

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL
PERFORMANSININ HASTANE ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hakika DURAN**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

OCAK 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL
PERFORMANSININ HASTANE ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hakika DURAN
(502071706)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Ocak 2010**

**Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Nurgün TAMER BAYAZIT
(İTÜ)
Eş Danışman : Prof. Dr. A. Zerrin YILMAZ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Sevtap YILMAZ DEMİRKALE
(İTÜ)
Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY (MSÜ)
Y. Doç. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER (MSÜ)**

OCAK 2010

Anneme ve Babama,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmalarım süresince değerli katkılarını esirgemeyen danışmanlarım Sayın Prof. Dr. Zerrin Yılmaz ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurgün Tamer Bayazıt'a verdikleri destek, gösterdikleri anlayış ve rehberlikleri için sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma kapsamında zamanlarını ayırıp, bilgilerini paylaştıkları ve alan çalışmasında binayı belirlememizde yardımcı oldukları için Metal Yapı A.Ş.'ye ve İlknur Akın'a, bilim adına vermiş oldukları maddi desteklerinden dolayı Tübitak'a, çalışmalarımda, yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Burcu Çiğdem Çelik ve Meltem Bayraktar'a teşekkür ederim.

Ayrıca, her konuda beni destekleyen, güven veren ve hep yanımda olan sevgili Çağrı Sezgin'e, varlıklarını ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim babam Bekir Duran'a, annem Rukiye Duran'a ve ağabeyim Mehmet Duran'a sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2010

Hakika Duran
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
SEMBOL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
2. BİNA CEPHESİ KAVRAMI, TARİHSEL SÜREÇ İÇİNDEKİ GELİŞİMİ VE GİYDİRME CEPHELER.....	3
2.1 Bina Cephesi Kavramı ve Tarihsel Süreç İçindeki Gelişimi.....	3
2.1.1 Bina cephesi kavramı	3
2.1.2 Bina cephesi tarihsel süreç içindeki gelişimi	4
2.1.2.1 Sanayi devrimi öncesi cephe gelişimi	4
2.1.2.2 Sanayi devrimi sonrası cephe gelişimi	8
2.2 Giydirme Cepheleer	10
2.2.1 Giydirme cephe kavramı	11
2.2.2 Giydirme cephe gelişimi	11
2.2.3 Giydirme cephe türleri	13
2.2.3.1 Ağır asma giydirme cepheleer	14
2.2.3.2 Hafif asma giydirme cepheleer	14
2.3 Bina Cephesinin Değerlendirilmesinde Etkili Olan Performans Özellikleri....	15
2.3.1 Taşıyıcılık.....	16
2.3.2 Sızdırmazlık	17
2.3.3 Isıl davranış	17
2.3.4 Gürültü kontrolü.....	18
2.3.5 Işık kontrolü	18
2.3.6 Yangın direnci.....	19
2.3.7 Güvenlik.....	20
3. BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL PERFORMANSINI ETKİLEYEN ETKENLER	21
3.1 Gürültü İle İlgili Temel Bilgiler	21
3.1.1 Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri	22
3.1.1.1 Fiziksel etkiler	23
3.1.1.2 Fizyolojik etkiler	23
3.1.1.3 Psikolojik etkiler	24
3.1.1.4 Performans etkileri	24
3.1.2 Gürültü göstergeleri	25
3.1.2.1 A-ölçümlü ses basınç düzeyi (dBA)	25

3.1.2.2 Eşdeğer sürekli gürültü düzeyi (L_{eq})	25
3.1.2.3 Gündüz-akşam-gece seviyesi (L_{gag})	26
3.1.2.4 Aşma seviyeleri (L_N)	26
3.1.3 Gürültü ölçüt ve limitleri.....	26
3.1.3.1 İşitme sağlığı ölçütleri	27
3.1.3.2 Çevresel gürültü ölçütleri	27
3.1.3.3 Yapı akustiği gürültü ölçütleri	29
3.2 Isıl Performansı Etkileyen Etkenler.....	32
3.2.1 Isıl konfor koşulları	32
3.2.2 Dış çevreye ilişkin etkenler	36
3.2.3 Yapma çevreye ilişkin etkenler	37
3.2.3.1 Binanın yeri	37
3.2.3.2 Binanın diğer binalara göre konumu	37
3.2.3.3 Binanın boyutları ve biçim faktörü	38
3.2.3.4 Binanın yönlendiriliş durumu	38
3.2.3.5 Bina kabuğunun (cephe-çatı) optik ve termofiziksel özellikleri	38
4. BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL PERFORMANSININ SAPTANMASI...	41
4.1 Ses Azalma (Ses Yalıtım) Performansının Saptanması.....	41
4.1.1 Ses azalma performansının hesap yöntemi ile saptanması.....	42
4.1.1.1 Doğrudan iletimin tayini	42
4.1.1.2 Yan yol iletimin tayini	48
4.1.1.3 Toplam ses azalma indisinin hesaplanması	52
4.1.1.4 Kompozit elemanlarda ses azalma indisinin hesaplanması	53
4.1.2 Ses azalma performansının ölçüm yöntemi ile saptanması.....	53
4.1.2.1 Laboratuvar ortamında ölçüm yöntemi	53
4.1.2.2 Saha ortamında ölçüm yöntemi	56
4.1.3 Ses azalma indisinin tek sayılı birimlerle ifade edilmesi	63
4.1.4 Yapı elemanının istenilen ses azalma değerinin hesaplanması	69
4.2 Isıl Performansının Saptanması	69
4.2.1 Hesaplama yöntemleri.....	70
4.2.1.1 Simülasyon araçları	70
4.2.1.2 EnergyPlus programı ile simülasyon	72
4.2.2 Ölçüm yöntemleri.....	74
5. ÖRNEK BİR BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ (KAVACIK MEDİKAL BİNASI)	75
5.1 Binanın ve Çevrenin Tanıtımı	75
5.2 Ses Yalıtım Performansına Yönelik Ölçümlerin Yapılması	76
5.2.1 Ölçüm düzeneği.....	76
5.2.2 Çevresel gürültünün ölçümü	77
5.2.3 Bina cephesinin görünür ses azalma indisinin ölçümü	79
5.3 Isıl Performansa Yönelik Simülasyon Çalışmaları.....	83
5.3.1 Girdiler	83
5.3.1.1 İklim verileri	83
5.3.1.2 Binaya ait bilgiler	83
5.4 Bulgular	87
5.4.1 Ses yalıtım performansına yönelik bulgular.....	87
5.4.1.1 Çevresel gürültü ölçüm sonuçları	87
5.4.1.2 Bina cephesinin görünür ses azalma indisinin ölçüm sonuçları	91
5.4.1.3 Bina cephesinin ses azalma (ses yalıtımı) performansının hastane binası için kriterlerle karşılaştırılması	96

5.4.2 Isıl performansa yönelik bulgular	105
5.4.3 İyileştirme yapılması	112
6. SONUÇLAR	117
KAYNAKLAR	121
EKLER.....	125
ÖZGEÇMİŞ.....	135

KISALTMALAR

ÇGDYY	: Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
EN	: Avrupa Standartları (European Norm)
ISO	: Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Standards Organization)
NC	: Gürültü Kriteri (Noise Criteria)
NCB	: Dengelenmiş Gürültü Kriteri (Balanced Noise Criteria Curves)
NR	: Gürültü Azaltımı (Noise Reduction)
RC	: Değerlendirme Kriteri (Room Criteria)
SHGC	: Güneş Işınımı Geçirgenlik Katsayısı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Gürültülerin sınıflandırılması (Demirkale Yılmaz, 2007).....	23
Çizelge 3.2 : Karayolu çevresel gürültü sınır değeri (ÇGDYY, 2008).	27
Çizelge 3.3 : İç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri (ÇGDYY, 2008).	28
Çizelge 3.4 : Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından çevre gürültüsü için yayınlanan kılavuzda belirtilen limit değerleri (Berglund, 1999).....	30
Çizelge 3.5 : Çeşitli mekanlar için önerilen NCB değerleri (Beranek, 2006).	31
Çizelge 3.6 : Farklı aktivite türleri için metabolizma düzeyleri (Ashrae, 2001).	34
Çizelge 3.7 : Belirli bazı tip giysiler için ısı yalıtım dirençleri (Ashrae, 2001).	35
Çizelge 3.8 : Isıl konfor için operatif sıcaklığın (t_o) optimum ve kabul edilebilir sınır değerleri.	36
Çizelge 3.9 : Çevresel değişkenlerin ısı konfor için gerekli değerleri (ISO 7730, 2005).....	36
Çizelge 4.1 : Bina elemanlarının hava ile yayılan ses yalıtım özelliklerinin tek sayılı büyüklükleri (ISO 717-1, 2005).	64
Çizelge 4.2 : Bina elemanlarının hava ile yayılan ses yalıtım özelliklerinin tek sayılı büyüklükleri (ISO 717-1, 2005).	64
Çizelge 4.3 : Hava ile yayılan ses için referans değerler (ISO 717-1, 2005).	65
Çizelge 4.4 : Adaptasyon terimlerinin hesaplanmasına ait ses seviye spektrumları (ISO 717-1, 2005).....	67
Çizelge 5.1 : Kavacık Medikal Binası genel bilgiler.	84
Çizelge 5.2 : Kavacık Medikal Binası malzeme bilgileri.	86
Çizelge 5.3 : Çavuşbaşı caddesi gündüz zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.....	88
Çizelge 5.4 : Çavuşbaşı caddesi akşam zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.	89
Çizelge 5.5 : Çavuşbaşı caddesi gece zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.	90
Çizelge 5.6 : Kavacık Medikal Binası alıcı odası reverbrasyon ölçüm düzeyleri.	92
Çizelge 5.7 : Kavacık Medikal Binası alıcı odası arka plan gürültüsü ölçüm düzeyleri.	93
Çizelge 5.8 : Sağlık tesisi iç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri (ÇGDYY, 2008).	96
Çizelge 5.9 : Hastaneler için önerilen NCB değerleri (Beranek, 2006).	96
Çizelge 5.10 : Kavacık Medikal Binası için gündüz zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri.	97
Çizelge 5.11 : Kavacık Medikal Binası için akşam zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri.	98
Çizelge 5.12 : Kavacık Medikal Binası için gece zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri.	99
Çizelge 5.13 : Kavacık Medikal Binası için gündüz zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri.	100

Çizelge 5.14 : Kavacık Medikal Binası için akşam zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri.	101
Çizelge 5.15 : Kavacık Medikal Binası için gece zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri.	101
Çizelge 5.16 : Kavacık Medikal Binası için istenilen ve mevcut R_w değerleri.	102
Çizelge 5.17 : Kavacık Medikal Binası cephesinin görünür ses azalma indisi sonuçları.	103
Çizelge 5.18 : Kavacık Medikal binası cephesinin ses performans sonuçları.	103
Çizelge 5.19 : Bina cephesi opak-saydam yüzey oranları.	109
Çizelge 5.20 : Bina cephesi yüzeylerinin ısı geçirgenlik katsayıları.	109
Çizelge 5.21 : Bina cephesinin mevcut ve iyileştirilmiş duruma göre opak-saydam yüzey oranları.	112
Çizelge 5.22 : Bina cephesi bileşenlerinin ses azalma indisleri (Aşçıgil, 2010).	114
Çizelge 5.23 : Mevcut cephe ve iyileştirilmiş cephenin hesaplama yöntemine göre belirlenmiş ses azalma indislerinin karşılaştırılması.	114
Çizelge A.1 : Kavacık Medikal Binası döşeme-1 katmanları.	128
Çizelge A.2 : Kavacık Medikal Binası döşeme-2 katmanları.	128
Çizelge A.3 : Kavacık Medikal Binası tavan-1 katmanları.	128
Çizelge A.4 : Kavacık Medikal Binası tavan-2 katmanları.	128
Çizelge A.5 : Kavacık Medikal Binası duvar-1 katmanları.	130
Çizelge A.6 : Kavacık Medikal Binası duvar-2 katmanları.	130
Çizelge A.7 : Kavacık Medikal Binası duvar-3 katmanları.	130
Çizelge A.8 : Kavacık Medikal Binası duvar-4 katmanları.	130
Çizelge A.9 : Kavacık Medikal Binası duvar-5 katmanları.	131
Çizelge A.10 : Kavacık Medikal Binası duvar-6 katmanları.	131
Çizelge A.11 : Kavacık Medikal Binasında kullanılan kapının katmanları.	131
Çizelge A.12 : Kavacık Medikal Binası cephesinin opak kısmın katmanları.	131
Çizelge A.13 : Kavacık Medikal Binası cephesinin saydam kısmın katmanları.	132
Çizelge A.14 : Kavacık Medikal Binası cam özellikleri.	132
Çizelge A.15 : Kavacık Medikal Binası dış gürültü (L1) ölçüm düzeyleri.	133
Çizelge A.16 : Kavacık Medikal Binası iç gürültü (L2) ölçüm düzeyleri.	134

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Mısır'da piramitler.	5
Şekil 2.2 : Pantheon Tapınağı, Atina.	5
Şekil 2.3 : Colosseum, Roma.	6
Şekil 2.4 : Gotik mimariden bir cephe, Notre Dame Katedrali, Paris.	7
Şekil 2.5 : Rönesans mimarisinden bir cephe, Ruccelai Sarayı, Floransa.	7
Şekil 2.6 : Barok mimarisinden bir cephe, Santa Maria Della Salute Kilisesi, Venedik.	8
Şekil 2.7 : Art Nouveou mimarisinden bir cephe, Sagrada Familia, Barcelona.	9
Şekil 2.8 : Post-Modern mimarisinden bir cephe, Dancing House, Prag.	10
Şekil 2.9 : Bir filtre olarak cephe (Çapkur, 2000).	16
Şekil 3.1 : Gürültünün öznel yönden değerlendirilmesi.	24
Şekil 3.2 : Dengelenmiş gürültü kontrolü ölçüt eğrileri, (NCB) (Beranek, 2006). ...	31
Şekil 3.3 : Farklı giysilerin ısı yalıtım dirençleri.	35
Şekil 4.1 : Sesin bir yüzeye çarptığında dağılımı (Maekawa ve Lord, 1994).	41
Şekil 4.2 : İki oda arasındaki ses iletim yolları.	43
Şekil 4.3 : Cephedeki ses iletim yolları.	44
Şekil 4.4 : Rijit çapraz (+) birleşim için yanıl iletim yolları.	50
Şekil 4.5 : Rijit (T) birleşim için yanıl iletim yolları.	50
Şekil 4.6 : Esnek (T) birleşim için yanıl iletim yolları.	50
Şekil 4.7 : Hafif kütleli dış duvar/cephe birleşimi için yanıl iletim yolları.	51
Şekil 4.8 : Hafif kütleli sandviç duvar ile homojen elemanların birleşimi için yanıl iletim yolları.	51
Şekil 4.9 : Hafif kütleli sandviç duvarların birleşimi için yanıl iletim yolları.	52
Şekil 4.10 : Köşe ve kalınlık değişimi için yanıl iletim yolları.	52
Şekil 4.11 : Laboratuvar ortamında deney alanı.	54
Şekil 4.12 : Ölçüm yöntemlerinin gruplandırılması.	56
Şekil 4.13 : Hoparlör metodunun geometrisi.	57
Şekil 4.14 : Uzun düz trafik çizgilerindeki şartlar.	60
Şekil 4.15 : Oktav bantlarda hava ile yayılan sesin referans değerlerine ait eğri (ISO 717-1, 2005).	65
Şekil 4.16 : 1/3 Oktav bantlarda hava ile yayılan sesin referans değerlerine ait eğri (ISO 717-1, 2005).	66
Şekil 4.17 : Oktav bantlarda spektrum adaptasyon terimlerini hesaplamak için ses seviye spektrumları (ISO 717-1, 2005).	66
Şekil 4.18 : 1/3 oktav bantlarda spektrum adaptasyon terimlerini hesaplamak için ses seviye spektrumları (ISO 717-1, 2005).	67
Şekil 4.19 : EnergyPlus programının işleyiş süreci.	72

Şekil 5.1 : Kavacık Medikal Binası 4.kat planı.	75
Şekil 5.2 : Kavacık Medikal Binası cephesi.	76
Şekil 5.3 : Kavacık Medikal Binası vaziyet planı.	77
Şekil 5.4 : Çevresel gürültü ölçüm düzeneği.	78
Şekil 5.5 : Cephe ölçüm düzeneği-1.	78
Şekil 5.6 : Ölçümü yapılan odanın kattaki konumu.	79
Şekil 5.7 : Cephe ölçüm düzeneği-2.	79
Şekil 5.8 : Ölçüm düzeneğinin plan üzerindeki yerleşimi.	80
Şekil 5.9 : Ölçüm düzeneğinin kesit üzerindeki yerleşimi.	80
Şekil 5.10 : Ölçüm düzeneğinin görünüş üzerindeki yerleşimi.	81
Şekil 5.11 : Cephe ölçüm düzeneği-3.	82
Şekil 5.12 : Cephe ölçüm düzeneği-4.	82
Şekil 5.13 : Kavacık Medikal Binası kesiti.	84
Şekil 5.14 : Kavacık Medikal Binası 4.kat modeli-1.	85
Şekil 5.15 : Kavacık Medikal Binası 4.kat modeli-2.	85
Şekil 5.16 : Kavacık Medikal Binası için oluşturulan zonlar.	87
Şekil 5.17 : Çavuşbaşı caddesi gündüz zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.	88
Şekil 5.18 : Gündüz saatlerinde ölçülen aşma düzeyleri.	88
Şekil 5.19 : Çavuşbaşı caddesi akşam zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.	89
Şekil 5.20 : Akşam saatlerinde ölçülen aşma düzeyleri.	89
Şekil 5.21 : Çavuşbaşı caddesi gece zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.	90
Şekil 5.22 : Gece saatlerinde ölçülen aşma düzeyleri.	90
Şekil 5.23 : Kavacık Medikal Binası dış gürültü (L_1) ölçüm sonuçları.	91
Şekil 5.24 : Kavacık Medikal Binası iç gürültü (L_2) ölçüm sonuçları.	91
Şekil 5.25 : Kavacık Medikal Binası alıcı odası reverbrasyon ölçüm sonuçları.	92
Şekil 5.26 : Kavacık Medikal Binası alıcı odası arka plan gürültüsü ölçüm sonuçları.	93
Şekil 5.27 : Kavacık Medikal Binası ağırlıklı görünür ses azalma indisi sonuçları.	95
Şekil 5.28 : Kavacık Medikal Binası ağırlıklı standartlaştırılmış seviye farkı sonucu.	95
Şekil 5.29 : Dengelenmiş gürültü kontrolü ölçüt eğrileri, (NCB) (Beranek, 2006).	96
Şekil 5.30 : Kavacık Medikal Binası gündüz zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.	97
Şekil 5.31 : Kavacık Medikal Binası akşam zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.	98
Şekil 5.32 : Kavacık Medikal Binası gece zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.	99
Şekil 5.33 : Kavacık Medikal Binası gündüz zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.	100
Şekil 5.34 : Kavacık Medikal Binası akşam zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.	101
Şekil 5.35 : Kavacık Medikal Binası gece zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.	102
Şekil 5.36 : Gündüz istenilen maksimum ve ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve cephenin mevcut görünür ses azalma indisi.	104
Şekil 5.37 : Akşam istenilen maksimum ve ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve cephenin mevcut görünür ses azalma indisi.	104
Şekil 5.38 : Gece istenilen maksimum ve ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve cephenin mevcut görünür ses azalma indisi.	105

Şekil 5.39 : Yıllık toplam ısıtma-soğutma enerji tüketimi (kWh/m ²).....	106
Şekil 5.40 : Aylık ısıtma-soğutma enerji tüketimi (kWh).	107
Şekil 5.41 : Metrekare başına düşen aylık ısıtma-soğutma enerji tüketimi (kWh/m ²).	108
Şekil 5.42 : 18 Şubat 2008 pasif sistemde saatlik iç hava sıcaklık değişimleri.	110
Şekil 5.43 : 24 Ağustos 2008 pasif sistemde saatlik iç hava sıcaklık değişimleri...	111
Şekil 5.44 : Mevcut cephe ve iyileştirilmiş cephenin yıllık ısıtma ve soğutma enerji tüketimi karşılaştırmaları.....	113
Şekil 5.45 : Mevcut cephe ve iyileştirilmiş cephenin yıllık toplam enerji tüketimi karşılaştırmaları.	113
Şekil 5.46 : 18 Şubat 2008 pasif sistemde cephe bileşenlerinin saatlik iç yüzey sıcaklık değişimleri.	115
Şekil 5.47 : 24 Ağustos 2008 pasif sistemde cephe bileşenlerinin saatlik iç yüzey sıcaklık değişimleri.	116
 Şekil A.1 : Odanın reverbrasyon ölçümü 1.	126
Şekil A.2 : Odanın reverbrasyon ölçümü 2.	126
Şekil A.3 : Odanın reverbrasyon ölçümü 3.	126
Şekil A.4 : Odanın reverbrasyon ölçümü 4.	127
Şekil A.5 : Odanın reverbrasyon ölçümü 5.	127
Şekil A.6 : Arka fon gürültüsü ölçümü.....	127
Şekil A.7 : Kavacık Medikal Binası katman kodlamaları.	129

SEMBOL LİSTESİ

α_o	: Opak bileşenin güneş ışıınımı yutuculuk katsayısı.
r_o	: Opak bileşenin güneş ışıınımı yansıtıcılık katsayısı.
α_c	: Saydam bileşenin güneş ışıınımı yutuculuk katsayısı.
r_c	: Saydam bileşenin güneş ışıınımı yansıtıcılık katsayısı.
τ_c	: Saydam bileşenin güneş ışıınımı geçirgenlik katsayısı.
u	: Opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirme katsayısı, W/m ² K.
λ	: Opak ve saydam bileşenlerin ısı iletkenlik değeri, W/mK.
ϕ	: Opak bileşenin genlik küçültme faktörü.
ϕ, h	: Opak bileşenin zaman geciktirmesi.
dBA	: A ölçümlü ses basınç düzeyi.
dB	: Desibel.
L_{eq}	: Eş değeri sürekli gürültü düzeyi, dBA.
L_{qaq}	: Gündüz, akşam, gece gürültü seviyesi, dBA.
$L_{qgündüz}$	: Gündüz gürültü seviyesi, dBA.
$L_{akşam}$	: Akşam gürültü seviyesi, dBA.
L_{gece}	: Gece gürültü seviyesi, dBA.
L_N	: Aşma seviyesi, dBA.
Hz	: Hertz.
W_{in}	: Gelen ses gücü.
W_1	: Gelen ses gücü.
W_{tr}	: İletilen ses gücü.
W_2	: İletilen ses gücü.
W_r	: Yansıyan ses gücü.
W_a	: Yutulan ses gücü.
τ	: Ses iletim katsayısı.
R	: Ses azalma indisi ,dB.
R_{Dd}	: Doğrudan iletim için ses azalma indisi, dB.
$R_{s,situ}$	: Gerçek saha durumunda bölme elemanının ses azalma indisi, dB.
$\Delta R_{D,situ}$	: Kaynak odasındaki bölme elemanı için ilave katmanların sağladığı ses azalma indisi iyileştirmesi, dB.

$\Delta R_{d,situ}$: Alıcı odasındaki bölme elemanı için ilave katmanların sağladığı ses azalma indisi iyileştirmesi, dB.

$T_{s,situ}$: Gerçek saha durumundaki yapısal çınlama süresi, sn.

$T_{s,lab}$: Homojen bir eleman için laboratuvar ortamındaki yapısal çınlama süresi, sn.

ρ_o : Havanın yoğunluğu, kg/m³.

c_o : Sesin havadaki hızı (=340m/s), m/s.

m' : Birim alanın kütlesi, kg/m².

f : Frekans, Hz.

f_c : Kritik frekans, Hz.

η_{tot} : Toplam kayıp faktörü.

σ : Serbest kırılan dalgalar için yayılma faktörü.

σ_f : Cebri iletim için yayılma faktörü.

l_1, l_2 : Elemanın (dikdörtgen biçiminde) kenarlarının uzunluğu, m.

$\eta_{tot,situ}$: Saha ortamındaki toplam kayıp faktörü.

η_{int} : Malzemenin iç kayıp faktörü.

S : Elemanın alanı, m².

l_k : k çevresinin birleşme yerindeki uzunluğu, m.

α_k : k çevresinde kırılan dalgaın absorpsiyon katsayısı.

c_L : Boyuna dalga hızı, m/s.

t : Malzeme kalınlığı, m.

f_{ref} : Referans frekans (=1000Hz), Hz.

j : Değerlendirilmekte olan i'ye kenar k'da bağlantılı olan elemanları göstermektedir.

$R_{i,situ}$: Gerçek saha durumunda i elemanının ses azalma indisi, dB.

$R_{j,situ}$: Gerçek saha durumunda j elemanının ses azalma indisi, dB.

$\Delta R_{i,situ}$: i elemanı için ilave katmanların sağladığı ses azalma indisi iyileştirmesi, dB.

$\Delta R_{j,situ}$: j elemanı için ilave katmanların sağladığı ses azalma indisi iyileştirmesi, dB.

$D_{v,ij,situ}$: Gerçek saha durumunda i ve j elemanları arasında yöne göre ortalama alınmış birleşme yerinin seviye farkı.

S_s : Bölme elemanının alanı, m².

S_i, S_j : Sırasıyla kaynak odasındaki (i) ve alıcı odasındaki (j) elemanının alanı, m².

K_{ij} : Bir birleşme yeri üzerinde her iletim yolu ij için titreşim azalma indisi, dB.

$\alpha_{i,situ}$: Gerçek saha durumunda (i) elemanının eş değer absorpsiyon uzunluğu, m.

$\alpha_{j,situ}$: Gerçek saha durumunda (j) elemanının eş değer absorpsiyon uzunluğu, m.

I_{ij} : (i) ve (j) elemanları arasında ortak birleşme yerinin kavrama uzunluğu, m.

- $m'_{\mu i}$: Birleşme yerini oluşturan elemana dik olan diğer elemanın birim alanının kütlesi, kg/m².
- m'_i : İletim yolu ij üzerinde (i) elemanın birim alanının kütlesi, kg/m².
- f_k : 500 Hz.
- L_1 : Kaynak odasındaki ortalama ses basınç seviyesi, dB.
- L_2 : Alıcı odasındaki ortalama ses basınç seviyesi, dB.
- S : Deney numunesinin alanı, 10m², m².
- A : Alıcı odasındaki eşdeğer absorpsiyon alanı, m².
- L_b : Fon gürültüsü seviyesi, dB.
- L : Ayarlama sinyal seviyesi, dB.
- L_{sb} : Birleşik sinyal fon gürültüsü seviyesi, dB.
- R' : Görünür ses azalma indisi, dB.
- R'_{45} : Kaynağın hoparlör ve sesin geliş açısının 45° olduğu durumdaki görünür ses azalma indisi, dB.
- $R'_{tr,s}$: Kaynağın trafik gürültüsü olduğu durumdaki görünür ses azalma indisi, dB.
- $L_{l,s}$: Bina elemanının dış yüzeyinde, cephedeki ses yansımalarını da içeren ortalama ses basınç seviyesi, dB.
- $L_{eq,l,s}$: Deney numunesinden ve cepheden kaynaklanan yansıma etkilerini içerecek şekilde, deney numunesinin yüzeyi üzerindeki eş değer sürekli ses basınç seviyesinin ortalama değeri, dB.
- $D_{2m,nT}$: Standartlaştırılmış seviye farkı, dB.
- $L_{l,2m}$: Cepheden 2m mesafedeki ortalama ses basınç seviyesi, dB.
- $D_{2m,n}$: Normalleştirilmiş seviye farkı, dB.
- A_0 : Referans absorpsiyon alanının metrekaresi cinsinden değeri, 10m², m².
- V : Alıcı odasının hacmi, m³.
- C_j : Spekturum adaptasyon değişkeni.
- C : Spekturum no 1 ile hesaplandığı zaman (ortalama pembe gürültü).
- C_{tr} : Spekturum no 2 ile hesaplandığı zaman (ağırlıklı kentsel trafik gürültüsü).
- j : Ses spekturumu için 1 ve 2 indis.
- X_w : R , R' , D_n veya D_{nT} değerlerinden karşılaştırma metoduna göre hesaplanan tek sayılı büyüklük.
- kWh : Kilovat saat.
- kWh/m^2 : 1m²'lik kilovat saat.

BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bir binanın cephesi, yapıldığı dönemin sosyal, ekonomik ve teknolojik etmenleri dikkate alınarak, dıştan içe doğru birden fazla yapı elemanının değişik yollarla birleşimi ile oluşur. Hangi malzemeden oluşursa oluşsun, cephe bileşenleri, estetik kaygıyı da göz önünde bulundurarak, iç ortamda istenilen konfor koşullarını sağlayabilecek şekilde seçilmeli ve detaylandırılmalıdır.

Yapılan bu çalışmada bina cephesinin ses ve ısı performansına yönelik değerlendirme yöntemleri anlatılmış, seçilen yöntemlerle örnek bir bina cephesinin ses ve ısı performansı incelenmiştir.

Bu çalışmada amaç, bina cephelerinin gürültü kontrolü ve ısı davranış etmenleri açısından, uygulanabilecek yöntemlerin saptanması ve İstanbul’da bulunan bir bina için, seçilen yöntemlerin uygulanarak, çıkan sonuçların değerlendirilmesidir.

Çalışma altı ana bölümden oluşmaktadır.

1. bölümde, bina kabuğu ve binanın kabuğu niteliğinde olan cephe ile ilgili çok genel bilgiler verilerek, çalışmada izlenecek yol anlatılmıştır.

2. bölümde, bina cephesi kavramı, bina cephelerinin tarihsel süreç içerisindeki gelişimi ve günümüzde yaygın olarak kullanılan giydirme cephelerle ilgili genel bilgiler verilmiştir. Bina cephesinin değerlendirilmesinde etkili olan ve cephe tasarımında dikkat edilmesi gereken taşıyıcılık, sızdırmazlık, ısı davranış, gürültü kontrolü, ışık kontrolü, yangın direnci, güvenlik gibi özellikler açıklanmıştır.

3. bölümde, bina cephesinin değerlendirilmesinde etkili olan performans özelliklerinden ısı ve ses konuları üzerinde durularak, bina cephesinin ses ve ısı performansını etkileyen faktörler üzerinde durulmuştur.

Ses bölümünde, gürültü kaynakları, gürültünün insan sağlığı üzerindeki fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve performans etkileri, belirli gürültü göstergeleri, işitme sağlığı, çevresel gürültü ve yapı akustiği gürültü ölçüt ve limitleri ile ilgili temel bilgiler verilmiştir.

Isı bölümünde ise, ısı konfor koşullarının oluşturulmasında etkili olan ve iç çevre iklimini oluşturan çevresel etkenlerden hava sıcaklığı, ortalama ışımsal (radiative) sıcaklık, hava hareketi hızı ve hava nemliliği gibi iklim elemanları ile insanla ilgili olan aktivite düzeyi, giysi türü etkenleri ve ısı konfor koşullarının oluşturulmasında rol oynayan dış çevreye ilişkin etkenler ile yapma çevreye ilişkin etkenler incelenmiştir. Dış çevreye ilişkin etkenler olarak güneş ışıması, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgar gibi başlıca iklim elemanları, yapma çevreye ilişkin etkenler olarak ise binanın yeri, binanın diğer binalara göre konumu, boyutları ve biçim faktörü, yönlendiriliş durumu ve bina cephesinin optik ve termofiziksel özellikleri gibi yapma çevre değişkenleri ele alınmıştır.

4. bölümde, bina cephesinin ses ve ısı performansının belirlenmesinde kullanılan başlıca yöntemler tanıtılmıştır.

Binanın ses performansını saptamak için; hesaplama yöntemi, laboratuvar ortamında ölçüm yöntemi ve saha ortamında ölçüm yöntemi olmak üzere üç farklı yöntemin uygulanış biçimi anlatılmıştır.

Isıl performansın saptanması için ise hesaplama yöntemleri ve ölçüm yöntemlerinden bahsedilmiştir.

5. bölümde, bina cephesinin ses ve ısı performansını saptama yöntemleri arasından seçilen yöntemler doğrultusunda cephe uygulaması Metal Yapı A.Ş. tarafından yapılan Kavacık Medikal Binası'nın panel sistem giydirme cephesinin ses ve ısı performansının değerlendirilmesi sunulmuştur.

Kavacık Medikal Binası'nın ses yalıtım performansına yönelik saha ortamında ölçüm yönteminin dört farklı yönteminden birisi olan eleman hoparlör yöntemi seçilerek yapılan uygulama anlatılmış ve çıkan sonuçlarla ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Aynı binanın ısı performansına yönelikse, EnergyPlus simülasyon aracı ile simülasyon çalışmasının aşamaları anlatılarak, simülasyon sonuçları değerlendirilmiştir.

Mevcut bina cephesinin ısı ve ses performansı sonuçlarına göre cephede, iyileştirme yapılması öngörülerek, önerilen cephenin performans sonuçları değerlendirilmiştir.

6. bölümde, bu çalışmada ele alınan bina cephelerinin, istenilen konfor koşullarının oluşturulması ve enerji korunumu konusunda taşıdığı önem vurgulanarak çalışma tamamlanmıştır.

ANALYSIS OF BUILDING FACADES IN TERMS OF SOUND AND THERMAL PERFORMANCES THROUGH A HOSPITAL CASE STUDY

SUMMARY

A facade of a building is formed with combination of more than one construction elements from inside to outside, considering the social, economical and technological factors of the time it is built in. No matter what kind of material is used, facade components, considering the aesthetical concerns as well, must be chosen and detailed to meet comfort conditions desired for the inside environment.

In this study, examination of evaluation methods for sound and performance of building facades and evaluation of a sound and performance of a sample building facade with the methods chosen are carried out.

The aim of this study is to define the methods, which can be applied for noise control and behavioral factors of building facades and application of the chosen methods to a building in Istanbul and evaluating the results.

The study consists of six main parts.

In part one, the method to be followed in the study is described by giving general information about building coating and facade as a means of building coating.

In part two, general information is given about the concept of building facade, development progress in history and curtain walls used commonly nowadays. The features influential in evaluation of a building facade and demanding in facade design such as supporting, leak proofing, sound control, light control, thermal control, fire resistance, and security are clarified.

In part three, sound and thermal issues, important performance features in evaluation of building facades, and factors affecting sound and thermal performance of a building facade are mentioned.

In sound part, basic information is introduced about sound resources, physical, physiologic, psychological and performance affects of sound on human health, certain sound indications, auditory health, environmental sounds and building acoustic sound measurements and limits.

In thermal part, environmental factors important in thermal comfort conditions and constituting indoor environmental conditions such as air temperature, mean radiant temperature, air velocity and air humidity are analyzed; additionally, activity level related to humans, clothing insulation value, factors relevant to outdoor environment and artificial environment playing a role in composing indoor thermal conditions are examined. Moreover, the main weather factors related to outer environmental factors such as radiation, open air temperature, relative air humidity and wind; as factors of artificial environment, building location, position of the building according to the other buildings, building's dimensions and shape factor, building orientation and building facades' optical and thermo physical features variables in building level are dealt in this part.

In part four, the main methods to decide on sound and thermal performance of a building facade are introduced.

Application styles of three different methods are defined. Calculation methods to determine building sound performance, measurement method in laboratory environment and measurement method in situ.

In determination process of thermal performance, calculation methods and measurement methods are mentioned.

Part five includes the evaluation of Kavacık Medical Building's panel system curtain wall whose facade application is done by Metal Yapı A.Ş. with the methods chosen among sound and thermal performance determination methods for building facades.

Factor amplifier method , one of the methods of measurement in situ intended for Kavacık Medical Building's sound insulation performance, is chosen and the application achieved is explained and assessment of the results is fulfilled.

For the thermal performance of the same building, the stages of simulation process with EnergyPlus simulator is stated and simulation results are evaluated.

In part six, the outcomes gained from assessment of Kavacık Medical , selected as sample according to the parts constituting the thesis, building's facades' sound and performance are reported.

1. GİRİŞ

Yapma çevreyi dış ortamdan ayırarak, yapıdaki gereksinmelerin karşılanmasında önemli rol oynayan, yapı ögesi olan kabuk, teknolojik gelişmeler doğrultusunda yenilenmektedir.

Bina kabuğu ile ifade edilmek istenen cephe ve çatı elemanları, günümüzde teknolojinin hızlı değişimi ve gelişiminin yapılarda gözle görülen yansıması olarak ortaya çıkmaktadır. Yapıların dışarıdan görülen, dolayısıyla insanlarda yapı hakkında oluşan ilk izlenim, bina kabuğu olarak tanımlanan cephe ve çatı yoluyla olmaktadır. Bu bakımdan üstün teknolojisini kabuğuyla dışarı yansıtan binalar sahipleri ve kullanıcıları için de prestij kaynaklarıdır.

Şüphesiz ki bina kabuğu için estetik, önemli bir kriter olsa da, sadece estetik kaygılarla uygulanan bir kabuğun ileride yol açacağı sorunlarla kullanıcılarına rahatsızlık verme olasılığı fazladır. Bina hacimlerinde ısı, görsel ve işitsel konfor koşullarının minimum enerji harcanarak sağlanması, kullanıcı sağlığı ve enerji korunumu açısından büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, bina kabuğunun en önemli görevlerinden birisi iklim, ışık, ses gibi fiziksel etkenleri kontrol ederek, kullanıcılar için belirlenmiş olan konfor koşullarını gerçekleştirmektir.

Yapının kabuğu niteliğinde olan cephe, binanın strüktür ve malzemesinin ve yapıldığı dönemin anlayış ve tekniğinin belirlendiği bir yapıya sahiptir.

Günümüzdeki cephe anlayışı ise “Giydirme Cephe”lerdir. Giydirme cepheler üreticiler ve tasarımcıların kişisel çabaları sonucu bugünkü şeklini almıştır.

Bu tezde, cephe kavramının, işitsel ve ısı konfor koşulları açısından değerlendirilmesi ele alınacaktır. Değerlendirme yöntemleri anlatılarak, ses açısından saha ortamında uygulanan ölçüm teknikleri ile ısı açıdan uygulanan simülasyon yöntemleri birleştirilerek bir örnekle incelenecektir.

Bu çalışmayı yapabilmek için öncelikli olarak cephe kavramından ve cephenin tarihsel süreçteki gelişiminden bahsedilip, daha sonra tez için büyük önem taşıyan cephenin ısı ve işitsel konfor koşulları açısından istenilen ölçütler, cephenin ısı ve ses performansını belirleyebilmek için uygulanan yöntemler ve örnek olarak ele alınacak bina cephesi uygulaması ve sonuçları ortaya konulacaktır.

2. BİNA CEPHESİ KAVRAMI, TARİHSEL SÜREÇ İÇİNDEKİ GELİŞİMİ VE GİYDİRME CEPHELER

Dış formun ayrılmaz bir parçası ve binanın dışa yansımaları olan cephenin, oluşumuna etki eden toplumun kültürel, ekonomik, sosyal ve teknolojik etmenleri de göz önünde bulundurularak, bu bölümde ilk olarak cephenin tanımı ve tarihsel süreç içinde izlediği gelişim anlatılacaktır. İkinci olarak giydirme cephelerin tanımı, gelişimi ve türleri ele alınıp incelenecektir. Son olarak da bina cephesinin değerlendirilmesinde etkili olan performans özelliklerinden bahsedilecektir.

2.1 Bina Cephesi Kavramı ve Tarihsel Süreç İçindeki Gelişimi

Mimari yapılaşma süreci, tarihsel süreç içinde insan gelişimine paralel bir gelişim göstermiş, günün teknolojik getirileri kullanılarak, her dönem kendi içinde yeni bir uygulama tekniği, yeni bir malzeme, yeni bir sistem arayışı içine girmiştir. Mimarının değişim süreci içinde günümüz mimarlığına gelinceye kadar, bu gelişim ve değişimden en çok etkilenen öğelerden biri de yapıların cepheleri olmuştur.

2.1.1 Bina cephesi kavramı

Cephe kavramı ile ilgili bir çok görüş ve tanım mevcuttur. Cephe sözcüğü dilimize Arapça'dan geçmiş bir kelimedir. Arapça'daki sözlük karşılığı alın olan cephe kelimesi, Latince'de yüz anlamına gelen 'facies' kelimesinden gelmekte olup mimarlık sözlüğünde "Bir binanın görünen yüzeylerinden her biri, özellikle ön yüz veya bina yüzüne dik doğrultuda sonsuzda bakılan görünüş" (Hasol, 2005) şeklinde tanımlanmıştır.

Sezgin'e göre; "cephe veya görünüş, gözün ilk bakışta veya aklın dolaysız olarak algıladığı şeydir. Zaman zaman yanlış da olsa, o nesne hakkında ona bakan kimseye bilgi verir, o nesneyi tanıtır. Görünüş yalın olduğu sürece fazla tanıtıcı değer içermez. Görünüşe eklenen bazı elemanlar o nesnenin daha iyi tanınmasına neden olur. Tanıtıcı özellikler zamanla değişebilirler. Bu değişim her nesnede olabildiği

gibi, binalar içinde geçerlidir. Bu belirleyici unsurların zaman içinde yer almalarına ve farklılıklarına mimaride üslup, insanda ise moda denilmektedir” (Sezgin, 1983).

Sacripanti’ye göre; “cepheyi, binayı sarmalayan bir kabuk olarak görmek yerine, ancak iç ve dış mekanların ara bağlantısı, sabit ve değişken açılardan görüntüsü, biçim ve işlev ilişkisi gibi temel sorunların yoğunlaştığı bir alan olarak görmek gerekir” (Sacripanti, 1983).

Bütün bu söylenenler doğrultusunda genel bir cephe tanımı yapılacak olursa; içinde barınanlar için koruyucu görev üstlenerek iç mekan ile dış mekanı birbirinden ayıran, yapının dış mekanı ile ilişki kuran, bileşenlerin oluşturduğu elemanların tümü olarak tanımlanabilir.

2.1.2 Bina cephesi tarihsel süreç içindeki gelişimi

Binaların dışa yansımaları ile oluşan cepheler, binaların görünen yüzeylerinin yanı sıra bir toplumun sahip olduğu kültürel, ekonomik, sosyal ve teknolojik değerlerin de ifade biçimidir. Cephe, tarihsel süreç içinde o günün teknik koşullarında, malzemesinde, değişen mimari akımlarında meydana gelen değişikliklere göre değişim ve gelişim göstermiştir.

2.1.2.1 Sanayi devrimi öncesi cephe gelişimi

Sanayi devrimi öncesi cephe gelişimi; Mısır, Yunan, Roma, Gotik, Rönesans, Barok mimarileri başlıklarıyla incelenerek, aşağıda kısaca anlatılmıştır.

Mısır mimarisinde, matematiksel bir tutumla inşa edilmiş geometrik formlardan oluşan yapılar yapılmıştır. Mısır mimarisinin yapıları, öteki dünyaya odaklanan, insanı ölümsüzlüğe inandırmak isterlermişçesine sağlam, dev boyutlu ve görkemli yapılardır. Piramitler, sağlam formlarının içe gömülen cepheleri ile ebediliğin sembolüdür. Ölü içerde kalır, rahatsız edilmek istenmez ve dışarıdan görünmez. Bu etki, büyük taş bloklardan yapay bir dağ oluşturularak yapılmıştır (Roth, 2002).

Cephenin mimari öneminin artışı özellikle Mısır tapınaklarında belirgin bir biçimde göze çarpar. Bu simetrik ve anıtsal cephe düzeni, simetri eksenini doğrultusunda yer alan ve iki yanı da heykellerle bezeli olan giriş yolunun da katkısıyla daha da güçlü bir anıtsal etki kazanır (Tanyeli, 1997).



Şekil 2.1 : Mısır'da piramitler.

Yunan mimarisinde genel olarak insani ölçeğe yakın yapılar üretilmiştir. Onlar için önemli olan sadelik ve yapının bütünde bıraktığı etkidir. Herşeyde ideal bir denge ve simetri aranmaktadır.



Şekil 2.2 : Pantheon Tapınağı, Atina.

Bu mimaride görülen en önemli yapı türü tapınaklardır. Tapınak ortada cella denilen bir mekan ve onun önünde de bir sütun sisteminin üzerine gelen alınlıklı beşik çatıdan oluşur. Bu mimari, yük ve taşıma esasına dayanır. Arşitrav ve alınlık, sütunların üzerindeki başlıklar üzerine oturur. Yivli sütunlar, yukarıdan aşağı dinamik bir etki sağlar ve üst üste konulmuş silindirlerden oluşur. Yapı baştan başa üst üste yerleştirme esasına dayanır ve unsurlar bir bütünün uyumlu ve planlı düzenine bağlanır (Turani, 1992). Bu yapılarda, titizlikle yapılan biçimlendirmeye karşın hiçbir anlamda cephesel bir etki vermesi öngörülmemiştir. Aksine, bir yüzey olarak değil, bir heykel, üç boyutlu bir kütle olarak algılanması öngörülmüştür (Tanyeli, 1997).

Roma mimarisi, bir röprezantasyon (temsil) ve kudret gösterisinin biçimlendiriliş şeklidir. Colosseum diye bilinen geniş arena, o dönemin en ünlü yapılarından biridir. Genel olarak incelendiğinde işlevsel bir yapı olan Colosseum geniş basamaklı anfiteyatronun ağırlığını taşıyan birbiri üstüne konmuş üç kemer düzeninden oluşmaktadır (Turani, 1992).



Şekil 2.3 : Colosseum, Roma.

Roma, mimari açıdan Yunan kültürünün izlerini taşısa da, cephe kavramına yaklaşımı farklı olmuştur. Genellikle heykelsi bir arayış içinde olan Yunan mimarisinin aksine, Roma mimarisinde cephesel etkiye önem verilmiştir. Yunan geleneğinde sadece strüktürel anlamı olan sütun düzenlerini gerektiğinde bezeme amaçlı öğeler olarak kullanabilmiş, böylelikle cephe alanında yeni olanaklar sağlamıştır (Tanyeli, 1997).

Gotik dönem mimarisine bakıldığında, göğe doğru yükselen düşey çizgiler olarak anıtsal bir ifade bulan katedraller bu dönemin en önemli yapılarını oluşturmaktadır. Sivri kemerler, kaburgalı tonozlar ve uçan payandalar döneme ait yapı öğeleri arasındadır. Bu mimarinin uygulandığı ortamın yaratılmasında, dönemin din felsefesinin egemenliği söz konusudur. Din felsefesine göre, mekanın mistik ve soyut bir kavrama ulaşması gerekmektedir. Bu nedenle, yapıda yüksek pencerelerin olması, çözümlenmesi gereken bir ışık sorununu ortaya çıkarmış, az ışık ve mistik bir ortam için vitray pencere uygulaması gelişmiştir. Bu dönemde özellikle katedrallerin yan ve arka cephelerinin karakterini veren uçan payandalarla oldukça narin taş kolonlar, kemerler sonucu ilk kagir iskelet yapılar olarak kabul edilirler. Dönem sonuna doğru yapılar, ağır ve karmaşık bir süs ile kaplanır. Balık, hava kabarcığı, rozetler ve kemerler süsleme için cephede kullanılmış öğeler arasındadır (Turani, 2002).

Rönesans mimarlığı, İtalyanların gotik sanatını barbar sanatı olarak nitelendirmesiyle, Floransa'da gotiğe karşı başlatılan bir harekettir. Gotik dönemi mekanı mistik ve soyut bir kavram olarak simgelerken, rönesans döneminde mantıklı, matematiksel bir düşünce söz konusudur. Burada sütunlar, ayaklar, plasterler ve yapı çatısı dünyevi bir ağırlık gücü hissettirirler. Yapılar, geometrik, açık biçimli ve sade bir görünüş ve tamamen insani bir özellik kazanır (Turani, 1992).



Şekil 2.4 : Gotik mimariden bir cephe, Notre Dame Katedrali, Paris.

