



**ATRIUMLU YAPILARDA İÇ MEKAN HAVA
KALİTESİNE YÖNELİK İYİLEŞTİRME
ÖNERİLERİNİN BELİRLENMESİ: KAMİL GÜLEÇ
KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ**

Caner YETİŞ

**2021
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNA KAYILI**

**ATRIUMLU YAPILARDA İÇ MEKAN HAVA KALİTESİNE YÖNELİK
İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİNİN BELİRLENMESİ: KAMİL GÜLEÇ
KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ**

Caner YETİŞ

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNA KAYILI**

**KARABÜK
Ocak 2021**

Caner YETİŞ tarafından hazırlanan “ATRİUMLU YAPILARDA İÇ MEKAN HAVA KALİTESİNE YÖNELİK İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİNİN BELİRLENMESİ: KAMİL GÜLEÇ KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNA KAYILI
Tez Danışmanı, Mimarlık Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 07/01/2021

<u>Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)</u>	<u>İmzası</u>
Başkan : Prof. Dr. Gülser ÇELEBİ (ÇÜ)
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNA KAYILI (KBÜ)
Üye : Doç. Dr. Polat DARÇIN (YTÜ)
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Metin KAYA (KBÜ)
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Bahar Sultan QURRAIE (KBÜ)

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Caner YETİŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATRIUMLU YAPILARDA İÇ MEKAN HAVA KALİTESİNE YÖNELİK İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİNİN BELİRLENMESİ: KAMİL GÜLEÇ KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ

Caner YETİŞ

**Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNA KAYILI

Ocak 2021, 154 sayfa

Modern yaşamda artan enerji talebi doğrultusunda geliştirilen stratejiler, küresel boyutlarda birçok çevre sorununa neden olmaktadır. Bu sorunların en önemlilerinden biri de yetersiz iç mekân hava kalitesidir. Tasarım evresinde yanlış ve sağlıksız yapı ürünü seçimi ve etkin planlanmayan doğal havalandırma iç mekân hava kalitesini etkileyen en önemli parametrelerdir. İç mekân hava kalitesi, iç mekân havasında bulunan kirletici düzeyiyle bağlantılıdır. İç mekân hava kirleticileri yapı malzemelerinden ve dış mekândan kaynaklanabileceği gibi insan aktiviteleri sonucunda da oluşabilmektedir. Başlıca iç mekan hava kirleticileri karbondioksit, uçucu organik bileşikler ve partikül maddeler olarak sayılabilmektedir. Bu kirleticilerin iç mekân havasında kabul edilebilir sınır değerlerinin üzerine çıkması, insanlarda ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Bu nedenle yapının plan tipolojisine bağlı olarak tasarım evresinde etkin doğal havalandırma ilkelerinin

kullanılması önemlidir. Atriumlu plan tipi geçmişten günümüze kadar gelişerek kullanılmış bir plan tipi olup, doğal havalandırma için etkin çözümlere imkân verebilmektedir. Fakat bu plan tipine sahip yapılarda dahi etkin havalandırma prensipleri göz ardı edildiğinde yetersiz iç mekân hava kalitesi gözlenebilmektedir. Çalışma kapsamında atriumlu plan tipine sahip bir yapının, sadece doğal havalandırma tasarımları ile ısıl konfordan ödün vermeden iç mekân hava kalitesinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi'nde öncelikle mevcut ısıl konfor ve iç mekân hava kalitesinin belirlenmesine yönelik ölçümler gerçekleştirilmiş ve iç mekân havasındaki kirlilik düzeyi tespit edilmiştir. Yapıyı kullanan kişilerin ısıl konfor ve iç mekân hava kalitesine yönelik memnuniyetin belirlenmesiyle birlikte, hem nicel hem de nitel verilerle yapıda iç mekân hava kalitesinin iyileştirilmesi gereği ortaya konmuştur. Atriumlu yapılarda doğal havalandırma ilkeleri ana ekseninde, iyileştirme önerisi detaylarına karar verilmiştir. Bu bağlamda çapraz havalandırma, baca etkisi ile havalandırma, çatı kanadı, çatı penceresi ve rüzgâr kulesi ile havalandırma önerileri simülasyon programı ile değerlendirilmiş, sadece doğal havalandırma yöntemi ile iyileştirme önerileri doğrultusunda sıcak ve soğuk dönemde ısıl konfordan ödün verilmeden yapının iç mekan hava kalitesinin iyileştirilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler : İç Mekan Hava Kalitesi, Atriumlu Yapılar, Isıl Konfor, İyileştirme Önerileri.

