	78

Cam kalınlıkları: Mimaride kullanılan cam levhalarının kalınlık alternatifleri, tek cam için 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 mm; lamine camlar için 3+3, 4+4, 5+5, 6+6 mm'dir (Şişecam, 2024). 3 mm cam kalınlığı ince olduğundan cephede kullanılması uygun değildir. Cam kalınlıkları; ilk yatırım maliyetini, işitsel performansı ve ısısal performansı doğrudan etkilediğinden 3 mm hariç tüm değerlerin hesaplarda etüt edilmesi gerekmektedir.

4 ve 6 mm kalınlık alternatifleri mimaride sıklıkla tercih edildiğinden satışı alan büyüklüğü (m²) ile yapılmaktadır. Üretici firma plakadan artan ürünü kolaylıkla satabildiği için alıcıya artan kısmın maliyeti yansıtılmamaktadır. Buna karşın; 5, 8, 10, 12 mm kalınlıkta camlar tabaka adedi ile satışa sunulmakta, artan ürün değerlendirilemediğinden alıcıya kalmakta, dolayısıyla fire maliyeti yükselmektedir. Bu durum ilgili bakanlık tarafından ilan edilen birim maliyeti yüksek olsa dahi 4 ve 6 mm ile oluşturulacak alternatiflerin serbest piyasa koşullarında avantajlı olacağını göstermektedir. Örneğin; 4+16+8 mm (düz cam + hava boşluğu + düz cam) camın birim maliyeti; 4 +16 + 44.8 mm (düz cam + hava boşluğu + lamine cam) camınkinden düşük olmasına karşın tedarik ve fire maliyeti açısından dezavantajlıdır (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Değerlendirmelerde bu durum dikkate alınacak, 4 ve 6 mm ile oluşturulabilecek alternatiflere öncelik verilecektir.

Ara boşluk dolgusu: Çift cam sistemlerinde ara boşluk dolgusu hava ve argon gazı olarak değişmektedir. Ara boşluk dolgusunun camın performansına etkisini değerlendirmek amacıyla ön hesaplar yapılmıştır. Yapılan hesaplar argon dolgusunun özellikle low-e cam kullanılan sistemlerde ısısal performans açısından önemli katkı sağladığını göstermiştir (Tablo 2.45). Ara boşluk dolgusu, camın akustik ve görsel performansını etkilemediğinden çalışma kapsamında cam alternatifleri belirlenirken öncelikle hava ara boşluk dolgusu ile hesap yapılacak, hedef U değerinin sağlanamaması durumunda argon ara boşluk dolgusu kullanılacaktır.

Tablo 2.48 Çift cam sistemlerinde ara boşluk dolgusunun camın performansı üzerindeki etkileri

Cam sistemi	$R_w + C_{tr}$ (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
4+16+4 mm (Düz cam + hava + düz cam)	27	2,7	82
4+16+4 mm (Düz cam + argon + düz cam)	27	2,6	82
4+16+4 mm (Low-e cam + hava + düz cam)	27	1,4	79
4+16+4 mm (Low-e cam + argon + düz cam)	27	1,1	79
4 +0,38+4+16+4 mm (Lamine cam + hava + düz cam)	33	2,7	80
4 +0,38+4+16+4 mm (Lamine cam + argon + düz cam)	33	2,6	80

PVB Kalınlığı: Lamine camların birleştirilmesinde 0,38 / 0,76 mm kalınlık alternatifleri kullanılmaktadır. 0,76 mm kalınlık alternatifi güvenlik ve akustik performans açısından avantaj sağladığından çalışma kapsamında kullanılması uygun görülmüştür (İplik ve ark., 2023).

Yapılan değerlendirmeler ışığında cam sisteminin teknik özellikleri kapsam açısından analiz edilmiş, hesaplarda kullanılacak değerler belirlenmiştir (Tablo 2.49).

Tablo 2.49 Çalışma kapsamında değerlendirilen cam alternatifleri ve hesaplarda kullanılacak olan değerler

Cam adedi	Cam gereci	Ara boşluk mesafeleri (mm)	Cam kalınlıkları (mm)	Ara boşluk dolgusu (mm)	PVB kalınlığı (mm)
Tek cam	Düz cam	12	3	Hava	0,38
Çift cam	Low-e cam	16	4, 6	Argon	0,76
Üçlü cam	Solar low-e	24	5, 8, 10, 12		1,52
Çift doğrama	Lamine cam				
	Temperli cam	50	3+3		
	Renkli cam	100	4+4		
	Reflektif cam	150	5+5		
	Buzlu cam	200	6+6		

2.4 Optimizasyon Adımları ve Hesaplama Araçları

Belirlenen sınırlılıklar çerçevesinde 5 derece gün bölgesi, 9 dış global aydınlık düzeyi, 4 açıklık yönü, 5 çevresel gürültü ortamı, 3 alıcı odası hassasiyeti, 5 saydamlık oranı, 3 engel açısı ve 4 oda derinliği, seçim olasılığına yönelik 2 cephe kaplaması durumu ve 4 ana duvar gereci için toplam 259.200 kesit alternatifi üretilmesi gerekmektedir. Alternatiflerin tek tek hesaplanması güç olduğundan hesap aşamaları parçalara ayrılarak optimizasyon şeması oluşturulmalıdır. Optimizasyon; temel bir amaç için mevcut kısıtlar altında, kabul edilebilir hız ve sınırlar içinde kalacak en iyi çözümün bulunması demektir. Amaç fonksiyonlarında kullanılan parametreler doğrusal ya da doğrusal olmayacak şekilde değişmediğinde ayrık optimize edilmesi gerekmektedir (Coşkun, 2007). Yapı kabuğu performanslarının optimize edilmesi, ortak ve bağımsız değişkenlerin etkin olduğu pek çok amaç fonksiyonun bir arada değerlendirildiği bir süreçtir. Tablo 2.8’de yapılan sınıflandırma ışığında etkileşim halinde olan parametreler dikkate alınarak optimizasyon adımları oluşturulmuş ve optimizasyon hesaplarında kullanılacak hesap araçları belirlenmiştir.

2.4.1 Hesaplama araçları

Hesaplama araçları belirlenirken; seçilen aracın ilgili ölçme ve hesaplama standartlarına uygun, çalışma kapsamında referans alınan yönetmeliklerde kullanılan göstergelere ilişkin çıktı sağlayan, ölçme sonuçları ile uyumlu hesap sonuçlarının elde edildiği yazılımlar olmasına özen gösterilmiştir.

Duvar sistemlerinin işitsel performans hesaplarında laboratuvar ölçmeleri ile %96-100 oranında korelasyona sahip olması sebebiyle literatürde sıklıkla tercih edilen ve çalışma kapsamında kullanılacak olan R_w+C_{tr} göstergesinin ISO 12354-1, ISO 717-1, ve ISO 10140 standartlarına uygun olarak hesaplanabildiği “Insul Acoustic Calculator V8 ve Insul Acoustic Calculator V9 deneme sürümü” yazılımları kullanılacaktır (Aksoylu ve ark., 2016; Demirel & Özçetin, 2014; Kurra, 2012; Lin ve ark., 2021).

Opak yüzeylerin ısısal performans hesaplarında; veri tabanında yer alan yalıtım gereçlerinin Türkiye’deki ilgili standartlara göre belirlenmiş olması, çalışma kapsamında kullanılacak olan toplam ısıl geçirgenlik değerinin kısa sürede

hesaplanabilmesi, yoğuşma analizlerine imkân vermesi sebebiyle “Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği (İZODER) tarafından geliştirilen İZODER TS 825 hesap programı kullanılacaktır.

Saydam alanların; “ R_w+C_{tr} ”, “ U ” ve t değerlerini hesaplamak için “Şişecam Online Hesaplama Aracı” kullanılacaktır. Bu hesaplama aracında U değeri EN 673: 2011 standardına, t değeri EN: 410:2011 standardına uygun hesaplanmakta, hesaplarda laboratuvar ortamında EN 673: 2011 (Ek A) ve EN 12898: 2019’a uygun olarak ölçülmüş yayınım (emissivite) değerleri kullanılmaktadır. R_w+C_{tr} değerleri laboratuvar ortamında gerçekleştirilen ölçme sonuçlarından yararlanılarak yapılan enterpolasyonlar ile belirlenmektedir. Hesap sonuçları INSUL hesaplama aracında ± 3 dB yaklaşıklıkla elde edilen hesap sonuçları ile uyumlu olmaktadır (Tablo 2.50). Hesaplama aracı ile elde edilen sonuçları prEN 17871 standardına göre doğrulanmıştır (Şişecam, 2021). Ayrıca, yerel cam üretici tarafından geliştirilen yazılımın kullanılması, serbest piyasa koşullarında tedarik edilebilecek cam sistemi alternatifleri oluşturmaya imkân sağlayacaktır.

Tablo 2.50 Çift cam sistemlerinin INSUL ve Şişecam Online Hesaplama Aracı’nda elde edilen R_w+C_{tr} (dB) değerlerinin karşılaştırılması

Açıklama	Şişecam	INSUL	Fark (dB)
4+16+4 (Low-e cam + hava + düz cam)	27	26	1
4+16+44.8 (Low-e cam + hava + lamine cam)	34	32	2
6+16+66.8 (Low-e cam + hava + lamine cam)	35	33	2
44.8+16+66.8 (Low-e lamine cam + hava + lamine cam)	36	36	0
66.8+16+66.8 (Low-e lamine cam + hava + lamine cam)	37	37	0

“Şişecam Online Hesaplama Aracı”nda çift cam sistemlerine yönelik R_w+C_{tr} değerleri hesaplanabilmekte fakat çift doğramalı sistemlere yönelik değerler hesaplanamamaktadır. Bu sebeple çift doğramalı sistemler INSUL hesaplama aracında modelleneyecektir. Çift doğramalı cam sistemlerinin U ve t değerleri ise “Şişecam Online Hesaplama Aracı”ndaki en geniş ara boşluk mesafe olan 24 mm kullanılarak hesaplanacaktır. Her iki parametre için de ara boşluk mesafesinde artış

belli bir genişlikten sonra performansa etki etmediğinden ve 24 mm ara boşluk mesafesi ile hesaplanan değerler ölçme sonuçları ile uyumlu olduğundan başka hesaplama aracı kullanımına gerek görülmemiştir (Chiltern Dynamics Lab., 2021; Taylor Woodrow Tech. Lab., 2021).

INSUL yazılımında camın ve duvarın ışıtsel performansı ayrı ayrı hesaplandığından bileşik cidarın performansı Eşitlik 4'ten yararlanılarak MS Office Excel'de hesaplanacaktır. Aynı zamanda sonuçların listelenmesi, ID kodların tanımlanması ve verilerin filtreleneceği için de Excel veri tabanından yararlanılacaktır.

$$R = 10 \log \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{(S_1 \times 10)^{-R_1/10} + (S_2 \times 10)^{-R_2/10} + \dots + (S_n \times 10)^{-R_n/10}} \quad (4)$$

Gün ışığı analizleri; 8 konum, 5 saydamlık oranı, 4 oda derinliği ve 3 engel durumu için yapılacağından kısa sürede çok sayıda alternatifin hesaplanabildiği, parametrik hesaplama araçlarına ihtiyaç vardır. Çalışmanın hedeflerine uygun olarak hesaplama aracının; eşzamanlı modelleme ve hesaplama arayüzü kullanımına, birden fazla konum seçimine, tüm yıl için birer saat arayla tek seferde hesap yapmaya, aydınlık düzeyi verisi elde etmeye ve tüm koşullara ait sonuçları otomatik listelemeye uygun olmalı, manuel hesap ya da değerlendirmelerden kaçınılmalıdır. Bu bakış açısıyla gün ışığı hesaplama yönelik programlar tezin kapsamına uygunluk açısından analiz edilmiş, Rhinoceros / Grasshopper / Ladybug & Honeybee entegre yazılım ve eklenti paketinin çalışmanın teorik alt yapısı ile en uyumlu hesaplama aracı olduğu görülmüştür (Tablo 2.51).

Grasshopper; 2007 yılında David Rutten tarafından geliştirilmiş, Rhinoceros programının eklentisi olarak çalışan bir görsel kodlama aracıdır. Bu eklenti sayesinde dijital modelleme, matematiksel formül ve algoritmalar ile eşzamanlı yapılabilmektedir (Villamil, 2014). Parametrik tabanlı olmayan analiz programlarından farklı olarak, her bir değişiklik için model oluşturma ve tekrar hesap yapma gereksinimi ortadan kalkmaktadır. Parametrik alternatifler modelleme ile aynı arayüzde değerlendirildiğinden farklı programlarda yapılmış modellerin “içe aktar” komutu ile tanımlanması sırasında karşılaşılan sorunlar ortaya çıkmamaktadır. Ladybug ve Honeybee kütüphaneleri; Grasshopper içinde çevre

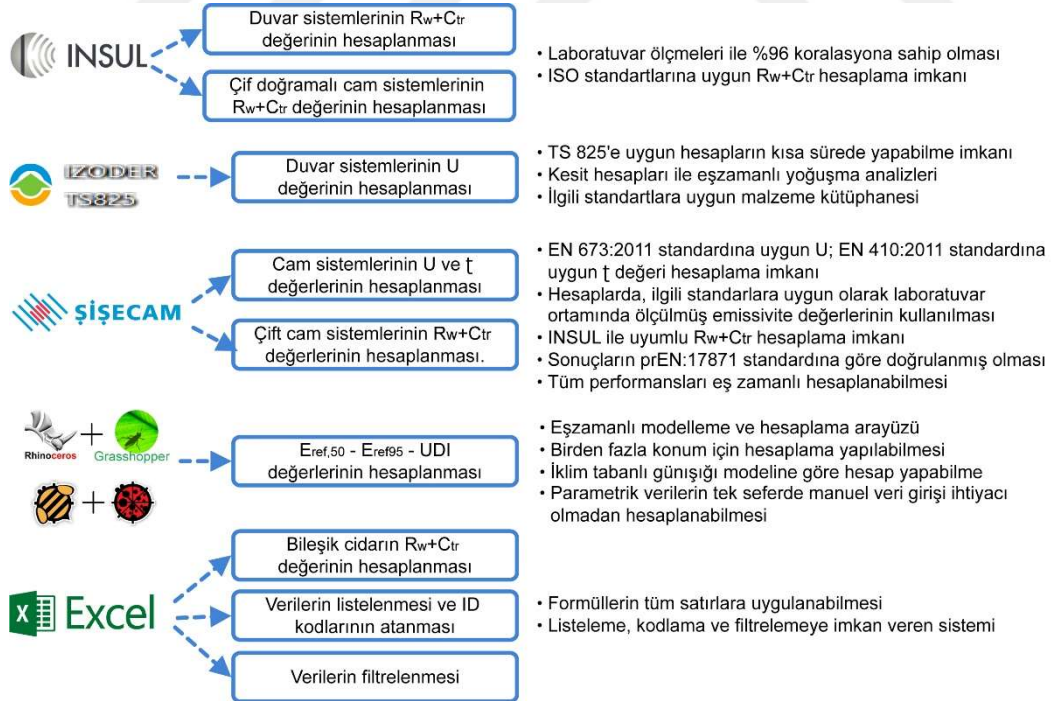
analizi hesaplarının yapılması ve grafik görselleştirilmesi için kullanılmaktadır. Energyplus hesaplama motorunda istatistiksel iklim dataları kullanıldığından çok sayıda alternatif için tüm yıl birer saat aryla hesap yapmak mümkün olmaktadır.

Tablo 2.51 Gün ışığı hesaplama araçlarını tezin kapsamı açısından analizi

Program	Eş zamanlı modelleme arayüzü	Çoklu konum seçimi	Tüm yıl için birer saat aryla hesaplama	Aydınlık düzeyi verisi elde etme	Sonuçları Excel'e otomatik aktarma
DIALux	✓	X	X	✓	X
Relux	✓	X	X	✓	X
Design Builder	✓	X	✓	X	X
Radiance	X	✓	✓	✓	X
EnergyPlus	X	✓	✓	✓	X
Rhino+ Grashopper+ Ladybug&Honeybee	✓	✓	✓	✓	✓

Not: “X” yazılımın gereksinimi sağlamadığını, “✓” işareti sağladığını ifade etmektedir.

Yapılan değerlendirmeler ışığında belirlenen hesaplama araçları Şekil 2.26’da görülmektedir.



Şekil 2.26 Hesaplama araçlarının belirlenmesi

2.4.2 Optimizasyon Adımları

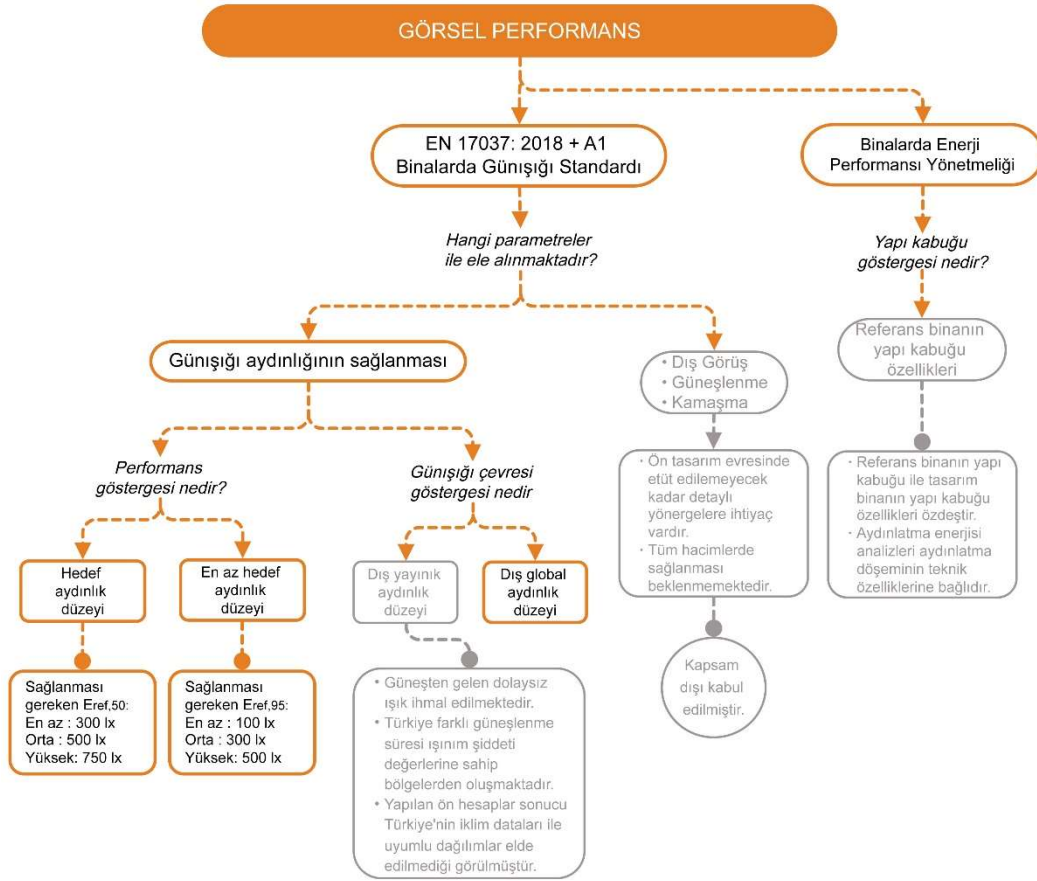
Gürültünün bir ortamdan diğer ortama geçişi ses dalgalarının bölücü yüzeyi ileri-geri hareket ettirerek oluşturduğu titreşimlerle olmaktadır. Yüzeyin ağırlığı arttıkça ileri-geri titreşim hareketi zorlaştığından ses geçişi azalmaktadır (Egan, 2000). Isının dış ortamdan iç ortama geçişi ise kabuğun termofizik özelliklerine bağlıdır. Isı iletimi maddelerin yapısındaki atomların ısı artışına sebebiyle titreşerek enerjiyi bir noktadan diğerine taşıması sonucu gerçekleşmektedir. Moleküller ne kadar sık ise iletim o kadar hızlı, ne kadar seyrek ise o kadar yavaş olur (Meltzer, 1985). Dolayısıyla ısı yalıtımında, yalıtım gerecinin kalınlığı ön plana çıkarken akustik yalıtımda kesitin ağırlığı önem taşımaktadır.

Bu veriler ışığında optimizasyonun ilk basamağında kesitlerin kalınlığını belirlemede temel etken olan işitsel performansın yer alması uygun görülmüştür. 5 saydamlık oranı, 4 gereç ve 2 cephe kaplaması durumu alternatiflerine yönelik duvarda 29-55 dB $R_w + C_{tr}$ değerlerini sağlayan öneriler, tip kesitler kullanılarak basitten karmaşığa doğru oluşturulacaktır. Bileşik cidarda duvarın akustik performansı ile camın akustik performansı arasında fark arttıkça hedeflenen işitsel performansın sağlanması zorlaşmaktadır (Tablo 2.22). Dolayısıyla tek bir cam tipi ile 29-55 dB işitsel performansı yakalamak mümkün olamayacağından optimizasyonun işitsel performans adımıyla farklı cam tipolojileri oluşturulacaktır. Cam alternatifleri oluşturulurken Bölüm 2.1.2 ve Bölüm 2.1.3'te bahsedilen camın teknik özellikleri göz önünde bulundurulacak, gün ışığı geçirgenliği yüksek, “U” değeri 1,4-1,8 W/m²K arasında olan cam seçenekleri tercih edilecektir. Dolayısıyla bu adımda cam kesitlerinin $R_w + C_{tr}$, U ve τ değerleri eşzamanlı hesaplanmış olacaktır. Seçilen camlar basitten karmaşığa doğru numaralandırılacaktır.

İşitsel performansı hesaplanmış duvar önerilerinin “U” değeri 5 farklı derece gün bölgesine uygun hale getirilecek şekilde yalıtım kalınlığı adım adım artırılacaktır. Camın “U” değeri derece gün bölgelerine göre değişmediği için işitsel performans hesaplarından sonra değişim göstermeyecektir. Isı yalıtımı için revize edilmiş duvar kesitlerinin “ $R_w + C_{tr}$ ” değeri yeni duruma göre tekrar hesaplanarak nihai sonuçlar elde edilecektir.

İşitsel ve ısısal performans sonucunda elde edilen kesit tipolojileri ile her bir cam tipolojisi kullanılarak oluşturulan bileşik cidar alternatiflerinin $R_w + C_{tr}$ değeri hesabı Eşitlik 4'ten yararlanılarak Excel'de yapılacaktır. Duvar kesitleri için; kaplama tipi, ana duvar gereci, kesit tipi ve yalıtım kalınlığı kullanılarak (ör; Boyalıcephe_DDT_Tip-1_Yalıtım-3cm); cam tipolojileri için cam numarası kullanılarak (ör; Cam-01) ID kod tanımlanacaktır. İlgili öneriye ait 3D görsel aynı ID ile isimlendirilerek bir klasöre kaydedilecek, sonuç ekranında görsellerin görüntülenmesi için bu kodlardan yararlanılacaktır. Böylelikle, Türkiye'deki standart ve yönetmeliklere uygun cam ve kesit tipi önerilerinin işitsel ve ısısal performansı hesapları tamamlanmış, filtreleme uygun olarak listelenmiş olacaktır.

Optimizasyonun ayrık basamağında kabuğun gün ışığı performansının hesaplanması yer almaktadır. Gün ışığı performansının standarttaki değerleri sağlayabilmesi için; oda derinliği, açıklığın yönü, saydamlık oranı gibi temel tasarım kararlarında ya da engel durumu gibi çevre koşullarında değişikliğe gidilmesi gerekmektedir. Ancak tasarımcıya/kullanıcıya oda derinliği az, yönelimi güney, çevresinde engel bulunmayan tasarım yapmasını tavsiye eden öneriler sunmak anlamlı olmayacaktır. Bunun yerine ön tasarım kararları sonucunda kabuğun sağladığı gün ışığı performansının değerlendirilebileceği sonuçlar kullanıcıya sunulacaktır. Kullanıcı; arsa yapısı, imar durumu ve projenin diğer tasarım girdilerini bir arada değerlendirerek iyileştirme kararı için inisiyatif kullanabilecektir. Dolayısıyla optimizasyonun bu basamağında 8 il/ilçe, 4 açıklık yönü, 5 çevresel gürültü ortamı, 3 alıcı odası hassasiyeti, 5 saydamlık oranı, 3 engel açısı ve 4 oda derinliği için parametrik gün ışığı analizleri yapılacaktır. Hesaplamalarda işitsel ve ısısal performans hesapları yapılmış camların ışık geçirme çarpanı (t) kullanılacaktır. Duvar gereci optimizasyonun bu adımında dikkate alınmayacaktır. Elde edilen hesap sonuçları veri filtreleme algoritmasına uygun olarak Excel programına aktarılacaktır. Yapılan değerlendirmeler ışığında optimizasyon adımları ve hesaplama araçları belirlenmiştir (Şekil 2.27).



Şekil 2.27 Optimizasyon şeması

2.4.3 Sonuç Ekranında Verilerin Görüntülenmesi

Sonuç ekranında verilerin görüntülenmesi; sağlanması gereken değerlerin görüntülenmesi ve öneri kesitlere ait sağlanan değerlerin görüntülenmesi olarak iki başlık altında değerlendirilmiştir.

Sağlanması gereken değerlerin görüntülenebilmesi: Kullanıcı, seçim ekranında yaptığı filtreler ile kesitlerde sağlanmasını istenilen $R_w + C_{tr}$ ya da U_d/U_c verilerini doğrudan belirlememektedir. Bu veriler teknik bilgi olduğu için seçim ekranında yer almamaktadır. Dolayısıyla kullanıcı seçimlerine bağlı olarak sağlanması gereken değerlerin belirlenmesi için tanım sayfaları oluşturulmuştur.

Seçim ekranında yer alan alıcı odası hassasiyeti ve çevresel gürültü ortamı alternatifleri dikkate alınarak bileşik cıvarda sağlanması gereken minimum “ $R_w + C_{tr}$ ” değerleri hesaplanmıştır. Tanım sayfasında hesaplama aracının laboratuvar ölçmeleriyle %96-100 korelasyona sahip olması göz önünde

bulundurularak bileşik cıdarda sağlanması gereken R_w+C_{tr} değerleri %4 ilave artırılmıştır. Böylelikle sağlanması gereken R_w+C_{tr} değeri 30-57 dB olmuştur (Tablo 2.52).

Tablo 2.52 Sağlanması gereken $R_w + C_{tr}$ değerlerine ait tanım sayfası

Dış ortam gürültüsü	Gürültü hassasiyet sınıfı	Kabul edilebilir gürültü düzeyi	Sağlanması gereken R_w değeri	+2 dB hata payı ilavesi (EN 12354-1)	+%4 INSUL korelasyon farkı
55	I	$L_{gag}-22$	33	35	36
55	II	$L_{gag}-25$	30	32	33
55	III	$L_{gag}-28$	27	29	30
60	I	$L_{gag}-22$	38	40	42
60	II	$L_{gag}-25$	35	37	38
60	III	$L_{gag}-28$	32	34	35
65	I	$L_{gag}-22$	43	45	47
65	II	$L_{gag}-25$	40	42	44
65	III	$L_{gag}-28$	37	39	41
70	I	$L_{gag}-22$	48	50	52
70	II	$L_{gag}-25$	45	47	49
70	III	$L_{gag}-28$	42	44	46
75	I	$L_{gag}-22$	53	55	57
75	II	$L_{gag}-25$	50	52	54
75	III	$L_{gag}-28$	47	49	55

Isısal performans hesapları için oluşturulacak tanım sayfasında seçim ekranının yer alan 113 il/ilçenin TS 825: 2013'e göre bulunduğu DGB'ye uygun en yüksek U_p ve U_d değerleri belirlenmiştir. Doğrama katılımının yalın cama etkisi ve standartta pencerelerden olan ısı kayıplarının en aza indirilmesi açısından tavsiye edilen değerler dikkate alınarak sağlanması gereken U_p değeri 1,4-1,6 W/m²K olarak belirlenmiştir (Tablo 2.3,Tablo 2.16). Fakat tanım satırında tek değer yer alması gerektiğinden U_p değeri için 1,4-1,6 aralığının kullanılması uygun değildir. Belirtilen aralığın içinden en uygun değeri belirlemek amacıyla literatürdeki araştırmalardan yararlanılmıştır. Bu bakış açısıyla Avrupa Parlamentosu ve Konseyi (2010) tarafından belirlenen yaşam döngüsü maliyetini (YDM) referans alan çalışmalar incelendiğinde I. ve II. DGB için 1,6 W/m²K; III., IV. ve V. DGB'leri için 1,4 W/m²K değerlerinin kullanılması uygun olduğu anlaşılmıştır

(Mangan, 2021a; Schimschar ve ark., 2015). Yapılan değerlendirmeler ışığında 113 il/ilçe için tanım sayfası hazırlanmıştır (Tablo 2.53).

Tablo 2.53 Sağlanması gereken $U_p + U_d$ değerlerine ait tanım sayfası örneği

İl/ilçe seçimi	DGB	U_p	U_d
Adana	I	1,6	0,66
Adana Pozantı	III	1,4	0,48
Adıyaman	II	1,6	0,57
Afyonkarahisar	III	1,4	0,48
Ağrı	V	1,4	0,36
...			

Benzer bir şekilde görsel performans hesapları için hazırlanan tanım sayfasında seçim ekranının yer alan 113 il/ilçenin Tablo 2.19’de yapılan gruptandırmaya göre karşılığı olan pilot iller listelenmiştir (Tablo 2.54). Sağlanması gereken $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerleri illere göre değişmediğinden sonuç ekranında hazırlanacak olan bar üzerinde sabit olarak yer alacaktır. Seçim ekranında yer alan çevresel ortamlar içinden, kullanıcı tarafından belirlenen koşullarda; sağlanması gereken performans değerlerinin sonuç ekranında görüntülenmesi için oluşturulan tanım sayfaları kullanılacaktır.

Tablo 2.54 Gün ışığı hesapları pilot il tanım sayfası örneği

İl/ilçe seçimi	Pilot İl
Adana	İzmir
Adana Pozantı	İzmir
Adıyaman	Ankara
Afyonk.	Ankara
Ağrı	Şanlıurfa
Aksaray	Ankara
Amasya	Samsun
...	

Hazırlanan tanım sayfaları sayesinde sonuçların yer aldığı sayfalarda tekrar eden veri satırları yer almayacak, böylelikle filtreleme için olabildiğince az satır taranacak, sonuçların görüntülenmesi kısa sürede gerçekleşecektir (Şekil 2.28)

Öneri sonuçlara ait performans değerlerinin görüntülenmesi: Hesap sonuçları filtrelemeye uygun olan olarak MS Office Excel’de listelenecektir. Ayırık optimizasyon yöntemi kullanıldığından işitsel ve ısısal performans sonuçları ile gün ışığı sonuçları ayrı listeler olacaktır.

Bileşik cidar hesap sonuçları Excel’de; ID kod, cam tipi, kesit tipi, R_w+C_{tr} , U_d , U_c toplam duvar kalınlığı, yalıtım kalınlığı, gereç türü, saydamlık oranı, cephe kaplaması durumu verilerini içeren sütunlar olacak şekilde iki ayrı sayfada listelenecektir. Listelerden biri cam tipine diğeri duvar tipine göre basitten karmaşığa doğru sıralı olacaktır. Sonuçların görüntülenmesi için aşağıdaki filtreleme işlemleri takip edilecektir.

- Kullanıcının tarafından seçim ekranında yapılan tercihe göre cephe kaplama tipi ve saydamlık oranı,
- Öneri kesitlerin görüntüleneceği sonuç ekranındaki ana duvar gereci,
- Hedef R_w+C_{tr} değerinden yüksek işitsel performansa, hedef U değerinden düşük ısısal performansa sahip kesit önerileri filtrelenecektir.

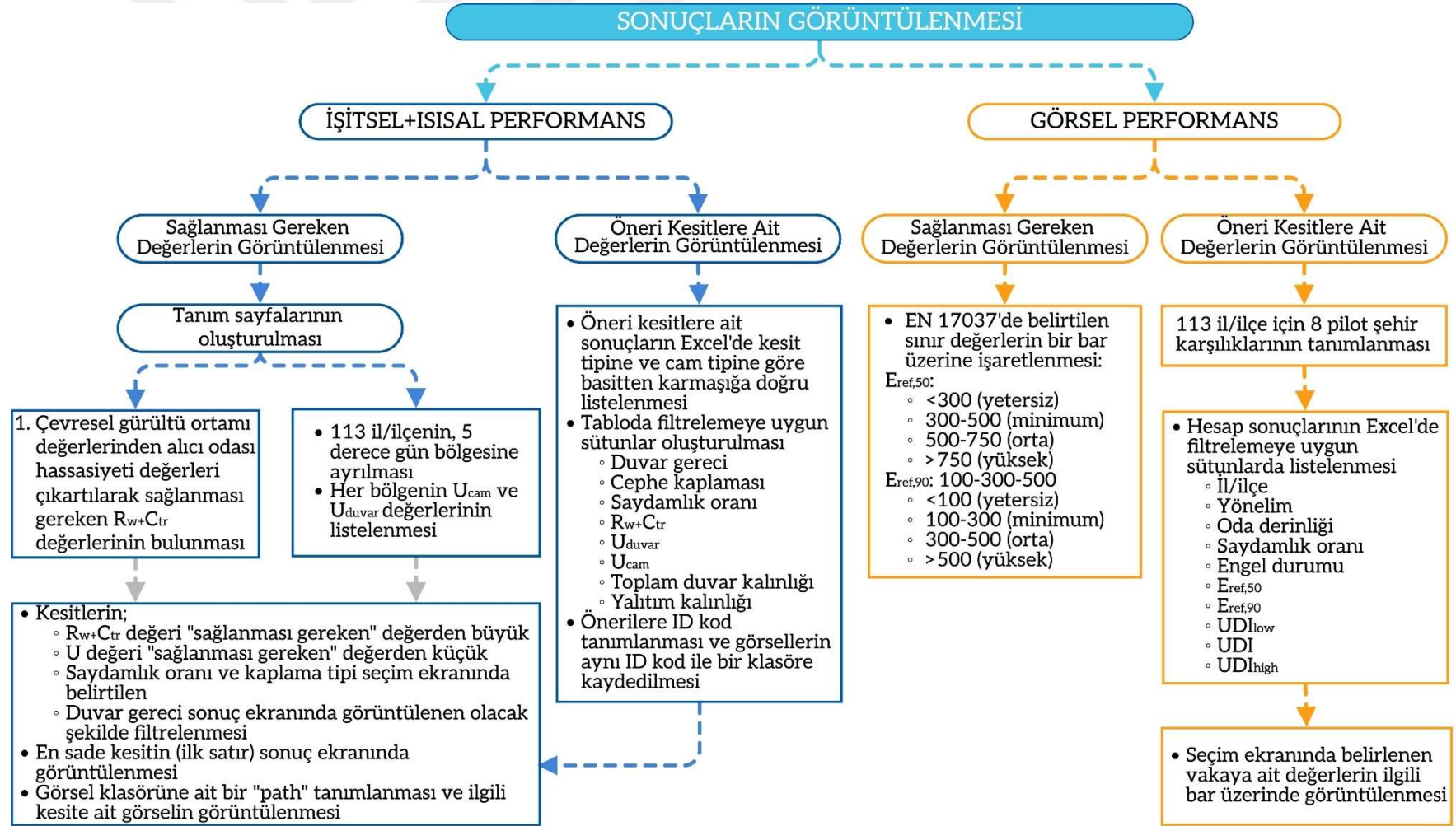
Hedef R_w+C_{tr} değerinden yüksek, hedef U_d/U_c değerinden küçük değere sahip çok sayıda satır olacaktır. En sade önerinin görüntülenebilmesi için basitten karmaşığa doğru listelenmiş kesitlerden ilk satırdaki (en basit) öge seçilecektir. O ögenin satırında yer alan R_w+C_{tr} , U_d , U_c yalıtım kalınlığı ve toplam duvar kalınlığı verileri sonuç ekranında uygun alanda görüntülenecektir. İlgili çözüm önerisine ait veri satırı için oluşturulmuş ID kullanılarak isimlendirilmiş görseller bir klasöre kaydedilecek. Görsellerin sonuç ekranında görüntülenebilmesi için bu klasöre ait bir “path” tanımlanacaktır. Aynı işlem kesit tipine göre sıralanmış ve cam tipine göre sıralanmış iki liste için de uygulanacaktır. Böylelikle en sade kesit kullanılarak elde edilen çözüm ve en sade cam kullanılarak elde edilen çözüm olmak üzere kullanıcıya iki öneri sunulacaktır. İki çözüm önerisinin eş olması durumunda ikinci öneri görüntülenmeyecektir (Şekil 2.28).

Sonuç olarak kullanıcı farklı gereç türleri ile hazırlanmış 4-8 arası seçeneği karşılaştırabilecektir. Böylelikle optimize edilmiş yüzlerce seçenek arasından

özüm yapması ya da tek bir kesiti görüntülenmesinden kaçınılmış, çalışmanın hedefine uygun olarak yeterli sayıda öneri sunulmuş olacaktır.

Gün ışığı performansı verileri seçim ekranında yer alan il/ilçe, açıklık yönü, saydamlık oranı, engel açısı ve oda derinliği verileri ile hesap sonuçlarında elde edilen $E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$ ve UDI, UDI_{low} , UDI_{up} değerlerini içerecek şekilde filtrelemeye uygun olarak listelenecektir. Her satır için ID kod tanımlanacaktır. Kullanıcı seçimlerine uygun filtreleme yapıldığında tek veri satırı elde edilecektir. Bu veriler tanımlı ID kod aracılığı ile sonuç ekranında üç ayrı bar üzerinde gösterilecektir. $E_{ref,50}$, ve $E_{ref,95}$ değerleri sabit bar üzerinde; UDI, UDI_{low} , UDI_{up} değerleri hareketli bar üzerinde görüntülenecektir.





Şekil 2.28 Sonuç ekranında verilerin görüntülenmesi

VERİ TABANI OLUŞTURMA- HESAPLAR

Veri filtreleme algoritması kapsamında belirlenen sınırlılıklar çerçevesinde, Insul Acoustic Calculator V8 ve Insul Acoustic Calculator V9 deneme sürümü, İZODER TS: 825 ve Rhinoceros 7 / Grasshopper – Ladybug & Honeybee Ver. 1.4 entegre yazılım paketi kullanılarak; işitsel, ısısal, görsel performans hesapları yapılmıştır. Hesap sonuçları ile yönetmeliklerde tanımlanan çevre koşullarına yönelik öneri kesitler elde edilmiştir.

3.1 İşitsel + Isısal Performans Hesapları

Optimizasyon şemasındaki adımlara uygun olarak veri tabanı oluşturmaya işitsel ve ısısal performans hesaplarından başlanmıştır.

3.1.1 Cam sistemi hesapları

Cam seçimi; işitsel, görsel ve ısısal performansın tümünü doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple öncelikle camın performansı hesaplanmıştır. Cam sistemleri üç performans da dikkate alınarak analiz edilmiş, hedef performansları sağlamayan ve performans artışı elde edilmemesine karşın maliyeti artıran sistemler elenmiştir. Seçimler yapılırken camların performansları, mimari uygulama pratiğindeki yönelimler, toplam kesit ağırlığı, ürünlerin birim maliyeti, fire oranı, nakliye ve işçilikler göz önünde bulundurulmuştur.

Her adımda; $R_w + C_{tr}$ değeri 30-57 dB aralığında (Tablo 2.52), U değeri I. ve II. DGB için 1,6 W/m²K'nin, III. IV. ve V. DGB için 1,4 W/m²K'nin (Tablo 2.53) altında, gün ışığı geçirgenliği yüksek olan camlar tercih edilmiştir. “Düz cam + düz cam” sisteminde hiçbir kalınlık alternatifi ile hedef U_c değeri sağlanamadığından (Tablo 3.1) ilk cam gereci olarak low-e cam kullanılmıştır.

Cam sistemleri oluşturulurken sırasıyla; “Low-e cam + düz cam”, “Low-e cam + lamine cam”, “Low-e lamine cam + lamine cam” kombinasyonları için hesaplama yapılmıştır. Öncelikle her iki camda da 4/6 mm ya da 4+4/6+6 mm kalınlık alternatiflerinin kullanıldığı, daha sonra en az bir camda bu ölçülerin kullanıldığı, son aşamada iki cam için de 5/8/10/12 mm ya da 3+3/4+4/5+5/6+6/7+7/8+8/

10+10/12+12 kalınlık alternatiflerinin kullanıldığı seçenekler hesaplanmıştır. Böylelikle basitten karmaşığa doğru bir sistem oluşturulmuştur. Ara boşluk dolgusu hava kabul edilmiştir. Uygun cam sistemlerinin belirlenmesinden sonra hedef U_c değerini sağlamayanlar için argon dolgulu alternatifler hesaplanacaktır.

Tablo 3.1 12 mm cam kalınlığı alternatifleri kullanılarak “düz cam + düz cam” sistemler için hesaplanan U değeri

Açıklama	U (W/ m ² K)
12+16+12 mm (Düz cam + hava + düz cam)	2,6
12.8+16+12.8 mm (Lamine cam + hava + lamine cam)	2,6
12+16+12 mm (Düz cam + argon + düz cam)	2,5
12.8+16+12.8 mm (Lamine cam + argon + lamine cam)	2,5

4/6 mm camlar kullanılarak “low-e cam + düz cam” çift cam sistemlerine yönelik üç kombinasyon oluşturulmuştur. İlk camın 4 mm olması durumunda 27-30 dB R_w+C_{tr} değerleri sağlanmış, U_c değeri 1,4 W/m²K, gün ışığı geçirgenliği %79 olmuştur. İlk camın 6 mm olduğu seçenek ile daha yüksek akustik performans elde edilmemiş ısısal performans aynı kalmış, gün ışığı performansı %1 azalmıştır. Bu durumda, bileşik cidar hesaplarında 1 ve 2 numaralı alternatiflerin kullanılması yeterli görülmüştür (Tablo 3.2).

Tablo 3.2 4/6 mm cam kalınlığı ile oluşturulan “low-e cam + düz cam” sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Düz cam)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
1	4	16	4	27	1,4	79
2	4	16	6	30	1,4	79
3	6	16	6	30	1,4	78

4/6 mm camlar kullanılarak “low-e cam + lamine cam” çift cam sistemlerine yönelik dört kombinasyon oluşturulmuş, 34-35 dB R_w+C_{tr} değeri elde edilmiştir. En az toplam kalınlık ile 34 dB performansın sağlandığı 1. seçeneğin ve 35 dB

performansa sahip 4. seçeneğin kesitlerde kullanılması uygun görülmüştür. Diğer alternatifler performans ya da toplam kalınlık avantajı sağlamadığından çalışmada kullanılmayacaktır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3 4/6 mm cam kalınlığı ile oluşturulan “low-e cam + lamine cam” sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Lamine cam)	R _w +C _{tr} (dB)	U _c (W/m ² K)	t (%)
1	4	16	4+4	34	1,3	78
2	6	16	4+4	34	1,3	77
3	4	16	6+6	34	1,3	76
4	6	16	6+6	35	1,3	76

4/6 mm camlar kullanılarak “low-e lamine cam + lamine cam” çift cam sistemlerine yönelik üç kombinasyon oluşturulmuştur. Bu sistem ile 37-39 dB R_w+C_{tr} değeri elde edilmiştir. Tüm kombinasyonlarda performans artışı sağlandığından üç seçenek de öneri kesitlerde kullanılacaktır (Tablo 3.7). Böylelikle sadece 4/6 mm ya da 4+4/6+6 mm kullanılarak oluşturulabilecek alternatiflerin hepsi değerlendirilmiştir.

Tablo 3.4 4/6 mm cam kalınlığı ile oluşturulan “low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e lamine cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Lamine cam)	R _w +C _{tr} (dB)	U _c (W/m ² K)	t (%)
1	4+4	16	4+4	37	1,3	78
2	4+4	16	6+6	38	1,3	75
3	6+6	16	6+6	39	1,1	74

İlk camı 4/6 mm, ikinci camı 5/8/10/12 mm olan sekiz “low-e cam + düz cam” kombinasyonu; ilk camı 4/6 mm, ikinci camı 3+3/5+5/6+6/8+8/10+10/12+12 olan on “low-e cam + lamine cam” kombinasyonu için performans hesapları yapılmış; Tablo 3.2, Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te gösterilen 27-39 dB’den yüksek performans elde edilememiştir (Tablo 3.5, Tablo 3.6). Bu sebeple, bahsi geçen alternatiflerin kesit önerilerinde kullanılmasına gerek görülmemiştir.