Bu dönemde, ritmik pencere düzeni ve kat silmeleri gibi biçime yönelik ve rustik taş örgüsü gibi doku etkisi vermeye yönelik yenilikler bulunmaktadır. Cephe kat silmeleri ve ritmik pencere düzeni ile yatayda ve düşeyde neredeyse modüler bir görünüm kazanmaktadır. Taş örgüyü sadece bir yapı malzemesi ve teknik olarak gören anlayışı yok ederek, ona görsel ve dokunsal bir değer kazandırmıştır (Tanyeli, 1997).



Şekil 2.5 : Rönesans mimarisinden bir cephe, Rucellai Sarayı, Floransa.

Barok mimarisinde Rönesans'a oranla, hem yapıların planları hem de bezeme programı değişmiştir. Yüksek kasnaklı bir kubbe, orta mekanı örter. Dış yüzeyler, iç bükey ve dış bükeyler oluşturarak dalgalanır. Mimarlık öğeleri, işlevleri düşünülmeden, sistemli olarak kırılır, bükülürler. Kırık alınlıklar ve kemerler, nişler içinde büst ya da heykeller, yüksek kabartmalı silmeler, yaprak ve dal örgeleri, uçan melekler, oval madalyonlar, utku simgesi bu üslubun programını oluşturur. Çoğu kez bezeme, mimarlığın yapısal niteliklerini örtecek biçimde kullanılır. Birçok mimarlık örneklerinde, eğri çizgi ve alanlar, değişen ışık altında, ışığa bağlı bir hareketin yaratılmasına olanak sağlar ve yapıya ritim katar. Bu dönemde, cephe, eğrisel bir yüzeye dönüşmüş, Rönesans'ın katı modüler düzen anlayışı yıkılmıştır (Tanyeli, 1997).



Şekil 2.6 : Barok mimarisinden bir cephe, Santa Maria Della Salute Kilisesi, Venedik.

2.1.2.2 Sanayi devrimi sonrası cephe gelişimi

Sanayi devrimi sonrası cephe gelişimi; modern, post-modern, art neoveu mimarileri olarak incelenerek, aşağıda kısaca anlatılmıştır.

Modern mimarlık olgusu gerçekte pek çok ve birbirinden farklı akımlardan, ideolojilerden oluşan heterojen bir bütündür. Bu akımlar genel olarak, gelenekçilik (fütürizm), yeni plastikçilik (neo plastisizm-De stilj), biçimsel saflık (pürizm), dışavurumculuk (ekpresyonizm), çatkıcılık (konstrüktivizm), uluslararası üslup

(brütalizm), bölgeselcilik (rejyonalizm), yerel mimari (vernacularizm), yüksek teknoloji (high-tech) ve dekonstrüktivizm olarak sıralanabilir (Kortan, 1991).

Modern mimaride cephe, önceki dönemlere göre biraz farklı değerlendirilmiş olup öncelikle her tür bezeme ortadan kaldırılmıştır. Bu dönem mimarlarının genel eğilimi cepheyi yapının normal teknik ve işlevsel gerçekliğinin bir parçası olarak görmektir. Modernistler için cephe, bir anlamda yapının dış yüzeyinden başka bir şey değildir (Tanyeli, 1997).

Art Nouveou akımında, geçmişten esinlenerek özgün bir üslup yaratmaya çalışılır. Modern mimari ile eş zamanlı olarak belirmesine karşın, çok farklı bir yönelim göstermiştir. Bu akımda, birbirini izleyen akılcı biçimler, simetri için asimetri görülür. Mimari planlama ve strüktürle herhangi bir ilişki kurmadan sadece estetik olarak gelişmiş ve daha çok süslemede kullanılmıştır. Art nouveou akımı cepheye ilişkin temel kararlara pek dokunmaksızın yalnızca mimari dili değiştirmeyi denemiştir. Barok üsluptan farklı olarak cephelerde uygulanan eğriler genellikle geometrik değil, aksine serbest ve içten geldiğince tasarlanır (Tanyeli, 1997).



Şekil 2.7 : Art Nouveou mimarisinden bir cephe, Sagrada Familia, Barcelona.

Post-Modern mimari, 1970'lerin sonunda gelişen, modern mimariye karşı bir hareket olarak ortaya çıkmaktadır. Bir üsluplar festivali görünümündeki bu akım, modern dönem öncesi kullanılmış mimari dillerin mümkün olduğunca karıştırılmasını amaçlayan çalışmalardan oluşmaktadır. Post-Modernistler, yapıda cephenin iletişimsel bir değer taşıdığını, mesajlar vermesi gerektiğini ve de sonuç olarak iç

mekandan tümüyle bağımsız bir dış yüzey biçimlendirme sorununun var olduğunu savunmaktadırlar. Bezenebilen, her tür resimsel teknikle boyanabilen ya da heykelsi öğelerle donatılabilen Post-Modernist cepheler, ister tarihselci alıntılarla tasarlansınlar, isterse de karşı tarihselci bir niteliğe kavuşturulsunlar, yapıda her zaman bağımsız bir dış yüzey ifadesi sorunu bulunduğunu kanıtlar (Tanyeli, 1997).



Şekil 2.8 : Post-Modern mimarisinden bir cephe, Dancing House, Prag.

Günümüzdeki cephe anlayışı ise, gelişen teknoloji, yeni malzemeler ve yeni estetik anlayışı sonucu eski ve geleneksel cephe artık ortadan kalkmış, yapıyı örten bir kılıf, bir deri durumuna gelmiştir. Ana cephe kavramı da kalmış, yerine bütün cepheler kavramı gelmiştir (Kortan, 1983).

Çağdaş mimarlığın en iyi kazanımlarından biri olan ve giydirme cephe olarak adlandırılan yapım yönteminin geliştirilip kullanılmaya başlamasıdır. Artık giydirme cepheler, günümüzün cephe anlayışı olarak ağırlıklı bir biçimde kullanılmaktadır.

2.2 Giydirme Cepheler

Teknoloji, yapım ve gereç konusundaki ilerlemeler, toplumsal gelişmeler ve estetik görüşlerdeki değişimlerin sonucu, çağdaş mimarinin en iyi kazanımlarından biri sayılan giydirme cepheler gelişme göstermeye başlamıştır.

Farklı teknoloji ve gereçlerin kullanımı ile esnek oluşumlara olanak sağlayan ve görünümleri ile de ilgi uyandıran giydirme cepheler, günümüzde çoğunlukla yüksek ve prestijli yapılarda uygulanmaktadır.

2.2.1 Giydirme cephe kavramı

Giydirmce cephe kavramına karşılık olarak, İngilizce’de en yaygın deyim, “Curtain Wall” dur. Türkçe’ye de “Perde Duvar” olarak çevrilmiştir. Ancak bugün dilimizde “Perde Duvar” daha çok, betonarme taşıyıcı duvarları anlatmak üzere kullanılmaktadır. “Curtain Wall” deyimini, sadece hafif sistemleri değil, yapay ve doğal taş ya da beton elemanlardan oluşmakla birlikte taşıyıcı görev yüklenmeyen ve iskelete montajla tutturulan cepheleri de kapsamaktadır.

İngilizce’de bu konuda daha köklü ve bilimsel deyim olarak “cladding” kullanılır. Bu kelime eski ve Germanik bir kökten (clod) gelmekte ve günümüz İngilizce’sindeki “cloth” ve “clothing”, çağdaş Almanca’daki “Kleid”, “Kleiden” ve “Kleidung” kelimeleri ile ilişkili bulunmaktadır. “Cladding”, en genel anlamda, binanın taşıyıcı sistemine “giydirilen” ve dışarıdan görülen bütün elemanları anlatır (Öke,1991).

Giydirmce cephe için yapılmış başka çalışmalara da bakıldığında, “takı cephe”, “giydirmce yüz”, “asma cephe” gibi başka şekillerde de ifade edilebilirler. Fakat bu ifadeler cephenin üstlendiği işlevi tam olarak yansıtmadığı için, dilimize en yerleşik şekilde “giydirmce cephe” olarak yerleşmiştir (Öke,1991).

Giydirmce cephe için farklı kaynaklarda farklı tanımlar yer almakla birlikte, genel olarak şöyle bir tanım yapılabilir.

Giydirmce cephe, yapının taşıyıcı sistemi içinde hiçbir görevi olmayan, bu taşıyıcı sisteme kendi ölü yükü ve etkilendiği rüzgar, deprem gibi yükleri özel bağlantılarla ileten, yapı fiziği sorunlarını çözebilen, dayanıklı, hafif gereçlerle yapılan, yalıtım ve güvenlik sorunlarını eksiksiz yerine getirebilen, modüler koordinasyon ilkelerine uygun olarak hazırlanan bir düşey kabuktur.

2.2.2 Giydirmce cephe gelişimi

Modern mimarlığın önemli öğelerinden olan giydirmce cephe, 20.yy’ın ikinci yarısından sonra prefabrikasyondaki gelişmelere koşut olarak yaygınlaşmış, özellikle gökdelenlerin yapımında önem kazanmıştır (Eczacıbaşı Sanat Ans., Cilt 2).

Giydirme cepheler, teknolojik ilerleme, kültürel ve toplumsal gelişme ve estetik görüşlerdeki değişimin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Yapı ögesi olarak gelişmesi, 19.yy'ın ilk yarısında çeliğin, ikinci yarısında da donatılı betonun iskelet yapılarda taşıyıcı olarak kullanılmasına bağlı olmuştur.

Endüstri Devrimi'nden sonra saydam yapı malzemelerinin teknolojik olarak geliştirilmesi 20. yüzyılda mimari dönüşümünde çok önemli bir rol oynamıştır. 20.yüzyıl başında cam perde duvar kullanımı ile iç mekan ve dış mekan arasında kesin sınırlar ortadan kalkmış ve iki mekan arasında bir görsel süreklilik sağlanmıştır. Bilinen en eski malzemelerden biri olan cam, uzun bir gelişim süreci sonunda günümüz mimarlığındaki yerini almıştır. 20. yüzyılın ilk yarısından itibaren sadece pencerelerde kullanılmayıp, modern bir yapı malzemesi olarak cephenin tamamına taşınmıştır (Şenkal, 2003).

Çok katlı yapılarda kalın taş duvarlar yerine ince bir kabuğun yer alması, hem yapının üstüne gelen yükleri azalttığı hem de içerde kullanılan alanı büyüttüğü için giderek daha çok kullanılır olmuştur.

Ayrıca, nüfusun artması, kentlerin gelişimi ile birlikte toprak değer kazanmış, çok katlı yapıların inşası ile birlikte mimarlar ve mühendisler cam ve çelikte elde edilen ince kabuklarla daha hafif ve daha aydınlık binalar yapmanın yollarını aramışlardır. Diğer cephelere göre çok daha ince ve hafif olması, fabrikalarda üretilmesiyle birlikte inşaat süresinin kısılması, yapının istenirse tamamının cam kaplanmasıyla gün ışığından istenilen oranda faydalanabilmesi ve yeni yüzyılın estetiğini simgelemesi açısından giydirme cepheler tercih edilir olmuşlardır.

Giydirme cephelerin tarihsel gelişimine bakıldığında bilinen ilk giydirme cephenin 1820 yılında Philadelphia'da inşa edilen iki katlı bir banka binasına ait cephe olduğu görülür.

Camın yapılarda yoğun kullanımına örnek olacak ilk büyük yapı ise, 1851 yılında Joseph Paxton tarafından uluslararası sergi için tasarlanan "Kristal Saray"dır. Dökme demir taşıyıcılar arasına yerleştirilen cam üniteleriyle ilk defa bu kadar büyük ölçeğe, tamamı şeffaf bir yapı ortaya çıkmıştır (Şenkal, 2003).

1886, Charles Martin Hall'un elektroliz yoluyla alüminyum elde etmesinden sonra, alüminyum yapı sektöründeki yerini hızla almıştır. Alüminyumun mimaride ilk büyük ölçeğe kullanımı 1929 yılında "Empire State Binası"nda olmuştur. Bu

yapının parapetleri, mağaza vitrinleri, doğramaları ve süsleme şekillerinde alüminyum kullanılmıştır (Tortu, 2006).

Cephede ilk kez alüminyum kullanımı ise 1930'da Wiskonsin şehrinde Smith Cooperation adlı firmanın yedi katlı binasında gerçekleştirilmiştir.

Bir binanın tamamının alüminyum olarak giydirme cephe ile kaplanması Oregon şehrinde 12 katlı bir ticaret merkezinin projelendirilmesi ile uygulamaya girmiştir.

1951-52 yıllarında Skidmore, Qwings, Merril tarafından New York'da, tümüyle camdan oluşan ve yüzündeki camlar arasındaki derzlerin ince paslanmaz çelik çitalarla kapatılması ile ilk gerçek giydirme cephe uygulaması olan Lever House gökdelenleri yapılmıştır.

Giydirme cephelerin 1951 yılından sonra yaygınlaşması ile şehirlerin görüntüsünde meydana gelen değişikliği ifade etmek için; 1951 yılında 39 katlı Birleşmiş Milletler Binası, 1969'da Chigago Lake Kuleleri, 1970'de gene Chigago'da yapılmış olan John Hancock Center, 1974'de Sears Tower gibi örnekler verilebilir (Gür, 2001).

Dünyadaki yapı sektöründe bütün bu gelişmeler olurken, Türkiye'de de önemli yenilikler yer almaktadır. Turizm yapıları ve iş merkezleri gibi prestij yapılarındaki hızlı artış, giydirme cephe sistemlerinin kullanımını ortaya çıkarmış ve hızlandırmıştır.

Türkiye'de ilk giydirme uygulamalarından biri, 1959 yılında Enver Tokay ve İlhan Tayman tarafından Ankara'da yapılan Kızılay İşhanı'dır. Mehmet Konuralp ve Salih Sağlamer'in 1973 – 1979 yılları arasında İstanbul'da yaptıkları Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü Binası da başarılı örneklerden biri olmuştur (Şenkal, 2003).

Günümüzde ise, İstanbul, Levent'te bulunan ve 1998 yılında kullanımına başlanılan İş Kuleleri, 2002 yılında açılan Metrocity Binası, 2006 yılında hizmete açılan Kanyon Ofis Binası ve uygulaması devam eden İstanbul Sapphire Binası giydirme cephe sisteminin en belirgin örnekleri arasında yer almaktadırlar.

2.2.3 Giydirme cephe türleri

Giydirme cepheleri, cephede kullanılan panellerin ağırlığına bağlı olarak 2 farklı şekilde sınıflandırmak mümkün olabilmektedir. Buna göre, ağırlığı 100 kg/m²'den büyük olan panellerden oluşan sisteme “Ağır Asma Giydirme Cephe”, 100

kg/m²'den küçük panellerden oluşan sisteme ise “Hafif Asma Giydirme Cephe” adı verilmektedir.

2.2.3.1 Ağır asma giydirme cepheler

Ağır asma giydirme cepheler, beton esaslı ön üretimle gerçekleştirilen (prekast) panellerden oluşan giydirme cephe sistemidir. Bu elemanların oluşumunda, normal beton, hafif beton ve gazbeton gibi malzemeler kullanılmaktadır. Kalıp kullanımındaki geniş olanaklar betona istenilen şeklin verilmesine izin vermektedir ve istenilen yüzey dokusu elde edilebilmektedir. Statik ve dinamik yükler, binanın strüktürel iç duvar ve döşemelerine metal bağlantı elemanları yardımıyla aktarılmaktadır.

Betonun, ısı iletkenlik katsayısı yüksek bir malzeme olması, beton esaslı hazır elemanların kullanıldığı ağır asma giydirme cephe sistemlerinde ısı yalıtımı uygulamasını zorunlu kılmaktadır. Bunun yanı sıra, ağır oluşları nedeniyle bina taşıyıcı sistemine daha çok ölü yük getirmektedirler. Bu yük, bağlantı elemanlarının detaylandırılmasında maksimum dikkat ve kontrolü gerektirmektedir. Uygulama alanı, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de hafif asma giydirme cephe sistemlerine göre çok daha azdır. İstanbul’da bulunan The Marmara Oteli, bu sisteme ait ülkemizde uygulanmış bir örnektir (Şenkal, 2003).

2.2.3.2 Hafif asma giydirme cepheler

Yapı hareketlerini tolere edebilecek şekilde, parçalı ve şantiyede montaj olabilen, yapıya 100kg/m²'den az yük getiren sistemlerdir. Hafif olmaları, nakliye ve montajının kolay olması, özellikle yüksek yapılarda prestij etkisi yaratması nedeniyle ağır asma giydirme cephelere göre daha çok tercih edilir.

Hafif asma giydirme cephe sistemleri şantiye montaj sistemine göre çubuk, panel ve yarı panel olmak üzere 3 gruba ayrılırlar.

- Çubuk sistemler: Bir ızgara sistemi içinde birbirine dik yönde yerleştirilen yatay ve düşey çubuklardan oluşur. Çubuklar arası boşluklar levha veya cam malzeme kullanılarak kapatılır (Tümay, 1991).

Çubuk sistem, yarıpanel ve panel sisteme göre daha ekonomiktir. Ancak cephe montajı bu sistemde diğer sistemlere göre daha fazla zaman almaktadır. Dolayısıyla, yüksek binalarda çalışma zorluğu, hava koşullarından

etkilenilmesi montajı yavaşlatmakta ve olumsuz etkilemektedir. Sistem modülasyonları, panel sistem gibi fabrikada yapılmadığından montajda hata yapma olasılığı yüksektir (Atalay, 2006).

- Yarı Panel sistemler: Yarı panel sistemde dikey ve yatay profiller çubuk sistemdeki gibi yerinde monte edilmekte, ancak dikey profiller kat bazında yatay profiller ile bağlanarak sistem kattan kata monte edilen bir sürekli eleman şekline dönüşmektedir. Oluşan genleşmeler her katta absorbe edilebilmekte ve cephede genleşme gürültüsü olmamaktadır (Tümay, 1991). Yarı panel sistem, çubuk sistem ile panel sistemin bina hareketlerine uyum özelliğinin birleştirilmesi ile oluşmuş bir sistemdir. Bu sistemde panel sistemden farklı olarak camlar daha sonra şantiyede monte edilmektedir. Türkiye’de ilk olarak yapılan “Sabancı Center” bu sisteme örnek olarak verilebilir (Atalay, 2006).
- Panel sistemler: Bu sistemde giydirme cephe, genel olarak bir kat yüksekliğine ve bir modül genişliğinde fabrikada üretilip, şantiyede yerine monte edilir (Tümay, 1991).

Panel sistem tüm kontrollerin imalat esnasında ve montajdan önce yapılmasını sağladığı için hata oranı oldukça düşüktür. Ayrıca süre açısından da çok hızlı bir montaj imkanı sağlamaktadır. En kısa sürede, en kaliteli ürünleri daha düşük maliyetlerle yapma gereksinimi panel sistemlerin gelişmesindeki en önemli etkenlerdir (Çapkur, 2000). Levent’teki İş Kuleleri, panel sistem uygulamasının ilk örneğidir.

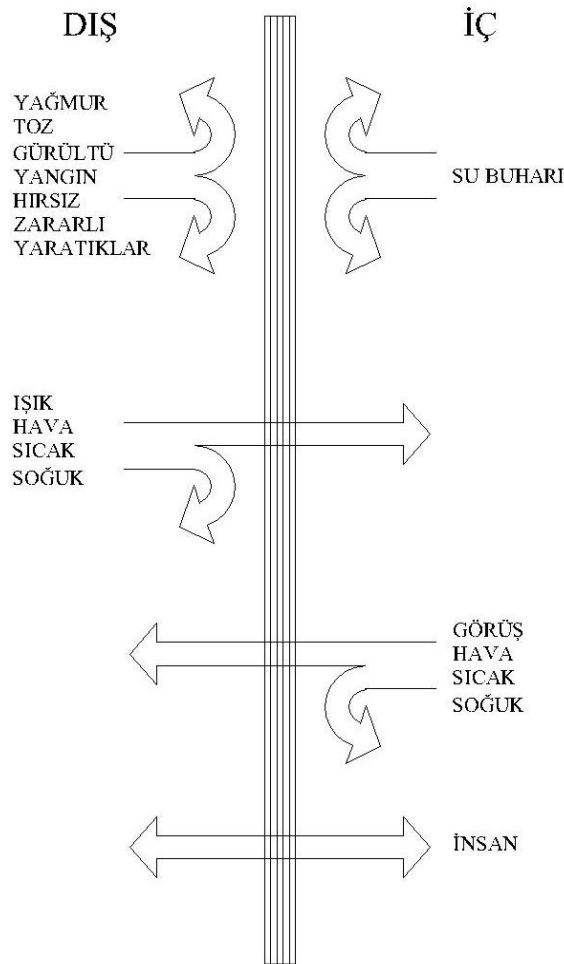
2.3 Bina Cephesinin Değerlendirilmesinde Etkili Olan Performans Özellikleri

Bina cephesi, yapıların mimari biçimlenişlerinin yanı sıra dış çevre koşulları ve işlevlerine bağlı olarak, bina içinde uygun fiziksel ortamın yaratılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Bina içi çevre ile bina dışı çevreyi birbirinden ayıran cephe, bina ile doğa arasında iki taraflı çalışan bir filtre gibidir. Bazı etkenleri geçirmemesi, bazı etkenleri kısmen, bazılarını da tamamen geçirmesi istenir. Doğru cephe tasarımının yapılması Şekil 2.9’da gösterildiği gibi bu filtrenin istenen özelliklerde oluşturulması demektir (Çapkur, 2000).

Bina içinde oluşturulması gerekli olan istenilen ortam koşullarının elde edilmesinde, bina cephesinin biçimlenişi yani bu cephede kullanılacak malzeme, detaylandırılması, saydam-opak alan oranların uygun seçilmesi gibi etkenler önemlidir (Sözen, 2001).

Yapısal ve fiziksel etkenlere karşı cephelerden beklenen performans özellikleri arasında, taşıyıcılık, sızdırmazlık, ısıl davranış, gürültü kontrolü, doğal aydınlatma, yangın direnci ve güvenlik gibi özellikler bulunmaktadır.



Şekil 2.9 : Bir filtre olarak cephe (Çapkur, 2000).

2.3.1 Taşıyıcılık

Cephenin çeşitli yükler altında öngörülenden fazla deformasyon yapması, performansının düşmesine neden olduğu gibi buna bağlı olarak diğer performans özelliklerini de etkilemektedir. Bu sebeple sistemi oluşturan tüm bileşenlerin yeterli dirence sahip olması beklenmektedir. Cephe sistemine etki eden bu yükler sabit yükler ve hareketli yükler olmak üzere iki grupta incelenebilir.

Cepheye etki eden sabit yükleri, cephenin kendi yükü, hareketli yükleri ise rüzgar yükü ve deprem yükü şeklinde belirlemek mümkündür (Çapkur, 2000).

2.3.2 Sızdırmazlık

Yağmur, kar, yoğunlaşma ve buhardan oluşan su, mevcut sorunların sürekli nedenidir. Rüzgarla ilerleyen yağmur, çok küçük açıklıklardan geçer, cephe içinde yürür ve girdiği noktadan çok uzakta iç yüzeyde görülebilir. Su geçişi, cepheyi olumsuz etkilediği için, cephenin tasarımı, bina içine geçecek her türlü suyu önleyecek şekilde olmalıdır (Temiz, 2002).

2.3.3 Isıl davranış

Termodinamik yasasına göre ısıнын sıcaktan soğuga akışı kaçınılmaz olup, bu durum bina içi ve dışı arasında da geçerlidir. Bina cephesi, ayrı sıcaklıklara sahip iç ve dış çevre arasında bu ısı transferini belirli oranda engelleyen bir ayırıcı eleman niteliği taşımaktadır. Bina cephesinin ısısal direnci ne kadar yüksek olursa bir yandan öte yana geçen ısı o oranda azalır (Sözen, 2001).

Isıl konfor, insanların bulundukları ortamlarda kendilerini rahatsız hissetmedikleri koşullar olarak tanımlanabilir. Isıl konforu etkileyen faktörlerden en önemlileri ısı kazanç ve kayıplardır. Isıl kazanç ve kayıplar binalardaki saydam yüzey oranlarına göre değişiklik gösterebilir. Kazanç ve kayıp oranlarını etkileyen diğer faktörler saydam yüzeylerde kullanılan malzemelerin termofiziksel özellikleridir. Bu özellikler ısı transfer hızını ve miktarını belirler. Isı transferi 3 yolla gerçekleşir.

- İletim : Isının katılarda ve sıvılarda transferidir.
- Taşınım: Isının hava yoluyla transferidir.
- Işınım: Isının ışıınım yoluyla transferidir.

Binalardaki saydam yüzeylerden bir tanesi de giydirme cephelerdir. Giydirme cephe sistemlerinden gerçekleşen ısı transferi iç mekanda ısı konfor koşullarının sağlanmasında önemli bir role sahiptir. Pencere sistemlerinin ısı performans açısından değerlendirilmebileşi için ısı iletkenlik katsayısı, güneş ısı kazanç katsayısı, gün ışığı yeterliliği gibi üç önemli kriter kullanılmaktadır. Isı iletkenlik katsayısı, birim alan için iletim, taşınım ve ışıınım yolu ile ısı transfer miktarını belirler. Yani ısı iletkenlik değeri azaldıkça ısı transfer miktarı da azalır, ısı korunum

düzeyi artar. Güneş ısı kazanç katsayısı, pencerelerin, güneş kontrolü veya ısı kazancı bakımından gösterdikleri performans olarak tanımlanabilir. Eğer güneşten ısı kazanca ihtiyaç varsa ısı kazanç katsayısı değeri yüksek olan pencere sistemleri tercih edilir. Eğer güneşten ısı kazanç gerekli değilse değeri olabildiğince düşük olmalıdır. Bir diğer kriter olan gün ışığı yeterliliği ise doğal ışık düzeyini ifade etmektedir (Alpur,2009).

2.3.4 Gürültü kontrolü

Günümüzde dış çevre kirlilik etkenlerinden biri de "gürültü"dür. Bina dışı ya da kent gürültüsü olarak tanımlanan ve çeşitli ses kaynaklarının oluşturduğu gürültü değişik yollarla bina cephesini geçerek bina içini etkiler. Bu etkilemede, bina cephesinin niteliği ve binanın ya da hacmin işlevi önemli rol oynar. Çünkü her hacmin işlevine göre kabul edilebilen bir fon gürültü düzeyi vardır. Eğer, dış gürültü bina cephesinden içeri geçerken fon gürültüsünün üzerinde bir düzey oluşturuyorsa bunun denetlenmesi gerekir. Bu denetimde en etkili yol bina cephesinin ses geçiş kaybını (ses geçirmezlik) arttırmaktır. Bina cephesinin ses geçiş kaybının belirlenmesinde, saydam ve opak alan oranları ve cephede kullanılan malzemeler etkilidir.

Cephede kullanılan gereçlerin kütlesi ne kadar fazla yani, yoğun olursa, geçen sesteki azalmalarda o oranda artar.

Çok katlı ve giydirme cephe kullanılan binalarda ise, genellikle levha biçiminde malzemelerin (cam, plastik, metal vb.) kullanılması nedeniyle özel önlem alınmazsa yeterli ses geçiş kaybı sağlanması pek olanaklı değildir (Sözen, 2001).

Bu önlemler arasında, cephenin imalat ve montaj işçiliğinin kalitesi, kullanılan camın kalınlığının artırılması, çift camın asimetrik tasarımı, camlar arasında özel gaz kullanımı, cam ile çerçeve arasında elastik malzeme kullanımı gibi ses yalıtımını etkileyen faktörlerden bahsedilebilir (Çapkur, 2000).

2.3.5 Işık kontrolü

Işık, özellikle kullanıcının bina içindeki eylemlerini gerçekleştirmesi, biyolojik ve psikolojik yapısı için önemli bir etkidir. Doğal ışık, cephenin saydam bölümleri ile sağlanmaktadır. Bu nedenle ışık kontrolü, cephede uygulanan sistemden bağımsız olarak, kullanılan camların özellikleri ile ilgili bir konudur.

En önemli doğal ışık kaynağı olan güneş, yapıları doğrudan etkilemektedir. Güneşin yapıya etkisi, yapının bulunduğu bölge, yön ve çevredeki diğer yapılarla da ilişkilidir.

Binalarda güneş kontrolü genelde cam yüzeyler üzerinde iki ana yöntemle yapılmaktadır. Bunlar;

- Güneş ışınlarını istenilen oranda geçiren güneş kontrol camları ve filmleri,
- Cam yüzeyler önüne takılan hareketli veya hareketsiz gölgeleme elemanlarıdır.

Doğal ışık kontrolü, cam yüzeylerde sağlandığı için tip cam seçiminde camın, renk ve ışık yansıması, ışık geçirimi ve güneş enerjisi aktarımı özelliklerine dikkat edilmelidir (Çapkur, 2000).

2.3.6 Yangın direnci

Binaların yangına karşı korunmasında ana prensip, yangın çıkışına engel olmaktır. Yangın çıkmasının önlenemediği durumda ise öncelikle insanların çabuk tahliyesi, boğucu gazlardan korunması ve bina taşıyıcı sisteminin yangın süresince ve yangın söndükten sonra ayakta kalmasının sağlanmasıdır.

Yangınlarda en çok ölüm nedeni boğucu gazlar olmaktadır. Bu bakımdan bu gazların en kısa yoldan bina dışına atılması veya bulundukları yerde kalması sağlanmalıdır. Normalde açık durması gereken kapıların yangın anında aldığı kumanda ile kapanması ve kapalı tutulması etkin ve çok kullanılan yöntemlerdir.

Cepheler ile ilgili olarak da bina cephesi yangının bina dışından bina içerisine ve bina içinden dışına geçmesini önleyici ve/veya geciktirici özelliklere sahip olması gerekir. Bu nedenle cephe kaplamalarının yanmaz malzemeden olması esastır. Cephe kaplamalarının giydirilmesi halinde, katlar arasındaki ilişkinin duman geçirmeyecek şekilde tasarlanmasıdır. Bunu sağlamak için, kat hizalarında, cephenin binaya bağlandığı döşeme üzerine, tüm kat boyunca kesintisiz devam edecek şekilde yangın bariyerleri konur ve bunların altı, cephe ve yapı arasında sıkışacak şekilde duman kesici malzeme ile doldurulur.

Benzer bir işlem, aynı kat hizasındaki farklı mekanlara yayılmasını önlemek amacı ile bölücü duvarlar veya kolonlar arasında yapılır. Böylece yatay ve düşey yangın

kesici malzemeler, cephe boşlukları içinde sürekli bir çerçeve oluşturarak yangının yayılmasını önlemiş olurlar (Çapkur, 2000).

2.3.7 Güvenlik

Cephelerde güvenlik özellikle cam yüzeylerde çok önem kazanmaktadır. Seçilecek olan camın, binanın, hırsıza, silaha veya patlayıcı maddelere karşı korunmasını sağlamalıdır. Bu tip camların temperlenmiş veya lamine olmaları gerekmektedir. Temperlenmiş veya lamine edilmiş olan emniyet camları, cam kırıldığında dağılmadıkları için güvenli olurlar (Çapkur, 2000).

Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen performans özellikleri arasından, cephelerden beklenen ses ve ısı performans ele alınacaktır. Bu iki açıdan, bir cephe sisteminin değerlendirilmesinde kullanılabilecek yöntemler anlatılarak, uygun görülen yöntemler örnek bina çalışması ile uygulanacaktır.

3. BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL PERFORMANSINI ETKİLEYEN ETKENLER

3.1 Gürültü İle İlgili Temel Bilgiler

Gürültü fiziksel olarak gelişigüzel yapıları ve birbiri ile uyumlu tonal bileşenleri bulunmayan genelde yüksek düzeyli karmaşık ses topluluklarıdır. Toplum içinde “yüksek düzeyli, hoş gitmeyen, beklenmeyen ses” olarak tanımlanır (Kurra, 2009a).

Çevre gürültüsü terimi genellikle yapıların dış çevresinde bulunan, uzun bir etkileme süresine sahip ve yüksek düzeyli olmadıkça işitme kaybı yaratmayan, ancak, kısa, orta ve uzun vadede çeşitli sağlık ve konfor sorunları oluşturan kaynaklar için kullanılmaktadır. Yapılan bilimsel araştırmalar, gürültünün işitsel konforun yanı sıra insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini de göstermektedir.

Gürültü bir çevre kirliliği olarak da tanımlanmaktadır. Çevre kirliliğini oluşturan kaynaklar içinde kentlerde en çok yer alan gürültü kirliliği olduğu görülmektedir.

Belirli bir planlamanın olmadığı yerleşimlerin ve düzensiz ulaşım sistemlerinin oluşturduğu en büyük olumsuzluklardan birisi olan gürültü kirliliği, insan sağlığı için sakıncalı olan ve fiziksel açıdan gürültü niteliğine sahip seslerin toplumsal etkilenmesini gösteren bir kavramdır.

Gürültü kirliliği içinde de insanı rahatsız eden kaynaklar yapı dışı çevre gürültü kaynakları ve yapı içi çevre gürültü kaynakları olmak üzere iki grupta incelenebilir (Kurra, 2009a).

Yapı Dışı Çevre Gürültü Kaynakları

- Ulaşım Gürültüleri (karayolu, demiryolu, denizyolu, uçak ve havaalanı gürültüleri);
- Endüstri Gürültüleri (endüstriye ait araç, gereç ve makine gürültüleri);
- Yapım Gürültüleri (yol ve bina yapım işleri ve makinelerin gürültüleri);

- İnsan ve Etkinliklerine İlişkin Gürültüler (yüksek sesle konuşma, bağırma, radyo, TV ve müzik sesleri v.b);
- Eğlence ve Ticari Amaçlı Gürültüler (açık hava sinemaları, eğlence yerleri, satıcı sesleri v.b).

Yapı İçi Çevre Gürültü Kaynakları

- Konut Yapılarında Komşuluk Sesleri (Yüksek sesli konuşma sesi, ayak sesleri, müzik sesleri, kapı çarpmaları v.b);
- Mekanik Cihazlar ve Donatım Gürültüleri (sıhhi tesisat, soğutma sistemleri, havalandırma ve ısıtma sistemleri, hidrofor v.b);
- Elektriksel Sistem Gürültüleri (Jeneratörler, transformatörler v.b);
- Sirkülasyon Sistem Gürültüleri (asansörler, merdivenler, yürüyen merdiven v.b);
- Özel Gürültüler (Binaların tipine ve kullanıma göre değişen özel kaynaklardan üretilen gürültüler).

3.1.1 Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri

Genellikle, durgun (sabit, değişmez), değişken ve darbeli olabilen çevre gürültüleri; insanlar üzerinde birtakım olumsuz etkiler oluşturmaktadır.

Gürültünün, insan üzerinde, fiziksel ve psikolojik etkilerinin yanı sıra performansını da olumsuz etkileyen yönleri mevcuttur. Gürültüden etkilenen kişiler iki grupta incelenir. Bunlar, gürültü kaynağı ile doğrudan ilişkili olan kişiler ve gürültü kaynağı ile dolaylı ilişkili olan kişilerdir (Kurra, 2009a).

Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri dört grupta incelenmektedir;

1. Fiziksel etkiler (Geçici veya sürekli işitme hasarları),
2. Fizyolojik etkiler (Vücut aktivitesindeki değişiklikler; kan basıncı artışı, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atışlarındaki hızlanma, ani refleksler, uyku bozukluğu),
3. Psikolojik etkiler (Davranış bozuklukları, öfkelenme, sıkılma, genel rahatsızlık duygusu),

4. Performans etkileri (İş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi).

Gürültü düzeylerinin seviyelerine göre, insan sağlığı üzerinde yarattığı olumsuz etkileri çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 : Gürültülerin sınıflandırılması (Demirkale Yılmaz, 2007).

Gürültülerin sınıflandırılması		
1.Derece	30 dB(A) – 65 dB(A)	• Konforsuzluk • Rahatsızlık • Öfke • Kızgınlık • Konsantrasyon ve uyku bozukluğu
2.Derece	65 dB(A) – 90 dB(A)	• Fizyolojik tepkiler • Kan basıncının artması • Kalp atışı ve solunumun hızlanması • Beyin sıvısındaki basıncın azalması • Ani refleksler
3.Derece	90 dB(A) – 120 dB(A)	• Fizyolojik tepkilerin artması • Baş ağrıları
4.Derece	L>120 dB(A)	• İç kulakta sürekli hasar ve dengenin bozulması
5.Derece	L>140 dB(A)	• Ciddi beyin tahribatı

3.1.1.1 Fiziksel etkiler

Yüksek düzeyli gürültülere, belirli süre maruz kalan kişilerin geçici veya sürekli olarak işitme eşiğinde kaymalar, kulak çınlaması ve akustik travma sorunlar meydana gelir. İşitme hasarları; orta ve iç kulakta işitme sinirlerinin bağlı olduğu işitme hücrelerindeki çeşitli bozulma ve kırılmalar, günlük normal konuşmalarda; konuşma anlaşılabilirliğini etkilemektedir.

İşitme kaybı, kişinin sosyal ilişkilerinin zayıflamasına ve bazı davranış bozukluklarına neden olan ve kişiyi toplum içinde yalnızlığa sürükleyen sosyal bir olaydır (Kurra, 2009a).

3.1.1.2 Fizyolojik etkiler

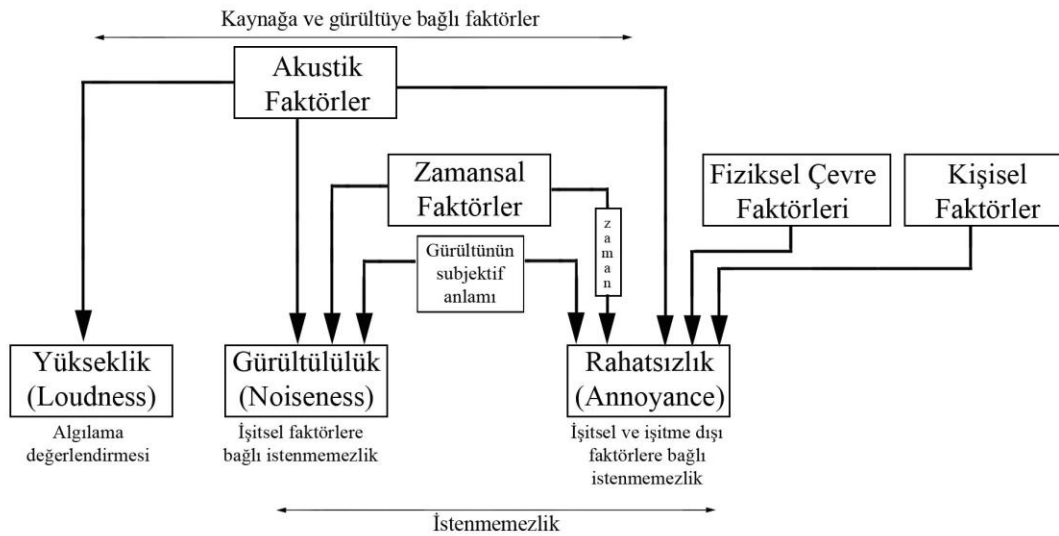
İnsan vücudunun, sürekli, ani ve yüksek seslere karşı otomatik ve bilinç dışı tepki göstermesidir. Gürültünün fizyolojik etkileri üzerine yapılan çalışmalar ve deneyler

gürültünün; yüksek kan basıncına, hızlı kalp atışına, kolesterol artışına, adrenalin yükselmesine, solunum hızlanmasına, adale gerilmesine, irkilmelere, metabolizma değişimine, sindirim sistemi düzensizliğine, yorgunluğa ve uyku bozukluğuna neden olabildiğini göstermiştir (Kurra, 2009a).

3.1.1.3 Psikolojik etkiler

Gürültülü ortamlarda yaşayan kişilerin hemen hemen tümünde çeşitli psikolojik olumsuzluklar bulunmaktadır. Gürültü düzeyi yüksek ve kaynağı belirsiz ise kişide oluşan gerilim daha fazla olmakta ve ani parlamalar, öfkeye hakim olamama, kendini kaybetme, şiddete yönelme, aşırı sessizlik, karamsar olma, hoşgörünün azalması, sık sık doktora gitme, pencereleri kapatma, dışarıda az zaman geçirme gibi davranış bozuklukları görülmektedir.

Çevresel gürültülerden oluşan rahatsızlığın ölçülmesi için öznel değerlendirmeler geliştirilmiştir. Bu öznel değerlendirmeleri; yükseklik (loudness), gürültülülük (noisiness) ve rahatsızlık-hoşnutsuzluk (annoyance), belirlemeleri olarak üç düzeyde yapılabilmektedir (Kurra, 2009a).



Şekil 3.1 : Gürültünün öznel yönden değerlendirilmesi.

3.1.1.4 Performans etkileri

İnsanların, farklı gürültü düzeylerine ve tiplerine, tepkileri farklı olduğu için performans etkilerini sayısal olarak belirlemek oldukça güçtür. Ancak insanların bulundukları ortamlarda, birtakım etkinlikleri sürdürürken maruz kaldıkları gürültü

karşısında performanslarının nasıl etkilendiği konusunda çok çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Çalışma yaşamında yüksek düzeyli, ani veya kesikli gürültüler dikkatin dağılması ile işin zamanında ve doğru yapılmasını etkilemenin yanı sıra bu tür gürültüler iş kazalarının ortaya çıkmasına neden olabilir.

Ortamda gürültünün varlığı nedeniyle karşılıklı konuşmalar da etkilenebilir. İnsanlarda, dinleme ve anlama güçlüğü, konuşmanın kesintiye uğraması, iletişim bozukluğu, yüksek sesle konuşma zorunluluğu gibi zorluklar ortaya çıkmakta ve kişide aşırı yorgunluk, stres gibi olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Kurra, 2009a).

3.1.2 Gürültü göstergeleri

3.1.2.1 A-ölçümlü ses basınç düzeyi (dBA)

İnsan işitme sisteminin düşük şiddetteki seslere karşı en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekanslara daha fazla ağırlık veren, A ağırlıklı ses seviyesi olarak tabir edilen ve gürültünün etkilenim değerlendirilmesi ve kontrolünde yaygın olarak kullanılan bir ses seviyesi ölçütüdür. A-ölçümlü ses basınç düzeyinin birimi “dBA”dır (ÇGDYY, 2008).

İnsan kulağının işitme sistemi, en çok 1000-4000 Hz arasındaki orta frekans aralıklarında duyarlıdır. İnsan kulağı, çok alçak ve çok yüksek frekanslara karşı çok duyarlı değildir. A-ölçümlü ses basınç düzeyi, ses düzey ölçerlerinde, bu farklılığı göstermek için kullanılır. İnsanın işitme sisteminin frekans tepkisini yansıtır. Bu nedenle gürültüye maruz kalma durumlarında sıkça kullanılır (Demirkale Yılmaz, 2007).

3.1.2.2 Eşdeğer sürekli gürültü düzeyi (L_{eq})

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ne göre eşdeğer gürültü düzeyi belli bir süre içinde seviyeleri değişim gösteren, gürültünün enerji açısından eşdeğeri olan sabit seviyeyi ifade eder (ÇGDYY, 2008). Genellikle A ağırlıklı ses seviyesi olarak ölçülür.

Eşdeğer gürültü düzeyi, bir dalgalı sesin, eşdeğer ortalama ses düzeyi verilmiş bir zaman aralığında, aynı ortalama enerjiyi taşıyan sürekli bir durgun gürültünün

düzeyine eşit olarak alınmakta ve örnek zamanlarda gözlenen ses enerjilerinin aritmetik ortalaması biçiminde tanımlanmaktadır (Bayol, 1997).

3.1.2.3 Gündüz-akşam-gece seviyesi (L_{gag})

A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, günlük toplam rahatsızlığı ifade etmekte kullanılan gündüz-akşam-gece seviyelerinin aşağıda verilen formülle ifade edilmesidir (ÇGDYY, 2008).

$$L_{gag} = 10 \log \frac{1}{24} \left[12 \cdot 10^{\frac{L_{gündüz}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{akş+5}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{gece+10}}{10}} \right] \quad (3.1)$$

$L_{gündüz}$: A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın gündüz zaman dilimi süresince rahatsızlık düzeyini belirler. Gündüz zaman dilimi, 07.00'den 19.00'a kadar olmak üzere toplam 12 saattir.

$L_{akşam}$: A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın akşam zaman dilimi süresince rahatsızlık düzeyini belirler. Gece zaman dilimi, 19.00'dan 23.00'e kadar olmak üzere toplam 4 saattir.

L_{gece} : A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın gece zaman dilimi süresince rahatsızlık düzeyini belirler. Gece zaman dilimi, 23.00'den 07.00'ye kadar olmak üzere toplam 8 saattir.

Türkiye'de " L_{gag} " olarak kullanılan bu indis, Amerika'da ve birçok Avrupa ülkesinde " L_{den} " olarak kullanılmaktadır.

3.1.2.4 Aşma seviyeleri (L_N)

Örnek zaman süresinin %10, 50, 90'ında aşılacak değerlerdir. Bunlardan L_1 ve L_{10} , yakındaki bir gürültüden çok az etkilenir. L_{90} daha çok arka plan gürültüsünü tanımlamakta kullanılmaktadır.

3.1.3 Gürültü ölçüt ve limitleri

İnsanların, yapıların içinde günlük yaşamlarını sağlıklı ve konforlu bir şekilde sürdürebilmeleri için dış çevrede ve yapı içinde kullanılan hacimlerde kabul edilebilecek en yüksek gürültü düzeyleri ve belirli yapı elemanları için doğrudan öngörölmüş yalıtım değerleri gibi ölçütlere ihtiyaç vardır.

Bu ölçütler; işitme sağlığı ölçütleri, çevresel gürültü ölçütleri ve yapı akustiği ölçütleri olarak üç grupta incelenebilir (Kurra, 2009b).

3.1.3.1 İşitme sağlığı ölçütleri

İşitme sağlığı ölçütleri, endüstriye ait işyerlerinde gürültüye maruz kalma süreleri ve gürültü düzeylerinin fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Etkileme süresine dayalı ölçütler her ülke için değişmekle birlikte, genel olarak 8 saatlik bir iş gününde kabul edilen değerler de yıllara göre farklılık gösterir (Kurra, 2009b).

3.1.3.2 Çevresel gürültü ölçütleri

Ülkemizde uygulanan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”nde ulaşım gürültülerinden karayolu, demiryolu ve havayolu gürültüleri, endüstri ve yapım gürültüleri için belirli sınır değerler öngörülmüştür. Ulaşım gürültüsü limitleri; gün saatlerine göre (gündüz ,akşam ve gece saatleri) değişmektedir. Çeşitli amaçlı binalar ve hatta içlerindeki çeşitli mekanlar için de sınır değerleri mevcuttur. (Çizelge 3.2)

Çizelge 3.2 : Karayolu çevresel gürültü sınır değeri (ÇGDYY, 2008).

Alanlar	Planlanan/Yenilenmiş/ Onarılmış Yollar			Mevcut Yollar		
	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin ağırlıklı olduğu alanlar	60	55	50	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	63	58	53	68	63	58
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar	65	60	55	70	65	60
Endüstriyel alanlar	67	62	57	72	67	62

Çizelge 3.3 : İç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri (ÇGDYY, 2008).

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

3.1.3.3 Yapı akustiği gürültü ölçütleri

Yapı içi çevredeki akustik koşulların kabul edilebilir değerlerinin belirlenmesi; iç ortam gürültü seviyelerine ve iç akustik koşullara bağlıdır.

Mekanların kullanım türüne bağlı olarak, insanların hiçbir rahatsızlık hissetmeden işlevlerini yerine getirmesini sağlayacak, “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”nde yayınlanan, kabul edilebilecek iç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri Çizelge 3.3’te verilmiştir.