Bilim Kodu : 80119

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF INDOOR AIR QUALITY AND SUGGESTIONS FOR IMPROVEMENT IN ATRIUM BUILDINGS: EXAMPLE OF KAMİL GÜLEÇ LIBRARY

Caner YETİŞ

**Karabük University
Institute of Graduate Programs
Department of Architecture**

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI

January 2021, 154 pages

Strategies developed in line with the increasing energy demand in modern life cause many environmental problems at global scale. One of the most important of these problems is inadequate indoor air quality. In the design stage of the building, the selection of wrong and unhealthy building products and inefficiently planned natural ventilation are the most important parameters affecting indoor air quality. Indoor air quality is linked to the level of pollutant present in the indoor air. Indoor air pollutants can be caused by building materials and outdoor areas or by human activities. Major indoor air pollutants can be counted as carbon dioxide, volatile organic compounds and particulate matter. As a result of these pollutants exceeding the acceptable limit values in indoor air, they can cause serious health problems for people. Therefore, it is important to use effective natural ventilation principles in the design stage of the buildings depending on the plan typology. Atrium plan type is a

plan type that has been developed and used from the past to the present, and it can provide effective solutions for natural ventilation. However, when the principles of effective ventilation are ignored even in buildings with this plan type, insufficient indoor air quality can be observed. Within the scope of the study, it is aimed to improve the indoor air quality of a building with atrium plan type without sacrificing thermal comfort with only natural ventilation design principles. In the Karabük University Kamil Güleç Library, which was chosen as the case area, firstly measurements were made to determine the current thermal comfort and indoor air quality, and the indoor pollution level was determined. With the determination of satisfaction with the thermal comfort and indoor air quality of the people using the building, the need to improve the indoor air quality in the building was revealed with both quantitative and qualitative data. The details of the improvement proposal were decided in the main axis of natural ventilation principles in atrium buildings. In this context, ventilation suggestions such as cross ventilation, chimney effect ventilation, roof wing, roof window and wind tower were evaluated with the simulation program. It was determined that the indoor air quality of the building could be improved without sacrificing thermal comfort in hot and cold periods, in line with the improvement suggestions with only natural ventilation method.

Key Word : Indoor Air Quality, Atrium Buildings, Thermal Comfort, Improvement Suggestions.

Science Code : 80119

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca hayatımın her yönünde değerli desteklerini hissettiğim danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNA KAYILI'ya, akademik tecrübelerinden yararlandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Gülser ÇELEBİ, Doç. Dr. Polat DARÇIN, Dr. Öğr. Üyesi Metin KAYA ve Dr. Öğr. Üyesi Bahar Sultan QURRAI'ye, manevi olarak desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Beyza ONUR, Doç. Dr. Yasin DÖNMEZ ve Doç. Dr. Fatih TÜRKMEN'e, alan çalışmalarında gösterdikleri duyarlılıklarından dolayı Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi çalışanlarına, çalışmayı FYL-2020-2216 proje no ile destekleyerek araştırmaya katkıda bulunan Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne, tüm eğitim hayatım boyunca manevi destekleri ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan başta değerli babam Burhanettin YETİŞ ve annem Ayser YETİŞ olmak üzere tüm aile bireylerine, çalışma arkadaşlarım Mimar Ayten KARAÇALI, İnşaat Mühendisi Mehmet ŞAL, İnşaat Mühendisi Mesut ASLAN ve Erhan TULTAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	.ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	7
HAVA KALİTESİ ve İÇ MEKÂN KONFORU	7
2.1. ISIL KONFOR	9
2.1.1. Hava Sıcaklığı.....	11
2.1.2. Bağıl Nem.....	13
2.1.3. Hava Hareket Hızı	15
2.1.4. Aktivite Düzeyi ve Giyim Durumu	16
2.2. GÖRSEL KONFOR	18
2.3. AKUSTİK KONFOR	20
2.4. İÇ MEKÂN HAVA KALİTESİ.....	22
2.4.1. İç Mekân Hava Kirleticileri	28
2.4.1.1. Karbondioksit (CO ₂)	28
2.4.1.2. Uçucu Organik Bileşikler (UOB)	30
2.4.1.3. Partikül Maddeler (PM)	32
BÖLÜM 3	36