Tablo 3.5 İlk camı 4/6 mm, ikinci camı 5/8/10/12 mm olan “low-e cam + düz cam” sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Düz cam)	R _w +C _{tr} (dB)	U _c (W/m ² K)	t (%)
1	4	16	5	29	1,4	79
2	4	16	8	30	1,4	78
3	4	16	10	32	1,3	77
4	4	16	12	34	1,3	77
5	6	16	5	29	1,4	78
6	6	16	8	31	1,3	77
7	6	16	10	33	1,3	77
8	6	16	12	33	1,3	76

Tablo 3.6 İlk camı 4/6 mm, ikinci camı 3+3/5+5/8+8/10+10/12+12 mm olan “low-e cam + lamine” cam sistemlerin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Lamine cam)	R _w +C _{tr} (dB)	U _c (W/m ² K)	t (%)
1	4	16	3+3	32	1,3	78
2	6	16	3+3	33	1,3	78
3	4	16	5+5	34	1,3	77
4	6	16	5+5	35	1,3	76
5	4	16	8+8	33	1,3	75
6	6	16	8+8	34	1,3	75
7	4	16	10+10	34	1,3	74
8	6	16	10+10	36	1,3	73
9	4	16	12+12	35	1,3	73
10	6	16	12+12	36	1,3	72

İlk camı 5/8/10/12 mm ikinci camı 4+4/ 6+6 mm olan sekiz “low-e cam + lamine cam” kombinasyonu için performans hesapları yapılmış 27-39 dB’den yüksek performans elde edilememiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7 İlk camı 5/8/10/12 mm ikinci camı 4+4/6+6 mm olan cam sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Lamine cam)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
1	5	16	4+4	34	1,3	77
2	8	16	4+4	35	1,3	77
3	10	16	4+4	36	1,3	76
4	12	16	4+4	37	1,3	76
5	5	16	6+6	34	1,3	76
6	8	16	6+6	37	1,3	75
7	10	16	6+6	38	1,3	75
8	12	16	6+6	38	1,3	74

İlk camı 4+4/6+6 ikinci camı 3+3/5+5/8+8/10+10/12+12 mm olan on “low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerin performansları hesaplanmıştır. R_w+C_{tr} değeri 39’den büyük 3 cam elde edilmiştir. 10+10/12+12 mm lamine cam alternatiflerinin kullanıldığı 5., 9., 10., seçeneklerde camların toplam kalınlıklarının 32-36 mm aralığında olduğu, öneri kesitin ağırlaştığı görülmüştür. Bu kalınlıktaki cam sistemlerinin monte edileceği çerçeve de özel olmaktadır. Dolayısıyla fire ve nakliye maliyetinin yanısıra malzeme ve işçilik maliyeti de artmaktadır. Buna karşın ısıtma performansı açısından avantaj sağlamamakta, gün ışığı performansı ise düşmektedir. Dolayısıyla bu camlar yerine; 4 ve 6 mm çift doğramalı sistemler ile akustik performansın yükseltilmesi uygulama açısından daha pratik olacaktır (Tablo 3.8). Böylelikle en az bir camı 4/6 mm olan alternatiflerin değerlendirilmesi tamamlanmıştır.

İlk camı ve ikinci camı 5/8/10/12 mm olan on “low-e cam + düz cam”; ilk camı 5/8/10/12 mm, ikinci camı 3+3/5+5/6+6/8+8/10+10 mm olan yirmi bir “low-e cam + lamine cam”; ilk camı ve ikinci camı 3+3/5+5/8+8/10+10/12+12 mm olan on beş “low-e lamine cam + lamine cam” kombinasyonun performansları hesaplanmıştır. R_w+C_{tr} değeri 39’dan büyük on iki cam elde edilmiştir. Fakat bu camların hepsi 10+10/12+12 mm lamine cam kalınlığının kullanıldığı seçenekler olduğundan yukarıda bahsi geçen sebeplerden ötürü tercih edilmemiştir (Tablo 3.9, Tablo 3.10, Tablo 3.11). Yapılan hesaplamalar ile her iki camı da 3/5/8/10/12 mm olan alternatifler değerlendirilmiştir.

Tablo 3.8 İlk camı 4+4/6+6 ikinci camı 3+3/5+5/8+8/10+10/12+12 mm olan
“low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerinin akustik, ısısal, görsel
performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e lamine cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Lamine cam)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
1	4+4	16	3+3	35	1,3	77
2	4+4	16	5+5	37	1,3	76
3	4+4	16	8+8	38	1,3	74
4	4+4	16	10+10	38	1,3	72
5	4+4	16	12+12	41	1,3	71
6	6+6	16	3+3	36	1,3	76
7	6+6	16	5+5	39	1,3	74
8	6+6	16	8+8	39	1,3	73
9	6+6	16	10+10	41	1,3	71
10	6+6	16	12+12	42	1,3	70

Tablo 3.9 İlk camı ve ikinci camı 5/8/10/12 mm olan “low-e cam + düz cam”
sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Düz cam)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
1	5	16	5	28	1,4	79
2	5	16	8	30	1,4	78
3	5	16	10	32	1,3	77
4	5	16	12	33	1,3	76
5	8	16	8	31	1,3	77
6	8	16	10	33	1,3	76
7	8	16	12	33	1,3	75
8	10	16	10	33	1,3	75
9	10	16	12	34	1,3	75
10	12	16	12	35	1,3	74

Tablo 3.10 İlk camı 5/8/10/12 mm, ikinci camı 3+3/5+5/6+6/8+8/10+10/12+12 mm olan “low-e cam + lamine cam” sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Lamine cam)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
1	5	16	3+3	32	1,3	78
2	8	16	3+3	33	1,3	77
3	10	16	3+3	35	1,3	76
4	12	16	3+3	36	1,3	76
5	5	16	5+5	34	1,3	77
6	6	16	5+5	34	1,3	77
7	8	16	5+5	36	1,3	76
8	10	16	5+5	38	1,3	75
9	12	16	5+5	38	1,3	75
10	5	16	8+8	34	1,3	75
11	8	16	8+8	37	1,3	74
12	10	16	8+8	38	1,3	73
13	12	16	8+8	38	1,3	73
14	5	16	10+10	36	1,3	74
15	8	16	10+10	38	1,3	73
16	10	16	10+10	39	1,3	72
17	12	16	10+10	40	1,3	71
18	5	16	12+12	37	1,3	72
19	8	16	12+12	39	1,3	71
20	10	16	12+12	40	1,3	71
21	12	16	12+12	41	1,3	70

Tablo 3.11 İlk camı ve ikinci camı 3+3/5+5/6+6/8+8/10+10/12+12 mm olan
“low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerinin akustik, ısısal, görsel
performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e lamine cam)	Ara boşluk (mm)	İkinci cam (Lamine cam)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
1	3+3	16	3+3	35	1,3	78
2	3+3	16	5+5	36	1,3	76
3	3+3	16	8+8	37	1,3	74
4	3+3	16	10+10	39	1,3	73
5	3+3	16	12+12	40	1,3	72
6	5+5	16	5+5	38	1,3	75
7	5+5	16	8+8	39	1,3	74
8	5+5	16	10+10	41	1,3	72
9	5+5	16	12+12	42	1,3	71
10	8+8	16	8+8	39	1,3	71
11	8+8	16	10+10	41	1,3	70
12	8+8	16	12+12	42	1,3	69
13	10+10	16	10+10	43	1,3	69
14	10+10	16	12+12	44	1,3	68
15	12+12	16	12+12	44	1,3	68

Yapılan hesaplamalar ile çift cam sistemlerine yönelik değerlendirmeler tamamlanmıştır. Bir sonraki aşamada 4/6 mm cam kalınlıkları kullanılarak; 100, 150, 200 mm geniş ara boşluk mesafesine sahip “low-e cam + düz cam”, “low-e cam + lamine cam” ve çift doğramalı sistemler ele alınmıştır. Çift cam sistemlerine yönelik incelemelerde; 5/8/10/12 mm cam kalınlıklarının kullanıldığı “low-e cam + düz cam”, “low-e cam + lamine cam” sistemlerde; avantajlı kombinasyonlar elde edilemediği görüldüğünden çift doğramalı sistemlerde bu seçeneklere yer verilmemiştir. Yüksek R_w+C_{tr} değerlerinin sağlanması amacıyla 5/8/10/12 mm cam kalınlıkları kullanılarak “low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerine yönelik seçenekler oluşturulmuştur. 100 mm ara boşluk mesafesi ile yapılan hesaplamalarda 27-48 dB R_w+C_{tr} değerine sahip on öneri değerlendirilmiştir. 39 dB’den yüksek performansa sahip olan altı alternatiften en sade olan dördü öneri kesitlerde kullanılmak için seçilmiştir (Tablo 3.12).

Tablo 3.12 Cam kalınlığı 4/6 mm, ara boşluk mesafesi 100 mm olan çift doğramalı sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam, Low-e lamine cam)	Geniş ara boşluk (mm)	İkinci cam (Düz cam, Lamine cam)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
1	4	100	4	27	1,4	79
2	4	100	6	33	1,4	79
3	6	100	6	37	1,4	78
4	4	100	4+4	37	1,4	77
5	4	100	6+6	40	1,4	76
6	6	100	4+4	40	1,4	76
7	6	100	6+6	43	1,4	76
8	4+4	100	4+4	43	1,4	75
9	4+4	100	6+6	45	1,4	75
10	6+6	100	6+6	48	1,4	74

150 mm ara boşluk mesafesi ile yapılan hesaplamalarda 24-50 dB R_w+C_{tr} değerine sahip on öneri elde edilmiş 48 dB’den yüksek performansa sahip olan 10. öneri seçilmiştir. Benzer bir şekilde 200 mm ara boşluk mesafesi ile yapılan hesaplamalarda 37-52 dB R_w+C_{tr} değerine sahip on öneri elde edilmiş 50 dB’den yüksek performansa sahip olan 10. öneri seçilmiştir (Tablo 3.13, Tablo 3.14.)

5/8/10/12 mm cam kalınlıkları kullanılarak 50-57 dB R_w+C_{tr} “low-e lamine cam + lamine cam” sistemlerine yönelik dokuz seçenekler oluşturulmuştur. Fire maliyetinin artmaması amacıyla ilk cam ile ikinci camın farklı olduğu alternatifler kullanılmamıştır. 52 dB’den yüksek performansların en az kalınlıkla elde edildiği 2., 3., 6. alternatifin öneri kesitlerde kullanılması uygun görülmüştür (Tablo 3.15). Böylelikle geniş ara boşluk mesafesine sahip çift doğramalı sistemlere yönelik analizler tamamlanmıştır.

Tablo 3.13 Cam kalınlığı 4/6 mm, ara boşluk mesafesi 150 mm olan çift doğramalı sistemlerin ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam, Low-e lamine cam)	Geniş ara boşluk (mm)	İkinci cam (Düz cam, Lamine cam)	R _w +C _{tr} (dB)	U _c (W/m ² K)	t (%)
1	4	150	4	24	1,4	79
2	4	150	6	38	1,4	79
3	6	150	6	41	1,4	78
4	4	150	4+4	40	1,4	77
5	4	150	6+6	43	1,4	77
6	6	150	4+4	43	1,4	77
7	6	150	6+6	46	1,4	77
8	4+4	150	4+4	46	1,4	78
9	4+4	150	6+6	48	1,4	75
10	6+6	150	6+6	50	1,4	74

Tablo 3.14 Cam kalınlığı 4/6 mm, ara boşluk mesafesi 150 mm olan çift doğramalı sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e cam, Low-e lamine cam)	Geniş ara boşluk (mm)	İkinci cam (Düz cam, Lamine cam)	R _w +C _{tr} (dB)	U _c (W/m ² K)	t (%)
1	4	200	4	37	1,4	79
2	4	200	6	41	1,4	79
3	6	200	6	43	1,4	78
4	4	200	4+4	42	1,4	77
5	4	200	6+6	45	1,4	77
6	6	200	4+4	45	1,4	77
7	6	200	6+6	48	1,4	77
8	4+4	200	4+4	47	1,4	78
9	4+4	200	6+6	50	1,4	75
10	6+6	200	6+6	52	1,4	74

Tablo 3.15 Cam kalınlığı 8+8/10+10/12+12 mm, ara boşluk mesafesi 100/150/200 mm olan çift doğramalı sistemlerinin akustik, ısısal, görsel performanslarının değerlendirilmesi

No:	İlk cam (mm) (Low-e lamine cam)	Geniş ara boşluk (mm)	İkinci cam (Lamine cam)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
1	8+8	100	8+8	50	1,4	71
2	8+8	150	8+8	53	1,4	71
3	8+8	200	8+8	54	1,4	71
4	10+10	100	10+10	52	1,3	69
5	10+10	150	10+10	54	1,3	69
6	10+10	200	10+10	55	1,3	69
7	12+12	100	12+12	53	1,3	68
8	12+12	150	12+12	55	1,3	68
9	12+12	200	12+12	57	1,3	68

Tablo 2.22'deki veriler dikkate alındığında, bileşik cıvarda sağlanması gereken 30-57 dB R_w+C_{tr} değerlerinin seçilen camlar ve duvarın akustik performansı ile elde edilmesinin mümkün olduğu anlaşılmış başka seçenek oluşturmaya ihtiyaç görülmemiştir. Sonuç olarak toplam 131 cam sisteminin R_w+C_{tr} , U_c , t değerleri hesaplanmıştır. Öneri kesitlerde kullanılmak üzere R_w+C_{tr} değeri 27-55 dB aralığında olan on altı cam sistemi seçilmiş, cam alternatiflerine görsellerin isimlendirmesinde kullanılmak üzere tanım numarası (ID Kod) atanmıştır. Seçilen camların gün ışığı geçirgenlik oranı %79-69; U_c değerleri 1,4-1,3 W/m²K aralığında olmuştur (Şekil A.7-Şekil A.25). U_c değerlerinin tamamı 1,4 W/m²K değerini sağladığından ara boşlukta argon gazının kullanıldığı alternatifler değerlendirilmemiştir. Sonuç olarak; 4/6 mm kalınlıktaki camların kullanıldığı “low-e cam + düz cam” sistemleri ile 27-30 dB; 4/6 mm kalınlıktaki camların kullanıldığı “low-e cam + lamine cam” sistemleri ile 34-35 dB; 4/6 mm kalınlıktaki camların kullanıldığı “low-e lamine cam + lamine cam” sistemleri ile 37-39 dB; 4/6 mm kalınlıktaki camların kullanıldığı 100 mm geniş ara boşluk mesafelerine sahip çift doğramalı “low-e cam + lamine cam”, “low-e lamine cam + lamine cam” sistemleri ile 40-48 dB; 4/6 mm kalınlıktaki camların kullanıldığı 150/200 mm

geniş ara boşluk mesafelerine sahip çift doğramalı “low-e lamine cam + lamine cam”, sistemleri ile 50-52 dB; 8/10 mm kalınlıktaki camların kullanıldığı 150/200 mm geniş ara boşluk mesafelerine sahip çift doğramalı “low-e lamine cam + lamine cam”, sistemleri ile 53-55 dB performans elde edilmiştir. Cam sistemleri basitten karmaşığa doğru sıralanarak ID kodlar tanımlanmıştır (Tablo 3.16).

Tablo 3.16 Öneri kesitlerde kullanılacak camlar sistemleri

ID Kod	Açıklama	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
Cam-01	4+16+4 (Low-e cam + hava + düz cam)	27	1,4	79
Cam-02	6+16+6 (Low-e cam + hava + düz cam)	30	1,4	78
Cam-03	4+16+44.8 (Low-e cam + hava + lamine cam)	34	1,3	78
Cam-04	6+16+66.8 (Low-e cam + hava + lamine cam)	35	1,3	76
Cam-05	44.8+16+44.8 (Low-e lamine cam + hava + lamine cam)	37	1,3	76
Cam-06	44.8+16+66.8 (Low-e lamine cam + hava + lamine cam)	38	1,3	75
Cam-07	66.8+16+66.8 (Low-e lamine cam + hava + lamine cam)	39	1,3	74
Cam-08	4+100+66.8 (Low-e cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	40	1,4	76
Cam-09	6+100+66.8 (Low-e cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	43	1,4	76
Cam-10	44.8+100+66.8 (Low-e lamine cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	45	1,4	75
Cam-11	66.8+100+66.8 (Low-e lamine cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	48	1,4	74
Cam-12	66.8+150+66.8 (Low-e lamine cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	50	1,4	74
Cam-13	66.8+200+66.8 (Low-e lamine cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	52	1,4	74
Cam-14	88.8+150+88.8 (Low-e lamine cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	53	1,4	71
Cam-15	88.8+200+88.8 (Low-e lamine cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	54	1,4	71
Cam-16	10-10.8+200+10-10.8 (Low-e lamine cam +geniş ara boşluk + lamine cam)	55	1,3	69

3.1.2 Duvar sistemi hesapları

Şekil 2.27’de gösterilen optimizasyon şemasına uygun olarak sırayla duvarın işitsel ve ısısal performansı hesaplanmış, ısıtma kalınlıklarındaki değişikliklerden sonra işitsel performans hesapları revize edilmiş ve bileşik cidar hesapları yapılmıştır.

3.1.2.1 İşitsel performans hesapları

Bölüm 2.4.1’de bahsedildiği üzere işitsel performans hesaplarında INSUL ses yalıtım tahmin aracı kullanılmıştır. INSUL tek katmanlı ve çok katmanlı kesitlerin ses yalıtım performansının değerlendirilebildiği bir hesaplama aracıdır. Tek katmanlı kesitlerde, panelin birim alana düşen (m^2) ağırlığından ve elastisite modülünden yararlanılarak hesaplamalar yapılmakta; alçak frekanslarda kütle kanunu; yüksek frekanslarda kritik frekans rastlaşması, havanın yoğunluğu, ses hızı ve ağır paneller için kesme dalgalarından kaynaklanan ek iletim dikkate alınmaktadır (Cremer ve ark., 1974; INSUL, 2024). İki ya da daha çok katmanlı kesitlerde ise Sharp (1978) tarafından geliştirilen hesaplama modeli kullanılmaktadır. Bağlantısız, noktasal bağlantılı, çizgisel bağlantılı kesitlere yönelik geliştirilen bu modelde; frekans bantları dört bölgeye ayrılmakta, panellerin yoğunluğu ve esnekliğinin yanı sıra hava boşluğunun genişliği, bağlantı tipine göre oluşan ses köprüleri ve panel-hava-panel arası oluşan rezonans frekansları da hesaplamalara dahil edilmektedir (INSUL, 2024; Sharp, 1978; Tsay & Lin, 2021). Dolayısıyla hesaplamalarda uygun bağlantı tipinin seçilmesi sonuçlar açısından önem taşımaktadır.

Tip-1 için uygun bağlantı belirlenmesi: Tip-1, “dış sıva + ısı yalıtımı + tek sıra ana duvar gereci + iç sıva” katmanlarında oluşmaktadır. Bu kesit tipolojisinde ısı yalıtım için kullanılan bağlantı tipi önem taşımaktadır. Literatürde dış duvara ısı yalıtımı eklenerek 0-35 dB performans artışı sağlandığı görülmüştür (Hacı & Şenkal Sezer, 2015). Fakat bu durum ölçme sonuçları ile uyumlu değildir (Tablo 3.17). Çalışma kapsamında yapılan ön hesaplarda tek katmanlı kesitlerde yalıtımın tek katmanlı kesitin bir paneli olarak modellenmesinin ölçme sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Dolayısıyla çalışma kapsamında bu bağlantı tipinin kullanılması tercih edilmiştir.

Tablo 3.17 Tip-1 için kullanılabilecek bağlantı tiplerinin ölçme sonuçları ile karşılaştırılması R_w+C_{tr} (dB)

Açıklama	Ölçme sonucu	Yalıtımsız model ile hesaplam	Tek katmanlı kesitin paneli olarak modelleme	Kelebek bağlantı tipi ile modelleme
Dış sıva + 4 cm taş yünü + 19 cm DDT + iç sıva	41	41	42	45
Dış sıva + 4 cm taş yünü + 24 cm DDT + iç sıva	43	43	43	47

Tip-2/3 için uygun bağlantı belirlenmesi: Tip-2, “dış sıva + ısı yalıtımı + tek sıra ana duvar gereci + ara boşluk + tek kat alçıpan + iç sıva”; Tip-3 ise “dış sıva + ısı yalıtımı + tek sıra ana duvar gereci + ara boşluk + ısı yalıtımı + tek kat alçıpan + iç sıva” katmanlarından oluşmaktadır. Alçıpan mimarlık pratiğinde 0,50 -1,00 mm galvaniz profiller ile monte edilmektedir. Çalışma kapsamında bu uygulamaya yakın bağlantı tipleri kullanılarak ön hesaplar yapılmıştır. “Çelik bağlantı + hava boşluğu (left/right steel stud + air gap)” bağlantı tipi ile elde edilen hesap sonuçlarının, ölçme sonuçlarından belirgin bir şekilde yüksek olduğu; “çelik bağlantı (1,00-1,16 mm) (steel stud – 1,00-1,16 mm)” bağlantı tipi ile elde edilen sonuçların ise ölçme sonuçlarından düşük olduğu görülmüştür. “Çelik bağlantı (0,75 mm) (steel stud – 0,75 mm)” bağlantı tipi ile yapılan hesapların 6/8’i; “çelik bağlantı (0,55 mm) (steel stud – 0,55 mm)” ve “karşılıklı döşenmiş çelik bağlantı (staggered steel stud)” bağlantı tipleri ile elde edilen hesap sonuçlarının 8/8’i INSUL tarafından beyan edilen ± 3 dB hata payı aralığında kalmıştır. Yapılan değerlendirmeler ışığında tez kapsamında “çelik bağlantı (0,55 mm) (steel stud – 0,55 mm)” ve “karşılıklı döşenmiş çelik bağlantı (staggered steel stud)” bağlantı tiplerinin kullanılması uygun görülmüştür.

Tablo 3.18 Tip-2 için kullanılabilecek bağlantı tiplerinin ölçme sonuçları ile karşılaştırılması R_w+C_{tr} (dB)

Açıklama	Ölçme sonucu	1	2	3	4	5
Dış sıva + 14,5 cm DDT +5 cm boşluk + tek kat alçıpan	45	39	48	48	47	42
	Fark	-6	3	3	2	-3
Dış sıva + 14,5 cm DDT +5 cm boşluk (4cm yalıtım dolgulu) + tek kat alçıpan	49	51	48	48	47	41
	Fark	2	-1	-1	-2	-8
Dış sıva + 14,5 cm DDT + 10 cm boşluk + tek kat alçıpan	46	56	43	43	42	39
	Fark	10	-3	-3	-4	-7
Dış sıva + 14,5 cm DDT +10 cm boşluk (4 cm yalıtım dolgulu) + tek kat alçıpan	50	58	53	52	49	42
	Fark	8	3	2	-1	-8
Dış sıva + 14,5 cm DDT +10 cm boşluk (8 cm yalıtım dolgulu) + tek kat alçıpan	52	60	55	53	49	42
	Fark	8	3	1	-3	-10
Dış sıva + 19 cm DDT +5 cm boşluk (4cm yalıtım dolgulu) + tek kat alçıpan	50	51	48	49	47	42
	Fark	1	-2	-1	-3	-8
Dış sıva + 19 cm DDT +10 cm boşluk (4 cm yalıtım dolgulu) + tek kat alçıpan	52	59	55	52	52	42
	Fark	7	3	0	0	-10
Dış sıva + 19 cm DDT +10 cm boşluk (8 cm yalıtım dolgulu) + tek kat alçıpan	55	61	56	53	49	42
	Fark	6	1	-2	-6	-13
Ölçme sonuçları ile ± 3 dB aralığında kalan hesap sonucu adedi	8	2	8	8	6	1
1) Çelik bağlantı + hava boşluğu (steel stud + air gap) 2) Karşılıklı döşenmiş çelik bağlantı (staggered steel stud) 3) Çelik bağlantı (0,55 mm) (steel stud 0,55mm) 4) Çelik bağlantı (0,75 mm) (steel stud 0,75mm) 5) Çelik bağlantı (1,00 mm) (steel stud 1,00mm)						

Tip-4/5 için uygun bağlantı belirlenmesi: Tip-4 ve Tip-5 bağlantı tipi için ölçme sayısı sınırlı olduğundan bir arada ele alınmıştır. Tip-4, “dış sıva + ısı yalıtımı + tek sıra ana duvar gereci + ara boşluk + yarım sıra ana duvar gereci + iç sıva”; Tip-5, “dış sıva + ısı yalıtımı + tek sıra ana duvar gereci + ara boşluk + ısı yalıtımı + yarım sıra ana duvar gereci + iç sıva” katmanlarından oluşmaktadır. Mimari uygulama pratiğinde iki duvar tipi arasında mekanik bir bağlantı kullanılmamaktadır. Çalışma

kapsamında; “bağlantısız duvar (no connection)” ve “çift duvar (double masonry)” bağlantı tipleri kullanarak ön hesaplar yapılmıştır. “Bağlantısız duvar (no connection)” bağlantı tipi ile 0-12 dB fark meydana gelmiştir. Özellikle ara boşluğun yalıtımlı olduğu kesitlerde (Tip-5) bu bağlantı tipi ölçme sonuçlarından uzaklaşmaya sebep olmuştur (Tablo 3.19). “Çift duvar (double masonry)” bağlantı tipi hesap sonuçları ile ölçme sonuçları arasındaki farkın tüm kesitlerde ± 3 dB aralığında kaldığından Tip-4/Tip-5 için bu bağlantı tipinin kullanılması uygun görülmüştür.

Tablo 3.19 Tip-4/Tip-5 için kullanılabilecek bağlantı tiplerinin ölçme sonuçları ile karşılaştırılması R_w+C_{tr} (dB)

Açıklama	Ölçme sonucu	No connection	Double masonry
Dış sıva + 8,5 cm DDT + 5 cm boşluk / 4 cm yalıtım dolgulu + 8,5 cm DDT + iç sıva	59	70	61
	Fark	11	2
Dış sıva + 13,5 cm DDT + 5 cm boşluk + 8,5 cm DDT + iç sıva	57	57	56
	Fark	0	-1
Dış sıva + 13,5 cm DDT + 5 cm boşluk / 4 cm yalıtım dolgulu + 8,5 cm DDT + iç sıva	60	72	62
	Fark	12	2
Dış sıva + 13,5 cm DDT + 10 cm boşluk / 4 cm yalıtım dolgulu + 8,5 cm DDT + iç sıva	66	75	63
	Fark	9	-3
Dış sıva + 13,5 cm DDT + 10 cm boşluk / 4 cm yalıtım dolgulu + 8,5 cm DDT + iç sıva	66	78	63
	Fark	12	-3

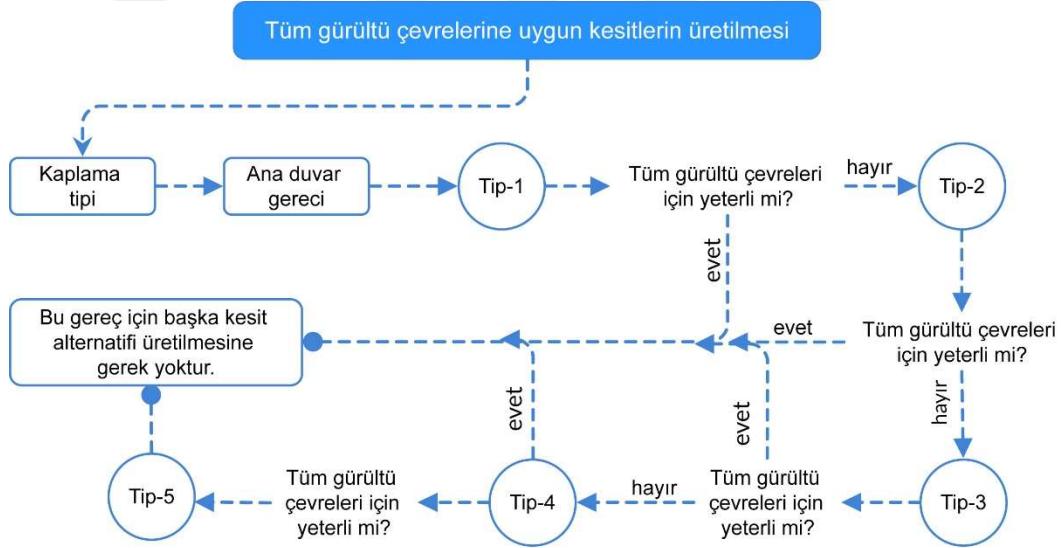
Seçilen camların işitsel performansı 27-55 dB iken (Tablo 3.16), Bileşik cidarda sağlanması gereken en yüksek R_w+C_{tr} değeri 57 dB’dir (Tablo 2.52). Bu değer sağlanabilmesi için Eşitlik 4’ten yararlanılarak tüm saydamlık oranlarına yönelik duvarlarda sağlanması gereken R_w+C_{tr} değerleri hesaplanmış, 65-66 dB’ye kadar performansa ihtiyaç olduğu görülmüştür (Tablo 3.20).

Kesit tipolojilerine uygun bağlantı tipinin ve sağlanması gereken üst sınır değerlerin belirlenmesinden sonra hesaplama programında Bölüm 2.3.1’de açıklanan teknik özelliklere uygun olarak seçimler yapılmıştır (Tablo B.1). Her bir kaplama tipi ve gereç alternatifi için kesit tipolojileri kullanılarak işitsel performans hesapları yapılmış 66 dB’den yüksek performansın sağlanması durumunda bir sonraki kesit

tipolojisi kullanılmamıştır (Şekil 3.). Bu işlem toplam 2 kaplama durumu ve 4 ana duvar gereci için 8 kez tekrarlanmıştır.

Tablo 3.20 Bileşik cıdarda hedef değerlerin sağlanabilmesi için duvarda gereken R_w+C_{tr} değerlerinin saydıamlık oranı ve cam tipine göre belirlenmesi (dB)

Cam Tipi	Saydıamlık Oranı				
	0,20-0,25	0,25-0,30	0,30-0,35	0,35-0,45	0,45-0,60
Cam-17	58	58	58	58	60
Cam-16	58	59	59	60	65
Cam-15	59	60	61	65	-
Cam-14	60	62	66	-	-
Cam-13	-	-	-	-	-



Şekil 3.1 Tüm gürültü çevresine uygun kesit önerilerinin hazırlanması

Yapılan hesaplamalar ile toplam 29 kesit alternatifleri oluşturulmuştur (Tablo B.1-Tablo B.9). Düşey delikli tuğla, gaz beton ve izo-tuğlanın tüm kesit tipolojilerinde işitsel performansının birbirine oldukça yakın olduğu, perde beton duvarların ise tüm kesit tiplerinde 10 dB'den fazla performans artışı sağladığı görülmüştür (Tablo 3.21). Bu sebeple boyalı cephe önerilerinde betonarme gereci için Tip-4 ve Tip-5'in; kaplamalı cephe önerilerinde ise Tip-3'ün kullanılmasına gerek kalmamıştır.

Tablo 3.21 Duvar gereci ve kesit tipolojisine göre hesaplanan R_w+C_{tr} değerleri (dB)

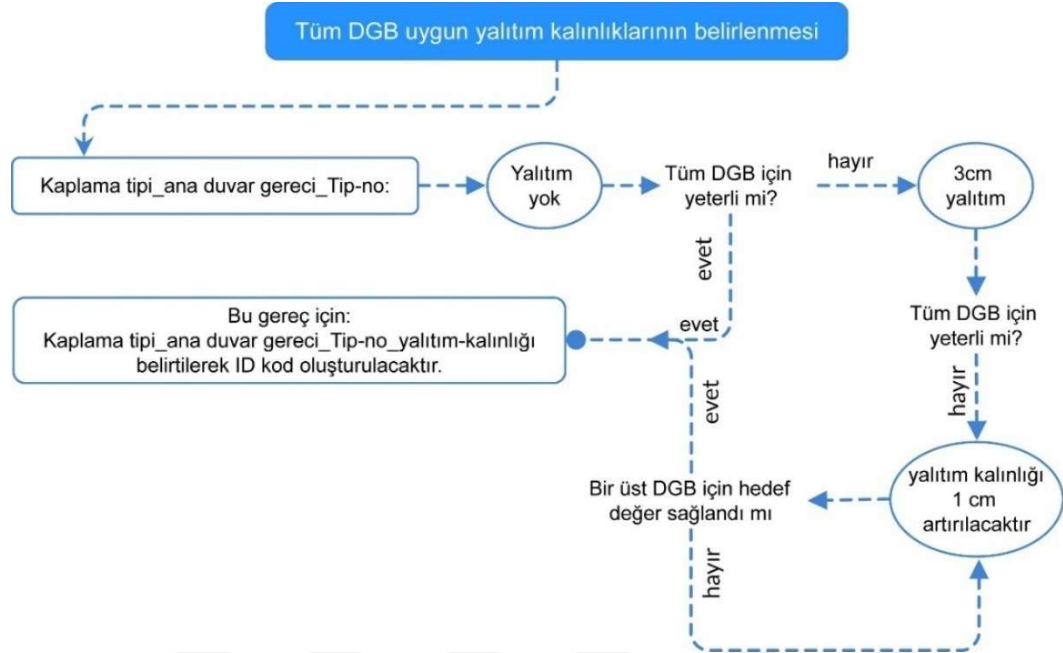
Duvar Gereci	Boyalı Cephe					Kaplama Cephe		
	Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4	Tip-5	Tip-1	Tip-2	Tip-3
DDT	41	48	52	57	65	46	61	65
GB	41	46	53	57	65	47	61	64
İT	44	48	54	61	67	48	63	67
PB	57	60	67	-	-	62	75	-

3.1.2.2 Isısal performans hesapları

Bölüm 2.4.1’de bahsedildiği üzere hesaplamalar standartlara uygun malzeme seçimine imkân veren İZODER tarafından geliştirilmiş TS 825 programında yapılmıştır. Programın malzeme kütüphanesinden tez kapsamında belirlenen teknik özelliklere sahip malzeme seçimi yapılmıştır (Tablo D.1). İşitsel performans hesapları ile elde edilen 29 kesit alternatifi için öncelikle yalıtımsız durum hesaplanmıştır. Daha sonra yalıtım kalınlıkları en ince uygulama kalınlığı olan 3 cm’den başlatılmış 1’er cm artırılarak hesaplar tekrar edilmiştir. Aynı DGB’nin hedef değerini sağlayan alternatiflerden, en az yalıtım kalınlığına sahip olan öneri kullanılmış bir bölge için birden fazla öneri üretilmemiştir. Tüm DGB’lerin hedef değerlerini sağlayan yalıtım kalınlıkları elde edildikten sonra o kesit tipi için yalıtım kalınlığı artırılmaya devam edilmemiştir (Şekil 3.2).

Yapılan hesaplamalar sonucunda tüm DGB ve çevresel gürültü ortamları için yeterli performansı sağlayan “boya + sıvalı” 48, panel kaplamalı 32 olmak üzere toplam 80 kesit tipi oluşturulmuştur. Hesaplamalar kaplamalı cephe ile boyalı cephenin U_d değerlerinin oldukça yakın olduğunu göstermiştir. İzo-tuğla ve gaz beton kullanımında yalıtım kalınlıkları pek çok durumda denk olmuştur. Bu iki gereç “yalıtım gerektirmez” şeklinde satışa sunulsa da tek sıra kullanıldıklarında yalıtım gereci olmadan hiçbir bölge için hedef değerler sağlanamamıştır. Perde beton duvarda yalıtım kalınlıkları belirgin şekilde artmıştır. Akustik performans artışı için yapılan değişiklikler ısısal performansı da olumlu etkilemiş bazı koşullarda dış yalıtımı kullanmadan I. ve II. DGB için hedef değerler sağlanmıştır

(Tablo 3.22, Tablo 3.23). Ortadan yalıtım; enerji verimliliği, bağıl nem oranı ve kesit içi sıcaklık değişimi sıcak kuru/sıcak nemli iklim bölgelerinde olumsuzluğa sebep olmadığından hedef değerlerin sağlandığı durumlarda dıştan yalıtım yapılmasına gerek görülmemiştir (Paralı, 2009; Umaroğulları, 2011).



Şekil 3.2 Tüm DGB uygun yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi

Tablo 3.22 Boyalı cephe önerileri için hesaplanan U_d (W/m²K) değerleri ve sağlanan DGB performansları

Ana duvar gereci	Yalıtım kalınlığı (cm)	Tip-1		Tip-2		Tip-3		Tip-4		Tip-5	
		U	DGB	U	DGB	U	DGB	U	DGB	U	DGB
DDT	yok	1,26	-	0,95	-	0,53	1/2	0,81	-	0,48	1/2/3
DDT	3	0,60	1	0,53	1/2	0,36	1/2/3 4/5	0,47	1/2/3	0,34	1/2/3 4/5
DDT	4	0,51	1/2	0,46	1/2/3	-	-			-	-
DDT	5	0,45	1/2/3	0,40	1/2/3	-	-	0,37	1/2/3 4	-	-
DDT	6	0,40	1/2/3	0,36	1/2/3 4/5	-	-	0,34	1/2/3 4/5	-	-
DDT	7	0,36	1/2/3 4/5	-	-	-	-	-	-	-	-
GB	yok	0,857	-	0,70	-	0,44	1/2/3	0,53	1/2	0,36	1/2/3 4/5
GB	3	0,48	1/2/3	0,44	1/2/3	0,32	1/2/3 4/5	0,36	1/2/3 4/5	-	-
GB	4	0,42	1/2/3								
GB	5	0,38	1/2/3 4	0,384	1/2/3	-	-	-	-	-	-
GB	6	0,34	1/2/3 4/5	0,35	1/2/3 4/5	-	-	-	-	-	-
İT	yok	0,849	-	0,70	-	0,44	1/2/3	0,56	1/2	0,38	1/2/3 4
İT	3	0,49	1/2	0,44	1/2/3	0,32	1/2/3 4/5	0,37	1/2/3 4	0,28	1/2/3 4/5
İT	4	0,43	1/2/3	0,39	1/2/3	-	-	0,34	1/2/3 4/5	-	-
İT	5	0,38	1/2/3 4	0,35	1/2/3 4/5	-	-	-	-	-	-
İT	6	0,34	1/2/3 4/5	-	-	-	-	-	-	-	-
PB	yok	3,06	-	1,76	-	0,71	-	-	-	-	-
PB	3	0,84	-	0,70	-	0,44	1/2/3	-	-	-	-
PB	4	0,68	-	0,58	1	0,39	1/2/3	-	-	-	-
PB	5	0,57	1	0,50	1/2	0,35	1/2/3 4/5	-	-	-	-
PB	6	0,49	1/2	0,44	1/2/3	-	-	-	-	-	-
PB	7	0,43	1/2/3	0,39	1/2/3	-	-	-	-	-	-
PB	8	0,38	1/2/3 4	0,35	1/2/3 4/5	-	-	-	-	-	-
PB	9	0,34	1/2/3 4/5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.23 Kaplamalı cephe önerileri için hesaplanan U_d (W/m²K) değerleri ve sağlanan DGB performansları

Ana duvar gereci	Yalıtım kalınlığı (cm)	Tip-1		Tip-2		Tip-3	
		U	DGB	U	DGB	U	DGB
DDT	yok	1,18	-	0,93	-	0,53	1/2
DDT	3	0,59	1	0,52	1/2	0,36	1/2/3 4/5
DDT	4	0,50	1/2	0,46	1/2/3	-	-
DDT	5	0,44	1/2/3	0,40	1/2/3	-	-
DDT	6	0,39	1/2/3	0,36	1/2/3 4/5	-	-
DDT	7	0,35	1/2/3 4/5	-	-	-	-
GB	yok	0,79	-	0,68	-	0,44	1/2/3
GB	3	0,47	1/2/3	0,44	1/2/3	0,32	1/2/3 4/5
GB	4	0,42	1/2/3	0,38	1/2/3 4	-	-
GB	5	0,37	1/2/3 4	0,35	1/2/3 4/5	-	-
GB	6	0,34	1/2/3 4/5	-	-	-	-
İT	yok	0,81	-	0,70	-	0,44	1/2/3
İT	3	0,48	1/2/3	0,44	1/2/3	0,32	1/2/3 4/5
İT	4	0,42	1/2/3	0,38	1/2/3 4	-	-
İT	5	0,38	1/2/3 4	0,35	1/2/3 4/5	-	-
İT	6	0,34	1/2/3 4/5	-	-	-	-
PB	yok	2,64	-	1,65	-	-	-
PB	3	0,80	-	0,68	-	-	-
PB	4	0,66	-	0,57	1/2	-	-
PB	5	0,56	1/2	0,50	1/2	-	-
PB	6	0,48	1/2/3	0,44	1/2/3	-	-
PB	7	0,42	1/2/3	0,39	1/2/3	-	-
PB	8	0,38	1/2/3 4	0,35	1/2/3 4/5	-	-
PB	9	0,34	1/2/3 4/5	-	-	-	-

3.1.2.3 İşitsel performans hesaplarının revize edilmesi

Kesitlerin işitsel ve ısısal performansının kesinleşmesinin ardından önerilerde kullanılacak her bir kesit için “kaplama durumu_ana duvar gereci_tip-no_yalıtım kalınlığı” olacak şekilde ID kod tanımlanmıştır (Tablo 3.24). İlgili çözüm önerisine ait görsel aynı kod ile isimlendirilecektir.

Tablo 3.24 Kesit önerilerinde kullanılacak ID kodlar

ID Kod	ID Kod	ID Kod
BC_DDT_Tip-1_Yalıtım-3cm	BC_İT_Tip-1_Yalıtım-6cm	KC_DDT_Tip-2_Yalıtım-6cm
BC_DDT_Tip-1_Yalıtım-4cm	BC_İT_Tip-2_Yalıtım-3cm	KC_DDT_Tip-3_Yalıtım-0cm
BC_DDT_Tip-1_Yalıtım-5cm	BC_İT_Tip-2_Yalıtım-5cm	KC_DDT_Tip-3_Yalıtım-3cm
BC_DDT_Tip-1_Yalıtım-7cm	BC_İT_Tip-3_Yalıtım-0cm	KC_GB_Tip-1_Yalıtım-3cm
BC_DDT_Tip-2_Yalıtım-3cm	BC_İT_Tip-3_Yalıtım-3cm	KC_GB_Tip-1_Yalıtım-5cm
BC_DDT_Tip-2_Yalıtım-4cm	BC_İT_Tip-4_Yalıtım-0cm	KC_GB_Tip-1_Yalıtım-6cm
BC_DDT_Tip-2_Yalıtım-6cm	BC_İT_Tip-4_Yalıtım-3cm	KC_GB_Tip-2_Yalıtım-3cm
BC_DDT_Tip-3_Yalıtım-0cm	BC_İT_Tip-4_Yalıtım-4cm	KC_GB_Tip-2_Yalıtım-4cm
BC_DDT_Tip-3_Yalıtım-3cm	BC_İT_Tip-5_Yalıtım-0cm	KC_GB_Tip-2_Yalıtım-5cm
BC_DDT_Tip-4_Yalıtım-3cm	BC_İT_Tip-5_Yalıtım-3cm	KC_GB_Tip-3_Yalıtım-0cm
BC_DDT_Tip-4_Yalıtım-5cm	BC_PB_Tip-1_Yalıtım-5cm	KC_GB_Tip-3_Yalıtım-3cm
BC_DDT_Tip-4_Yalıtım-6cm	BC_PB_Tip-1_Yalıtım-6cm	KC_İT_Tip-1_Yalıtım-3cm
BC_DDT_Tip-5_Yalıtım-0cm	BC_PB_Tip-1_Yalıtım-7cm	KC_İT_Tip-1_Yalıtım-5cm
BC_DDT_Tip-5_Yalıtım-3cm	BC_PB_Tip-1_Yalıtım-8cm	KC_İT_Tip-1_Yalıtım-6cm
BC_GB_Tip-1_Yalıtım-3cm	BC_PB_Tip-1_Yalıtım-9cm	KC_İT_Tip-2_Yalıtım-3cm
BC_GB_Tip-1_Yalıtım-5cm	BC_PB_Tip-2_Yalıtım-4cm	KC_İT_Tip-2_Yalıtım-4cm
BC_GB_Tip-1_Yalıtım-6cm	BC_PB_Tip-2_Yalıtım-5cm	KC_İT_Tip-2_Yalıtım-5cm
BC_GB_Tip-2_Yalıtım-3cm	BC_PB_Tip-2_Yalıtım-6cm	KC_İT_Tip-3_Yalıtım-0cm
BC_GB_Tip-2_Yalıtım-5cm	BC_PB_Tip-2_Yalıtım-8cm	KC_İT_Tip-3_Yalıtım-3cm
BC_GB_Tip-3_Yalıtım-0cm	BC_PB_Tip-3_Yalıtım-3cm	KC_PB_Tip-1_Yalıtım-5cm
BC_GB_Tip-3_Yalıtım-3cm	BC_PB_Tip-3_Yalıtım-5cm	KC_PB_Tip-1_Yalıtım-6cm
BC_GB_Tip-4_Yalıtım-0cm	KC_DDT_Tip-1_Yalıtım-3cm	KC_PB_Tip-1_Yalıtım-8cm
BC_GB_Tip-4_Yalıtım-3cm	KC_DDT_Tip-1_Yalıtım-4cm	KC_PB_Tip-1_Yalıtım-9cm
BC_GB_Tip-5_Yalıtım-0cm	KC_DDT_Tip-1_Yalıtım-5cm	KC_PB_Tip-2_Yalıtım-4cm
BC_İT_Tip-1_Yalıtım-3cm	KC_DDT_Tip-1_Yalıtım-7cm	KC_PB_Tip-2_Yalıtım-6cm
BC_İT_Tip-1_Yalıtım-4cm	KC_DDT_Tip-2_Yalıtım-3cm	KC_PB_Tip-2_Yalıtım-8cm
BC_İT_Tip-1_Yalıtım-5cm	KC_DDT_Tip-2_Yalıtım-4cm	

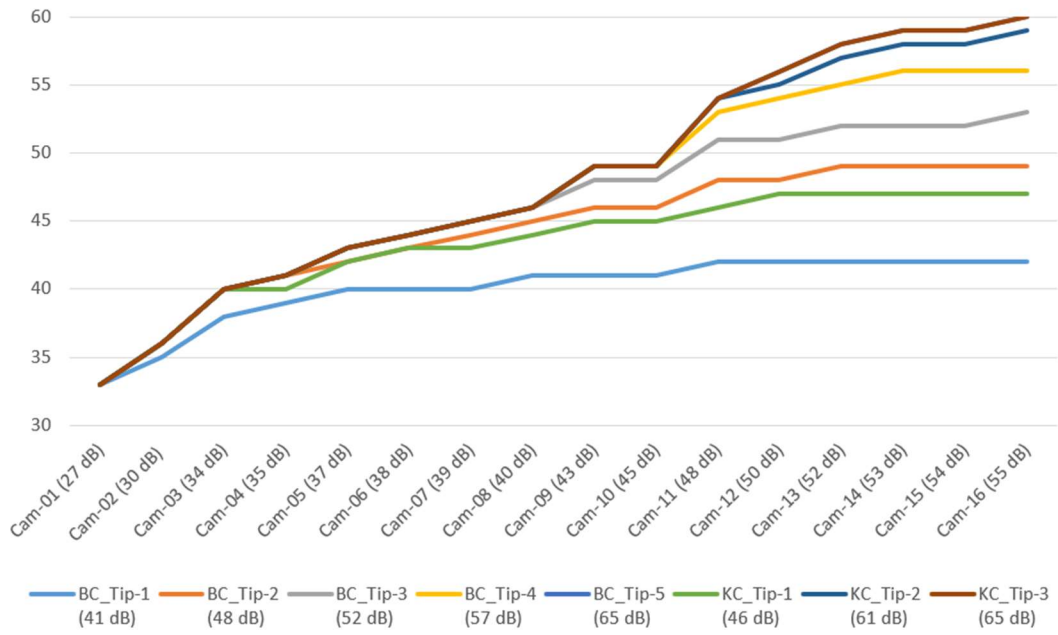
İşitsel ve ısısal hesapların tamamlanmasının ardından değişen ısı yalıtım kalınlıklarına göre işitsel performans hesapları revize edilmiş, sonuçlar yalıtım kalınlığı değişiklinin kesitlerin akustik performansına etki etmediğini göstermiştir (Tablo 3.25, Tablo D.1).