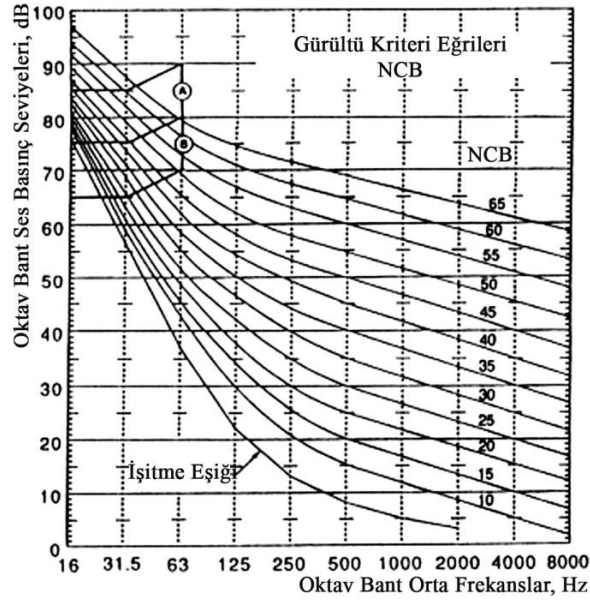
Dünya Sağlık Örgütü tarafından çevre gürültüsü için yayınlanan kılavuzda, çeşitli mekanlar içinde yapılan eylemler ile mekan içindeki gürültülerin girişimleri ve insan sağlığı üzerindeki etkiler düşünülerek, çeşitli iç limit değerler öngörülmüştür. Bu değerler Çizelge 3.4’te yer almaktadır (Berglund, 1999).

Alçak frekansların kulak tarafından algılanması orta ve yüksek frekanslara göre daha zor olmakla birlikte, yüksek düzeyli alçak frekans bileşenlerine sahip gürültüler (ağır taşıtlar veya bazı makinaların gürültüleri), diğerlerine göre insanları çok daha fazla rahatsız ederler. Bu nedenle iç mekanlar için kabul edilebilir gürültü düzeyleri, frekans bantlarına bağlı olarak hazırlanmış veya tablolar ile ortaya konulmuşlardır. Bilimsel araştırmalarla ortaya konulan; gürültü kriteri (NC), değerlendirme kriteri (RC), gürültü azaltımı (NR) ve dengelenmiş gürültü kriteri (NCB) gibi ölçütler bulunmaktadır (Kurra, Cilt 3, 2009).

Beranek’in geliştirmiş olduğu dengelenmiş gürültü kriteri (NCB) yöntemi, bir hacmin gürültüsünü belirlemek ve değerlendirmek için kullanılır. Ayrıca kullanıcılardan kaynaklanan gürültüyü de içerir. NCB kriteri eğrileri (Şekil 3.2), NC kriteri eğrilerine iki alçak frekans oktav bant (16 ve 31 Hz) eklenerek ve yüksek frekanslarda (4000 ve 8000 Hz) kabul edilebilir gürültü düzeyleri düşülerek, eksiklikler giderilerek geliştirme amacıyla uygulanmıştır. Çeşitli mekanlar için önerilen NCB değerleri Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.4 : Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından çevre gürültüsü için yayınlanan kılavuzda belirtilen limit değerleri (Berglund, 1999).

Çevre Türü	Kritik Sağlık Etkisi	Leq dBA	Zaman (saat)	L _{Amax} (hızlı tepki) dB
Bina dışı açık alanlar	Ciddi rahatsızlık gündüz ve akşam	55	16	-
	Orta derece rahatsızlık gündüz ve akşam	50	16	-
Konutların içi	Konuşma anlaşılabilirliği ve orta derece rahatsızlık gündüz ve akşam	35	16	-
Yatak odalarının içi	Uyku bozukluğu gece	30	8	45
Yatak odalarının dışı	Uyku bozukluğu, pencere açıkken (dış değer)	45	8	60
Okullarda derslikler, okul öncesi binaların içi	Konuşma anlaşılabilirliği, bilgi aktarımının ve mesaj alışverişinin güçlüğü	35	Ders sırasında	-
Okul öncesi yatak odaları	Uyku bozukluğu	30	Uyku zamanı	45
Okul oyun alanları (dışarıda)	Rahatsızlık (dış kaynaklar için)	55	Oyun sırasında	-
Hastane yatak odaları, iç mekanlar	Uyku bozukluğu gece	30	8	40
	Uyku bozukluğu gündüz ve akşam	30	16	-
Hastane tedavi odaları, iç mekanlar	Dinlenme ve tedavi ile girişim	(1)		
Endüstriyel, ticari, trafik alanları, iç ve dış	İşitme bozunumu	70	24	110
Törenler festivaller ve eğlence olayları	İşitme bozunumu (yılda 5 kezden fazla maruz kalınırsa)	100	4	110
Anons sistemleri, içerde ve dışarda	İşitme bozunumu	85	1	110
Kulaklıkla dinlenen müzik	İşitme bozunumu (açık alan değeri)	85(4)	1	110
Darbe sesleri (oyuncaklar, havai fişekler ve yangın alarmları)	Büyükler için işitme bozunumu	-	-	140(2)
	Çocuklar için işitme bozunumu	-	-	120(2)
Park ve koruma alanları	Sakinliğin bozulması	(3)		
(1) Olabildiğince düşük düzey (2) Kulaktan 100mm'de ölçülen tepe düzey (L _{Amax} hızlı tepki değil) (3) Mevcut sakin dış alanlar korunmalı ve gelen sesin arka plan sesine oranı çok düşük tutulmalıdır. (4) Kulaklık altında (açık alan düzeylerine adapte edilmiş)				



Şekil 3.2 : Dengelenmiş gürültü kontrolü ölçüt eğrileri, (NCB) (Beranek, 2006).

Çizelge 3.5 : Çeşitli mekanlar için önerilen NCB değerleri (Beranek, 2006).

Kullanım Alanı	NCB
Kayıt stüdyoları	En düşük eğri
Yayın stüdyoları(uzak mikrofon kayıtları)	10
Konser salonları, opera evleri, resital salonları	15-18
Küçük oditoryumlar	25-30
Büyük oditoryumlar, büyük tiyatrolar	20-25
TV ve yayın stüdyoları (yakın mikrofon kayıtları)	15-25
Konutlarda yatak odaları	25-30
Apartmanlar	30-40
Oturma odaları	30-40
Okullarda sınıflar 70m ² 'den küçük	35-40
Okullarda sınıflar 70m ² 'den büyük	30-35
Okullarda açık planlı sınıflar	35-40
Oteller motellerde odalar veya süitler	30-35
Otellerde toplantı ve banket odaları	25-35
Ofis binalarında ofisler	25-35
Büyük konferans salonları	25-30
Küçük konferans salonları	30-35
İş makinaları ve bilgisayarlar	40-45
Hastane ve kliniklerde odalar	25-30
Koğuşlar	30-35
Ameliyathaneler	25-35
Laboratuarlar	35-45
Koridorlar	35-45
Bekleme alanları	40-45
Sinemalar	30-40
Kütüphaneler	35-40
Restoranlar	40-45

3.2 Isıl Performansı Etkileyen Etkenler

Binalarda ısı performans, ısı konfor şartlarının minimum enerji harcamasıyla gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. Isıl konforun, insan sağlığını ve iş verimini de önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir.

3.2.1 Isıl konfor koşulları

Isıl konfor; insanın bulunduğu ısı ortamdan hissettiği rahatlık duygusu olarak tanımlanabilir. Konfor standartları, bir yapma çevrede çok sayıda kullanıcıyı aynı anda aynı derecede memnun etmek mümkün olamayacağına göre, kullanıcıların %80 veya daha fazlasının iklimsel çevresinden hoşnut olduğu koşulları iklimsel açıdan kabul edilebilir koşullar olarak tanımlamaktadır (ASHRAE 2001, ISO 7730:2005).

İnsan vücudunun metabolik ısı üretmesi, üretilen bu ısının çevreye transferi ve buna bağlı olarak vücutta oluşan terleme, sıcaklık gibi fizyolojik olaylar ve vücudun bu yeni duruma fizyolojik ve psikolojik olarak uyum derecesi gibi durumlar söz konusudur. İnsanın ancak ürettiği ve kaybettiği enerji arasında bir denge kurulursa vücut sıcaklığını koruyabilir ve kendisini rahat hisseder.

Bu nedenle, ısı konfor, vücudun metabolizma düzeyinin ve çevresiyle yaptığı ısı alışverişi miktarının sonucu olan ısı dengesinin fonksiyonudur. Bu ısı dengesi aşağıdaki bağıntı ile ifade edilebilir.

$$H = S + E + R + C + C_d \quad (3.2)$$

H : vücudun ürettiği enerji miktarı (metabolizma düzeyi), W.

S : vücutta depolanan enerji miktarı, W.

E : vücuttan buharlaşma yoluyla ısı kaybı miktarı, W.

R : vücut ile çevre arasında ısıl ışınlama ısı alışverişi miktarı, W.

C, C_d : vücuttan taşınım ve iletim ile ısı kaybı miktarı, W.

İnsanla çevresi arasındaki ısı alışverişini etkileyen tüm etkenler ısı konforu etkilemektedir. Bu etkenler, iç mekanda ısı konforu etkileyen çevresel etkenler ve insanla ilgili olan kişisel etkenler olmak üzere iki grupta incelenebilirler.

Isıl konforu etkileyen çevresel etkenler;

- Hava sıcaklığı,

- Ortalama ışımsal sıcaklık,
- Hava hareketi hızı ve
- Hava nemliliği gibi iklim elemanlarıdır.

Hava sıcaklığı, insanla çevresi arasında konveksiyon (taşıma) ile yapılan ısı alışverişi miktarını belirleyen çevresel bir değişkendir. İnsan ile çevresi arasındaki ısı taşınımı, vücut yüzey sıcaklığı ile hava sıcaklığı dengeleninceye kadar devam eder. Dengelenmiş durumdaki vücut yüzey sıcaklığı insanın ısısal açıdan konforunda olup olmadığının göstergesidir. Bu nedenle hava sıcaklığı insanın ısısal konforunu etkileyen önemli çevresel değişkenlerden birisidir.

Ortalama ışımsal sıcaklık ise, insanla çevre yüzeyleri arasındaki ısısal radyasyon (ısısal ışıma) yoluyla oluşan ısı transferini belirlemek üzere, çevre yüzey sıcaklıklarını ifade eden bir sıcaklıktır.

Isıl konforu etkileyen diğer bir değişken olan **hava hareketi hızı**, insanla çevresi arasında konveksiyon (taşıma) yoluyla ısı alışverişi miktarını belirleyen en önemli çevresel değişkendir.

Havanın nemliliği ise, vücut yüzeyinden terin buharlaşmasıyla ve nefes yoluyla vücuttan kaybedilen ısı miktarını etkileyen çevresel değişkendir.

Bir mekan içerisinde belirli bir eylem yapmakta olan insanın ısısal konforu, iç çevre iklimini oluşturan çevresel etkenlerin yanısıra insanla ilgili olan yaşı, cinsiyeti, mekandaki duruşu ve konumu, giysilerinin türü ve aktivite düzeyi gibi kişisel etkenlere de bağlıdır. Bütün bu özellikler arasından,

- Aktivite düzeyi ve
- Giysi türü etkenleri ısısal konforu daha çok etkilemektedir.

Aktivite düzeyi, insan vücudunun aldığı yiyecekleri yakarak birim zamanda ürettiği ve metabolizma düzeyi olarak adlandırılan enerji miktarını etkileyen en önemli kişisel değişkenlerden biridir. Metabolizma düzeyi insanın yaptığı eylem türü ile yani aktivite seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Metabolizma düzeyi birçok yerde MET birimi ile ifade edilmektedir ($1 \text{ MET} = 58.2 \text{ W/m}^2$). Belirli eylem türlerine göre metabolizma düzeylerinin aldığı değerler değişkenlik gösterir. Bazı eylem türüne göre metabolizma düzeylerinin MET cinsinden değerleri Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6 : Farklı aktivite türleri için metabolizma düzeyleri (Ashrae, 2001).

Eylem Türü		Metabolizma Düzeyi (MET)
Dinlenmek	Uyumak	0.7
	Uzanmak	0.8
	Hareketsiz oturmak	1.0
	Rahat bir pozisyonda ayakta durmak	1.2
	0,89 m/s (2mil/saat)	2.0
Yürümek	1,34 m/s (3mil/saat)	2.6
	1,79 m/s (4mil/saat)	3.8
	Oturur pozisyonda olmak	1.0
Ofis aktiviteleri	Yazı yazmak	1.0
	Daktilo kullanmak	1.1
	Oturarak iş görmek	1.2
	Ayakta iş görmek	1.4
	Etrafta gezinmek	1.7
	Eşya kaldırmak/paketlemek	2.1
	Yemek pişirmek	1.6 ile 2.0
Diğer mesleki aktiviteler	Ev temizliği	2.0 ile 3.4
	Oturarak yapılan ağır işler	2.2
	Makine işleri	
	Hafif işler	2.0 ile 2.4
Diğer kişisel aktiviteler	Ağır işler	4.0
	Dansetmek	2.4 ile 4.4
	Egzersiz yapmak	3.0 ile 4.0
	Tenis oynamak	3.6 ile 4.0
	Basketbol oynamak	5.0 ile 7.6
	Güreşmek	7.0 ile 8.7

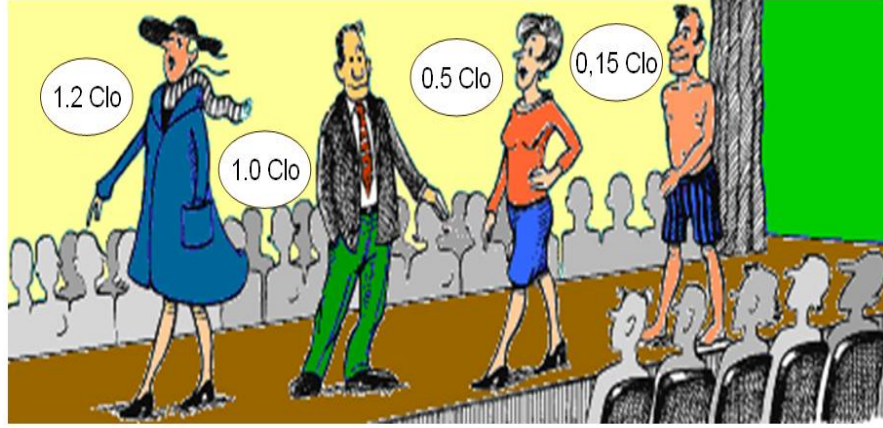
Giysi türü giysilerin ısı yalıtım direncini belirlediğinden ve dolayısıyla insanla çevresi arasındaki ısı transferi miktarını etkilediğinden ısı konfor koşullarının belirlenmesinde bilinmesi gereken önemli bir diğer kişisel değişkendir. Giysilerin ısı yalıtım direnci genellikle Clo birimi ile ifade edilmektedir ($1 \text{ Clo} = 0.155 \text{ m}^2/\text{W}$). Belirli bazı tip giysiler için ısı yalıtım dirençlerinin Clo cinsinden değerleri Çizelge 3.7’de verilmiştir. Şekil 3.3’de de farklı giysilerin ısı yalıtım dirençleri görülmektedir.

İnsan vücudunda çevresel ve kişisel değişkenlerin değerlerine bağlı olarak genel ısı dengesi gerçekleşiyorsa ısı konfor koşulları sağlanmış demektir. Ancak ısı konfor sağlanmış olsa bile asimetrik radyasyon, mekanda boyutsal sıcaklık farklılaşması veya hava cıvayını nedeniyle vücudun belirli bir bölgesinde lokal konforsuzluk hissedilebilir. O nedenle, kapalı bir mekanda ısı konfor koşullarının sağlanmış

olması için, insan vücudunda hem genel ısı dengesinin gerçekleşmiş hem de lokal konforsuzluğun önlenmiş olması gerekmektedir.

Çizelge 3.7 : Belirli bazı tip giysiler için ısı yalıtım dirençleri (Ashrae, 2001).

Giysi Türü	Isı yalıtım direnci, Clo
Tropik iklim giysisi (şort, kısa kollu gömlek, sandalet)	0.36
Tipik yazlık giysiler (ince pantolon/etek, kısa kollu gömlek/tişört/çorap, ayakkabı)	0.57
Tipik kışlık giysiler (kalın pantolon/etek, gömlek/bluz, ceket, çorap ayakkabı)	0.96
Tipik büro giysisi (takım elbise)	1.30
Kalın takım elbise	1.50
Büro giysisi+pardesü	1.50



Şekil 3.3 : Farklı giysilerin ısı yalıtım dirençleri.

İnsanın çevresiyle konveksiyon ve ısısal radyasyon yoluyla yaptığı ısı transferi miktarını belirleyen hava sıcaklığı ve ortalama ışınsal sıcaklık gibi çevresel değişkenlerin ısı konfor üzerindeki etkileri birbirinden bağımsız olarak ele alınmayacağından, konfor standartları bu iki sıcaklığın etkisini bir arada ifade etmeye yarayan “operatif sıcaklık” kavramını tanımlamış ve konfor koşullarını bu sıcaklığa bağlı olarak belirlemişlerdir.

Ashrae konfor standardı, kapalı bir mekandaki insanın ısı konforunun sağlanabilmesi için operatif sıcaklığın olması gereken optimum ve kabul edilebilir değerlerini, diğer çevresel değişkenlerin ve kişisel değişkenlerin değerlerine bağlı olarak belirlemiştir. Ashrae standardına göre operatif sıcaklığın optimum ve sınır değerleri Çizelge 3.8’de verilmiştir (Ashrae 2001).

Çizelge 3.8 : Isıl konfor için operatif sıcaklığın (t_o) optimum ve kabul edilebilir sınır değerleri.

Mevsim	Giysi türü	Giysi ısı yalıtım direnci (Clo)	t_o , °C (optimum değer)	t_o , °C (kabul edilebilir min. ve max. değerler)
Kış	Tipik kışlık giysi	0.9	21.7	20.0-23.6
Yaz	Tipik yazlık giysi	0.5	24.4	22.8-26.1

Bu değerler, kapalı bir mekanda oturur vaziyette olan veya ayakta hafif işler yapan insanlar için, ($\leq 1,2$ met) hava hareketi hızının $\leq 0,15$ m/s, bağıl nemin ise %50 olması durumunda geçerlidir.

Uluslar arası geçerliliği olan bir diğer standart (ISO 7730:2005) da ısı konfor koşullarını Ashrae standardına benzer şekilde tanımlamaktadır. Bu standarda göre kapalı bir mekanda ısı konfor koşullarının sağlanması için çevresel değişkenlerin alması gereken değerler Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9 : Çevresel değişkenlerin ısı konfor için gerekli değerleri (ISO 7730, 2005).

Mevsim	Operatif sıcaklık için kabul edilebilir min. ve max. değerler (°C)	Düşey doğrultuda yerden 1,1m ile 0,1m arasındaki max. sıcaklık farkı (°C)	Max. ortalama hava hareketi hızı (m/sn)	Işınımsal sıcaklık asimetrisi (max.)	
				Yatay doğrultuda (°C)	Düşey doğrultuda (°C)
Kış	20-24	3	0.15	10	5
Yaz	23-26	3	0.25	-	-

Bina içerisinde ısı konfor koşullarının minimum enerji harcamasıyla gerçekleştirilebilmesi için dış çevre etkenleri (iklim etkenleri) altında bina içi çevre ısı koşullarını oluşturan yapma çevreye ilişkin etkenlerin de doğru değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

3.2.2 Dış çevreye ilişkin etkenler

Bina dışı çevrenin iklimini oluşturan iklim elemanları, ısı konforu etkileyen dış çevresel etkenler veya diğer bir deyişle iklimsel çevre etkenleri olarak tanımlanmaktadır.

İklimi oluşturan ve ısı konforu etkileyerek enerji korunum sürecinde etkili olan başlıca iklim elemanları aşağıda verilmiştir (Yılmaz, 1983).

- Güneş ışıınımı
- Dış hava sıcaklığı

- Dış hava nemliliği
- Rüzgar

3.2.3 Yapma çevreye ilişkin etkenler

Yılın belirli dönemlerinde, bina içerisinde ısı konforunun gerçekleştirilmesi için ek yapma enerji sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. Enerji korunumu açısından bu sistemlerin yükünün en aza indirilmesi, dış iklimsel etkenlerin etkilerini iç çevreye aktarmada rol oynayan ve dolayısıyla iç çevrenin ısı koşullarını belirleyen yapısal etkenlerin, diğer bir deyişle yapma çevre değişkenlerinin, optimum değerlere sahip olacak şekilde belirlenmiş olmaları ile olanaklıdır (Yılmaz, 1983).

İç iklim elemanlarının dış iklim elemanlarının değerlerine bağlı olarak alacağı değerler, yapma çevre değişkenleri olarak nitelenen tasarım etkenlerinin performanslarına bağlıdır (Manioğlu, 2002).

Enerji korunumunda etkili olan yapma çevreye ilişkin başlıca tasarım değişkenleri aşağıda verilmiştir.

- Binanın yeri
- Binanın diğer binalara göre konumu
- Binanın boyutları ve biçim faktörü
- Binanın yönlendiriliş durumu
- Bina kabuğunun (cephe-çatı) optik ve termofiziksel özellikleri

3.2.3.1 Bina yeri

Binanın yeri arazi parçasının eğimi, konumu, bitki örtüsü ve baktığı yönün ifade edildiği, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım etkenidir. Aynı zamanda yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesini ve dolayısıyla hava kirliliğinin önlenmesini olanaklı kılar (Manioğlu, 2002).

3.2.3.2 Bina diğer binalara göre konumu

Binanın konumlandırılış durumu, diğer binalar ve engeller ile arasındaki mesafe, binayı etkileyen güneş ışınlamı miktarını ve bina etrafındaki hava akışı hızını ve tipini

belirleyen en önemli tasarım değişkenlerinden biridir. Bu nedenle, binanın arazideki konumu güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak veya korunmak amacıyla uygun olarak belirlenmelidir (Yılmaz, 2005).

3.2.3.3 Binanın boyutları ve biçim faktörü

Binanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, binayı çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanının yüzey alanını belirleyen değişkenlerdir. Kabuk iç yüzey sıcaklığı diğer yüzeylerin sıcaklığından farklı olduğu için, kabuk alanının değişimi, ortalama ışımsal sıcaklığın, kabuk elemanından geçen ısı miktarının ve dolayısıyla iç hava sıcaklığının değişimine yol açar (Manioğlu, 2002).

3.2.3.4 Binanın yönlendiriliş durumu

Bina aralıkları gibi binanın yönü de cephelerin doğrudan güneş ışınlamından yararlanma oranını, dolayısıyla toplam güneş enerjisinden kazancını etkileyen en önemli tasarım etkenlerinden birisidir (Yılmaz, 2005). Bu nedenle, binanın yönlendiriliş durumuna bağlı olarak direkt güneş ışınlamı ve dolayısıyla bina kabuğunun birim alanından geçen ısı miktarı da değişkenlik gösterir.

3.2.3.5 Bina kabuğunun (cephe-çatı) optik ve termofiziksel özellikleri

Bina kabuğundan istenen performansın elde edilmesinde kabuk katmanlaşmasını oluşturan malzemelerin optik ve termofiziksel özellikleri belirleyicidir. Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri, bina kabuğunun birim alanından, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınlamı etkileri ile kazanılan ve kaybedilen ısı miktarlarının belirleyicileridir.

Bina dış kabuğu tasarımında amaç minimum ısıtma ve soğutma enerjisine dayalı konforlu bir iç mekan yaratmaktır. Bu nedenle iç ısı konforu sağlayan optimum değerlere sahip bina kabuğunun termofiziksel özelliklerinin değişimine neden olabilecek yoğuşma olayının kontrolünün yapılması ve opak kabuk bileşeni içerisinde yıl süresince yoğuşan nem miktarının izin verilebilir sınır değerini aşmaması sağlanmalıdır (Berköz, 1995).

Binanın ve ısıtma sisteminin ısı performansını etkileyen en önemli tasarım etkeni olan bina kabuğu opak ve saydam olmak üzere fiziksel özellikleri ve ısı transferine

karşı davranışları birbirinden farklı iki bileşenden oluşmaktadır. Bina kabuğunun ısı performansını etkileyen en önemli fiziksel özellikleri,

- Opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirme katsayısı (U , $W/m^2 \cdot K$),
- Opak bileşenin genlik küçültme faktörü (ϕ),
- Opak bileşenin zaman geciktirmesi (Φ , h) ve
- Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınlamına karşı geçirgenlik (opak bileşen için geçersiz), yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları olarak sıralanabilir (Yılmaz, 2005).

Toplam ısı geçirme katsayısı, bina kabuğunun gerek opak gerekse saydam bileşenlerine ilişkin bir termofiziksel özellik olup farklı iki çevreyi ayıran bir bina bileşeninin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark $1^\circ C$ iken, birim alandan ($1m^2$), bu alana dik doğrultuda birim zamanda (1 saat) geçen toplam ısı miktarıdır (Berköz, 1995).

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü içerisinde ısı depolayabilen malzemeler için geçerli olup, saydam bileşenlerin ısı depolama kapasiteleri ihmal edilecek düzeyde olduğundan bu bileşenler için geçerli değildir.

Zaman geciktirmesi, bileşenin dış yüzeyindeki maksimum sıcaklığın oluştuğu saat ile iç yüzeyinde maksimum sıcaklığın oluştuğu saat arasındaki zaman farkı olarak tanımlanabilir.

Genlik küçültme faktörü ise, bileşenin iç yüzeyindeki sıcaklık değişimi genliğinin, dış yüzeyindeki sıcaklık değişimi genliğine oranı olarak belirlenebilir.

Yukarıda da ifade edildiği gibi opak bileşenler için geçerli olan zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü bileşenin ısı depolama kapasitesinin, diğer bir deyişle ısı kütlesinin fonksiyonudur. Saydam bileşenler için ise ısı kütlesi ihmal edilebilecek kadar küçük olduğundan zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü yok varsayılabilir (Yılmaz, 2005).

Yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları, sırasıyla bileşen tarafından yutulan, geçirilen ve yansıtılan güneş ışınlamı miktarlarının bileşen dış yüzeyine gelen güneş ışınlamına oranlarıdır.

Kabuğun güneş ışınlamına ilişkin yutuculuk (α), geçirgenlik (τ), yansıtıcılık (r) gibi optik özellikleri arasındaki bağıntılar,

Opak yüzeyler için,

$$a_0 + r_0 = 1 \quad (3.3)$$

a_0 : Opak bileşenin güneş ışınlamı yutuculuk katsayısı,

r_0 : Opak bileşenin güneş ışınlamı yansıtıcılık katsayısı.

Saydam bina bileşenleri için,

$$a_c + r_c + \tau_c = 1 \quad (3.4)$$

a_c : Saydam bileşenin güneş ışınlamı yutuculuk katsayısı,

r_c : Saydam bileşenin güneş ışınlamı yansıtıcılık katsayısı,

τ_c : Saydam bileşenin güneş ışınlamı geçirgenlik katsayısı şeklindedir (Akgöz, 2004).

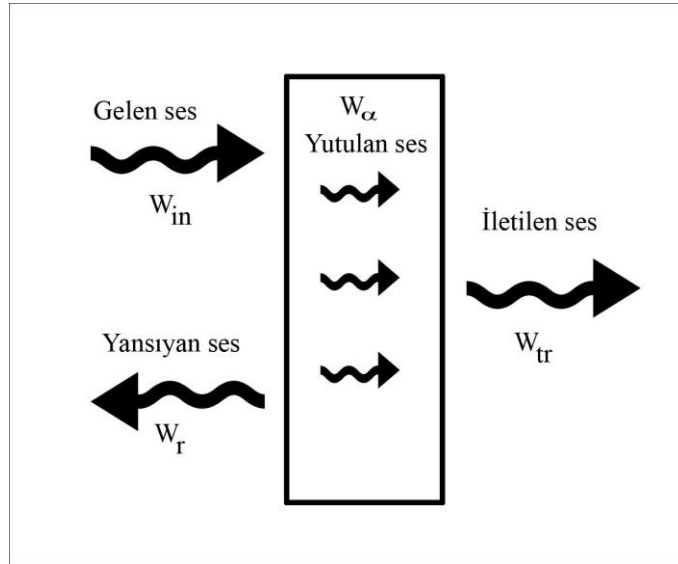
Cephe ve çatı elemanlarından oluşan bina kabuğu yukarıda sıralanan özelliklere bağlı olarak dış çevre koşullarını değiştirerek iç çevreye aktaran ve bu şekilde iç çevre koşullarının oluşumunda rol oynayan en önemli tasarım etkenidir.

4. BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL PERFORMANSININ SAPTANMASI

4.1 Ses Azalma (Ses Yalıtım) Performansının Saptanması

Ses bir yüzeye çarptığında üç bölüme ayrılır; Şekil 4.1’de gösterildiği gibi bir kısmı geri yansır (r), bir kısmı yutulur (α) ve kalan kısmı da yüzeyin öbür tarafına iletilir (τ). Aralarındaki bağıntı ise şöyledir;

$$\alpha + r + \tau = 1 \quad (4.1)$$



Şekil 4.1 : Sesin bir yüzeye çarptığında dağılımı (Maekawa ve Lord, 1994).

Elemanın yüzeyinden geçen sesin enerjisindeki azalma, elemanın ses iletim kaybını gösterir. Sesin iletim kaybının bulunabilmesi için ses iletim katsayısının (τ) belirlenmesi gerekmektedir. Ses iletim katsayısı elemandan iletilen ses gücünün, elemana gelen ses gücüne oranı ile bulunabilir.

$$\tau = \frac{W_{tr}}{W_{in}} = \frac{W_2}{W_1} \quad (4.2)$$

τ : Ses iletim katsayısı;

W_{tr}, W_2 : İletilen ses gücü;

W_{in}, W_1 : Gelen ses gücü.

Ses iletim katsayısının logaritmik ifadesi, desibel biçiminde ses iletim kaybı (TL) veya ses azalma indisi (R) değerini vermektedir.

$$R = TL = 10 \log \frac{1}{\tau} = 10 \log \frac{W_1}{W_2} \text{ dB} \quad (4.3)$$

Diğer bir deyişle ses iletim kaybı, elemanın üzerine gelen ses gücü W_1 'in, iletilen sesin gücü W_2 'ye oranının on tabanına göre logaritmasının on katına eşittir (Maekawa ve Lord, 1994).

4.1.1 Ses azalma performansının hesap yöntemi ile saptanması

Yapı elemanlarının ses azalma performansının hesaplama yoluyla saptanması yöntemi, “TS EN 12354-1:2006” sayılı “Yapı Akustiği- Yapıların Akustik Performansının Elemanların Performanslarından Hesaplanması- Bölüm 1: Odalar Arasında Hava İle Yayılan Sesin Yalıtımı” başlıklı standarda bağlı kalınarak yapılmaktadır (TS EN 12354-1, 2006). Cephe elemanları için cephenin şekli, bağlantı tipi ve boşluk bağlantılarının kalitesi gibi ek bazı bilgiler için “TS EN 12354-3:2006” sayılı “Yapı Akustiği- Yapıların Akustik Performansının Elemanların Performanslarından Hesaplanması- Bölüm 3: Hava İle Yayılan Dışardaki Sesin Yalıtımı” başlıklı standarda başvurulmaktadır (TS EN 12354-3, 2006).

Sesin kaynaktan alıcıya ulaşması, doğrudan iletim yolu (Dd) ve yan yol iletim yolları (ij=Ff, Fd, Df) ile gerçekleşir. Sesin elemandan geçişi, bina strüktürü içindeki tüm sınırlarından, yanıl duvarlardan, tavandan, döşemeden meydana gelmektedir.

Bir cephe elemanına çarpan sesin iletimi veya iki oda arasında yer alan bir yapı elemanından geçen sesin iletiminin başlıca yolları Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

4.1.1.1 Doğrudan iletimin tayini

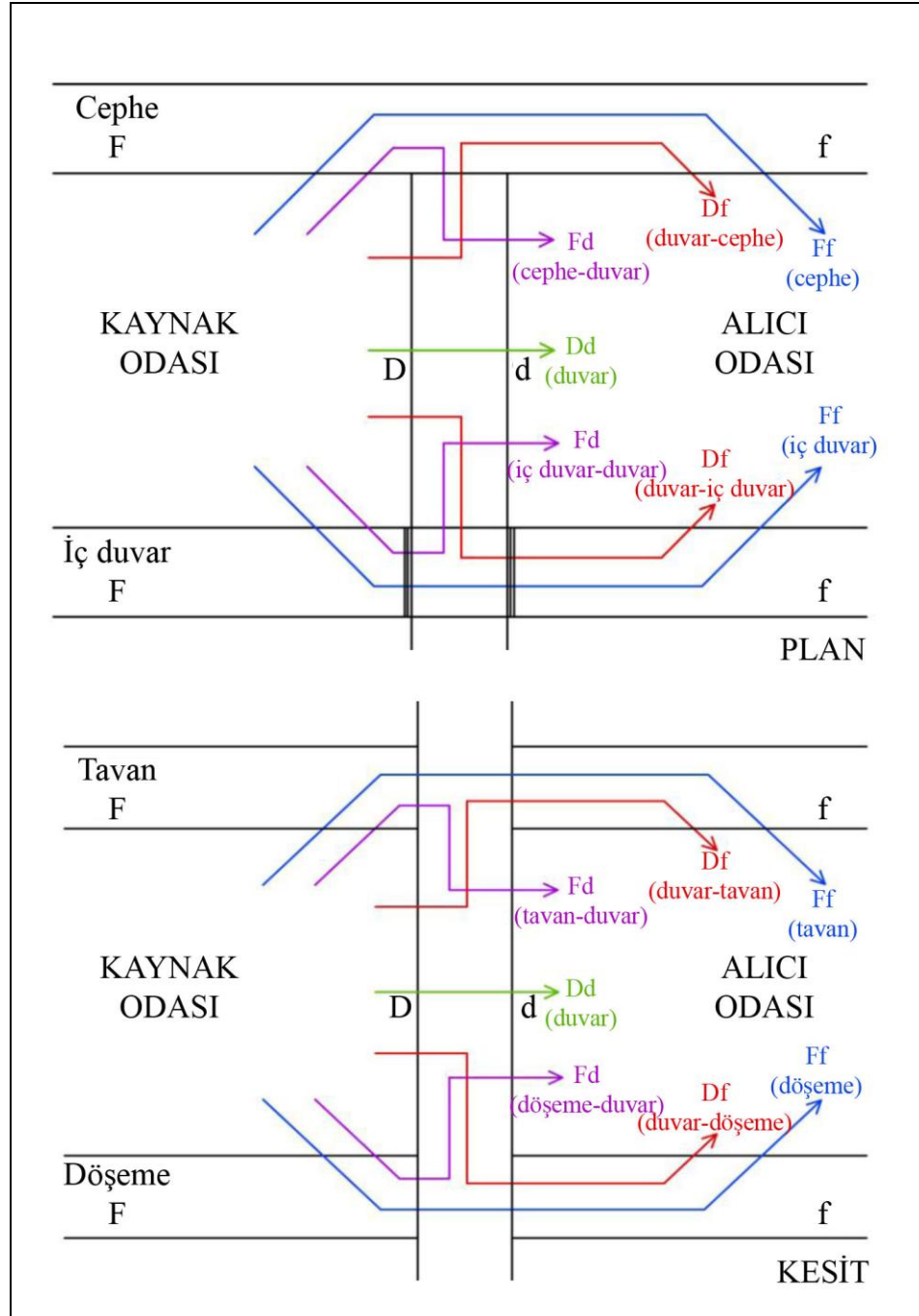
Doğrudan iletim için ses azalma indisi aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanır;

$$R_{Dd} = R_{s,situ} + \Delta R_{D,situ} + \Delta R_{d,situ} \quad (4.4)$$

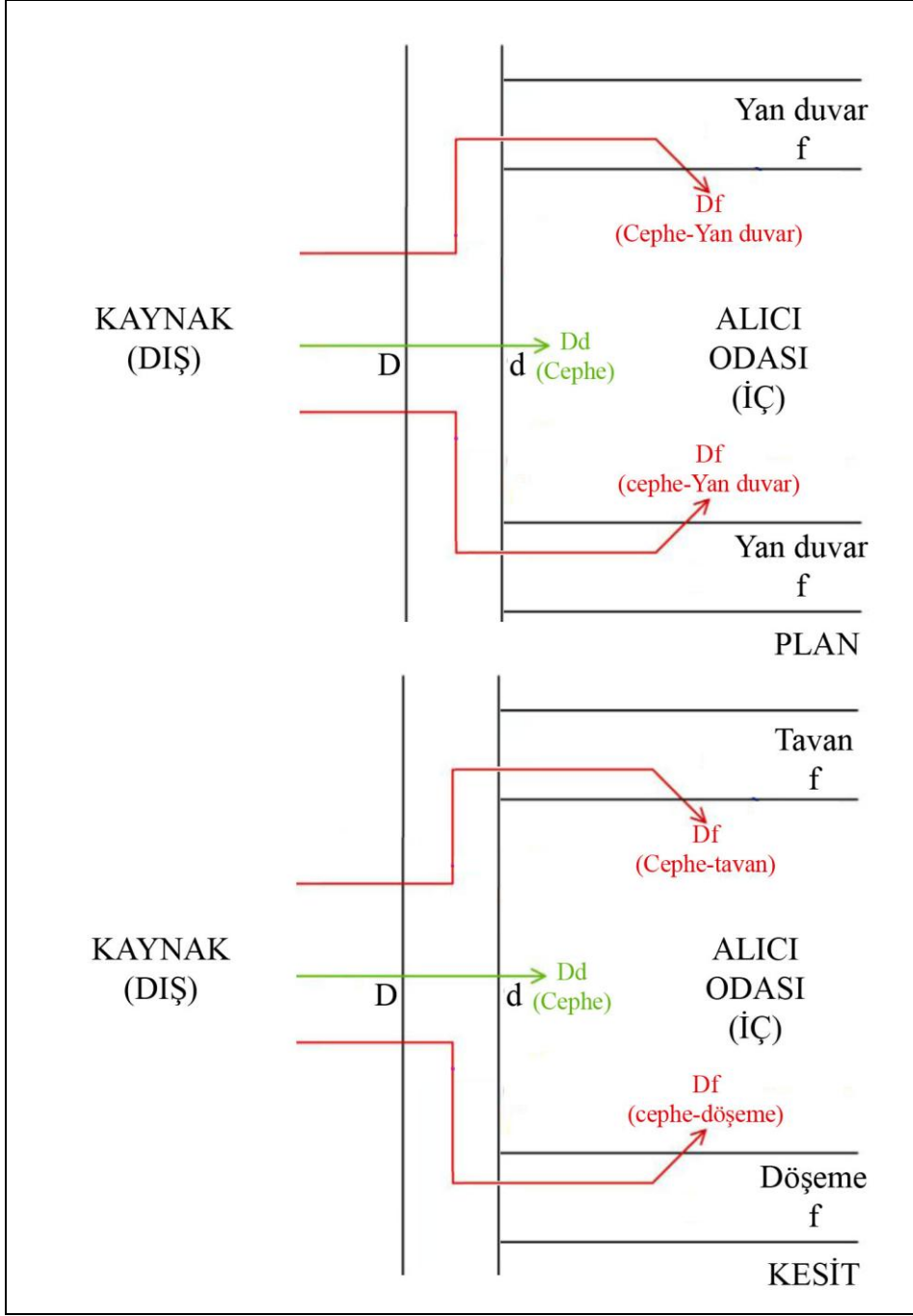
$R_{s,situ}$: Elemanın ses azalma indisi;

$\Delta R_{D,situ}$: Kaynak odasındaki bölme elemanı için ilave katmanların sağladığı ses azalma indisi iyileştirmesi;

$\Delta R_{d,situ}$: Alıcı odasındaki bölme elemanı için ilave katmanların sağladığı ses azalma indisi iyileştirmesi.



Şekil 4.2 : İki oda arasındaki ses iletim yolları.



Şekil 4.3 : Cephedeki ses iletim yolları.

Doğrudan iletimin tayin edilebilmesi, bölme elemanın ilave katmanlarının olmadığı takdirde, sadece $R_{s,situ}$ 'nin belirlenmesi ile bulunabilir. $R_{s,situ}$ ise aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir;

$$R_{s,situ} = R - 10 \log \frac{T_{s,situ}}{T_{s,lab}} \quad \text{dB} \quad (4.5)$$

R : Elemanın ses azalma indisi;

$T_{s,situ}$: Gerçek saha durumundaki yapısal çınlama süresi, sn;

$T_{s,lab}$: Homojen bir eleman için laboratuvar ortamındaki yapısal çınlama süresi, sn.

Yekpare elemanlar için ses azalma indisi R , aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir;

$$R = -10 \log \tau \quad \text{dB} \quad (4.6)$$

$$f > f_c \quad \text{ise} \quad \tau = \left(\frac{2\rho_o c_o}{2\pi f m'} \right)^2 \frac{\pi f_c \sigma^2}{2 f \eta_{tot}} \quad (4.7)$$

$$f \approx f_c \quad \text{ise} \quad \tau = \left(\frac{2\rho_o c_o}{2\pi f m'} \right)^2 \frac{\pi \sigma^2}{2 \eta_{tot}} \quad (4.8)$$

$$f < f_c \quad \text{ise} \quad \tau = \left(\frac{2\rho_o c_o}{2\pi f m'} \right)^2 \left(2\sigma_f + \frac{(l_1 + l_2)^2}{l_1^2 + l_2^2} \sqrt{\frac{f_c}{f}} \frac{\sigma^2}{\eta_{tot}} \right) \quad (4.9)$$

τ : İletim faktörü;

ρ_o : Havanın yoğunluğu, kg/m³;

c_o : Sesin havadaki hızı (=340m/s), m/s;

m' : Birim alanın kütlesi, kg/m²;

f : Frekans, Hz;

f_c : Kritik frekans, Hz;

η_{tot} : Toplam kayıp faktörü;

σ : Serbest kırılan dalgalar için yayılma faktörü;

σ_f : Cebri iletim için yayılma faktörü;

l_1, l_2 : Elemanın (dikdörtgen biçiminde) kenarlarının uzunluğu, m.

Yapısal elemanlar için çınlama süresi T_s , iç kayıpların, eleman kenarlarından olan ve yayılma yüzünden olan kayıplardan ve toplam kayıp faktöründen hesaplanabilir.

$$T_{s,situ} = \frac{2,2}{f \eta_{tot,situ}} \quad (4.10)$$

$$T_{s,lab} = \frac{2,2}{f\eta_{tot,lab}} \quad (4.11)$$

Saha ortamındaki toplam kayıp faktörü $\eta_{tot,situ}$;

$$\eta_{tot,situ} = \eta_{int} + \frac{2\rho_o c_o \sigma}{2\pi f m'} + \frac{c_o}{\pi^2 S \sqrt{f_c f}} \sum_{k=1}^4 l_k \alpha_k \quad (4.12)$$

η_{int} : Malzemenin iç kayıp faktörü;

S : Elemanın alanı, m²;

l_k : k çevresinin birleşme yerindeki uzunluğu, m;

α_k : k çevresinde kırılan dalganın absorpsiyon katsayısı.

Yukarıdaki bağıntıya göre, serbest dalgalar için yayılma faktörü σ ve k çevresinde kırılan dalganın absorpsiyon katsayısı α_k 'nın hesaplanması gerekmektedir.

Serbest dalgalar için yayılma faktörü σ aşağıda verilen bağıntılarla hesaplanır.

$$f_{11} = \frac{c_o^2}{4f_c} \left(\frac{1}{l_1^2} + \frac{1}{l_2^2} \right) \text{ Hz} \quad (4.13)$$

$$\sigma_1 = \frac{1}{\sqrt{1 - f_c / f}} \quad \sigma_2 = 4l_1 l_2 \left(\frac{f}{c_o} \right)^2 \quad \sigma_3 = \sqrt{\frac{2\pi f (l_1 + l_2)}{16c_o}} \quad (4.14)$$

$f_{11} \leq f_c / 2$ ise bu durumda;

$f \geq f_c$ ise $\sigma = \sigma_1$

$$f < f_c \text{ ise } \sigma = \frac{2(l_1 + l_2) c_o}{l_1 l_2 f_c} \delta_1 + \delta_2 \quad (4.15)$$

$$\delta_1 = \left(\frac{(1 - \lambda^2) \ln \frac{1 + \lambda}{1 - \lambda} + 2\lambda}{4\pi^2 (1 - \lambda^2)^{1,5}} \right), \quad \lambda = \sqrt{\frac{f}{f_c}} \quad (4.16)$$

$$f > f_c / 2 \text{ ise } \delta_2 = 0 \text{ 'dır. } \delta_2 = \frac{8c_o^2 (1 - 2\lambda^2)}{f_c^2 \pi^4 l_1 l_2 \lambda \sqrt{1 - \lambda^2}} \quad (4.17)$$

$$f < f_{11} < f_c / 2 \text{ ve } \sigma > \sigma_2 \text{ ise } \sigma = \sigma_2 \quad (4.18)$$

$f_{11} \geq f_c / 2$ ise bu durumda;

$f_{11} < f_c$ ve $\sigma_2 < \sigma_3$ ise $\sigma = \sigma_2$

$f_{11} > f_c$ ve $\sigma_1 < \sigma_3$ ise $\sigma = \sigma_1$

Aksi takdirde ise $\sigma = \sigma_3$

Bu bağıntılardaki f_c kritik frekansı göstermektedir. Kritik frekans ise 4.19'daki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$f_c = \frac{c_o^2}{1,8c_L t} \quad \text{Hz} \quad (4.19)$$

f_c : Kritik frekans, Hz;

c_L : Boyuna dalga hızı, m/s;

t : Malzeme kalınlığı, m.

k çevresinde kırılan dalganın absorpsiyon katsayısı $\alpha_{k,situ}$ ise, değerlendirilmekte olan eleman (i) ile onunla bağlantılı olan eleman (j) arasındaki birleşme yerindeki titreşim azalma indisi (K_{ij})'den elde edilebilir.

$$\alpha_{k,situ} = \sum_{j=1}^3 \sqrt{\frac{f_{c,j}}{f_{ref}}} 10^{-K_{ij}/10} \quad (4.20)$$

f_c : Kritik frekans, Hz;

f_{ref} : Referans frekans, ($f_{ref} = 1000 \text{ Hz}$), Hz;

j : Değerlendirilmekte olan (i)'ye kenar (k)'da bağlantılı olan elemanları göstermektedir.

Laboratuvar ortamındaki toplam kayıp faktörü $\eta_{tot,lab}$;

TS EN ISO 140-3'e göre laboratuvarda yapılacak ölçmeler için, TS EN ISO 140-1'de belirtildiği gibi ortalama absorpsiyon katsayısı olup $\alpha_{k,lab}$ aşağıdaki bağıntılara göre hesaplanır;

$$\alpha_{k,lab} = \alpha(1 - 0,9999\alpha) \quad (4.21)$$

$$\alpha = \frac{1}{3} \left[\frac{2\sqrt{\chi\psi}(1+\chi)(1+\psi)}{\chi(1+\psi)^2 + 2\psi(1+\chi^2)} \right]^2 \quad (4.22)$$

$$\chi = \sqrt{\frac{31,1}{f_c}} \quad \psi = \sqrt{\frac{f_c}{m'}} \quad (4.23)$$

Laboratuvar durumu için toplam kayıp faktörü aşağıda belirtildiği gibi hesaplanabilir;

$$\eta_{tot,lab} = \eta_{int} + \frac{m'}{485\sqrt{f}} \quad (4.24)$$

4.24 bağıntısı yüzey kütlesi $m=800\text{kg/m}^2$ 'nin altında olan yapısal elemanlar için geçerlidir.

Yukarıda verilen bağıntılara göre hesaplamalar gerçekleştirildiğinde, yapı elemanının doğrudan iletim için ses azalma indisi (R) elde edilir.