ATRİUMLU YAPILAR	36
3.1. ATRİUMLU YAPILARIN ISIL KONFOR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	36
3.2. ATRİUMLU YAPILARDA DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ.....	41
BÖLÜM 4	60
MATERYAL VE METOT	60
4.1. MATERYAL.....	60
4.1.1. Kamil Güleç Kütüphanesi.....	60
4.1.2. Simülasyon Programı	68
4.2.METOT	69
4.2.1. İç Mekân Isıl Konfor ve Hava Kalitesinin Belirlenmesi	69
4.2.2. İç Mekân Isıl Konfor ve Hava Kalitesi Bağlamında Kullanıcı	73
4.2.3. İyileştirme Önerilerinin Belirlenmesi ve Karar Verme Süreci	75
4.2.3.1. Çapraz Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi	79
4.2.3.2. Baca Etkisi ile Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi	80
4.2.3.3. Çatı Kanadı ile Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi	81
4.2.3.4. Çatı Penceresi ile Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi.....	83
4.2.3.5. Rüzgâr Kulesi ile Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi.....	84
BÖLÜM 5	86
BULGULAR.....	86
5.1. ISIL KONFOR VE İÇ MEKÂN HAVA KALİTESİ DEĞERLERİ	86
5.2. KULLANICI MEMNUNİYETİ.....	97
5.3. SİMÜLASYON PROGRAMININ DOĞRULANMASI.....	101
5.4. İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ SONUÇLARI.....	103
5.4.1. Çapraz Havalandırma Önerisi Sonuçları	103
5.4.2. Baca Etkisi ile Havalandırma Önerisi Sonuçları	108
5.4.3. Çatı Kanadı ile Havalandırma Önerisi Sonuçları	112
5.4.4. Çatı Penceresi ile Havalandırma Önerisi Sonuçları.....	116
5.4.5. Rüzgar Kulesi ile Havalandırma Önerisi Sonuçları.....	120
BÖLÜM 6	125
SONUÇ	125

	<u>Sayfa</u>
KAYNAKLAR	132
EK AÇIKLAMALAR A.	146
ANKET SORULARI	146
EK AÇIKLAMALAR B.	148
DOĞRULAMA TABLOLARI	148
EK AÇIKLAMALAR C.	152
ETİK KURUL BELGELERİ	152
ÖZGEÇMİŞ	154

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Tez akış şeması	6
Şekil 2.1. Fanger'in PMV-PPD ilişkisini gösteren grafiği.....	13
Şekil 2.2. ASHRAE sıcaklık ve neme göre konfor aralıkları.	15
Şekil 3.1. a)Gündüz saatlerinde atriumlarda hava sirkülasyonu b) Gece saatlerinde atriumlarda hava sirkülasyonu.	39
Şekil 3.2. Atrium formlarının hava sirkülasyonu ve gölgelenme üzerindeki etkisi...	40
Şekil 3.3. a) Hareket hızı yüksek yetersiz havalandırma b) Etkin havalandırma	43
Şekil 3.4. Tek taraflı havalandırma	44
Şekil 3.5. Çapraz havalandırma.	44
Şekil 3.6. Çapraz havalandırma pencere yerleşimi ve boyutlandırılması.	45
Şekil 3.7. Baca etkisiyle oluşturulan havalandırma	45
Şekil 3.8. a) Bağımsız pürüzlülük akımları b) Girişim akımları c) Seken akımlar ..	47
Şekil 3.9. a) Paralel konumlandırılmış yapılarda hava hareketi b) Kademeli konumlandırılmış yapılarda hava hareketi c) Rüzgâr koridoru oluşumu ..	47
Şekil 3.10. a) Hakim rüzgar yönüne dik olması dik konumlandırılmış yapılarda oluşan hava sirkülasyonu b) Hakim rüzgar yönüne eğimli konumlandırılmış yapılarda oluşan hava sirkülasyonu.....	49
Şekil 3.11. Hava hareketinin yapıya yönlendirilmesi..	50
Şekil 3.12. a) Gölgeleme sağlama ve hava hareketlerinden korunma amaçlı oluşturulan peyzaj düzenlemeleri b) Güneş ışığı ve hava hareketlerinden faydalanma amaçlı oluşturulan peyzaj düzenlemeleri.	50
Şekil 3.13. a) Bernoulli etkisi b) Venturi etkisi c) Girdap oluşumu	51
Şekil 3.14. Atriumlarda baca etkisiyle havalandırma	53
Şekil 3.15. Atriumlarda çatı kanadı ile havalandırma.....	54
Şekil 3.16. Çift kabuk cephe sistemlerinin çalışma prensibi	55
Şekil 3.17. a) Kutu pencere tipi çift kabuk cephe b) Şaft tipi çift kabuk cephe c) Kat yüksekliğinde koridor tipi çift cephe d) Bina yüksekliğinde çift kabuk cephe	56
Şekil 3.18. Yalıtımlı menfez örneği	57
Şekil 3.19. Atriumlarda damperli rüzgâr kulesi ile havalandırma	58
Şekil 3.20. Atriumlarda çatı penceresi ile havalandırma	58