Tablo 3.25 Yalıtım kalınlıklarına göre revize edilmiş işitsel performans hesap sonucu örnekleri

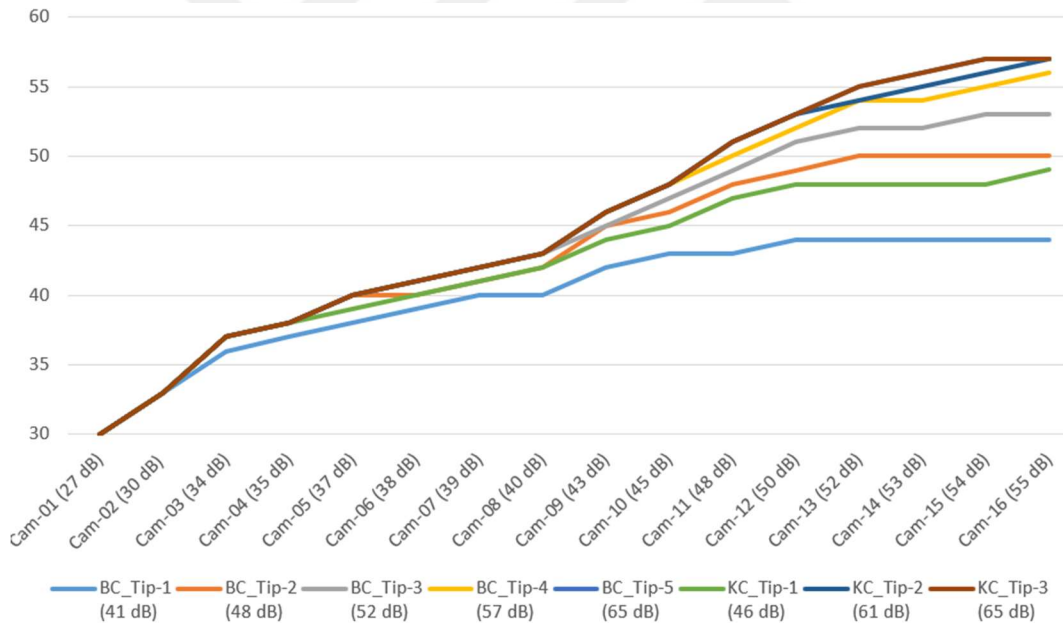
Duvar kodu	Rw+Ctr (dB)	Duvar kodu	Rw+Ctr (dB)
BC_DDT_Tip-1_Yalıtım-3cm	41	BC_GB_Tip-2_Yalıtım-3cm	46
BC_DDT_Tip-1_Yalıtım-7cm	41	BC_GB_Tip-2_Yalıtım-5cm	46
BC_DDT_Tip-2_Yalıtım-3cm	48	BC_GB_Tip-3_Yalıtım-0cm	53
BC_DDT_Tip-2_Yalıtım-6cm	48	BC_GB_Tip-3_Yalıtım-3cm	53
BC_DDT_Tip-3_Yalıtım-0cm	52	BC_GB_Tip-4_Yalıtım-0cm	57
BC_DDT_Tip-3_Yalıtım-3cm	52	BC_GB_Tip-4_Yalıtım-3cm	57
BC_DDT_Tip-4_Yalıtım-3cm	57	BC_PB_Tip-1_Yalıtım-5cm	57
BC_DDT_Tip-4_Yalıtım-6cm	57	BC_PB_Tip-1_Yalıtım-9cm	57
BC_GB_Tip-1_Yalıtım-3cm	41	BC_PB_Tip-2_Yalıtım-4cm	60
BC_GB_Tip-1_Yalıtım-6cm	41	BC_PB_Tip-2_Yalıtım-8cm	60
		BC_PB_Tip-3_Yalıtım-3cm	67
		BC_PB_Tip-3_Yalıtım-5cm	67
Not1: Yalıtım kalınlığındaki artış işitsel performansı etkilemediğinden tabloda örnek olarak en ince ve en kalın yalıtıma sahip alternatiflere yer verilmiş, ara değerler gösterilmemiştir.			
Not2: Gaz beton ile izo-tuğlanın işitsel ve ısısal performansları oldukça yakın olduğundan tabloda sadece gaz beton görüntülenmiştir.			

3.1.2.4 Bileşik cidar hesapları

Toplam 16 cam tipi, 80 duvar tipi, 5 saydamlık oranı ve 80 dolu duvar için toplam 6480 hesap yapılmıştır. Saydamlık oranındaki artış kesitlerin akustik performansında 3-5 dB aralığında değişime sebep olmuştur (Tablo E.1-Tablo E.5). Ayrıca camın performansı düşük olduğunda kesit tiplerindeki performans farklarının bir önemi olmadığı görülmüştür. Camın performansı duvar performanslarına yaklaştıkça duvarlar tiplerine göre farklı sonuçlar elde edilmeye başlanmıştır (Şekil 3.3, Şekil 3.4). Dolayısıyla çok düşük gürültü düzeylerinde üst düzey kesit tipolojileri, çok yüksek gürültü düzeylerinde ise alt düzey cam alternatifleri kullanılamayacaktır.



Şekil 3.3 0,20-0,25 saydamlık oranı için DDT ana duvar gerecinin bileşik cidar işitsel performans sonuçları



Şekil 3.4 0,45-0,60 saydamlık oranı için DDT ana duvar gerecinin bileşik cidar işitsel performans sonuçları

Sonuç olarak, çok alçak gürültü ortamları ile çok yüksek gürültü ortamlarında cama ve tipe göre sıralanmış listelerden farklı alternatifler önerilmeyeceği görülmektedir. Fakat sağlanması gereken hedef $R_w + C_{tr}$ değerlerinin 40-41 dB'den 56-58 dB'ye kadar olduğu durumlarda önerilecek alternatifler farklılaşmaktadır (Tablo 3.26)

Tablo 3.26 0,225 saydamlık oranı için DDT ana duvar gerecinin bileşik cidar işitsel performans sonuçları

Cam Kodu	Duvar Kodu (Boyalı cephe)					Duvar Kodu (Kaplama cephe)		
	Tip-1 (41 dB)	Tip-2 (48 dB)	Tip-3 (52 dB)	Tip-4 (57 dB)	Tip-5 (65 dB)	Tip-1 (46 dB)	Tip-2 (61 dB)	Tip-3 (65 dB)
Cam-01 (27 dB)	33	33	33	33	33	33	33	33
Cam-02 (30 dB)	35	36	36	36	36	36	36	36
Cam-03 (34 dB)	38	40	40	40	40	40	40	40
Cam-04 (35 dB)	39	41	41	41	41	40	41	41
Cam-05 (37 dB)	40	42	43	43	43	42	43	43
Cam-06 (38 dB)	40	43	44	44	44	43	44	44
Cam-07 (39 dB)	40	44	45	45	45	43	45	45
Cam-08 (40 dB)	41	45	46	46	46	44	46	46
Cam-09 (43 dB)	41	46	48	49	49	45	49	49
Cam-10 (45 dB)	41	46	48	49	49	45	49	49
Cam-11 (48 dB)	42	48	51	53	54	46	54	54
Cam-12 (50 dB)	42	48	51	54	56	47	55	56
Cam-13 (52 dB)	42	49	52	55	58	47	57	58
Cam-14 (53 dB)	42	49	52	56	59	47	58	59
Cam-15 (54 dB)	42	49	52	56	59	47	58	59
Cam-16 (55 dB)	42	49	53	56	60	47	59	60

3.1.3 Görsellerin Hazırlanması

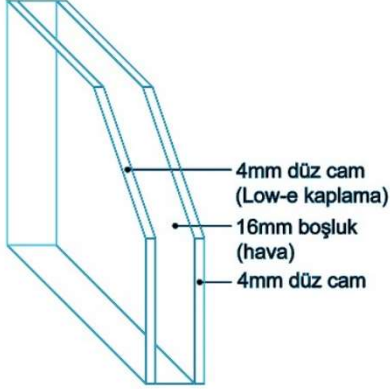
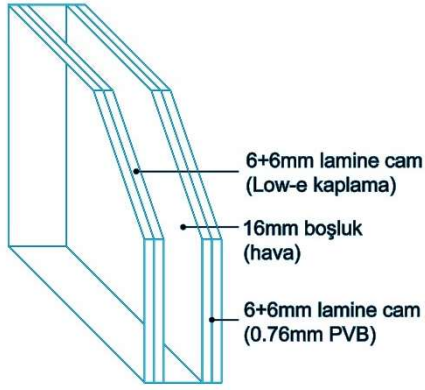
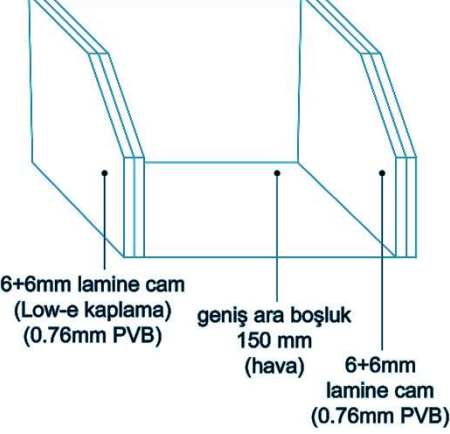
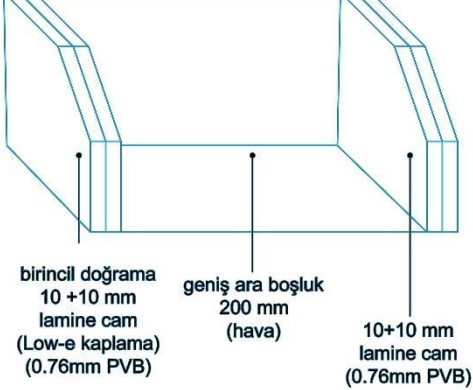
Camın ve duvarın “işitsel + ısısal” performans hesaplarının tamamlanıp öneri kesitlerde kullanılacak alternatiflerin belirlenmesinden sonra üç boyutlu görsellerin hazırlanması adımına geçilmiştir. Görsellerin olabildiğince sade ve anlaşılır olması hedeflendiğinden; sıva teli, yalıtım dübeli, yapıştırma harcı gibi kabuğun performansını etkilemeyen ve uygulamada yaygın bilinen teknik detaylara yer verilmemiş, çalışmanın kapsamı açısından önem taşıyan; ana duvar gereci, yalıtım kalınlığı, ara boşluk genişliği, ara boşluk dolgusu, cephe kaplaması durumu bilgileri

gösterilmiştir (Tablo 3.27). Cam görsellerinde ise; cam kalınlıkları, ara boşluk mesafesi, ara boşluk dolgusu bilgileri yer almaktadır (Tablo 3.28).

Tablo 3.27 Duvar kesitleri için hazırlanmış görsellerden örnekler

ID Kod	Açıklamalı Görsel
BC_DDT_Tip-1_Yalıtım-3cm	2 cm alçı sıva 19cm dikey delikli tuğla buhar dengeleyici 3cm taş yünü (150gr/cm³) 3cm çimento sıva
BC_İT_Tip-2_Yalıtım-3cm	2 cm alçı sıva 1.25 cm alçıpanel 5 cm boşluk 24 cm dikey delikli tuğla buhar dengeleyici 3cm taş yünü (150gr/cm³) 3cm çimento sıva
BC_PB_Tip-3_Yalıtım-3cm	2 cm alçı sıva 1.25 cm alçıpanel 2 cm boşluk 3 cm taş yünü (150gr/cm³) 27,5 cm betonarme buhar dengeleyici 3cm taş yünü (150gr/cm³) 3cm çimento sıva
BC_PB_Tip-5_Yalıtım-3cm	2 cm alçı sıva 10 cm gaz beton 5 cm boşluk 20 cm gaz beton buhar dengeleyici 3 cm taş yünü (150gr/cm³) 3 cm çimento sıva

Tablo 3.28 Cam kesitleri için hazırlanmış görsellerden örnekler

Cam-01	Cam-07
 4mm düz cam (Low-e kaplama) 16mm boşluk (hava) 4mm düz cam	 6+6mm lamine cam (Low-e kaplama) 16mm boşluk (hava) 6+6mm lamine cam (0.76mm PVB)
Cam-12	Cam-16
 6+6mm lamine cam (Low-e kaplama) (0.76mm PVB) geniş ara boşluk 150 mm (hava) 6+6mm lamine cam (0.76mm PVB)	 birincil doğrama 10 +10 mm lamine cam (Low-e kaplama) (0.76mm PVB) geniş ara boşluk 200 mm (hava) 10+10 mm lamine cam (0.76mm PVB)

3.2 Görsel Performans Hesapları

Optimizasyonun ayrık basamağında gün ışığı hesapları yer almaktadır. EN 17037 standardında gün ışığı analizlerinin tüm yıl için birer saat arayla yapılması gerektiği belirtilmektedir. Dolayısıyla her bir vaka için 4320 kez hesaplama yapılması gerekmektedir. Parametrik olmayan hesaplama araçları ile birden fazla vakanın karşılaştırıldığı çalışmalarda binlerce kez hesap yapmak oldukça fazla zaman alacağından halen gün dönümü tarihleri referans alınarak hesaplama yapılmaktadır (Bircan & Köknel Yener, 2019). Bu durumda değerlendirme ölçütlerinde ilgili standart referans alınmakta, fakat yöntem olarak standardın yönergeleri takip edilememektedir. Parametrik araçların kullanıldığı pek çok çalışmada ise; iklim tabanlı gün ışığı modeli çıktılarından olan ve bina sertifika sistemlerinde yaygın

kullanılan mekânsal gün ışığı otonomisi (sDA) göstergesi ile hesap yapıldığı gözlemlenmektedir (Paule ve ark., 2018; Solvang ve ark., 2020; Uç & Dokuzer Öztürk, 2022). Bu hesaplama yönteminde; bir yıl boyunca, belirlenen zaman diliminin %50'sinde (örneğin 09:00-16:00), hedeflenen aydınlık düzeyinin (örn; 300 lx) referans düzlemde sağlanma oranı hesaplanmaktadır. Dolayısıyla sonucu oransal bir değerdir. Fakat standartta, gün ışığı saatlerinin yarısında (2190 saat), hedef aydınlık düzeyi değerlerinin (100/300/500/750 lx) sağlanması beklenmektedir. Dolayısıyla oran değil aydınlık düzeyi hesabına dayanmaktadır. Sonuç olarak sDA parametresi için programda bulunan hazır modül ile standardın direktiflerine uygun hesap yapılabilmesi mümkün olmadığından çalışma kapsamında çıktısı aydınlık düzeyi olan parametrik bir iş akışı geliştirilmesi uygun görülmüştür.

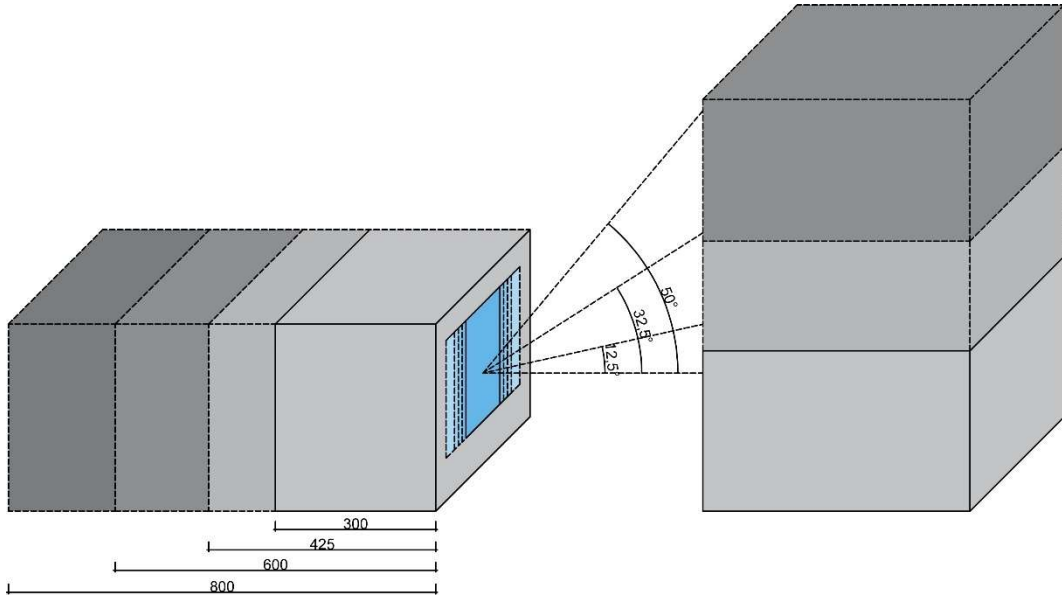
3.2.1 İş akışı

Hesaplamaların tamamlanabilmesi için öncelikle hacmin parametrik modeli oluşturulmuş, daha sonra $E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$, UDI, UDI_{low} ve UDI_{up} değerleri hesaplanmış son aşamada veriler filtrelemeye uygun olarak Excel'e aktarılmıştır.

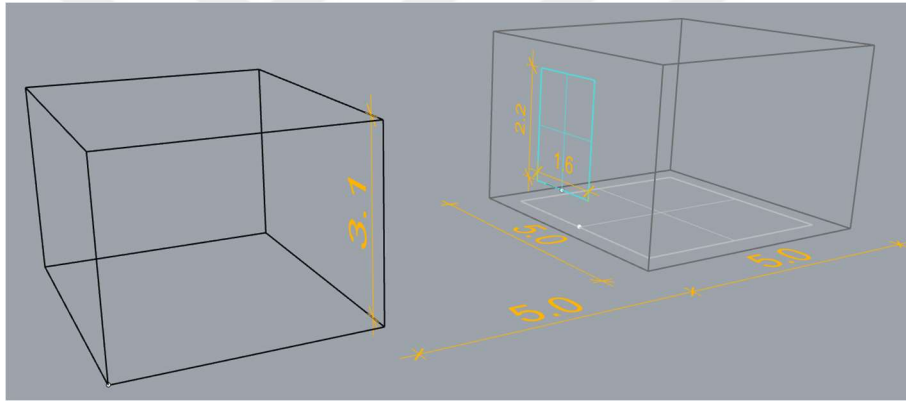
Hacmin modelinin oluşturulması: Çalışmanın hedeflerine uygun olarak hacmin; 4 yönelim, 4 oda derinliği, 5 saydamlık oranı ve 3 engel durumu alternatifine uygun olacak şekilde modellenmesi gerekmektedir (Şekil 3.5).

Bunun için öncelikle Rhinoceros programının arayüzünde aşağıdaki adımlar izlenerek parametrik olmayan bir ön model oluşturulmuştur.

- 3,5 m yüksekliğinde, 5 m eninde ve 5 m genişliğinde bir kutu hacim;
- Hacmin ön cephesinde 2,2 x 1,6 m boyutlarında iki boyutlu bir düzlem olarak gün ışığı açıklığı;
- Kutunun tabanında, dış kenarlardan 0,50 m ötelenmiş bir grid düzlemi;
- Hacmin 5 m uzağında kendisiyle aynı genişlikte 3,1 m yüksekliğinden bir engel modellenmiştir (Şekil 3.6). Her bir obje Grasshopper'da kolaylıkla işlenebilmesi için ayrı katman (layer)'da ele alınmıştır.



Şekil 3.5 Çalışma kapsamında modellenen oda derinliği, saydamlık oranı ve engel durumu

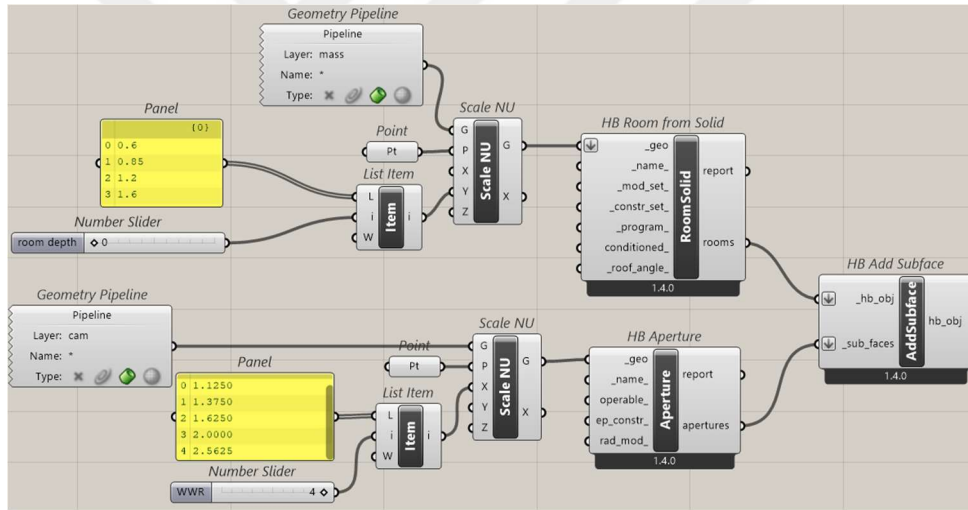


Şekil 3.6 Rhinoceros'ta; hacmin, gün ışığı açıklığının, grid düzleminin ve engelin modellenmesi

Daha sonra parametrik koşulların modellenmesi amacıyla Grasshopper eklentisinde Honeybee araçları kullanılarak aşağıdaki iş akışı oluşturulmuştur.

- Hacmin ve gün ışığı açıklığının parametrik modellemesi için “Room solid (oda katısı)” ve “Aperture (açıklık)” kullanılmıştır.
- “Room Solid (oda katısı)” ve “Aperture (açıklık)” araçlarına bağlanması gereken geometrinin oluşturulması için “Geometry Pipeline (geometri bağlantı hattı)” kullanılmış, “Layer (katman)” özelliği aktive edilerek hacmin ve gün ışığı açıklığının bulunduğu katman seçilmiştir. Böylelikle Rhinoceros katı modeli bir Grasshopper nesnesine dönüştürülmüştür.

- Oda derinliği sadece “Y” ekseninde, gün ışığı açıklığı sadece “X” ekseninde ölçeklendirileceğinden “Scale Non-uniform (tek düze olmayan ölçeklendirme)” kullanılmıştır.
- Hacmin ve gün ışığı açıklığının orta noktaları “Point (nokta)” ile ölçeklendirmenin merkez noktası olarak belirlenmiştir.
- Birden fazla değer girilmesi için “List Item (öğeleri listele)” kullanılmış, tez kapsamında belirlenen hesap değerlerine uygun olarak ölçeklendirme verileri panel ekranına girilmiştir. Hesaplamalar sırasında oda derinlikleri ve saydamlık oranları arasında geçiş yapılabilmesi amacıyla “Number Slider (numara kaydırıcı)” ve “Panel”, “List Item (öğeleri listele)” aracına bağlanmıştır.
- “Add Subsurface (alt yüzey ekle)” ile gün ışığı açıklığı hacim geometrisine eklenmiş bir Honeybee objesi elde edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Grasshopper’da hacmin ve günışığı açıklığının parametrik modellenmesi

İş akışına yüzey özelliklerinin ve engel geometrisinin parametrik verilerinin tanımlanması ile devam edilmiştir.

- “Opaque Modifier (opak düzenleyici)” ile opak yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları tanımlanmıştır. Tanımlamalarda EN 17037 standardına uygun olarak tez kapsamında belirtilen hesap değerleri kullanılmıştır.
- “Glass Modifier (cam düzenleyici)” ile cam alanların ışık geçirme çarpanı tanımlanmıştır. Işık geçirme çarpanı olarak, çalışma kapsamında seçilen

camlara ait ışık geçirme çarpanlarının (0.79-0.69) ortalaması olan 0.74 değeri kullanılmıştır.

- “Interior Modifier Subset” (iç mekân alt yüzeyleri düzenleyici) ve “Shade Modifier Subset” (gölgeleme elemanı alt yüzeyleri düzenleyici) araçlarına ilgili düzenleyici komutlar bağlanmıştır.
- “Modifier Set (düzenleme seti)” ile iç yüzey ve engel yüzeyi düzenlemeleri birleştirilmiştir.
- “Apply Modifier Set (düzenleme setini uygula)” kullanılarak oda geometrisi ile yüzey düzenlemeleri bir hacim olarak tanımlanmıştır.
- Engel geometrisi, “Brep (boundry representation-sınır temsili)” ile Honeybee objesine dönüştürülmüştür.
- Tez kapsamında belirlenen hesap değerlerine uygun olarak ölçeklendirme verileri panel ekranına girilmiştir. “Number Slider (numara kaydırıcı)” ve “panel”, “List Item (öğeleri listele)” aracına bağlanmıştır.
- Tanımlanan geometri ve yüzey özellikleri “Shade (gölge elemanı)” ile bir araya getirilmiştir.
- Yüzey özellikleri ile geometrileri tanımlanmış olan, hacim ve engel yapısı “Model” komutu ile birleştirilmiştir (Şekil 3.8).

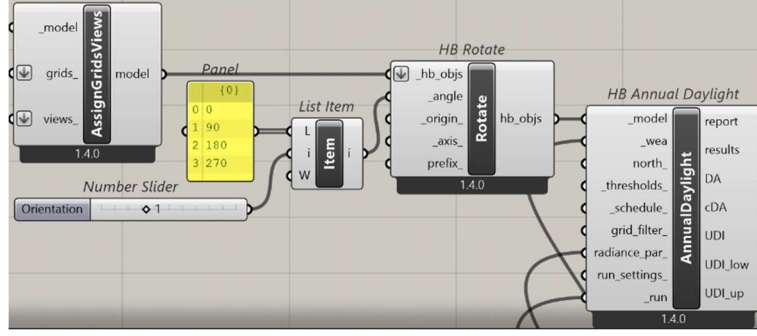
Aşağıdaki iş akışı ile hesap gridleri oluşturularak hacmin modellenmesi ve yönelim açılarının tanımlanması ile tamamlanmıştır.

- “Geometry Pipeline (geometri bağlantı hattı)” ile grid katmanındaki iki boyutlu yüzey Honeybee objesine dönüştürülmüştür.
- Hacmin cephesinin taban orta noktası “Move (hareket ettir)” ile 50 cm ötelenerek ölçeklendirme merkez noktası belirlenmiştir.
- Grid noktaları sadece “Y” ekseninde ölçeklendirileceği ve ölçeklendirme oda derinliği ile eş zamanlı olacağı için, oda derinliği ölçeklendirmesinde kullanılan “List Item (öğeleri listele)”, “Scale Non-uniform (tek düze olmayan ölçeklendirme)” aracının “Y” değerine bağlanmıştır.
- Ladybug “Generate Point Grid (grid noktası oluştur)” kullanılarak, EN 17037 standardı yönergelerine uygun bir şekilde grid aralıkları 0,50 x 0,50 cm ve hesap noktalarının yerden yüksekliği 0,85 cm olarak tanımlanmıştır.

-

[illegible]

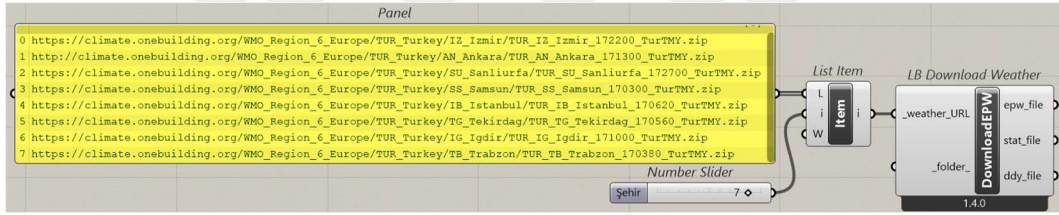
- Ebatları, yüzey özellikleri, gridleri, oda derinlikleri, saydamlık oranları ve engel durumu tanımlanmış model yönelimlerini ayarlamak için “Rotate (döndür)” kullanılmış, List item (öğeleri listele), Panel ve Number Slider (numara kaydırıcı) kullanılarak dönüş açıları tanımlanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Yönelim açılarının modele tanımlanması ve modelin tamamlanması

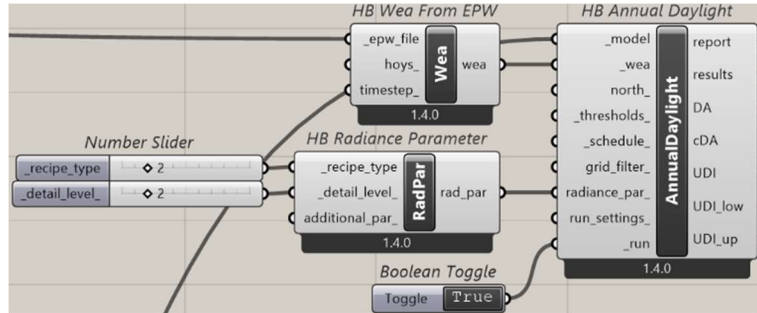
İklim verileri indirilmesi ve otomatik hesaplama başlatılması aşağıdaki iş akışı oluşturulmuştur.

- Hesaplamalarda kullanılacak iklim datalarının linki panele kopyalanmıştır 8 il için hesap yapılacağından “Number slider (numara kaydırıcı)” ve panel listesi “List item” aracına bağlanmıştır. “Download epw (epw indir)” **kullanılarak** iklim datasının indirilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.11).



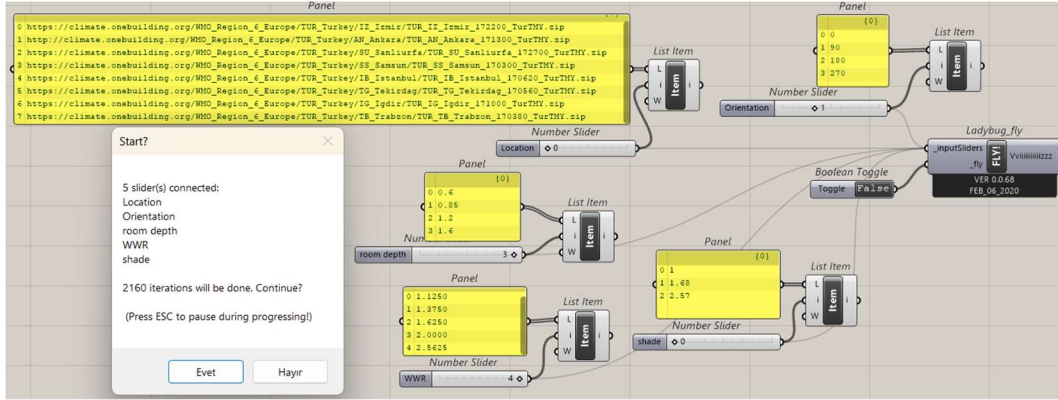
Şekil 3.11 İklim datalarının indirilmesi

- Hazırlanan model, “Annual Daylight (yıllık gün ışığı)” hesap komutuna bağlanmıştır (Şekil 3.10). Hassas hesap sonuçları elde edebilmek amacıyla “HB Radiance Parameter (ışırma parametreleri)” ile “detail level (detay seviyesi)” 2 olarak ayarlanmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Hesap sonuçlarının işlenebilecek verilere dönüştürülmesi

- Otomatik hesaplamanın başlatılabilmesi için; 1920 vaka alternatifine sahip 5 numara kaydırıcı (8 konum, 5 saydamlık oranı, 4 oda derinliği, 4 yönelim, 3 engel durumu) “Fly (uç)” komutuna bağlanmıştır.

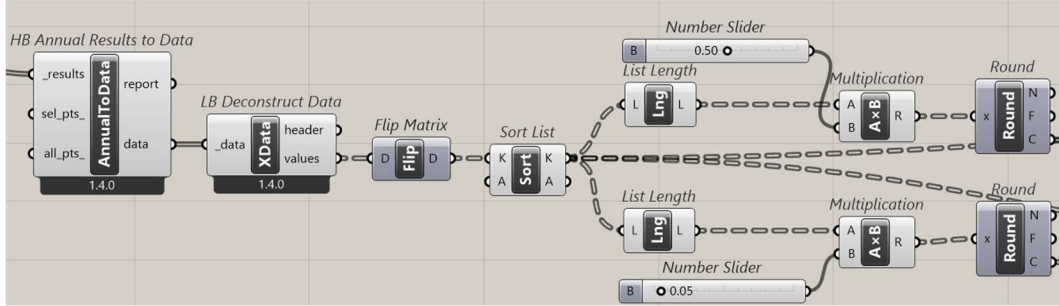


Şekil 3.13 Otomatik hesaplama için “Fly” komutunun kullanılması

Aydınlık düzeyi hesaplarına yönelik iş akışı oluşturulması: İkinci aşamada $E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$, UDI, UDI_{low} ve UDI_{up} değerlerinin belirlenmesine yönelik iş akışı oluşturulmuştur.

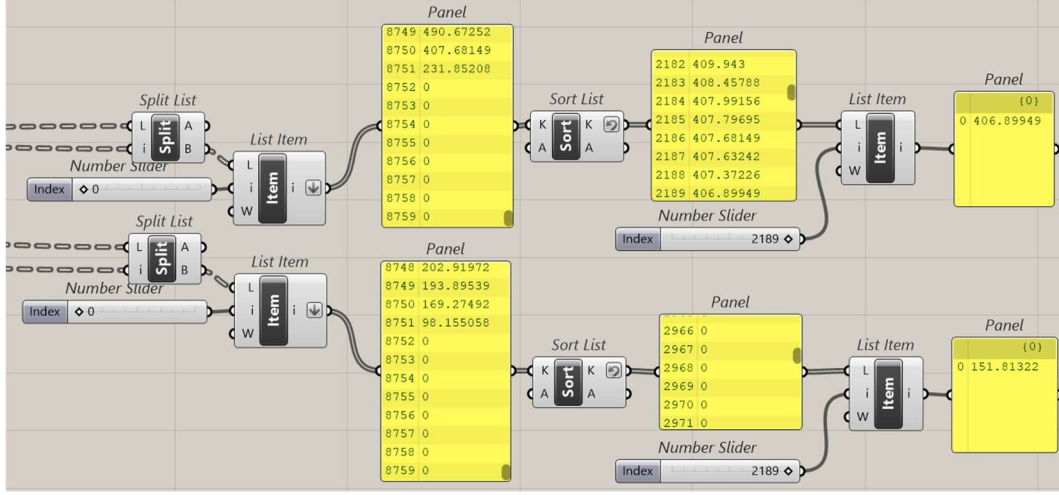
- “Annual Results To Data (yıllık sonuçları veriye dönüştürme)” ile hesap sonuçlarının tüm yılı kapsayan saatlik verilere dönüştürülmesi sağlanmış, “LB Deconstruct Data (veriyi çözümler)” ile 48 noktanın 8760 saatlik (365 gün x 24 saat) veri listesi oluşturulmuştur (Şekil 3.14).
- Çıktı olarak saatlik verilerin oranı değil aydınlık düzeyi kullanılacağından “Flip Matrix (matrisi aynala)” ile hesap sonuçları aynalanmıştır (Bu işlem Excel’deki satırları sütunlara çevir komutuna benzetilebilir). Böylelikle 48 nokta için elde edilen 8760 saatlik veri seti; her bir saat diliminde çalışma düzleminin 48 noktasında elde edilen aydınlık düzeyi verilere dönüştürülmüştür (Şekil 3.14).
- Her bir saat dilimi için (toplam 8760 liste);
 - Hesap düzleminin 48 noktasında elde edilen veriler küçükten büyüğe sıralanmıştır (Şekil 3.14).
 - Hedef aydınlık düzeyleri referans düzleminin %50 ve %95’inde sağlanması gerekmektedir. Hedef aydınlık düzeyinin aranmayacağı %50 ve %5 grid noktası adedinin belirlenmesi için “List length (liste uzunluğu)” ve “Multiplication (çarma)” kullanılarak listedeki

eleman adedi 0,05 ve 0,50 değerleri ile çarpılmıştır. Elde edilen rasyonel sayıların yukarı yuvarlanması için rasyonel sayıların tam sayıya yuvarlanması için “Round/ceiling (yuvarla/yukarı)” kullanılmıştır.

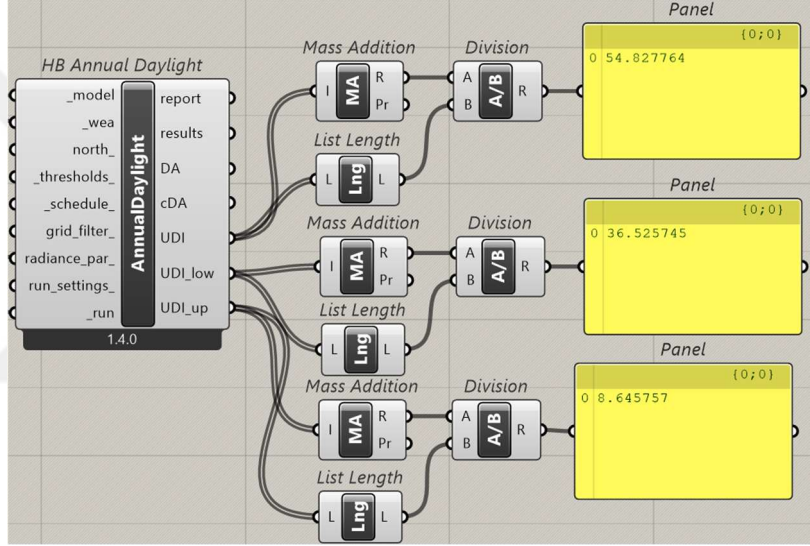


Şekil 3.14 Verilerin çözülmesi ve hedef aydınlık düzeylerinin sağlanması beklenmeyen grid noktalarının çıkarılması

- Liste, “Split (böl)” ile A ve B olmak üzere iki kümeye ayrılmış, düşük performans gösteren %50 ve %5 A kümesi kullanılmamış, değerlendirmelere, yüksek performans gösteren “B” kümesi ile devam edilmiştir (Şekil 3.15).
- “List Item/flatten (Listeyi sırala/indirge)” kullanılarak “B” kümelerinin en küçük elemanı filtrelenmiştir. Böylece hacmin en az %50’sinde ve en az %95’inde sağlanan en düşük aydınlık düzeyi değerleri bulunmuştur. Bu işlemler her bir saat dilimi için yapıldığından 8760 adet değer elde edilmiştir (Şekil 3.15).
- Elde edilen değerler “Sort/reverse (sırala/ters)” kullanılarak büyükten küçüğe sıralanmış, gündüz saatlerinin yarısına denk gelen 2190. saatte elde edilen değer “List Item (listeyi sırala)” komutu ile belirlenmiştir. Böylece, hacmin %50’sinde ve %95’inde gün ışığı saatlerinin en az yarısında elde edilen $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerleri bulunmuştur (Şekil 3.15).
- UDI, UDIlow ve UDIfup verilerinin belirlenmesi için “Annual Daylight (yıllık gün ışığı)” kullanılmıştır. Tüm yılın verileri mass (yığın)” ile toplanmış; List Length (liste uzunluğu)” ve “Division (bölme)” ile, veri adedine bölünerek ortalama değer bulunmuştur (Şekil 3.16).



Şekil 3.15 $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerlerinin belirlenmesi

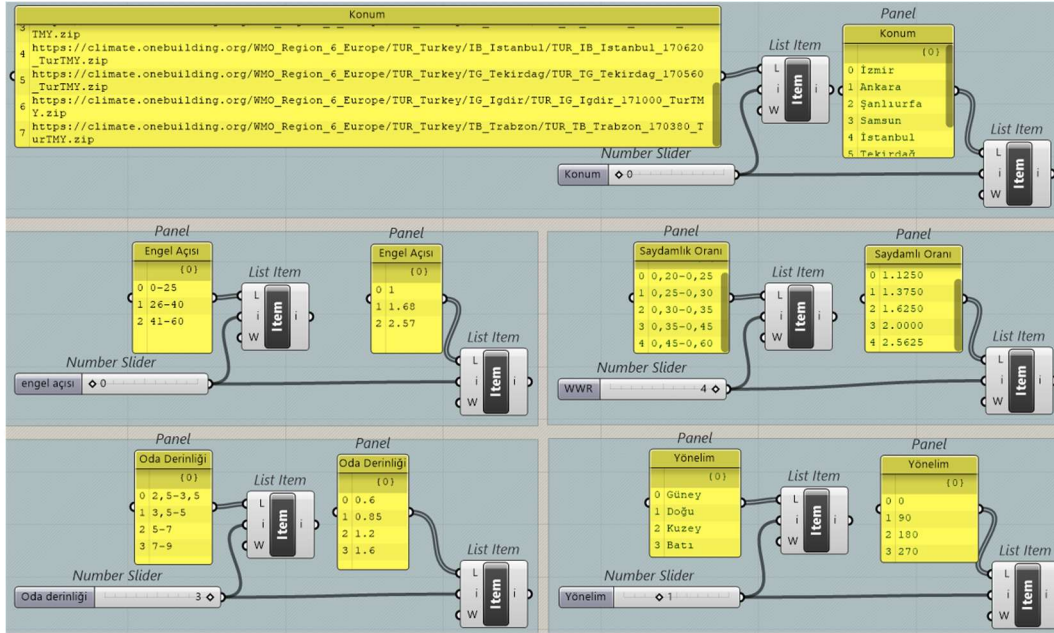


Şekil 3.16 UDI, UDI_{low} , UDI_{up} değerlerinin elde edilmesi

Verilerin Excel’e aktarılması: Çalışma kapsamında 8 konum, 5 saydamlık oranı, 4 oda derinliği, 4 yönelim, 3 engel durumu için toplam 1920 hesap yapılacaktır. Bu verilerin manuel olarak sisteme girilmesi hem hata ihtimalini artıracak hem de zaman kaybına sebep olacaktır. Bu sebeple verilerin Excel’e otomatik olarak aktarılmasını sağlayan iş akışı aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

- Hesaplama adımlarında “Number Slider (Numara kaydırıcı)”lar tez kapsamında belirlenen hesap değerlerinin listelendiği panellere bağlanmıştır. Fakat Excel’de verilerin filtrelemeye uygun olabilmesi için seçim ekranında yer alan adım aralıklarının kullanılması gerekmektedir. Örneğin; Excel sütunlarında bir ile ait dosyanın bağlantı linki değil, hesap

yapılan ilin adı; ya da 90° dönüş açısı değil, güney ifadesinin yer alması gerekmektedir. Bu sebeple tüm “Number slider (numara kaydırıcılar)”lar için seçim ekranındaki verilere uygun paneller hazırlanmıştır.



Şekil 3.17 Hesap değerleri panellerinin her biri için seçim ekranı adım aralığı panellerinin hazırlanması

- Hesaplarda koşullarını belirleyen parametrelere (konum, saydamlık oranı, oda derinliği, engel açısı, yönelim) ait “List Item (öğeleri listele)” ile hesap sonuçlarında elde edilecek değerleri ($E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$, UDI, UDI_{low} ve UDI_{up}) gösteren paneller “Merge (birleştir)” kullanılarak bir araya getirilmiştir. Böylelikle Excel’de hazırlanacak dosyanın 10 sütunu tanımlanmıştır.
- “XL Data Record Stream (Excel veri kaydı akışı)” ile toplanan verilerin Excel’e aktarılması sağlanmıştır. Verilerin aktarılacağı Excel dosyasının konumu “Path (yol)” ile tanımlanmıştır.