4.1.1.2 Yan yol iletimin tayini

Yan yolda ses azalma indisi, $ij=F_f, F_d, D_f$ olmak üzere, aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanır.

$$R_{ij} = \frac{R_{i,situ}}{2} + \Delta R_{i,situ} + \frac{R_{j,situ}}{2} + \Delta R_{j,situ} + \bar{D}_{v,ij,situ} + 10\log \frac{S_s}{\sqrt{S_i S_j}} \quad \text{dB} \quad (4.25)$$

$R_{i,situ}$: Gerçek saha durumunda i elemanının ses azalma indisi, dB;

$R_{j,situ}$: Gerçek saha durumunda j elemanının ses azalma indisi, dB;

$\Delta R_{i,situ}$: i elemanı için ilave katmanların sağladığı ses azalma indisi iyileştirmesi, dB;

$\Delta R_{j,situ}$: j elemanı için ilave katmanların sağladığı ses azalma indisi iyileştirmesi, dB;

$\bar{D}_{v,ij,situ}$: Gerçek saha durumunda i ve j elemanları arasında yöne göre ortalama alınmış birleşme yerinin seviye farkı;

S_s : Bölme elemanının alanı, m^2 ;

S_i, S_j : Sırasıyla kaynak odasındaki (i) ve alıcı odasındaki (j) elemanın alanı, m^2 .

Yukarıda verilen bağıntıya göre $R_{i,situ}$ ve $R_{j,situ}$, (i) ve (j) elemanlarının doğrudan iletimleri olduğu için, doğrudan iletim tayinine göre tek tek belirlenir. (i) ve (j) elemanları arasında yöne göre ortalama alınmış birleşme yerinin seviye farkı, $\bar{D}_{v,ij,situ}$ ise aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır;

$$\bar{D}_{v,ij,situ} = K_{ij} - 10 \log \frac{I_{ij}}{\sqrt{a_{i,situ} a_{j,situ}}} \quad \text{dB} \quad (4.26)$$

$$a_{i,situ} = \frac{2,2\pi^2 S_i}{c_o T_{s,i,situ}} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \quad a_{j,situ} = \frac{2,2\pi^2 S_j}{c_o T_{s,j,situ}} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \quad (4.27)$$

K_{ij} : Bir birleşme yeri üzerinde her iletim yolu ij için titreşim azalma indisi, dB;

$a_{i,situ}$: Gerçek saha durumunda (i) elemanının eş değer absorpsiyon uzunluğu, m;

$a_{j,situ}$: Gerçek saha durumunda (j) elemanının eş değer absorpsiyon uzunluğu, m;

I_{ij} : (i) ve (j) elemanları arasında, ortak birleşme yerinin kavrama uzunluğu, m;

$T_{s,i,situ}$: Gerçek saha durumunda (i) elemanının yapısal çınlama süresi, sn;

$T_{s,j,situ}$: Gerçek saha durumunda (j) elemanının yapısal çınlama süresi, sn;

f_{ref} : Referans frekans, ($f_{ref} = 1000 \text{ Hz}$), Hz;

f : Merkez bant frekansı, Hz;

Birleşme yerindeki ses azalma indisi K_{ij} ise, ilgili olduğunda, iletme dahil olan elemanların yapısal çınlama süresini de hesaba katarak birleşme yeri üzerinde her iki yönde hız seviye farkına göre belirlenir.

Genel tip birleşme yeri K_{ij} verileri, birbirine bağlantılı elemanların m_1 ve m_2 ile gösterilen birim alan kütlelerine bağlıdır. Veriler sadece, elemanların birleşme yerinin taraflarından birinde ve aynı düzlem içinde ve aynı kütleye sahip olduğu birleşme yerleri için verilmiştir. K_{ij} bağıntılar aşağıdaki bağıntı ile tanımlanan M büyüklüğünün fonksiyonu olarak verilmiştir.

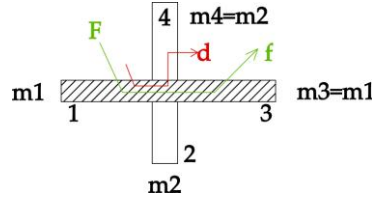
$$M = \log \frac{m_{\perp i}}{m_i} \quad (4.28)$$

$m'_{\perp i}$: Birleşme yerini oluşturan elemana dik olan diğer elemanın birim alanının kütlesi, kg/m²;

m'_i : İletim yolu ij üzerindeki (i) elemanın birim alanının kütlesi, kg/m².

TS EN ISO 12354-1:2006 numaralı standarda göre, birleşim tiplerine göre ses azalma indisi için farklı bağıntılar verilmiştir.

- Rijit çapraz (+) birleşim için;

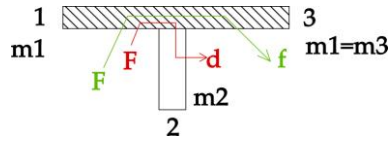


Şekil 4.4 : Rijit çapraz (+) birleşim için yanıl iletim yolları.

$$K_{13} = 8,7 + 17,1M + 5,7M^2 \quad \text{dB; 0dB/oktav} \quad (4.29)$$

$$K_{12} = K_{23} = 8,7 + 5,7M^2 \quad \text{dB; 0dB/oktav} \quad (4.30)$$

- Rijit (T) birleşim için;

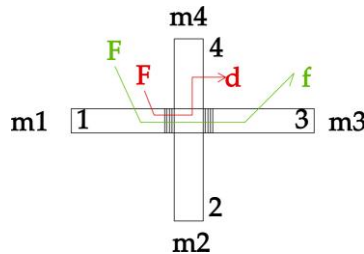


Şekil 4.5 : Rijit (T) birleşim için yanıl iletim yolları.

$$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7M^2 \quad \text{dB; 0dB/oktav} \quad (4.31)$$

$$K_{12} = K_{23} = 5,7 + 5,7M^2 \quad \text{dB; 0dB/oktav} \quad (4.32)$$

- Esnek (T) birleşim için;



Şekil 4.6 : Esnek (T) birleşim için yanıl iletim yolları.

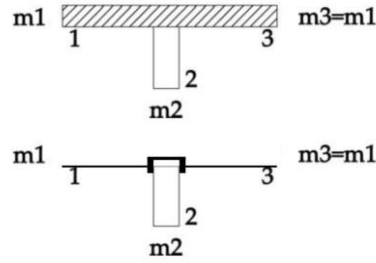
$$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7M^2 + 2\Delta_1 \quad \text{dB} \quad (4.33)$$

$$K_{24} = 3,7 + 14,1M + 5,7M^2 \quad \text{dB; } 0 \leq K_{24} \leq -4 \quad \text{dB; 0dB/oktav} \quad (4.34)$$

$$K_{12} = K_{23} = 5,7 + 5,7M^2 + \Delta_1 \quad \text{dB} \quad (4.35)$$

$$f > f_1 \text{ için } \Delta_1 = 10 \log \frac{f}{f_1} \quad \text{dB} \quad (4.36)$$

- Hafif kütleli dış duvar/cephe birleşimi için;

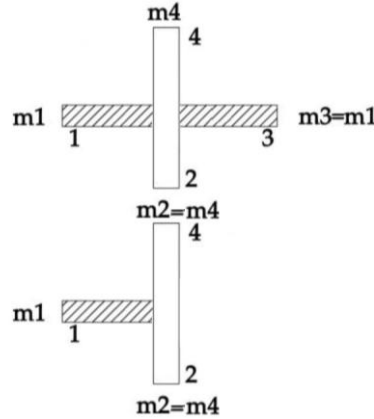


Şekil 4.7 : Hafif kütleli dış duvar/cephe birleşimi için yanıl iletim yolları.

$$K_{13} = 5 + 10M \quad \text{dB ve en küçük 5dB; 0dB/oktav} \quad (4.37)$$

$$K_{12} = K_{23} = 10 + 10|M| \quad \text{dB; 0dB/oktav} \quad (4.38)$$

- Hafif kütleli sandviç duvar ile homojen elemanların birleşimi için;



Şekil 4.8 : Hafif kütleli sandviç duvar ile homojen elemanların birleşimi için yanıl iletim yolları.

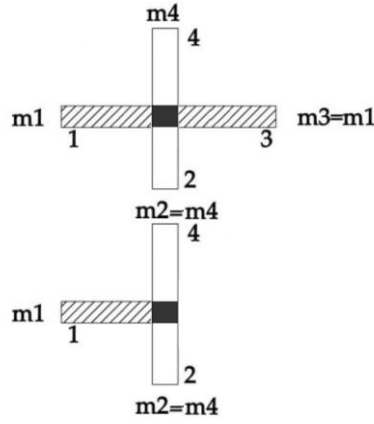
$$K_{13} = 10 + 20M - 3,3 \log \frac{f}{f_k} \quad \text{dB ve en küçük 10dB} \quad (4.39)$$

$$K_{24} = 3 + 14,1M + 5,7M^2 \quad \text{dB} \quad \frac{m_2}{m_1} > 3; \quad 0\text{dB/oktav} \quad (4.40)$$

$$K_{12} = K_{23} = 10 + 10|M| + 3,3 \log \frac{f}{f_k} \quad \text{dB} \quad (4.41)$$

$$f_k = 500\text{Hz}$$

- Hafif kütleli sandviç duvarların birleşimi için;

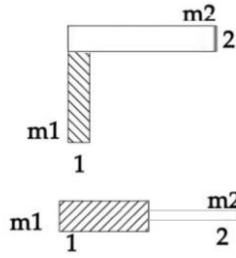


Şekil 4.9 : Hafif kütleli sandviç duvarların birleşimi için yanıl iletim yolları.

$$K_{13} = 10 + 20M - 3,3\log\frac{f}{f_k} \text{ dB ve en küçük } 10\text{dB} \quad (4.42)$$

$$K_{12} = K_{23} = 10 + 10|M| - 3,3\log\frac{f}{f_k} \text{ dB} \quad (4.43)$$

- Köşe ve kalınlık değışimi için;



Şekil 4.10 : Köşe ve kalınlık değışimi için yanıl iletim yolları.

$$\text{Köşe; } K_{12} = K_{21} = 15|M| - 3 \text{ dB ve en küçük } -2 \text{ dB; } 0\text{dB/oktav} \quad (4.44)$$

$$\text{Değişim; } K_{12} = K_{21} = 5M^2 - 5 \text{ dB; } 0\text{dB/oktav} \quad (4.45)$$

4.1.1.3 Toplam ses azalma indisinin hesaplanması

Elemanın doğrudan iletim ve yan yol iletimi ses azalma indisleri hesaplandıktan sonra bu indisler toplanarak elemanın toplam ses azalma indisi elde edilir.

$$R_{toplaml} = -10 \log \left[10^{-R_{Dd}/10} + 10^{-R_{ij}/10} \right] \text{ dB} \quad (4.46)$$

R_{Dd} : 4.4 bağıntıdaki denklem;

R_{ij} : 4.25 bağıntıdaki denklem.

4.1.1.4 Kompozit elemanlarda ses azalma indisinin hesaplanması

Yüzeyde birden fazla bileşen olduğunda elemanın toplam ses azalma indisini hesaplanır. Bileşenlerin ses geçirimsizlik özellikleri, elemandaki ses azalma indisini etkilediği için, öncelikle bileşenlerin ses iletim katsayısı (τ), sonra elemanın toplam ses iletim katsayısı ($\tau_{toplaml}$) hesaplanır (Barron, 2003).

$$\tau = 10^{(-R/10)} \quad (4.47)$$

τ : Ses iletim katsayısı;

$R_{toplaml}$: 4.46 bağıntısındaki görünür ses azalma indisini;

$$\tau_{toplaml} = \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \dots + \tau_n S_n}{\sum S} \quad (4.48)$$

n : Bileşen sayısı;

τ : Ses iletim katsayısı;

S : Elemanın alanı, m²;

S_n : Bileşenlerin alanları, m²;

Yüzeydeki toplam ses iletimi ise aşağıdaki bağıntıdan sağlanır;

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau_{toplaml}} \text{ dB} \quad (4.49)$$

4.1.2 Ses azalma performansının ölçüm yöntemi ile saptanması

Yapının ses azalma performansının ölçüm yöntemi ile belirlenmesinde laboratuvar ortamında ölçüm ve saha ortamında ölçüm olmak üzere iki farklı yöntem mevcuttur.

4.1.2.1 Laboratuvar ortamında ölçüm yöntemi

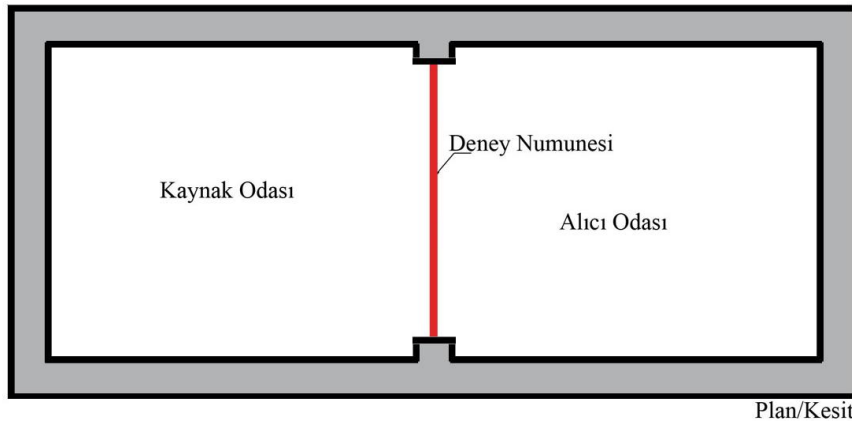
Laboratuvar ortamında ölçüm yoluyla ses azalma performansının belirlenmesi yöntemi, “TS EN ISO 140-3:1996” sayılı “Akustik- Yapılarda Ve Yapı

Elemanlarında Ses Yalıtımının Ölçülmesi- Bölüm 3: Yapı Elemanlarında Havada Yayılan Ses Yalıtım Değerinin Laboratuvarda Ölçülmesi” başlıklı standarda bağlı kalınarak yapılmaktadır.

Bu yöntem sayesinde, yapı elemanlarının ses azalma performansları ölçülerek uygun akustik özelliklere sahip yapı elemanlarının tasarlanması ve yapı elemanlarının ses yalıtım özelliklerinin karşılaştırılması sağlanmaktadır.

Laboratuvar ortamında doğru ölçümlerin yapılabilmesi için deney yerinin, TS EN ISO 140-1:2002’de verilen şartlara göre uygun olması gerekmektedir. Bu standarda göre, deney yeri deney numunesinin aralarına yerleştirildiği bir deney alanına sahip bitişik iki çınlamalı odadan oluşur.

İki deney odasının hacmi ve karşılık gelen boyutları tamamen aynı olmamalıdır. Odaların hacminde veya doğrusal boyutlarında en azından %10’luk bir farkın olması tavsiye edilir. Deney odasının hacmi en az 50 m³ olmalıdır. Deney yerinin alanı, duvarlar için 10 m² ve zeminler için 10 m² ile 20 m² arasında olmalıdır. Duvarlar ve zeminlerin her ikisi için kısa kenarın uzunluğu 2,3 m’den kısa olmamalıdır.



Şekil 4.11 : Laboratuvar ortamında deney alanı.

Bu standarda göre yapı performansını gösteren büyüklükler aşağıda verilmiştir.

- Ses azalma indisi

Elemanın üzerine gelen ses gücü W_1 ’in, iletilen sesin gücü W_2 ’ye oranının on tabanına göre logaritmasının on katına eşittir. Bu büyüklük R ile gösterilmiş olup desibel cinsinden ifade edilmiştir.

$$R = 10 \log \frac{W_1}{W_2} \text{ dB} \quad (4.50)$$

W_2 : İletilen ses gücü;

W_1 : Gelen ses gücü.

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \text{ dB} \quad (4.51)$$

L_1 : Kaynak odasındaki ortalama ses basınç seviyesi, dB;

L_2 : Alıcı odasındaki ortalama ses basınç seviyesi, dB;

S : Deney numunesinin alanı, 10 m², m²;

A : Alıcı odasındaki eş değer absorpsiyon alanı, m².

Alıcı odasındaki eş değer absorpsiyon alanının hesaplanması aşağıdaki bağıntıya göre yapılmaktadır.

$$A = \sum S\alpha = S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + \dots + S_n\alpha_n \quad (4.52)$$

S_1, S_2, S_n : Deney numunesinin yüzey alanları, m²;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_n$: Deney numunesinin yüzeylerinin ses yutuculuk katsayıları.

- Görünür ses azalma indisi

Elemanın üzerine gelen ses gücü W_1 'in, eleman tarafından yayılan ses gücüne W_2 ilave olarak yan elemanlar veya diğer bileşenler üzerinden de önemli ölçüde ses gücü W_3 iletiliyor ise alıcı odasına iletilen toplam ses gücüne oranının on tabanına göre logaritmasının on katına eşittir. Bu büyüklük R' ile gösterilmiş olup desibel cinsinden ifade edilmiştir.

$$R' = 10 \log \frac{W_1}{W_2 + W_3} \text{ dB} \quad (4.53)$$

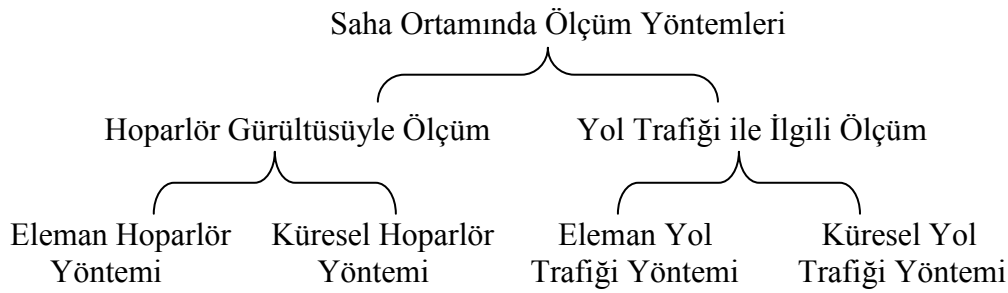
Genelde, alıcı odasına geçen ses gücü birçok bileşenin toplamından oluşur. Bu durumda, iki odadaki yeterli ses yayılma elemanları olduğu varsayılarak görünür ses azalma indisi aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \text{ dB} \quad (4.54)$$

4.1.2.2 Saha ortamında ölçüm yöntemi

Saha ortamında ölçülerek saptanan ses azalma performansı “TS EN ISO 140-5” sayılı, “Akustik Yapılarda Ses Yalıtımının Ölçülmesi- Cepheler Ve Cephe Elemanlarında Hava İle Yayılan Sesin Yalıtımı İle İlgili Alan Ölçmeleri” başlıklı standarda göre uygulanmaktadır.

Bu standartta cephe elemanlarının ve cephelerin tamamının hava ile yayılan ses azalma ölçmeleri, hoparlör gürültüsüyle ölçme ve yol trafik gürültüsü ile ölçme yöntemleri olarak iki grupta incelenmektedir. Bu yöntemlerde kendi içlerinde, eleman yöntemi ve küresel yöntem olmak üzere iki alt başlığa ayrılır. (Şekil 4.12)



Şekil 4.12 : Ölçüm yöntemlerinin gruplandırılması.

Hoparlör gürültüsü ile ilgili ölçümler

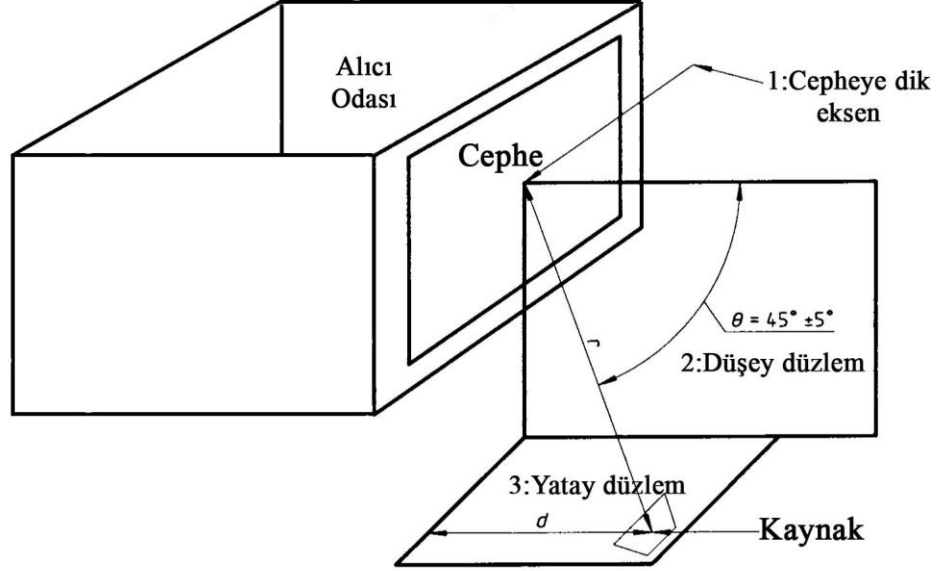
Eleman hoparlör yöntemi ve küresel hoparlör yöntemi olmak üzere iki yöntem vardır. Eleman hoparlör yöntemi, belirli koşullar altında ilgili cephe elemanları için laboratuvarlarda elde edilen ses azalma indisi ile karşılaştırılabilen görünür ses azalma indisinin tahmin edilebilir bir değerini verir.

Küresel hoparlör yöntemi ise, bir cephenin tamamının veya hatta belirli bir durumda bir yapının tamamının hava ile yayılan ses yalıtımını verir. Bu sonuç, laboratuvar ölçümleri ile kıyaslanamaz.

Bu yöntemin çalışma prensibinde, hoparlör, binanın dışındaki bir veya daha fazla konuma cepheden d kadar bir mesafe uzaklığa sesin geliş açısı $(45 \pm 5)^\circ$ 'ye eşit olacak şekilde yerleştirilir.

Ortalama ses basınç seviyesi alıcı odasında olduğu kadar ya doğrudan deney numunesinin üzerinde (eleman metodu) ya da cephenin 2 m önünde (küresel metot) tayin edilir. Görünür ses azalma indisi R'_{45} veya seviye farkı $D_{ls,2m}$ hesaplanır.

Ses kaynağı ile deney numunesinin merkezi arasındaki r mesafesi, eleman hoparlör metodu için en az 5m ($d > 3,5\text{m}$) ve küresel hoparlör metodu için en az 7m ($d > 5\text{m}$) olmalıdır. Sesin geliş açısı $(45 \pm 5)^\circ$ olmalıdır. (Şekil 4.13)



Şekil 4.13 : Hoparlör metodunun geometrisi.

- Alıcı odasındaki ölçümler

Algılama odasındaki ortalama ses basınç seviyesi konumdan konuma taşınan tek bir mikrofon veya bir dizi sabit mikrofon kullanılarak veya sürekli bir biçimde hareket eden ya da salınma hareketi yapan bir mikrofon yardımıyla elde edilir. Farklı mikrofon konumlarındaki ses basınç seviyelerinin bütün ses kaynak konumları için enerji esas alınacak bir biçimde ortalaması alınmalıdır. İlâve olarak, fon gürültüsü seviyesi L_b tayin edilir.

Her bir ses alanının ortalama ses basınç seviyesini elde etmek için her odada en az beş mikrofon konumu kullanılmalıdır. Bu konumlar, odanın tamamında izin verilen en geniş yer dahilinde dağıtılmalıdır.

Aşağıda verilen mesafeler en düşük ayırma mesafeleridir ve mümkün olduğu yerde bu mesafeler aşılmalıdır:

- mikrofon konumları arasında 0,7 m,
- herhangi bir mikrofon konumu ile oda sınır yüzeyleri veya odadaki cisimler arasında 0,5 m,

- herhangi bir mikrofon konumu ile ses kaynağı arasında 1,0 m.

Alıcı odasındaki ölçümlerin, deney odası dışından gelen, elektrikli kaynaklı veya havalandırma sistemleri gibi gürültülerden etkilenmemesini sağlamak için fon gürültü seviyeleri ölçülmelidir.

Fon gürültüsü, birleşik sinyal ve fon gürültüsü seviyesinin en az 6dB (tercihen 10dB'den çok) altında olmalıdır. Seviyeler arasındaki fark 6dB ile 10dB arasında ise aşağıdaki bağıntıya göre sinyal seviyesinde yapılacak düzeltmeler hesaplanır.

$$L = 10 \log(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10}) \text{ dB} \quad (4.55)$$

L : Ayarlanan sinyal seviyesi, dB;

L_{sb} : Birleşik sinyal fon gürültü seviyesi, dB;

L_b : Fon gürültü seviyesi, dB.

Seviyeler arasındaki fark, herhangi bir frekans bandında 6 dB'e eşit veya daha küçük ise, bu farka karşılık 1,3 dB'lik düzeltme kullanılır.

- Eleman hoparlör yöntemi

Cephe elemanının dış yüzeyindeki ölçmelerde, deney yüzeyindeki ortalama ses basınç seviyesi, $L_{l,s}$ tayin edilir. Ölçmeler, cephenin düzlemine paralel olacak ve yukarı veya aşağı yönlendirilmiş ya da ekseni deney numunesine dik olan eksen ile aynı yöne bakacak şekilde doğrudan gerçek deney numunesine tutturulmuş mikrofon ile gerçekleştirilir.

Mikrofon yarıküre şeklinde bir rüzgar siperi ile donatılmalıdır.

Konumlar arasındaki ses basınç seviyelerindeki farka bağlı olarak 3 ile 10 ölçme konumu seçilir. Ölçme konumları, ölçme yüzeyine düzenli fakat asimetric olarak dağıtılır. Ölçme konumları arasındaki ses basınç seviyeleri arasındaki fark 10 dB'den fazla ise, bu durum deney raporunda belirtilir. Ses basınç seviyeleri arasındaki farklar, yerden yüksekliğe, açıklıklara, balkonlara ve deney numunesinin konumuna bağlıdır.

n konumda ölçülen değerlerin aşağıda verilen şekilde ortalaması alınır.

$$L_{l,s} = 10 \log(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}) - 10 \log(n) \text{ dB} \quad (4.56)$$

$L_1, L_2, \dots, L_n$: 1,2, ..., n konumlarındaki ses basınç seviyeleri.

- Küresel hoparlör yöntemi

Mikrofon cephenin dışına, ortaya gelecek şekilde yerleştirilir. Mikrofon cephenin düzlemiyle (2,0±0,2)m mesafede ya da korkuluk veya diğer benzeri çıkıntıyla 1,0m mesafede olmalıdır.

Mikrofon, alıcı odasının zemininden 1,5m yukarıda olmalıdır.

Oda çok büyük veya birden fazla dış duvara sahip ise sadece bir kaynak konumu kullanarak ölçüm yapmak genelde mümkün değildir. Bu tür durumlarda birkaç kaynak konumu kullanılır. Birkaç kaynak konumu kullanımında, her bir konum için seviye farkı hesaplanır ve aşağıdaki bağıntıya göre bunların ortalamaları alınır.

$$D_{ls,2m} = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum 10^{-D_i/10} \right) \text{ dB} \quad (4.57)$$

n : Kaynak konumlarının sayısı;

D_i : Her bir kaynak-alıcı birleşimi için seviye farkı.

Yol trafiği ile ilgili ölçmeler

Eleman yol trafiği yöntemi ve küresel yol trafiği yöntemi olmak üzere iki yöntem vardır.

Eleman yol trafiği yöntemi, belirli koşullar altında ilgili cephe elemanları için laboratuvarlarda elde edilen ses azalma indisi ile karşılaştırılabilen görünür ses azalma indisinin tahmin edilebilir bir değerini verir.

Küresel yol trafiği yöntemi ise, bir cephenin tamamının veya hatta belirli bir durumda bir yapının tamamının hava ile yayılan ses yalıtımını verir. Bu sonuç, laboratuvar ölçümleri ile kıyaslanamaz.

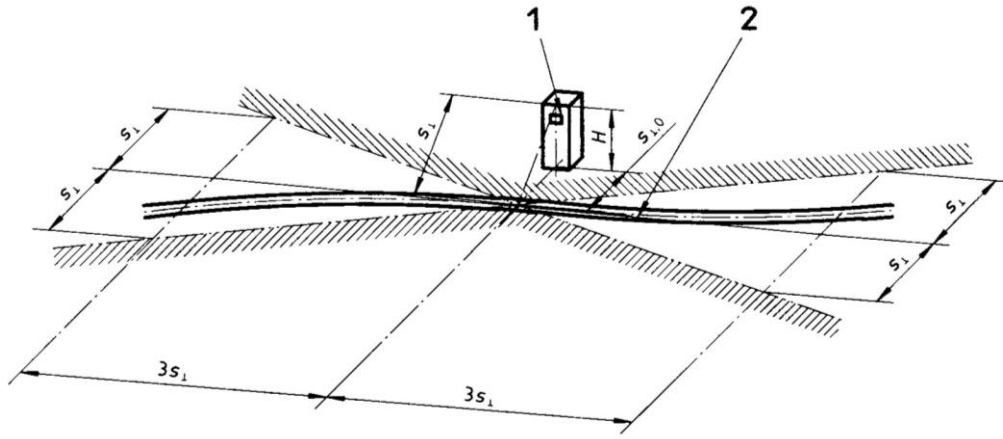
Ses, cepheye farklı yönlerden ve farklı şiddetlerde geliyorsa, ses azalma indisi, cephenin her iki yanında frekansa bağlı bir fonksiyon olarak ölçülen eş değer ses basınç seviyelerinden elde edilir.

Sesin üretilmesi için cephe üzerindeki mevcut trafik gürültüsü kullanılır. Ölçme süresi, en az 50 taşıtın geçişini içermelidir.

- Eleman yol trafiği yöntemi

Ölçmenin amacı, laboratuvar ölçümleri ile karşılaştırılması veya bir cephe elemanının sonuçlarını elde etmek ise, eleman hoparlör metodu uygulanmalıdır. Uygulamalar eleman hoparlör metodu için uygulanabilir değilse, eleman yol trafiği metodu bir alternatiftir. Ölçme işlemleri için bir takım kurallara dikkat edilmelidir. Bu kurallar;

Trafik, cephenin $\pm 60^\circ$ 'lik bir görüş açısı dahilinde yaklaşık düz bir çizgi boyunca akmalıdır. Bu açı içerisinde, düz bir çizgide, trafik çizgisi ile cepheye dik gelen eksenin trafik çizgisi üzerinde kesiştikleri yerde trafik çizgisine $\pm 15^\circ$ 'lik açılarla teğet geçen çizgilerin arasında meydana gelecek sapmalara izin verilir.



Şekil 4.14 : Uzun düz trafik çizgilerindeki şartlar.

1: Alıcı noktası; 2: Trafik çizgisi; $S_{\perp}$: Alıcı noktası ile trafik çizgisi arasındaki mesafe; $S_{\perp,0}$: Alıcı noktası ile trafik çizgisi arasındaki yatay mesafe; H : Alıcı noktası ile trafik çizgisi arasındaki yükseklik farkı.

Cephe ile trafik çizgisi arasındaki en kısa mesafeye sahip noktadan gözlemlenen yükselme açısı 40° 'den az olmalıdır. Cephenin tamamı, trafik akışının eni boyunca serbestçe görülebilmelidir.

Trafik çizgisi ile cephe arasındaki en kısa yatay mesafe, deneye tâbi tutulan cephenin eninin en az üç katı uzunluğunda veya 25 m (hangisi büyükse) olmalıdır.

Eş değer ses basınç seviyelerinin ölçülmesi için mikrofon eleman hoparlör metodunda anlatıldığı gibi cephenin dışına yerleştirilir. Cephe düz ise asimetrik olarak dağıtılmış üç mikrofon konumu kullanılır. Ölçülen ses basınç seviyesi $L_{l,eq,s}$ belirlenir.

- Küresel yol trafiği yöntemi

Küresel yol trafiği metodu, küresel hoparlör metodunda anlatılan kurallara dikkat edilerek uygulanır.

Kaynak tarafında birkaç mikrofona konumu kullanıldıysa, her bir konum için seviye farkı hesaplanır ve aşağıdaki bağıntıya göre ortalaması alınır;

$$D_{tr,2m} = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum 10^{-D_i/10} \right) \text{ dB} \quad (4.58)$$

n : Kaynak konumlarının sayısı;

D_i : Her bir kaynak-alıcı birleşimi için seviye farkı.

Yapı performansını gösteren büyüklükler

- Görünür ses azalma indisi (R'_{45})

Bir yapı elemanının, ses kaynağının bir hoparlör olduğu ve sesin geliş açısının 45° olduğu durumdaki hava ile yayılan sesin yalıtım ölçüsüdür. Sesin geliş açısı, deney numunesinin merkezine doğru yönlendirilmiş hoparlör eksenini ile cephe yüzeyine dik olan eksen arasındaki açıdır. Görünen ses azalma indisi aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$R'_{45} = L_{l,s} - L_2 + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \text{ dB} - 1,5 \text{ dB} \quad (4.59)$$

$L_{l,s}$: Bina elemanının dış yüzeyinde, cephedeki ses yansımalarını da içeren ortalama ses basınç seviyesi, dB;

L_2 : Alıcı odasındaki ortalama ses basınç seviyesi, dB;

S : Deney numunesinin alanı, m^2 ;

A : Alıcı odasındaki eş değer ses absorpsiyon alanı, m^2 .

Bu eşitlik, sesin yalnız bir açıyla, 45° , geldiği ve alıcı odasındaki ses alanının mükemmel derecede dağınık olduğu varsayımını temel almaktadır.

- Görünür ses azalma indisi ($R'_{tr,s}$)

Bir yapı elemanının, ses kaynağının trafik gürültüsü olduğu ve dışarıdaki mikrofona konumunun deney yüzeyinde bulunduğu durumdaki hava ile yayılan sesin yalıtım ölçüsüdür. Görünen ses azalma indisi aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$R'_{tr,s} = L_{eq,1,s} - L_{eq,2} + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \text{dB} - 3 \text{ dB} \quad (4.60)$$

$L_{eq,1,s}$: Deney numunesinden ve cepheden kaynaklanan yansıma etkilerini içerecek şekilde, deney numunesinin yüzeyi üzerindeki eş değer sürekli ses basınç seviyesinin ortalama değeri, dB;

L_2 : Alıcı odasındaki eş değer sürekli ses basınç seviyesinin ortalama değeri, dB;

S : Deney numunesinin alanı, m²;

A : Alıcı odasındaki eş değer ses absorpsiyon alanı, m².

- Standartlaştırılmış seviye farkı ($D_{2m,nT}$)

Cephenin 2m önündeki mesafenin ses basınç seviyesi ile alıcı odadaki ses basınç seviyesinde arasındaki fark, alıcı odasındaki çınlama süresi için referans bir değere denktir. Standartlaştırılmış ses seviye farkı aşağıdaki yöntem ile bulunur:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \left(\frac{T}{T_0} \right) \text{dB} \quad (4.61)$$

$L_{1,2m}$: Cepheden 2m mesafedeki ortalama ses basınç değeri, dB;

L_2 : Alıcı odasındaki ortalama ses basınç seviyesi, dB;

T : Alıcı odasındaki çınlama süresi, sn;

T_0 : Saniye cinsinden referans çınlama süresi, 0,5sn olarak verilmiştir.

Standartlaştırılmış seviye farkı, ses kaynağı olarak trafik gürültüsü kullanıldığında $D_{tr,2m,nT}$ olarak, hoparlör gürültüsü kullanıldığında $D_{ls,2m,nT}$ olarak gösterilir.

- Normalleştirilmiş seviye farkı ($D_{2m,n}$)

Cephenin 2m önündeki mesafenin ses basınç seviyesi ile alıcı odadaki ses basınç seviyesinde arasındaki farkın, referans absorpsiyon alanına göre değeridir. Normalleştirilmiş ses seviye farkı aşağıdaki yöntem ile bulunur;

$$D_{2m,n} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \left(\frac{A}{A_0} \right) \text{dB} \quad (4.62)$$

$L_{1,2m}$: Cepheden 2m mesafedeki ortalama ses basınç değeri, dB;

L_2 : Alıcı odasındaki ortalama ses basınç seviyesi, dB;

A : Alıcı odasındaki absorpsiyon alanı, m²;

A_0 : Referans absorpsiyon alanının metrekaresi cinsinden değeri, 10m² olarak verilmiştir.

Normalleştirilmiş seviye farkı, ses kaynağı olarak trafik gürültüsü kullanıldığında $D_{tr,2m,n}$ olarak, hoparlör gürültüsü kullanıldığında $D_{ls,2m,n}$ olarak gösterilir (TSE EN ISO 140-5:2006).

- Büyüklikler arasındaki ilişkiler

İki ses azalma indisi, R'_{45} ve $R'_{tr,s}$ büyük frekans aralıklarında sistematik bir fark vermektedir. Görünür ses azalma indisi R'_{45} , tek sayılı büyüklükte ve düşük frekanslarda $R'_{tr,s}$ 'nin değerinden 0dB ile 2dB arasında değişen fazlalık göstermektedir. $R'_{tr,s}$, laboratuvar şartları altında ölçülen değerlerle karşılaştırılabilir sonuçlar vermektedir. Hesaplama modellerinde bu farklar dikkate alınmaktadır.

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

$$D_{2m,n} = D_{2m,nT} - 10 \log_{10} \frac{V}{T_0 A_0} = D_{2m,nT} - 10 \log_{10} 0,32V \text{ dB} \quad (4.63)$$

V : Alıcı odanın hacmi, m³.

Bu sebeple, bu değerlerden birinin hesaplanması diğerinin bulunması için yeterlidir (TSE EN 12354-3:2006).

4.1.3 Ses azalma indisinin tek sayılı birimlerle ifade edilmesi

TS 2181-1 EN ISO 717-1'de verilen metoda göre, kaydırma yapıldıktan sonra 500 Hz'de referans eğrisinin decibel cinsinden değeridir (TS 2181-1 EN ISO 717-1, 2005).

Tek sayılı büyüklük için kullanılan semboller ve terimler ölçmenin tipine bağlıdır. Binalarda hava ile yayılan sesin yalıtım özellikleri için Çizelge 4.2'de, bina elemanlarının hava ile yayılan sesin yalıtım özellikleri için Çizelge 4.1'de listelenmiştir.

Çizelge 4.1 : Bina elemanlarının hava ile yayılan ses yalıtım özelliklerinin tek sayılı büyüklükleri (ISO 717-1, 2005).

1/3 oktav bant değerlerinden türetme			
Tek sayılı büyüklük	Terim ve sembol	Bölüm no	Eşitlik no
Ağırlıklı ses azalma indisi, R_w	Ses azalma indisi, R'	ISO 140-3	Bağıntı (4)
Seviye farkı normalleştirilmiş ağırlıklı asma tavan, $D_{n,c,w}$	Seviye farkı normal hale getirilmiş asma tavan, $D_{n,c}$	ISO 140-9	Bağıntı (3)
Seviye farkı normalleştirilmiş ağırlıklı eleman, $D_{n,e,w}$	Seviye farkı normal hale getirilmiş eleman, $D_{n,e}$	ISO 140-10	Bağıntı (1)

ISO 140-3, ISO 140-4, ISO 140-5, ISO 140-9, ISO 140-10'a göre elde edilen değerler, 1/3 oktav bantları için (100-3150) Hz ve oktav bantları için (125-2000) Hz'lik aralık içindeki ölçme frekanslarında referans değerlerle karşılaştırılmalıdır.

Çizelge 4.2 : Bina elemanlarının hava ile yayılan ses yalıtım özelliklerinin tek sayılı büyüklükleri (ISO 717-1, 2005).

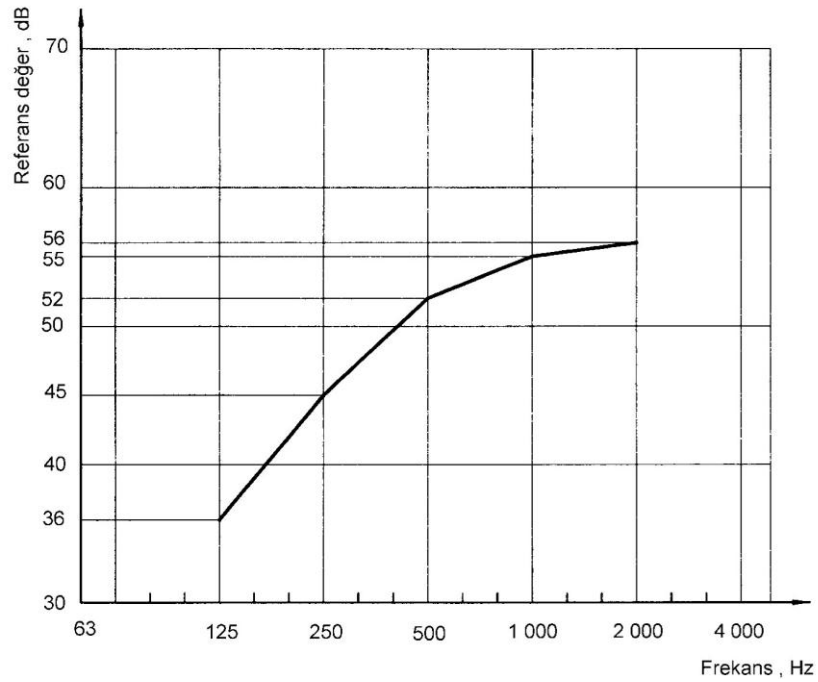
Oktav bant veya 1/3 oktav bant değerlerinden türetme			
Tek sayılı büyüklük	Terim ve sembol	Bölüm no	Eşitlik no
Ağırlıklı görünür ses azalma indisi, R'_w	Görünür ses azalma indisi, R'	ISO 140-4	Bağıntı (5)
Ağırlıklı görünür ses azalma indisi, $R'_{45^\circ,w}$	Görünür ses azalma indisi, R'_{45°	ISO 140-5	Bağıntı (3)
Ağırlıklı görünür ses azalma indisi, $R'_{tr,s,w}$	Görünür ses azalma indisi, $R'_{tr,s}$	ISO 140-5	Bağıntı (4)
Ağırlıklı normalleştirilmiş seviye farkı, $D_{n,w}$	Nnormalleştirilmiş seviye farkı, D_n	ISO 140-4	Bağıntı (3)
Ağırlıklı standartlaştırılmış seviye farkı, D_{nTw}	Standartlaştırılmış seviye farkı, D_{nT}	ISO 140-4	Bağıntı (4)
Ağırlıklı standartlaştırılmış seviye farkı, $D_{ls,2m,nT,w}$ veya $D_{tr,2m,nT,w}$	Standartlaştırılmış seviye farkı, $D_{ls,2m,nT}$ veya $D_{tr,2m,nT}$	ISO 140-5	Bağıntı (7)

Referans eğrisi ile karşılaştırılan eğri üst üste yerleştirildiğinde, eğrinin üzerinde kalan değerler, yalıtımın iyi olduğunu gösterirler ve bu değerler dikkate alınmaz. Ancak altında kalan değerlerin referans eğrisi değerleri ile farkının; 1/3 oktav band için; 32dB, Oktav bantlar için 10dB'den fazla olmayacak şekilde kaydırılması ile karşılaştırılan eğrinin 500Hz'deki R_w değeri bulunur.

Ölçme sonuçları ile karşılaştırmak için kullanılan referans değerlere ait sayısal değerleri Çizelge 4.3'te ve Şekil 4.15 ile Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 : Hava ile yayılan ses için referans değerler (ISO 717-1, 2005).

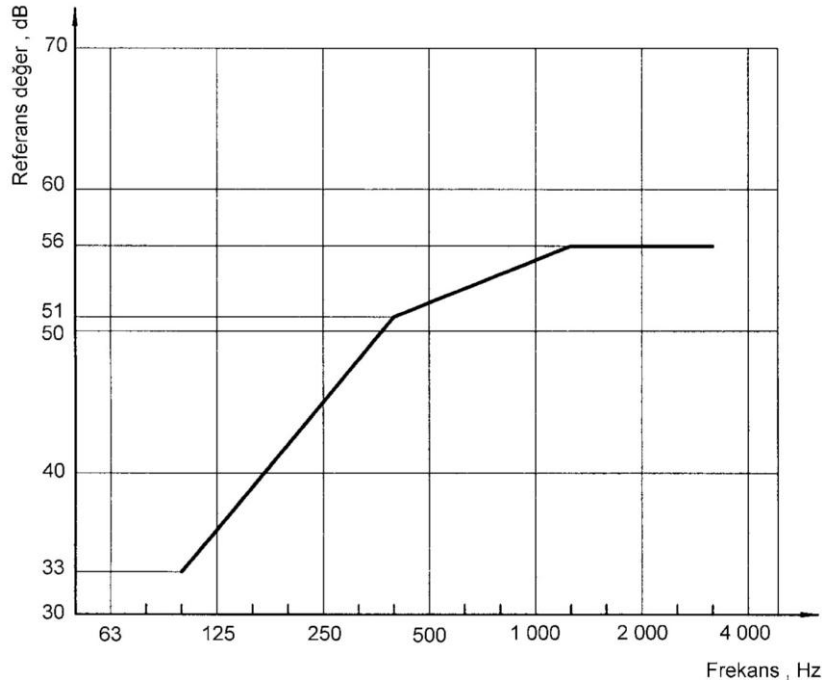
Frekans Hz	Referans değerler, dB	
	1/3 oktav bantlar	oktav bantlar
100	33	
125	36	36
160	39	
200	42	
250	45	45
315	48	
400	51	
500	52	52
630	53	
800	54	
1000	55	55
1250	56	
1600	56	56
2000	56	
2500	56	
3150	56	



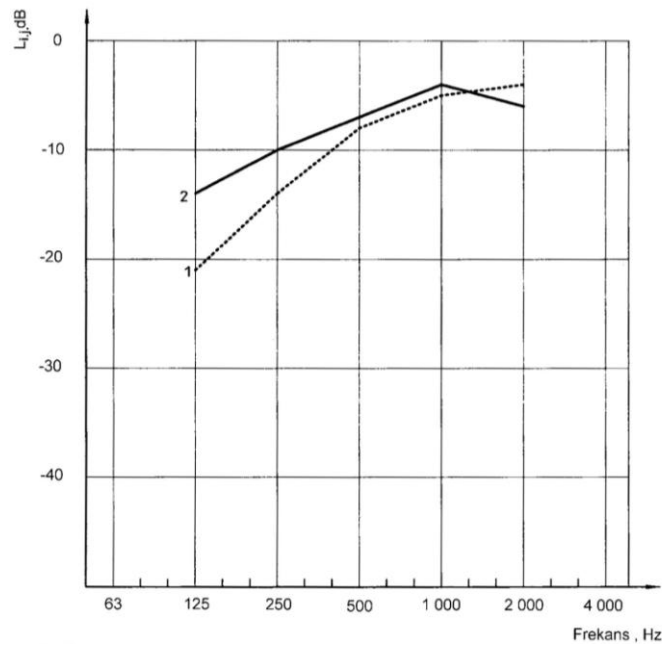
Şekil 4.15 : Oktav bantlarda hava ile yayılan sesin referans değerlerine ait eğri (ISO 717-1, 2005).

Spektrum adaptasyon terimlerini hesaplamak için 1/3 oktav bantları ve oktav bantlarında ses spektrumlarına ait değerler Çizelge 4.4'te ve Şekil 4.17 ile Şekil

4.18’de gösterilmiştir. Spekturumlar A-ağırlıklıdır ve toplam spekturum seviyesi 0dB’e normalleştirilmiştir.

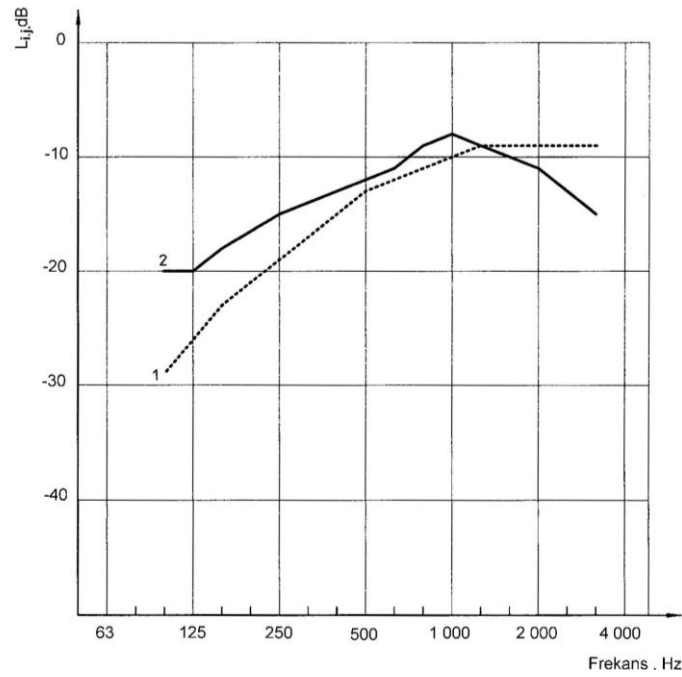


Şekil 4.16 : 1/3 Oktav bantlarda hava ile yayılan sesin referans değerlerine ait eğri (ISO 717-1, 2005).