Şekil 3.21. Atriumlarda çapraz havalandırma.....	59
Şekil 4.1. Kamil Güleç Kütüphanesi yakın çevre analizi.....	61
Şekil 4.2. a)Yapı yakın çevresinde oluşan hava akımları b) Yamaçtan oluşan hava akımları	62
Şekil 4.3. Kamil Güleç Kütüphanesi vaziyet planı	62
Şekil 4.4. Kamil Güleç Kütüphanesi ve yakın çevre 3D modeli	63
Şekil 4.5. a) Kamil Güleç Kütüphanesi zemin kat planı b) Kamil Güleç Kütüphanesi 1. kat planı.....	64
Şekil 4.6. Kamil Güleç Kütüphanesi kuzey ve güney cephesi.....	67
Şekil 4.7. Kamil Güleç Kütüphanesi batı ve doğu cephesi.....	67
Şekil 4.8. Kamil Güleç Kütüphanesi zemin ve 1.kat iç mekan görünüşleri.....	67
Şekil 4.9. a) Extech CO250 CO ₂ ölçüm cihazı b) Extech VPC300 partikül ölçüm cihazı c) Extech VFM 200 TUOB ve formaldehit ölçüm cihazı d) Extech 407732 gürültü ölçüm cihazı.....	71
Şekil 4.10. a) Zemin kat ölçüm noktaları b) 1. Kat ölçüm noktaları.....	72
Şekil 4.11. Yapı içinde oluşan hava akımları plan ve kesit şeması.....	76
Şekil 4.12. Mevcut yapısal açıklıklar kullanılarak planlanan doğal havalandırmanın iç mekan ısı konforu ve hava kalitesine etkisi..	77
Şekil 4.13. a) Yalıtımlı menfez planı b) Yalıtımlı menfez kesiti c) Yalıtımlı menfez görünüşü.....	78
Şekil 4.14. Buharlı nemlendirici çalışma koşulları ve şeması..	78
Şekil 4.15. Çapraz havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.	79
Şekil 4.16. Çapraz havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.	80
Şekil 4.17. Baca etkisi ile havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.	81
Şekil 4.18. Baca etkisi havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model..	81
Şekil 4.19. Çatı kanadı ile havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.	82
Şekil 4.20. Çatı kanadı ile havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.	82
Şekil 4.21. Çatı penceresi ile havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.	83
Şekil 4.22. Çatı penceresi ile havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.....	84
Şekil 4.23. Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.....	84