Yapılan tüm düzenlemelerden sonra “Boolean Toggle” kullanılarak otomatik hesaplama işlemi başlatılmıştır. Bu sırada sonuçların kaydedilebilmesi için Excel dosyası açık bırakılmıştır. Hesaplama aşamasında, kullanılan veri (hesaplanan vakanın koşulları) ve hesap sonuçları dosyada oluşturulan sütunlara otomatik olarak işlenmiş, hesaplar yaklaşık 90 saatte tamamlanmıştır.

Konum değişikliğine bağlı olarak; $E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$, UDI, UDI_{up} değerleri güneyden kuzeye doğru azalmış, UDI_{low} değerleri ise yükselmiştir. Dolaysız güneş ışığının etkisiyle; $E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$ ve UDI_{up} değerlerindeki değişim güney yönelimde; UDI değerlerindeki değişim kuzey yönelimde yüksek olmuştur. Bir başka deyişle güney yönelimde aydınlık düzeyi artmakta fakat bu artış yararlı gün ışığını değil, gereğinden fazla gün ışığı miktarını yükseltmektedir. Saydamlık oranı, oda derinliği ve engel açısındaki değişimin, aydınlık düzeyi artışına oransal olarak önemli bir etkisi olamamıştır. Bununla beraber saydamlık oranı yüksek, oda derinliği az, engel açısı düşük hacimlerde, aydınlık düzeyi artışı ile UDI_{up} belirgin bir şekilde yükselmek yararlı gün ışığı azalmaktadır (Tablo 3.29, Tablo F.1).

Tablo 3.29 Konum parametresinin görsel performansa etkileri

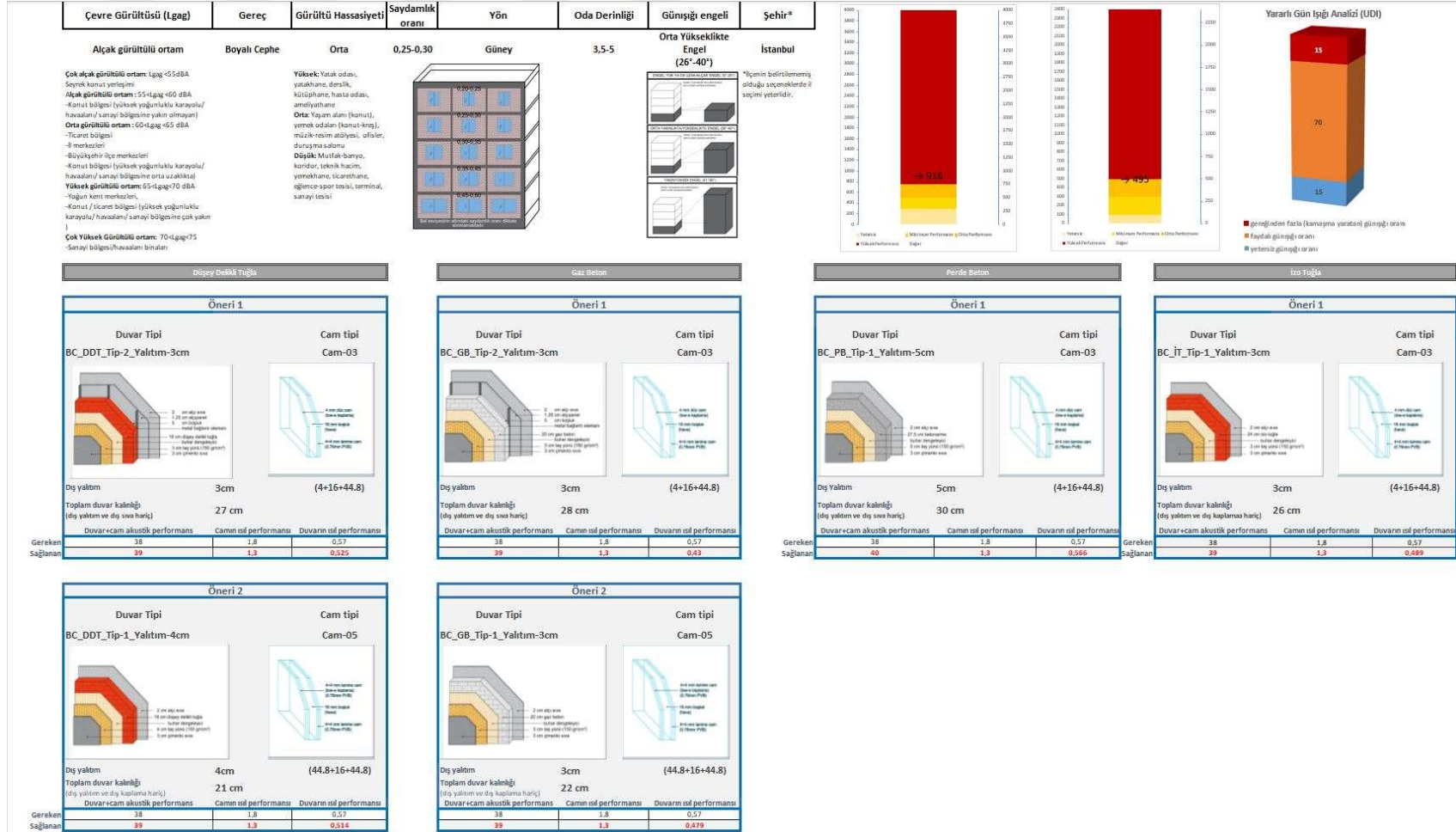
Açıklama	Değişken	Konum	$E_{ref,50}$	$E_{ref,95}$	UDI_{low}	UDI	UDI_{up}
Engel açısı: 0°-25° Oda derin.: 3,5-5,0 S. O.: 0,30-0,35	Kuzey	İzmir	1034	690	5	90	5
		Trabzon	790	494	24	71	5
		Değer düşüşü (%)	24	28	-19	19	0
	Güney	İzmir	1580	925	5	64	31
		Trabzon	936	566	24	56	20
		Değer düşüşü (%)	41	40	-19	8	11
Engel açısı: 0°-25° Yönelim: Güney Oda der.: 3,5-5,0	Saydamlık oranı: 0,20-0,25	İzmir	1093	640	5	76	18
		Trabzon	644	401	24	64	12
		Değer düşüşü (%)	41	37	-19	12	6
	Saydamlık oranı: 0,45-0,60	İzmir	2456	1433	5	44	52
		Trabzon	1410	869	24	41	35
		Değer düşüşü (%)	42	39	-19	3	17
Engel açısı: 0°-25° Yönelim: Güney S. O.: 0,30-0,35	Oda der.: 2,5-3,5 m	İzmir	2303	1330	5	46	49
		Trabzon	1351	900	24	44	32
		Değer düşüşü (%)	41	32	-19	2	17
	Oda der.: 5,0-7,0 m	İzmir	1043	529	5	75	19
		Trabzon	621	308	25	63	13
		Değer düşüşü (%)	41	41	-19	12	6
Yönelim: Güney Oda der.: 3,5-5,0 S. O.: 0,30-0,35	0°-25°	İzmir	1580	925	5	64	31
		Trabzon	936	566	24	56	20
		Değer düşüşü (%)	41	38	-19	8	11
	41°-60°	İzmir	1182	676	5	77	18
		Trabzon	697	411	24	64	12
		Değer düşüşü (%)	41	39	-19	13	6

3.3 Ön Tasarım Destek Aracında Vaka Örneklemeleri

Optimizasyon şemasına uygun olarak hesapların tamamlanması, görsellerin hazırlanması ve filtrelemeye uygun olarak listelenmesinden sonra Excel’de ara tanım sayfaları oluşturulmuş; veri girişlerinin sezgisel parametrelerle desteklendiği; sağlanması gereken değerlerin gösterildiği, işitsel performans ve ısısal performans hedeflerinin sağladığı, dört gereç için cama ve kesit tipine göre en yalın iki önerinin olduğu, önerilerin açıklamalı 3D görsellerle desteklendiği, mükerrer önerilerde ikinci alternatifin gösterilmediği, aydınlık düzeyi performansının üç bar üzerinden takip edilebildiği bir ara yüz tasarımının kodlaması yapılmıştır. Hazırlanan arayüzde seçim ve sonuç ekranı bir arada yer almakta, seçimlerin sonuçları eş zamanlı takip edilebilmektedir. Geliştirilen karar destek aracı kullanılarak farklı senaryolara yönelik vaka örneklemeleri yapılmıştır.

Vaka Örneği -1: İlk vaka örneklemeinde; gürültü kaynaklarına çok yakın olmayan ve işlek kent merkezinde yer almayan, saydamlık oranı 0,20-0,25 aralığında olan konut dokusu içindeki bir yaşama hacminin değerlendirilmesi yapılmıştır. Dolayısıyla, çevresel gürültü ortamı için “alçak gürültülü ortam”, gürültü hassasiyeti için “orta” değerleri seçilmiştir. Konut yapısının dış cephesinde kaplama paneli uygulanmayacaktır. İstanbul’da yer alacak hacmin; yöneliminin güney, oda derinliğinin 4,5 m ve etrafında orta yükseklikte engel olduğu kabul edilmiştir.

Yapılan seçimler sonucunda hacmin gün ışığı performansının yüksek, yararlı gün ışığı oranının %70 olduğu anlaşılmış, bu performans yeterli bulunmuştur. DDT ya da GB kullanılması durumunda; ana duvar gerecinden sonra 5 cm boşluk bırakılarak alçıpan örülmesi gerektiği, perde beton ya da izo-tuğla kullanılması durumunda tek sıra ana duvar gerecinin yeterli olacağı anlaşılmıştır. Perde beton kullanılması durumunda dış yalıtım 5 cm, izo-tuğla kullanılması durumunda ise 3 cm’dir. Yapılan değerlendirmeler ışığında seçilen saydamlık oranı ve oda derinliğinin uygun olduğu, bu vaka için en avantajlı gerecin izo-tuğla olacağı değerlendirilmiştir (Şekil 3.)



Şekil 3.19 Vaka örneği-1'e ait veri girişi ve sonuçlar

Vaka Örneği -2: İkinci vaka örneklemesinde; gürültü kaynaklarına orta yakınlıkta, bir ilçe merkezinde yer alan ofis hacmi ele alınmıştır. Bu veriler ışığında çevresel gürültü ortamı için “orta gürültülü ortam”, gürültü hassasiyeti için “orta” değerleri seçilmiştir. Muğla’da yer alacak ofis binasının; dış cephesinde panel kaplama uygulanacağı, saydamlık oranının 0,45-0,60 aralığında, yöneliminin güney, oda derinliğinin 4 m ve etrafında uzak alçak engeller olduğu kabul edilmiştir.

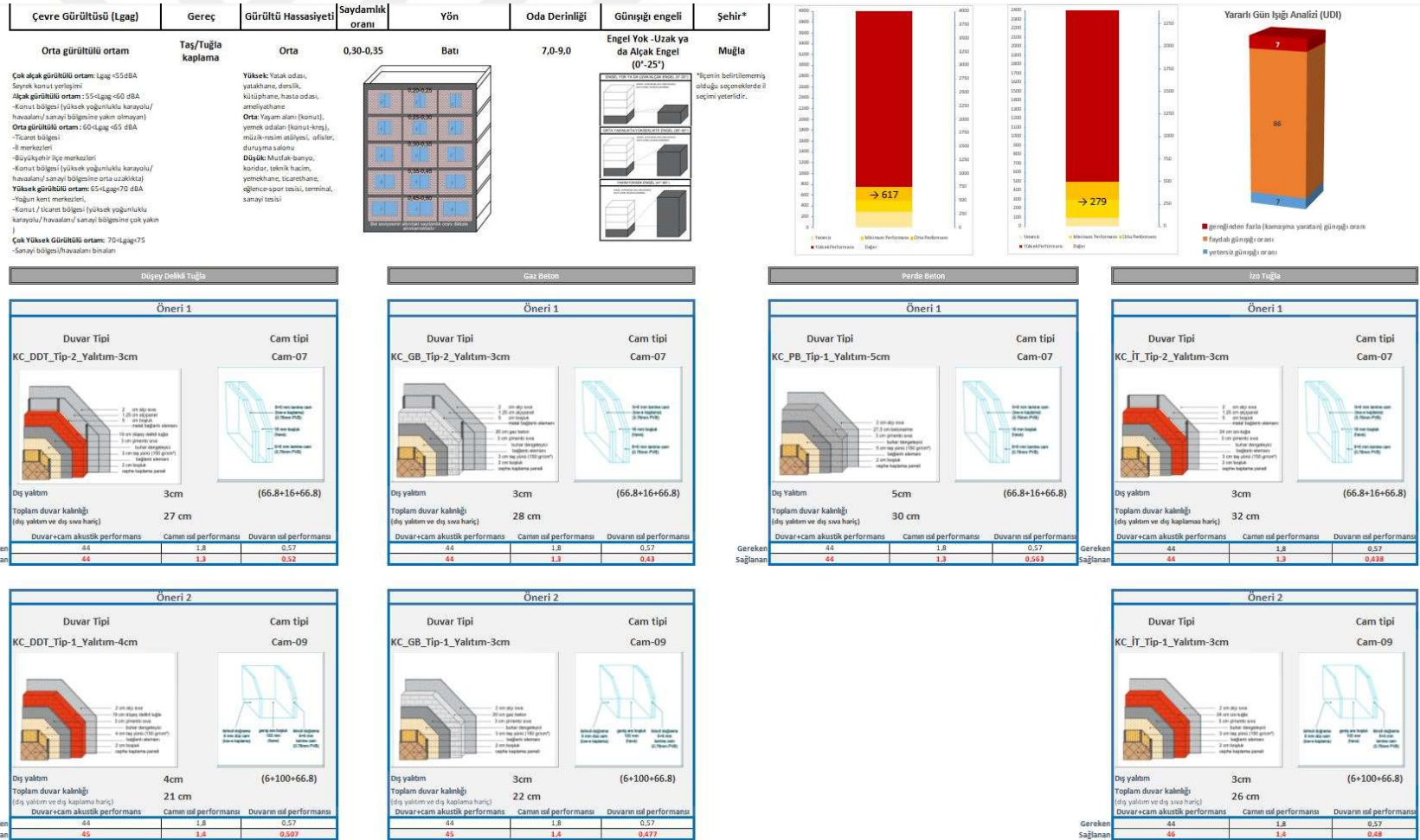
Yapılan ilk etütler sonucunda hacmin gün ışığı performansının yüksek olduğu görülmüş fakat sonuçlar kamaşma yaratan gün ışığı oranına karşı önlem alınması gerektiğini göstermiştir (Şekil 3.). Bu amaçla hacim derinliği artırılmış, saydamlık oranı azaltılmış, arsa yapısının uygun olduğu kabul edilerek yönelimi değiştirilmiştir. Yeni durumda; saydamlık oranı 0,30-0,35 aralığında, oda derinliği 7 m, yönelim batı kabul edilmiş diğer parametreler değiştirilmemiştir. Elde edilen sonuçlar gün ışığı performansının orta olduğunu, yararlı gün ışığı oranının yükseldiğini, kamaşma yaratan gün ışığı oranının belirgin bir şekilde azalarak yetersiz gün ışığı oranı ile dengeli hale geldiğini göstermiştir (Şekil 3.).

İlk veri girişinde tüm duvar gereci alternatiflerinde sadece çift doğramalı, 100 mm ara boşluğa sahip 6 mm düz cam ve 6 mm lamine cam ile sağlanabilirken ikinci veri girişi sonrasında gün ışığı performansının iyileşmesinin yanı sıra daha basit duvar ve cam kesiti alternatifleri ile de hedef değerlerin sağlandığı öneriler görüntülenmiştir. DDT, izo-tuğla ya da gaz beton kullanılması durumunda; ana duvar gerecinden sonra 5 cm boşluk bırakılarak alçıpan örülmesi gerektiği, tünel kalıp sistemle perde beton duvar kullanılması durumunda tek sıra ana duvar gerecinin yeterli olacağı anlaşılmıştır. Yalıtım kalınlıkları 3-5 cm aralığında olmuştur.

Yapılan veri girişleri sonrasında kullanıcının ön tasarım evresinde saydamlık oranını azaltarak, oda derinliğini artırarak ve yönelimi değiştirerek gün ışığı performansı için gerekli önlemleri etüt edebildiği görülmüştür. Bununla beraber kullanıcıya dört farklı gereç için toplam sekiz adet öneri sunulmuş. Öneriler içinden; performansları, dış yalıtım kalınlıklarını, toplam duvar kalınlıklarını karşılaştırarak seçim yapabileceği veriler aktarılmıştır.



Şekil 3.20 Vaka örneği-2'ye ait ilk veri girişleri ve sonuçları



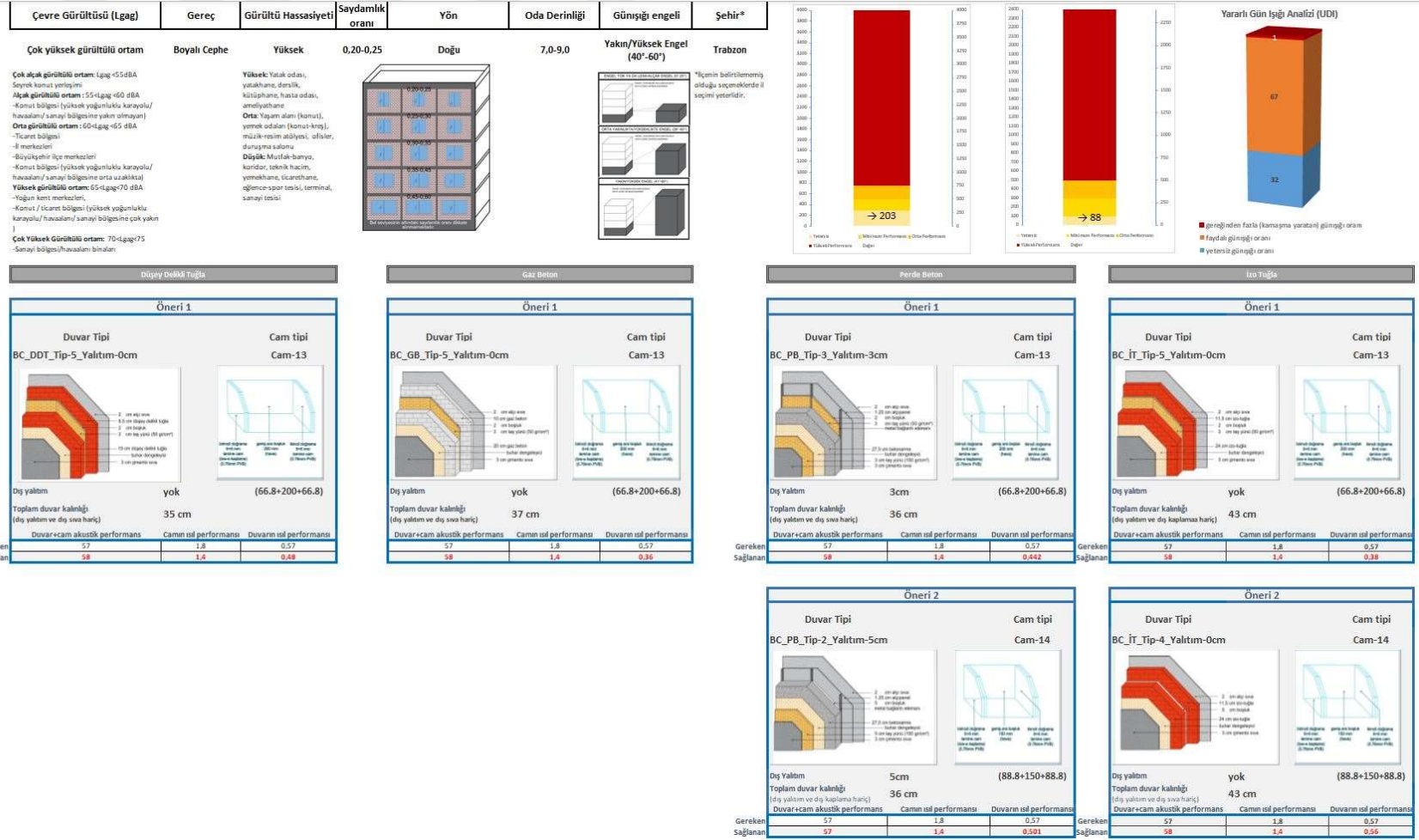
Şekil 3.21 Vaka örneği-2'ye ait ikinci veri girişleri ve sonuçları

Vaka Örneği-3: Üçüncü vaka örneğinde ekstrem bir durumun örneklenmesi amacıyla havaalanı personellerinin çocukları için bir kreş yapılacağı kabul edilmiştir. Bu amaçla; çevresel gürültü ortamı için “çok yüksek gürültülü ortam”, gürültü hassasiyeti için “yüksek” değerleri seçilmiştir. Trabzon’da yer alacak hacmin; dış cephesinde “sıva+boya” uygulanacağı, saydamlık oranının 0,25-0,30 aralığında, yöneliminin doğu, oda derinliğinin 7 m ve etrafında yakın yüksek engeller olduğu kabul edilmiştir.

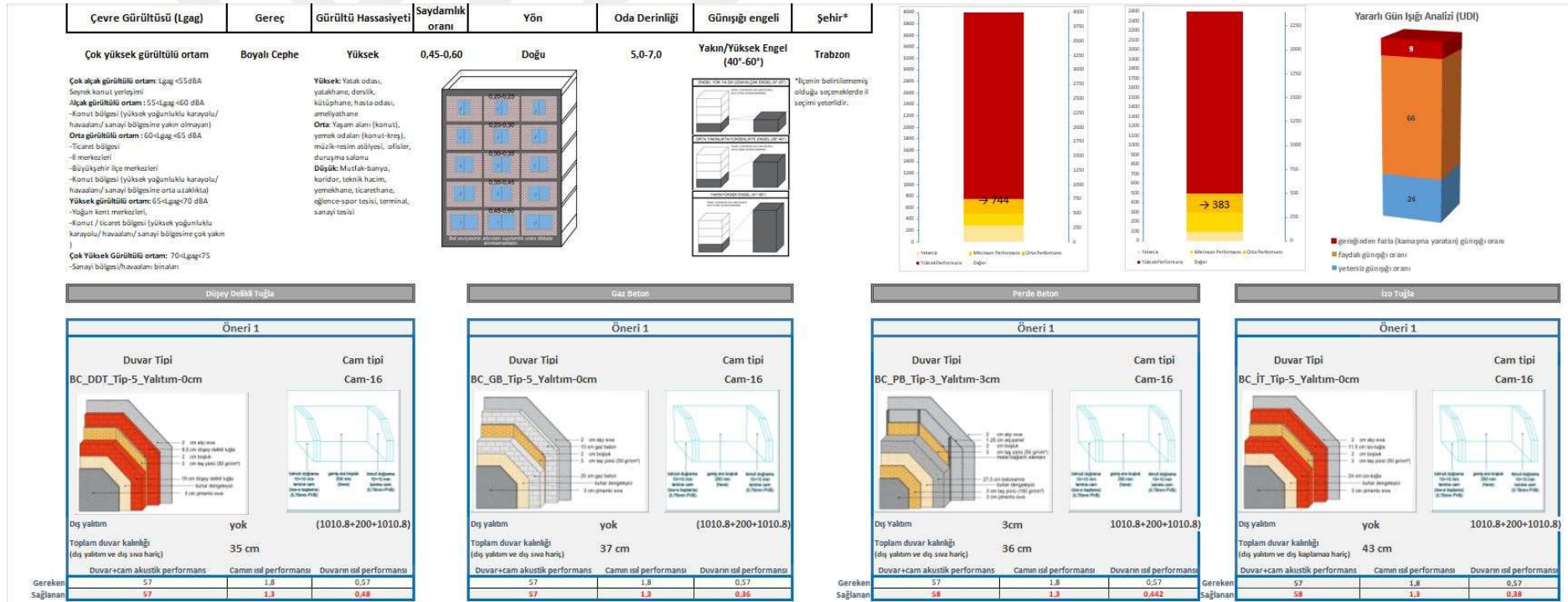
Yapılan ilk etütler sonucunda hacmin gün ışığı performansının “yetersiz” olduğu görülmüş, yararlı gün ışığı oranını artırmak için saydamlık oranının artırılması ve oda derinliğinin azaltılması gerektiği değerlendirilmiştir (Şekil 3.). Hacim, saydamlık oranı 0,45-0,60 aralığında, oda derinliği 6 m olacak şekilde revize edilmiştir. Yeni durumda gün ışığı performansı yüksek olmuş, fakat yararlı gün ışığı oranı değil kamaşma yaratan gün ışığı oranı artmıştır. Bununla beraber cam kesitleri de kalınlaşmış, 6 mm kalınlığındaki lamine camların yerine 10 mm kalınlığında lamine camlar kullanılması gerektiği görülmüştür (Şekil 3.). Böylelikle tasarım kararlarının sonuçlarının, gün ışığı performansına, kullanılacak camlara, yalıtım kalınlıklarına, toplam duvar kalınlıklarına etkisi kısa süre içinde değerlendirilmiştir. Ayrıca yönelim, saydamlık oranı, oda derinliği, engel durumu için pek çok etüt daha yapabilme imkânı bulunmaktadır. Yapılan etütler sonucunda ön tasarım evresinde, gürültülü bir çevrede hassas bir hacim önerilmesinin yapım faaliyetlerini nasıl karmaşıktıracağı gözlemlenebilmektedir.

Vaka Örneği-4: Dördüncü vaka örneğinde yakın çevresinde gürültü kaynakları olmayan sakin bir alanda yapılacak bir hastane senaryosu ele alınmıştır. Bu amaçla; çevresel gürültü ortamı için “çok alçak gürültülü ortam”, gürültü hassasiyeti için “yüksek” değerleri seçilmiştir. Kars’ta yer alacak hacmin; dış cephesinde plaka kaplama uygulanacağı, saydamlık oranının 0,25-0,30 aralığında, yönelimin kuzey, oda derinliğinin 4 m ve etrafında uzak alçak engeller olduğu kabul edilmiştir.

Yapılan etütler sonucunda hacmin gün ışığı performansının yüksek performans değerlerine yakın, yararlı gün ışığı oranının oldukça yüksek olduğu görülmüş, gürültü hassasiyeti “yüksek” olmasına karşın uygun planlama ile son derece basit cam ve kesit tipolojileri ile hedef değerlerin sağlanabildiği değerlendirilebilmiştir (Şekil 3.).



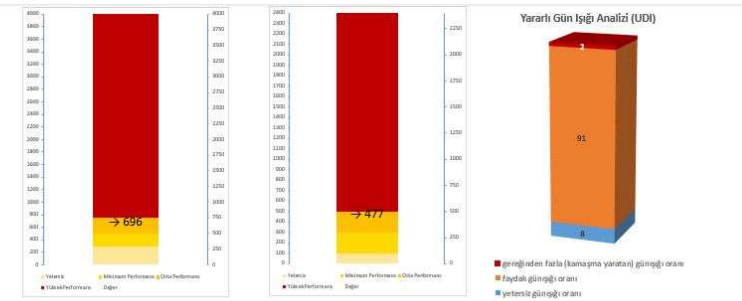
Şekil 3.22 Vaka örneği-3'e ait ilk veri girişleri ve sonuçları



Şekil 3.23 Vaka örneği-3'e ait ikinci veri girişleri ve sonuçları

Çevre Gürültüsü (L _{gag})	Gereç	Gürültü Hassasiyeti	Saydamlık oranı	Yön	Oda Derinliği	Güneşiği engeli	Şehir*
-------------------------------------	-------	---------------------	-----------------	-----	---------------	-----------------	--------

Çok alçak gürültülü ortam Çok alçak gürültülü ortam: L_{gag} <55 dBA Seyrek konut yerleşimi Alçak gürültülü ortam: 55 < L_{gag} <60 dBA -Konut bölgesi (yüksek yoğunluklu konutlar/ havaalanı/ sanayi bölgesine yakın olmayan) Orta gürültülü ortam: 60 < L_{gag} <65 dBA -Ticaret bölgesi -İl merkezleri -Büyükşehir ilçe merkezleri -Konut bölgesi (yüksek yoğunluklu konutlar/ havaalanı/ sanayi bölgesine orta uzaklıkta) Yüksek gürültülü ortam: 65 < L_{gag} <70 dBA -Yoğun kent merkezleri, -Konut / ticaret bölgesi (yüksek yoğunluklu konutlar/ havaalanı/ sanayi bölgesine çok yakın) Çok Yüksek Gürültülü ortam: 70 < L_{gag} <75 -Sanayi bölgesi/havaalanı bitişleri	Boyalı Cephe	Yüksek Yüksek: Yüksek odalar, yatakhane, derslik, kütüphane, hasta odası, ameliyathane Orta Yıgım alanı (konut), yemek odaları (konut-kırs), müzik-teslim atölyesi, ofisler, derneğe salona Düşük Mutfak-banyo, koridor, teknik hacim, yemekhane, ticarethane, ofisler-spor tesisi, terminal, sanayi tesisi	0,20-0,25	Kuzey	3,5-5	Engel Yok -Uzak ya da Alçak Engel (0'-25')	Kars *Yığın belirlenmemiş olduğu sınırlarda il seçimi yeterlidir.
---	----------------------------	--	------------------	--------------	--------------	---	---



Döşey Dışık Tuğla

Öneri 1
Duvar Tipi BC_DDT_Tip-4_Yalıtım-6cm Cam tipi Cam-02 Dış yalıtım: 6cm Toplam duvar kalınlığı: 35 cm Duvar+camlık akustik performans: 36 Camlık ısı performansı: 1,4 Duvarın ısı performansı: 0,36 Gereken: 36 Sağlanan: 36

Gaz Beton

Öneri 1
Duvar Tipi BC_GB_Tip-3_Yalıtım-3cm Cam tipi Cam-02 Dış yalıtım: 3cm Toplam duvar kalınlığı: 28 cm Duvar+camlık akustik performans: 36 Camlık ısı performansı: 1,4 Duvarın ısı performansı: 0,36 Gereken: 36 Sağlanan: 36

Perde Beton

Öneri 1
Duvar Tipi BC_PB_Tip-1_Yalıtım-9cm Cam tipi Cam-02 Dış yalıtım: 9cm Toplam duvar kalınlığı: 30 cm Duvar+camlık akustik performans: 36 Camlık ısı performansı: 1,4 Duvarın ısı performansı: 0,36 Gereken: 36 Sağlanan: 36

İzo Tuğla

Öneri 1
Duvar Tipi BC_IT_Tip-3_Yalıtım-3cm Cam tipi Cam-02 Dış yalıtım: 3cm Toplam duvar kalınlığı: 32 cm Duvar+camlık akustik performans: 36 Camlık ısı performansı: 1,4 Duvarın ısı performansı: 0,36 Gereken: 36 Sağlanan: 36

Öneri 2
Duvar Tipi BC_DDT_Tip-1_Yalıtım-7cm Cam tipi Cam-03 Dış yalıtım: 7cm Toplam duvar kalınlığı: 21 cm Duvar+camlık akustik performans: 36 Camlık ısı performansı: 1,4 Duvarın ısı performansı: 0,36 Gereken: 36 Sağlanan: 38

Öneri 2
Duvar Tipi BC_GB_Tip-1_Yalıtım-6cm Cam tipi Cam-03 Dış yalıtım: 6cm Toplam duvar kalınlığı: 22 cm Duvar+camlık akustik performans: 36 Camlık ısı performansı: 1,4 Duvarın ısı performansı: 0,36 Gereken: 36 Sağlanan: 38

Öneri 2
Duvar Tipi BC_IT_Tip-1_Yalıtım-6cm Cam tipi Cam-03 Dış yalıtım: 6cm Toplam duvar kalınlığı: 26 cm Duvar+camlık akustik performans: 36 Camlık ısı performansı: 1,4 Duvarın ısı performansı: 0,36 Gereken: 36 Sağlanan: 39

Şekil 3.24 Vaka örneği-4'e ait veri girişleri ve sonuçları

4 SONUÇ

Yapı kabuğu, yapıların iç ortamla dış ortamını ayıran dolayısıyla bulunduğu çevre ile çift yönlü etkileşim halinde olan yapı bileşenidir. Dış ortamın değişken şartlarına karşın iç ortamda konfor şartlarının uzun süre değişmeden devam etmesi beklenmektedir. Yapı kabuğunun bu konudaki başarımı ise “yapı kabuğu performansı” olarak nitelendirilmekte ve işitsel performans, ısısal performans, görsel performans olmak üzere üç ana başlık altında değerlendirilmektedir.

Mimarlık üretiminin ön tasarım evresinde, yapı kabuğunun dış ortamla olan ilişkisi 3D çalışmalar ile etüt edilse de iç ortamın konfor şartlarına yapacağı etki geri planda kalmaktadır. Ön tasarım evresi son derece dinamik bir yapıya sahiptir. Tasarım kararları sık sık revize edilmektedir. Oysa yapı kabuğu performanslarını belirlemeye yönelik hesaplama araçları, tasarımı bitmiş bir ürünü analiz etmeye yönelik kurgulandığından dinamik kullanıma uygun değildir. Ayrıca bu programlarda elde edilen çıktıların mimarlar ya da bina kullanıcıları tarafından değerlendirilmesi mümkün değildir. İyileştirme çözümleri için izlenecek adımların her bir performans için ayrı uzman tarafından değerlendirilerek ilgili yönetmeliğe göre belirlenmesi gerekmektedir. Bu durumda kullanıcı; istenmeyen ses, yetersiz aydınlık düzeyi ya da ısı konforsuzluk gibi duyu organları ile fark edebileceği kadar temel gereksinimler hakkında teknik bilgiye sahip olmadığından sürece dahil olamamakta, bu konuda talep oluşturacak bir farkındalığa ulaşamamaktadır.

Yapı kabuğu performansını etkileyen; saydamlık oranı, oda derinliği, yönelim gibi kararlar erken tasarım evresinde belirlenmektedir. Yapı kabuğu performans analizlerinin mimarlık üretimi süreçlerinin sonlarına bırakılmış olması; maliyetlerin öngörülenden yüksek olmasına, duvar kalınlıklarının artmasına, temel tasarım kararlarının değişmesine ve projelendirme süreçlerinde geri dönüşlere sebep olmaktadır. Bu durumda bitmiş projeyi analiz eden uzmanlara oldukça sınırlı çözüm alanı kalmaktadır. Sağlıklı çözümlerin üretilebilmesi ve tutarlı maliyet hesaplarının yapılabilmesi, ön tasarım evresinde verilecek uygun temel tasarım kararları, bilinçli malzeme seçimi, doğru uygulama kalınlığının belirlenmesi ile mümkündür.

Tanımlanan problemin çözümü için; yönetmeliklerde belirtilen çevre koşullarına yönelik kabuğun tüm performanslarını kapsayacak, sadeleştirilmiş bir yöntem geliştirilmesi gerektiği ve bu yöntemin geniş kitleler tarafından çevrimiçi kullanılabilecek pratik bir araca dönüştürülmesinin problemin çözümüne katkı sağlayacağı hipotezi geliştirilmiştir.

Bu bakış açısıyla literatürde yer alan yayınlar, patentler ve çevrimiçi hesaplama araçları analiz edilmiştir. İncelenen çalışmalar yapı kabuğu performansına ilişkin değerlendirmelerin ön tasarım evresinde yapılmasının önemsendiğini, bugüne kadar bu amaçla yapılmış çok sayıda çalışma olduğunu göstermiştir. Fakat yapılan çalışmalarda; tüm performansların bir arada değerlendirilememesi, tek bir vakaya yönelik sonuçlara yer verilmesi, veri girişi ve sonuçlarda teknik bilgilere yer verilmesi, ön tasarım evresinde bilinmeyen ya da her tasarım değişikliğinde uzun zaman alan çok sayıda veri girişi istenmesi, yönetmeliklere uygunluğun bilinmemesi, basit ve anlaşılır bir arayüz/sonuç ekranı sunulmaması, kesit önerme değil hesaplama aracı olmaları gibi mimari ön tasarım pratikleri ile uyuşmayan noktalar tespit edilmiştir. Ayrıca bazı çalışmalarda hesaplama adımlarının nasıl yapılacağının açıklanmadığı dolayısıyla yöntemin tekrar edilebilir olmadığı ve makale/patent gibi çalışmaların yaygın erişilebilir olmaması sebebiyle mimarlık üretimi/tüketimindeki paydaşlar tarafından kullanılamayacağı anlaşılmıştır.

Tez kapsamında; ön tasarım evresine entegre olabilecek, veri giriş ekranında az sayıda ve ön tasarım evresinde bilinen parametrelerin yer aldığı, sonuç ekranında yönetmelikleri sağlayan yeterli sayıda optimum kesitin görüntülediği, tasarım alternatiflerine yönelik performansların kısa süre içinde değerlendirilebildiği, yönetmeliklerde yer alan teknik terminolojilerin günlük kullanıma uygun sezgisel tanımlamalar ya da görseller ile desteklendiği, mimarlık üretim/tüketimindeki paydaşlar tarafından erişilebilecek, çevrimiçi kullanıma uygun kullanıcı dostu bir karar destek aracı ve filtreleme yöntemi geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Hesap yükünün azaltılması ve optimize edilmiş kesitlerin en hızlı şekilde görüntülenmesi için dört basamaklı bir yöntem önerisi hazırlanmıştır. Yöntemin ilk aşamasında yapı kabuğu performansı ile çevresel ortam özelliklerini konu alan yönetmeliklerin ve yönetmeliklerde kullanılan göstergelerin belirlenmesi yer almaktadır. İkinci aşamada yönetmelikteki göstergeleri etkileyen parametreler

listelenmiş etkileşim halindeki parametreler gruplandırılmıştır. Daha sonra parametrelerin seçim ve sonuç ekranının yer alma durumları ele alınmış, seçim ekranında yer alacak parametreler için adım aralıkları ve hesap değerleri belirlenmiştir. Yöntemin üçüncü aşamasında hesaplamalarda kullanılacak tip kesitler oluşturulmuştur. Dördüncü aşamada ise hesaplama adımları ve hesaplama araçları belirlenmiş, uygun seçeneklerin görüntülenmesine yönelik veri filtreleme algoritması oluşturulmuştur.

Yöntemin ilk aşamasında yapılan değerlendirmelerde; işitsel performansa ve çevresel gürültü ortamlarına ilişkin yönergelerin BGKKHY ve ÇGKY hükümlerinde yer aldığı, bu yönetmeliklerde kabuğun $D_{nT,A,tr}$ göstergesi ile, çevresel gürültü ortamlarının ise L_{gag} parametresi ile değerlendirildiği; ısısal performansına ilişkin yönergelerin TS 825: 2013 ve BEP: 2008’de yer aldığı, kabuğun performansının U değeri ve referans bina ile ele alındığı, çevresel ortamların DGB kullanılarak gruplandırıldığı; görsel performansa ilişkin yönergelerin TS EN 17037: 2018 + A1 Binalarda Gün Işığı Standardı’nda yer aldığı, kabuğun performansının dört ölçüt için belirlenen en az/orta/düşük hedef değerleri ile ele alındığı, çevresel ortam göstergesi olarak $E_{v,d,med}$ ve $E_{v,g,med}$ değerlerinin kullanıldığı görülmüştür.

$D_{nT,A,tr}$ göstergesi ağırlıklı ses azaltım indeksi (R_w), spektrum uyarlama terimi (C_{tr}) ve hacmin yansıma süresinin referans yansıma süresine oranı ile belirlenmektedir. İlgili yönetmelikte hacmin yansıma süresinin optimize edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca optimize edilmemiş yansıma süresi sebebiyle yapı kabuğu performansını artırmak anlamlı bir yaklaşım olmadığından, hesaplamalarda yansıma süresinin ihmal edilmiş, R_w+C_{tr} değeri kullanılmıştır. Kabukta sağlanması gereken R_w+C_{tr} değeri, akustik performans sınıfı, alıcı odası hassasiyeti ve dış ortam gürültüsüne göre belirlenmektedir. Çalışma kapsamında, yönetmelikte sağlanması gereken minimum değer olarak tavsiye edilen C akustik performans sınıfı referans alınmış, bu performans sınıfına göre bileşik cıvarda sağlanması gereken R_w+C_{tr} değerleri 29-55 dB olarak hesaplanmıştır.

Hesaplamalarda U değeri, U_p ve U_d olmak üzere iki gösterge ile ele alınmış sağlanması gereken hedef değerler TS 825: 2013’e uygun olarak belirlenmiştir. BEP yönetmeliğinde yer alan referans binanın yapı kabuğu özellikleri TS 825:

2008'e göre belirlendiğinden öneri kesitlerde sağlanan değerler referans binadan yüksek olmuş, yönetmeliğin hedef değerleri sağlanmıştır.

EN 17037: 2018 + A1 standardında yer alan gün ışığı aydınlığının sağlanması ölçütü uzun yıllardır hacimlerin gün ışığı performansını belirlemede kullanılan en önemli ölçüttür. Bu sebeple çalışma kapsamında ele alınmıştır. Oldukça detaylı yönergeler ile belirlenen; dış görüş, güneşlenme ve kamaşmadan korunma ölçütleri ise ihmal edilmiştir. Standartta gün ışığı aydınlığının sağlanması ölçütü $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ olmak üzere iki gösterge ile ele alınmaktadır. $E_{ref,50}$ için 300/500/750 lx; $E_{ref,95}$ için 100/300/500 hedef değerleri belirlenmiştir. Standartta kamaşma yaratan yüksek aydınlık düzeylerinin belirlenmesine yönelik üst sınır belirlenmemiştir. Geliştirilen karar destek aracında; yararlı, yetersiz ve gereğinden fazla gün ışığı oranlarının da analiz edilebilmesi amacıyla UDI, UDI_{low} ve UDI_{up} göstergeleri kullanılmıştır. Standartta gün ışığı aydınlığının hesaplanması için, gün ışığı çarpanı ve iklim verilerinin kullanılması olmak üzere iki hesaplama yöntemi önerilmiştir. Gün ışığı faktörü yönteminde $E_{v,d,med}$ göstergesi, iklim verilerine göre hesap yönteminde ise $E_{v,g,med}$ göstergesi kullanılmaktadır. Tez kapsamında, Türkiye gibi farklı gök koşullarının olduğu bölgeler için daha uygun olan gün ışığı çevresi göstergesi $E_{v,g,med}$ kullanılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler ışığında; işitsel performans parametreleri R_w+C_{tr} , alıcı odası hassasiyeti, L_{gag} ; ısısal performans parametreleri, U_d , U_p , DGB; görsel performans parametreleri, $E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$, UDI, UDI_{low} , UDI_{up} , $E_{v,g,med}$ olmuştur.

Yöntemin ikinci aşamasında öncelikle, yönetmeliklerde kullanılan bu göstergelerin hangi parametrelere bağlı olduğu belirlenmiş, ardından etkileşim halindeki parametreler değerlendirilmiştir. Duvarın teknik özelliklerinin, işitsel ve ısısal performans; pencere sisteminin teknik özelliklerinin, tüm performanslar; saydamlık oranının, işitsel ve görsel performans; il/ilçe verisinin, ısısal ve görsel performans açısından etkileşim halinde olduğu anlaşılmıştır. Duvarın kalınlık ve yoğunluk gibi teknik özellikleri ile katman durumu ayrı ayrı ele alınmıştır. U_p değeri yerine gerekli hata payları gözetilerek U_c değeri kullanılmasının hesap yükünü azaltacağı analiz edilmiştir. Oda ebatları en/boy/yükseklik olarak üç başlık altında değerlendirilmiştir.

Seçim ve sonuç ekranında yer alacak verilere geçmeden önce çalışma kapsamında kullanılacak duvar gereci ve kaplama tipleri belirlenmiştir. Duvar gereci olarak; mimarlık uygulamalarında sıklıkla tercih edilen DDT, düşük ısıl iletkenliği sebebiyle tercih edilen gaz beton ve izo-tuğla, tünel kalıp sitemlerde kullanılan perde beton gereçlerine yer verilmiştir. Cephe kaplaması olarak, “sıva+boya” uygulaması ile panel kaplamalar tez kapsamına alınmıştır.

Listelenen parametrelerin, seçim/sonuç ekranında yer alması durumu analiz edilmiştir. Değerlendirmelerde ilgili parametrenin kullanıcı tarafından biliniyor olması, veri girişini gereksiz uzatması, ilk tasarım evresinde belirlenmiş olması gibi literatür taramasında yapılan değerlendirmeler dikkate alınmıştır. İl/ilçe bilgisi, yapının bulunduğu yerdeki çevresel gürültü ortamı, alıcı odası hassasiyeti ve engel durumuna ilişkin verilerin kullanıcı tarafından sisteme girilmesi gerektiğinden seçim ekranında yer alması uygun görülmüştür. Açıklığın yn, saydamlık oranı, oda derinliği, cephe kaplaması parametreleri ön tasarım evresinde sıklıkla değişen ve tasarım aşamalarında pek çok ölçüt bir arada değerlendirilerek verilen kararlar olduğundan seçim ekranında bırakılmıştır. Duvar sisteminin teknik özelliklerinin, cam sisteminin teknik özelliklerinin ve aydınlık düzeyi göstergelerinin ($E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$ UDI, UDI_{low} , UDI_{up}) sonuç ekranında yer alması uygun görülmüştür. Bu değerler oldukça teknik verilerdir, kullanıcının bilinçli hedef değer belirlemesi gttr. Oda yüksekliği, oda derinliği, iç/dış yüzeylerin ışık yansıtma arpanları için yönetmelik ve standartlarda yer alan tavsiyelere uygun olarak hesap değerleri belirlenmiş seçim ya da sonuç ekranında yer almasına gerek görülmemiştir. Işık yönlendirme/engelleme sistemleri ise tezin kapsamını amaçtan uzaklaşacak derecede karmaşıklaştırması sebebiyle ihmal edilmiştir. Bu parametrenin daha sonraki çalışmalarda ele alınması mümkündür.