(-----) Spektrum No 1 C 'nin hesaplanması (_____) Spektrum No 2 C_{tr} 'nin hesaplanması.

Şekil 4.17 : Oktav bantlarda spekturum adaptasyon terimlerini hesaplamak için ses seviye spekturumları (ISO 717-1, 2005).



(-----) Spektrum No 1 C 'nin hesaplanması (——) Spektrum No 2 C_{tr} 'nin hesaplanması.

Şekil 4.18 : 1/3 oktav bantlarda spektrum adaptasyon terimlerini hesaplamak için ses seviye spektrumları (ISO 717-1, 2005).

Çizelge 4.4 : Adaptasyon terimlerinin hesaplanmasına ait ses seviye spektrumları (ISO 717-1, 2005).

Frekans Hz	Ses seviyeleri, L_{ij} , dB			
	C 'yi hesaplamak için spektrum No.1		C_{tr} 'yi hesaplamak için spektrum No.2	
	1/3 oktav bantlar	oktav bantlar	1/3 oktav bantlar	oktav bantlar
100	-29		-20	
125	-26	-21	-20	-14
160	-23		-18	
200	-21		-16	
250	-19	-14	-15	-10
315	-17		-14	
400	-15		-13	
500	-13	-8	-12	-7
630	-12		-11	
800	-11		-9	
1000	-10	-5	-8	-4
1250	-9		-9	
1600	-9		-10	
2000	-9		-11	-6
2500	-9	-4	-13	
3150	-9		-15	

Not: Tüm seviyeler A-ağırlıklıdır ve toplam spektrum seviyesi 0dB'e normalleştirilmiştir.

Spekturum adaptasyon büyüklüğü C_j 4.64'te verilen bağıntı ile hesaplanır.

$$C_j = X_{Aj} - X_w \text{ dB} \quad (4.64)$$

C_j : Spekturum adaptasyon değişkeni;

j : Ses spekturumu için 1 ve 2 indis;

X_w : R , R' , D_n veya D_{nT} değerlerinden karşılaştırma metoduna göre hesaplanan tek sayılı büyüklük;

X_{Aj} : Aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır.

$$X_{Aji} = -10 \log \sum 10^{(L_{ij} - X_i)/10} \quad (4.65)$$

i : 125 Hz ile 2000 Hz'deki oktav bantlar veya 100 Hz ile 3150 Hz'deki 1/3 oktav bantlar için indis;

L_{ij} : Spekturum j için i frekansı Çizelge 4.4'te ve Şekil 4.17 ile Şekil 4.18'de verildiği gibi seviyeler;

X_i : 0,1 dB'e en yakın olarak ölçülen frekans i 'de, standartlaştırılmış ses seviye farkı

$D_{nT,i}$ veya normalleştirilmiş ses seviye farkı $D_{n,i}$ veya görünür ses azalma indisi R'_i

veya ses azalma indisi R_i .

Spekturum adaptasyon terimi, 0,1 dB'e uygun hesaplanır ve bir tam sayıya yuvarlatılır. Bu da, aşağıda verilen spekturum kullanılarak adlandırılır.

C : Spektrum No 1 ile hesaplandığı zaman (ortalama pembe gürültü);

C_{tr} : Spektrum No 2 ile hesaplandığı zaman (ağırlıklı kentsel trafik gürültüsü).

R_w , R'_w , $D_{n,w}$ veya $D_{nT,w}$ gibi uygun tek sayılı büyüklükler her iki adaptasyon büyüklükleri ile birlikte ISO 717-1'e atıf yapılarak verilmelidir.

Aşağıda da gösterildiği gibi, tek sayılı büyüklüğün arkasından parantez içinde iki spekturum adaptasyon büyüklükleri ile gösterilir.

$$R_w(C; C_{tr}) = 41(0; -5) \text{ dB}$$

4.1.4 Yapı elemanının istenilen ses azalma değerin hesaplanması

Tüm standartlarda temel hesaplama yöntemi olan bu süreç, yapı elemanını etkileyen gürültü düzeyleri, hacim içinde öngörülen gürültü ölçütleri ve hacim içi yüzeylerin ses yutuculuk özellikleri parametreleri yardımıyla elemanın sahip olması gereken ses azaltım kaybının hesaplanmasını içermektedir. Aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$R = L_{dis} - L_{ölçüt} + 10 \log \frac{S}{A} \quad \text{dB} \quad (4.66)$$

R : Yapı elemanının frekansa bağlı istenen ses azalma indisi, dB

L_{dis} : Yapı elemanını etkileyen ses düzeyi, dB

$L_{ölçüt}$: Hacim içinde aşılmaması öngörülen ses düzeyi, dB

A : Hacim içi yutuculuk, sabin m²

S : Elemanın alanı, m²

$L_{ölçüt}$ değeri, hacmin kullanıma amacına bağlı olarak NCB eğrilerinden biri seçilerek bulunmaktadır. $L_{dis} - L_{ölçüt}$ değeri istenilen gürültü azaltımı olarak da tanımlanabilir.

4.2 Isıl Performansının Saptanması

Bina, kullanıcıların ısı konfor gereksinmesini istenilen düzeyde gerçekleştirecek ve devamlılığını en az enerji harcamasıyla sağlayacak niteliğe sahip olmalıdır. Dış iklimsel koşulların bölgelere ve zamana göre değişim göstermesi nedeni ile ısıtma veya soğutmanın istendiği dönemlerin belirli bölümlerinde ısıtma ve soğutma gereksinimleri yapma ısıtma ve soğutma sistemleri ile sağlanabilir. Yapma sistemlere başvuru dönemlerde, dış hava sıcaklığı ile iç hava konfor sıcaklığı arasındaki fark değeri binanın ısı kaybının veya kazancının miktarını belirler.

Dış çevredeki belirli bir hava sıcaklığında, bina hacimleri içerisinde iç hava konfor sıcaklığı sağlanıyor ise, ısıtma ve soğutma gereksinmesi doğal olarak karşılanabiliyor demektir. Ancak ısıtmaya veya soğutmaya ihtiyaç duyulan dönemlerde iç ve dış hava sıcaklığının arasındaki farkın büyük olması ısıtma ve soğutma gereksinmesinin doğal yollarla karşılanmasını imkansız kılar. Bu durumda yapma sistemlerin zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Ancak, binaların tasarlanma sürecinde, yapma sistemleri asgari

düzeyde kullanacak şekilde tasarım yapılarak minimum enerji harcaması sağlanmalıdır.

Binaların ısı yalıtım performansının saptanabilmesi pratiğinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler hesaplama yöntemleri ve ölçüm yöntemleri olmak üzere iki başlık altında toplanabilirler.

4.2.1 Hesaplama yöntemleri

Binanın ısı performansının hesaplanabilmesi için statik ve dinamik hesaplama yöntemleri mevcuttur.

Statik hesaplama yönteminde dinamik etkiler deneysel olarak belirlenmiş ısı kazanç veya kayıp kullanım faktörleri (güneş enerjisi kazanımı vb.) ile hesaba katılır.

Türkiye’de zorunlu standart olarak kullanılan TS 825, statik hesaplama yöntemini içerir. TS 825; 2000 yılında yürürlüğe giren, 2008 yılında ise enerji ihtiyacı sınır değerleri düşürülerek yenilenen zorunlu yalıtım standardıdır. TS 825 hesaplama sonucu olarak binanın ısı ihtiyacını belirler. Türkiye’yi 4 iklim bölgesine ayırır ve bu iklim bölgelerinin aylık ortalama meteorolojik verilerinin kullanıldığı statik bir hesaplama yöntemidir.

Dinamik hesaplama yönteminde ise bina kütesine depo edilen ve bu kütleden salınan ısı göz önüne alınır. Saatlik bazda iç ve dış ortam sıcaklıklarına, güneş enerjisi değerlerine, havalandırma modları ve güneş kesicilerinin operasyonel programlarına, iç ve dış sıcaklıklarına bağlı olarak kontrol opsiyonlarının bilinmesine gereksinim vardır. Pratik anlamda, gelişmiş bilgisayar yazılımları kullanılmadan binaların dinamik hesaplamalarının yapılması mümkün değildir. Bu yöntemler, bu konuda uzman insanlara gereksinim duyulan, binanın enerji transferine anlık simülasyonuna yaklaşan, kompleks hesaplamalardır. O nedenle dünya çapında bina enerji analizleri için detaylı dinamik simülasyon yapabilen araçlar geliştirilmiştir.

4.2.1.1 Simülasyon araçları

Günümüzde, binaların ısısal performansının, çevresel ekonomik açılardan etkinliğinin belirlenmesinde bilgisayar tabanlı simülasyon programlarından yararlanılmaktadır. Enerji tüketiminde pay sahibi olan sektörler içinde bina sektörünün oranının %35-40 olması ve bu nedenle enerji korunumu çalışmalarında

binaların enerji performansının iyileştirilmesinin önemli bir yer tutması da enerji simülasyon programlarına olan ilgiyi artırmaktadır.

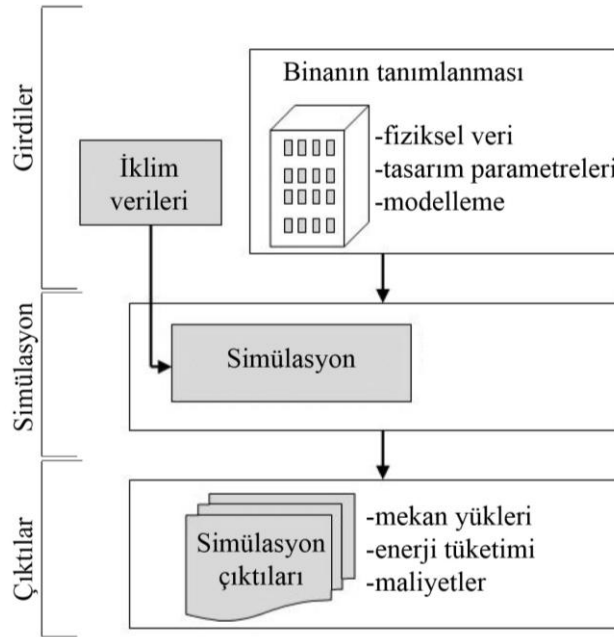
Bilimsel olarak kabul edilmiş çeşitli sayıda simülasyon araçları mevcuttur. Ancak, günümüzde yaygın olarak kullanılan üç tane simülasyon aracı hakkında genel bilgiler verilecektir.

- ECOTECT: Cardiff Üniversitesi tarafından geliştirilmiş ve Autodesk firması tarafından ticarileştirilmiş bir simülasyon programıdır. Mimarlar ve mühendislere kapsamlı simülasyon ve analiz işlevleri sunmaktadır. Görsel özellikleri zengin olan programın güneş, termal, aydınlatma, akustik ve maliyet analizi gibi fonksiyonları 3 boyutlu modelleme arayüzü ile birleştirir. Özellikle binanın tasarım sürecinde enerji ve performans yönünden geliştirilmesine olanak sağlar. Dünya çapında 2000'den fazla lisanslı kullanıcıya sahip olup, Avusturalya, Amerika ve İngiltere'de yaklaşık olarak 60 üniversitede öğretilmektedir (Url-1).
- TRNSYS: Wisconsin ve Colorado Üniversitelerinin güneş enerjisi laboratuvarları tarafından geliştirilmiş ve 1975 yılında ticari olarak kullanılmaya başlanmış bir simülasyon aracıdır. Programın modüler bir yapısı vardır. Esnek yapıya sahip programların arasında yer alır ve farklı enerji sistemlerini farklı detaylarla tanımlamayı sağlar. Bina modelleri, malzemeleri, standart HVAC ekipmanları, yenilenebilir enerji teknolojilerine ait geniş bir kütüphanesi mevcuttur. TRNSYS, grafiksel bir arayüze sahip olup, programı kullanabilmek uzmanlık gerektirmektedir (Url-2).
- ENERGYPLUS: A.B.D Enerji Bakanlığı tarafından desteklenerek, geliştirilen ve günümüzde de oldukça yaygın olarak kullanılan bir araçtır. EnergyPlus, DOE2 ve BLAST simülasyon programları temel alınarak geliştirilmiş bir bina enerji simülasyonu programıdır. Oldukça yüksek bir hesaplama kapasitesine sahip olup, bir saatten kısa zaman adımlarıyla hassas hesaplamalar yapabilir. EnergyPlus, binalar için ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ve diğer enerji akışları ile su sistemini modellenmesinde kullanılan bir yazılımdır. Google SketchUp üç boyutlu (3D) çizim programı eklentisi OpenStudio'yu kullanarak da EnergyPlus girdi dosyaları içinde bina geometrileri yaratmak ve düzenlemek mümkündür. EnergyPlus sayesinde tasarım aşamasında olan

yeni binaların veya iyileştirme yapılması düşünülen mevcut binaların enerji performansı, inşaattan önce görüntülenebilmekte ve olası durumların hepsi test edilerek proje için en uygun durum seçilebilmektedir. Program resmi sitesinden herhangi bir ücret ödenmeden indirilebilir. Program kullanıcılara sunulduğu 2001 yılından beri 85.000'in üzerinde kopyası siteden indirilmiştir (Url-3).

4.2.1.2 EnergyPlus programı ile simülasyon

Energy plus, binaların enerji yüklerini saptamada ve enerji tüketim profillerini ortaya çıkarmada etkin bir yöntem olarak kabul edilmekte ve kullanılmakta olan enerji simülasyon programıdır. Programın işleyiş süreci genel olarak girdilerin oluşturulması ve programa aktarılması, simülasyonun gerçekleştirilmesi ve çıktıların elde edilmesinden oluşmaktadır (Bayraktar, 2009).



Şekil 4.19 : EnergyPlus programının işleyiş süreci.

Girdiler

Girdiler, iklim verileri, binaya ait bilgiler ve modelleme olmak üzere üç başlık altında toplanabilir.

- İklim verileri

Binaların ısısal performansı ve kullanıcıları üzerinde iklimin çok önemli etkileri vardır. Simülasyonun doğru bir şekilde yapılabilmesi için binanın bulunduğu bölgeye

ait bir yıllık süreyi kapsayan saatlik iklim verileri gerekmektedir. Bu iklim verileri güneş ışınlamı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgar gibi dış iklim elemanlarıdır.

EnergyPlus programı ile kullanılmak üzere dünyada 2100'ün üzerinde yerleşim alanı için oluşturulmuş iklim verileri bulunmaktadır. Bunun dışında ulusal meteoroloji istasyonlarından da veriler temin edilerek iklim verileri oluşturulabilir.

- Binaya ait bilgiler

Binaya ait bilgiler binanın ve bulunduğu ortamın tanımlanabilmesi ve binada kullanılan sistemlerin modellenebilmesi için gerekli verileri içermektedir. Bu bilgiler genel başlıklarıyla aşağıda yer almaktadır (Bayraktar, 2009).

- Genel bilgiler;
- Binanın geometrik özellikleri;
- Yapı malzemelerinin ayrıntıları;
- Bina yüzeylerinin katmanları;
- Binanın zonları;
- Isıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri;
- Gölgeleme sistemleri;
- İç kazançlar.

- Modelleme

Gerekli tüm veriler doğru bir şekilde toplandıktan sonra verilerin simülasyon programına aktarılması gerekmektedir. Google SketchUp üç boyutlu (3D) çizim programı ile girdi dosyaları içinde bina geometrileri oluşturulabilir.

Simülasyon

Oluşturulan üç boyutlu model EnergyPlus proogramına aktarıldıktan sonra tüm veriler doğru bir şekilde programa işlenir ve simülasyon işlemi gerçekleştirilir.

Çıktılar

Elde edilen çıktı verileri genellikle, binanın veya mekanların ısıtma ve soğutma yükleri ile bunları karşılayacak yıllık enerji tüketimleridir. Girilen veri düzeyine

bağlı olarak, enerji maliyetleri veya binanın toplam maliyeti gibi sonuçlar da elde edebilmek mümkündür.

4.2.2 Ölçüm yöntemleri

Bina kabuğunun ısı performansını; iç hava sıcaklığı, iç hava nemi, iç hava hareketi hızı ve kabuk iç yüzey sıcaklıklarının ölçülebileceği “Indoor Climate Analyzer” ve buna benzer ölçüm cihazları ile saptanabilir. Ancak bu çalışmada, örnek olarak seçilen bina, henüz kullanım aşamasına geçilmediği için sadece simülasyon aracılığı ile ısı performans değerlendirmesi yapılmıştır.

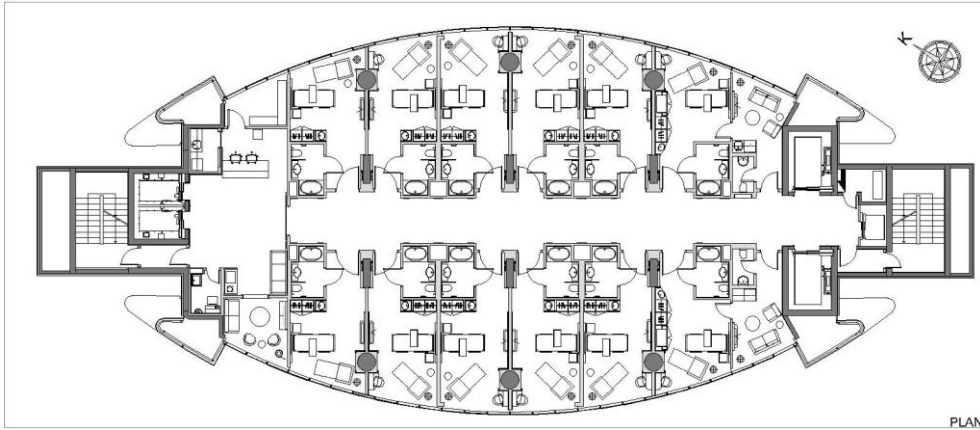
5. ÖRNEK BİR BİNA CEPHESİNİN SES VE ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ (KAVACIK MEDİKAL BİNASI)

Bu çalışmada, bina cephesinin ısıl ve ses performansının değerlendirilmesi için seçilen yöntemler, İstanbul Kavacık'ta inşaatı tamamlanmak üzere olan, cephe uygulaması Metal Yapı Tic. A.Ş. tarafından yapılmış, Kavacık Medikal adlı hastane binasının cephesi için uygulanmıştır.

5.1 Binanın ve Çevrenin Tanıtımı

Kavacık Medikal Binası, İstanbul'un Kavacık semtinde, kuzeydoğu yönü Çavuşbaşı caddesi üzerine konumlandırılmıştır.

Örnek olarak ele alınan bina, 4 bodrum kat, zemin, 8 normal kat olmak üzere 16.000 m²'lik kapalı alana sahiptir. Normal katlar genel olarak hasta odaları ve sirkülasyon alanlarından oluşmaktadır. Her bir hasta odası için wc-duş birimleri yer almaktadır.



Şekil 5.1 : Kavacık Medikal Binası 4.kat planı.

Binanın kuzeybatı ve güneydoğuya bakan yönlerinde, sirkülasyon alanları ve mekanik hacimler konumlandırılmış olup bu cephelere alüminyum kompozit panel giydirilmiştir. Güneybatı ve kuzeydoğuya bakan, hasta odalarının bulunduğu cephelerde ise hafif asma giydirme cephenin türlerinden olan panel sistem uygulanmıştır.

Bu panel sistemde, alüminyum doğramalı iki tabaka cam kullanılmış olup, cephedeki saydam bileşen oranı % 62 civarındadır.

Uygulama, hasta odaların bulunduğu güneybatı ve kuzeydoğuya bakan panel sistem giydirme cephe türü için yapılmıştır.



Şekil 5.2 : Kavacık Medikal Binası cephesi.

5.2 Ses Yalıtım Performansına Yönelik Ölçümlerin Yapılması

Kavacık Medikal Binası'nın ses yalıtım performansının değerlendirilebilmesi için Bölüm 4.1.2.2'de detaylı olarak anlatılan “TSE EN ISO 140-5” sayılı, saha ortamında ölçüm yönteminin 4 farklı yönteminden biri olan eleman hoparlör yöntemi seçilmiştir. Ölçümler, eleman hoparlör yönteminde anlatılan kurallara göre gerçekleştirilmiştir (TSE EN ISO 140-5, 2006).

Binanın ses açısından uygun konfor koşullarının sağlanıp sağlanamadığını tespit edebilmek için “TS 9798:1992” sayılı “Akustik-Çevre Gürültüsünün Tanımlanması ve Ölçülmesi Kısım 2 -Arazi Kullanımında Meydana Gelen Gürültülerle İlgili Verilerin Elde Edilmesi” başlıklı standardın kurallarına göre çevresel gürültü ölçümleri de gerçekleştirilmiştir (TS 9798, 1992).

5.2.1 Ölçüm düzeneği

Ölçüm düzeneği hazırlanırken kullanılan temel araçlar, ses kaynağı, mikrofon ve ses basınç düzeyi ölçerlerden oluşmaktadır.

- Ses Verici Sistem: Çalışmada kullanılan ses kaynağı, B&K 4296 tipinde on iki yüzünde hoparlör bulunan küresel bir kaynaktır. Ölçümler sırasında arka plan gürültüsünden daha yüksek ses basıncı üretmek gerektiği için ses kaynağı B&K 2716 tipinde ses gücü yükselticisine bağlanmıştır.
- Ses Alıcı Sistem: Çalışmada, ses alıcı sistem olarak kullanılan ekipmanlar B&K 2260D ses basınç düzeyi ölçer ve mikrofondur. Mikrofonların diyafram çapı TS EN ISO 140-5'te belirtildiği gibi 13mm seçilmiştir. Ses basıncını bulmak için ses dalgalarının her yönde toplayan mikrofona kullanılmıştır.
- Analiz Sistemi: B&K 2260D ses alıcı sistemi ile ölçülen veriler, B&K Qualifier Type 7830 ve B&K Noise Explorer Type 7815 programları ile TS EN ISO 140-5 ve TS 9798'e uygun olarak analiz edilerek istenilen sonuçlar elde edilmiştir.

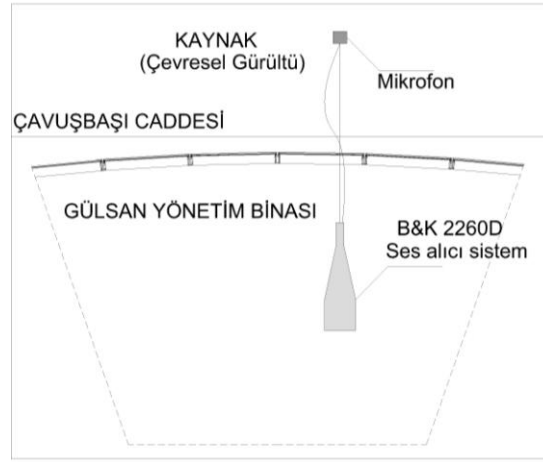
5.2.2 Çevresel gürültünün ölçümü

Kavacık Medikal Binası, İstanbul'un Kavacık semtinde, Çavuşbaşı adlı işlek bir caddenin üzerine konumlandırılmıştır. Binanın kuzeydoğu yönü, Çavuşbaşı caddesine, güneybatı yönü ise, yaklaşık 600 metre uzaklıktaki Kavacık bağlantı yoluna bakmaktadır.



Şekil 5.3 : Kavacık Medikal Binası vaziyet planı.

Çevresel gürültü ölçümü, Kavacık Medikal Binası ile aynı cadde üzerinde bulunan Gülsan Yönetim Binası'nda, TS 9798'e uygun olarak 12 Ekim 2009 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çevresel gürültü ölçüm düzeneği Şekil 5.4'te verilmiştir.



Şekil 5.4 : Çevresel gürültü ölçüm düzeneği.

Ses performansının değerlendirileceği bina hastane olarak kullanılacağı için, hastaların geceleri, gürültüden arındırılmış bir ortamda rahat bir uyku uyumaları büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, binayı etkileyen çevre gürültüsünün gece ve gündüz düzeylerinin ayrı ayrı belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan ölçümler, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre gündüz zaman dilimi (07.00'den 19.00'a kadar olmak üzere toplam 12 saat), akşam zaman dilimi (19.00'dan 23.00'e kadar olmak üzere toplam 4 saat) ve gece zaman dilimi (23.00'den 07.00'ye kadar olmak üzere toplam 8 saat) olarak çevresel gürültünün rahatsızlık düzeyini belirlemek için 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

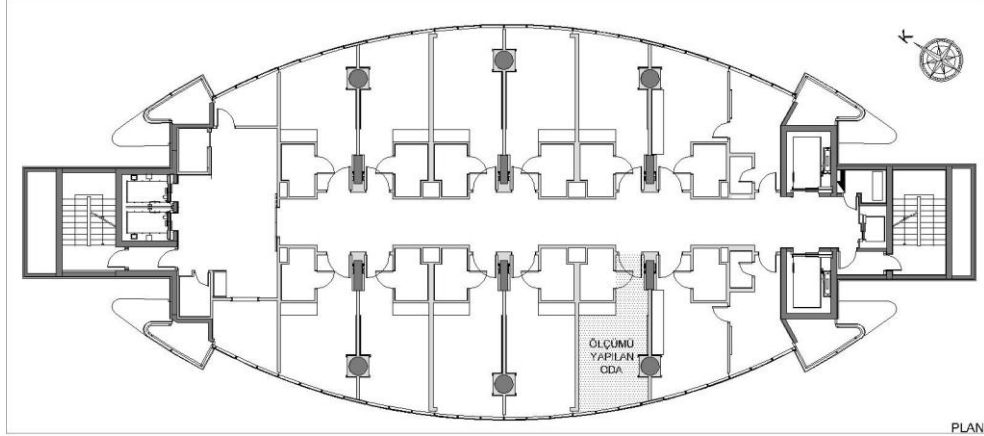


Şekil 5.5 : Cephe ölçüm düzeneği-1.

5.2.3 Bina cephesinin görünür ses azalma indisinin ölçümü

Bina cephesi ile ilgili ölçümler için Bölüm 4.1.2.2’de anlatılan saha ortamında, eleman hoparlör yöntemi uygulanmıştır.

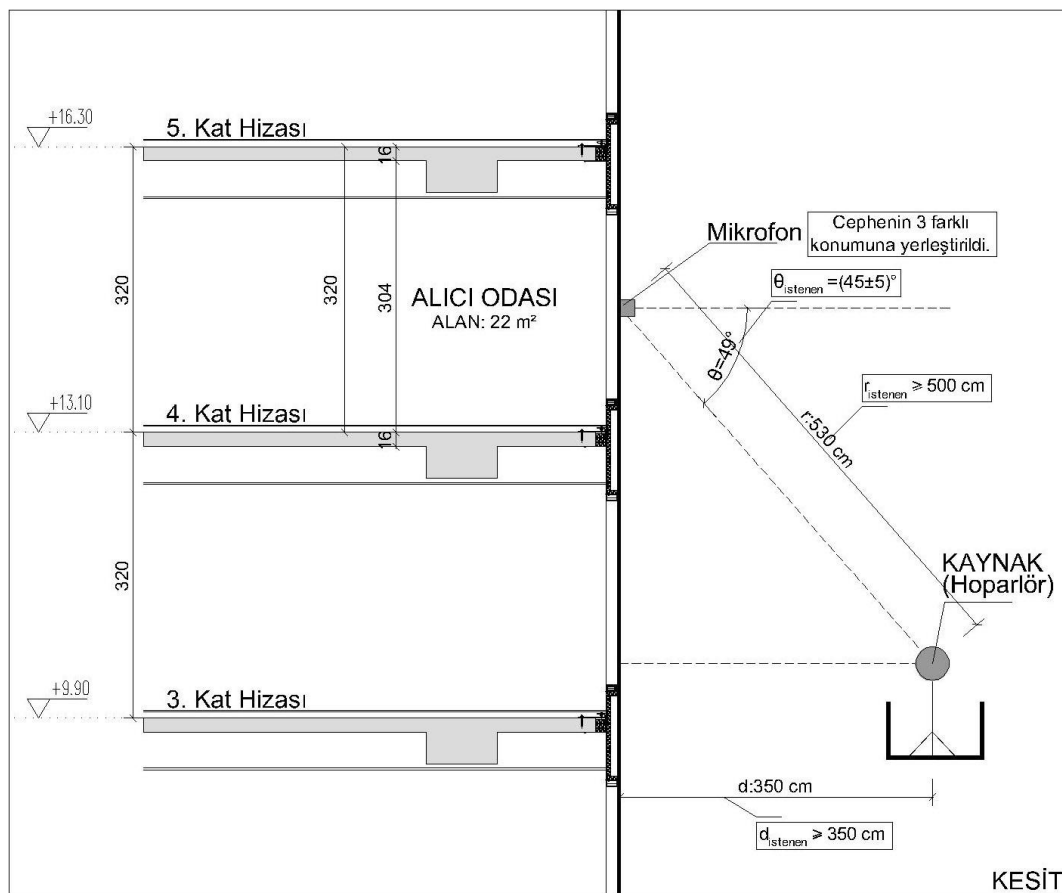
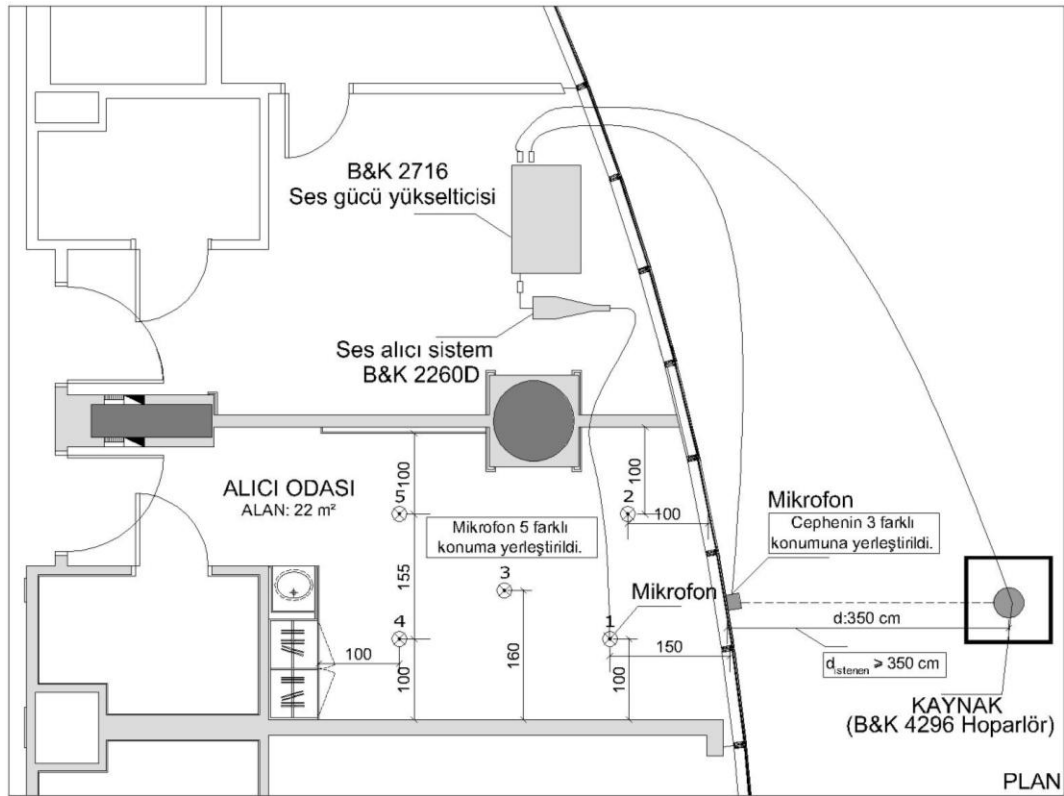
Ölçüm için binanın 4. katında yer alan ve Şekil 5.6’da gösterilen hasta odası seçilmiştir. TS EN ISO 140-5’te verilen kurallar doğrultusunda ölçüm düzeneği Şekil 5.8, Şekil 5.9 ve Şekil 5.10’da yer aldığı gibi oluşturulmuştur.

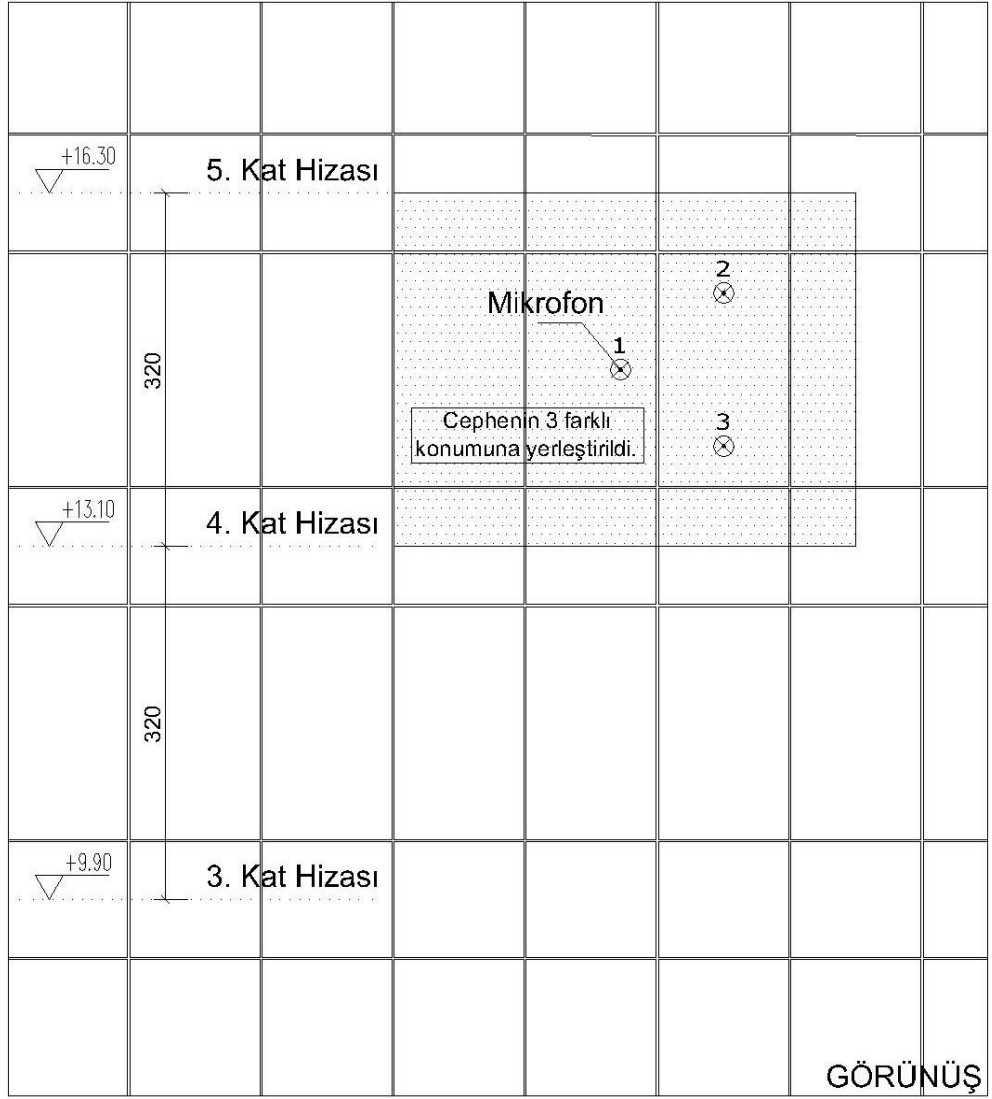


Şekil 5.6 : Ölçümü yapılan odanın kattaki konumu.



Şekil 5.7 : Cephe ölçüm düzeneği-2.





Şekil 5.10 : Ölçüm düzeneğinin görünüş üzerindeki yerleşimi.

Alıcı odası için Şekil 5.8’de gösterildiği gibi 5 farklı mikrofon konumu belirlenmiştir. Kaynak, istenilen uzaklıklara yerleştirilerek, Şekil 5.10’da gösterildiği gibi cepheye de asimetrik olarak 3 farklı mikrofon konumu belirlenerek, toplamda 15 ölçüm yapılmıştır.

Bina cephesi ile ilgili ölçümler gerçekleştirildikten sonra, alıcı odası için 5 farklı hoparlör ve mikrofon konumunda reverbrasyon ölçümü ve 4 farklı mikrofon konumunda da arka fon gürültüsü ölçümleri yapılmıştır. Reverbrasyon ölçümü ile ilgili ölçüm düzenekleri Ek A.1’de yer alan Şekil A.1, Şekil A.2, Şekil A.3, Şekil A.4, Şekil A.5 ve Şekil A.6’da gösterildiği gibidir.



Şekil 5.11 : Cephe ölçüm düzeneği-3.



Şekil 5.12 : Cephe ölçüm düzeneği-4.

5.3 Isıl Performansa Yönelik Simülasyon Çalışmaları

İnşaatı tamamlanmak üzere olan Kavacık Medikal Binası mevcut proje bilgileri kullanılarak, EnergyPlus enerji simülasyon programı yardımı ile binanın enerji performansının saptanmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Uygulama, binanın panel sistem giydirme cephelerin uygulandığı kısımda, sadece hasta odalarının bulunduğu, 4. kat için gerçekleştirilmiştir.

5.3.1 Girdiler

5.3.1.1 İklim verileri

Energyplus programı, ısı analiz için gerekli iklim verilerini, saatlik olarak istemektedir. Bu çalışmada, iklim elemanlarından dış hava sıcaklığı, basınç ve rüzgara ait veriler, T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü İstanbul yöresi Sarıyer istasyonuna ait 2008 yılı ölçüm sonuçlarından analiz edilerek, EnergyPlus programının İstanbul için mevcut olan iklim dosyasına adapte edilerek 2008 yılı iklim verileri oluşturulmuştur. Bu verilere dayalı olarak en soğuk gün 18 Şubat, en sıcak gün ise 24 Ağustos olarak belirlenmiştir.

5.3.1.2 Binaya ait bilgiler

Kavacık Medikal Binası'na, bulunduğu ortama ve binada kullanılan sistemlere ait gerekli veriler yer almaktadır.

- Genel bilgiler

Kavacık Medikal Binası İstanbul'un Kavacık semtinde, kuzeydoğu yönü Çavuşbaşı caddesi üzerine, güneybatı yönü Kavacık kavşağına doğru kuzeybatı- güneydoğu aks ekseninde konumlandırılmıştır.

Simülasyonun yapıldığı 4. Katta, 14 adet hasta odası, 1 adet bekleme holü ve 1 adet hemşire odası ile sirkülasyon alanları bulunmaktadır. Katın planı elips şeklinde olup kuzeybatı-güneydoğu aks ekseninde güneybatı-kuzeydoğu yönleri birbirine simetrikler.

Bina, hastane olarak kullanıldığı için, 365 gün 24 saat kullanım halindedir. Her odada bir hasta, bir refakatçi ve kat servisinde görevli 4 adet hemşire olduğu düşünülerek katın asgari kullanıcı sayısı 32 kişi olarak belirlenmiştir.

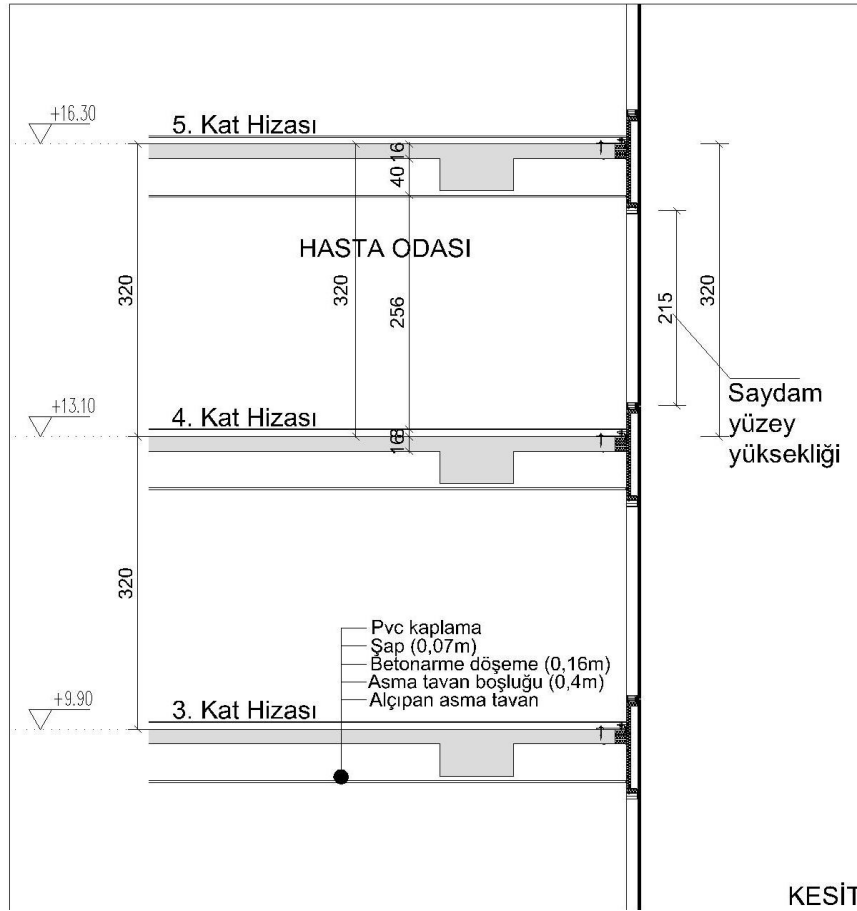
Çizelge 5.1 : Kavacık Medikal Binası genel bilgiler.

Genel Bilgiler	
Binanın adı	Kavacık Medikal Binası
Binanın tipi ve binada yapılan işin çeşidi	Hastane/ Sağlık Hizmetleri
Binanın yeri/enlemi/boylamı/bulunduğu zaman dilimi/rakımı	İstanbul/41,003/28,95/2/180
Binanın yönü	Güneybatı-Kuzeydoğu
Bir yıldaki/aydaki toplam kullanılan gün sayısı	365/30
Toplam kat kullanıcı sayısı	60
Tatiller (ay/süre)	-
Yapım yılı	2008

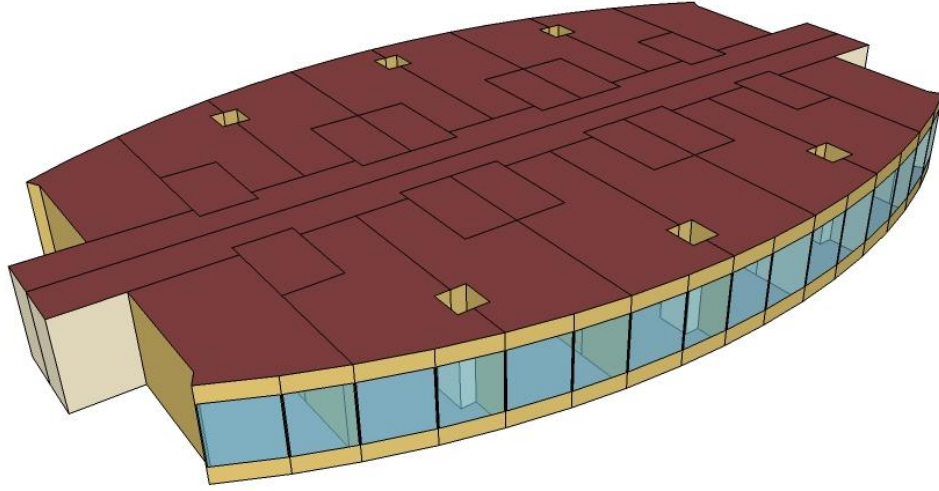
- Binanın geometrik özellikleri

Google SketchUp üç boyutlu (3D) çizim programı eklentisi OpenStudio'yu kullanarak bina geometrileri oluşturulmuştur.

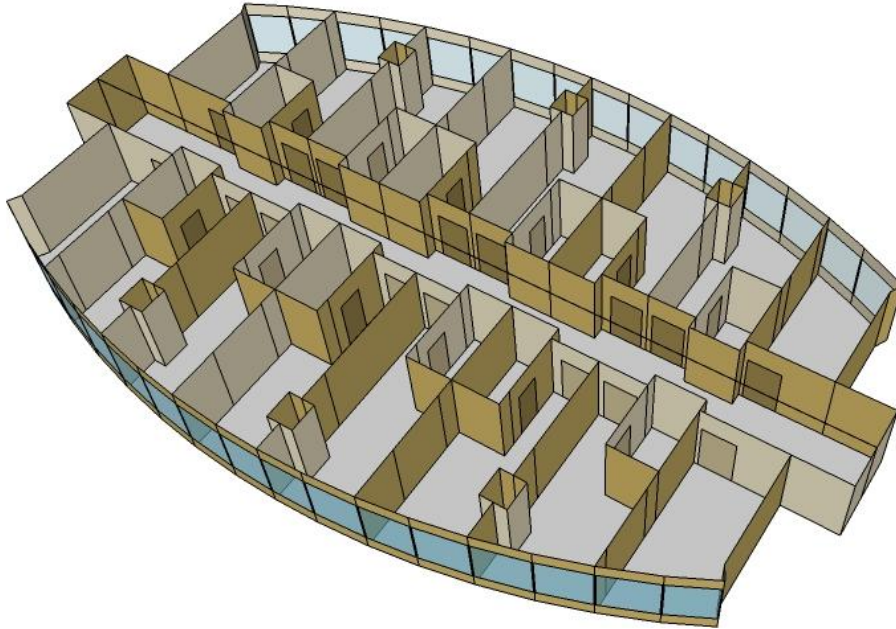
Simülasyonu gerçekleştirilen kat, elips şeklinde olup, toplam 553 m²'lik taban alanından oluşmaktadır. Kat yüksekliği, döşemeden döşemeye 3.20 m'dir. Cephenin saydamlık oranı ise %62'dir. (Şekil 5.13, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15)



Şekil 5.13 : Kavacık Medikal Binası kesiti.



Şekil 5.14 : Kavacık Medikal Binası 4.kat modeli-1.



Şekil 5.15 : Kavacık Medikal Binası 4.kat modeli-2.

- Yapı malzemelerinin ayrıntıları

Binanın uygulanmasında kullanılan yapı malzemelerin simülasyon için gerekli temel özellikleri verilmektedir. Yapı malzemelerine ait bu özellikler EnergyPlus simülasyon programının malzeme kütüphanesinden ve TSE 825'te yapı malzemelerinin özelliklerinin yer aldığı listeden elde edilmiştir. Çizelge 5.2'de binada kullanılan yapı malzemeleri ve onlara ait özellikler verilmiştir.

Çizelge 5.2 : Kavacık Medikal Binası malzeme bilgileri.

Malzeme	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Pvc Kaplama	0,006	0,23	1500	2010
Betonarme Döşeme	0,16	2,5	2400	900
Çimento Harçlı Şap	0,07	1,4	2000	900
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Taşyünü	0,05	0,05	19	960
Seramik Kaplama	0,01	3,5	2800	800
Ahşap Kaplama	0,02	0,15	608	1630
Opak Spandrel Cam	0,006	0,99	2528	880
Galvaniz Levha	0,001	45,28	7824	500
Meşe (Ahşap)	0,025	0,17	704	1630

- Bina yüzeylerinin katmanları

Simülasyonun yapıldığı katta, 11 farklı yüzey tespit edilmiştir. Bir önceki adımda termal ve optik özellikleri verilen malzemelerin hangi kalınlıklarla ve sıralamayla yüzeyleri oluşturdukları, Ek A.2’de yer alan çizelgelerde gösterilmiştir. Katmanlar dışarıdan içeriye sıralanarak oluşturulmuştur.