Şekil 4.24. Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.....	85
Şekil 5.1. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama sıcaklık-nem grafiği.....	87
Şekil 5.2. Zemin ve 1. Kat ısı konfor grafiği.....	88
Şekil 5.3. Zemin ve 1. Kat ısı konfor değerleri.....	89
Şekil 5.4. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama CO ₂ grafiği.....	90
Şekil 5.5. a) Zemin kat günlük CO ₂ , sıcaklık ve bağıl nem grafiği b) 1. kat günlük CO ₂ , sıcaklık ve bağıl nem grafiği.....	91
Şekil 5.6. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama TUOB grafiği.....	92
Şekil 5.7. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM _{0.3} grafiği.....	93
Şekil 5.8. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM _{0.5} grafiği.....	93
Şekil 5.9. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM ₁ grafiği.....	94
Şekil 5.10. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM _{2.5} grafiği.....	95
Şekil 5.11. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM ₅ grafiği.....	95
Şekil 5.12. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM ₁₀ grafiği.....	96
Şekil 5.13. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama gürültü grafiği.....	97
Şekil 5.14. İç mekân ısı konforuna ve hava kalitesine yönelik alınan cevaplar..	99
Şekil 5.15. Kullanıcılarda belirtilen semptomların görülme durumu.....	100
Şekil 5.16. a) Zemin kat günlük CO ₂ , sıcaklık ve nem doğrulama grafiği b) 1. kat günlük CO ₂ , sıcaklık ve nem doğrulama grafiği.....	102
Şekil 5.17. Çapraz havalandırma önerisi ısı konfor değerleri.....	105
Şekil 5.18.) Çapraz havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Çapraz havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	106
Şekil 5.19. a) Çapraz havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Çapraz havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	107
Şekil 5.20. a) Baca etkisi ile havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Baca etkisi ile havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	110
Şekil 5.21. a) Baca etkisi ile havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Baca etkisi ile havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	111
Şekil 5.22. ASHRAE konfor aralıklarına göre baca etkisi ile havalandırma önerisinin konfor değerleri.....	112

Şekil 5.23. a) Çatı kanadı ile havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Çatı kanadı ile havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	114
Şekil 5.24. a) Çatı kanadı ile havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Çatı kanadı ile havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	115
Şekil 5.25. ASHRAE konfor aralıklarına göre çatı kanadı ile havalandırma önerisinin konfor değerleri.....	116
Şekil 5.26. a) Çatı penceresi ile havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Çatı penceresi ile havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	118
Şekil 5.27. a) Çatı penceresi ile havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Çatı penceresi ile havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	119
Şekil 5.28. ASHRAE konfor aralıklarına göre çatı penceresi ile havalandırma önerisinin konfor değerleri.....	120
Şekil 5.29. a) Rüzgar kulesi ile havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Rüzgar kulesi ile havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	122
Şekil 5.30. a) Rüzgar kulesi ile havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları b) Rüzgar kulesi ile havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.....	123
Şekil 5.31. ASHRAE konfor aralıklarına göre rüzgar kulesi ile havalandırma önerisinin konfor değerleri.....	124
Şekil Ek A.1. Anket soruları.....	147
Şekil Ek C.1. Etik Kurul Belgesi.....	153

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Kurumlara göre kabul edilen sıcaklık limit değerleri	12
Çizelge 2.2. Kurumlara göre kabul edilen nem limit değerleri.....	14
Çizelge 2.3. Kurumlara göre kabul edilen hava hareket hızı değerleri.....	16
Çizelge 2.4. Giyim kombinasyonları için clo değerleri	17
Çizelge 2.5. Bazı mekânların asgari aydınlatma düzeyleri	19
Çizelge 2.6. İç Mekan Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri.	21
Çizelge 2.7. Kurumlara göre kabul edilen CO ₂ değerleri.	29
Çizelge 2.8. Bazı kurumlarca kabul edilen TUOB değerleri	31
Çizelge 2.9. UOB'lerin insan sağlığına etkileri	31
Çizelge 2.10. Partiküllerin parçacık boyutuna göre insan sağlığı üzerindeki etkileri	33
Çizelge 2.11. Kurumlara göre kabul edilen PM ₁₀ değerleri.....	34
Çizelge 4.1. Yapıdaki mahallerde malzeme kullanımı ve mahallerin fiziksel özellikleri	65
Çizelge 4.2. Ölçümlere ait bilgiler	70
Çizelge 4.3. Ölçümlerde kullanılan cihazlar ve özellikleri	71
Çizelge 4.4. Uluslararası kurumlara göre iç mekân ısı konforu (sıcaklık ve nem) ve hava kalitesine (CO ₂ ve TUOB) yönelik belirlediği sınır değerleri.....	72
Çizelge 4.5. PM sınır değerleri	73
Çizelge 4.6. Yalıtımlı menfez teknik özellikleri	77
Çizelge 5.1. Anketteki demografik sorular ve yapıya ilişkin sorulara gelen cevapların analizi	98
Çizelge 5.2. Anket sorularının istatistiksel değerleri	98
Çizelge 5.3. Cinsiyet faktörüne bağlı kolerasyon analizi.....	101
Çizelge 5.4. Simülasyon programı ve yerinde ölçüm değerleri arasında belirlenen istatistiksel sapma değerleri	103
Çizelge 5.5. Çapraz havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO ₂ değerleri	105
Çizelge 5.6. Baca etkisi ile havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO ₂ değerleri	109
Çizelge 5.7. Çatı kanadı ile havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO ₂ değerleri.....	113