Seçim ve sonuç ekranında yer alacak teknik parametrelerin sezgisel olarak desteklenmesi için hedefler belirlenmiştir. L_{gag} değerinin gürültü kaynakları ve kentsel işlev açıklamaları, engel açılarının uzaklık/yükseklik benzetimleri ve 3D görseller, alıcı odası hassasiyetinin işlev örnekleri, saydamlık oranının 3D görseller ile desteklenerek veri girişlerinin kolaylaştırılması amaçlanmıştır. R_w+C_{tr} değeri için işitsel performans, U_c ve U_d için ısısal performans ifadelerinin kullanılmasının, aydınlık düzeyi sonuçlarının, minimum/orta/yüksek performans hedeflerinin

işaretlendiği bir bar üzerinde gösterilmesinin, öneri duvar ve cam kesitleri için açıklamalı 3D görseller hazırlanmasının kolay anlaşılır, kullanıcı dostu bir sonuç ekranı oluşturulmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmiştir. Ayrıca, kesitler ile sağlanan performansların yanı sıra, yönetmeliklere göre sağlanması gereken değerlerin, toplam duvar kalınlığı ve yalıtım kalınlığı bilgilerinin de sonuç ekranında yer alması böylelikle karşılaştırmalardaki temel verilerin kolaylıkla okunması hedeflenmiştir. Literatür çalışmaları, yönetmelikler, yönergeler ve yapılan ön hesaplar ışığında parametreler için adım aralıkları belirlenmiş ve her bir adım aralığı için hesap değeri tayin edilmiştir.

Yöntemin üçüncü aşamasında tip kesitler oluşturulması için ana duvar gereçlerinin yoğunluk ve uygulama kalınlıkları, yalıtım gereci, kalınlığı ve kesit içindeki yeri, tip kesit katmanları ve cam sistemleri belirlenmiştir.

Isı yalıtım gereci seçiminde mimarlık üretiminde en sık kullanılan yalıtım gereçleri; taş yünü, cam yünü, XPS, EPS ve PU fiziksel özellikleri, dayanım özellikleri, ekolojik özellikleri ile ekonomik özellikleri açısından karşılaştırılmış; nano malzeme, geri dönüştürülmüş atıklardan üretilen yalıtım malzemeleri gibi deneysel gereçler değerlendirmeye alınmamıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda basınç mukavemeti ve boyutsal kararlılığı yüksek; yangın sınıfı A1, UV ışınımına, böceklerle, kimyasal etkilere dayanımlı; çıkarılması, uygulanması, kullanımı ve yangın sırasında çevreye ya da insan sağlığına olumsuz etkileri oldukça düşük, zaman içinde performansı azalmadığı için uzun dönemde ekonomik olan taş yününün kullanılması uygun görülmüştür. Taş yününün buhar difüzyon direnci düşük olduğundan öneri kesitlerde buhar dengeleyici kullanılması önerilmiştir.

Yalıtımın yeri değerlendirmelerinde, kolon kiriş birleşimlerinde ısı köprüsü oluşmaması, kesit içinde yoğunlaşma meydana gelme riskinin azalması, ana duvar gereçlerinin ısıl kütlelerinden yararlanılması amacıyla dıştan yalıtım uygulaması tercih edilmiştir. Akustik performansı artırmak amacıyla ara boşluğa taş yünü ilave edilmesi durumunda “dıştan + ortadan” ısı yalıtım uygulamasına geçilmiştir.

Tip duvar katmanlarının belirlenmesi için; ana duvar gerecinin kalınlaştırılmasına, ikinci duvar gereci alternatiflerine ve ara boşluğun yalıtılmasına yönelik ön hesaplar yapılmış, sonuçlar işitsel performans yönünden analiz edilmiştir. Yapılan

ön hesaplarda ana duvar gerecini kalınlaştırmaktansa, boşluk bırakarak duvar örülmesi durumunda daha az duvar kalınlığı ile daha yüksek işitsel performans elde edildiği; tek sıra alçıpan, çift sıra alçıpan, tek sıra betopan, çift sıra betopan ikinci duvar gereci alternatifleri ile birbirlerine oldukça yakın akustik performanslar elde edildiği, dolayısıyla en sade seçenek olan tek sıra alçıpan kullanımının yeterli olduğu, ara boşluktan sonra yarım sıra ana duvar gereci örülmesi durumunda ise performansta belirgin bir artış olduğu ve ikinci duvar gereci alternatifi olarak ana duvar gerecinin de ele alınması gerektiği; ara boşluğun yalıtımlı olması durumunda akustik performansta yükselme olduğu, bu sebeple her iki durumun da tip kesitlerde göz önünde bulundurulması gerektiği anlaşılmıştır. Bu veriler ışığında hedef akustik değerlerin sağlandığı; kaplamasız cephe için beş, kaplamalı cephe için 3 duvar tipi oluşturulmuştur.

Cam tipolojileri belirlenirken; cam adedi, cam gereci, ara boşluk mesafesi, cam kalınlığı, ara boşluk dolgusu ve PVB kalınlıklarına yönelik ön hesaplar yapılmıştır. Yapılan hesaplarda tek cam ile hedef U değeri, üçlü cam sistemlerinde ise aynı kalınlıktaki çift cam sistemlerine göre performans avantajı sağlanamadığından çalışma kapsamında ele alınmamıştır. Hesaplarda, çift cam sistemlerine ve geniş ara boşluklu çift doğramalı cam sistemlerine; düz cam, lamine cam, low-e cam gereçlerine; çift cam sistemlerinde 16 mm ara boşluk mesafesine, çift doğramalı sistemlerde 100/150/200 mm ara boşluk mesafesine yer verilmiştir. Cam kalınlığı olarak 4/5/6/8/10/12 mm tüm cam kalınlığı alternatifleri kullanılmıştır. 4 ve 6 mm cam kalınlıkları tedarik ve fire maliyeti yönünden avantajlı olduğundan bu kalınlıklar ile oluşturulacak cam alternatiflerine öncelik verilmiştir. Isısal performans yönünden avantaj sağlayan argon ara boşluk dolgusunun, hedef U_c değerlerinin hava ara boşluk dolgusu ile sağlanamaması durumunda kullanılması uygun görülmüştür. PVB kalınlığı olarak cephe camlarında güvenlik açısından tercih edilen 0,76 mm kalınlık kullanılmıştır.

Yöntemin dördüncü basamağında hesaplama araçları ve hesaplama adımları belirlenmiştir. İlgili yönetmeliklere uygun hesap yapmaya imkân vermeleri sebebiyle; duvar sistemlerinin ve çift doğramalı cam sistemlerinin R_w+C_{tr} değerlerinin hesaplanması için INSUL hesaplama aracı; U_d değerinin hesaplanması için İZODER TS 825 programının; cam sistemlerinin U ve t değerlerinin

hesaplanması ile çift cam sistemlerinin R_w+C_{tr} değerlerinin hesaplanmasında Şişecam performans hesaplayıcının kullanılması uygun görülmüştür. Aydınlik düzeyi değerlerinin hesaplanmasında; eş zamanlı modelleme ve hesaplama arayüzüne sahip, birden fazla konum için iklim tabanlı gün ışığı modeline göre hesap yapabilme imkânı sunan, parametrik verilerin tek seferde manuel veri girişi ihtiyacı olmadan hesaplanabildiği ve sonuçların Excel'e otomatik aktarıldığı Rhinoceros/Grasshopper/Ladybug&Honeybee entegre yazılım paketi tercih edilmiştir. Bileşik cidarın R_w+C_{tr} hesapları, verilerin listelenmesi, ID kodların atanması ve veri filtreleme için ise MS Office Excel programı kullanılmıştır.

Optimizasyonun ilk adımında cam sistemi hesapları yer almıştır. Cam sistemleri ve cam kalınlığı alternatifleri basitten karmaşığa doğru sıralanarak görsel, işitsel, ısısal performansların hesaplanması, kesitlerde kullanılacak camların belirlenmesi ve her bir cama ID kod tanımlanması adımları takip edilmiştir. İkinci aşamada duvar sisteminin “işitsel+ısısal performans” hesapları yer almaktadır. Öncelikle duvar katmanlarının belirlenmesinde belirgin rol oynayan işitsel performans hesapları yapılmış, daha sonra tüm DGB'ler için hedef değerler sağlanacak şekilde yalıtım kalınlıkları belirlenmiş, değişen yalıtım kalınlıklarına göre işitsel performans hesapları revize edilmiş ve elde edilen kesitlere ID kod tanımlanmıştır. Cam ve duvar kesitlerinin belirlenmesinden sonra Excel'de bileşik cidar kesitlerinin R_w+C_{tr} değeri hesaplanmıştır.

Optimizasyonun ayrık basamağında görsel performans hesapları yer almaktadır. Bu basamakta seçilen camların t değerlerinin kullanılması dışında diğer parametrelerle bir etkileşim yoktur. 8 dış global aydınlık düzeyi, 4 açıklık yönü, 5 saydamlık oranı, 3 oda derinliği, 3 engel durumu için; $E_{ref,50}$, $E_{ref,95}$, UDI, UDI_{low} , UDI_{up} değerleri hesaplanmıştır.

Cam sistemi hesaplarında tüm performanslar bir arada değerlendirilmiş, hedef performansları sağlamayan ve performans artışı elde edilmemesine karşın maliyeti artıran sistemler elenmiştir. “Düz cam + düz cam” sisteminde hedef U_c değeri sağlanamadığından ilk cam gereci olarak low-e cam kullanılmıştır. Basitten karmaşığa doğru kalınlık ve cam gereci alternatifleri ile öncelikle çift cam sistemleri daha sonra çift doğramalı sistemlere yönelik hesaplamalar yapılmıştır.

Sonuç olarak toplam 131 cam sisteminin R_w+C_{tr} , U_c , t değerleri hesaplanmış, öneri kesitlerde kullanılmak üzere on altı cam sistemi seçilmiş ve cam alternatiflerine görsellerin isimlendirmesinde kullanılmak üzere tanım numarası (ID Kod) atanmıştır. Seçilen camların R_w+C_{tr} değerleri 27-55 dB; gün ışığı geçirgenlik oranı %79-69; U_c değerleri 1,4-1,3 W/m²K aralığında olmuştur (Tablo 4.1). U_c değerlerinin tamamı 1,4 W/m²K değerini sağladığından ara boşlukta argon gazının kullanıldığı alternatifler değerlendirilmemiştir.

Tablo 4.1 Seçilen camların performans aralıkları

Cam sistemi	Cam gereci	Kalınlık (mm)	R_w+C_{tr} (dB)	U_c (W/m ² K)	t (%)
Çift cam	Low-e + düz cam	4/6	27-30	1,4	78-79
	Low-e + lamine cam	4/6	34-35	1,3	76-78
	Low-e lamine + lamine cam	4/6	37-39	1,3	74-76
Çift doğramalı sistem (100 mm ara boşluk)	Low-e + lamine cam	4/6	40-43	1,4	76
	Low-e lamine + lamine cam	4/6	45-48	1,4	75-76
Çift doğramalı sistem (150/200 mm ara boşluk)	Low-e lamine + lamine cam	4/6	50-52	1,4	74
	Low-e lamine + lamine cam	8/10	53-55	1,3-1,4	69-71

Duvar istemi hesaplarına akustik performans hesapları ile başlanmıştır. Öncelikle uygun bağlantı tiplerinin belirlenmesi amacıyla literatürdeki ölçme sonuçları ile INSUL hesaplama programında farklı bağlantı tipleri kullanılarak yapılan ön hesaplar karşılaştırılmıştır. Yapılan hesaplar sonucunda Tip-1 için, bağlantı kullanılmaması; Tip-2/Tip-3 için “steel stud (0.55 mm)” bağlantı tipinin; Tip-4/Tip-5 için “double masonry” bağlantı tiplerinin kullanılması uygun görülmüştür. Hesaplarda kullanılacak bağlantı tipinin belirlenmesinden sonra her bir kaplama durumu ve ana duvar gereci için hedef akustik performans değerleri sağlanana kadar Tip-1-Tip-5 kesit tipolojileri kullanılarak işitsel performans hesapları yapılmıştır. Hedef performansların sağlanması durumunda bir sonraki kesit tipolojisi kullanılmamıştır. Bu sebeple betonarme gerecinde boyalı cepheler için Tip-1/Tip-2/Tip-3, kaplamalı cephelerde Tip-1/Tip-2 kesitleri yeterli olmuştur. Hesap sonuçları DDT, GB ve İT gereçlerine ait akustik performansların birbirine oldukça yakın olduğunu, PB performansının ise daha basit kesit tipolojilerine rağmen belirgin bir şekilde farklı olduğunu göstermiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Duvarların akustik performans aralıkları (R_w+C_{tr} , dB)

Cam sistemi	DDT	GB	İT	PB
Boyalı cephe	41-65	41-65	44-67	57-67
Panel kaplamalı cephe	46-65	47-64	48-67	62-75

Duvarın ısısal performans hesaplarında, işitsel performans hesaplarında elde edilen 29 kesit alternatifi için öncelikle yalıtımsız durum hesaplanmıştır. Daha sonra en ince uygulama kalınlığı olan 3 cm kullanılmıştır. Tüm DGB hedef değerleri sağlandıktan sonra hesaplar tamamlanmış, aynı DGB'nin hedef değerini sağlayan alternatiflerden en az kalınlıkta olan öneri kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda tüm DGB ve çevresel gürültü ortamları için yeterli performansı sağlayan “boya + sıvalı” 48, panel kaplamalı 32 olmak üzere toplam 80 kesit tipi oluşturulmuştur. Hesaplamalar kaplamalı cephe ile boyalı cephenin U_d değerlerinin oldukça yakın olduğunu göstermiştir. İzo-tuğla ve gaz beton kullanımında yalıtım kalınlıkları pek çok durumda denk olmuştur. Perde beton duvarda yalıtım kalınlıkları belirgin şekilde artmıştır. Değişen ısı yalıtım kalınlıklarına göre işitsel performans hesapları revize edilmiş, kesitlerin R_w+C_{tr} değerlerinde değişim olmadığı görülmüştür. Kesitlerin işitsel ve ısısal performansının kesinleşmesinin ardından önerilerde kullanılacak her bir kesit için “kaplama durumu_ana duvar gereci_Tip-no_yalıtım kalınlığı” olacak şekilde ID kod tanımlanmıştır. Kesit ID'lerinin belirlenmesinden sonra tüm duvar ve cam tipolojileri için açıklamalı 3D görseller hazırlanmıştır.

Bileşik cidar hesapları sonucunda; toplam 16 cam tipi, 80 duvar tipi, 5 saydamlık oranı ve 80 günışığı açıklığı olmayan duvar için Excel'de 6480 veri satırı oluşmuştur. Saydamlık oranındaki artış, kesitlerin akustik performansında 3-5 dB aralığında değişime sebep olmuştur. Cam ve duvar arasındaki performans farkı arttıkça duvarın yüksek performanslı olmasının bir önemi olmadığı, yüksek performanslı kesitler elde edilmesi için yüksek performanslı camların kullanılması gerektiği görülmüştür.

İşitsel ve ısısal performans hesaplarının tamamlanmasından sonra günışığı hesapları adımına geçilmiştir. Standartta hesapların tüm yıl için birer saat arayla yapılması gerektiği belirtildiğinden, tez kapsamında belirlenen toplam 1920 vaka

için 4320 kez hesaplama yapılması gerekmektedir. Hesapların kısa sürede otomatik olarak tamamlanabilmesi amacıyla; hacmin parametrik modellemesi, $E_{ref,50}$, E_{ref95} , UDI, UDI_{low} ve UDI_{up} değerlerinin hesaplanması ve sonuçların filtrelemeye uygun olarak Excel'e aktarılması için Grasshopper'da iş akışları oluşturulmuştur. Oluşturulan iş akışları sayesinde tüm hesaplar yaklaşık 80 saatte tamamlanmıştır. Hesap sonuçları; yönelim, saydamlık oranı artışı, oda derinliğinin azaltılması durumunda aydınlık düzeyinin arttığını göstermiş, fakat bu durumdaki pek çok vakada yararlı gün ışığı oranı (UDI) değil, kamaşma yaratan gün ışığı oranı (UDI_{up}) yükselmiştir.

Hesapların tamamlanmasının ardından Excel'de verilerin filtrelenebilmesine yönelik kodlamalar yapılmıştır. Filtreleme, sağlanması gereken değerlerin görüntülenmesi ve sağlanan değerler ile görsellerin görüntülenmesi olarak iki aşamada ele alınmıştır. Sağlanması gereken değerlerin görüntülenmesi için tanım sayfaları oluşturulmuştur. Seçim ekranında yer alan 3 alıcı odası hassasiyeti, 5 çevresel gürültü ortamı değerine göre sağlanması gereken R_w+C_{tr} değerleri hesaplanmış, 15 satırlık bir tanım sayfası elde edilmiştir. 113 il/ilçe için DGB değerleri ve gün ışığı hesaplarında kullanılacak pilot il karşılığı tanımlanmıştır. Hazırlanan tanım sayfaları sayesinde sonuçların yer aldığı sayfalarda tekrar eden veri satırları yer almamış, sonuçların görüntülenmesi için daha az sayıda veri satırı ile işlem yapılması sağlanmıştır.

İşitsel + ısısal performans sonuçları iki ayrı sayfada filtrelemeye uygun listelenmiş, sayfalardan biri cam türüne diğeri kesit tipine göre basitten karmaşığa doğru sıralanmıştır. Seçim ekranında belirtilen saydamlık oranı ve cephe kaplamasına; tanım sayfasında belirtilen hedef R_w+C_{tr} değerinden yüksek, hedef U_d/U_c değerlerinden düşük performansa; sonuç ekranında görüntüleneceği alandaki gereç türüne sahip kesitler filtrelenebilir. En sade önerinin görüntülenebilmesi için basitten karmaşığa doğru listelenmiş kesitlerden ilk satırdaki (en basit) öge seçilmiştir. O ögenin satırında yer alan R_w+C_{tr} , U_d , U_c , yalıtım kalınlığı ve toplam duvar kalınlığı verileri sonuç ekranında uygun alanda görüntülenmiştir. Çözüm önerisine ait veri satırındaki ID koda göre isimlendirilmiş görseller bir klasöre kaydedilmiş, görsellerin sonuç ekranında görüntülenebilmesi için bu klasöre ait bir "path" tanımlanmıştır. Gün ışığı performansı sonuçları, filtrelemeye uygun olarak

listelenmiştir. Kullanıcı seçimlerine uygun filtreleme yapıldığında tek veri satırı elde edildiğinden, bu satıra ait; $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerleri sabit bar üzerinde; UDI, UDI_{low} , UDI_{up} değerleri hareketli bar üzerinde gösterilmiştir.

Geliştirilen karar destek aracı kullanılarak farklı senaryolara yönelik vaka örneklemeleri yapılmıştır. Vaka örnekleri; gereç alternatiflerinin toplam duvar kalınlığı, ısı yalıtım kalınlığı ve performans yönünden karşılaştırılabildiğini; saydamlık oranı, oda derinliği, yönelim gibi tasarım kararı değişikliklerinin gün ışığına etkisinin etüt edilebildiğini ve her değişikliğe uygun kesit tiplerinin kısa süre içinde görüntülenebildiğini, planlama aşamasında yapılan hataların yapı kabuğunda doğuracağı sonuçların değerlendirilebildiğini göstermiştir.

Takip edilen veri filtreleme algoritması ve oluşturulan veri tabanı sayesinde; Türkiye'deki tüm iller için kullanılabilen, ön tasarım evresinde bilinen veriler kullanılarak yönetmeliklere uygun kesit alternatifinin ve günışığı performansının kısa süre içinde görüntülenebildiği, veri girişleri uzun sürmeyen, dolayısıyla tasarım alternatiflerinin kısa süre içinde değerlendirilebildiği, seçim ve sonuç ekranında kolay anlaşılabilir ifadeler yer alan kullanıcı dostu bir ön tasarım destek aracı geliştirilmiştir. Yapılan çalışmanın; uygun yapı kabuğu kesitlerinin belirlenmesi amacıyla ön tasarım evresinde kullanım ve mimarlık üretimi/tüketimindeki paydaşların sürece katılımını destekleme potansiyeli vardır.

İlerideki çalışmalarda, hesapların; maliyet verilerini, EN 17037 standardında belirtilen tüm ölçütleri, EN 12354-3 standardında belirtilen cephede balkon/galeri olması durumu ile oda geometrisinin işitsel performans üzerindeki etkisini içerecek şekilde genişletilmesi mümkündür. Bununla beraber, kullanıcıların kendi seçimleri ile oluşturdukları cephe alternatiflerine yönelik “kendin tasarla” sekmesinin tasarlanması, anket yöntemi ile mimarlık üretim/tüketimindeki paydaşların bildireceği geri dönüşlerin analiz edilmesi, ileriki versiyonlarda kullanıcı katkısını artıracaktır. Ayrıca, uygun gün ışığı yönlendirme ve engelleme sistemlerinin tasarlanması ya da aktif/pasif güneş kontrol yöntemlerinin tasarım süreçlerine entegrasyonu amacıyla pratik karar destek araçları için yeni algoritma oluşturulması mimarlık pratiğinde sürdürülebilir mimari anlayışının yaygınlaşması açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akıncı, H. (2007). *Günümüzde uygulanan ısı yalıtım malzemeleri, özellikleri, uygulama teknikleri ve fiyat analizleri* [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Sakarya, Türkiye.
- Aksin, F. N., & Arslan Selçuk, S. (2021). Energy performance optimization of school buildings in different climates of Turkey. *Future Cities Environment*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.5334/fce.107>
- Aksoylu, C., Mendi, Ş. E., & Arda, S. (2016). Ses yalıtımında ses azaltım indisi modellerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 31(4), 961-970. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.278451>
- Aktemur, C., Bilgin, F., & Tunçkol, S. (2021). Optimisation on the thermal insulation layer thickness in buildings with environmental analysis: An updated comprehensive study for Turkey's all provinces. *Journal of Thermal Engineering*, 7(5), 1239-1256. <https://doi.org/10.18186/thermal.978057>
- Al-Homoud, M. S. (2005). Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials. *Building environmental Development*, 40(3), 353-366. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.05.013>
- Alageyik, Z. P. (2018). *Elyaf takviyesiyle gazbeton malzemenin ısı ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Kırıkkale, Türkiye.
- Alyanak Kaya, F. (2010). *Binalarda ısı yalıtım kurallarına uygun yapı üretiminde duvar malzemesi seçimine yönelik öneriler* [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Isparta, Türkiye.
- Amirkhani, M. (2018). *Innovative integrated window design with electric lighting design system to reduce lighting intervention in office buildings* [Doktora Tezi, Queensland Teknoloji Üniversitesi Yaratıcı Endüstriler Fakültesi]. Güney Galler, Avustralya.
- Angus, T. C. (1939). Daylight factors for efficient working and their predetermination. *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, 4(1-12), 97-101. <https://doi.org/10.1177/147715353900400117>
- Archello. (2021). *Detail drawing LEGO® Campus details*. <https://archello.com/detail-drawing/lego-campus-details/all-categories> adresinden 20 Kasım 2021 tarihinde alınmıştır.
- Arpacioğlu, Ü., Çalışkan, C. İ., Şahin, B., & Ödevci, N. (2020). Mimari planlamada günışığı etkinliğinin artırılması için kurgusal tasarım destek modeli. *Tasarım+Kuram*, 16(29), 53-78. <https://doi.org/10.14744/tasarimkuram.2020.70783>

- Arpacioğlu, Ü. T. (2010). *Günüşiği öncelikli fiziksel çevre tasarım destek modeli* [Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Ascione, F., Bianco, N., De Masi, R. F., Mauro, G. M., & Vanoli, G. P. (2015). Design of the building envelope: A novel multi-objective approach for the optimization of energy performance and thermal comfort. *Sustainability*, 7(8), 10809-10836. <https://doi.org/10.3390/su70810809>
- Asdrubali, F., d'Alessandro, F., & Schiavon, S. (2015). A review of unconventional sustainable building insulation materials. *Sustainable Materials and Technologies*, 4, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2015.05.002>
- Ashgari, M., Fereidoni, S., Fereidooni, L., Nabisi, M., & Kasaeian, A. (2024). Energy efficiency analysis of applying phase change materials and thermal insulation layers in a building. *Energy and Buildings*, 312, 114211. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114211>
- ASHRAE 55. (2010). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta, ABD: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Ateş, B. (2023). *Low-e camların ısı performansının incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Bolu İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü]. Bolu, Türkiye.
- Atmaca, U. (2016). TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardındaki güncellemeler. *Tesisat Mühendisliği*, 154, 21-35. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/727e44224c40ad9_ek.pdf
- Avcıoğlu Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş. (2022). 06.06.2022 Isıcam fiyat listesi. <http://avcioglucam.com.tr/files/iscam.pdf> adresinden 03 Aralık 2022 tarihinde alınmıştır.
- Avlanmaz, E. (2001). *Cam malzemenin alışveriş merkezlerinde kullanımı ve iç mekan tasarımına etkileri* [Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Avrupa Birliği Komisyonu. (1996). *Green Paper*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:51996DC0570&rid=2> adresinden 2 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Avrupa Parlamentosu ve Konseyi. (2002). *Directive 2002/49/EC Assessment and Management of Environmental Noise*. Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi (18 Temmuz 2002, Sayı: L 189/12) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=EN> adresinden 2 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Avrupa Parlamentosu ve Konseyi. (2010). *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*. Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi (18 Haziran 2010, Sayı: L 153/13) <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj> adresinden 21 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.

- Aydın, İ. (2010). *Binalarda uygulanan ısı yalıtım sistemlerinin karşılaştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Sakarya, Türkiye.
- Bach Üniversitesi. (2016). *Play with building physics*. <https://people.bath.ac.uk/zw305/ROOM/> adresinden 27 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Bakatovich, A., Davydenko, N., & Gaspar, F. (2018). Thermal insulating plates produced on the basis of vegetable agricultural waste. *Energy and Buildings*, 180, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.09.032>
- Bakırer, Ö. (1981). *Selçuklu öncesi ve Selçuklu dönemi Anadolu mimarisinde tuğla kullanımı*. Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi Yayınları
- Baş, H., & Kazanasmaz, T. (2020). Hybrid-model simulations to equilibrate energy demand and daylight autonomy as a function of window-to-wall ratio and orientation for a perimeter office in Izmir. *Megaron*, 15(4), 537-552. <https://doi.org/10.14744/MEGARON.2020.42223>
- Bayer, Ö., Ünal, Ö., & Özkalender, S. (17-20 Nisan 2019). *TS 825 Standardı: Güncellemeler üzerine kritik bir değerlendirme*. 14. ULUSAL TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ, İzmir, Türkiye.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. (2008). *Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği*. Resmi Gazete (5 Aralık 2008, Sayı: 27075) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/12/20081205-9.htm> adresinden 11 Şubat 2024 tarihinde alınmıştır.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. (2009). *Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik*. Resmi Gazete (9 Eylül 2009 Sayı: 2009/15316) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/09/20090909-10.htm> adresinden 07 Nisan 2024 tarihinde alınmıştır.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. (2010a). *Bina Enerji Performansı – Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması*. Resmi Gazete (7 Aralık 2010, Sayı: 27778) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/12/20101207M1-1-5.pdf> adresinden 9 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. (2010b). *Bina Enerji Performansı Referans Bina Belirleme Yöntemi*. Resmi Gazete (7 Aralık 2010, Sayı: 27778) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/12/20101207M1-1-7.pdf> adresinden 22 Kasım 2021 tarihinde alınmıştır.
- Bayram, M., & Yeşilata, B. (8-9 Mayıs 2009). *Isıtma ve soğutma derece gün sayılarının entegrasyonu*. 9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye.
- Berge, B. (2009). *The ecology of building materials*. Oxford, İngiltere: Architectural Press
- Betti, G., Tartarini, F., Schiavon, S., & Nguyen, C. (2021). *CBE clima tool*. University of California Berkeley. <https://clima.cbe.berkeley.edu> adresinden 27 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.

- Bircan, P., & Köknel Yener, A. (18-19 Eylül 2019). *İlköğretim dersliklerinde günışığı performansının TS-EN:17037 Standardı açısından değerlendirilmesine ilişkin bir çalışma*. 12. Ulusal Aydınlatma Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- Biswas, K., Shrestha, S. S., Bhandari, M. S., & Desjarlais, A. O. (2016). Insulation materials for commercial buildings in North America: An assessment of lifetime energy and environmental impacts. *Energy and Buildings*, 112, 256-269. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.12.013>
- Borisuit, A., Linhart, F., Scartezzini, J. L., & Münch, M. (2015). Effects of realistic office daylighting and electric lighting conditions on visual comfort, alertness and mood. *Lighting Research and Technology*, 47(2), 192-209. <https://doi.org/10.1177/1477153514531518>
- Bradley, J. S., & Birta, J. A. (2000). *Laboratory measurements of the sound insulation of building facade elements*. Kanada Ulusal Araştırma Konseyi. <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/ft/?id=b516cfdd-0170-4427-9532-77daf90974d5> adresinden 27 Mayıs 2022 tarihinde alınmıştır.
- Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., & Rollag, M. D. (2001). Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405-6412. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-16-06405.2001>
- Bülow-Hübe, H. (2001). *Energy-efficient window systems - effects on energy use and daylight in buildings* [Doktora Tezi, Lund Üniversitesi Lund Teknoloji Enstitüsü]. Lund, İsveç.
- Büyükkardaşlar, S. (2019). *Türkiye'deki yeni konut binalarının dış duvarları için çok boyutlu maliyet etkin detay modelleri geliştirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Candan, N. (2007). *Isı yalıtım sistemleri ve özelliklerinin karşılaştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Sakarya, Türkiye.
- Ceylan, N. (2012). *Türkiye'de konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtımı uygulamalarının üretim ve yapım süreçlerinin çevresel değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Chiltern Dynamics Lab. (2021). *Acoustic performance results*. Clearview Secondary Glazing. <https://clearviewsg.co.uk/wp-content/uploads/2017/10/Acoustic-Performance-Data-Sheet.pdf> adresinden 11 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Coşkun, A. (2007). Yapay zeka optimizasyon teknikleri: Literatür değerlendirmesi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 142-146. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/762993>
- Coşkun, İ., Çevik, M., Demir, D., Engin, Y., Karakurt, A., Sarıalioğlu, D., Tarhan, M., & Turan, U. (2021). *Hazır beton sektör raporu*. Türkiye Hazır Beton

- Birliği. <https://www.thbb.org/media/563130/2021-haz%C4%B1r-beton-sekt%C3%B6r-raporu-28-subat-2022.pdf> adresinden 28 Şubat 2024 tarihinde alınmıştır.
- Cremer, L., Hecki, M., & Ungar, E. (1974). *Structure-borne sound: Structural vibrations and sound radiation at audio frequencies*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-10116-6>
- Çavuşoğlu, Ö. H. (2019). *Bina bilgi modelleme ile erken tasarım aşamasında karar verme süreçlerinin sürdürülebilirlik bağlamında değerdendirilmesi* [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Çevre Koruma Müdürlüğü. (2019). *Birleştirilmiş gürültü haritaları*. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. <https://cevrekoruma.ibb.istanbul/gurultu-haritalari/> adresinden 6 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Çevre Şehircilik ve İklim Değışikliğı Bakanlığı. (2022). *Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliğı*. Resmi Gazete (30 Kasım 2022, Sayı: 32029) <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=39864&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> adresinden 11 Ocak 2024 tarihinde alınmıştır.
- Çevre Şehircilik ve İklim Değışikliğı Bakanlığı. (2024). *2024 İnşaat ve tesisat birim fiyatları*. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/yfk/icerikler/1--2024-birim-fiyatlar-20240123142524.pdf>
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2015). *Çevresel Gürültünün Değerdendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde Değışiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. Resmi Gazete (18 Kasım 2015, Sayı: 29536) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/11/20151118-4.htm> adresinden 6 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017a). *Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik*. Resmi Gazete (31 Mayıs 2017, Sayı: 30082) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/05/20170531-7.htm> adresinden 25 Haziran 2023 tarihinde alınmıştır.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017b). *Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliğı*. Resmi Gazete, (3 Temmuz 2017, Sayı: 30113) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/07/20170703-8.htm> adresinden 8 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Çiçek, Y. E. (2002). *Pişmiş toprak tuğla, bimsbeton, gazbeton ve perlitli yapı malzemelerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Çoban, M. D. (2022). *Farklı duvar malzemelerinin yapı performansına etkisinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Bitlis, Türkiye.
- Çomaklı, K., & Yüksel, B. (2003). Optimum insulation thickness of external walls for energy saving. *Applied thermal engineering*, 23(4), 473-479. [https://doi.org/10.1016/S1359-4311\(02\)00209-0](https://doi.org/10.1016/S1359-4311(02)00209-0)

- Dalkılıç, N., & Nabikoğlu, A. (2017). Traditional manufacturing of clay brick used in the historical buildings of Diyarbakır (Turkey). *Frontiers of Architectural Research*, 6(3), 346-359. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.06.003>
- de Guinoa, A. S., Zambrana-Vasquez, D., Alcalde, A., Corradini, M., & Zabalza-Bribian, I. (2017). Environmental assessment of a nano-technological aerogel-based panel for building insulation. *Journal of Cleaner Production*, 161, 1404-1415. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.102>
- Dedeler, H. (2008). *Bir işletmede işyeri fiziksel risk etmenlerinin çalışanların sağlığına olan etkisinin saptanması ve değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Edirne, Türkiye.
- Demir, S. (2017). *Ilıman nemli iklim bölgesi için tasarlanan konut yapısında değişken yapı kabuğu performansının değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Demirel, F., & Özçetin, Z. (2014). Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Belediyesi Konservatuvar Binası ve gürültü kontrol analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(4), 835-845. <https://doi.org/10.17341/gummfd.34000>
- Departmental committee on lighting in factories and workshops. (1915). The lighting of factories and workshops. *Nature*, 29, 238-239. <https://doi.org/10.1038/096238b0>
- Dereli, M. (2004). *Konutlarda dış sıva hasarlarının çözüm yolları ve alternatif sıva denemeleri* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Konya, Türkiye.
- Dickson, T., & Pavia, S. (2021). Energy performance, environmental impact and cost of a range of insulation materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 140, 110752. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110752>
- DIN 4102-4/A1. (2004). *Fire behaviour of building materials and building components Part 4: Synopsis and application of classified building materials, components and special components; Amendment A1*. Berlin, Almanya: DIN-NABau.
- Do, N. H. N., Luu, T. P., Thai, Q. B., Le, D. K., Chau, N. G. Q., Nguyen, S. T., Le, P. K., Phan-Thien, N., & Duong, H. M. (2020). Heat and sound insulation applications of pineapple aerogels from pineapple waste. *Materials Chemistry and Physics*, 242, 122267. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.122267>
- Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Ofisi. (2011). *Çevresel gürültüden kaynaklanan hastalık yükü: Avrupa'da kaybedilen sağlıklı yaşam yıllarının sayısallaştırılması*. JRC European Commission. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326424/9789289002295-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> adresinden 6 Kasım 2021 tarihinde alınmıştır.
- Ecophon. (2021). *Acoustic calculator*. <https://www.ecophon.com/exp/e-tools/ecophon-acoustic-calculator/ecophon-acoustic-calculator2/> adresinden 29 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.

- Eduardo, P. F. (2018). *System and method for designing buildings*. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/051531738/publication/WO2014144730A1?q=pn%3DWO2014144730A1> adresinden 21 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Egan, M. D. (2000). *Architectural acoustics workbook*. Lincoln, Massachusetts: J. Ross Publishing.
- Elzeyadi, I. (2011). *Daylighting-bias and biophilia: Quantifying the impact of daylighting on occupants health*. US Green Building Council (Ed.), Greenbuild 2011, Washington DC.
- EN 12354-3. (2017). *Building acoustics: Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound*. Cenova, İtalya: International Standards Organisation.
- EN ISO 717-1:1996+A1:2006. (2006). *Acoustics-Rating of sound insulation in buildings and of building elements-Part 1: Airborne sound insulation*. Brüksel, İsviçre: BSI Standards Publication.
- Erdil, B., & Gündüz, Y. (2021). Betonarme binalar için perde duvar etkinliğinin belirlenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 655-669. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.898353>
- Ergün, A., & Lüle, A. (2008). Betonarme yapıların projelendirilmesinde beton sınıfı değişiminin incelenmesi. *Teknik Dergi*, 19(91), 4357-4362. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/136661>
- Evcil, N. (2000). *Isı izolasyonu ve dış duvarların enerji etkin yenilenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Everest, F. A., & Pohlmann, K. C. (2021). *Master handbook of acoustics*. New York, ABD: McGraw-Hill Education TAB
- Füchsl, S., Rheude, F., & Roder, H. (2022). Life cycle assessment (LCA) of thermal insulation materials: A critical review. *Cleaner Materials*, 5, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100119>
- Gölcü, M., Dombaycı, Ö. A., & Abalı, S. (2006). Denizli için optimum yalıtım kalınlığının enerji tasarrufuna etkisi ve sonuçları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(4), 639-644. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/76065>
- Grazieschi, G., Asdrubali, F., & Thomas, G. (2021). Embodied energy and carbon of building insulating materials: A critical review. *Cleaner Environmental Systems*, 2, 100032. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100032>
- Green, K. B., Pasternack, B. S., & Shore, R. E. (1982). Effects of aircraft noise on hearing ability of school-age children. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 37(5), 284-289. <https://doi.org/10.1080/00039896.1982.10667580>

- Güneri, S. (2009). *Doğal taşların teknik özelliklerine göre kullanım alanlarının ve uygulama parametrelerinin belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İzmir, Türkiye.
- Güneş, İ., & Özalp, M. (2021). Yerli ve yabancı ağaç türlerinin bazı teknolojik özellikleri üzerine deniz suyunun etkisinin araştırılması. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 69-78. <https://doi.org/10.33725/mamad.946886>
- Gür, N. V., & Aygün, M. (2009). Mimaride sürdürülebilirlik kapsamında değişken yapı kabukları için bir tasarım destek sistemi. *İTÜDERGİSİ/a*, 7(1), 74-82. http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_a/article/viewFile/271/230
- Gürdal, E. (1998a). Isı iletkenlik katsayısının malzeme özellikleri ile ilişkileri. *Yapı Dergisi*, 80, 44-46.
- Gürdal, E. (1998b). Yalıtım malzemelerinin yangın güvenliğine etkisi. *Yapı Dergisi*, 79, 47-49.
- Hacı, İ., & Şenkal Sezer, F. (2015). Yapı kabuğunda işitsel konforun sağlanması üzerine bir araştırma. *Artium*, 3(2), 1-9. <http://artium.hku.edu.tr/tr/download/article-file/25550>
- Häkkinen, T., & Belloni, K. (2011). Barriers and drivers for sustainable building. *Building Research & information*, 39(3), 239-255. <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.561948>
- Hayter, S. J., Torcellini, P. A., & Judkoff, R. (1999). Optimizing building and HVAC systems. *ASHRAE journal*, 41(12), 46. <https://www.proquest.com/openview/f6d466be2c5571b41ac4a0e7fca3fe91/1?pq-origsite=gscholar&cbl=41118>
- Hensen, J. L., & Lamberts, R. (2011). *Introduction to building performance simulation*. London: Spon Press.
- Huang, S., Wang, Z., Xu, J., Lu, D., & Yuan, T. (2008). Determination of optical constants of functional layer of online low-e glass based on the Drude theory. *Thin solid films*, 516(10), 3179-3183. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2007.08.137>
- Huang, Y., & Niu, J. I. (2016). Optimal building envelope design based on simulated performance: History, current status and new potentials. *Energy buildings*, 117, 387-398. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.025>
- ibpsa.NEWS. (2016). *Software news*. <http://www.ibpsa.org/Newsletter/IBPSANews-26-2.pdf> adresinden 16 August 2022 tarihinde alınmıştır.
- INSUL. (2024). *Tech info*. <https://www.insul.co.nz/tech-info/> adresinden 28 Mayıs 2024 tarihinde alınmıştır.
- İplik, I., İlgürel, M., & Konuk Taştan, G. (8-9 Temmuz 2023). *Çoklu cam sistemlerinin teknik özelliklerinin ses yalıtım değerlerine etkisinin irdelenmesi*. 1. Uluslararası Selçuk Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Konya, Türkiye.

- Islam, S., & Bhat, G. (2019). Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles. *Journal of Environmental Management*, 251, 109536. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109536>
- ISO 14025. (2006). *Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures*. Cenova, İtalya: International Standards Organisation.
- ISO 21930. (2017). *Sustainability in buildings and civil engineering works. Core rules for environmental product declarations of construction products and services* Cenova, İtalya: International Standards Organisation.
- İşbilir, D. (2009). *Binalarda ısı yalıtımı uygulamaları ve sorunlarının araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Konya, Türkiye.
- Jiang, Y., Luo, Z., Wang, Z., & Lin, B. (2019). Review of thermal comfort infused with the latest big data and modeling progresses in public health. *Building and Environment*, 164, 106336. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106336>
- Kan, M. (2022). Comparison of different insulation materials with thermal conductivity coefficients based on density and temperature for two climate zones. *International Journal of Thermophysics*, 43(12), 174. <https://doi.org/10.1007/s10765-022-03108-8>
- Kaplan, G. (2012). *Dış duvar özelliklerinin ısı performansının deneysel incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Ankara, Türkiye.
- Karaca, T. (2001). *Ekstrüde polisren köpük levhaların dış duvarlarda kullanımı* [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Karami, Z., Golmohammadi, R., Heidari-pahlavian, A., Poorolajal, J., & Heidari-moghadam, R. (2016). Effect of daylight on melatonin and subjective general health factors in elderly people. *Iranian journal of public health*, 45(5), 636-643. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4935707/>
- Khan, N. A., & Bhattacharjee, B. (2021). Methodology for simultaneous optimization of the thermal, visual, and acoustic performance of building envelope. *Journal of Architectural Engineering*, 27(3), 04021015. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000474](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000474)
- Khorasanizadeh, H., & Mohammadi, K. (2016). Diffuse solar radiation on a horizontal surface: Reviewing and categorizing the empirical models. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 53, 338-362. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.037>
- Kılıç, Z. A., & Köknel Yener, A. (10-11 Mayıs 2018). *Konut mekanlarında cephe açıklıklarına bağlı güneş ışığı performansının değerlendirilmesine ilişkin bir çalışma*. 3. Ulusal Yapı Fiziği Ve Çevre Kontrolü Kongresi, İstanbul, Türkiye.