- Binanın zonları

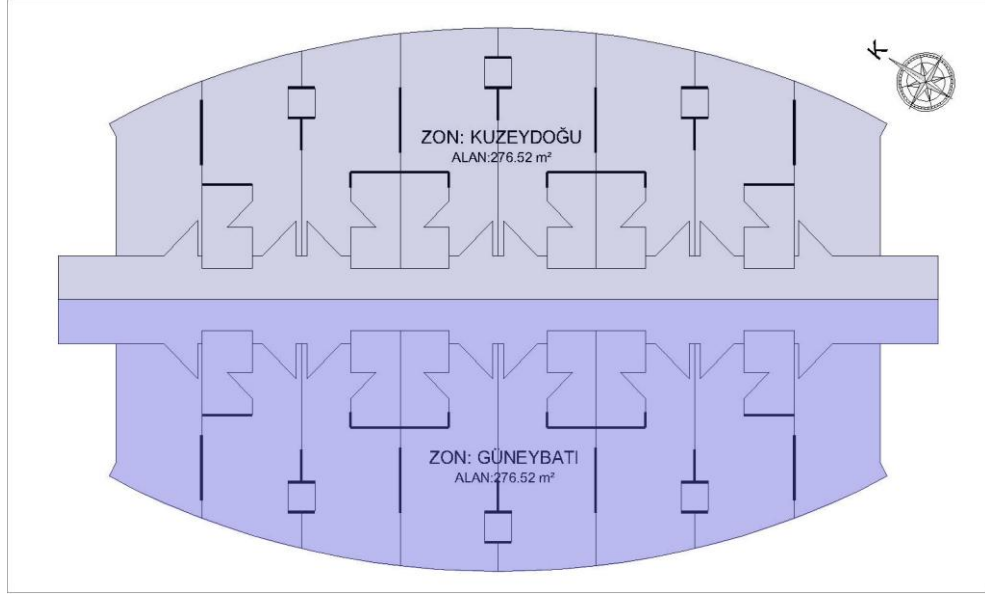
Zon, ısıtılan bir binada, bir veya birden fazla tasarım sıcaklığına sahip, ancak içindeki sıcaklığın fazla değişmediği (<4°C), kullanım şekli aynı olan, tek bir ısıtma sistemi ile veya aynı enerji performansına sahip ısıtma sistemleri ile ısıtılan bağımsız birim olarak tanımlanabilir.

Kavacık Medikal Binası’nın 4.katında, odalarda ve koridorda kullanılan sıcaklıklar ve kullanılan sistemler aynıdır. Odaların konumlandırılışı kuzeydoğu ve güneybatı yönlerine doğru olduğu için bu yönler göre bir zonlama yapılarak, kuzeydoğu ve güneybatı zonu olmak üzere Şekil 5.16’da da gösterildiği gibi iki zon olarak ele alınmıştır.

- Isıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri

Kavacık Medikal Binası merkezi ısıtma-soğutma sistemine sahiptir. Hacimlerdeki ısı transferi hem ısıtma hem soğutmada kullanılan fan-coiller ile sağlanmaktadır. Isıtma ve soğutma iç sıcaklık değerleri için mekanik projede, ısıtma set değeri 24°C, soğutma set değeri 24°C olarak verilmiştir.

Hastane binası olduğu için binanın 24 saat boyunca kullanıldığı varsayılarak sistem sürekli çalışır programda ayarlanmıştır.



Şekil 5.16 : Kavacık Medikal Binası için oluşturulan zonlar.

- İç kazançlar

Kavacık Medikal Binası için iç kazanç olarak katta bulunan kişiler girdi olarak verilmiştir.

Hastanenin günlük işleyişine göre katta bulunan kişi sayısı, 24 saatlik süreçte farklı saatlerde farklı sayılarda var olduğu kabul edilmiştir. Günü en işlek zamanında toplamda 60 kişi, en sakin zamanında da toplamda 32 kişi olduğu varsayılmıştır.

5.4 Bulgular

Bu bölümde ses yalıtım performansına yönelik yapılan ölçümlerin ve ısı performansına yönelik yapılan simülasyonun sonuçları yer almaktadır.

5.4.1 Ses yalıtım performansına yönelik bulgular

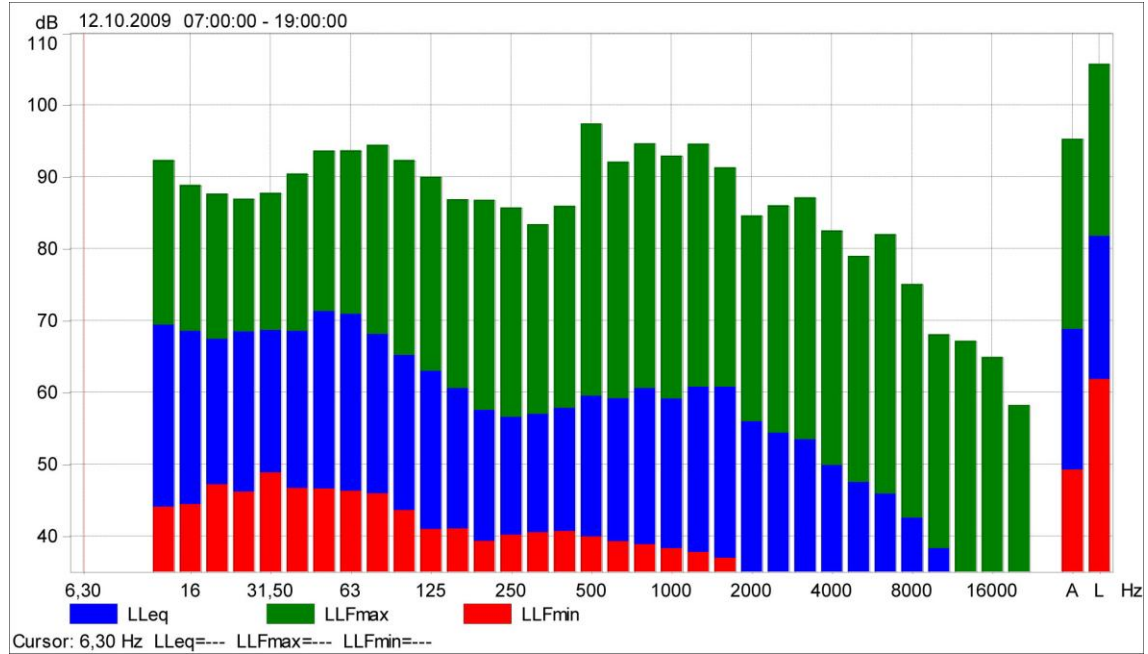
5.4.1.1 Çevresel gürültü ölçüm sonuçları

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirlenen zaman dilimlerine göre yapılan 24 saatlik çevresel gürültü ölçüm sonuçları gündüz-akşam-gece zaman dilimleri olmak üzere Çizelge 5.3, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5, Şekil 5.17, Şekil 5.18, Şekil 5.19, Şekil 5.20, Şekil 5.21 ve Şekil 5.22'de yer almaktadır.

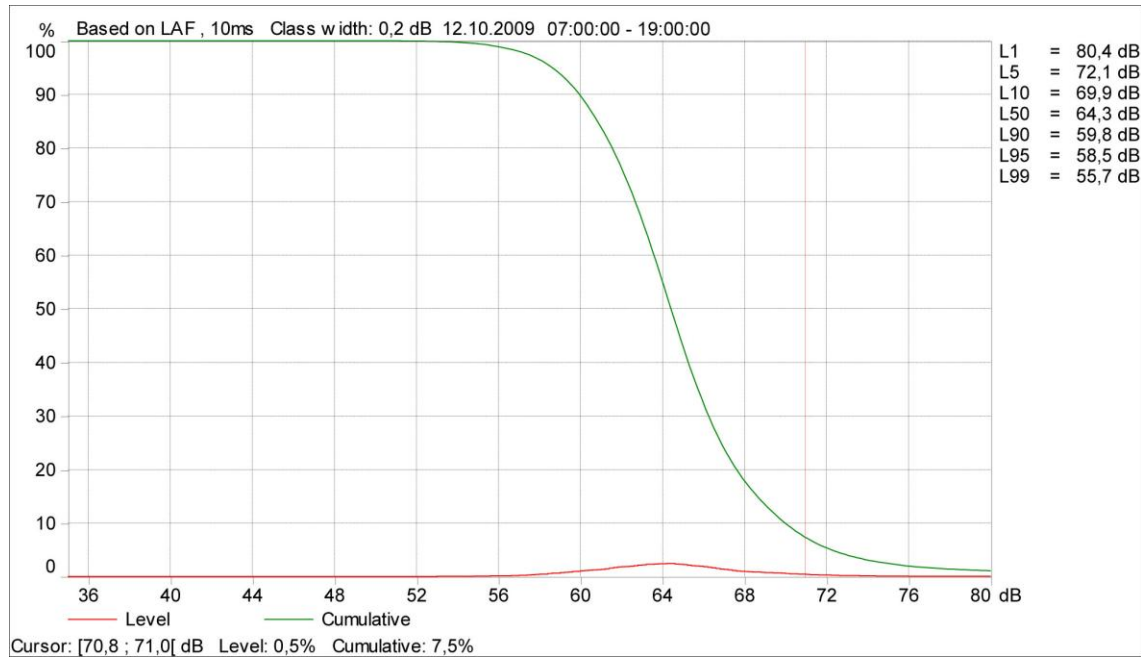
- Gündüz zaman dilimi (07:00 – 19:00)

Çizelge 5.3 : Çavuşbaşı caddesi gündüz zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Gündüz(ort)}$	71	63	57	60	59	56	54
$L_{Dış-Gündüz(max)}$	93,7	90	86	97	93	85	87



Şekil 5.17 : Çavuşbaşı caddesi gündüz zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.

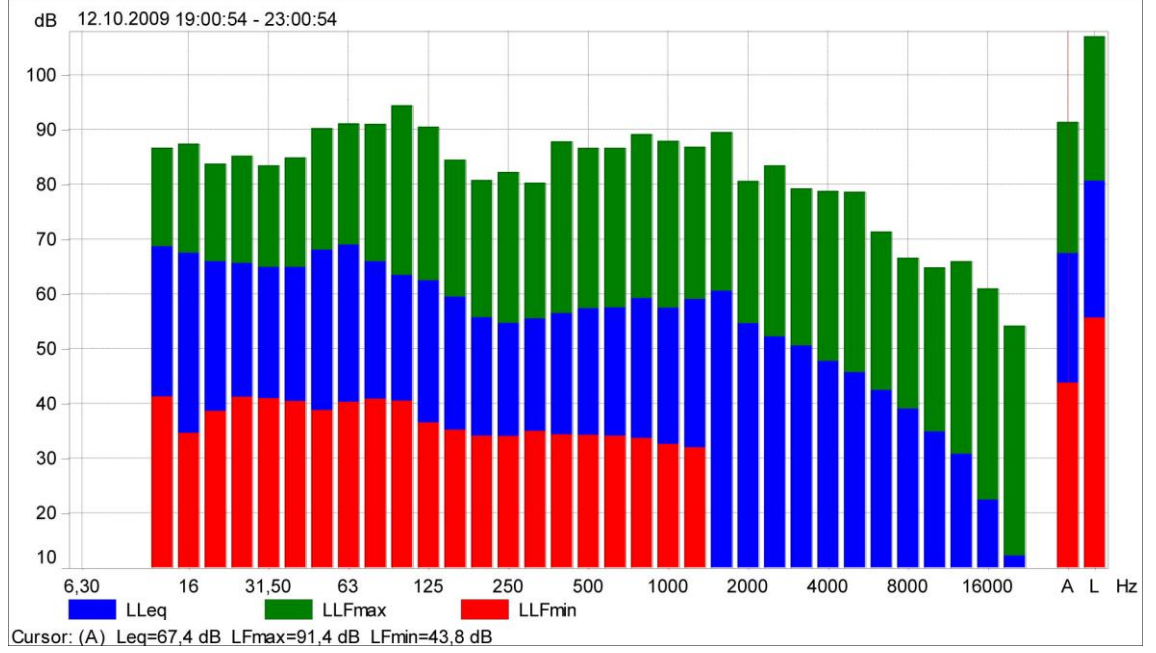


Şekil 5.18 : Gündüz saatlerinde ölçülen aşma düzeyleri.

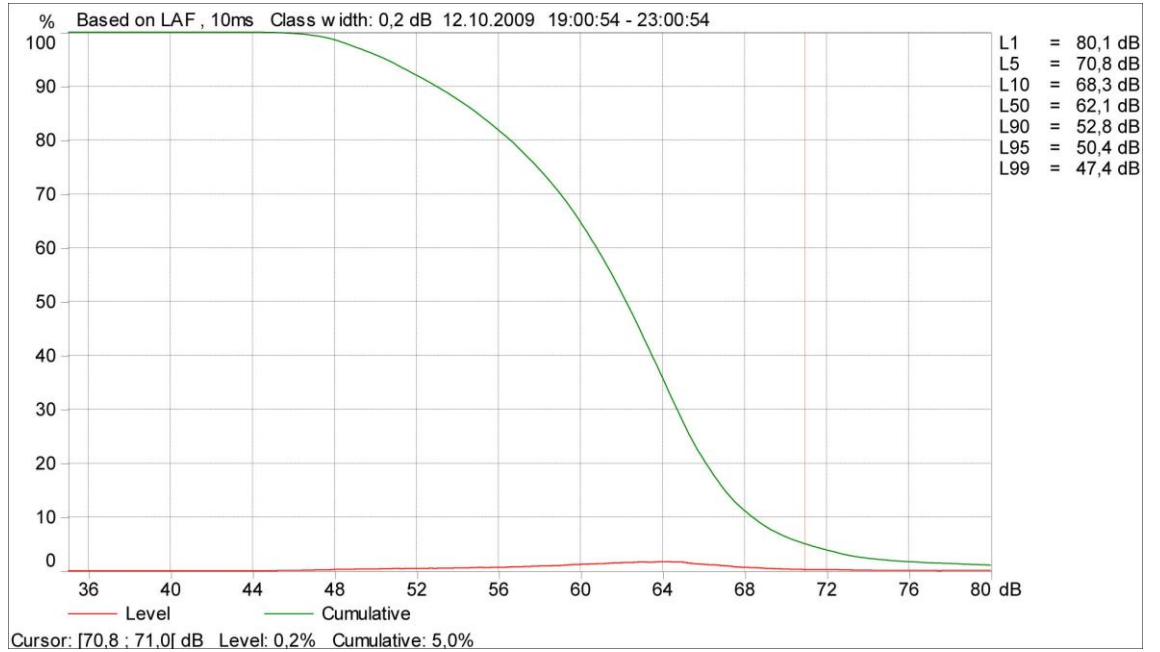
- Akşam zaman dilimi (19:00 – 23:00)

Çizelge 5.4 : Çavuşbaşı caddesi akşam zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Akşam(ort)}$	69	63	55	57	57	55	51
$L_{Dış-Akşam(max)}$	91	91	82	87	88	81	79



Şekil 5.19 : Çavuşbaşı caddesi akşam zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.

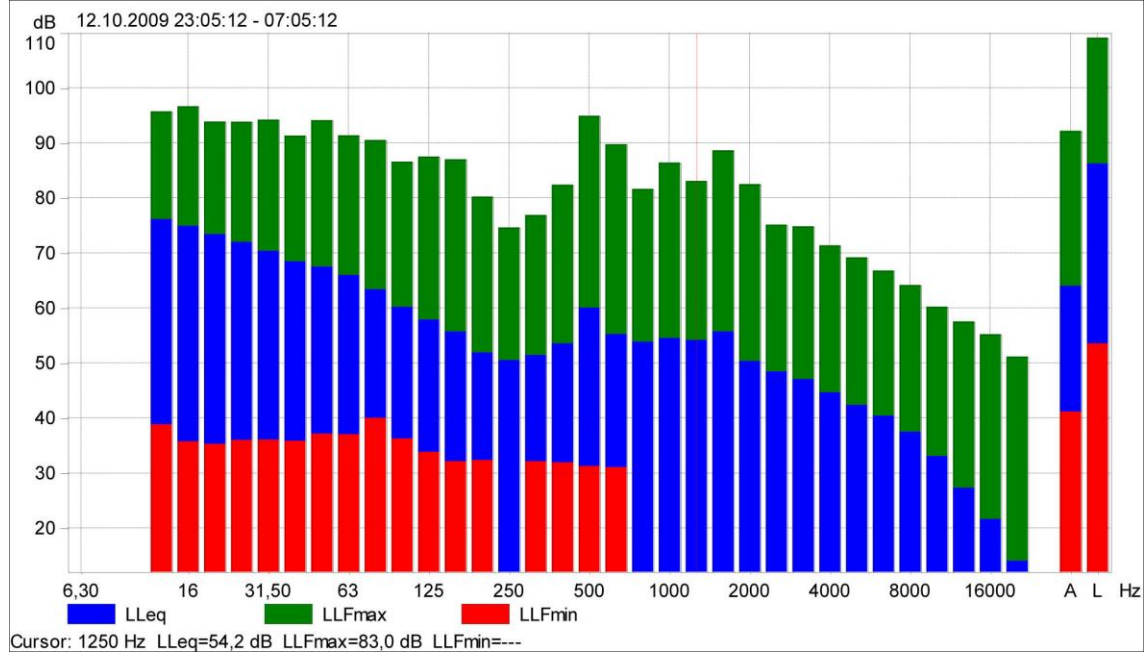


Şekil 5.20 : Akşam saatlerinde ölçülen aşma düzeyleri.

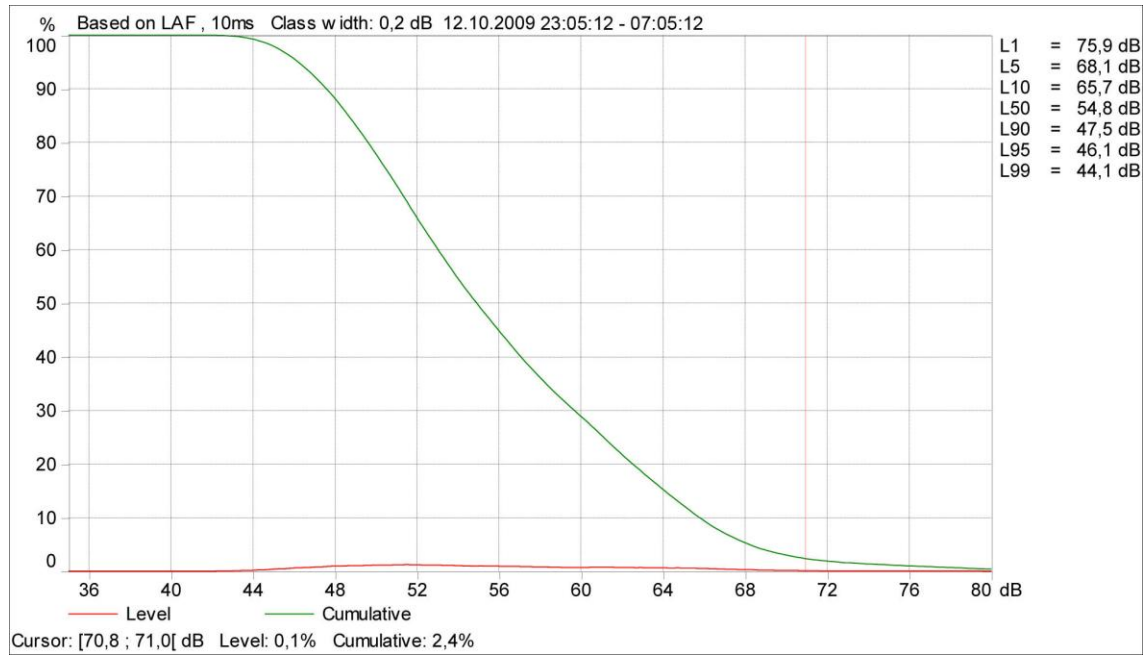
- Gece zaman dilimi (23:00 – 07:00)

Çizelge 5.5 : Çavuşbaşı caddesi gece zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Gece}$ (ort)	66	58	51	60	55	51	45
$L_{Dış-Gece}$ (max)	91	87,5	75	95	86	83	72



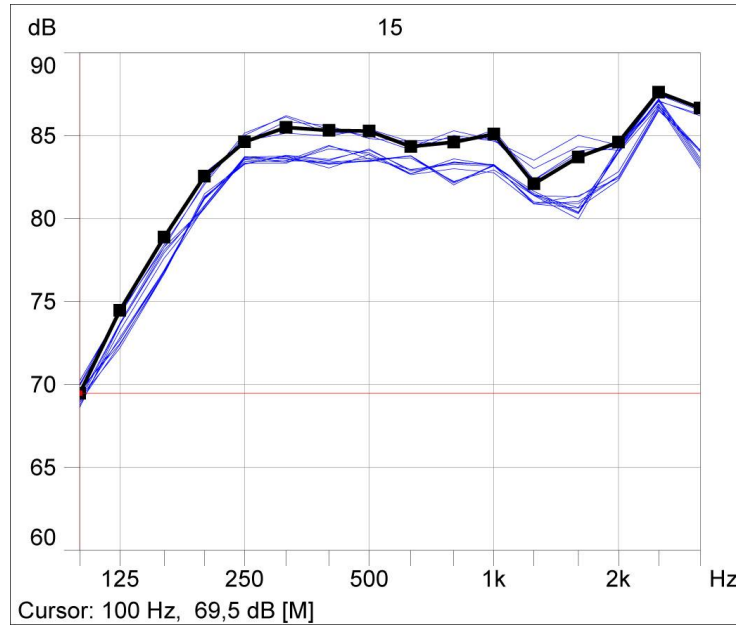
Şekil 5.21 : Çavuşbaşı caddesi gece zaman dilimi dış gürültü düzeyleri.



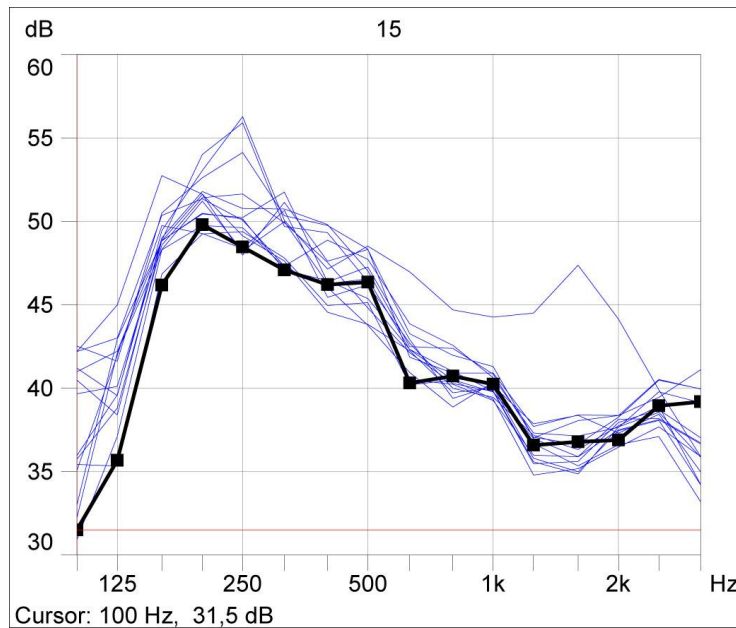
Şekil 5.22 : Gece saatlerinde ölçülen aşma düzeyleri.

5.4.1.2 Bina cephesinin görünür ses azalma indisinin ölçüm sonuçları

Bina cephesinin görünür ses azalma Bölüm 5.2.3'te anlatıldığı gibi alıcı odası için 5 farklı mikrofön konumu, cephede de asimetrik olarak 3 farklı mikrofön konumu belirlenerek toplamda 15 ölçüm yapılmıştır. Gerçekleştirilen 15 farklı ölçümün dış gürültü ve iç gürültü ölçüm sonuçları grafiksel olarak Şekil 5.23 ve Şekil 5.24'te verilmiştir. Ölçüm sonuçları sayısal olarak Ek A.3'te yer alan Çizelge A.15 ve Çizelge A.16'da verilmiştir.

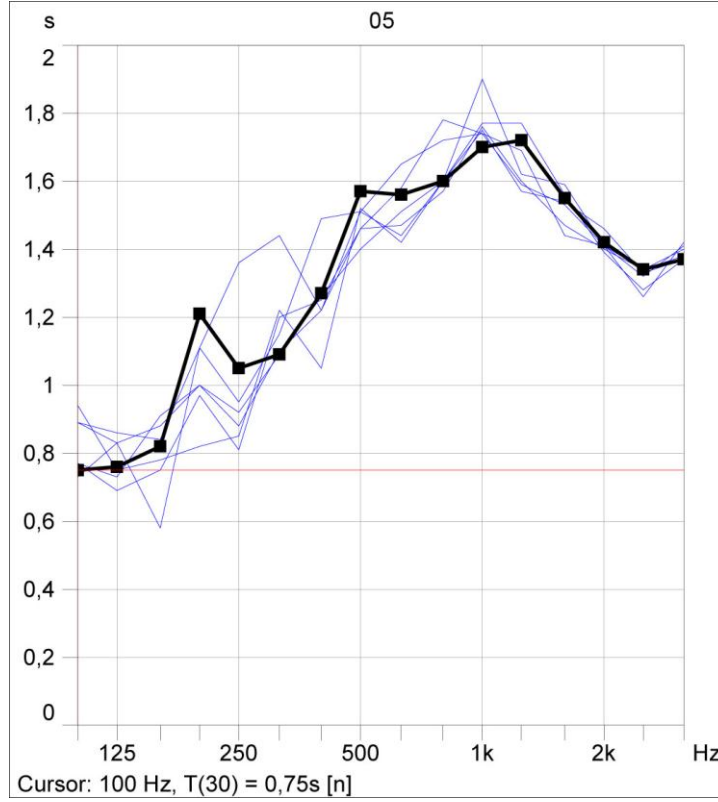


Şekil 5.23 : Kavacık Medikal Binası dış gürültü (L₁) ölçüm sonuçları.



Şekil 5.24 : Kavacık Medikal Binası iç gürültü (L₂) ölçüm sonuçları.

Alıcı odası için gerçekleştirilen reverbrasyon ölçümleri Şekil 5.25 ve Çizelge 5.6’da verilmiştir. Binanın iç dekorasyonu henüz tamamlanmadığı için reverbrasyon ölçümleri, odanın tam olarak bitmemiş haliyle gerçekleştirilmiştir.

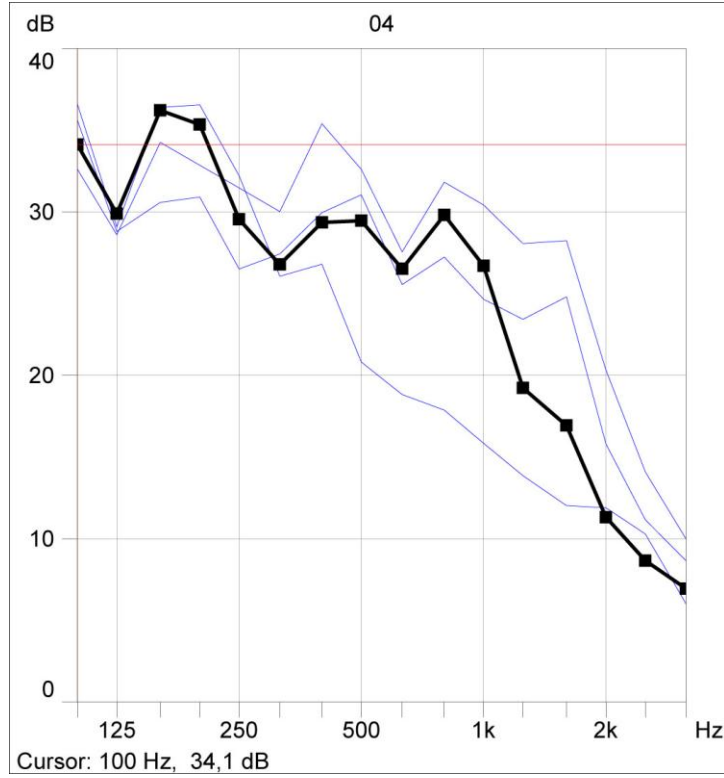


Şekil 5.25 : Kavacık Medikal Binası alıcı odası reverbrasyon ölçüm sonuçları.

Çizelge 5.6 : Kavacık Medikal Binası alıcı odası reverbrasyon ölçüm düzeyleri.

Frekans (Hz)	Alıcı odası için reverbrasyon ölçüm düzeyleri (sn)						
	RT-1	RT-2	RT-3	RT-4	RT-5	ORT.	STD
100	0,94	0,77	0,73	0,89	0,75	0,82	0,07
125	0,75	0,73	0,83	0,83	0,76	0,78	0,05
160	0,78	0,91	0,88	0,58	0,82	0,79	0,1
200	0,82	1	1	1,11	1,21	1,03	0,11
250	0,85	0,92	0,88	0,95	1,05	0,97	0,17
315	1,22	1,09	1,1	1,15	1,09	1,18	0,11
400	1,05	1,26	1,22	1,49	1,27	1,25	0,11
500	1,52	1,4	1,46	1,51	1,57	1,49	0,05
630	1,42	1,51	1,47	1,65	1,56	1,52	0,07
800	1,6	1,6	1,57	1,72	1,6	1,64	0,07
1000	1,77	1,75	1,76	1,74	1,7	1,7	0,05
1250	1,77	1,57	1,6	1,69	1,72	1,65	0,07
1600	1,56	1,54	1,47	1,44	1,55	1,53	0,04
2000	1,39	1,46	1,4	1,41	1,42	1,41	0,02
2500	1,28	1,33	1,34	1,34	1,34	1,32	0,03
3150	1,37	1,37	1,4	1,38	1,37	1,39	0,01

Alıcı odası için gerçekleştirilen arka fon gürültüsü ölçüm sonuçları Şekil 5.26 ve Çizelge 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.26 : Kavacık Medikal Binası alıcı odası arka plan gürültüsü ölçüm sonuçları.

Çizelge 5.7 : Kavacık Medikal Binası alıcı odası arka plan gürültüsü ölçüm düzeyleri.

Frekans (Hz)	Alıcı odası için arka fon gürültüsü ölçüm düzeyleri (dBA)					
	B1	B2	B3	B4	ORT.	STD
100	36,6	32,6	35,6	34,1	35	1,52
125	29,1	28,6	28,8	29,9	29,1	0,49
160	36,4	34,3	30,6	36,2	34,9	2,39
200	36,6	32,9	30,9	35,3	34,4	2,24
250	32,2	31,5	26,5	29,5	30,4	2,26
315	26,1	30	27,4	26,8	27,9	1,51
400	26,8	35,4	30	29,4	31,6	3,36
500	20,8	32,6	31	29,5	30,1	4,84
630	18,8	27,6	25,6	26,5	25,6	3,55
800	17,9	31,8	27,2	29,8	28,9	5,76
1000	15,8	30,4	24,7	26,7	26,8	5,85
1250	13,9	28,1	23,4	19,2	23,8	5,89
1600	12	28,2	24,8	16,9	24,1	7,34
2000	11,9	20,3	15,8	11,3	16,4	3,93
2500	10,3	14,1	11,2	8,7	11,5	2,02
3150	6	10	8,7	6,9	8,2	1,55

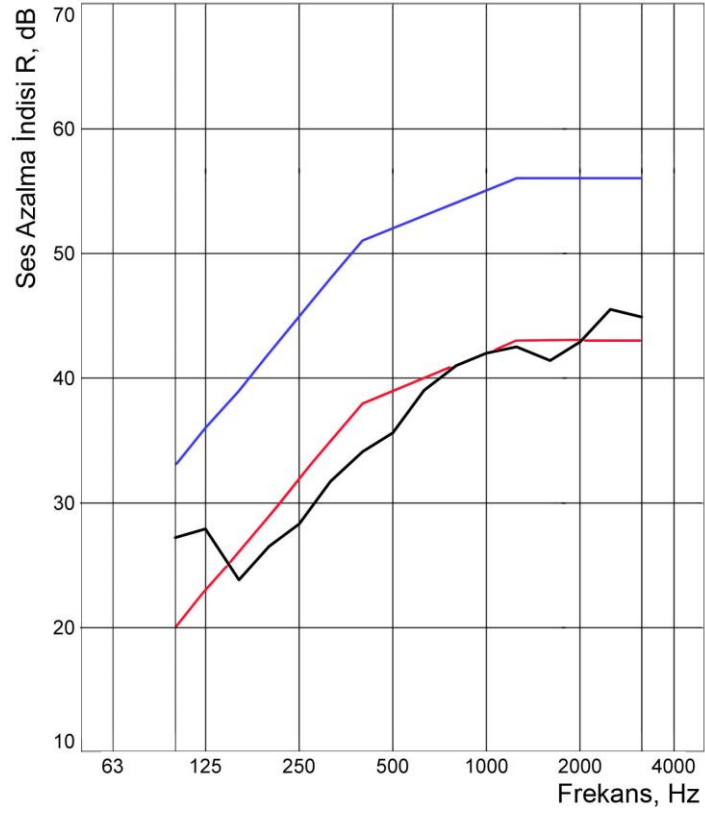
Ölçüm sonucunda bina cephesinin Bölüm 4.1.3'te anlatılan TS 2381-1 EN ISO 717-1 standardında verilen metoda göre oluşturulan ses azalma indisinin ve standartlaştırılmış seviye farkının tek sayılı birimlerle ifade edilmiş hali Şekil 5.27 ve Şekil 5.28'de gösterilmiştir.

Bu sonuca göre, bina cephesinin ağırlıklı görünür ses azalma indisi ve standartlaştırılmış seviye farkı, ortalama pembe gürültü ve ağırlıklı kentsel trafik gürültüsü adaptasyon büyüklükleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$R_w(C; C_{tr}) = 39(-1; -4) \text{ dB}$$

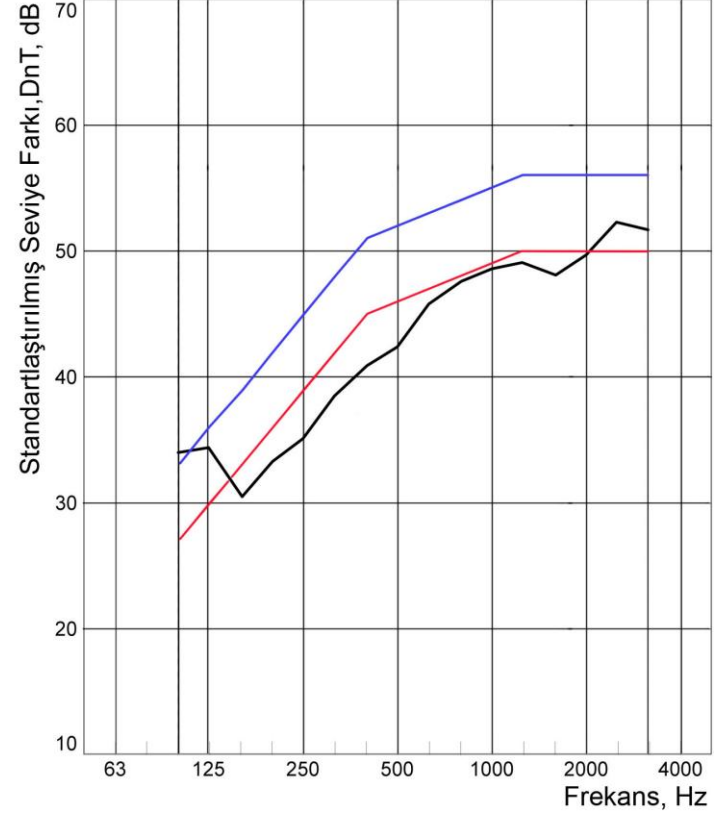
$$D_{nT,w}(C; C_{tr}) = 46(-1; -4) \text{ dB}$$

Frekans Hz	R 1/3 Oktav dB
50 63 80	
100 125 160	27,2 27,9 23,8
200 250 315	26,5 28,3 31,7
400 500 630	34,1 35,6 39,0
800 1000 1250	41,0 42,0 42,5
1600 2000 2500	41,4 42,9 45,5
3150 4000 5000	44,9



Şekil 5.27 : Kavacık Medikal Binası ağırlıklı görünür ses azalma indisi sonuçları.

Frekans Hz	DnT 1/3 Oktav dB
50 63 80	
100 125 160	34,0 34,4 30,5
200 250 315	33,3 35,1 38,5
400 500 630	40,9 42,4 45,8
800 1000 1250	47,6 48,6 49,1
1600 2000 2500	48,1 49,7 52,3
3150 4000 5000	51,7



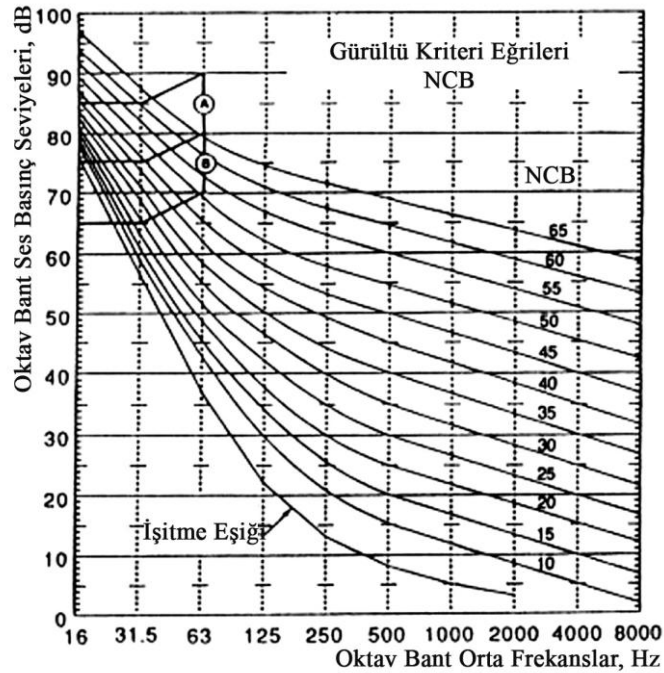
Şekil 5.28 : Kavacık Medikal Binası ağırlıklı standartlaştırılmış seviye farkı sonucu.

5.4.1.3 Bina cephesinin ses azalma (ses yalıtımı) performansının hastane binası için kriterlerle karşılaştırılması

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen Çizelge 5.8'de yer alan sağlık tesisleri için iç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri ile hastaneler için önerilen NCB değerlerine göre (Çizelge 5.9) Kavacık Medikal Binası'nın ses azalma performansı karşılaştırılmıştır.

Çizelge 5.8 : Sağlık tesisi iç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri (ÇGDYY, 2008).

Kullanım Alanı		Kapalı Pencere L_{eq} (dBA)	Açık Pencere L_{eq} (dBA)
		Kullanım alanlarında herhangi bir faaliyet olmadığı durumlardaki değerler	
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kuruluşları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35	45
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	35



Şekil 5.29 : Dengelenmiş gürültü kontrolü ölçüt eğrileri, (NCB) (Beranek, 2006).

Çizelge 5.9 : Hastaneler için önerilen NCB değerleri (Beranek, 2006).

Kullanım Alanı	NCB
Hastane ve kliniklerde odalar	25-30

Çizelge 5.9’da da belirtildiği gibi hastaneler için önerilen NCB değerlerinden NCB-25 seçilerek, Şekil 5.29’dan NCB-25 eğrisine göre hacim içinde aşılmaması öngörülen ses düzeyleri ($L_{ölçüt}$) frekanslara göre belirlenmiştir.

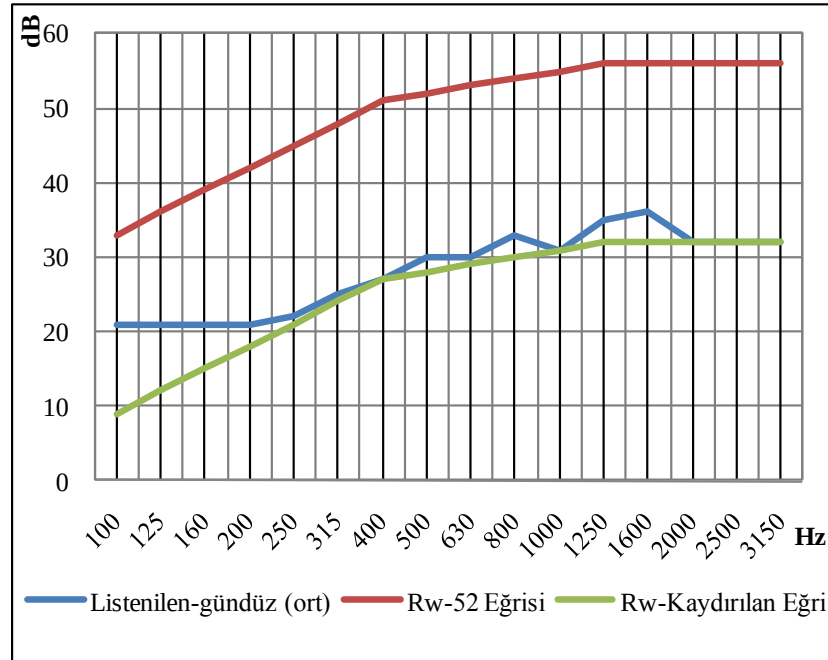
Bölüm 4.1.4’te anlatıldığı gibi Çavuşbaşı caddesindeki çevresel gürültü ölçüm sonuçlarından ($L_{dış}$), NCB-25 eğrisine göre öngörülen ses düzeyleri ($L_{ölçüt}$) çıkartılarak Kavacık Medikal binası için istenilen gürültü azaltımı belirlenmiştir.

Hastaların gürültüden arındırılmış rahat bir ortamda bulunmaları büyük önem taşıdığı için binayı etkileyen çevre gürültüsünün, gündüz-akşam ve gece zaman dilimlerinin ortalama ve maksimum düzeylerine göre bir değerlendirme yapılmıştır.

Gündüz zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve bu düzeylere göre kaydırılmış referans eğrisinin (R_w-28) değerleri Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10 : Kavacık Medikal Binası için gündüz zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Gündüz(ort)}$	71	63	57	60	59	56	54
$L_{ölçüt} (NCB-25)$	52	42	35	30	28	24	22
$L_{İstenilen-gündüz-ort}$	19	21	22	30	31	32	32
$R_w-kaydırılmış-gündüz-ort$	-	12	21	28	31	32	32



Şekil 5.30 : Kavacık Medikal Binası gündüz zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.

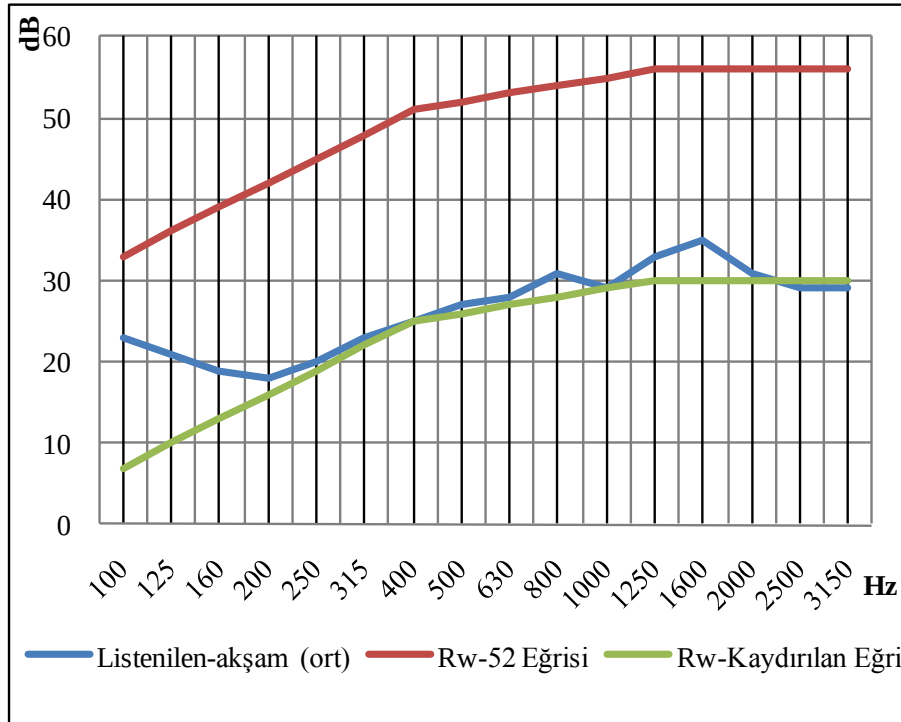
Gündüz zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeylerine göre oluşturulan kaydırılmış referans eğrisinin 500Hz'deki ağırlıklı görünür ses azalma indisi, spektrum adaptasyon büyüklükleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$R_{W-ist-gündüz-ort}(C; C_{tr}) = 28(0; -4) \text{ dB}$$

Akşam zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve bu düzeylere göre kaydırılmış referans eğrisinin (R_w -26) değerleri Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11 : Kavacık Medikal Binası için akşam zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Akşam(ort)}$	69	63	55	57	57	55	51
$L_{Ölçüt} (NCB-25)$	52	42	35	30	28	24	22
$L_{İstenilen-akşam-ort}$	17	21	20	27	29	31	29
R_w -kaydırılmış-akşam-ort	-	10	19	26	29	30	30



Şekil 5.31 : Kavacık Medikal Binası akşam zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.

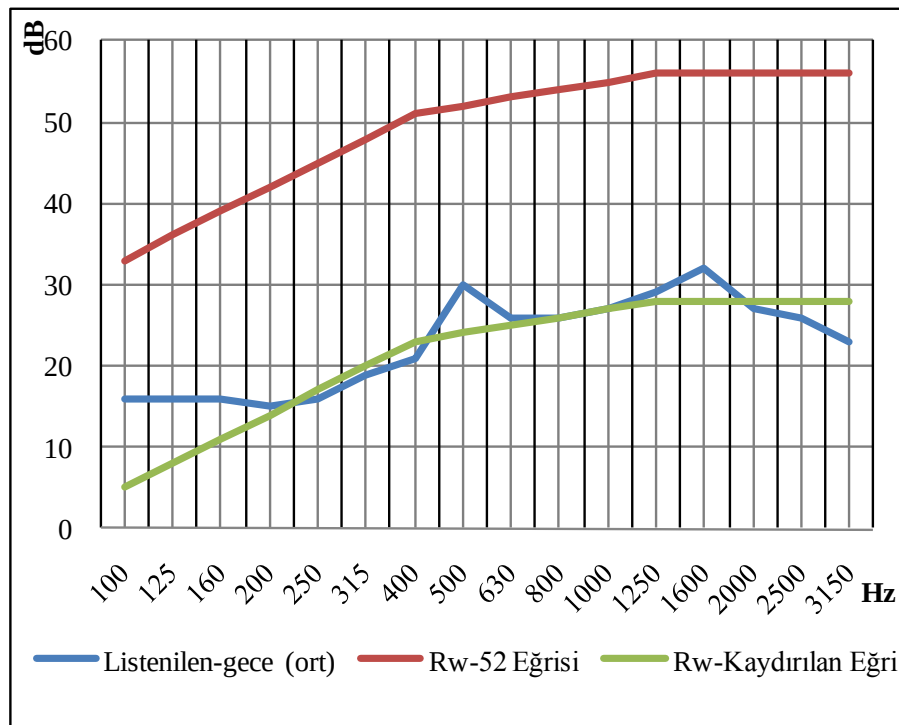
Akşam zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeylerine göre oluşturulan kaydırılmış referans eğrisinin 500Hz'deki ağırlıklı görünür ses azalma indisi, spektrum adaptasyon büyüklükleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$R_{W-ist-akşam-ort}(C; C_{tr}) = 26(-1; -4) \text{ dB}$$

Gece zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve bu düzeylere göre kaydırılmış referans eğrisinin (R_w-24) değerleri Çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.12 : Kavacık Medikal Binası için gece zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Gece}$ (ort)	66	58	51	60	55	51	45
$L_{Ölçüt}$ (NCB-25)	52	42	35	30	28	24	22
$L_{İstenilen-gece-ort}$	14	16	16	30	27	27	23
R_w -kaydırılmış-gece-ort	-	8	17	24	27	28	28



Şekil 5.32 : Kavacık Medikal Binası gece zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.