Sayfa

Çizelge 5.8. Çatı penceresi ile havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO ₂ değerleri.....	117
Çizelge 5.9. Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO ₂ değerleri.....	121
Çizelge 6.1. İyileştirme önerilerine ait fiziksel veriler ve konfor durumu.....	128
Çizelge Ek B.1. CO ₂ verileri için simülasyon programı ve yerinde ölçüm değerleri arasında belirlenen istatistiksel sapma değerleri.....	149
Çizelge Ek B.2. Sıcaklık verileri için simülasyon programı ve yerinde ölçüm değerleri arasında belirlenen istatistiksel sapma değerleri	150
Çizelge Ek B.3. Nem verileri için simülasyon programı ve yerinde ölçüm değerleri arasında belirlenen istatistiksel sapma değerleri.....	151

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

CO₂ : karbondioksit

O₂ : oksijen

N : azot

H : hidrojen

SO₂ : sülfürdioksit

CO : karbonmonooksit

O₃ : ozon

NO : azot oksit

ppm : parts per million

dB : desibel, gürültü birimi

°C : santigrat (derece)

clo : giysilerin ısı direnç birimi

μ : mikron

m³ : metreküp

KISALTMALAR

SBS	: Sick Building Sendrome (Hasta Bina Sendromu)
TBS	: Tight Building Sendrome (Kapalı Bina Sendromu)
BRI	: Building Related Illness (Bina ile İlişkili Rahatsızlıklar)
UOB	: Uçucu Organik Bileşik
TUOB	: Toplam Uçucu Organik Bileşik
PM	: Partikül Madde
IDA ICE	: IDA Indoor Climate and Energy (IDA İç Mekan Havası ve Enerji)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Klima Mühendisleri Derneği)
US-EPA	: United States Environmental Protection Agency (Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı)
WSHD	: Waterschap Hollandse Delta (Hollanda'da Bir Bölgesel Su Yönetimi)
CASBEE	: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (Yapılı Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi)
CIBSE	: The Chartered Institution of Building Services Engineers (Bina Hizmetleri Danışma Mühendisleri)
PMV	: Predicted Main Vote (Mekanı Algılama Durumu)
PPD	: Predicted Percentage of Dissatisfied (Isıl Tatminsizlik Oranı)
ETFE	: Etilentetrafloretilen
PTFE	: Politetrafloretilen
PMMA	: Polimetilmetilakrilat
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme Merkezi
CFD	: Computational Fluid Dynamics (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

20. yüzyılın başlarından itibaren, değişen yaşam standartları sonucunda, kapalı alanlarda geçirilen süre artmıştır. Bu durum bireylerin daha konforlu bir iç mekâna ihtiyaç duymasına yol açmış, hava kirliliğinin yanında iç mekân hava kirliliğinin de insan sağlığına etkilerini sorgulatmıştır. Özellikle 1970’li yıllarda dünya çapında ortaya çıkan enerji krizi ve buna bağlı olarak yapılarda yüksek yalıtım düzeyi, yapının iç ortam ile dış ortam arasındaki hava geçirirliliğini büyük oranda engelleyerek, bireylerde kısa ve uzun vadeli sağlık sorunlarına; yapılarda ise Sick Building Syndrom (Hasta Bina Sendromu), Tight Building Syndrom (Kapalı veya Sıkıca Bina Sendromu) ve Building Related Illness (Bina Bağlantılı Hastalık) gibi bina rahatsızlıklarını beraberinde getirmektedir (Rowe and Leete, 2003; Vural, 2004; Güler, 2012). Ayrıca endüstri devrimiyle öne çıkan yapay yapı malzemeleri iç mekân hava kirlilik düzeyinin artmasına neden olmaktadır. Yapının yüksek sızdırmazlık özelliği ve yapay yapı malzemeleri ile üretilmesine eklenen yanlış tasarım kararları, doğal havalandırmanın etkin kullanılamamasından kaynaklı iç mekan hava kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