- Kizirgil, S. (2021). *Türkiye'nin soğuk iklim bölgeleri için optimum yalıtım kalınlığı ve çevresel etki analizi* [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Elazığ, Türkiye.
- Knauf. (2021). *Sound insulation tool*. <http://sesyalitimi.knauf.com.tr/> adresinden 29 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Koç, İ., Duru, M. O., & Dinçer, S. G. (2022). Yapılarda gömülü ve kullanım enerjisi kavramlarının yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) metodolojisiyle irdelenmesi. *Journal of FSMVU Faculty of Architecture Design*, 3(1), 55-69. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2220533>
- Koçlar Oral, G., Köknel Yener, A., & Tamer Bayazit, N. (2004). Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions. *Building and Environment*, 39(3), 281-287. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00141-0](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00141-0)
- Konuk Taştan, G. G., İplik, I., & Yağmur, Ş. (2023). Doğrama özellikleri ve açılış biçimlerinin yalın camın akustik performansına etkisi. *Karesi Journal of Architecture*, 2(1), 30-44. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3255467>
- Konuk Taştan, G. G., İplik, I., Yağmur, Ş., & Uyduran, H. G. (2023). Türkiye'deki tüm illerin medyan dış aydınlık düzeyi değerlerinin hesaplanması. *Istanbul Aydın Üniversitesi Dergisi Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu*, 18(68), 161-176. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3158025>
- Konuk Taştan, G. G., İplik, I., Yağmur, Ş., & Uyduran, H. G. (2024). Assessment discrepancy between “daylight factor” and “using illuminance data” under EN:17037 by climate zones. *Advances in Civil and Architectural Engineering*, 15(28), 133-150. <https://doi.org/10.13167/2024.28.10>
- Konuk Taştan, G. G., Yağmur, Ş., Uyduran, G., & İplik, I. (9-11 Eylül 2022). *Comparison of the calculation methods recommended in EN 17037 standard for all provinces in Turkey*. II. International Architectural Sciences and Applications Symposium, Bakü, Azerbaycan.
- Kotti, M., Argiriou, A., & Kazantzidis, A. (2014). Estimation of direct normal irradiance from measured global and corrected diffuse horizontal irradiance. *Energy*, 70, 382-392. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.04.012>
- Kuhlenengel, M., Waters, C. E., & Konstantzos, I. (4-6 Eylül 2019). *Assessing the impact of outside view on learning: A close look to EN 17037 'view out' practices through the analysis of 220 classrooms*. CIBSAT Journal of Physics: Conference Series, Lozan, İsviçre.
- Kulaksızoğlu, Z. (2006). *Isı yalıtım sektör araştırması*. <https://kutuphane.ito.org.tr/yordam/#> adresinden 5 ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.
- Kurra, S. (2012). Comparison of the models predicting sound insulation values of multilayered building elements. *Applied Acoustics*, 73(6-7), 575-589. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.11.008>

- Kürekçi, N., Bayrakçı, A. T., Çubuk, M., & Emanet, Ö. (2012). Türkiye'nin tüm illeri için optimum yalıtım kalınlığı. *Tesisat Mühendisliği*(131). https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/d71182310b6a550_ek.pdf
- Kwong, Q. J. (2020). Light level, visual comfort and lighting energy savings potential in a green-certified high-rise building. *Journal of Building Engineering*, 29, 101198. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101198>
- Lin, J. Y., Yang, C. T., & Tsay, Y. S. (2021). A Study on the sound insulation performance of cross-laminated timber. *Materials*, 14(15), 4144. <https://doi.org/10.3390/ma14154144>
- Lindelöf, D., & Morel, N. (2008). Bayesian estimation of visual discomfort. *Building Research Information*, 36(1), 83-96. <https://doi.org/10.1080/09613210701544061>
- Mangan, S. D. (2021a). *Decision support platform for energy- and cost-efficient building and settlement design*. <http://185.8.129.154/> adresinden 22 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Mangan, S. D. (2021b). Development of a web-based decision support tool for sustainable residential building design and retrofit. *Journal of the Faculty of Engineering Architecture of Gazi University*, 36(4). <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.815489>
- Mangan, S. D. (2021c). *Performans tabanlı konut binası tasarımı ve iyileştirmesinde kullanılabilecek bir karar destek yöntemi*. <https://portal.turkpatent.gov.tr/anonim/arastirma/patent/sonuc/dosya?patentAppNo=2021%2F013107&documentsType=all> adresinden 22 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Marques, D. V., Barcelos, R. L., Silva, H. R. T., Egert, P., Parma, G. O. C., Giroto, E., Consoni, D., Benavides, R., Silva, L., & Magnago, R. F. (2018). Recycled polyethylene terephthalate-based boards for thermalacoustic insulation. *Journal of Cleaner Production*, 189, 251-286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.069>
- Massoudinejad, M., Amanidaz, N., Santos, R. M., & Bakhshoodeh, R. (2019). Use of municipal, agricultural, industrial, construction and demolition waste in thermal and sound building insulation materials: A review article. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 17, 1227–1242. <https://doi.org/10.1007/s40201-019-00380-z>
- Mateus, D., Pereira, A., & Tadeu, A. (2013). Acoustic behavior of high acoustic performance window glazing. *Noise control engineering journal*, 61(3), 320-329. <https://doi.org/10.3397/1/3761027>
- Meltzer, M. (1985). *Passive and active solar heating technology*. New Jersey, ABD: Prentice Hall
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2021). *Türkiye ortalama günlük güneşlenme süresi*. T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://www.mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx> adresinden 7 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2022). *Uzun yıllar ortalama global güneş radyasyon dağılımı (2004-2021)*. T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, https://mgm.gov.tr/kurumici/radyasyon_iller.aspx adresinden 7 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı. (2015). *Eğitim yapıları asgari tasarım standartları kılavuzu* http://iegm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2015_08/17032245_2015asgarit_asarmklavuzu.pdf adresinden 8 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Mirrahimi, S., Mohamed, M. F., Haw, L. C., Ibrahim, N. L. N., Yusoff, W. F. M., & Aflaki, A. (2016). The effect of building envelope on the thermal comfort and energy saving for high-rise buildings in hot-humid climate. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 53, 1508-1519. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.055>
- Nabil, A., & Mardaljevic, J. (2005). Useful daylight illuminance: A new paradigm for assessing daylight in buildings. *Lighting Research and Technology*, 37(1), 41-57. <https://doi.org/10.1191/1365782805li128oa>
- Nabil, A., & Mardaljevic, J. (2006). Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors. *Energy buildings*, 38(7), 905-913. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.03.013>
- Nasrollahzadeh, N. (2021). Comprehensive building envelope optimization: Improving energy, daylight, and thermal comfort performance of the dwelling unit. *Journal of Building Engineering*, 44, 103418. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103418>
- Ochoa, C. E., Aries, M. B., Van Loenen, E. J., & Hensen, J. L. (2012). Considerations on design optimization criteria for windows providing low energy consumption and high visual comfort. *Applied energy*, 95, 238-245. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.02.042>
- Onur, B. (2012). *İşçi sağlığı ve iş güvenliği açısından aydınlatma* [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Sakarya, Türkiye.
- Paparelli, A., Soldani, P., Breschi, M. C., Martinotti, E., Scatizzi, R., Berrettini, S., & Pellegrini, A. (1992). Effects of subacute exposure to noise on the noradrenergic innervation of the cardiovascular system in young and aged rats: a morphofunctional study. *Journal of Neural Transmission*, 88(2), 105-113. <https://doi.org/10.1007/bf01244816>
- Paralı, D. (2009). *Bina duvarlarında uygulanan ısı yalıtım sistemlerinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Sakarya, Türkiye.
- Paule, B., Boutillier, J., Pantet, S., Sutter, Y., & Sa, E. (11-12 Eylül 2018). *A lighting simulation tool for the new European Daylighting Standard*. 4th Building Simulation and Optimization. , Cambridge, England.
- Perez, R., Ineichen, P., Seals, R., Michalsky, J., & Stewart, R. (1990). Modeling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. *Solar energy*, 44(5), 271-289. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(90\)90055-H](https://doi.org/10.1016/0038-092X(90)90055-H)

- Pinto, I., Silvestre, J. D., de Brito, J., & Júlio, M. F. (2020). Environmental impact of the subcritical production of silica aerogels. *Journal of Cleaner Production*, 252(252), 119696. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119696>
- Pusat, S., Ekmekçi, İ., & Akkoyunlu, M. T. (2015). Generation of typical meteorological year for different climates of Turkey. *Renewable Energy*, 75, 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.09.039>
- Rao, Y., Xu, M., Fang, P., Liu, Y., Li, Y., & Li, J. (2018). *Method for building physical environment evaluation system of traditional residential buildings*. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/059620849/publication/CN107066711A?q=pn%3DCN107066711A> adresinden 22 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Resalati, S., Okoroafor, T., Henshall, P., Simoes, N., Gonçalves, M., & Alam, M. (2021). Comparative life cycle assessment of different vacuum insulation panel core materials using a cradle to gate approach. *Building and Environment*, 188, 107501. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107501>
- Rockwool. (2021a). *Acoustic calculator*. <https://bim.rockwool.co.uk/acoustic/> adresinden 29 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Rockwool. (2021b). *U-value calculator*. https://bim.rockwool.co.uk/u_value/ adresinden 28 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Rockwool International A/S (2000). *System for determining standard compliance for buildings*. <https://patents.google.com/patent/WO2002050720A1/en?q=standard+compliance+for+buildings> adresinden 26 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı. (2010). *Türkiye sağlık yapıları asgari tasarım standartları 2010 yılı kılavuzu* https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/s.b.2010_klavuz_lowres_230_92010.pdf adresinden 8 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Schiavon, S., d'Alessandro, F., Bianchi, F., & Asdrubali, F. (2016). Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 988-1011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.045>
- Schimschar, S., Boermans, T., Kretschmer, D., Offermann, M., & John, A. (2015). *Türkiye için U-değerleri haritaları*. İZODER. <https://www.izoder.org.tr/dosyalar/haberler/Turkiye-U-degerleri-haritasi-raporu-2016-Turkce.pdf> adresinden 7 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Schlanbusch, R. D., Jelle, B. P., Sandberg, L. I. C., Fufa, S. M., & Gao, T. (2014). Integration of life cycle assessment in the design of hollow silica nanospheres for thermal insulation applications. *Building and Environment*, 80, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.010>
- Séquin, C. H., & Kalay, Y. (1998). A suite of prototype CAD tools to support early phases of architectural design. *Automation in construction*, 7(6), 449-464. [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(98\)00054-5](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(98)00054-5)

- Serter, N., & Tuna Taygun, G. (2020). Türkiye'de mimarlar ve üreticilerin yapı ürünlerinin çevresel bilgilerini elde etme ve sunma davranışlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. *Megaron*, 15(3). <https://doi.org/10.14744/MEGARON.2020.70370>
- Sharp, B. H. (1978). Prediction methods for the sound transmission of building elements. *Noise control engineering journal*, 11(2), 53-63. <https://www.ingentaconnect.com/content/ince/nce/1978/00000011/00000002/art00001>
- Sienkiewicz, M., Küçükbiçmen, E., & Altın, F. (2006). Mimari mekanda cam kullanımı. *Anadolu Sanat*, 17, 119-133. <https://easiv.anadolu.edu.tr/xmlui/handle/11421/902>
- Slaton, A. E., Gaudette, P., Hime, W. G., Connolly, J., & Jester, T., Ed. (2014). Reinforced-Concrete, *Twentieth-Century Building Materials: History and Conservation* (61-70). Los Angeles: Getty Conservation Institute. <https://www.getty.edu/publications/resources/virtuallibrary/9781606063255.pdf#page=94>
- Solvang, H., Kristiansen, T., Bottheim, R. M., & Kampel, W. (6-9 Eylül 2020). *Comparison and development of daylight simulation software—A case study*. 12th Nordic Symposium on Building Physics, Tallin, Estonya.
- Šprah, N., & Košir, M. (2020). Daylight provision requirements according to EN 17037 as a restriction for sustainable urban planning of residential developments. *Sustainability*, 12(1), 315. <https://doi.org/10.3390/su12010315>
- Strother, E. F., & Turner, W. C. (1990). *Thermal insulation building guide*. Florida, ABD: Krieger Publishing Company.
- Şahin, B. (2000). Tünel kalıp teknolojisinin tasarıma getirdiği olanak ve kısıtlamalar. *Tasarım+Kuram*, 1(2), 59-70. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/209247>
- Şan Özbilen, B. (2021). *Ses yalıtım ve maliyet performansına bağlı duvar tipi seçimi için bir yaklaşım* [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Şentop, A. (2013). *Binaların gürültü kontrolü etkin tasarımı için yapı elemanı seçim aracı* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Şimşek, Z. (2019). Konut yapılarında kullanılan ısı yalıtım malzemelerin incelenmesi. *Technological Applied Sciences*, 14(4), 147-162. <http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.4.2A0177>
- Şişecam. (2021). *Performans hesaplayıcı*. <https://performancecalculator.sisecamduzcam.com/>. adresinden 11 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Şişecam. (2024). *Mimari camlar ürün kataloğu*. Şişecam. <https://duzcam.sisecam.com/tr/mimari-camlar/profesyoneller-icin-urun-katalogu> adresinden 18 Mayıs 2024 tarihinde alınmıştır.

- Tanabe, S.-i., Iwahashi, Y., Tsushima, S., & Nishihara, N. (2013). Thermal comfort and productivity in offices under mandatory electricity savings after the Great East Japan earthquake. *Architectural Science Review*, 56(1), 4-13. <https://doi.org/10.1080/00038628.2012.744296>
- Tanrıverdi, B. (2015). *TS 825 2. Derece gün bölgesinde yer alan illerin, ısıtma ve soğutma derece gün bölgelerine göre değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Tartarini, F., Schiavon, S., Cheung, T., & Hoyt, T. (2020). *CBE comfort tool*. <https://comfort.cbe.berkeley.edu/> adresinden 27 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Taştemür, E. (2017). Arkeolojik veriler ışığında camın tarihsel süreci. *Trakya Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 7(13), 67-91. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/591587>
- Taylor Woodrow Tech. Lab. (2021). *Rw dB valves for Selectaglaze Ltd Secondary Glazing Systems*. Selectaglaze. <https://www.selectaglaze.co.uk/technical-support/technical-downloads> adresinden 11 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Tekin, Ç., Özgünler, M., & Beyaztaş, H. (2018). Yapı kabuğu saydamlık oranlarının simülasyon programı aracılığıyla belirlenmesi. *Journal of Science Technology of Dumlupınar University*, (41), 49-68. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/594391>
- Tetik, Y. Ö., Baradan, S., & Tunca, T. (2021). Beton sınıflarındaki değişimin aynı amaç için tasarlanan farklı okul projelerindeki kaba inşaat birim maliyetlerine olan etkisinin araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 26(2), 679-692. <https://doi.org/10.17482/uumfd.825462>
- Tezcan, S. (2004). Zorunlu C30 uygulamasının sağlayacağı yararlar. *Hazır Beton Dergisi*, Yıl 11(Eylül-Ekim Sayısı), 72-73.
- The Society of Light And Lighting. (2009). *SLL handbook*. Londra, İngiltere: CIBSE.
- The Society of Light and Lighting. (2012). *Code for lighting* Londra, İngiltere: CIBSE.
- Tolun, M. (2010). *Farklı derece-gün bölgeleri için yalıtım probleminin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Toprak, R., & Aktürk, N. (2004). Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 61(1), 49-58. https://jag.journalagent.com/turkhijyen/pdfs/THDBD_61_1_49_58.pdf
- Torcellini, P., & Ellis, P. (2006). *Early-phase design methods*. Center for Buildings Thermal Systems at National Renewable Energy Laboratory, NREL.
- Toydemir, N., Gürsal, E., & Tanaçan, L. (2000). *Yapı elemanı tasarımında malzeme*. İstanbul: Literatür Yayınları.

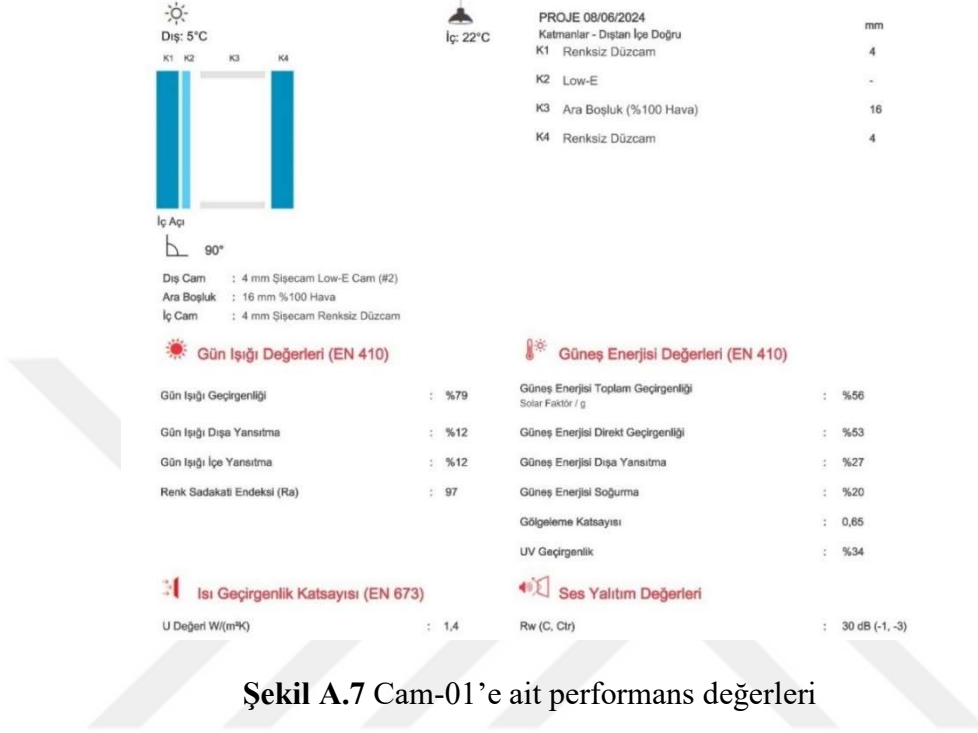
- Tregenza, P. R. (1987). Subdivision of the sky hemisphere for luminance measurements. *Lighting Research and Technology*, 19(1), 13-14. <https://doi.org/10.1177/096032718701900103>
- Tregenza, P. R. (2004). Analysing sky luminance scans to obtain frequency distributions of CIE standard general skies. *Lighting Research and Technology*, 36(4), 271-279. <https://doi.org/10.1191/1477153504li117o>
- Tregenza, P. R., & Waters, I. (1983). Daylight coefficients. *Lighting Research and Technology*, 15(2), 65-71. <https://doi.org/10.1177/096032718301500201>
- TS 825. (2008). *Binalarda ısı yalıtımı yönetmeliği*. Ankara, Türkiye: Bayındırlık ve İskân Bakanlığı.
- TS 825. (2013). *Binalarda ısı yalıtım kuralları*. Ankara, Türkiye: Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 13501-1. (2007). *Yapı mamulleri ve yapı elemanları, yangın sınıflandırması bölüm 1: Yangın karşısındaki davranış deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma*. Ankara, Türkiye: Türk Standartları Enstitüsü
- TS EN 17037. (2019). *Binalarda Güneşliği Standardı*. Ankara, Türkiye: Türk Standartları Enstitüsü.
- Tsay, Y.-S., & Lin, C.-H. (2021). Parameter analysis and modification of transmission loss models for multi-layered cavity walls. *Building Acoustics*, 28(4), 309-326. <https://doi.org/10.1177/1351010X2098735>
- Turgut, A., & Budak, T. (2022). Lojistik ve taşımacılığın karbon ayak izi: Sistematik bir literatür incelemesi. *Kent Akademisi*, 15(2), 916-930. <https://doi.org/10.35674/kent.1071319>
- Turhan, E. (2007). *Mimari tasarımda cam kullanımı ve alışveriş merkezlerinde değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Türk Dil Kurumu. (2022). *Güncel Türkçe sözlük*. <https://sozluk.gov.tr/> adresinden 11 Nisan 2022 tarihinde alınmıştır.
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2021). *Detaylı araştırma*. <https://portal.turkpatent.gov.tr/anonim/arastirma/patent/detayli> adresinden 26 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). *Cinsiyete göre nüfus*. <https://nir.tuik.gov.tr/?value=CinsiyeteGoreNufus> adresinden 27 Kasım 2023 tarihinde alınmıştır.
- Uç, B., & Dokuzer Öztürk, L. (2022). Determination of the required window glazing area based on the targeted illuminance in residences. *Megaron*, 17(1), 68-82. <https://doi.org/10.14744/megaron.2021.69782>
- Uluslararası Aydınlatma Komisyonu. (2020). *CIE S 017/E:2020: International lighting vocabulary*. <https://cie.co.at/e-ilv> adresinden 10 Şubat 2022 tarihinde alınmıştır.

- Umaroğulları, F. (2011). *Betonarme düşey yapı kabuğunda yalıtımın yerinin ve kalınlığının, nem denetimi açısından deneysel ve sayısal değerlendirmesi* [Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Edirne.
- Urbán, D., Roozen, N. B., Zafko, P., Rychtarikova, M., Tomašovič, P., & Glorieux, C. (2016). Assessment of sound insulation of naturally ventilated double skin facades. *Building Environment*, 110, 148-160. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.10.004>
- Uyduran, H. G. (2021). *Işık raflı başarımlarının genetik algoritma ile eniyilenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Ülker, S. (2009). *Isı yalıtım malzemelerinin özelliklerinin uygulamaya etkileri* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Ünalan, H., & Gökaltun, E. (2015). Farklı yönlere göre değişen opaklık saydamlık oranının ısıtma ve soğutma enerjisine etkisi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 57-64. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/303239>
- Ünver, R. (23-25 Kasım 2005). *Yapı dışı engeller ve hacim içi doğal aydınlık ilişkisi üzerine bir inceleme*. 3. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, Ankara, Türkiye.
- Ünver, R., Yügrük Akdağ, N., Zorer Gedik, G., Dokuzer Öztürk, L., & Karabiber, Z. (2004). Prediction of building envelope performance in the design stage: an application for office buildings. *Building and Environment*, 39(2), 143-152. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.08.014>
- Villamil, A. A. G. (2014). *Environmentally responsive buildings: multi-objective optimization workflow for daylight and thermal quality* [Yüksek Lisans Tezi, Güney Kaliforniya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi]. Kaliforniya, ABD.
- Waldram, P., & Waldram, J. (1923). Window design and the measurement and predetermination of daylight illumination. *The Illuminating Engineer*, 16(45), 86-122.
- Weller, B., Härth, K., Tasche, S., & Unnewehr, S. (2009). *Glass in buildings: Principles, applications, examples*. Münih, Almanya: Edition Detail.
- Weng, Z., Coley, D. A., & Ramallo Gonzalez, A. P. (11-13 Temmuz 2016). *ROOM-A web-based interactive educational tool on building physics*. 32nd International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Cities, Buildings, People: Towards Regenerative Environments, Los Angeles, ABD.
- Wight, J. K., & MacGregor, J. G. (2016). *Reinforced concrete*. Londra, İngiltere: Pearson Education
- Woolley, T., & Kimmins, S. (2003). *Green building handbook: Volume 2: A guide to building products and their impact on the environment*. Londra, İngiltere: Routledge

- Wotton, E., & Barkow, B. (16-18 Şubat 1983). *An investigation of the effects of windows and lighting in offices*. Proceedings of the International Daylighting Conference, Arizona, ABD.
- Yanarateş, D. (1998). *Cam malzemenin iç mekanda bölücü eleman olarak kullanım şekillerinin araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Adana, Türkiye.
- Yapı-Endüstri Merkezi. (2016). *Türk yapı sektörü raporu*. <http://www.yapi.com.tr/TurkYapiSektoruRaporu2016/files/assets/basic-html/index.html#1> adresinden 28 Şubat 2024 tarihinde alınmıştır.
- Yasan, A. S. (2011). *Bina tasarım parametrelerinin enerji harcamalarına etkilerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Yasasan Cam Sanayi. (2022). *07.10.2022 Tarihli ısıcam fiyat listesi*. <http://www.yasasan.com.tr/db/liste/Is%C4%B1cam.pdf> adresinden 3 Aralık 2022 tarihinde alınmıştır.
- Yassin, A. A., Sheta, S. A., & Elwazeer, M. A. (2017). Parametric study on window-wall ratio (WWR) for daylighting optimization in multi-story residential buildings: Case study of an apartment complex in Mansoura City, Egypt. *The Egyptian International Journal of Engineering Sciences Technology*, 4(3), 21-32. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2017.4305>
- Yazıcı, B. (2019). *Cam malzemenin bir düşey sirkülasyon elemanı olarak merdivenlerde kullanımı ve iç mekan tasarımına etkileri* [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü]. İstanbul, Türkiye.
- Yıldız, Y., Göksal Özbalta, T., & Durmuş Arsan, Z. (2011). Farklı cam türleri ve yönler göre pencere/duvar alanı oranının bina enerji performansına etkisi: Eğitim Binası, İzmir. *Megaron*, 6(1), 30-38. https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_6_1_30_38.pdf
- Yılmaz, A. Z. (13-16 Nisan 2011). *Bina enerji performansı ulusal hesaplama yöntemi (Bep-Tr) ile ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacının hesaplanması*, 10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye.

A

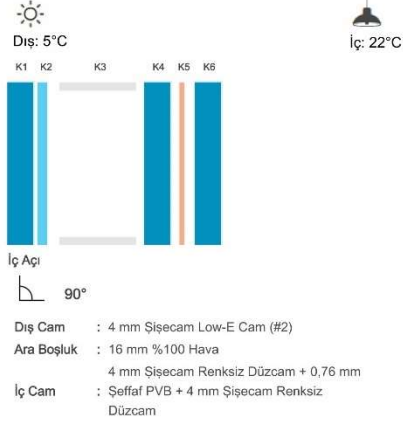
CAMIN İŞİTSEL/İSİSAL/GÖRSEL PERFORMANS HESAPLARI



Şekil A.7 Cam-01'e ait performans değerleri



Şekil A.26 Cam-02'ye ait performans değerleri



Gün Işığı Değerleri (EN 410)

Gün Işığı Geçirgenliği	: %78
Gün Işığı Dışa Yansıtma	: %12
Gün Işığı İçe Yansıtma	: %11
Renk Sadakati Endeksi (Ra)	: 96

Güneş Enerjisi Değerleri (EN 410)

Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenliği	: %55
Solar Faktör / g	
Güneş Enerjisi Direkt Geçirgenliği	: %48
Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma	: %27
Güneş Enerjisi Soğurma	: %25
Gölgeleme Katsayısı	: 0,64
UV Geçirgenlik	: %0

Isı Geçirgenlik Katsayısı (EN 673)

U Değeri W/(m²K)	: 1,3
------------------	-------

Ses Yalıtım Değerleri

Rw (C, Ctr)	: 38 dB (-1, -4)
-------------	------------------

Şekil A.27 Cam-03'e ait performans değerleri



Gün Işığı Değerleri (EN 410)

Gün Işığı Geçirgenliği	: %76
Gün Işığı Dışa Yansıtma	: %12
Gün Işığı İçe Yansıtma	: %11
Renk Sadakati Endeksi (Ra)	: 94

Güneş Enerjisi Değerleri (EN 410)

Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenliği	: %54
Solar Faktör / g	
Güneş Enerjisi Direkt Geçirgenliği	: %45
Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma	: %25
Güneş Enerjisi Soğurma	: %30
Gölgeleme Katsayısı	: 0,62
UV Geçirgenlik	: %0

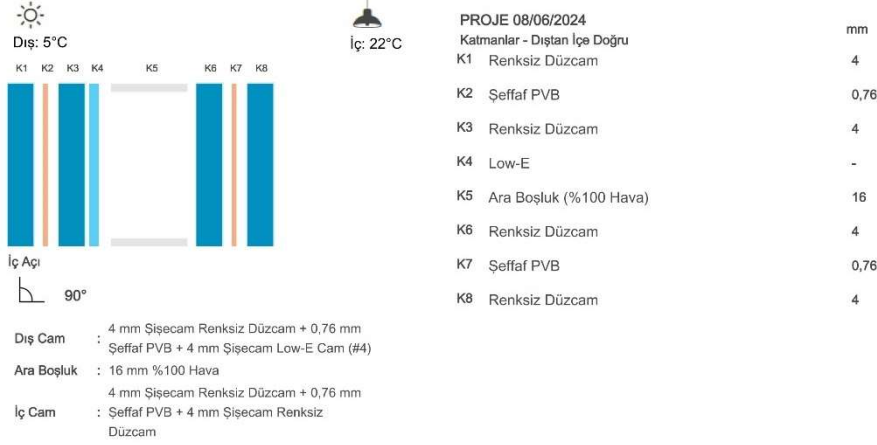
Isı Geçirgenlik Katsayısı (EN 673)

U Değeri W/(m²K)	: 1,3
------------------	-------

Ses Yalıtım Değerleri

Rw (C, Ctr)	: 40 dB (-1, -5)
-------------	------------------

Şekil A.28 Cam-04'e ait performans değerleri



Gün Işığı Değerleri (EN 410)

Gün Işığı Geçirgenliği	: %76
Gün Işığı Dışa Yansıtma	: %11
Gün Işığı İçe Yansıtma	: %11
Renk Sadakatı Endeksi (Ra)	: 95

Güneş Enerjisi Değerleri (EN 410)

Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenliği	: %51
Solar Faktör / g	
Güneş Enerjisi Direkt Geçirgenliği	: %45
Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma	: %20
Güneş Enerjisi Soğurma	: %35
Gölgeleme Katsayısı	: 0,58
UV Geçirgenlik	: %0

Isı Geçirgenlik Katsayısı (EN 673)

U Değeri W/(m²K)	: 1,3
------------------	-------

Ses Yalıtım Değerleri

Rw (C, Ctr)	: 41 dB (-1, -4)
-------------	------------------

Şekil A.29 Cam-05'e ait performans değerleri



Gün Işığı Değerleri (EN 410)

Gün Işığı Geçirgenliği	: %76
Gün Işığı Dışa Yansıtma	: %11
Gün Işığı İçe Yansıtma	: %11
Renk Sadakatı Endeksi (Ra)	: 95

Güneş Enerjisi Değerleri (EN 410)

Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenliği	: %51
Solar Faktör / g	
Güneş Enerjisi Direkt Geçirgenliği	: %45
Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma	: %20
Güneş Enerjisi Soğurma	: %35
Gölgeleme Katsayısı	: 0,58
UV Geçirgenlik	: %0

Isı Geçirgenlik Katsayısı (EN 673)

U Değeri W/(m²K)	: 1,3
------------------	-------

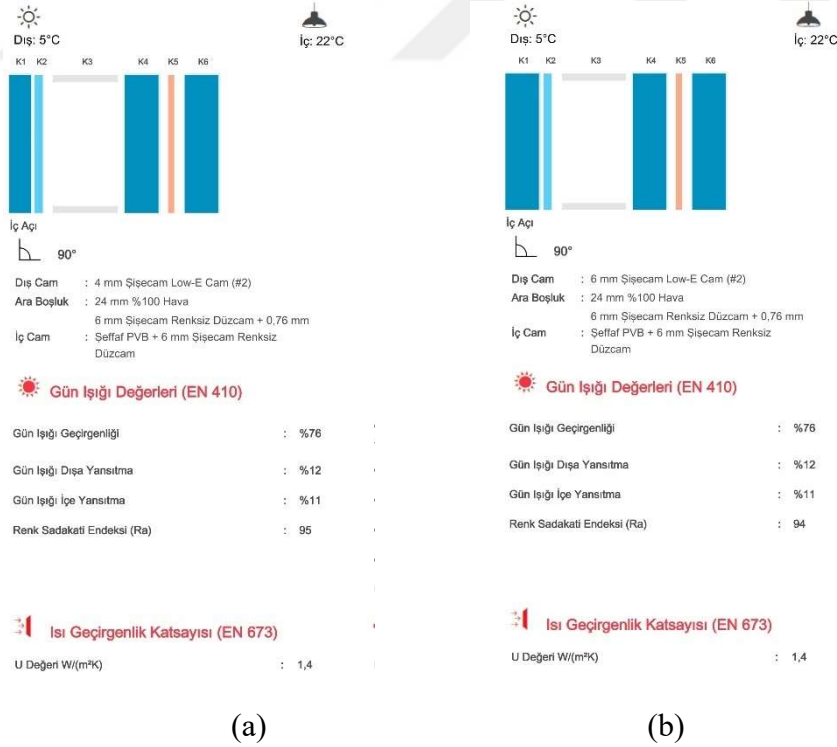
Ses Yalıtım Değerleri

Rw (C, Ctr)	: 41 dB (-1, -4)
-------------	------------------

Şekil A.30 Cam-06'ya ait performans değerleri



Şekil A.31 Cam-07'ye ait performans değerleri



Şekil A.32 Cam-08 ile Cam-09'a ait ısısal ve görsel performans değerleri a: Cam-08, b: Cam-09



(a)

(b)

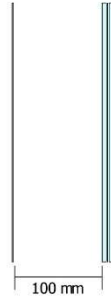
Şekil A.33 Cam-10 ile Cam-11/12/13'e ait ısısal ve görsel performans değerleri
a:Cam-10, b: Cam-11/12/13



(a)

(b)

Şekil A.34 Cam-14/15 ile Cam-16'ya ait ısısal ve görsel performans değerleri
a:Cam-14/15, b: Cam-16

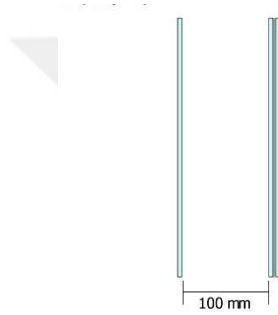


R _w	50 dB
C	-3 dB
C _{tr}	-10 dB
D _{nTw}	52 dB [V:50m3] [A:11m2]

System description

- + 1 x 4,0 mm Glass (p:2430 kg/m³,E:52GPa,η:0,02)
- + 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.35 Cam-08'e ait işitsel performans değerleri

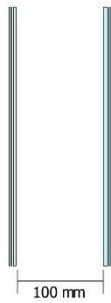


R _w	51 dB
C	-2 dB
C _{tr}	-8 dB
D _{nTw}	53 dB [V:50m3] [A:11m2]

System description

- + 1 x 6,0 mm Glass (p:2430 kg/m³,E:52GPa,η:0,02)
- + 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.36 Cam-09'a ait işitsel performans değerleri

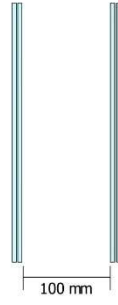


R _w	53 dB
C	-2 dB
C _{tr}	-8 dB
D _{nTw}	55 dB [V:50m3] [A:11m2]

System description

- + 1 x 8,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)
- + 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.37 Cam-10'a ait işitsel performans değerleri



R _w	54 dB
C	-1 dB
C _{tr}	-6 dB
D _{nTw}	56 dB

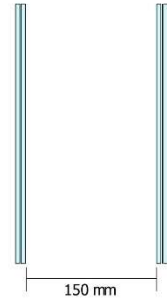
[V:50m3]
[A:11m2]

System description

+ 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m3,E:46GPa,η:0,06)

+ 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m3,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.38 Cam-11'e ait işitsel performans değerleri



R _w	56 dB
C	-1 dB
C _{tr}	-6 dB
D _{nTw}	58 dB

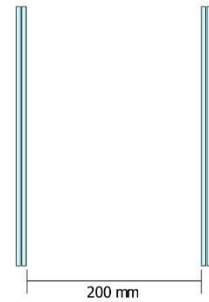
[V:50m3]
[A:11m2]

System description

+ 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m3,E:46GPa,η:0,06)

+ 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m3,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.39 Cam-12'ye ait işitsel performans değerleri



R _w	57 dB
C	-1 dB
C _{tr}	-5 dB
D _{nTw}	59 dB

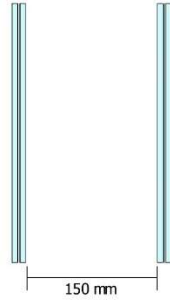
[V:50m3]
[A:11m2]

System description

+ 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m3,E:46GPa,η:0,06)

+ 1 x 12,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m3,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.40 Cam-13'e ait işitsel performans değerleri



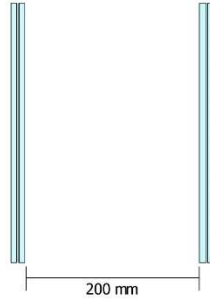
R _w	58 dB
C	-1 dB
C _{tr}	-5 dB
D _{nTw}	60 dB

System description

+ 1 x 16,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

+ 1 x 16,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.41 Cam-14'e ait işitsel performans değerleri



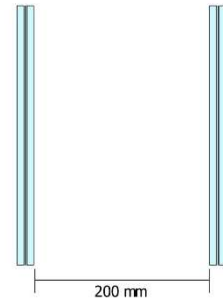
R _w	59 dB
C	-1 dB
C _{tr}	-5 dB
D _{nTw}	61 dB

System description

+ 1 x 16,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

+ 1 x 16,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.42 Cam-15'e ait işitsel performans değerleri



R _w	61 dB
C	-1 dB
C _{tr}	-6 dB
D _{nTw}	63 dB

System description

+ 1 x 20,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

+ 1 x 20,8 mm Laminat Glas(PVB 0.76mm) (p:2430 kg/m³,E:46GPa,η:0,06)

Şekil A.25 Cam-16'ya ait işitsel performans değerleri

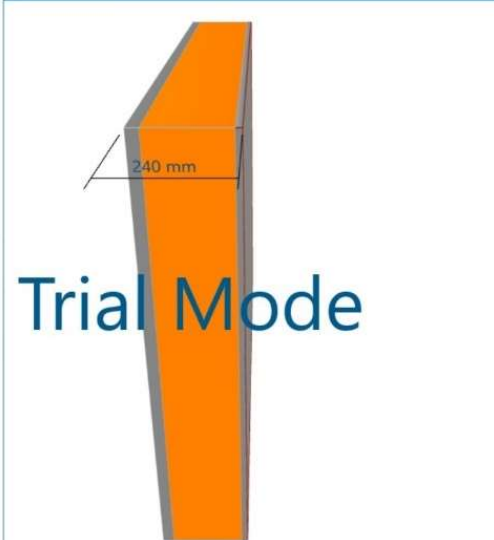
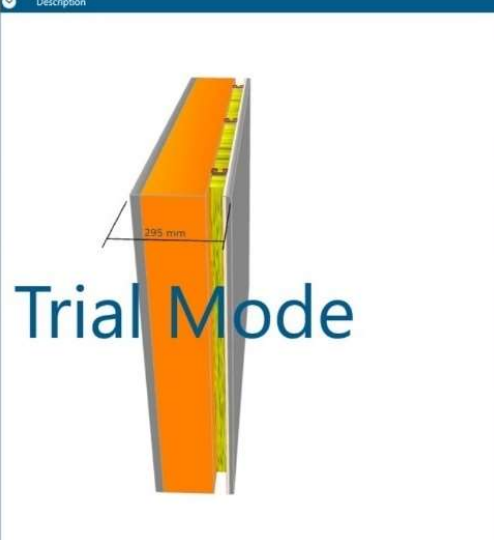
B

DUVARIN İŞİTSEL PERFORMANS HESAPLARI

Tablo B.1 INSUL Acoustic Calculator V9 hesap programında kullanılan veriler

Gereç	Açıklama	Kalınlık (mm)
Dış sıva	Sand/cement render	30
Dış yalıtım	Rockwool (120 kg/m ²)	30/40/50/60/ 70/80/90
Dış kaplama	Malzeme oluşturulmuştur. (Density:2640 kg/m ³ , Youngs Modules: 60 GPa, Damping 0,010)	20
Dış bağlantı	Steel stud 55	
Dış boşluk	Yalıtımdan sonra 20 mm boşluk bırakılmıştır.	50/60/70/ 80/90/100
DDT	Brick (yoğunluğu 600 kg/m ² olarak ayarlanmıştır.)	290/85
GB	Ytong G2/400	20/10
İT	Brick (yoğunluğu 740 kg/m ³ olarak ayarlanmıştır.)	240/115
PB	Concrete (yoğunluğu 2340 kg/m ³ olarak ayarlanmıştır)	0,275
Ara yalıtım	Rockwool (48 kg/m ³)	30
Ara boşluk	Cavity width	50
	Stud spacing	600
	Absorber thickness	30
Ara bağlantı	Alçıpan: Steel stud 55 /İkinci ana duvar gereci: Double masonry	-
Alçıpan	Knauf wallboard 12.5	12.5
İç sıva	Sand/Cement render (plaster)	20

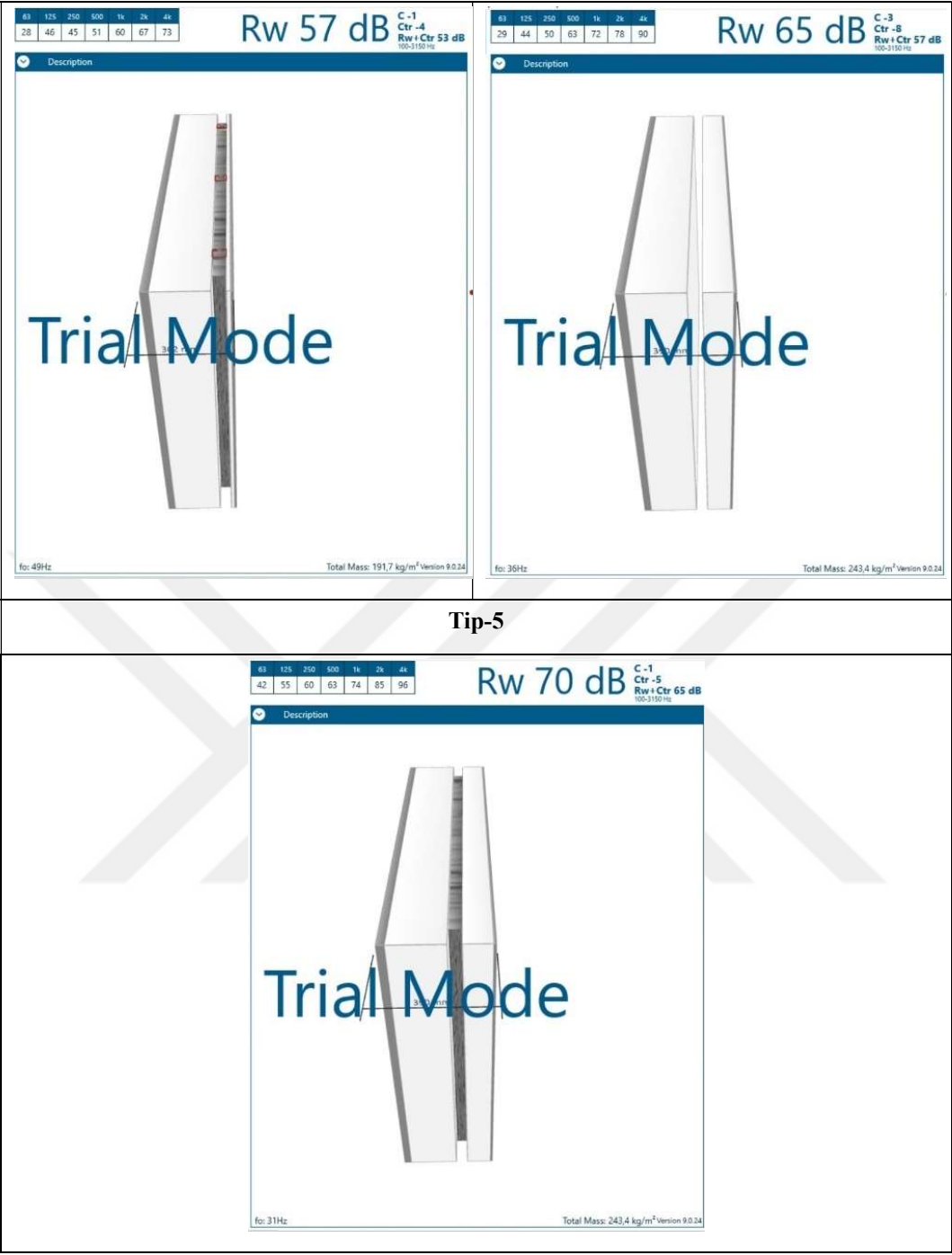
Tablo B.2 Boyalı cephe DDT işitsel performans hesap sonuçları

Tip-1 <table><tr><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1k</td><td>2k</td><td>4k</td></tr><tr><td>37</td><td>38</td><td>33</td><td>40</td><td>48</td><td>54</td><td>59</td></tr></table> Rw 45 dB C-1 Ctr -4 Rw + Ctr 41 dB 100-3150 Hz Description  Panel 1: fci 211Hz Surface Mass 197.7 kg/m² Version 9.0.24	63	125	250	500	1k	2k	4k	37	38	33	40	48	54	59	Tip-2 <table><tr><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1k</td><td>2k</td><td>4k</td></tr><tr><td>18</td><td>35</td><td>42</td><td>50</td><td>58</td><td>65</td><td>70</td></tr></table> Rw 54 dB C-2 Ctr -6 Rw + Ctr 48 dB 100-3150 Hz Description  fci 51Hz Total Mass: 203.9 kg/m² Version 9.0.24	63	125	250	500	1k	2k	4k	18	35	42	50	58	65	70
63	125	250	500	1k	2k	4k																							
37	38	33	40	48	54	59																							
63	125	250	500	1k	2k	4k																							
18	35	42	50	58	65	70																							
Tip-3 <table><tr><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1k</td><td>2k</td><td>4k</td></tr><tr><td>27</td><td>48</td><td>45</td><td>51</td><td>58</td><td>65</td><td>71</td></tr></table> Rw 56 dB C-1 Ctr -4 Rw + Ctr 52 dB 100-3150 Hz Description  fci 44Hz Total Mass: 203.9 kg/m² Version 9.0.24	63	125	250	500	1k	2k	4k	27	48	45	51	58	65	71	Tip-4 <table><tr><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1k</td><td>2k</td><td>4k</td></tr><tr><td>28</td><td>44</td><td>51</td><td>62</td><td>68</td><td>75</td><td>86</td></tr></table> Rw 65 dB C-3 Ctr -8 Rw + Ctr 57 dB 100-3150 Hz Description  fci 36Hz Total Mass: 244.9 kg/m² Version 9.0.24	63	125	250	500	1k	2k	4k	28	44	51	62	68	75	86
63	125	250	500	1k	2k	4k																							
27	48	45	51	58	65	71																							
63	125	250	500	1k	2k	4k																							
28	44	51	62	68	75	86																							
Tip-5																													