Gece zaman diliminde istenilen ortalama gürültü azaltımı düzeylerine göre oluşturulan kaydırılmış referans eğrisinin 500Hz’deki ağırlıklı görünür ses azalma indisi, spekturum adaptasyon büyüklükleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$R_{W-ist-gece-ort}(C; C_{tr}) = 24(-2; -6) \text{ dB}$$

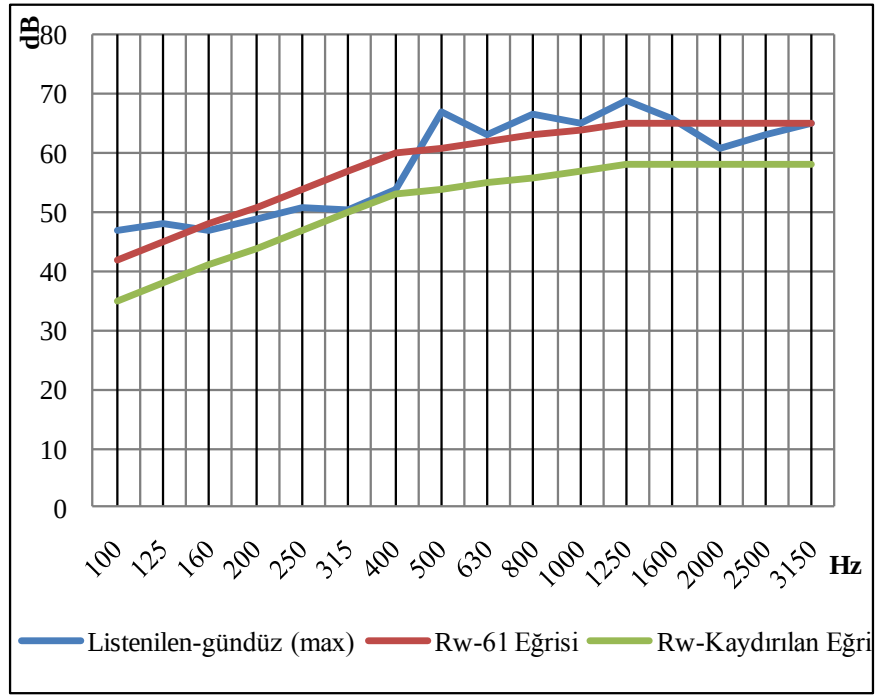
Gündüz zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve bu düzeylere göre kaydırılmış referans eğrisinin (R_w-54) değerleri Çizelge 5.13’de verilmiştir.

Çizelge 5.13 : Kavacık Medikal Binası için gündüz zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Gündüz}$ (max)	93,7	90	86	97	93	85	87
$L_{Ölçüt}$ (NCB-25)	52	42	35	30	28	24	22
$L_{İstenilen-gündüz-max}$	41,7	48	51	67	65	61	65
$R_{w-kaydırılmış-gündüz-max}$	-	38	47	54	57	58	58

Gündüz zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeylerine göre oluşturulan kaydırılmış referans eğrisinin 500Hz'deki ağırlıklı görünür ses azalma indisi, spektrum adaptasyon büyüklükleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$R_{W-ist-gündüz-max}(C; C_{tr}) = 54(-3; -6) \text{ dB}$$



Şekil 5.33 : Kavacık Medikal Binası gündüz zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.

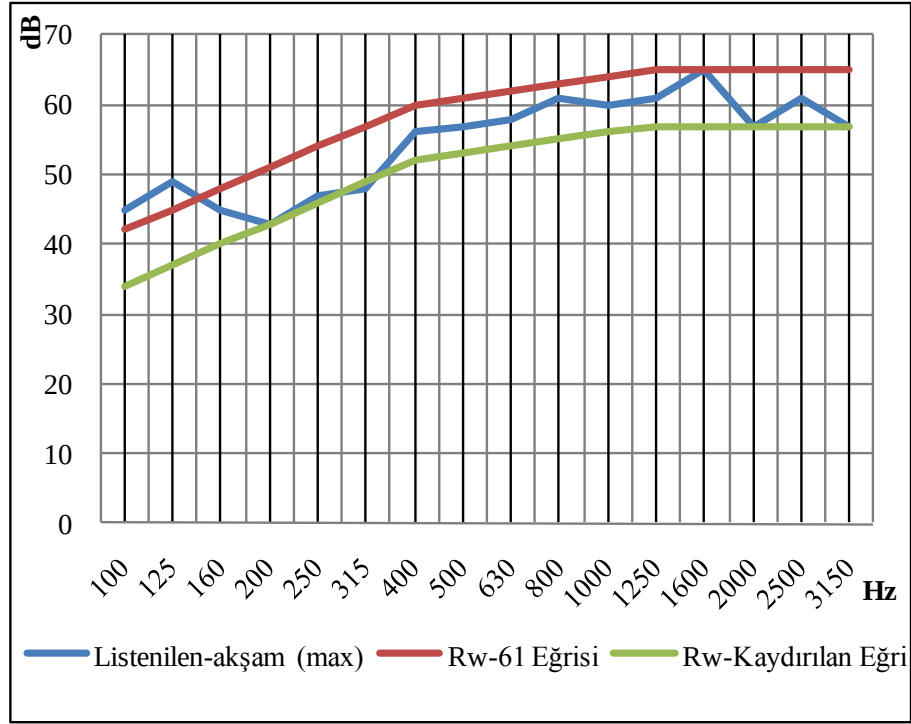
Akşam zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve bu düzeylere göre kaydırılmış referans eğrisinin (R_w-53) değerleri Çizelge 5.14'te verilmiştir.

Akşam zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeylerine göre oluşturulan kaydırılmış referans eğrisinin 500Hz'deki ağırlıklı görünür ses azalma indisi, spektrum adaptasyon büyüklükleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$R_{W-ist-akşam-max}(C; C_{tr}) = 53(-6; -1) \text{ dB}$$

Çizelge 5.14 : Kavacık Medikal Binası için akşam zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Akşam (max)}$	91	91	82	87	88	81	79
$L_{Ölçüt (NCB-25)}$	52	42	35	30	28	24	22
$L_{İstenilen-akşam-max}$	39	49	47	57	60	57	57
R_w -kaydırılmış-akşam-max	-	37	46	53	56	57	57



Şekil 5.34 : Kavacık Medikal Binası akşam zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.

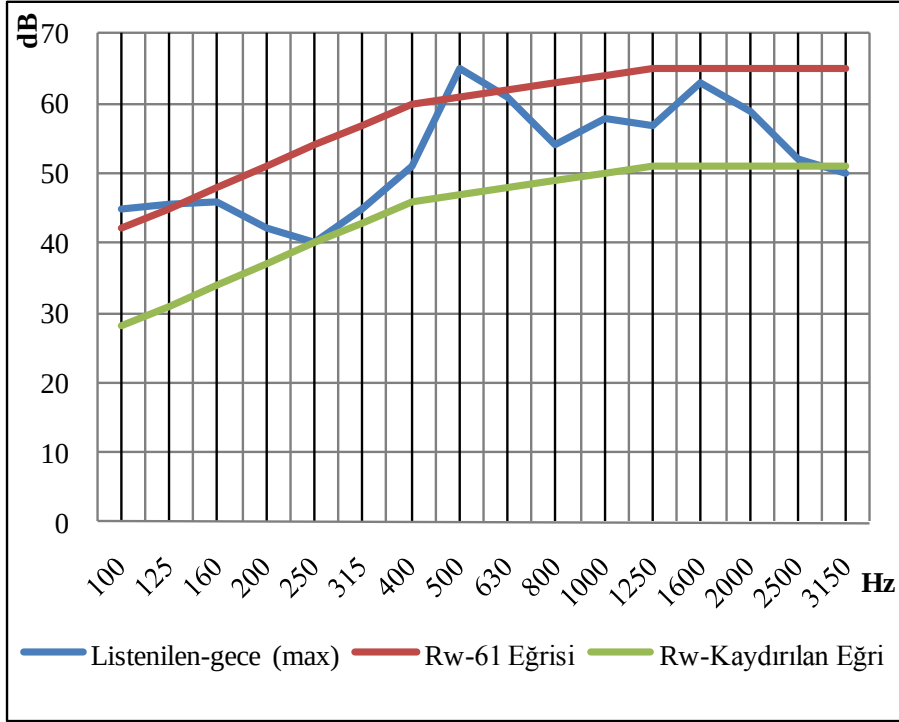
Gece zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve bu düzeylere göre kaydırılmış referans eğrisinin (R_w -47) değerleri Çizelge 5.15'te verilmiştir.

Çizelge 5.15 : Kavacık Medikal Binası için gece zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dBA)							
$L_{Dış-Gece(max)}$	91	87,5	75	95	86	83	72
$L_{Ölçüt (NCB-25)}$	52	42	35	30	28	24	22
$L_{İstenilen-gece-max}$	39	45,5	40	61	58	59	50
R_w -kaydırılmış-gece-max	-	31	40	47	50	51	51

Gece zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeylerine göre oluşturulan kaydırılmış referans eğrisinin 500Hz'deki ağırlıklı görünür ses azalma indisi, spektrum adaptasyon büyüklükleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$R_{W-ist-gece-max}(C; C_{tr}) = 47(-4; 2) \text{ dB}$$



Şekil 5.35 : Kavacık Medikal Binası gece zaman diliminde istenilen maksimum gürültü azaltımı düzeyleri ve R_w eğrileri.

Çizelge 5.16 : Kavacık Medikal Binası için istenilen ve mevcut R_w değerleri.

R_w değerleri	dB
$R_{W-ist-gece-ort}(C; C_{tr})$	24(-2; -6)
$R_{W-ist-akşam-ort}(C; C_{tr})$	26(-1; -4)
$R_{W-ist-gündüz-ort}(C; C_{tr})$	28(0; -4)
$R_{W-mevcut}(C; C_{tr})$	39(-1; -4)
$R_{W-ist-gece-max}(C; C_{tr})$	47(-4; 2)
$R_{W-ist-akşam-max}(C; C_{tr})$	53(-6; -1)
$R_{W-ist-gündüz-max}(C; C_{tr})$	54(-3; -6)

İstenilen gürültü azaltımı düzeyleri ve bunlara göre oluşturulan ağırlıklı görünür ses azalma indisleri belirlendikten sonra Kavacık Medikal Binası cephesinin Bölüm 5.1.4.2'de verilen görünür ses azalma indisinin ölçüm sonuçları görünür ses azalma indisi bağıntı 5.1'deki formüle göre oluşturulmuştur.

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \text{ dB} \quad (5.1)$$

Ele alınan hastane binasında, ölçümü yapılan odanın mekan içi dekorasyonu henüz gerçekleşmediğinden ötürü formülde yer alan $10 \log \frac{S}{A}$ düzeltme değeri “0” olarak kabul edilmiştir. Bu duruma göre bina cephesinin görünür ses azalma indisi çizelge 5.17’de verilmiştir.

Çizelge 5.17 : Kavacık Medikal Binası cephesinin görünür ses azalma indisi sonuçları.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150
L_{eq} (dB)							
<i>L_{dış-ort}</i>	69,5	73,5	84	84,3	83,8	83,7	84,8
<i>L_{iç-ort}</i>	37,7	41	51,6	46,6	40,6	38,5	37,6
<i>R mevcut-ölçüm</i>	31,8	32,5	32,4	37,7	43,2	45,2	47,2

Bölüm 4.1.1’de detaylı olarak anlatılan hesaplama yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçların, ölçüm yöntem sonuçları ile arasındaki farkın gözlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu amaçla, aynı bina cephesi için TSE EN 12354-1 ve TSE EN 12354-3’e bağlı kalınarak hesaplama yöntemi uygulanarak yapılan çalışma sonuçları da karşılaştırmalara eklenmiştir (Aşçıgil, 2010).

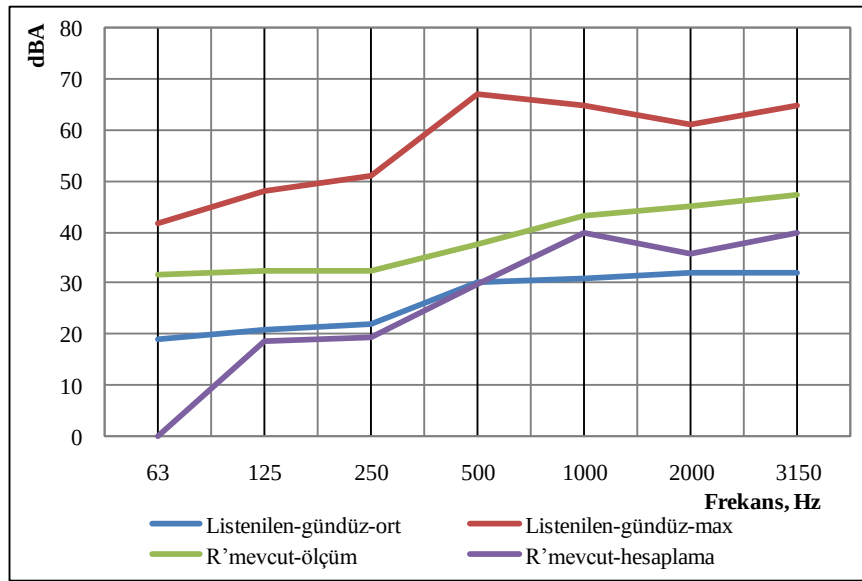
Hesaplama yöntemi ve sahada ölçüm yöntemi sonuçları karşılaştırıldığında, hesaplama yöntemi ile elde edilen ses azalma indisi değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Gerçek koşulların birebir hesaplama yöntemine yansıtılamamasından dolayı aradaki farkın olduğu düşünülmektedir.

Kavacık Medikal Binası ile ilgili ölçülmüş ve TSE EN 12354-1 ve TSE EN 12354-3’e göre hesaplanmış ses azalma indislerinin NCB kriterlerine bağlı olarak istenilen istenilen gürültü azaltımı değerleri ile karşılaştırması Çizelge 5.18 ile Şekil 5.36, Şekil 5.37 ve Şekil 5.38’de gösterilmiştir.

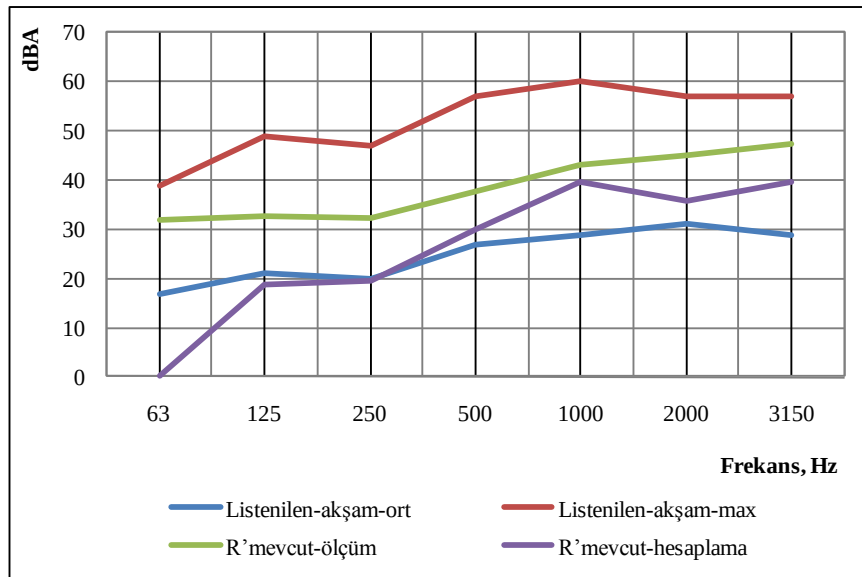
Çizelge 5.18 : Kavacık Medikal binası cephesinin ses performans sonuçları.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150	R_w
L_{eq} (dB)								
<i>L_{İstenilen-gündüz-ort}</i>	19	21	22	30	31	32	32	28(0; -4)
<i>L_{İstenilen-akşam-ort}</i>	17	21	20	27	29	31	29	26(-1; -4)
<i>L_{İstenilen-gece-ort}</i>	14	16	16	30	27	27	23	24(-2; -6)
<i>L_{İstenilen-gündüz-max}</i>	41,7	48	51	67	65	61	65	54(-3; -6)
<i>L_{İstenilen-akşam-max}</i>	39	49	47	57	60	57	57	53(-6; -1)
<i>L_{İstenilen-gece-max}</i>	39	45,5	40	61	58	59	50	47(-4; 2)
<i>R mevcut-ölçüm</i>	31,8	32,5	32,4	37,7	43,2	45,2	47,2	39(-1; -4)
<i>R mevcut-hesaplama</i>	-	18,7	19,5	29,8	39,8	35,8	39,8	32(-1; -5)

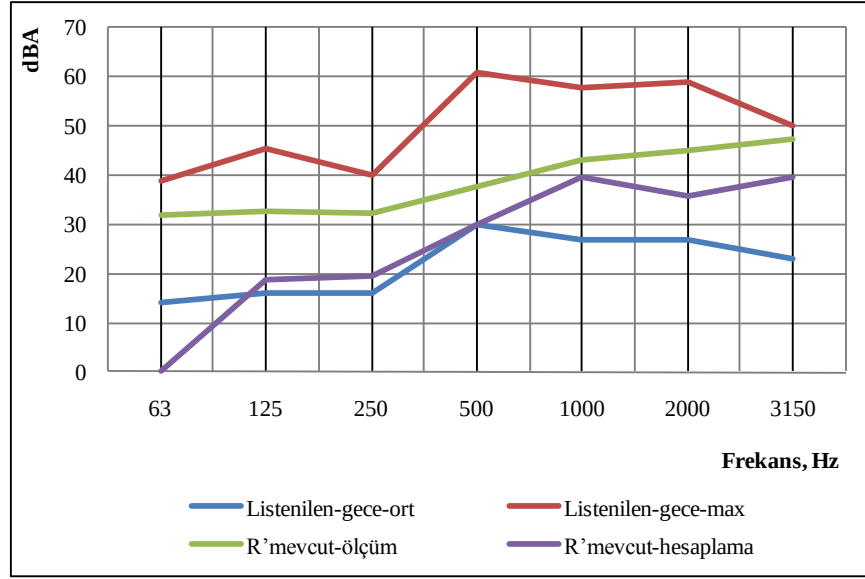
Uygulanan yöntem sonuçları (ölçülen) ile NCB kriterine bağlı sonuçlar (istenilen) karşılaştırıldığında ortalama düzeyde istenilen gürültü azaltımını sağladığı görülmektedir. Ancak maksimum düzeyde istenilen gürültü azaltımı seviyelerinin altında kalmaktadır. Mekanın kullanım amacının hastane olduğu düşünülürse, hastanın, gürültüden kaynaklı en ufak bir rahatsızlık hissetmemesi için maksimum düzeydeki gürültü azaltımı sonuçları dikkate alınacak olursa, bu farklara bakıldığında, bu binanın cephesinin ses yalıtım performansının istenilen değerleri sağlamadığı ve iyileştirme yapılması gerektiği görülmektedir.



Şekil 5.36 : Gündüz istenilen maksimum ve ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve cephenin mevcut görünür ses azalma indisi.



Şekil 5.37 : Akşam istenilen maksimum ve ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve cephenin mevcut görünür ses azalma indisi.



Şekil 5.38 : Gece istenilen maksimum ve ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ve cephenin mevcut görünür ses azalma indisi.

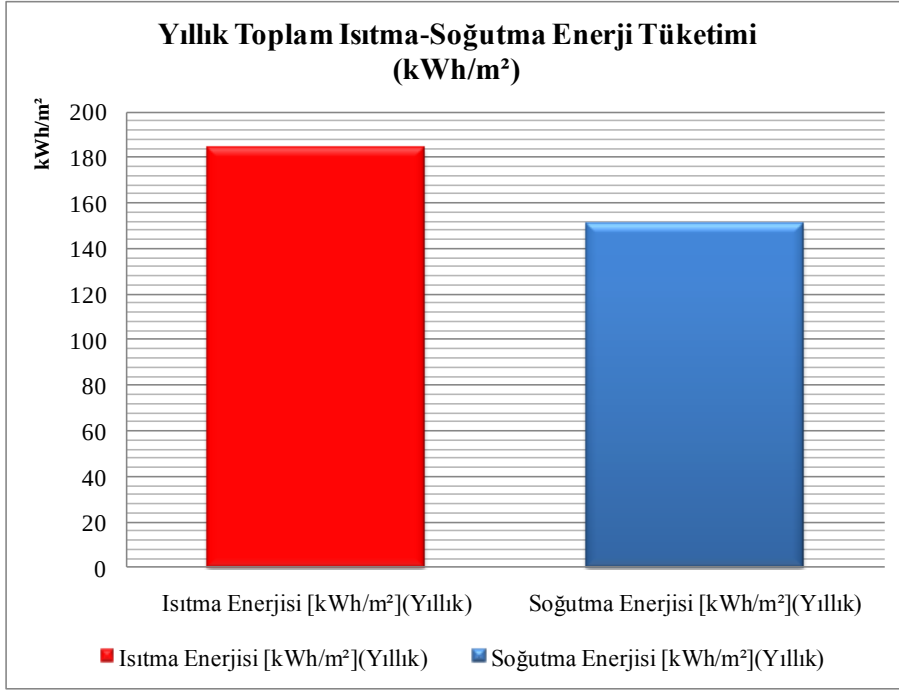
5.4.2 Isıl performansa yönelik bulgular

Binanın ısı performansına yönelik değerlendirme kapsamında Kavacık Medikal Binası'nın 4. katının aktif sistemde ısıtma ve soğutma yükleri ve bunlara dayalı olası tüketimleri belirlenmiştir. Mekanın ısıtılıp soğutulabiliyor olmasının yanısıra, pasif iklimlendirme sisteminde bina cephesinin performansı da değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler, İstanbul'un 2008 yılına ait iklim verileri ile gerçekleştirilmiştir.

Katın ısı performansını belirlemek için kullanılan EnergyPlus simülasyon aracı ile ısı konfor analizi gerçekleştirirken aktif sistemde, verilen bilgiler doğrultusunda ısıtma ve soğutma set değerleri için 24°C bilgileri girilerek, yıllık ısıtma ve soğutma yüklerinin belirlenmesi istenmiştir. Bu yüklerle bağlı olarak, kat genelinde, aylara göre, güneybatı ve kuzeydoğu zonlarının toplam ısıtma ve soğutmaya dayalı enerji tüketimleri hesaplanmıştır. (Şekil 5.40, Şekil 5.41)

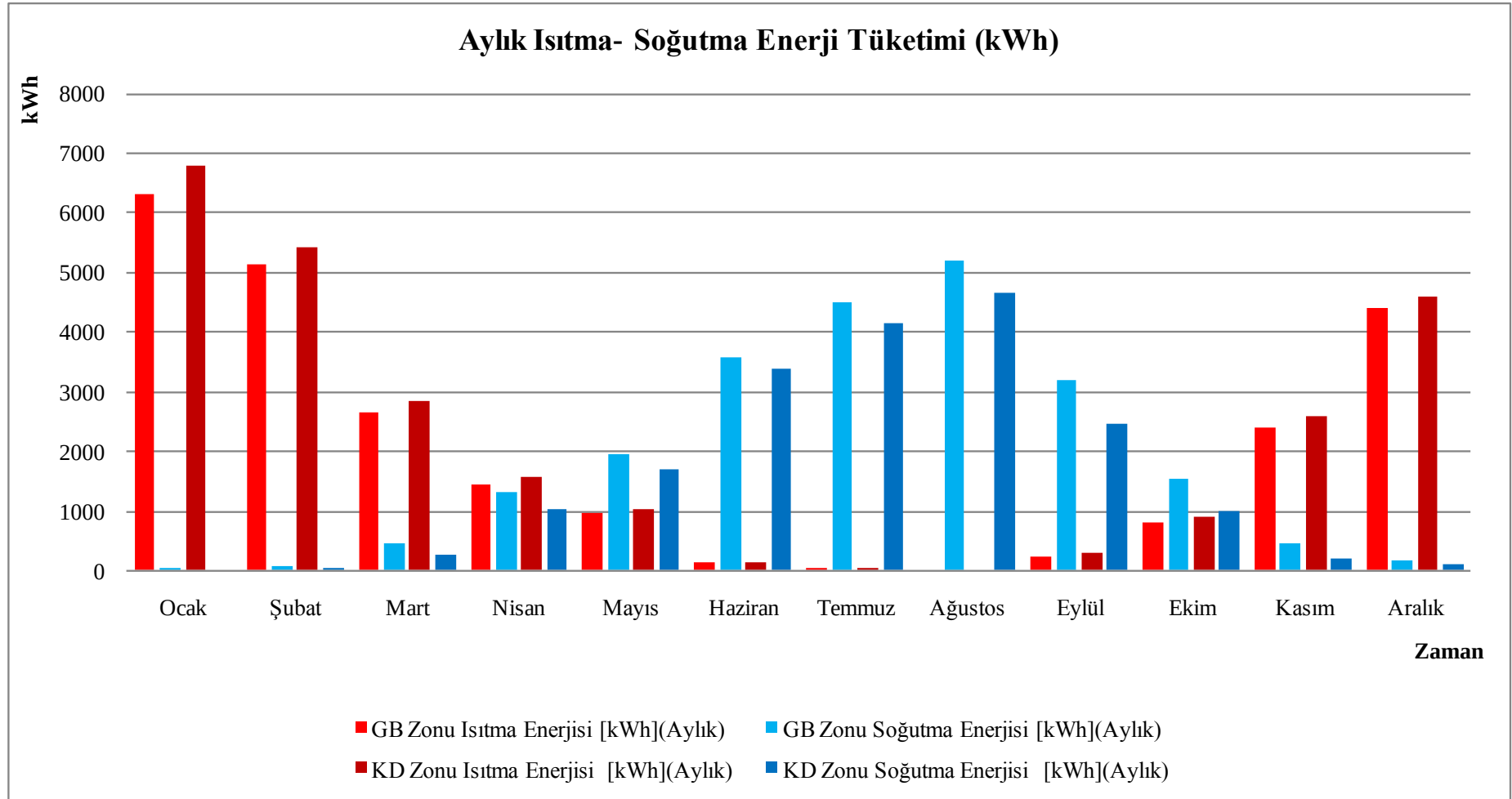
Şekil 5.40, Şekil 5.41'de de görüldüğü gibi bu hesaplamalara göre, en çok ısıtmanın gerçekleştirildiği ay Ocak ayı toplamda 13.121 kWh (47,5 kWh/m²), en çok soğutmanın gerçekleştirildiği ay ise Ağustos ayı toplamda 9.845 kWh (35,6 kWh/m²) olarak belirlenmiştir.

Bu hesaplamalara göre binada yıl boyunca ısıtma yüküne bağlı enerji tüketimi toplam 101.724,35 kWh (183,96 kWh/m²), soğutma yüküne bağlı enerji tüketimi ise toplam 83.187,79 kWh (150,43 kWh/m²)'dir. (Şekil 5.39)

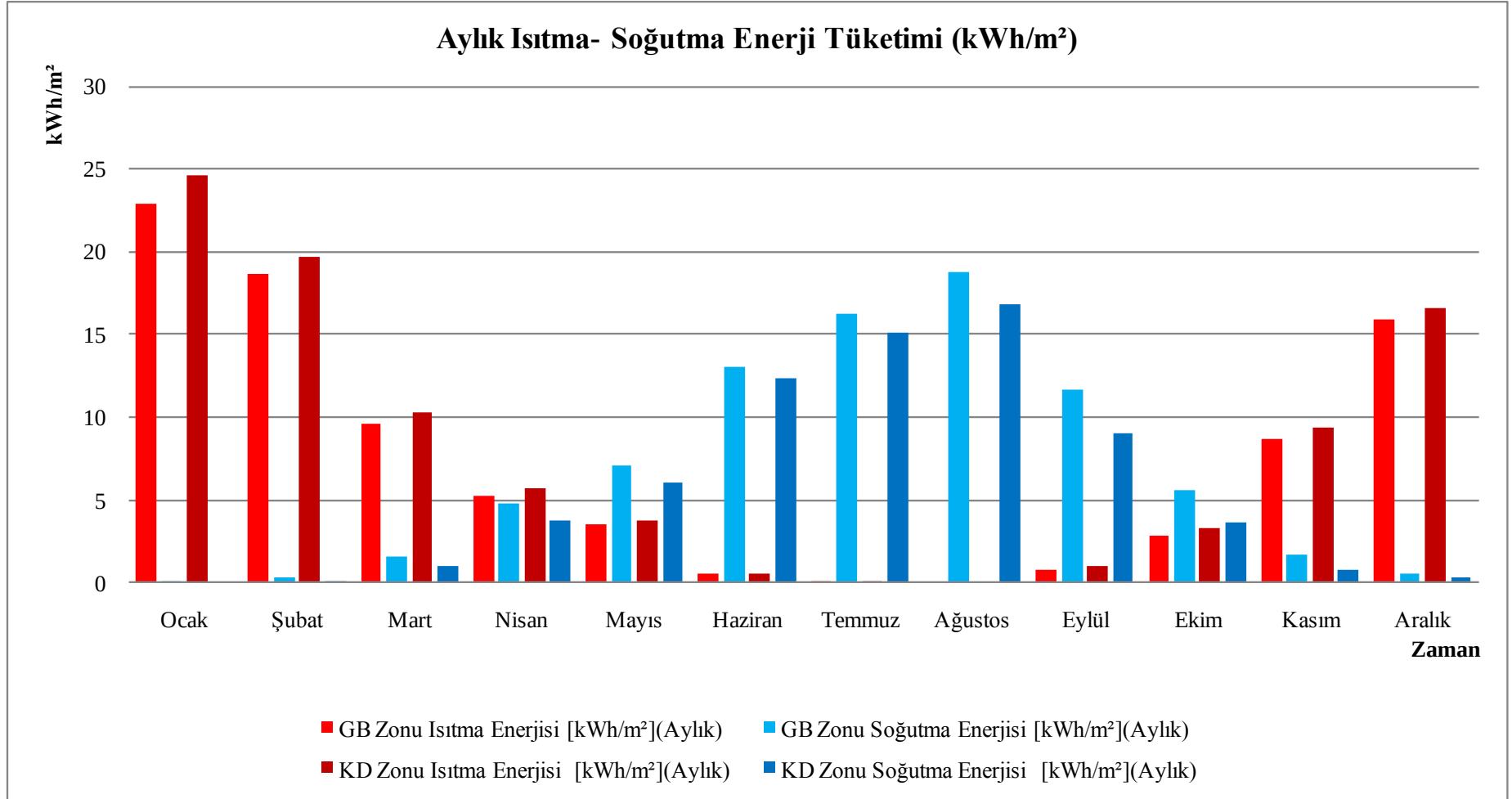


Şekil 5.39 : Yıllık toplam ısıtma-soğutma enerji tüketimi (kWh/m²).

Binanın 4. katında, yıl boyunca ısıtma ve soğutma yüküne bağlı enerji tüketimi toplam 184.912,14 kWh (334,39 kWh/m²) olduğu görülmüştür.



Şekil 5.40 : Aylık ısıtma-soğutma enerji tüketimi (kWh).



Şekil 5.41 : Metrekare başına düşen aylık ısıtma-soğutma enerji tüketimi (kWh/m²).

Pasif sistemde ise 2008 yılı bazında en sıcak gün olan 24 Ağustos ve en soğuk gün olan 18 Şubat için, mekanların saatlik sıcaklık grafikleri ve bina cephesi yüzeylerinin saatlik iç yüzey sıcaklık değişimleri incelenmiştir.

Kat genelinde bakıldığında, hiçbir ısıtma sisteminin çalıştırılmadığı en soğuk günde dış ortam sıcaklığı -1°C ve daha altındayken zonların ortalama sıcaklığı 8°C civarında bulunmaktadır. Hiçbir soğutma sisteminin çalıştırılmadığı ve katta sadece doğal havalandırma yapıldığı düşünülen en sıcak günde dış ortam sıcaklığı 23°C ve daha üzerindeyken zonların ortalama sıcaklığı 35°C civarında olduğu görülmektedir. (Şekil 5.42, Şekil 5.43)

Pasif sistemde bina cephesi yüzeylerinin saatlik iç yüzey sıcaklık değişimleri Şekil 5.46 ve Şekil 5.47’de verilmiştir.

Simülasyon sonucunda bina cephesi ile ilgili Çizelge 5.19 ve Çizelge 5.20’de verilen bilgilere ulaşılmıştır. Bu bilgilere göre cephenin yaklaşık %62’lik bölümü saydam kısımdan oluşmaktadır. Ayrıca cephede kullanılan opak ve saydam bileşenlerin ısıl geçirgenlik katsayıları opak yüzey için $0,60 \text{ W/m}^2\text{-K}$, saydam yüzey için $1,40 \text{ W/m}^2\text{-K}$ olarak bulunmuştur.

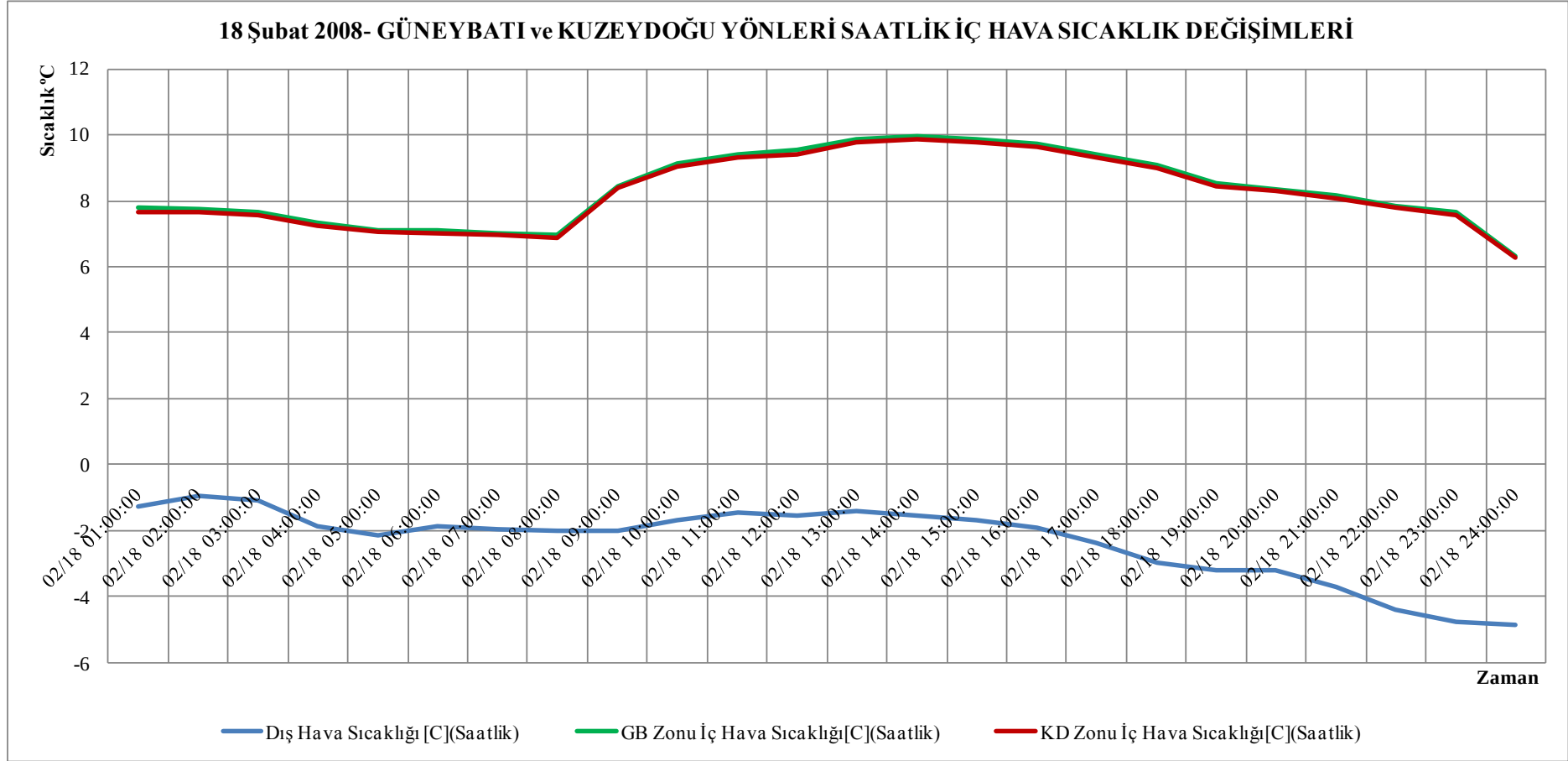
Çizelge 5.19 : Bina cephesi opak-saydam yüzey oranları.

	Güneybatı yönü	Kuzeybatı yönü	Toplam
Toplam cephe yüzey alanı (m^2)	100	100	200
Saydam yüzey alanı (m^2)	61,8	61,8	123,6
Saydam yüzey oranı (%)	61,8	61,8	61,8

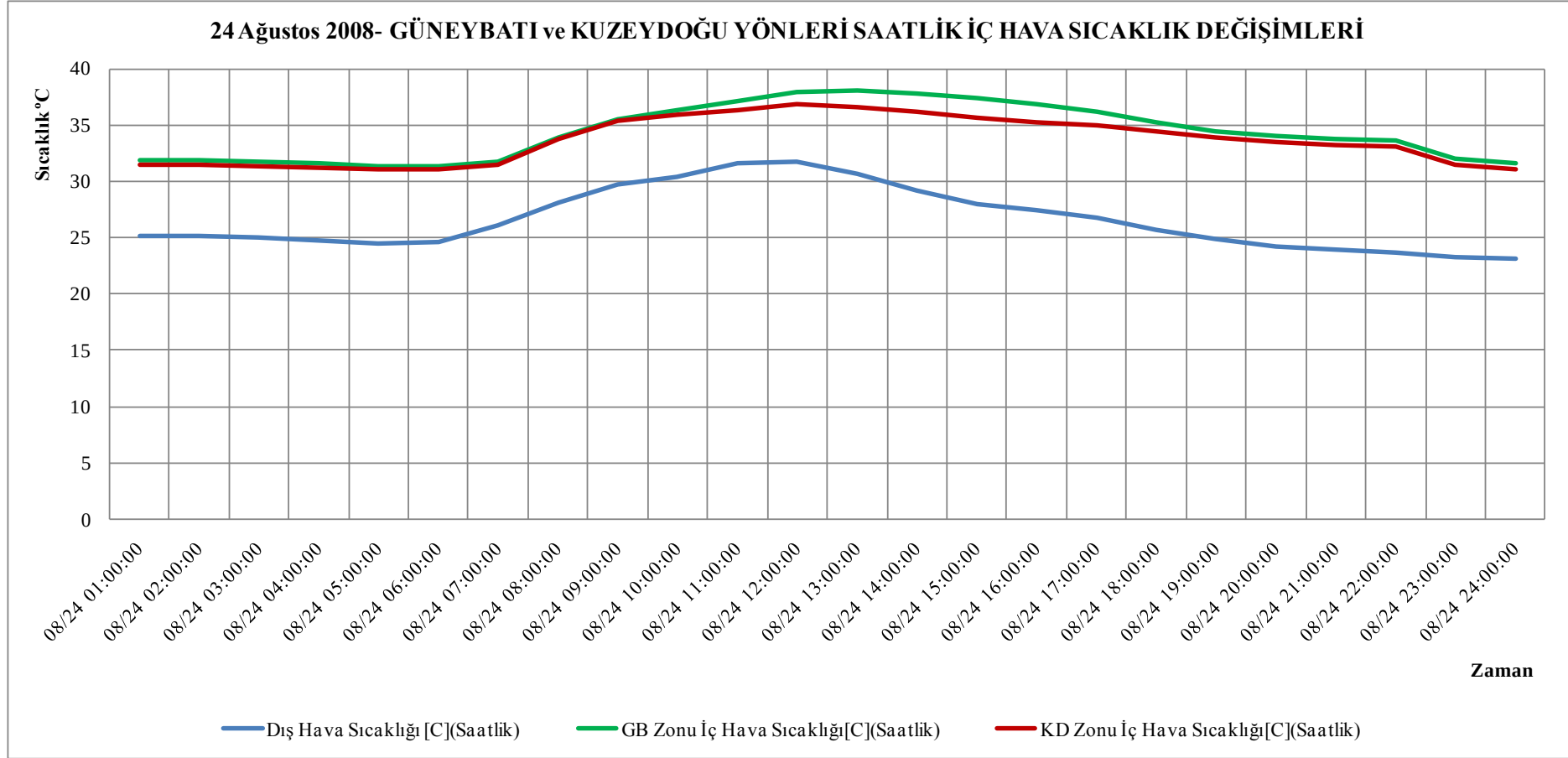
Çizelge 5.20 : Bina cephesi yüzeylerinin ısıl geçirgenlik katsayıları.

	U ($\text{W/m}^2\text{-K}$)
Opak yüzey	0,60
Saydam yüzey	1,40

Hiçbir ısıtma ve soğutma sisteminin çalıştırılmadığı ve havalandırmanın doğal gerçekleştirildiği varsayılan pasif sistemde ise, mekanın Bölüm 3.2.1’de anlatılan ısıl konfor koşulları açısından istenilen ölçütte olmadığı görülmüştür. Şekil 5.42 ve Şekil 5.43’te de görüldüğü gibi ısıtma ve soğutma gereksinmesinin doğal yollarla karşılanması imkansız görünmektedir. Bu durumda yapma sistemlerin zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5.42 : 18 Şubat 2008 pasif sistemde saatlik iç hava sıcaklık değişimleri.



Şekil 5.43 : 24 Ağustos 2008 pasif sistemde saatlik iç hava sıcaklık değişimleri.

Pasif sistemde, mekanın ısı konfor koşulları açısından istenilen ölçütte olmaması ve aktif sistem için enerji harcamalarının en aza indirilebilmesi için bina cephesinde iyileştirme yapılması gereklidir.

5.4.3 İyileştirme yapılması

Örnek çalışma sonuçları değerlendirildiğinde bu binanın mevcut durumunda ısı ve işitsel açıdan istenilen konfor koşullarını sağlamadığı görülmektedir.

Örnek bina cephesi için, görsel konforu da göz önünde bulundurarak ısı ve işitsel konfor koşullarını sağlaması açısından iyileştirme yapılabilir.

Görsel konfor açısından bakıldığında, binaların günışığı ile aydınlatılması cephelerdeki saydam yüzeyler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Aydınlatma açısından saydam yüzeylerin, çalışma düzleminde istenilen aydınlık düzeyini sağlaması amaçlanmaktadır.

Hastane binaları için önem taşıyan ısı, ses ve görsel konfor ihtiyaçlarının hepsini bir arada düşünerek optimizasyon yapılması için, cephede opak kısmın artırılması öngörülebilir.

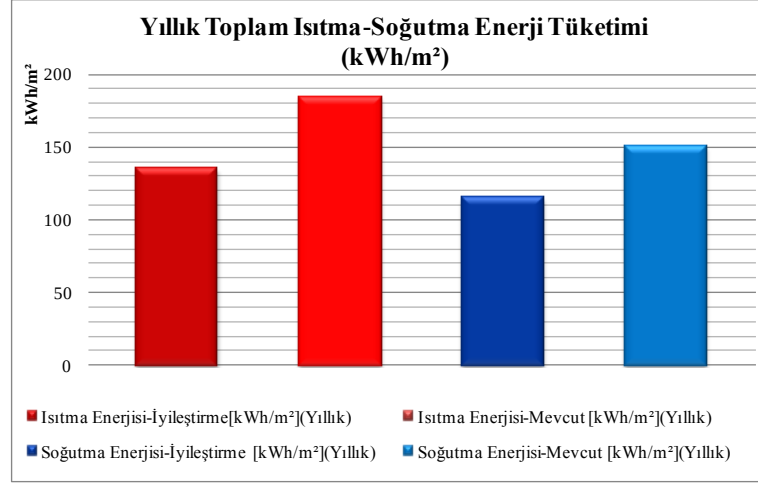
Özel Hastaneler Tüzüğü'nde belirtilen; hasta odalarının, doğrudan ve yeterli gün ışığı ile aydınlanabilecek konumda olması şartına bağlı kalarak, hasta odalarında yürütülmesi gereken eylemlerin hasta yatağında gerçekleştirildiği düşünülürse, istenilen aydınlık düzeyi için cephede bu seviyeden sonra saydamlık oluşturulması, görsel konfor açısından yeterli olacağı düşünülmektedir.

Görsel konfor için istenilen aydınlık düzeyi de dikkate alınarak, mevcut cephede %62 civarında olan saydam kısmın oranı, %45'e indirilerek, cephede iyileştirme yapılmıştır. Bu duruma göre, %38 civarında olan opak kısım, %55'e çıkartılarak opak kısmın oranı artırılmıştır.

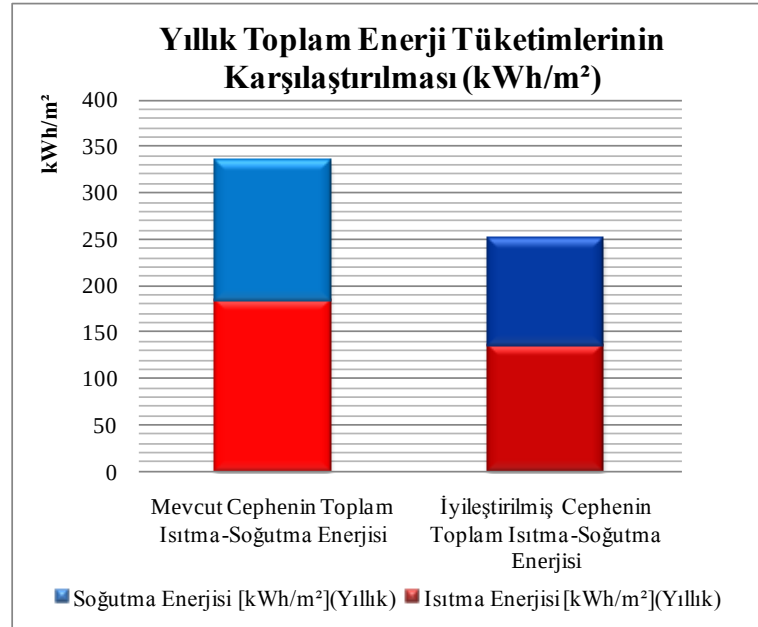
Çizelge 5.21 : Bina cephesinin mevcut ve iyileştirilmiş duruma göre opak-saydam yüzey oranları.

	Saydam Yüzey Oranı %	Opak Yüzey Oranı %
Mevcut Durum	61,8	38,2
İyileştirilmiş Durum	45	55

Önerilen bu değişikliğe göre ısı performans analizleri yeniden yapılmış ve ısı konfor açısından bakıldığında, cephedeki ısı geçirgenlik katsayısı $1,40 \text{ W/m}^2\text{-K}$ olan saydam yüzeyin oranı azalarak, ısı geçirgenlik katsayısı $0,60 \text{ W/m}^2\text{-K}$ olan opak yüzeyin oranı artmış ve ısı performans açısından konfor koşulları mevcut duruma göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Cephedeki saydamlık-opaklık oranlarının değişimlerine göre, bina cephesi ısı açıdan yeniden analiz edildiğinde, binanın yıllık enerji tüketimi açısından Şekil 5.44 ve Şekil 5.45'teki sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 5.44 : Mevcut cephe ve iyileştirilmiş cephenin yıllık ısıtma ve soğutma enerji tüketimi karşılaştırmaları.



Şekil 5.45 : Mevcut cephe ve iyileştirilmiş cephenin yıllık toplam enerji tüketimi karşılaştırmaları.