İç mekan hava kalitesi kavramının sınırlandırılması, bireylerin demografik bilgileri ve yetiştikleri coğrafi koşulların farklı olmasıyla iç mekândaki havayı farklı yorumlaması ve buna göre farklı beklentiler içerisinde olması nedeniyle zor olsa da ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers) 62-1989/2001 standartları, kirleticilerin belli düzeylerde bulunması ve yapıyı kullananların en az %80’inin memnuniyetsizlik hissetmediği hava koşullarını ‘Kabul Edilebilir İç Mekân Hava Kalitesi’ olarak tanımlaması, bu konuya yönelik standart bir zemin oluşturmaktadır (ASHRAE, 1989; ASHRAE, 2001).

İç mekan hava kalitesinin düşmesine bitüm esaslı yapı ürünleri, temizlik malzemeleri ve mobilyalar gibi çok çeşitli faktörlerden kaynaklanan uçucu organik bileşikler (UOB), dış ortamdan kaynaklanan endüstriyel gazların iç mekâna sızması, insan aktiviteleri ile ortaya çıkan CO₂ ve partikül maddeler sebep olmaktadır. İç mekan havasında oluşan bu kirliliğinin yapıyı kullanan insanlar üzerinde psikolojik ve fizyolojik etkilere neden olduğu bilinmektedir. Bu etkiler iç mekândaki hava kirlilik düzeylerinin belirlenmesi ve sorunların çözümlenmesine yönelik etkin yöntemlerin geliştirilmesine olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

İç mekan hava kalitesinin düşmesine yönelik yapı kaynaklı kirleticilerin yapıdan uzaklaştırılmasında en etkili yol etkin havalandırmadır. Sürdürülebilir yapı tasarım ölçütleri bağlamında sağlıklı iç mekanların düşük enerjiyle oluşturulması için yapının tasarım sürecinde etkin ve yeterli doğal havalandırma kararlarının alınması önemlidir. Hem yapay yapı malzemeleri, hem kullanıcı sayısı-mekan boyutu orantısızlığı hem de yeterli doğal havalandırma açıklıklarının olmaması iç mekan hava kalitesini düşüren önemli nedenlerdir. Yapının plan tipolojisine bağlı olarak tasarlanan atriumlar, doğal havalandırma açısından hem serinletme hem de kirleticilerin iç mekandan uzaklaştırılması açısından önemlidir. Yapıda yatay ve dikey sirkülasyonlar ile dış ortam ve iç ortam arasında bağlantıyı sağlayan çevresi galerilerle çevrili mekan olarak tanımlanan atriumlar, yapı içerisinde mekânlar arası bağlantıyı sağlayan sosyal bir merkez olmasının yanı sıra sahip oldukları mikroklimatik özellikler ile yapıdaki pasif iklimlendirme sistemlerinin de odak noktası konumundadır. Atriumlar bilinçli bir tasarım anlayışı ile yapıya entegre edildiklerinde, sahip oldukları tasarım özellikleri ile ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma gereksinimlerini doğal yollarla karşılayarak yapılardaki enerji tüketiminin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Fakat bazı yapılarda bulunan atriumların işlevleri sadece galeri boşluğu ve aydınlatma üzerine kurulmakta, havalandırma ve iklimlendirme özellikleri yok sayılmaktadır. Bu bağlamda tez çalışması kapsamında, atriumlu yapılarda iç mekan hava kalitesinin belirlenmesi ve belirlenen iç mekan kalitesinin yeterli düzeyde olmadığını saptanması ile atriumun tasarım özellikleri bağlamında doğal havalandırma çözümleri kurgulanarak iyileştirme önerilerinin sunulması hedeflenmektedir. Bu aşamada çalışma kapsamında iç mekan konfor şartlarını oluşturan unsurlar arasından ısı konfor ve iç