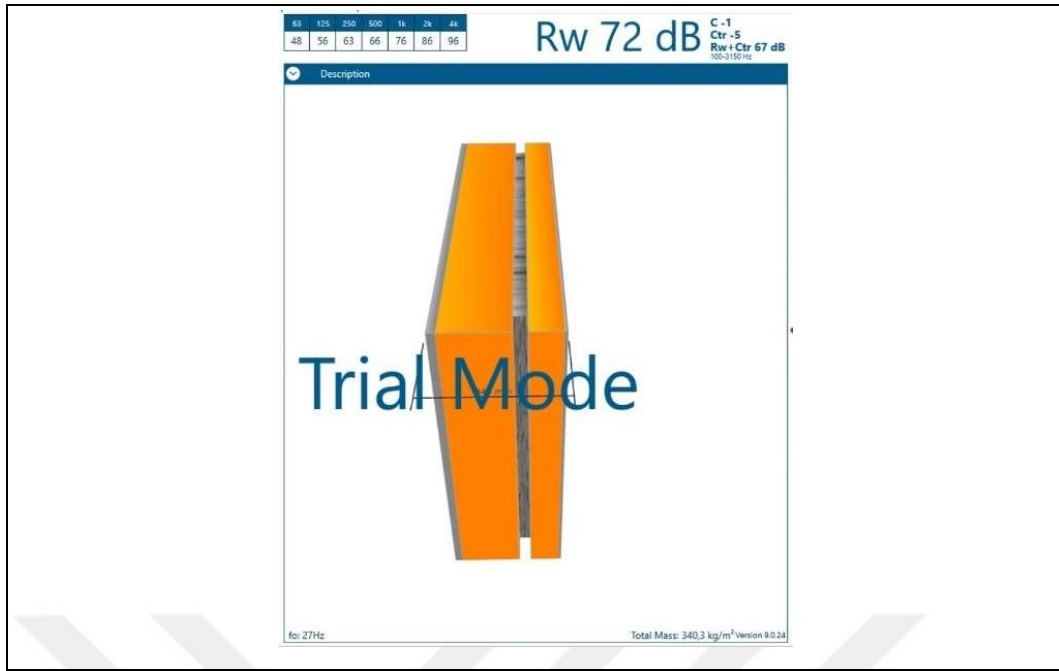
Tablo B.3 Boyalı cephe GB işitsel performans hesap sonuçları

Tip-1	Tip-2
Rw 45 dB C -1 Ctr -4 Rw + Ctr 41 dB 63 125 250 500 1k 2k 4k 36 38 33 40 47 52 58 Description Trial Mode 340,0 mm Panel 1: fci: 218Hz Surface Mass 181,0 kg/m² Version 9.0.24	Rw 53 dB C -1 Ctr -7 Rw + Ctr 46 dB 63 125 250 500 1k 2k 4k 19 33 40 51 59 67 72 Description Trial Mode 340,0 mm Panel 2: fci: 3736Hz Surface Mass 24,3 kg/m² Version 9.0.24
Tip-3	Tip-4

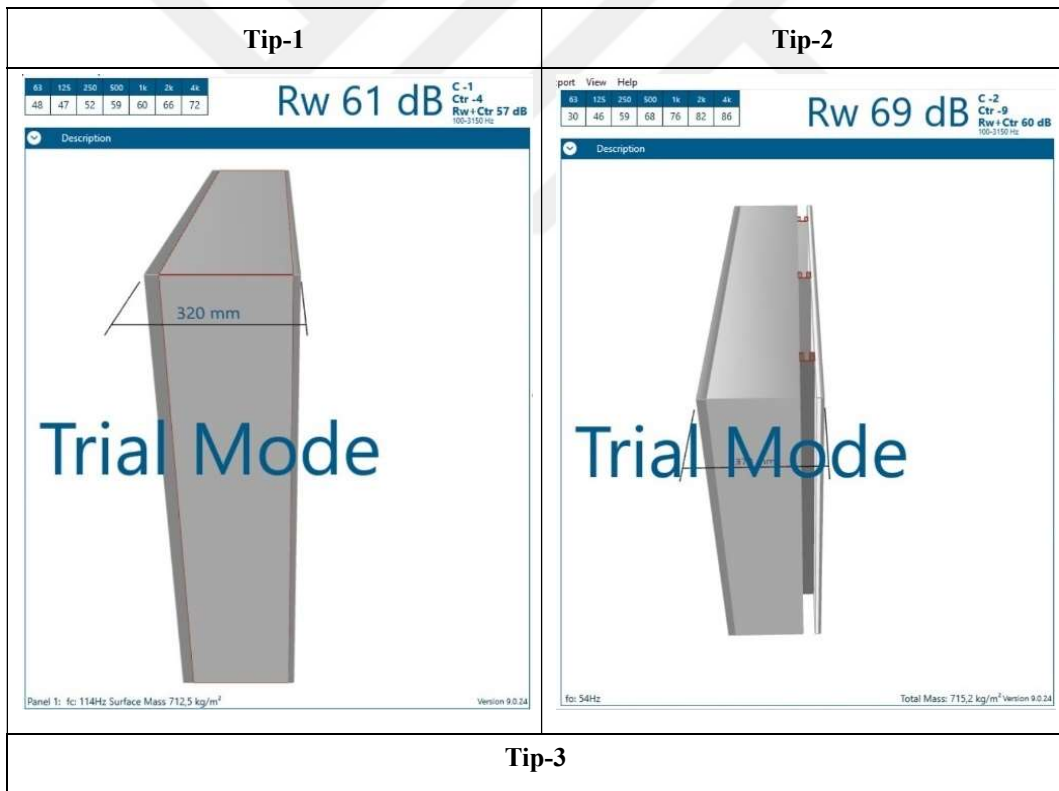


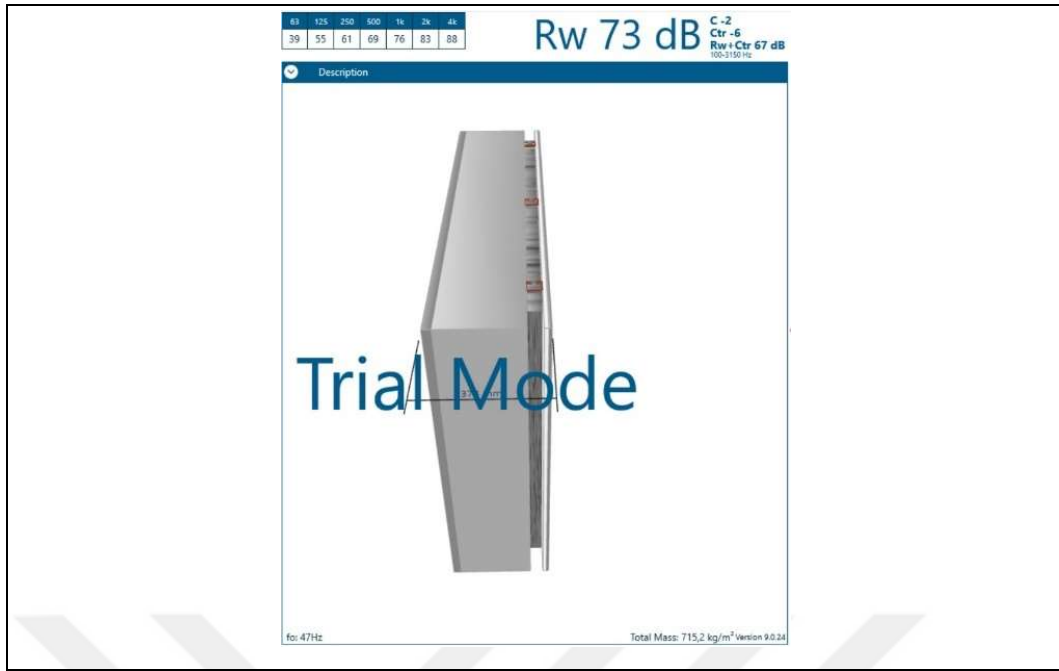
Tablo B.4 Boyalı cephe İT işitsel performans hesap sonuçları

Tip-1 <table><tr><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1k</td><td>2k</td><td>4k</td></tr><tr><td>39</td><td>36</td><td>37</td><td>44</td><td>50</td><td>56</td><td>62</td></tr></table> Rw 48 dB C-1 Ctr -4 Rw+Ctr 44 dB 100-3150 Hz Description  Trial Mode Panel 1: f_c: 161Hz Surface Mass 256,2 kg/m² Version 9.0.24	63	125	250	500	1k	2k	4k	39	36	37	44	50	56	62	Tip-2 <table><tr><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1k</td><td>2k</td><td>4k</td></tr><tr><td>22</td><td>34</td><td>46</td><td>54</td><td>62</td><td>69</td><td>74</td></tr></table> Rw 56 dB C-2 Ctr -8 Rw+Ctr 48 dB 100-3150 Hz Description  Trial Mode f_c: 56Hz Total Mass: 258,9 kg/m² Version 9.0.24	63	125	250	500	1k	2k	4k	22	34	46	54	62	69	74
63	125	250	500	1k	2k	4k																							
39	36	37	44	50	56	62																							
63	125	250	500	1k	2k	4k																							
22	34	46	54	62	69	74																							
Tip-3 <table><tr><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1k</td><td>2k</td><td>4k</td></tr><tr><td>30</td><td>46</td><td>47</td><td>54</td><td>62</td><td>69</td><td>75</td></tr></table> Rw 59 dB C-1 Ctr -5 Rw+Ctr 54 dB 100-3150 Hz Description  Trial Mode f_c: 48Hz Total Mass: 258,9 kg/m² Version 9.0.24	63	125	250	500	1k	2k	4k	30	46	47	54	62	69	75	Tip-4 <table><tr><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1k</td><td>2k</td><td>4k</td></tr><tr><td>36</td><td>47</td><td>60</td><td>65</td><td>75</td><td>82</td><td>93</td></tr></table> Rw 69 dB C-2 Ctr -8 Rw+Ctr 61 dB 100-3150 Hz Description  Trial Mode f_c: 30Hz Total Mass: 340,3 kg/m² Version 9.0.24	63	125	250	500	1k	2k	4k	36	47	60	65	75	82	93
63	125	250	500	1k	2k	4k																							
30	46	47	54	62	69	75																							
63	125	250	500	1k	2k	4k																							
36	47	60	65	75	82	93																							
Tip-5																													

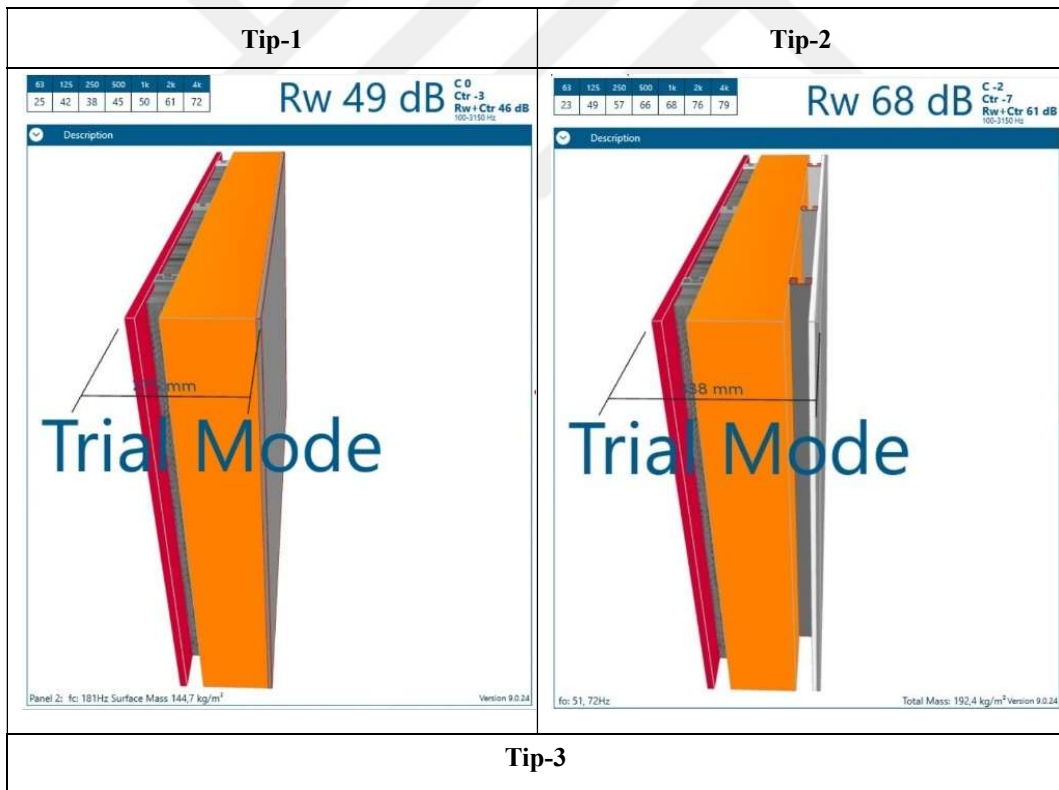


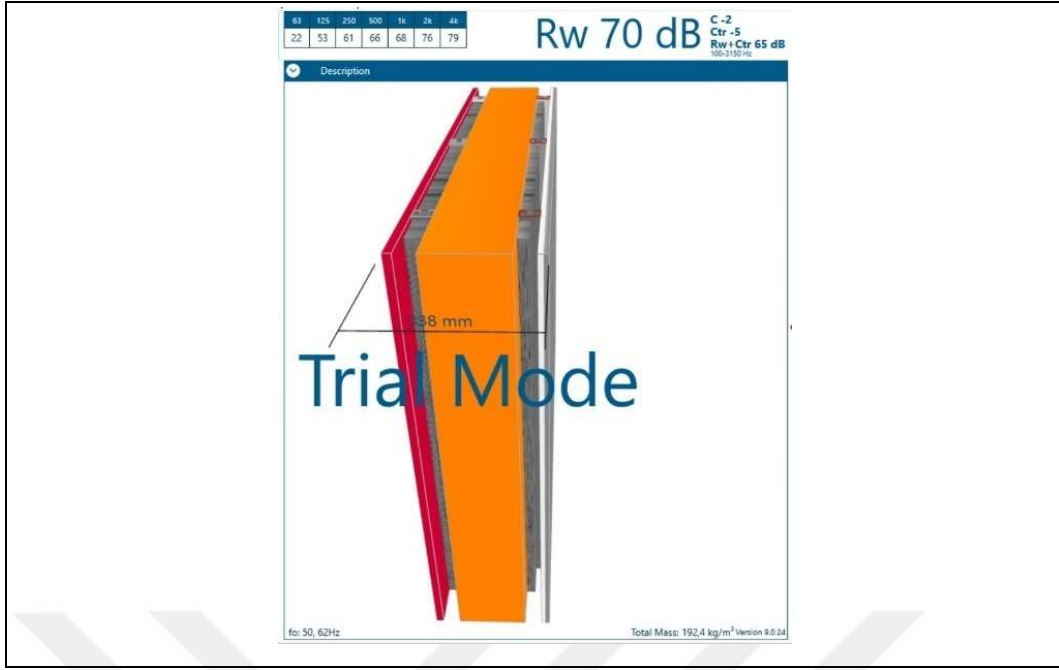
Tablo B.5 Boyalı cephe PB işitsel performans hesap sonuçları



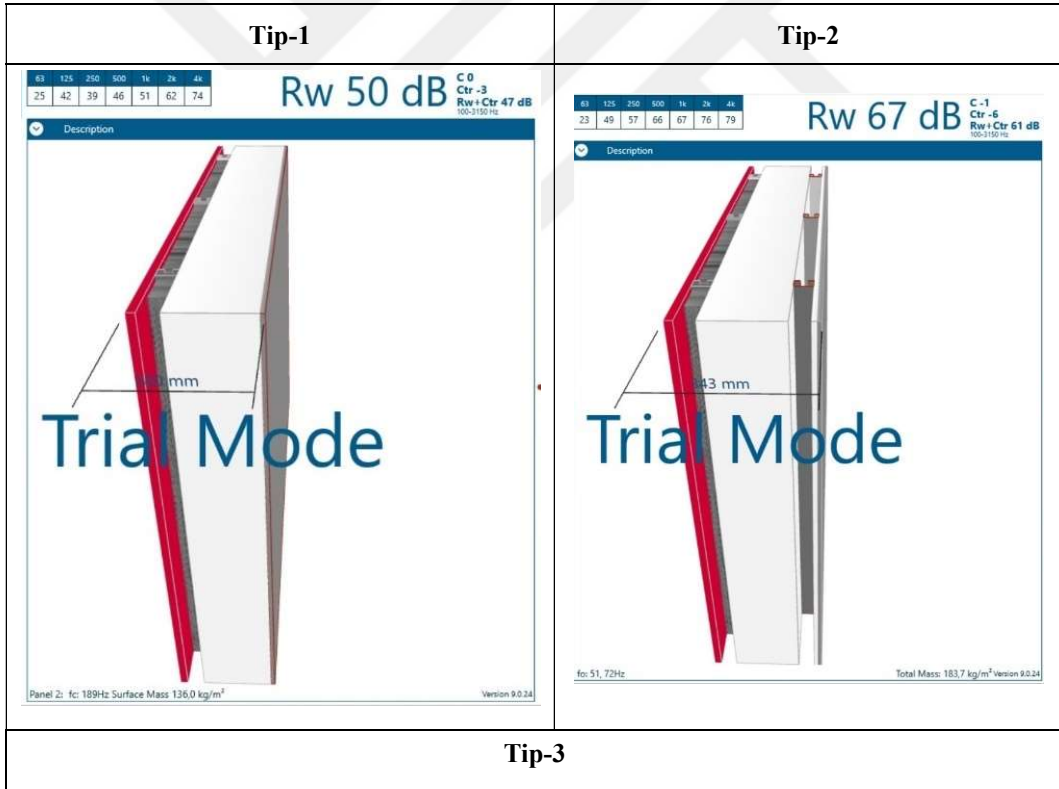


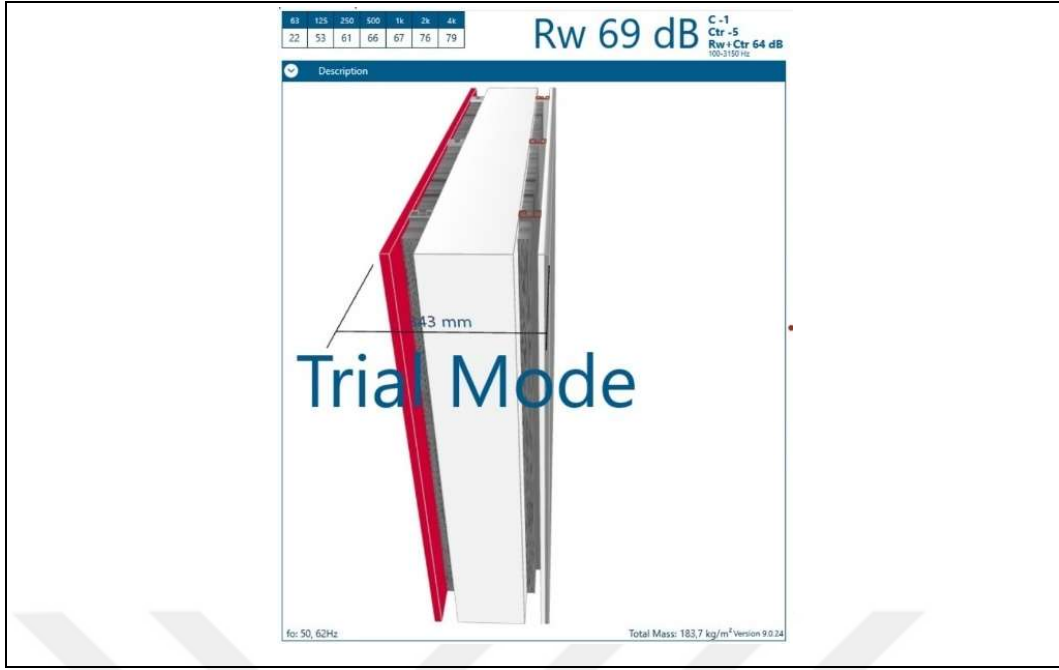
Tablo B.6 Kaplamalı cephe DDT işitsel performans hesap sonuçları



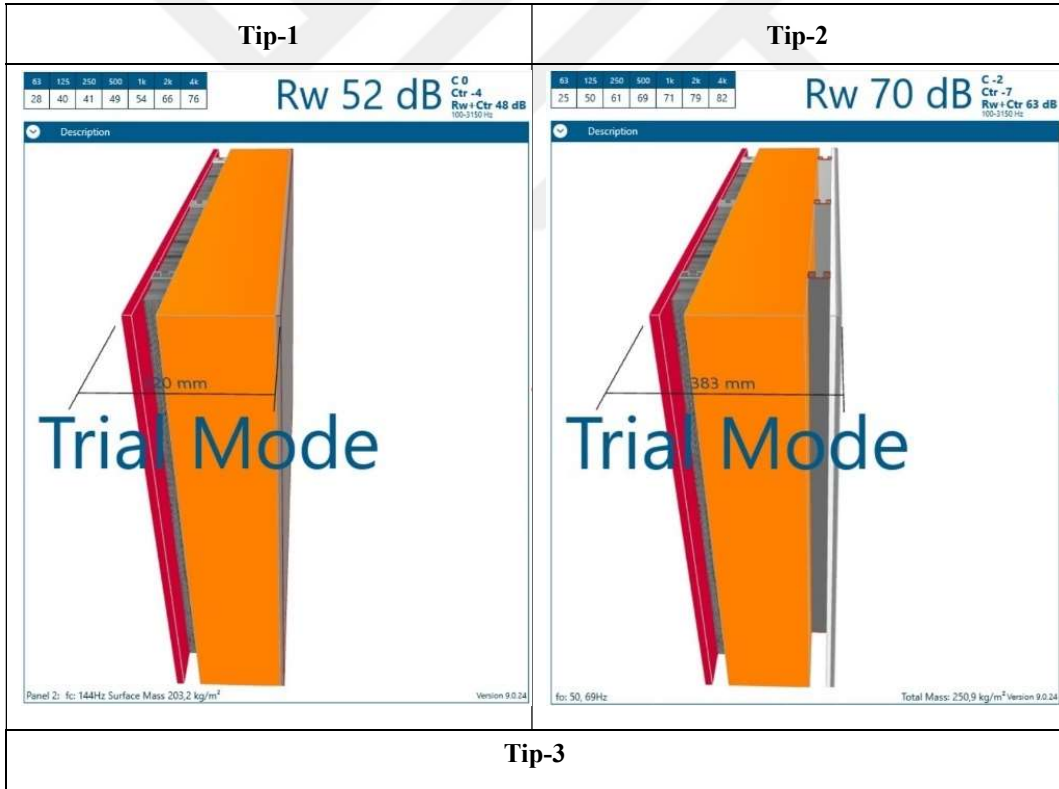


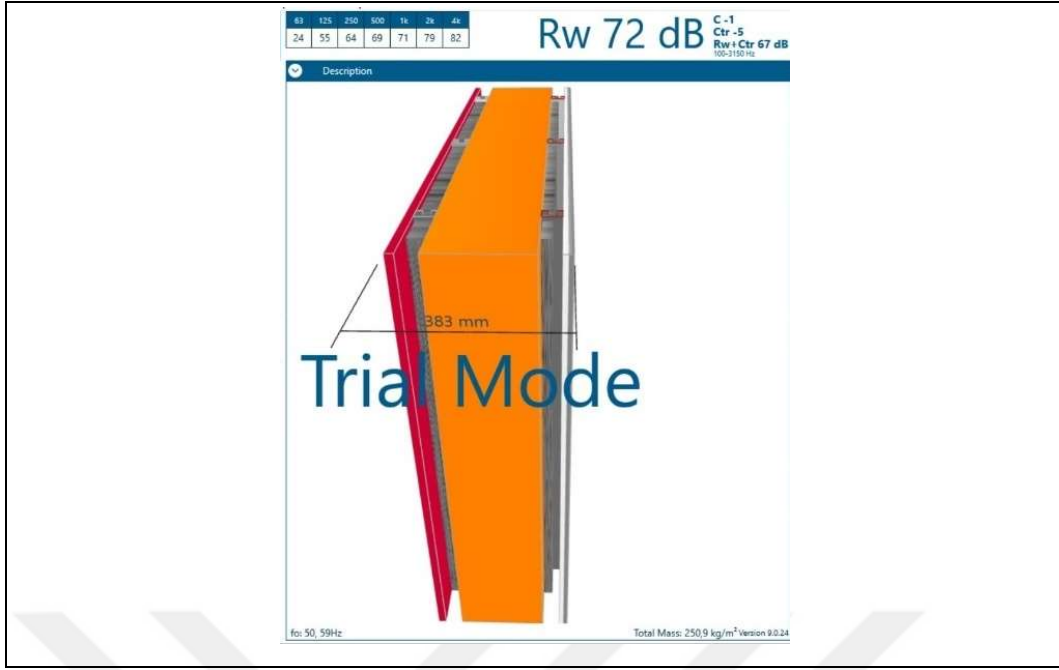
Tablo B.7 Kaplamalı cephe GB işitsel performans hesap sonuçları



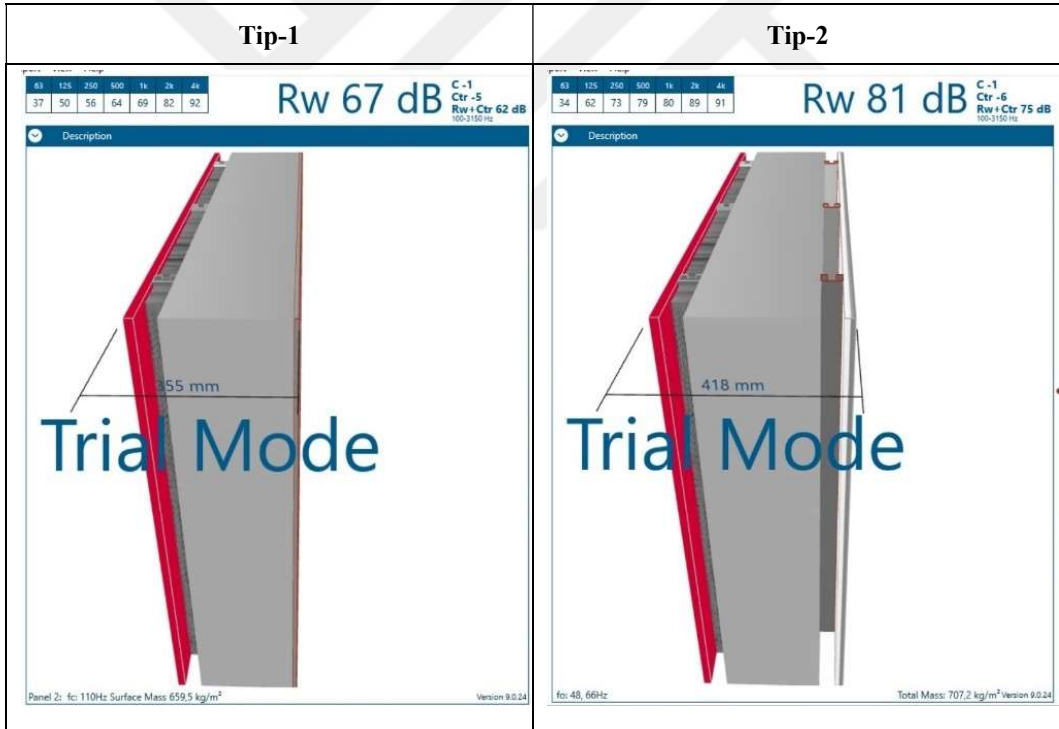


Tablo B.8 Kaplamalı cephe İT işitsel performans hesap sonuçları





Tablo B.9 Kaplamalı cephe PB işitsel performans hesap sonuçları

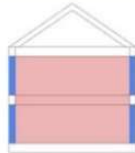
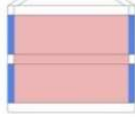
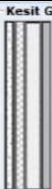
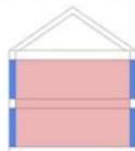
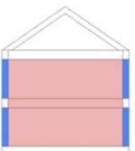
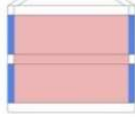
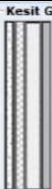
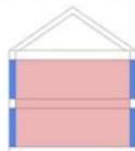
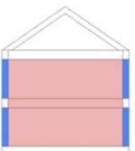
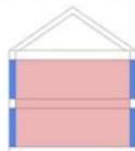
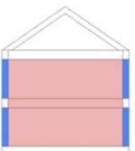
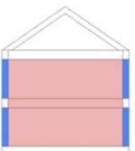
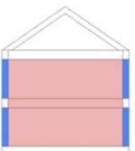
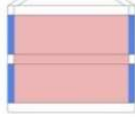
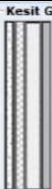
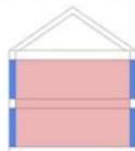
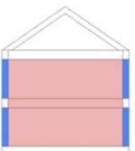
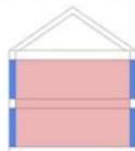
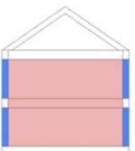
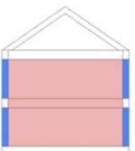
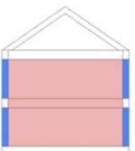
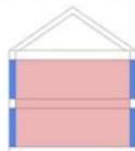
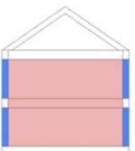
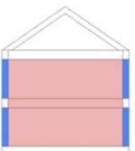
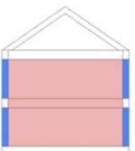
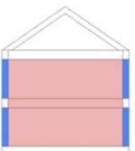
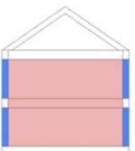
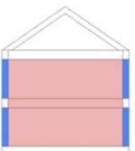


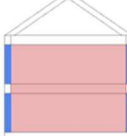
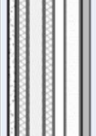
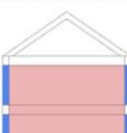
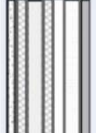
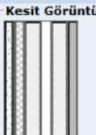
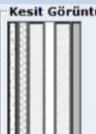
DUVARIN ISISAL PERFORMANS HESAPLARI

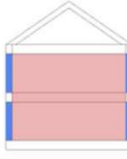
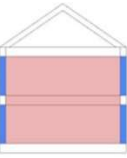
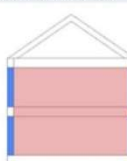
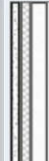
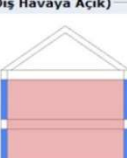
Tablo C.1 İzoder TS825 hesap programında kullanılan veriler

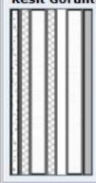
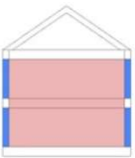
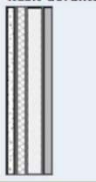
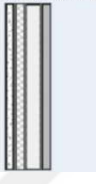
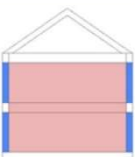
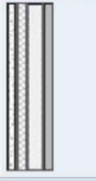
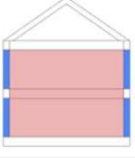
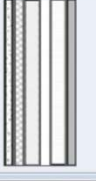
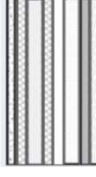
Gereç	Açıklama	İZODER TS 825'te kullanılan	Kalınlık (m)
Dış sıva	Çimento harçlı sıva	4.1	0,03
Yalıtım	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri	10.5.1	0,00/0,03/0,04/0,05/ 0,06/0,07/0,08/0,09
DDT	Normal harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvar	7.1.3.1.2	0,19/0,085
GB	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	7.3.1.1	0,20/0,10
İT	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvar	7.1.4.1.5	0,24/0,115
PB	Donatılı beton	5.1.1	0,275
Ara boşluk	Düşey hava tabakası	11.3.1.3.6	0,05
Ara boşluk	Düşey hava tabakası	11.3.1.2.4	0,02
Alçıpan	Alçı karton plakalar	6.5	0,125
İç sıva	Kireçli alçı sıva	4.3	0,02
Not: Kaplamalı cephe hesaplarında, “dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var” kutucuğu işaretlenmiştir.			

Tablo C.2 Öneri duvar kesitleri ısısal performans hesap sonuçları

ID-Kod	Hesap sonucu																																																																																																																																																																																											
BC_DDT_Tip-1_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,602 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,514 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-5cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,448 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr></td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-1_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,514 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-5cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,448 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-1_yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,448 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																																																																																																																																																																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																																																																																																																																																																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																																																																																																																																																																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																																																																																																																																																																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																																																																								
BC_DDT_Tip-1_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,514 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-5cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,448 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-1_yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,448 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																											
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																																																																																																																																																																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																																																																																																																																																																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																																																																																																																																																																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																																																																																																																																																																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																																																																								
BC_DDT_Tip-1_yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,448 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																																																																																																																																																																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																																																																																																																																																																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																																																																																																																																																																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																																																																																																																																																																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																																																																								
BC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,357 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																	
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																																																																																																																																																																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																																																																																																																																																																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																																																																																																																																																																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																																																																																																																																																																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																																																																								
BC_DDT_Tip-2_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,525 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr></td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																												
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																																																																																																																																																																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																																																																																																																																																																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																																																																																																																																																																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																																																																																																																																																																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																																																																								
BC_DDT_Tip-2_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,456 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  <tr><td>BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm</td><td> Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü  </td></tr>	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																							
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																																																																																																																																																																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																																																																																																																																																																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																																																																																																																																																																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																																																																																																																																																																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																																																																								
BC_DDT_Tip-2_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																																																		
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																																																																																																																																																																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																																																																																																																																																																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																																																																																																																																																																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																																																																																																																																																																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																																																																																																																																																																								

BC_DDT_Tip- 3_yalıtım-0cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,534 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_DDT_Tip- 3_yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,364 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_DDT_Tip- 4_yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,473 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_DDT_Tip- 4_yalıtım-5cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,372 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_DDT_Tip- 4_yalıtım-6cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,337 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_DDT_Tip- 5_yalıtım-0cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,478 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_DDT_Tip- 5_yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,339 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_GB_Tip- 1_yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,479 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												

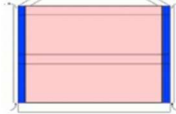
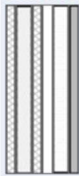
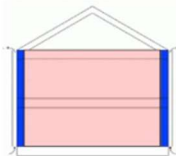
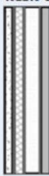
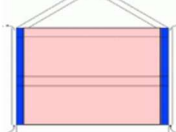
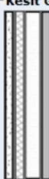
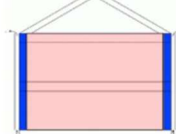
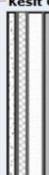
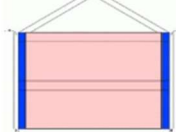
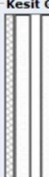
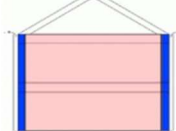
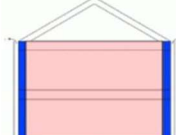
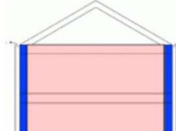
BC_GB_Tip- 1_yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,376 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_GB_Tip- 1_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,34 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_GB_Tip- 2_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,432 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_GB_Tip- 2_yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,346 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_GB_Tip- 3_yalıtım-0cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,436 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_GB_Tip- 3_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,317 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_GB_Tip- 4_yalıtım-0cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,532 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_GB_Tip- 4_yalıtım-3m	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,362 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						

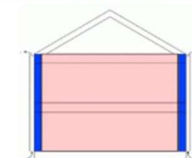
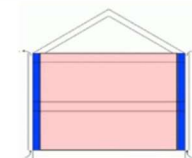
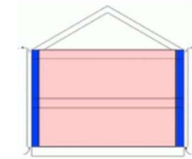
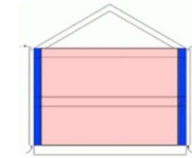
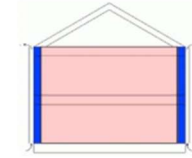
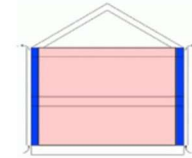
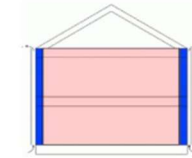
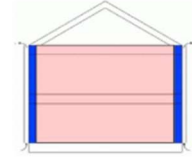
BC_GB_Tip- 5_yalıtım-0cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,364 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_İT_Tip- 1_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,489 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_İT_Tip- 1_yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,429 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_İT_Tip- 1_yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,382 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_İT_Tip- 1_yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,344 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_İT_Tip- 2_yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,439 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_İT_Tip- 2_yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,351 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						
BC_İT_Tip- 3_yalıtım-0cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table><thead><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></tbody></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,443 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																						
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																						
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																						
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																						
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																						

BC_İT_Tip- 3_yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="6">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th colspan="2">U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td colspan="2">2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,321 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri						BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere		1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4		2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4		3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4		4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4		Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																		
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																		
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																		
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																		
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																		
BC_İT_Tip- 4_yalıtım-0cm	<table><tr><th colspan="6">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th colspan="2">U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td colspan="2">2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,556 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri						BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere		1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4		2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4		3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4		4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4		Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																		
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																		
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																		
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																		
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																		
BC_İT_Tip- 4_yalıtım-3m	<table><tr><th colspan="6">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th colspan="2">U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td colspan="2">2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,372 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri						BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere		1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4		2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4		3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4		4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4		Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																		
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																		
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																		
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																		
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																		
BC_İT_Tip- 5_yalıtım-0cm	<table><tr><th colspan="6">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th colspan="2">U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td colspan="2">2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,375 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri						BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere		1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4		2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4		3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4		4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4		Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																		
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																		
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																		
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																		
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																		
BC_İT_Tip- 5_yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="6">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th colspan="2">U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td colspan="2">2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,284 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri						BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere		1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4		2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4		3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4		4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4		Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																		
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																		
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																		
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																		
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																		
BC_PB_Tip- 1_yalıtım-5cm	<table><tr><th colspan="6">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th colspan="2">U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td colspan="2">2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,566 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri						BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere		1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4		2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4		3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4		4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4		Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																		
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																		
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																		
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																		
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																		
BC_PB_Tip- 1_yalıtım-6cm	<table><tr><th colspan="6">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th colspan="2">U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td colspan="2">2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,487 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri						BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere		1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4		2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4		3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4		4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4		Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																		
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																		
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																		
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																		
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																		
BC_PB_Tip- 1_yalıtım-7cm	<table><tr><th colspan="6">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th colspan="2">U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td colspan="2">2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td colspan="2">2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,428 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri						BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere		1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4		2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4		3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4		4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4		Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																						
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																																		
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																																		
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																																		
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																																		
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																																		

BC_PB_Tip- 1_yalıtım-8cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,381 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_PB_Tip- 1_yalıtım-9cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,344 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_PB_Tip- 2_yalıtım-4cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,584 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_PB_Tip- 2_yalıtım-5cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,501 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_PB_Tip- 2_yalıtım-6cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,438 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_PB_Tip- 2_yalıtım-8cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,35 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_PB_Tip- 3_yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,442 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
BC_PB_Tip- 3_yalıtım-5cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,353 ☐ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												

KC_DDT_Tip-1_yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,593 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_DDT_Tip-1_yalıtım-4cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,507 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_DDT_Tip-1_yalıtım-5cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,443 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_DDT_Tip-1_yalıtım-7cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,353 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_DDT_Tip-2_Yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,522 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_DDT_Tip-2_Yalıtım-4cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,454 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_DDT_Tip-2_Yalıtım-6cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,361 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_DDT_Tip-3_Yalıtım-0cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,531 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												

KC_DDT_Tip-3_Yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,363 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_GB_Tip-1_Yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,47 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_GB_Tip-1_Yalıtım-5cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,371 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_GB_Tip-1_Yalıtım-6cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,335 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_GB_Tip-2_Yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,43 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_GB_Tip-2_Yalıtım-4cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,383 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_GB_Tip-2_Yalıtım-5cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,345 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_GB_Tip-3_Yalıtım-0cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,434 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık)  Kesit Görüntüsü 
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												

KC_GB_Tip- 3_Yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table border="1"> <thead> <tr> <th>BÖLGE</th> <th>U Duvar</th> <th>U Tavan</th> <th>U Taban</th> <th>U Pencere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Bölge</td> <td>0,7</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>2. Bölge</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>3. Bölge</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,45</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4. Bölge</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>2,4</td> </tr> </tbody> </table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,316 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) 	Kesit Görüntüsü 
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																								
KC_İT_Tip- 1_Yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table border="1"> <thead> <tr> <th>BÖLGE</th> <th>U Duvar</th> <th>U Tavan</th> <th>U Taban</th> <th>U Pencere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Bölge</td> <td>0,7</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>2. Bölge</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>3. Bölge</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,45</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4. Bölge</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>2,4</td> </tr> </tbody> </table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,479 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) 	Kesit Görüntüsü 
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																								
KC_İT_Tip- 1_Yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table border="1"> <thead> <tr> <th>BÖLGE</th> <th>U Duvar</th> <th>U Tavan</th> <th>U Taban</th> <th>U Pencere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Bölge</td> <td>0,7</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>2. Bölge</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>3. Bölge</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,45</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4. Bölge</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>2,4</td> </tr> </tbody> </table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,381 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) 	Kesit Görüntüsü 
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																								
KC_İT_Tip- 1_Yalıtım-6cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table border="1"> <thead> <tr> <th>BÖLGE</th> <th>U Duvar</th> <th>U Tavan</th> <th>U Taban</th> <th>U Pencere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Bölge</td> <td>0,7</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>2. Bölge</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>3. Bölge</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,45</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4. Bölge</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>2,4</td> </tr> </tbody> </table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,343 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) 	Kesit Görüntüsü 
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																								
KC_İT_Tip- 2_Yalıtım-3cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table border="1"> <thead> <tr> <th>BÖLGE</th> <th>U Duvar</th> <th>U Tavan</th> <th>U Taban</th> <th>U Pencere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Bölge</td> <td>0,7</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>2. Bölge</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>3. Bölge</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,45</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4. Bölge</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>2,4</td> </tr> </tbody> </table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,438 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) 	Kesit Görüntüsü 
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																								
KC_İT_Tip- 2_Yalıtım-4cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table border="1"> <thead> <tr> <th>BÖLGE</th> <th>U Duvar</th> <th>U Tavan</th> <th>U Taban</th> <th>U Pencere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Bölge</td> <td>0,7</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>2. Bölge</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>3. Bölge</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,45</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4. Bölge</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>2,4</td> </tr> </tbody> </table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,389 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) 	Kesit Görüntüsü 
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																								
KC_İT_Tip- 2_Yalıtım-5cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table border="1"> <thead> <tr> <th>BÖLGE</th> <th>U Duvar</th> <th>U Tavan</th> <th>U Taban</th> <th>U Pencere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Bölge</td> <td>0,7</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>2. Bölge</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>3. Bölge</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,45</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4. Bölge</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>2,4</td> </tr> </tbody> </table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,35 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) 	Kesit Görüntüsü 
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																								
KC_İT_Tip- 3_Yalıtım-0cm	Tavsiye Edilen U Değerleri <table border="1"> <thead> <tr> <th>BÖLGE</th> <th>U Duvar</th> <th>U Tavan</th> <th>U Taban</th> <th>U Pencere</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Bölge</td> <td>0,7</td> <td>0,45</td> <td>0,7</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>2. Bölge</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>3. Bölge</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,45</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4. Bölge</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>2,4</td> </tr> </tbody> </table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,441 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) 	Kesit Görüntüsü 
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																								
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																								
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																								
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																								
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																								

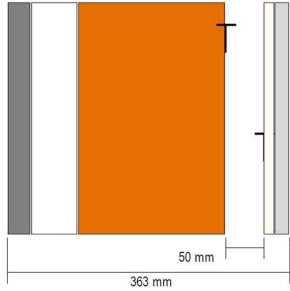
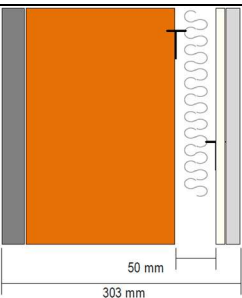
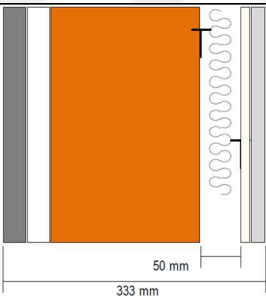
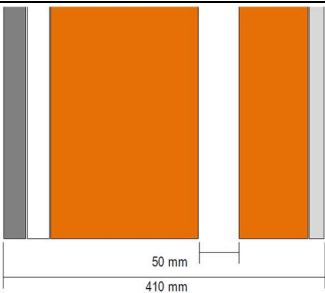
KC_İT_Tip- 3_Yalıtım-3cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,32 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_PB_Tip- 1_Yalıtım-5cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,553 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_PB_Tip- 1_Yalıtım-6cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,478 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_PB_Tip- 1_Yalıtım-8cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,38 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_PB_Tip- 1_Yalıtım-9cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,342 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_PB_Tip- 2_Yalıtım-4cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,581 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_PB_Tip- 2_Yalıtım-6cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,436 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												
KC_PB_Tip- 2_Yalıtım-8cm	<table><tr><th colspan="5">Tavsiye Edilen U Değerleri</th></tr><tr><th>BÖLGE</th><th>U Duvar</th><th>U Tavan</th><th>U Taban</th><th>U Pencere</th></tr><tr><td>1. Bölge</td><td>0,7</td><td>0,45</td><td>0,7</td><td>2,4</td></tr><tr><td>2. Bölge</td><td>0,6</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>2,4</td></tr><tr><td>3. Bölge</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,45</td><td>2,4</td></tr><tr><td>4. Bölge</td><td>0,4</td><td>0,25</td><td>0,4</td><td>2,4</td></tr></table> Alan : 17,5 U Değeri : 0,349 ☒ Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla	Tavsiye Edilen U Değerleri					BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere	1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	Duvar (Dış Havaya Açık) Kesit Görüntüsü
Tavsiye Edilen U Değerleri																																
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere																												
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4																												
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4																												
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4																												
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4																												