İyileştirme sonucuna göre, binada yıl boyunca ısıtma yüküne bağlı enerji tüketimi toplam 183,96 kWh/m²'den 135,89 kWh/m²'ye, soğutma yüküne bağlı enerji tüketimi ise toplam 150,43 kWh/m²'den 115,27 kWh/m²'ye düşmüştür. Cephede yapılan iyileştirmeye göre, yıl boyunca ısıtma ve soğutma yüküne bağlı enerji tüketimi, mevcut durumda 334,39 kWh/m² iken 251,16 kWh/m² olmuştur. (Şekil 5.45) Bina cephesinin opak kısmının artırılması ile yıllık toplam enerji tüketiminde mevcut duruma göre %25 daha az enerji harcaması yapıldığı görülmüştür. Bu tasarruf miktarı çok büyük ölçüde bir tasarruftur.

İyileştirme yapılan cephe, ses açısından bakıldığında ise, yeni durumun ölçümü gerçekleştirilemediği için Bölüm 4.1.1'de detaylı olarak anlatılan TSE EN 12354-1 ve TSE EN 12354-3'e bağlı kalınarak hesaplanan cephe bileşenlerinin ses azalma indislerine göre değerlendirme yapılmıştır (Aşçıgil, 2010).

Hesaplama yönteminde kullanılan bilgilere göre, bina cephesinde bulunan bileşenlerin ses azalma indisleri Çizelge 5.22'de verilmiştir.

Çizelge 5.22 : Bina cephesi bileşenlerinin ses azalma indisleri (Aşçıgil, 2010).

	125	250	500	1000	2000	4000
R _{opak kısım}	16,7	26,0	46,2	61,6	64,0	75,0
R _{saydam kısım}	20	18	28	38	34	38

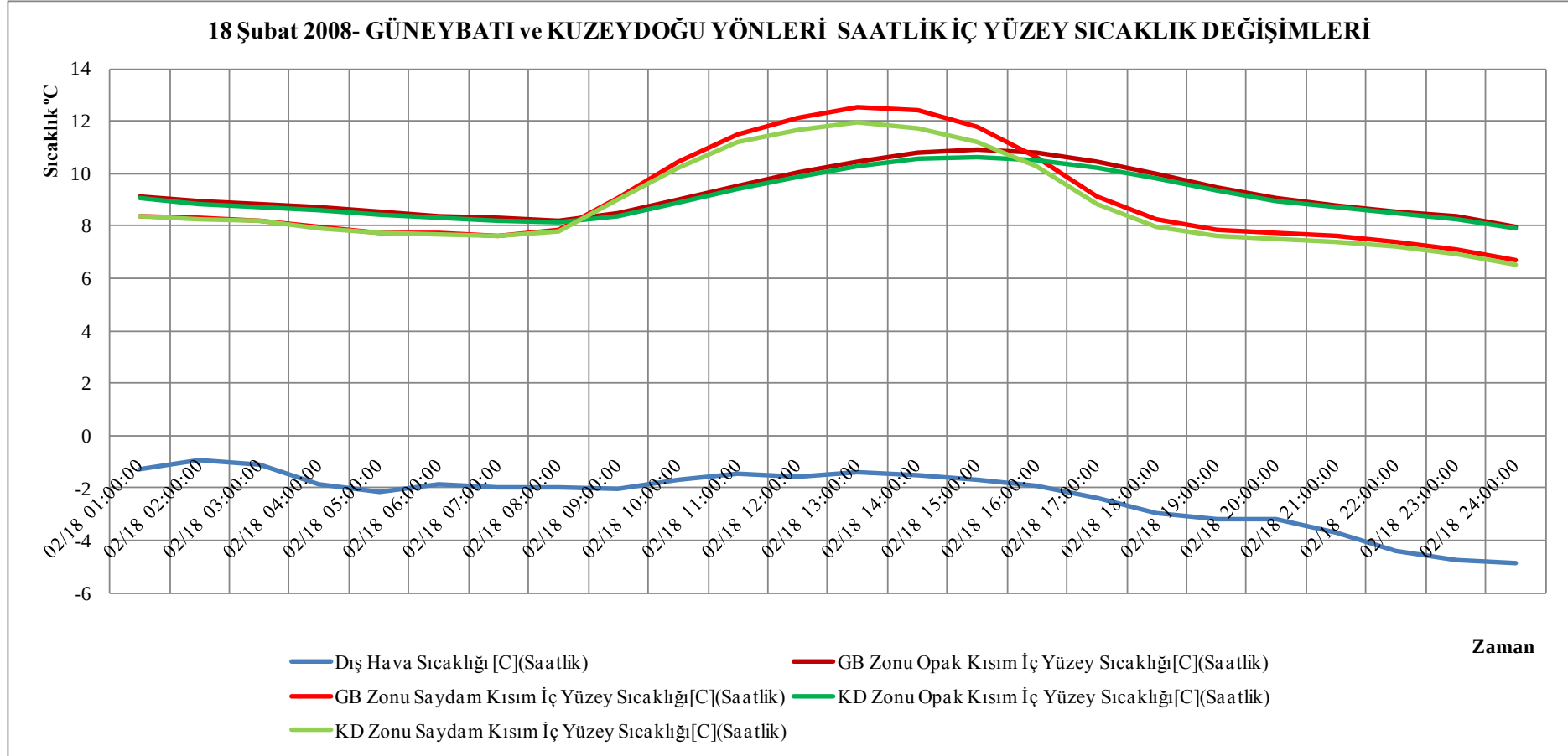
İyileştirme sonucu cephedeki opak ve saydam bileşenlerin oranlarının değişmesiyle, cephenin ses performansı Çizelge 5.23'teki gibi olmuştur.

Çizelge 5.23 : Mevcut cephe ve iyileştirilmiş cephenin hesaplama yöntemine göre belirlenmiş ses azalma indislerinin karşılaştırılması.

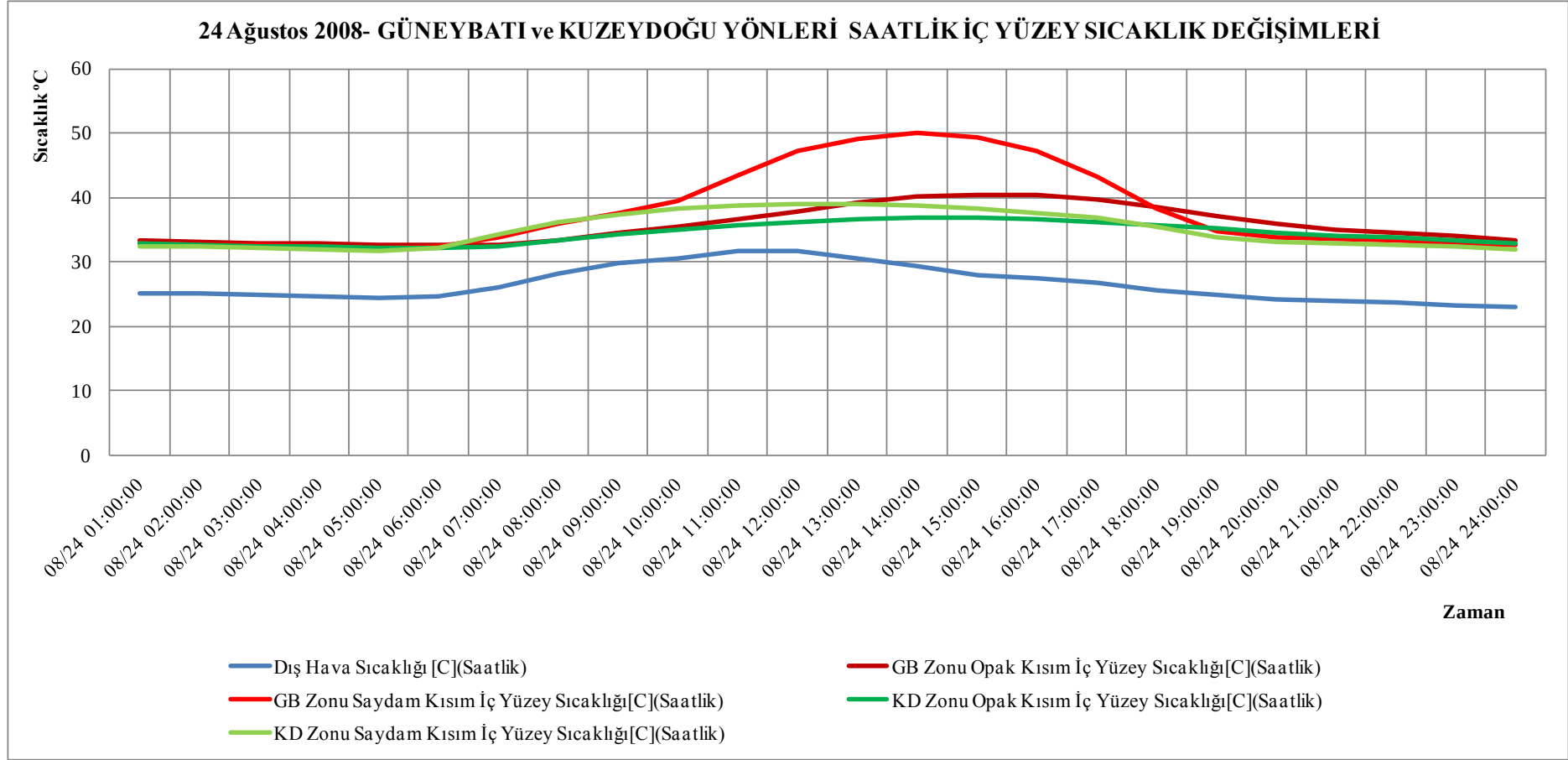
	125	250	500	1000	2000	4000
R _{mevcut-hesaplama}	18,7	19,5	29,8	39,8	35,8	39,8
R _{mevcut-iyileştirme}	17,9	20,7	31,4	41,4	37,5	41,5

İyileştirme sonuçları, mevcut hesaplama yöntemi sonuçlarına göre karşılaştırıldığında ortalama 1 dB'lik bir artış olduğu görülmektedir.

Kavacık Medikal Binası cephesinde iyileştirme yapıldıktan sonra mevcut duruma göre, ısıtma açısından %25 oranında enerji tasarrufu sağlanırken, ses açısından bakıldığında ise yaklaşık 1 dB'lik bir artış olmuştur. İyileştirme sonucu, ısıtma yönünden daha iyi performans gösteren cephede, ses yönünden çok bir değişikliğin olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.46 : 18 Şubat 2008 pasif sistemde cephe bileşenlerinin saatlik iç yüzey sıcaklık değişimleri.



Şekil 5.47 : 24 Ağustos 2008 pasif sistemde cephe bileşenlerinin saatlik iç yüzey sıcaklık değişimleri.

6. SONUÇLAR

Bina teknolojisi, tarihsel süreç içinde insan gelişimine paralel bir gelişim göstermiş, günün teknolojik getirileri kullanılarak, her dönem kendi içinde yeni bir uygulama tekniği, yeni bir malzeme, yeni bir sistem arayışı içine girmiştir.

Bilimsel gelişmelere paralel olarak bina teknolojisinde geline durum, insanların daha sağlıklı ve konforlu bir ortamda yaşayabileceği ve çalışabileceği mekanlar yaratmaktır.

Bu mekanların yaratılmasında, bina cephelerinin önemli bir yeri bulunmaktadır. Bina cepheleri, döneminin mimari anlayışını estetik kaygılarla birlikte yansıtmının yanı sıra, dış çevre koşullarını değiştirerek iç çevreye aktaran ve bu şekilde iç çevre konfor koşullarının oluşumunda rol oynayan en önemli tasarım etkenidir.

Binalarda ısı, görsel ve işitsel konfor koşullarının minimum enerji harcanarak sağlanması, kullanıcı sağlığı ve enerji korunumu açısından çok önemlidir. Dolayısıyla, bina cephesinin en önemli görevlerinden birisi iklim, ışık, ses gibi çevresel fiziksel etkenleri kontrol ederek, kullanıcılar için belirlenmiş olan konfor koşullarını, enerji harcamalarını minimize ederek gerçekleştirmektir.

Çevresel gürültülerinin yoğun olduğu günümüz şehirlerinde, bina cephelerinin sağladığı ses yalıtımı büyük önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra günümüzdeki enerji sorunu göz önünde bulundurulduğunda, bina cephelerinin ısı konforu en az enerji ile sağlaması da bir başka önem taşıyan durumdur.

Bu çalışmada, binanın kullanım amacı hastane olduğu için, hastanelerde oldukça önem taşıyan ses ve iklim parametreleri, birlikte incelenmiş; ısı konfor, işitsel konfor ve enerji korunumu açısından bina cephesinin değerlendirilmesinde uygulanabilecek yöntemler anlatılmış ve uygulanmış bir bina cephesinin ses ve ısı performans değerlendirmeleri sunulmuştur.

Örnek bina cephesinin ses performansına bakıldığında ortalama düzeyde istenilen gürültü azaltımını sağladığı ancak, maksimum düzeyde istenilen gürültü azaltımını sağlamadığı görülmüştür.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Yönetimi ve Yönetmeliği'ne göre, eşdeğer gürültü düzeyleri için ortalama gürültü azaltımı düzeyleri kabul edilse de, anlık dış gürültünün yoğun olduğu günümüz şehirlerinde bu düzeyler alt seviyelerde kalmaktadır.

Ölçümü yapılan bina cephesinin yalıtımı, ortalama gürültü azaltımı düzeyini sağlarken, maksimum gürültü azaltımı düzeyinin çok altında kalmaktadır. Yönetmelikte, ortalama gürültü azaltımı düzeylerine göre değerlendirme yapılsa da, yapılan çevresel gürültü ölçümlerinde, günlük zaman dilimleri içerisinde ortalama gürültü azaltımı düzeyleri ile maksimum gürültü azaltımı düzeyleri arasında yaklaşık 20-25 dB'lik farkların olması, yalıtımın hangisine göre belirleneceğinde güçlük yaratmaktadır.

Günlük zaman dilimi, dış gürültü düzeyleri incelendiğinde, zamanın %50'sinde aşılın değerler, maksimum değerlere daha yakın olduğu için maksimum gürültü düzeylerinin, dış gürültü düzeyi olarak kabul edilmesi daha doğru olacaktır.

Günün saatleri içerisinde ortalama ve maksimum dış gürültü düzeyleri arasında bu kadar çok farkın olduğu şehir merkezlerinde kabul edilebilecek kesin bir kriterin olmaması, özellikle gürültüye hassas olan kullanım alanlarının ses yalıtım performansları net olarak değerlendirilemediği için bir eksiklik olarak görülmektedir.

Isıl açıdan bakıldığında ise, cephenin pasif sistemde istenilen konfor koşullarını doğal olarak karşılamadığı görülmüştür. Belirli dönemlerde iç ve dış hava sıcaklığının arasındaki farkın büyük olması ısıtma ve soğutma gereksinmesinin doğal yollarla karşılanmasını imkansız kılmaktadır. Bu durumda, yapma sistemlerin zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Ancak, binaların tasarlanma sürecinde, yapma sistemleri en az düzeyde kullanacak şekilde tasarım yapılarak, minimum enerji harcaması sağlanmalıdır.

Ele alınan örnek hastane binası cephesinin, ısı ve ses performansı açısından değerlendirilebilmesi için uygulanan yöntemlerin sonuçları incelendiğinde, ısı ve ses performanslarının yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, mevcut bina cephesinde, iyileştirme öngörülmüştür.

Binanın görsel konforu da göz önünde bulundurularak, opak kısmın artırılması öngörülen cephenin, iyileştirme sonuçlarına bakıldığında ise; ısı yönünden, yıllık enerji tüketiminde, mevcut duruma göre %25 daha az enerji harcadığı görülmüştür.

İyileştirilen cephenin ses performansını, ölçüm yöntemi ile belirlemek imkansız olduğundan, aynı cephe için hesaplama yöntemi ile yapılan araştırma sonuçlarına göre değerlendirme yapılmıştır. (Aşçıgil, 2010).

İyileştirme sonuçları, mevcut hesaplama yöntemi sonuçlarına göre karşılaştırıldığında ortalama 1 dB’lik bir artış olduğu görülmüştür.

Bina cephesinde öngörülen iyileştirme, ısı performans açısından olumlu bir gelişme gösterirken, ses performansı açısından çok büyük bir değişikliğin olmadığını göstermiştir.

Bu nedenle, binanın fonksiyonuna bağlı olarak önem taşıyan parametreler belirlenip, hepsi bir arada düşünülerek tasarımlar gerçekleştirilmelidir. Aksi takdirde cephe, bir parametrede istenilen performansı sağlarken, diğerinde sağlamayabilir. Tasarım aşamasından itibaren bina için önem taşıyan parametrelerle ilgili kontroller yapılarak binalar uygulanmalıdır ki, bina içinde oluşturulması gereken konfor koşulları en az enerji harcanarak elde edilebilsin.

Bunun için binanın fonksiyonuna göre önemli olan parametreler göz önünde bulundurularak, bina cephesinde kullanılan malzemelerin, saydamlık-opaklık oranlarının uygun seçilmesi, detaylandırılması, bir başka deyişle iç-dış koşullara göre bina cephesinin denetimi ve yalıtımı düşünülerek binalar tasarlanmalıdır. Aksi durumda, görüntü olarak estetik ama insanlara gerekli konfor koşulları sağlamayan binalar ortaya çıkacaktır. Sonradan yapılacak iyileştirmeler de beklenen düzeyde enerji tasarrufu ve konfor düzeyi sağlayamayacağı gibi, bu iyileştirmeler ikinci kez önemli yatırımlar gerektirebilecektir.

KAYNAKLAR

- Akgöz, E.**, 2004. Enerji Etkin Bina Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi:İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Alpur, İ.**, 2009. Cam Giydirme Cephe Sistemlerinin Bileşenler Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Aşçıgil, M.**, 2010. Sound and Vibration Control Dersi Ödevi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Atalay, B.**, 2006. Alüminyum Giydirme Cephe Sistem Seçiminde Uygulama Öncesi Süreç Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Barron, R. F.**, 2001. Industrial Noise Control and Acoustics, *Marcel Dekker Inc.*, New York.
- Bayol, H.**, 1997. Yapı Elemanlarından Ses Geçiş Kayıplarının Bilgisayar Yardımıyla Hesaplanması ve Yapılan Uygulama Örnekleriyle Ses Geçirimsizliğini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Bayraktar, M., Schulze, T., Yılmaz, A. Z.**, 2009. Binalarda Enerji Simulasyonları İçin Veri Toplama Listeleri Aracılığıyla Veri Yönetimi Modelinin Oluşturulması. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi*, İzmir, Mayıs 6-9.
- Beranek, L. L., Istvan, V. L.**, 2006. Noise and Vibration Control Engineering, *John Wiley& Sons Inc.*, United States.
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H.**, 1999. Guidelines For Community Noise, *World Health Organization*, Switzerland.
- Berköz, E., Küçükdoğu, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G., ve diğerleri**, 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Araştırma Raporu, *TÜBİTAK-İNTAG 201*, İstanbul.
- Çapkur, N.**, 2000. Alüminyum Giydirme Cephe Sistemleri İçinde Panel Sistemlerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Demirkale- Yılmaz, S.**, 2007. Çevre ve Yapı Akustiği, *Birsan Yayınevi*, İstanbul.
- Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi**, *Yapı Endüstri Merkezi*, Cilt:2, İstanbul.
- Gür, N. V.**, 2001. Hafif Giydirme Cephe Sistemlerinin Analiz Ve Değerlendirilmesi İçin Bir Model, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

- Hasol, D.**, 2005. Ansikolpedik Mimarlık Sözlüğü, *Yapı Endüstri Merkezi*, İstanbul.
- ISO 7730**, 2005. Ergonomics Of The Thermal Environment - Analytical Determination And Interpretation Of Thermal Comfort Using Calculation Of The Pmv And Ppd Indices And Local Thermal Comfort Criteria, *International Organization For Standardization*, Switzerland.
- Kortan, E.**, 1983. Cepheciliksiz Mimari. *Yapı Dergisi*. no. 47, pp. 25-28.
- Kortan, E.**, 1991. Modern ve Postmodern Mimarlığa Eleştirisel Bir Bakış. *Yapı Dergisi*. no. 111, pp. 34-42.
- Kurra, S.**, 2009a. Çevre Gürültüsü ve Yönetimi, *Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları*, cilt:1, İstanbul
- Kurra, S.**, 2009b. Çevre Gürültüsü ve Yönetimi, *Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları*, cilt:2, İstanbul
- Maekawa, Z., Lorad, P.**, 1994. Environmental and Architectural Acoustics, *E&FN Spon*, London.
- Manioğlu, G., Yılmaz, A. Z.**, 2002. Bina Kabuğu Ve Isıtma Sistemi İşletme Biçiminin Ekonomik Analizi, *İtüDergisi/a*. cilt:1, sayı:1 pp.21-29.
- Öke, A.**, 1991. Yüksek Binalarda Giydirmeye Cepheler, Giydirmeye Cepheler Sempozyumu, *Yapı Endüstri Merkezi*, İstanbul.
- Roth, L.M.**, 2002. Mimarlığın Öyküsü: Ögeleri, Tarihi ve Anlamı, *Kabalcı Yayınevi*, İstanbul.
- Sacripanti, M.**, 1983. Cephelerin Ardında. *Yapı Dergisi*. no. 50, pp. 31-33.
- Sezer, Ş. F.**, 2003. Giydirmeye Cephe Kavramı, *Mimarlık Dergisi*, sayı:311 p: 46-49.
- Sezgin, H.**, 1983. Geleneksel Türk Evinde Cephe. *Yapı Dergisi*. no. 47, pp. 33-37.
- Sözen, Ş. M.**, 2001. Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünde Denetim – Konfor İlişkisi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Sayı:61 pp.74-79.
- Tanyeli, U.**, 1997. Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, *Yapı Endüstri Merkezi*, Cilt:1, İstanbul.
- Temiz, D.**, 2002. Bir Uygulayıcı Bakışı ile Giydirmeye Cephe Sistemleri, *Ege Mimarlık Dergisi TMMOB, Mimarlar Odası İzmir Şubesi*, Sayı:44, İzmir.
- Turani, A.**, 1992. Dünya Sanat Tarihi, *Remzi Kitabevi*, İstanbul.
- Tümay, H.**, 1991. Yüksek Yapılarda Giydirmeye Cephe ile İlgili Projelendirme Esasları, Giydirmeye Cepheler Sempozyumu, *Yapı Endüstri Merkezi*, İstanbul.
- TS EN ISO 140-1**, 2002. Akustik - Yapılarda ve Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımının Ölçülmesi - Bölüm 1: Bastırılmış Yan İletimli Lâboratuvar Deney Yerleri İçin Kurallar, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

- TS EN ISO 140-3**, 1996. Akustik - Yapılarda ve Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımının Ölçülmesi - Bölüm 3: Yapı Elemanlarında Havada Yayılan Ses Yalıtım Değerinin Laboratuvarda Ölçülmesi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN ISO 140-5**, 2006. Akustik - Yapılarda ve Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımının Ölçülmesi - Bölüm 5: Cepheler ve Cephe Elemanlarında Hava ile Yayılan Sesin Yalıtımı ile İlgili Alan Ölçmeleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 12354-1**, 2006. Yapı Akustiği - Yapıların Akustik Performansının Elemanların performanslarından Hesaplanması – Bölüm 1: Odalar Arasında Hava ile Yayılan Sesin Yalıtımı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 12354-3**, 2006. Yapı Akustiği - Yapıların Akustik Performansının Elemanların performanslarından Hesaplanması – Bölüm 3: Hava ile Yayılan Dışardaki Sesin Yalıtımı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 9798**, 1992. Akustik – Çevre Gürültüsünün Tanımlanması ve Ölçülmesi - Kısım: 2: Arazi Kullanımında Meydana Gelen Gürültülerle İlgili Verilerin Elde Edilmesi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 2381-1 EN ISO 717-1**, 2005. Akustik – Yapılarda ve Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımının Değerlendirilmesi – Bölüm 1: Hava ile Yayılan Sesin Yalıtımı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TSE 825**, 2008. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Tortu, Ş. Ş.**, 2006. Alüminyum Giydirme Cephelerde Isıl Performans Durabilite İlişkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Url_1**<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=391/pagename_menu=internet/pagename=platforms>, alındığı tarih 21.10.2009
- Url_2**<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=58/pagename_menu=internet/pagename=platforms>, alındığı tarih 21.10.2009
- Url_3**<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=287/pagename_menu=internet/pagename=platforms>, alındığı tarih 21.10.2009
- Yılmaz, A. Z.**, 1983. İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunu Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yılmaz, A. Z.**, 2005. Akıllı Binalar Ve Yenilenebilir Enerji, *VII Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, pp. 387-398.
- 2002/49/EC**, 2008. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, *T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı*, Ankara.

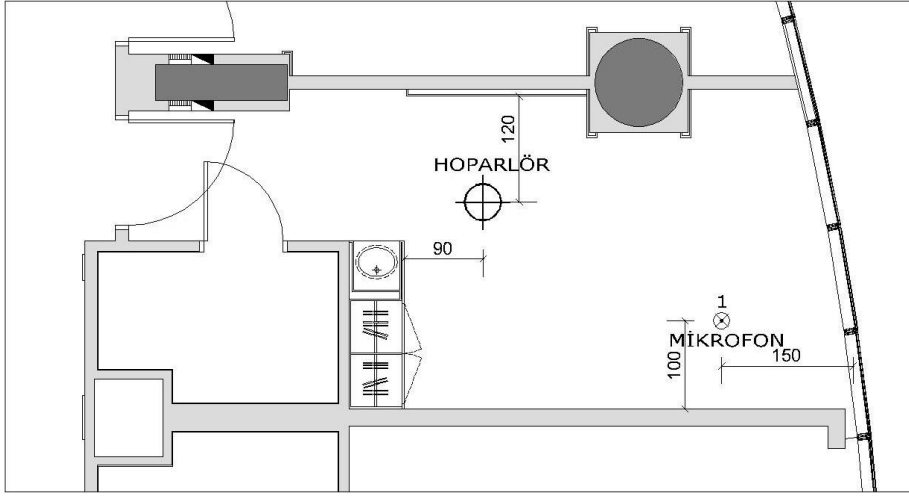
EKLER

EK A.1 : Mikrofon Konumları

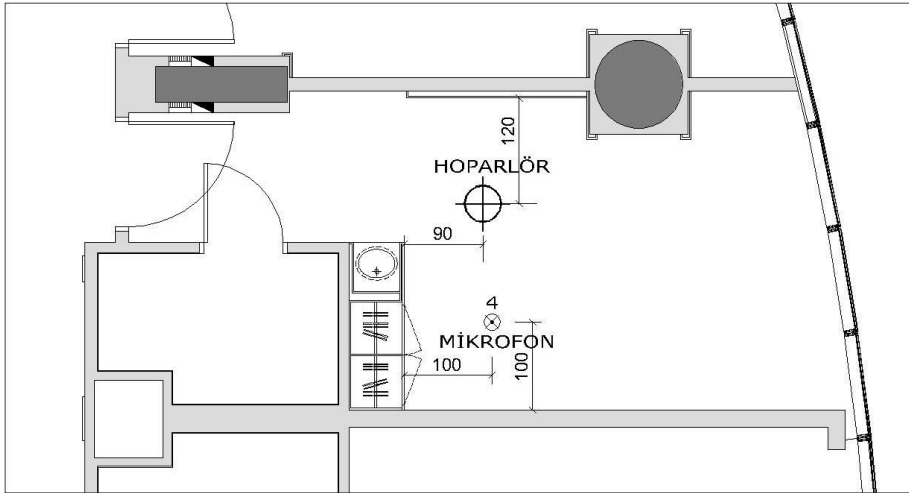
EK A.2 : Bina Yüzeylerinin Katmanları

EK A.3 : Kavacık Medikal Binası Dış ve İç Gürültü Ölçüm Düzeyleri

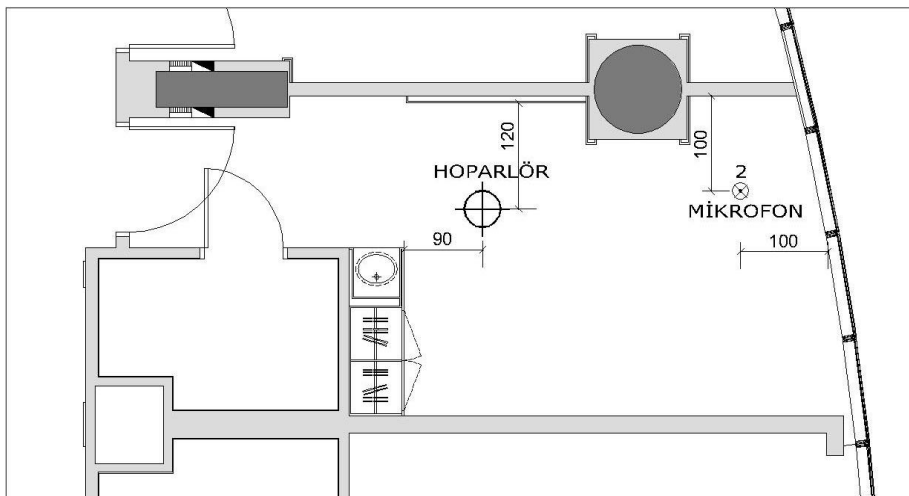
EK A.1 : Mikrofon Konumları



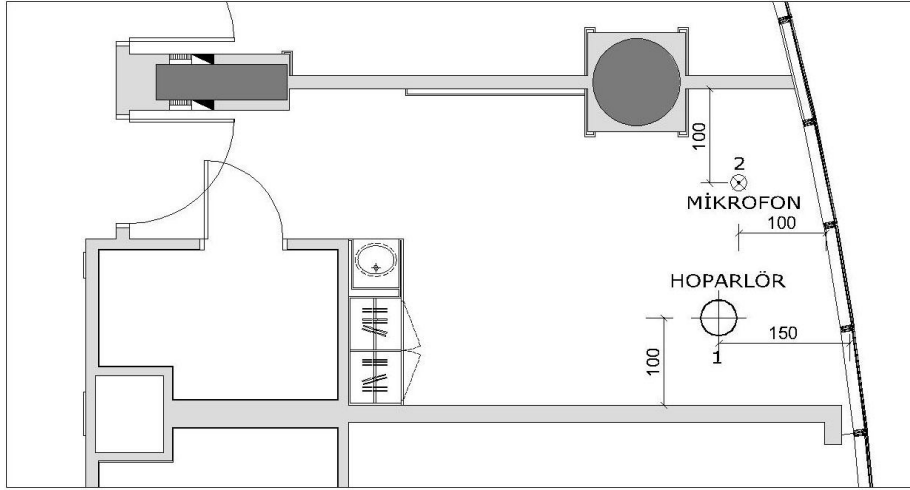
Şekil A.1 : Odanın reverbrasyon ölçümü 1.



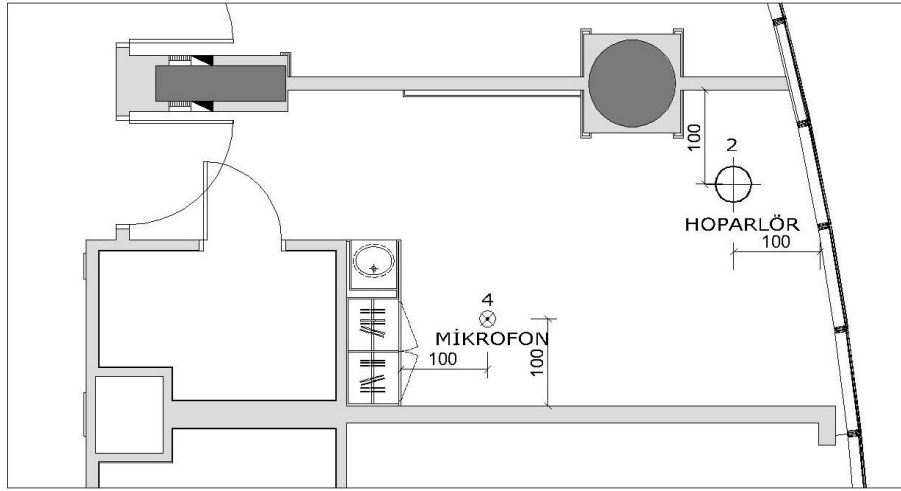
Şekil A.2 : Odanın reverbrasyon ölçümü 2.



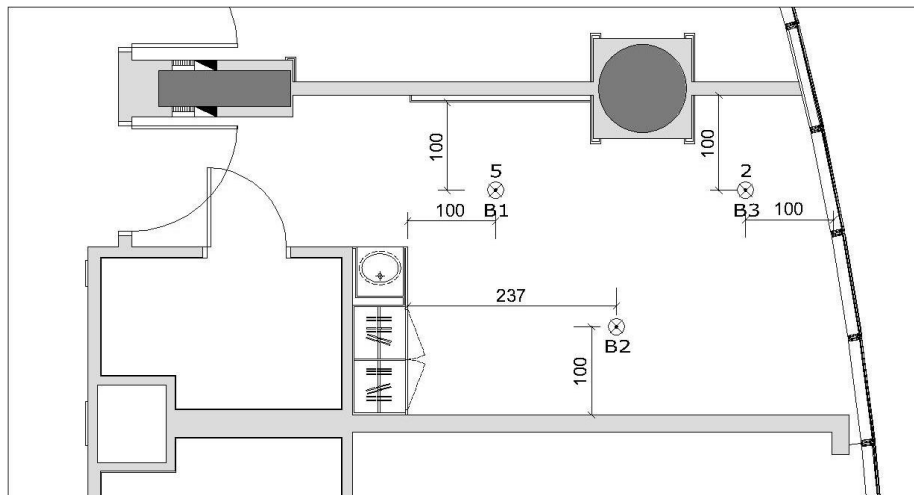
Şekil A.3 : Odanın reverbrasyon ölçümü 3.



Şekil A.4 : Odanın reverbrasyon ölçümü 4.



Şekil A.5 : Odanın reverbrasyon ölçümü 5.



Şekil A.6 : Arka fon gürültüsü ölçümü.

EK A.2 : Bina Yüzeylerinin Katmanları

Çizelge A.1 : Kavacık Medikal Binası döşeme-1 katmanları.

Döşeme-1 (Oda-Koridor) (Dö1)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Asma Tavan Boşluğu	0,4			
Betonarme Döşeme	0,16	2,5	2400	900
Çimento Harçlı Şap	0,07	1,4	2000	900
Pvc Kaplama	0,006	0,23	1500	2010

Çizelge A.2 : Kavacık Medikal Binası döşeme-2 katmanları.

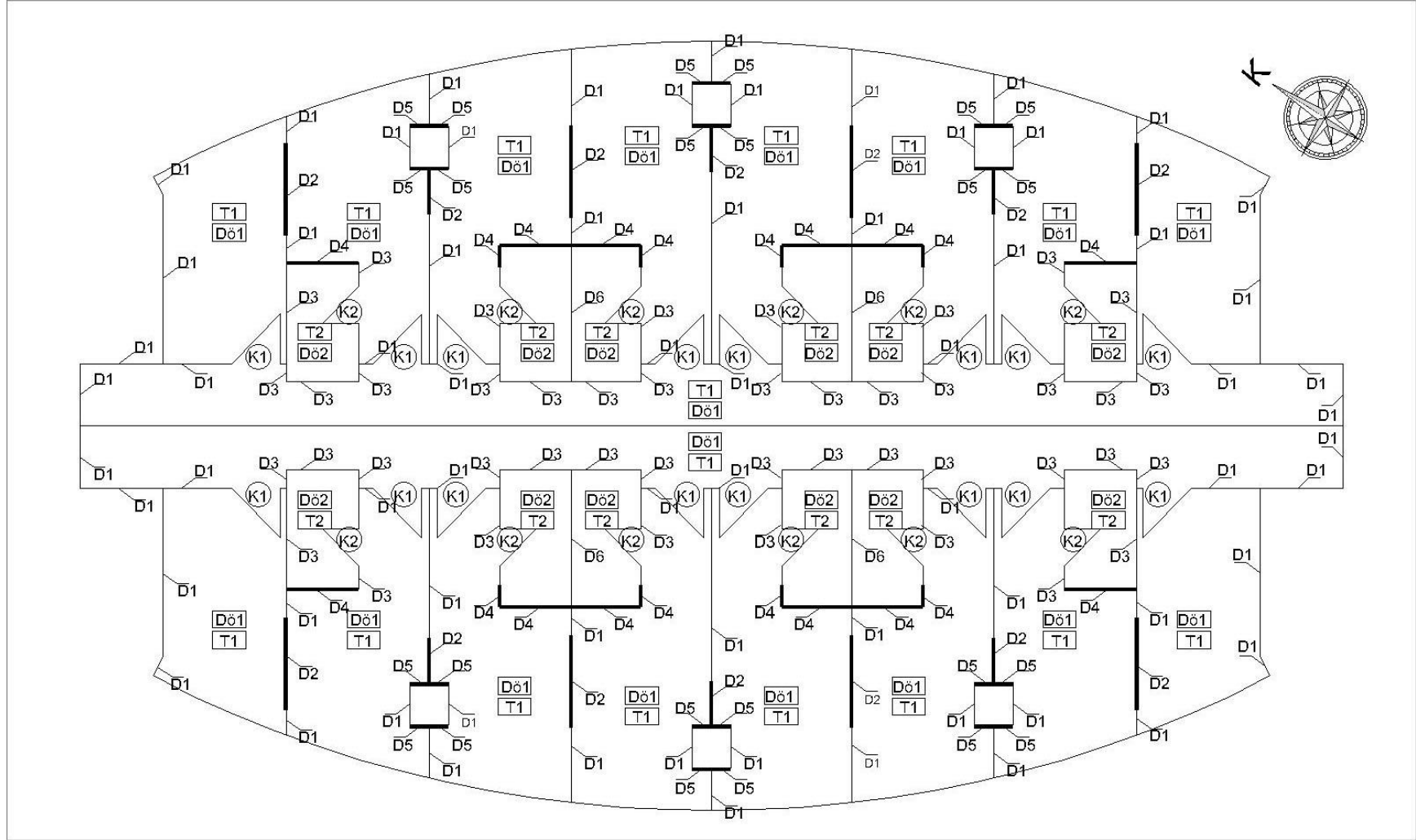
Döşeme -2 (Wc) (Dö2)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Asma Tavan Boşluğu	0,4			
Betonarme Döşeme	0,16	2,5	2400	900
Çimento Harçlı Şap	0,07	1,4	2000	900

Çizelge A.3 : Kavacık Medikal Binası tavan-1 katmanları.

Tavan-1 (Oda-Koridor) (T1)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Pvc Kaplama	0,006	0,23	1500	2010
Çimento Harçlı Şap	0,07	1,4	2000	900
Betonarme Döşeme	0,16	2,5	2400	900
Asma Tavan Boşluğu	0,4			
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000

Çizelge A.4 : Kavacık Medikal Binası tavan-2 katmanları.

Tavan-2 (Wc) (T2)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Seramik Kaplama	0,01	3,5	2800	800
Çimento Harçlı Şap	0,07	1,4	2000	900
Betonarme Döşeme	0,16	2,5	2400	900
Asma Tavan Boşluğu	0,4			
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000



Şekil A.7 : Kavacak Medikal Binası katman kodlamaları.

Çizelge A.5 : Kavacık Medikal Binası duvar-1 katmanları.

Duvar-1 (D1)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000

Çizelge A.6 : Kavacık Medikal Binası duvar-2 katmanları.

Duvar-2 (D2)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Ahşap Kaplama	0,02	0,15	608	1630
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Ahşap Kaplama	0,02	0,15	608	1630

Çizelge A.7 : Kavacık Medikal Binası duvar-3 katmanları.

Duvar-3 (D3)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Seramik Kaplama	0,01	3,5	2800	800
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000

Çizelge A.8 : Kavacık Medikal Binası duvar-4 katmanları.

Duvar-4 (D4)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Seramik Kaplama	0,01	3,5	2800	800
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Ahşap Kaplama	0,02	0,15	608	1630

Çizelge A.9 : Kavacık Medikal Binası duvar-5 katmanları.

Duvar-5 (D5)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Ahşap Kaplama	0,02	0,15	608	1630
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000

Çizelge A.10 : Kavacık Medikal Binası duvar-6 katmanları.

Duvar-6 (D6)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Seramik Kaplama	0,01	3,5	2800	800
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Alçıpan	0,0125	0,47	1000	1000
Seramik Kaplama	0,01	3,5	2800	800

Çizelge A.11 : Kavacık Medikal Binasında kullanılan kapının katmanları.

Kapı (K1-K2)	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Meşe (Ahşap)	0,025	0,17	704	1630

Çizelge A.12 : Kavacık Medikal Binası cephesinin opak kısmın katmanları.

Cephe – Opak Kısım	Özellikler			
	Kalınlık	Isıl İletkenlik Değeri	Birim Hacim Kütlesi	Özgül Isı Değeri
	(m)	(W/mK)	(kg/m ³)	(J/kgK)
Opak Spandrel Cam	0,006	0,99	2528	880
Hava Boşluğu	0,012			
Opak Spandrel Cam	0,006	0,99	2528	880
Hava Boşluğu	0,075			
Taşıyünü	0,05	0,05	19	960
Galvaniz Levha	0,001	45,28	7824	500

Çizelge A.13 : Kavacık Medikal Binası cephesinin saydam kısmın katmanları.

Cephe-Saydam	Özellikler
	Kalınlık
	(m)
Isı ve güneş kontrollü cam	0,006
Hava Boşluğu	0,012
Lamine cam (44.2)	0,008

Çizelge A.14 : Kavacık Medikal Binası cam özellikleri.

Kullanılan Camın Özellikleri	(1)	(2)
Kalınlık (m)	0,006	0,008
Güneş ışıınımı geçirgenlik katsayısı (Normal geliş açısında)(SHGC)	0,44	0,69
Güneş ışıınımı yansıtıcılık değeri (Normal geliş açısında): Dış Yüzey	0,35	0,06
Güneş ışıınımı yansıtıcılık değeri (Normal geliş açısında): İç Yüzey	0,23	0,06
Gün ışığı geçirgenlik değeri (Normal geliş açısında) (Tvis)	0,79	0,86
Gün ışığı yansıtıcılık değeri (Normal geliş açısında): Dış Yüzey	0,03	0,08
Gün ışığı yansıtıcılık değeri (Normal geliş açısında): İç Yüzey	0,05	0,08
IR Geçirgenliği (Normal geliş açısında)	0	0

EK A.3 : Kavacık Medikal Binası Dış ve İç Gürültü Ölçüm Düzeyleri

Çizelge A.15 : Kavacık Medikal Binası dış gürültü (L1) ölçüm düzeyleri.

FREKANS (Hz)	KAVACIK MEDİKAL BİNASI DIŞ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM DÜZEYLERİ (dBA)																
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	ORT.	STD
100	69,6	69,5	69,7	68,9	69,1	68,7	68,6	69	69,2	69	69,9	70,2	70	70	70,5	69,5	0,55
125	72,7	72,7	72,5	72,4	72,2	73,2	73,6	73,6	73,7	72,8	74,2	74,3	74,5	74,4	74,5	73,5	0,81
160	76,8	76,9	76,7	76,8	76,7	77,6	78,1	77,9	78,3	76,9	78,4	78,3	78,7	78,9	78,9	77,8	0,83
200	81,2	81,2	81,3	81,3	81,5	80,6	80,6	80,8	80,6	80,7	82	82,2	82,5	82,7	82,6	81,5	0,73
250	83,5	83,4	83,3	83,3	83,3	83,6	83,7	83,7	83,6	83,7	85	85,2	84,6	84,7	84,6	84	0,64
315	83,4	83,5	83,3	83,8	83,8	83,7	83,6	83,6	83,5	83,8	86,2	86,1	85,9	85,1	85,5	84,5	1,06
400	84,2	84,4	84,4	83,6	83,5	83,4	83,3	83,3	83,5	83,1	85,4	85,1	85,6	85	85,3	84,3	0,87
500	84	83,6	83,8	84,1	84,2	83,6	83,5	83,5	83,4	83,9	85	85,2	84,8	85,4	85,3	84,3	0,69
630	82,7	83	82,7	82,9	82,9	83,7	83,8	83,8	83,8	82,6	84,1	84,3	84,7	84,6	84,3	83,7	0,71
800	83,6	83,3	83,4	83,4	83,4	82,2	82,2	82	82,1	83	85	85,3	84,8	84,5	84,6	83,7	1,07
1000	83,2	83,2	83,2	83,3	83,2	82,9	83,2	83,2	83,2	82,8	84,7	84,8	84,8	85,3	85,1	83,8	0,86
1250	81,4	81,5	81,6	81,4	81,4	81,4	81	80,9	80,9	80,9	83,5	83	82,3	82,3	82,1	81,8	0,77
1600	80,7	80,4	80,4	80	80,3	81,3	80,9	81,4	81	80,6	85	84,3	83,9	84,1	83,7	82,2	1,75
2000	84,1	84	84,3	84,3	84	82,8	82,5	82,4	82,6	82,3	84,4	84,1	84,3	84,4	84,6	83,7	0,82
2500	87,2	87,2	87,1	86,9	86,8	86,9	86,7	86,6	86,7	86,5	87,1	87,1	87,5	87,5	87,6	87	0,32
3150	83,6	83,5	83,3	83,2	83	84,1	84,1	84	84,1	84,1	86,3	86,2	86,7	86,5	86,7	84,8	1,36

Çizelge A.16 : Kavacık Medikal Binası iç gürültü (L2) ölçüm düzeyleri.

FREKANS (Hz)	KAVACIK MEDİKAL BİNASI İÇ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM DÜZEYLERİ (dBA)																
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	ORT.	STD
100	40,5	32,3	35,8	41	35,4	41,2	35,1	39,7	42,2	30,9	42,5	33	36	42,2	31,5	37,7	4,41
125	38,4	42,1	38,8	42,2	35,3	39,6	42	40,1	45	37,1	41,6	43	39,6	43	35,7	41	2,83
160	48,9	48,3	48,6	48,8	46,8	49,5	49,7	48,8	52,7	48,3	50,5	48,8	49	50,4	46,2	49,3	1,5
200	54	51,2	51,4	50,5	49,3	53,1	49,3	50,4	51,6	49,8	52,6	51,6	51,8	51,4	49,8	51,4	1,35
250	55,9	48,2	51,6	50,1	49,4	56,3	48,4	50,2	49,1	49,6	54,1	48	50,8	50,1	48,5	51,6	2,75
315	49,7	50	49,9	47,1	47,8	50,1	50,7	51,8	47,6	47,3	50,3	51,1	50,7	47,3	47,1	49,5	1,63
400	49,3	46,3	47,5	46,5	45	47,1	45,4	46,4	44,6	46	49,8	47,6	49,8	48,9	46,2	47,4	1,66
500	46,4	46,6	44,8	45,4	45,1	48,5	46,2	47,3	43,8	43,8	48,3	48,3	47	47,7	46,4	46,6	1,51
630	40,5	42,3	42,1	42,3	40,2	47	42,7	42,9	42,2	40,9	41,9	43,3	42,5	43,9	40,3	42,7	1,66
800	40,2	40,5	40,3	41	40,5	44,7	40	39,4	39,7	38,9	40,9	42	42,4	42,6	40,7	41,2	1,44
1000	39,3	39,8	39,8	39,8	39,3	44,3	39,5	40,1	40	40,4	40,9	41,3	40,8	40,6	40,2	40,6	1,19
1250	36	37	35,5	35,6	34,8	44,5	37,2	37,9	35,8	36,7	37,7	37	37,1	37,3	36,6	37,9	2,3
1600	35,9	35,9	35,6	34,9	35,2	47,4	36,3	38,4	35	35,4	38,4	38,1	36,6	37,1	36,8	39	3,48
2000	37,5	38,1	38	37,7	36,5	44,1	37,8	37,3	37,5	36,6	38,4	38,4	38,3	37,7	36,9	38,5	1,79
2500	38,1	38,2	38,7	38,6	37,7	39,9	38,9	38,4	38,1	37,1	39,5	40,5	40,5	39,8	39	39	0,97
3150	36,7	36,7	37	35,9	35,9	35,9	34,2	35	34,2	33,2	41,1	40	40	39,1	39,2	37,6	2,41

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Hakika Duran

Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli – 16 Şubat 1984

Adres : Mecidiyeköy/İSTANBUL

Lisans Üniversite : İstanbul Teknik Üniversitesi