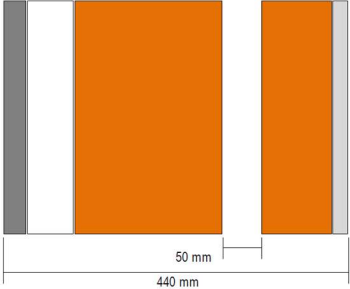
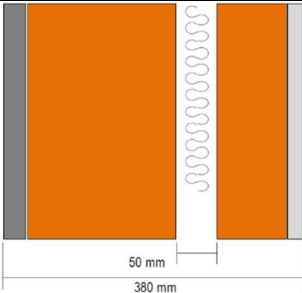
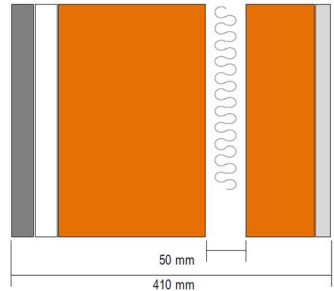
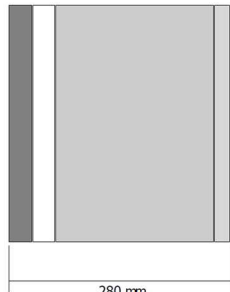
D

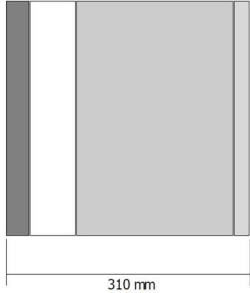
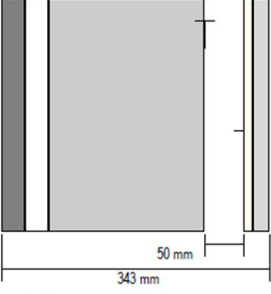
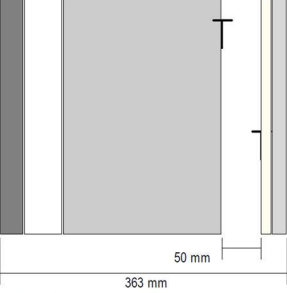
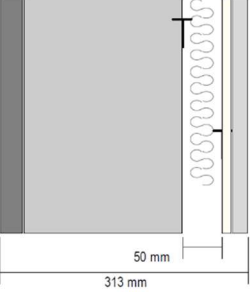
YALITIM KALINLIKLARINA GÖRE REVİZE EDİLMİŞ İŞİTSEL PERFORMANS HESAPLARI

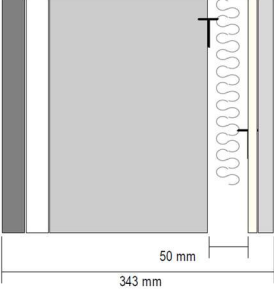
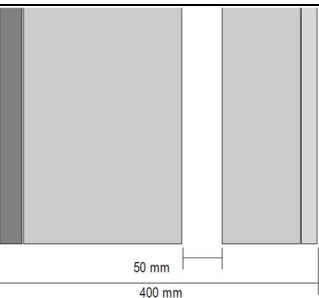
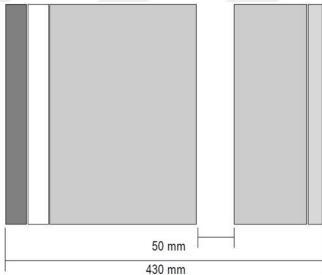
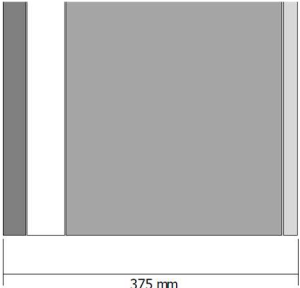
Tablo D.1 Yalıtım kalınlıklarına göre revize edilmiş işitsel performans hesaplarından örnekler

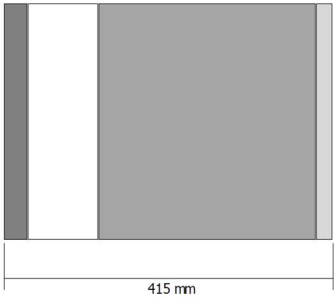
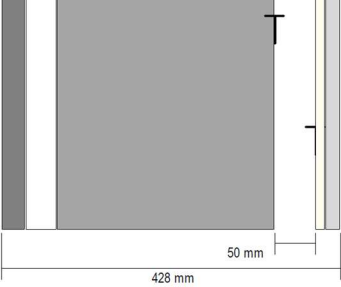
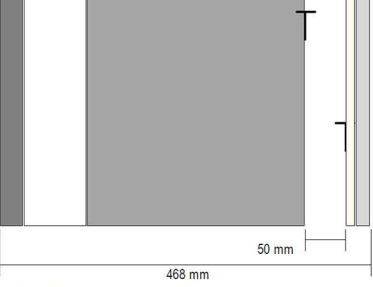
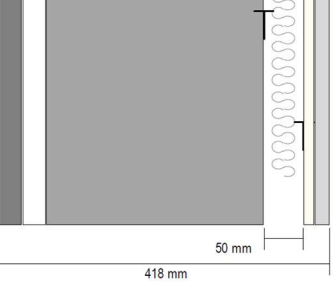
ID-Kod	Hesap sonucu
BC_DDT_Tip- 1_yalıtım-3cm	System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (ρ:1400 kg/m³, E:37GPa, η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (ρ:600 kg/m³, E:4GPa, η:0,01) + 1 x 30,0 mm Rockwool T150 (ρ:150 kg/m³, E:0,89GPa, η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (ρ:1200 kg/m³, E:37GPa, η:0,04) Results: R_w 46 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 49 dB [V50m3] [A11m2]
BC_DDT_Tip- 1_yalıtım-7cm	System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (ρ:1400 kg/m³, E:37GPa, η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (ρ:600 kg/m³, E:4GPa, η:0,01) + 1 x 70,0 mm Rockwool T150 (ρ:150 kg/m³, E:0,89GPa, η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (ρ:1200 kg/m³, E:37GPa, η:0,04) Results: R_w 46 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 49 dB [V50m3] [A11m2]
BC_DDT_Tip- 2_yalıtım-3cm	System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (ρ:1400 kg/m³, E:37GPa, η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (ρ:600 kg/m³, E:4GPa, η:0,01) Cavity: Staggered Steel stud, Stud spacing 600 mm (ρ:0 kg/m³, Rf:100 Pa.s/m²) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (ρ:710 kg/m³, E:2GPa, η:0,01) + 1 x 30,0 mm Rockwool T150 (ρ:150 kg/m³, E:0,89GPa, η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (ρ:1200 kg/m³, E:37GPa, η:0,04) Results: R_w 55 dB C -2 dB C_{tr} -7 dB D_{nTw} 57 dB [V50m3] [A11m2]

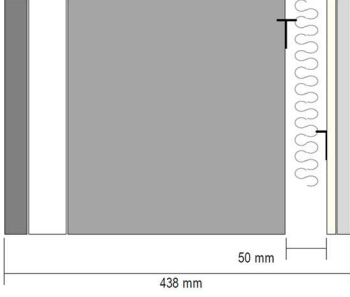
BC_DDT_Tip- 2_yalıtım-6cm	 Rw 55 dB C -1 dB C_{tr} -7 dB D_{nTw} 57 dB [V 50m3] [A 11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) Cavity : Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m3, Rf:100 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m3,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 60,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m3,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_DDT_Tip- 3_yalıtım-0cm	 Rw 56 dB C 0 dB C_{tr} -4 dB D_{nTw} 59 dB [V 50m3] [A 11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) Cavity : Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm , Infill Rockwool (48kg/m3) Thickness 30 mm (p:48 kg/m3, Rf:19400 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m3,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_DDT_Tip- 3_yalıtım-3cm	 Rw 56 dB C 0 dB C_{tr} -4 dB D_{nTw} 59 dB [V 50m3] [A 11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) Cavity : Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm , Infill Rockwool (48kg/m3) Thickness 30 mm (p:48 kg/m3, Rf:19400 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m3,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 30,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m3,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_DDT_Tip- 4_yalıtım-3cm	 Rw 69 dB C -5 dB C_{tr} -12 dB D_{nTw} 70 dB [V 50m3] [A 11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) Cavity : None ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m3, Rf:100 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 90,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) + 1 x 30,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m3,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)

BC_DDT_Tip- 4_yalıtım-6cm	 R_w 68 dB C -5 dB C_{tr} -11 dB D_{nTw} 70 dB [V:50m3] [A:11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) Cavity: None ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m3, Rf100 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 90,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) + 1 x 60,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m3,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_DDT_Tip- 5_yalıtım-0cm	 R_w 77 dB C -5 dB C_{tr} -12 dB D_{nTw} 85 dB [V:50m3] [A:11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) Cavity: None ,Stud spacing 600 mm , Infill Rockwool (48kg/m3) Thickness 30 mm (p:48 kg/m3, Rf19400 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 90,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_DDT_Tip- 5_yalıtım-3cm	 R_w 77 dB C -5 dB C_{tr} -12 dB D_{nTw} 85 dB [V:50m3] [A:11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 190,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) Cavity: None ,Stud spacing 600 mm , Infill Rockwool (48kg/m3) Thickness 30 mm (p:48 kg/m3, Rf19400 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 90,0 mm Brique Creuse (p:600 kg/m3,E:4GPa,η:0,01) + 1 x 30,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m3,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_GB_Tip- 1_yalıtım-3cm	 R_w 46 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 48 dB [V:50m3] [A:11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 200,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m3,E:2,5GPa,η:0,02) + 1 x 30,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m3,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)

BC_GB_Tip- 1_yalıtım-6cm	 System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 200,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m³,E:2,5GPa,η:0,02) + 1 x 60,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m³,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) Rw 46 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 48 dB [V:50m3] [A:11m2]
BC_GB_Tip- 2_yalıtım-3cm	 System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 200,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m³,E:2,5GPa,η:0,02) + 1 x 30,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m³,E:0,89GPa,η:0,03) Cavity : Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m³, Rf:100 Pa.s/m²) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m³,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) Rw 53 dB C -2 dB C_{tr} -7 dB D_{nTw} 56 dB [V:30m3] [A:11m2]
BC_GB_Tip- 2_yalıtım-5cm	 System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 200,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m³,E:2,5GPa,η:0,02) + 1 x 50,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m³,E:0,89GPa,η:0,03) Cavity : Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m³, Rf:100 Pa.s/m²) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m³,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) Rw 53 dB C -1 dB C_{tr} -7 dB D_{nTw} 56 dB [V:50m3] [A:11m2]
BC_GB_Tip- 3_yalıtım-0cm	 System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 200,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m³,E:2,5GPa,η:0,02) + 1 x 30 mm Rockwool (48kg/m³) Thickness 30 mm (p:48 kg/m³, Rf:19400 Pa.s/m²) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m³,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) Rw 57 dB C 0 dB C_{tr} -4 dB D_{nTw} 58 dB [V:30m3] [A:11m2]

BC_GB_Tip- 3_yalıtım-3cm	 Rw 58 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 59 dB [V:50m3] [A:11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 200,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m3,E:2,5GPa,η:0,02) Cavity: Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm , Infill Rockwool (48kg/m3) Thickness 30 mm (p:48 kg/m3, Rf:19400 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m3,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_GB_Tip- 4_yalıtım-0cm	 Rw 68 dB C -4 dB C_{tr} -11 dB D_{nTw} 66 dB [V:50m3] [A:11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 200,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m3,E:2,5GPa,η:0,02) Cavity: None ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m3, Rf:100 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 100,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m3,E:2,5GPa,η:0,02) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_GB_Tip- 4_yalıtım-3m	 Rw 68 dB C -5 dB C_{tr} -11 dB D_{nTw} 67 dB [V:50m3] [A:11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 200,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m3,E:2,5GPa,η:0,02) Cavity: None ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m3, Rf:100 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 100,0 mm Aerated Concrete Block (p:400 kg/m3,E:2,5GPa,η:0,02) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
BC_PB_Tip- 1_yalıtım-5cm	 Rw 62 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 66 dB [V:50m3] [A:11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 275,0 mm Concrete (p:2340 kg/m3,E:11GPa,η:0,06) + 1 x 50,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m3,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)

BC_PB_Tip- 1_yalıtım-9cm	 System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 275,0 mm Concrete (p:2340 kg/m³,E:11GPa,η:0,06) + 1 x 90,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m³,E:0,89GPa,η:0,03) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) Acoustic Properties: R_w 62 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 66 dB [V:50m3] [A:11m2]
BC_PB_Tip- 2_yalıtım-4cm	 System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 275,0 mm Concrete (p:2340 kg/m³,E:11GPa,η:0,06) + 1 x 40,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m³,E:0,89GPa,η:0,03) Cavity: Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m³, Rf:100 Pa.s/m²) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m³,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) Acoustic Properties: R_w 68 dB C -2 dB C_{tr} -8 dB D_{nTw} 74 dB [V:50m3] [A:11m2]
BC_PB_Tip- 2_yalıtım-8cm	 System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 275,0 mm Concrete (p:2340 kg/m³,E:11GPa,η:0,06) + 1 x 80,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m³,E:0,89GPa,η:0,03) Cavity: Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm (p:0 kg/m³, Rf:100 Pa.s/m²) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m³,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) Acoustic Properties: R_w 68 dB C -2 dB C_{tr} -8 dB D_{nTw} 74 dB [V:50m3] [A:11m2]
BC_PB_Tip- 3_yalıtım-3cm	 System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 275,0 mm Concrete (p:2340 kg/m³,E:11GPa,η:0,06) + 1 x 30,0 mm Rockwool T150 (p:150 kg/m³,E:0,89GPa,η:0,03) Cavity: Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm , Infill Rockwool (48kg/m³) Thickness 30 mm (p:48 kg/m³, Rf:19400 Pa.s/m²) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m³,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m³,E:37GPa,η:0,04) Acoustic Properties: R_w 72 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 77 dB [V:50m3] [A:11m2]

BC_PB_Tip- 3_yalıtım-5cm	 Rw 72 dB C -1 dB C_{tr} -5 dB D_{nTw} 77 dB [V.50m3] [A.11m2] System description Panel 1 : 1 x 30,0 mm cement plaster (p:1400 kg/m3,E:37GPa,η:0,04) + 1 x 275,0 mm Concrete (p:2340 kg/m3,E:11GPa,η:0,06) Cavity: Staggered Steel stud ,Stud spacing 600 mm , Infill Rockwool (48kg/m3) Thickness 30 mm (p:48 kg/m3, Rf:19400 Pa.s/m2) Panel 2 + 1 x 13,0 mm mm Plasterboard (p:710 kg/m3,E:2GPa,η:0,01) + 1 x 20,0 mm gypsum plaster (p:1200 kg/m3,E:37GPa,η:0,04)
Not1: Yalıtım kalınlığındaki artış işitsel performansı etkilemediğinden tabloda örnek olarak en ince ve en kalın yalıtıma sahip alternatiflere yer verilmiş, ara değerler gösterilmemiştir. Not2: Gaz beton ile izo-tuğlının işitsel ve ısısal performansları oldukça yakın olduğundan tabloda sadece gaz beton görüntülenmiştir.	

E

BİLEŞİK CİDAR İŞİTSEL PERFORMANS HESAPLARI

Tablo E.1 0,20-0,25 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performans hesap sonuçları

Cam Kodu	Duvar gereci	Boyalı cephe					Kaplama Cephe		
		Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4	Tip-5	Tip-1	Tip-2	Tip-3
Cam-01 (27 dB)	DDT	33	33	33	33	33	33	33	33
	GB	33	33	33	33	33	33	33	33
	İT	33	33	33	33	33	33	33	33
	PB	33	33	33	-	-	33	33	-
Cam-02 (30 dB)	DDT	35	36	36	36	36	36	36	36
	GB	35	36	36	36	36	36	36	36
	İT	36	36	36	36	36	36	36	36
	PB	36	36	36	-	-	36	36	-
Cam-03 (34 dB)	DDT	38	40	40	40	40	40	40	40
	GB	38	40	40	40	40	40	40	40
	İT	39	40	40	40	40	40	40	40
	PB	40	40	40	-	-	40	40	-
Cam-04 (35 dB)	DDT	39	41	41	41	41	40	41	41
	GB	39	40	41	41	41	41	41	41
	İT	40	41	41	41	41	41	41	41
	PB	41	41	41	-	-	41	41	-
Cam-05 (37 dB)	DDT	40	42	43	43	43	42	43	43
	GB	41	42	43	43	43	42	43	43
	İT	41	42	43	43	43	42	43	43
	PB	43	43	43	-	-	43	43	-
Cam-06 (38 dB)	DDT	40	43	44	44	44	43	44	44
	GB	40	43	44	44	44	43	44	44
	İT	42	43	44	44	44	43	44	44
	PB	44	44	44	-	-	44	44	-
Cam-07 (39 dB)	DDT	40	44	45	45	45	43	45	45
	GB	40	43	45	45	45	44	45	45
	İT	42	44	45	45	45	44	45	45
	PB	45	45	45	-	-	45	45	-

Cam-08 (40 dB)	DDT	41	45	46	46	46	44	46	46
	GB	41	44	46	46	46	44	46	46
	İT	43	45	46	46	46	45	46	46
	PB	46	46	46	-	-	46	46	-
Cam-09 (43 dB)	DDT	41	46	48	49	49	45	49	49
	GB	41	45	48	49	49	46	49	49
	İT	44	46	48	49	49	46	49	49
	PB	49	49	49	-	-	49	49	-
Cam-10 (45 dB)	DDT	42	47	49	50	50	46	50	50
	GB	42	46	49	50	50	46	50	50
	İT	44	47	49	50	51	47	50	51
	PB	51	51	51	-	-	51	51	-
Cam-11 (48 dB)	DDT	42	48	50	52	53	46	53	53
	GB	42	46	51	52	53	47	53	53
	İT	45	48	51	53	53	48	53	53
	PB	53	54	54	-	-	54	54	-
Cam-12 (50 dB)	DDT	42	48	51	54	55	47	55	55
	GB	42	47	52	54	55	48	55	55
	İT	45	48	52	55	55	48	55	55
	PB	54	55	56	-	-	56	56	-
Cam-13 (52 dB)	DDT	42	49	52	55	57	47	56	57
	GB	42	47	53	55	57	48	56	57
	İT	45	49	53	56	57	49	57	57
	PB	55	57	58	-	-	57	58	-
Cam-14 (53 dB)	DDT	42	49	52	55	58	47	57	58
	GB	42	47	53	55	58	48	57	58
	İT	45	49	54	58	59	49	58	59
	PB	56	57	59	-	-	58	59	-
Cam-15 (54 dB)	DDT	42	49	52	56	59	47	58	59
	GB	42	47	53	56	59	48	58	59
	İT	45	49	54	58	60	49	59	60
	PB	56	58	60	-	-	59	60	-
Cam-16 (55 dB)	DDT	42	49	53	56	60	47	59	60
	GB	42	47	53	56	60	48	59	60
	İT	45	49	54	59	61	49	60	61
	PB	56	58	61	-	-	59	61	-

Tablo E.2 0,25-0,30 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performansları

Cam Kodu	Duvar gereci	Boyalı cephe					Kaplama Cephe		
		Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4	Tip-5	Tip-1	Tip-2	Tip-3
Cam-01 (27 dB)	DDT	32	33	33	33	33	32	33	33
	GB	32	32	33	33	33	32	33	33
	İT	32	33	33	33	33	33	33	33
	PB	33	33	33	-	-	33	33	-
Cam-02 (30 dB)	DDT	35	35	36	36	36	35	36	36
	GB	35	35	36	36	36	35	36	36
	İT	35	35	36	36	36	35	36	36
	PB	36	36	36	-	-	36	36	-
Cam-03 (34 dB)	DDT	38	39	39	40	40	39	40	40
	GB	38	39	39	40	40	39	40	40
	İT	39	39	39	40	40	39	40	40
	PB	40	40	40	-	-	40	40	-
Cam-04 (35 dB)	DDT	38	40	40	41	41	40	41	41
	GB	38	40	40	41	41	40	41	41
	İT	39	40	40	41	41	40	41	41
	PB	41	41	41	-	-	41	41	-
Cam-05 (37 dB)	DDT	39	42	42	42	43	41	43	43
	GB	39	41	42	42	43	42	43	43
	İT	41	42	42	43	43	42	43	43
	PB	42	43	43	-	-	43	43	-
Cam-06 (38 dB)	DDT	40	43	43	43	44	42	44	44
	GB	40	42	43	43	44	42	44	44
	İT	41	43	43	44	44	43	44	44
	PB	43	44	44	-	-	44	44	-
Cam-07 (39 dB)	DDT	40	43	44	44	45	43	45	45
	GB	40	43	44	44	45	43	45	45
	İT	42	43	44	45	45	43	45	45
	PB	44	45	45	-	-	45	45	-
Cam-08 (40 dB)	DDT	41	44	45	45	46	43	46	46
	GB	41	43	45	45	46	44	46	46
	İT	42	44	45	46	46	44	46	46
	PB	45	45	46	-	-	46	46	-
Cam-09 (43 dB)	DDT	41	46	47	48	49	45	48	49
	GB	41	45	48	48	49	45	48	49
	İT	44	46	48	48	49	46	48	49
	PB	48	48	49	-	-	48	49	-

Cam-10 (45 dB)	DDT	41	47	49	51	51	46	51	51
	GB	42	46	50	51	51	46	51	51
	İT	44	47	50	51	51	47	51	51
	PB	50	50	51	-	-	50	51	-
Cam-11 (48 dB)	DDT	42	48	51	53	54	46	54	54
	GB	42	46	51	53	54	47	54	54
	İT	45	48	52	54	54	48	54	54
	PB	52	53	53	-	-	53	54	-
Cam-12 (50 dB)	DDT	42	48	51	54	56	47	55	56
	GB	42	47	52	54	56	48	55	56
	İT	45	48	53	55	56	48	56	56
	PB	54	55	55	-	-	55	56	-
Cam-13 (52 dB)	DDT	42	49	52	55	58	47	57	58
	GB	42	47	53	55	58	48	57	58
	İT	45	49	53	57	58	49	57	58
	PB	55	56	57	-	-	57	58	-
Cam-14 (53 dB)	DDT	42	49	52	56	59	47	58	59
	GB	42	47	53	56	59	48	58	59
	İT	45	49	54	57	58	49	58	58
	PB	55	57	58	-	-	57	59	-
Cam-15 (54 dB)	DDT	42	49	52	56	59	47	58	59
	GB	42	47	53	56	59	48	58	59
	İT	45	49	54	58	59	49	58	59
	PB	56	57	59	-	-	58	60	-
Cam-16 (55 dB)	DDT	42	49	53	56	60	47	58	60
	GB	42	47	53	56	60	48	58	59
	İT	45	49	54	58	60	49	59	60
	PB	56	58	60	-	-	59	60	-

Tablo E.3 0,30-0,35 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performansları

Cam Kodu	Duvar gereci	Boyalı cephe					Kaplamalı Cephe		
		Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4	Tip-5	Tip-1	Tip-2	Tip-3
Cam-01 (27 dB)	DDT	32	32	32	32	32	32	32	32
	GB	32	32	32	32	32	32	32	32
	İT	32	32	32	32	32	32	32	32
	PB	32	32	32	-	-	32	32	-
Cam-02 (30 dB)	DDT	34	35	35	35	35	35	35	35
	GB	34	35	35	35	35	35	35	35
	İT	35	35	35	35	35	35	35	35

	PB	35	35	35	-	-	35	35	-
Cam-03 (34 dB)	DDT	37	39	39	39	39	39	39	39
	GB	37	38	39	39	39	38	39	39
	İT	39	39	40	40	40	39	40	40
	PB	39	39	39	-	-	39	39	-
Cam-04 (35 dB)	DDT	38	39	40	40	40	39	40	40
	GB	38	39	40	40	40	39	40	40
	İT	39	40	40	41	41	40	41	41
	PB	40	40	40	-	-	40	40	-
Cam-05 (37 dB)	DDT	39	41	42	42	42	41	42	42
	GB	39	41	42	42	42	41	42	42
	İT	40	41	42	42	42	41	42	42
	PB	42	42	42	-	-	42	42	-
Cam-06 (38 dB)	DDT	40	42	43	43	43	42	43	43
	GB	40	42	43	43	43	42	43	43
	İT	41	42	43	43	43	42	43	43
	PB	43	43	43	-	-	43	43	-
Cam-07 (39 dB)	DDT	40	43	43	44	44	42	44	44
	GB	40	42	44	44	44	43	44	44
	İT	42	43	44	44	44	43	44	44
	PB	44	44	44	-	-	44	44	-
Cam-08 (40 dB)	DDT	41	44	44	45	45	43	45	45
	GB	41	43	44	45	45	43	45	45
	İT	42	44	45	45	45	44	45	45
	PB	45	45	45	-	-	45	45	-
Cam-09 (43 dB)	DDT	42	46	47	48	48	45	48	48
	GB	42	45	47	48	48	45	48	48
	İT	44	46	47	48	48	46	48	48
	PB	48	48	48	-	-	48	48	-
Cam-10 (45 dB)	DDT	42	47	48	49	50	46	50	50
	GB	42	46	49	49	50	46	50	50
	İT	44	47	49	50	50	47	50	50
	PB	49	50	50	-	-	50	50	-
Cam-11 (48 dB)	DDT	42	48	50	52	53	47	52	53
	GB	42	47	51	52	53	47	52	53
	İT	45	48	51	52	53	48	53	53
	PB	52	52	53	-	-	53	53	-
Cam-12 (50 dB)	DDT	42	49	51	53	55	47	54	55
	GB	42	47	52	53	55	48	54	55

	İT	45	49	52	54	55	49	54	55
	PB	53	54	55	-	-	54	55	-
Cam-13 (52 dB)	DDT	43	49	52	55	56	47	56	56
	GB	43	47	53	55	56	48	56	53
	İT	45	49	53	56	57	49	56	57
	PB	55	56	57	-	-	56	57	-
Cam-14 (53 dB)	DDT	43	49	52	55	57	47	57	57
	GB	43	47	53	55	57	48	57	57
	İT	45	49	54	57	58	49	57	58
	PB	55	56	58	-	-	57	58	-
Cam-15 (54 dB)	DDT	43	49	53	56	58	47	57	58
	GB	43	47	53	56	58	48	57	58
	İT	46	49	54	57	58	49	58	58
	PB	56	57	58	-	-	58	59	-
Cam-16 (55 dB)	DDT	43	49	53	56	59	47	58	59
	GB	43	47	54	56	59	48	58	59
	İT	46	49	54	58	59	49	59	59
	PB	56	58	59	-	-	59	60	-

Tablo E.4 0,35-0,45 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performansları

Cam Kodu	Duvar gereci	Boyalı cephe					Kaplama Cephe		
		Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4	Tip-5	Tip-1	Tip-2	Tip-3
Cam-01 (27 dB)	DDT	31	31	31	31	31	31	31	31
	GB	31	31	31	31	31	31	31	31
	İT	31	31	31	31	31	31	31	31
	PB	31	31	31	-	-	31	31	-
Cam-02 (30 dB)	DDT	33	34	34	34	34	34	34	34
	GB	33	34	34	34	34	34	34	34
	İT	34	34	34	34	34	34	34	34
	PB	34	34	34	-	-	34	34	-
Cam-03 (34 dB)	DDT	37	38	38	38	38	38	38	38
	GB	37	38	38	38	38	38	38	38
	İT	37	38	38	38	38	38	38	38
	PB	38	38	38	-	-	38	38	-
Cam-04 (35 dB)	DDT	38	39	39	39	39	39	39	39
	GB	38	38	39	39	39	39	39	39
	İT	38	39	39	39	39	39	39	39
	PB	39	39	39	-	-	39	39	-
Cam-05	DDT	39	40	41	41	41	40	41	41

(37 dB)	GB	39	40	41	41	41	40	41	41
	İT	40	40	41	41	41	40	41	41
	PB	41	41	41	-	-	41	41	-
Cam-06 (38 dB)	DDT	40	41	42	42	42	41	42	42
	GB	40	41	42	42	42	41	42	42
	İT	41	41	42	42	42	41	42	42
	PB	42	42	42	-	-	42	42	-
Cam-07 (39 dB)	DDT	40	42	43	43	43	42	43	43
	GB	40	42	43	43	43	42	43	43
	İT	41	42	43	43	43	42	43	43
	PB	43	43	43	-	-	43	43	-
Cam-08 (40 dB)	DDT	41	43	44	44	44	43	44	44
	GB	41	43	44	44	44	43	44	44
	İT	42	43	44	44	44	43	44	44
	PB	44	44	44	-	-	44	44	-
Cam-09 (43 dB)	DDT	42	45	46	47	47	45	47	47
	GB	42	45	46	47	47	45	47	47
	İT	44	45	46	47	47	45	47	47
	PB	47	47	47	-	-	47	47	-
Cam-10 (45 dB)	DDT	42	47	48	49	49	46	49	49
	GB	42	46	48	49	49	46	49	49
	İT	44	47	48	49	49	47	49	49
	PB	49	49	49	-	-	49	49	-
Cam-11 (48 dB)	DDT	43	48	50	51	52	47	52	52
	GB	43	47	50	51	52	47	52	52
	İT	45	48	51	52	52	48	52	52
	PB	51	51	52	-	-	52	52	-
Cam-12 (50 dB)	DDT	43	49	51	53	54	47	53	54
	GB	43	47	52	53	54	48	53	54
	İT	46	49	52	53	54	49	54	54
	PB	53	53	54	-	-	54	54	-
Cam-13 (52 dB)	DDT	43	49	52	54	56	48	55	56
	GB	43	48	53	54	56	48	55	56
	İT	46	49	53	55	56	49	55	56
	PB	54	55	56	-	-	55	56	-
Cam-14 (53 dB)	DDT	43	49	52	55	57	48	56	57
	GB	43	48	53	55	57	49	56	56
	İT	46	49	54	56	57	49	56	57
	PB	55	56	57	-	-	56	57	-

Cam-15 (54 dB)	DDT	43	50	53	56	57	48	57	57
	GB	43	48	53	56	57	49	57	57
	İT	46	50	54	57	58	50	57	58
	PB	56	57	58	-	-	57	58	-
Cam-16 (55 dB)	DDT	43	50	53	56	58	48	58	58
	GB	43	48	54	56	58	49	58	58
	İT	46	50	54	58	59	50	58	59
	PB	56	57	59	-	-	58	59	-

Tablo E.5 0,45-0,60 saydamlık oranı için bileşik cidar işitsel performansları

Cam Kodu	Duvar gereci	Boyalı cephe					Kaplama Cephe		
		Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4	Tip-5	Tip-1	Tip-2	Tip-3
Cam-01 (27 dB)	DDT	30	30	30	30	30	30	30	30
	GB	30	30	30	30	30	30	30	30
	İT	30	30	30	30	30	30	30	30
	PB	30	30	30	-	-	30	30	-
Cam-02 (30 dB)	DDT	33	33	33	33	33	33	33	33
	GB	33	33	33	33	33	33	33	33
	İT	33	33	33	33	33	33	33	33
	PB	33	33	33	-	-	33	33	-
Cam-03 (34 dB)	DDT	36	37	37	37	37	37	37	37
	GB	36	37	37	37	37	37	37	37
	İT	36	37	37	37	37	37	37	37
	PB	37	37	37	-	-	37	37	-
Cam-04 (35 dB)	DDT	37	38	38	38	38	38	38	38
	GB	37	38	38	38	38	38	38	38
	İT	37	38	38	38	38	38	38	38
	PB	38	38	38	-	-	38	38	-
Cam-05 (37 dB)	DDT	38	40	40	40	40	39	40	40
	GB	38	39	40	40	40	39	40	40
	İT	39	40	40	40	40	40	40	40
	PB	40	40	40	-	-	40	40	-
Cam-06 (38 dB)	DDT	39	40	41	41	41	40	41	41
	GB	39	40	41	41	41	40	41	41
	İT	40	40	41	41	41	40	41	41
	PB	41	41	41	-	-	41	41	-
Cam-07 (39 dB)	DDT	40	41	42	42	42	41	42	42
	GB	40	41	42	42	42	41	42	42
	İT	41	41	42	42	42	41	42	42

	PB	42	42	42	-	-	42	42	-
Cam-08 (40 dB)	DDT	40	42	43	43	43	42	43	43
	GB	40	42	43	43	43	42	43	43
	İT	41	42	43	43	43	42	43	43
	PB	43	43	43	-	-	43	43	-
Cam-09 (43 dB)	DDT	42	45	45	46	46	44	46	46
	GB	42	44	45	46	46	44	46	46
	İT	43	45	46	46	46	45	46	46
	PB	46	46	46	-	-	46	46	-
Cam-10 (45 dB)	DDT	43	46	47	48	48	45	48	48
	GB	43	45	47	48	48	46	48	48
	İT	44	46	47	48	48	46	48	48
	PB	48	48	48	-	-	48	48	-
Cam-11 (48 dB)	DDT	43	48	49	50	51	47	51	51
	GB	43	47	50	50	51	47	51	51
	İT	46	48	50	51	51	48	51	51
	PB	50	51	51	-	-	51	51	-
Cam-12 (50 dB)	DDT	44	49	51	52	53	48	53	53
	GB	44	48	51	52	53	48	53	53
	İT	46	49	51	53	53	49	53	53
	PB	52	52	53	-	-	53	53	-
Cam-13 (52 dB)	DDT	44	50	52	54	55	48	54	55
	GB	44	48	52	54	55	49	54	55
	İT	46	50	53	54	55	50	55	55
	PB	54	54	55	-	-	54	55	-
Cam-14 (53 dB)	DDT	44	50	52	54	56	48	55	56
	GB	44	48	53	54	56	49	55	56
	İT	47	50	53	55	56	50	55	56
	PB	54	55	56	-	-	55	56	-
Cam-15 (54 dB)	DDT	44	50	53	55	57	48	56	57
	GB	44	48	53	55	57	49	56	57
	İT	47	50	54	56	58	50	56	57
	PB	55	56	57	-	-	56	57	-
Cam-16 (55 dB)	DDT	44	50	53	56	57	49	57	57
	GB	44	49	54	56	57	49	57	57
	İT	47	50	54	57	58	50	57	58
	PB	56	57	58	-	-	57	58	-

F

GÖRSEL PERFORMANS HESAPLARI

Tablo F.1 Görsel performans hesap sonuçlarından örnekler

Engel açısı	Oda Der.	S.O.	Yön	Konum	E _{ref,50}	E _{ref,95}	UDI _{low}	UDI	UDI _{up}
0°-25°	2,5-3,5	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	1015	660	5	92	3
				Ankara	964	613	12	84	4
				İstanbul	944	590	15	82	4
				Trabzon	790	502	24	72	3
			Güney	İzmir	1626	863	5	65	30
				Ankara	1426	766	12	63	25
				İstanbul	1310	728	14	62	24
				Trabzon	937	578	24	57	18
		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	1464	1003	5	85	10
				Ankara	1379	941	12	78	10
				İstanbul	1361	909	14	75	10
				Trabzon	1133	768	24	68	8
			Güney	İzmir	2303	1330	5	46	49
				Ankara	2063	1199	12	45	43
				İstanbul	1907	1133	14	45	40
				Trabzon	1351	900	24	44	32
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	2186	1600	5	65	30
				Ankara	2057	1480	12	59	30
				İstanbul	2031	1424	14	57	29
				Trabzon	1686	1196	24	53	23
			Güney	İzmir	3966	2373	5	23	72
				Ankara	3414	2076	12	22	66
				İstanbul	3097	1935	14	24	62
0°-25°	3,5-5,0	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	707	487	5	93	2
				Ankara	655	441	13	85	2
				İstanbul	648	413	15	83	2
				Trabzon	540	343	25	74	2
			Güney	İzmir	1093	640	5	76	18
				Ankara	952	563	13	72	16
				İstanbul	884	512	15	71	14
				Trabzon	644	401	24	64	12

		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	1034	690	5	90	5
				Ankara	968	633	12	82	5
				İstanbul	951	595	15	80	5
				Trabzon	790	494	24	71	5
			Güney	İzmir	1580	925	5	64	31
				Ankara	1393	810	12	61	27
				İstanbul	1283	743	14	61	25
				Trabzon	936	566	24	56	20
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	1554	1044	5	79	16
				Ankara	1448	949	12	72	16
				İstanbul	1418	906	14	70	15
				Trabzon	1188	745	24	63	13
			Güney	İzmir	2456	1433	5	44	52
				Ankara	2149	1251	12	42	46
				İstanbul	1970	1146	14	43	43
				Trabzon	1410	869	24	41	35
Engel açısı	Oda Der.	S.O.	Yön	Konum	E_{ref,50}	E_{ref,95}	UDI_{low}	UDI	UDI_{up}
0°-25°	5,0-7,0	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	490	268	6	92	1
				Ankara	449	243	14	85	1
				İstanbul	435	230	16	83	1
				Trabzon	356	183	26	73	1
			Güney	İzmir	721	368	6	83	12
				Ankara	628	309	13	77	10
				İstanbul	590	277	15	75	9
				Trabzon	437	212	25	67	7
		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	697	383	6	91	3
				Ankara	643	343	13	84	3
				İstanbul	613	326	15	81	4
				Trabzon	506	262	25	72	3
			Güney	İzmir	1043	529	5	75	19
				Ankara	910	444	13	70	17
				İstanbul	845	397	15	69	16
				Trabzon	621	308	25	63	13
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	1049	592	5	85	10
				Ankara	969	529	12	78	10
				İstanbul	936	497	15	76	10
				Trabzon	773	405	24	68	8

			Güney	İzmir	1622	818	5	63	32
			Güney	Ankara	1433	695	12	59	29
			Güney	İstanbul	1295	615	15	59	27
			Güney	Trabzon	951	471	24	54	22
0°-25°	7,0-9,0	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	341	151	9	90	1
				Ankara	311	134	17	83	1
				İstanbul	291	125	19	80	1
				Trabzon	240	102	29	70	1
			Güney	İzmir	480	194	7	85	8
				Ankara	415	163	15	78	7
				İstanbul	368	147	17	76	6
				Trabzon	278	114	27	68	5
		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	480	218	7	91	2
				Ankara	439	193	14	84	2
				İstanbul	418	178	17	81	2
				Trabzon	342	145	27	71	2
			Güney	İzmir	689	279	6	80	14
				Ankara	597	236	14	75	12
				İstanbul	529	211	16	73	11
				Trabzon	399	164	26	65	9
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	728	333	6	88	6
				Ankara	658	298	13	81	6
				İstanbul	631	280	15	78	6
				Trabzon	516	225	25	70	5
			Güney	İzmir	1063	444	5	72	23
				Ankara	911	375	13	67	20
				İstanbul	812	330	15	66	19
				Trabzon	608	255	25	60	15
Engel açısı	Oda Der.	S.O.	Yön	Konum	E_{ref,50}	E_{ref,95}	UDI_{low}	UDI	UDI_{up}
41°-60°	2,5-3,5	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	958	626	5	92	3
				Ankara	866	572	13	85	2
				İstanbul	812	534	15	83	2
				Trabzon	657	435	24	74	2
			Güney	İzmir	1231	733	5	79	16
				Ankara	1077	662	13	74	13
				İstanbul	980	612	15	73	12
				Trabzon	759	490	24	66	10

		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	1399	938	5	87	8
				Ankara	1255	844	12	80	8
				İstanbul	1174	778	15	78	7
				Trabzon	958	624	24	70	6
			Güney	İzmir	1801	1057	5	65	30
				Ankara	1585	954	12	62	26
				İstanbul	1429	884	14	61	24
				Trabzon	1120	707	24	57	19
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	2103	1479	5	68	28
				Ankara	1912	1319	12	62	26
				İstanbul	1834	1208	14	62	24
				Trabzon	1487	982	24	58	18
			Güney	İzmir	3227	1749	5	37	58
				Ankara	2732	1599	12	36	52
				İstanbul	2403	1461	14	38	48
				Trabzon	1761	1142	24	38	38
Engel açısı	Oda Der.	S.O.	Yön	Konum	E _{ref,50}	E _{ref,95}	UDI _{low}	UDI	UDI _{up}
41°-60°	3,5-5,0	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	660	426	6	93	1
				Ankara	586	366	13	86	1
				İstanbul	543	331	15	83	1
				Trabzon	446	264	25	74	1
			Güney	İzmir	798	453	6	84	10
				Ankara	700	392	13	78	9
				İstanbul	636	349	15	77	8
				Trabzon	496	277	25	69	6
		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	953	625	5	90	4
				Ankara	843	536	13	83	4
				İstanbul	781	486	15	81	4
				Trabzon	635	389	25	72	3
			Güney	İzmir	1182	676	5	77	18
				Ankara	1012	583	13	72	16
				İstanbul	907	520	15	71	14
				Trabzon	697	411	24	64	12
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	1469	958	5	81	14
				Ankara	1318	831	12	75	13
				İstanbul	1246	765	14	73	13
				Trabzon	998	616	24	66	10

			Güney	İzmir	1955	1101	5	60	35
			Güney	Ankara	1643	942	12	57	31
			Güney	İstanbul	1449	850	14	57	28
			Güney	Trabzon	1114	658	24	53	23
Engel açısı	Oda Der.	S.O.	Yön	Konum	E _{ref,50}	E _{ref,95}	UDI _{low}	UDI	UDI _{up}
41°-60°	5,0-7,0	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	446	234	7	92	1
				Ankara	391	199	15	84	1
				İstanbul	362	178	17	82	1
				Trabzon	293	142	27	72	1
			Güney	İzmir	510	255	7	87	6
				Ankara	435	215	14	80	5
				İstanbul	387	192	17	78	5
				Trabzon	306	148	26	70	4
		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	634	337	6	91	3
				Ankara	557	289	13	84	3
				İstanbul	511	261	16	82	3
				Trabzon	417	207	26	72	2
			Güney	İzmir	760	379	6	83	11
				Ankara	655	318	13	77	10
				İstanbul	588	284	16	75	9
				Trabzon	455	220	25	68	7
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	976	530	5	86	9
				Ankara	850	456	13	79	8
				İstanbul	793	424	15	77	8
				Trabzon	635	336	25	69	6
			Güney	İzmir	1267	644	5	73	22
				Ankara	1067	526	13	68	19
				İstanbul	942	476	15	68	18
				Trabzon	733	365	24	61	14
0°-25°	5,0-7,0	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	490	268	6	92	1
				Ankara	449	243	14	85	1
				İstanbul	435	230	16	83	1
				Trabzon	356	183	26	73	1
			Güney	İzmir	721	368	6	83	12
				Ankara	628	309	13	77	10
				İstanbul	590	277	15	75	9
				Trabzon	437	212	25	67	7

		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	697	383	6	91	3
				Ankara	643	343	13	84	3
				İstanbul	613	326	15	81	4
				Trabzon	506	262	25	72	3
			Güney	İzmir	1043	529	5	75	19
				Ankara	910	444	13	70	17
				İstanbul	845	397	15	69	16
				Trabzon	621	308	25	63	13
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	1049	592	5	85	10
				Ankara	969	529	12	78	10
				İstanbul	936	497	15	76	10
				Trabzon	773	405	24	68	8
			Güney	İzmir	1622	818	5	63	32
				Ankara	1433	695	12	59	29
				İstanbul	1295	615	15	59	27
				Trabzon	951	471	24	54	22
Engel açısı	Oda Der.	S.O.	Yön	Konum	E_{ref,50}	E_{ref,95}	UDI_{low}	UDI	UDI_{up}
41°-60°	7,0-9,0	0,20-0,25	Kuzey	İzmir	293	132	11	89	1
				Ankara	252	112	19	81	1
				İstanbul	230	100	22	77	1
				Trabzon	180	79	32	67	0
			Güney	İzmir	328	136	10	86	5
				Ankara	281	117	18	78	4
				İstanbul	247	104	21	75	4
				Trabzon	188	82	31	66	3
		0,30-0,35	Kuzey	İzmir	424	191	8	91	2
				Ankara	367	161	16	83	2
				İstanbul	335	147	18	80	2
				Trabzon	267	114	28	70	1
			Güney	İzmir	495	205	7	85	8
				Ankara	415	174	15	78	7
				İstanbul	368	155	18	76	6
				Trabzon	283	121	27	67	5
		0,45-0,60	Kuzey	İzmir	670	301	6	88	6
				Ankara	585	258	14	81	6
				İstanbul	538	236	16	79	5
				Trabzon	429	186	26	70	4

			Güney	İzmir	831	353	6	79	15
				Ankara	679	290	13	73	14
				İstanbul	609	262	16	72	12
				Trabzon	469	199	25	65	10



TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Konuk Taştan, G. G., Yağmur, Ş., Uyduran, G., & İplik, I. (2022, 9-11 Eylül 2022). Comparison of the calculation methods recommended in EN 17037 standard for all provinces in Turkey. II. International Architectural Sciences and Applications Symposium, Bakü, Azerbaijan.

Makaleler

1. Konuk Taştan, G. G., İplik, I., & Yağmur, Ş. (2023). Doğrama Özellikleri ve Açılış Biçimlerinin Yalın Camın Akustik Performansına Etkisi. *Karesi Journal of Architecture*, 2(1), 30-44.
2. Konuk Taştan, G. G., İplik, I., Yağmur, Ş., & Uyduran, H. G. (2023). Türkiye'deki tüm illerin medyan dış aydınlık düzeyi değerlerinin hesaplanması. *Istanbul Aydın Üniversitesi Dergisi Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu*, 18(68).
3. Konuk Taştan, G. G., İplik, I., Yağmur, Ş., & Uyduran, H. G. (2024). Assessment discrepancy between “daylight factor” and “using illuminance data” under EN:17037 by climate zones. *Advances in Civil and Architectural Engineering*, 15(28), 133-150.