mekan hava kalitesi ele alınarak sıcaklık, nem CO₂, toplam UOB (TUOB) ve PM madde miktarları değerlendirilmiş ve bu değerlendirmeye yönelik doğal havalandırma önerileri geliştirilmiştir. Tezin hipotezini “Bir yapının iç mekân hava kalitesinin iyileştirilmesi ısıl konfordan ödün vermeden doğal havalandırma yöntemi ile gerçekleştirilebilir” olarak kurmak mümkündür.

Tezin alan çalışmasını oluşturan atriumlu yapı, bir kütüphane yapısı olarak belirlenmiştir. Kullanıcı sayısı olarak yoğun olan kamusal iç mekânlarda iç mekan hava kalitesinin yetersiz olmasına bağlı olarak iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi, kirleticilerin çok sayıda kullanıcıyı etkilemesi açısından daha da önemlidir. Ayrıca kütüphane yapılarında iç mekan hava kalitesine yönelik çalışmaların sınırlı olması, yoğun ve uzun süreli öğrenme işlevli kullanımının iç mekan hava kalitesi ile ilişkili olması da kütüphane yapısının seçilmesinde etkili faktörlerdir. Bu bağlamda, atriumlu kütüphane yapılarının iç mekan hava kalitesinin belirlenmesi ve sadece doğal havalandırma çözümleri ile iyileştirme önerilerinin belirlenebilmesi hedefiyle Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Tez çalışmasında yukarıda belirtilen hedeflere ulaşabilme doğrultusunda ilk olarak, Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi’ndeki iç mekân hava kalitesi ve ısıl konfor değerleri kış dönemi için yoğun kullanım alanı bulan 5 gün boyunca uygun cihazlar yardımıyla belirlenmiştir. Elde edilen değerlerin uluslararası kurum ve kuruluşların ısıl konfor ve iç mekan hava kalitesine yönelik belirlediği sınır değerlere uygunluk durumu kontrol edilmiştir. İç mekan hava kalitesinin tanımında da söylendiği gibi, iç mekan hava kalitesi bir açıdan da kullanıcıların hava kalitesinden memnun olması ile açıklanabilmesi nedeniyle, kütüphaneyi kullananların iç mekan konforuna yönelik memnuniyet durumu anket yöntemi ile de belirlenmiştir. Hem yerinde ölçümler hem de kullanıcı memnuniyeti değerlendirmesi sonucunda iç mekan hava kalitesinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle yapıda doğal havalandırma ilkeleri kapsamında ısıl konfor korunarak, iç mekan hava kalitesine yönelik etkin iyileştirme önerilerinin sunulması hedeflenmiştir. İç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesi sırasında ısıl konfordan ödün verilmeden, çalışmada aynı zamanda ortamdaki kirletici konsantrasyonlarının, gün içerisindeki değişimi ve mekân içerisindeki aktivitelerin iç mekân hava kalitesine olan etkisi de irdelenmiştir.

Çalışmanın, mevcut durumu ortaya koymas ve sürdürülebilirlik ve enerji etkin yapı tasarımı kavramları göz önünde bulundurularak, ekonomik, çevreci ve minimum enerji odaklı çözüm senaryolarını içermesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Tez çalışması belirlenen hedefler doğrultusunda altı bölümden oluşmaktadır. Tez çalışmasında giriş bölümünden sonra, dış ortam hava kirliliği ve nedenleri irdelenmiş, dış ortam hava kirliliğinin iç mekâna yansımaları incelenmiştir. Bu yansımalar ile beraber iç mekândaki doğal ve yapay faktörlerin de etkisi dikkate alınarak iç mekân konfor koşullarını sağlayan parametrelerden ısı konfor, görsel konfor, akustik konfor ve iç mekân hava kalitesi konuları ele alınmıştır. Isıl konfor ve iç mekân hava kalitesi üzerinde etkili unsurların sağlık üzerindeki etkileri ile uluslararası kurumlarca kabul gören limit değerleri tablolar şeklinde sunulmuştur.

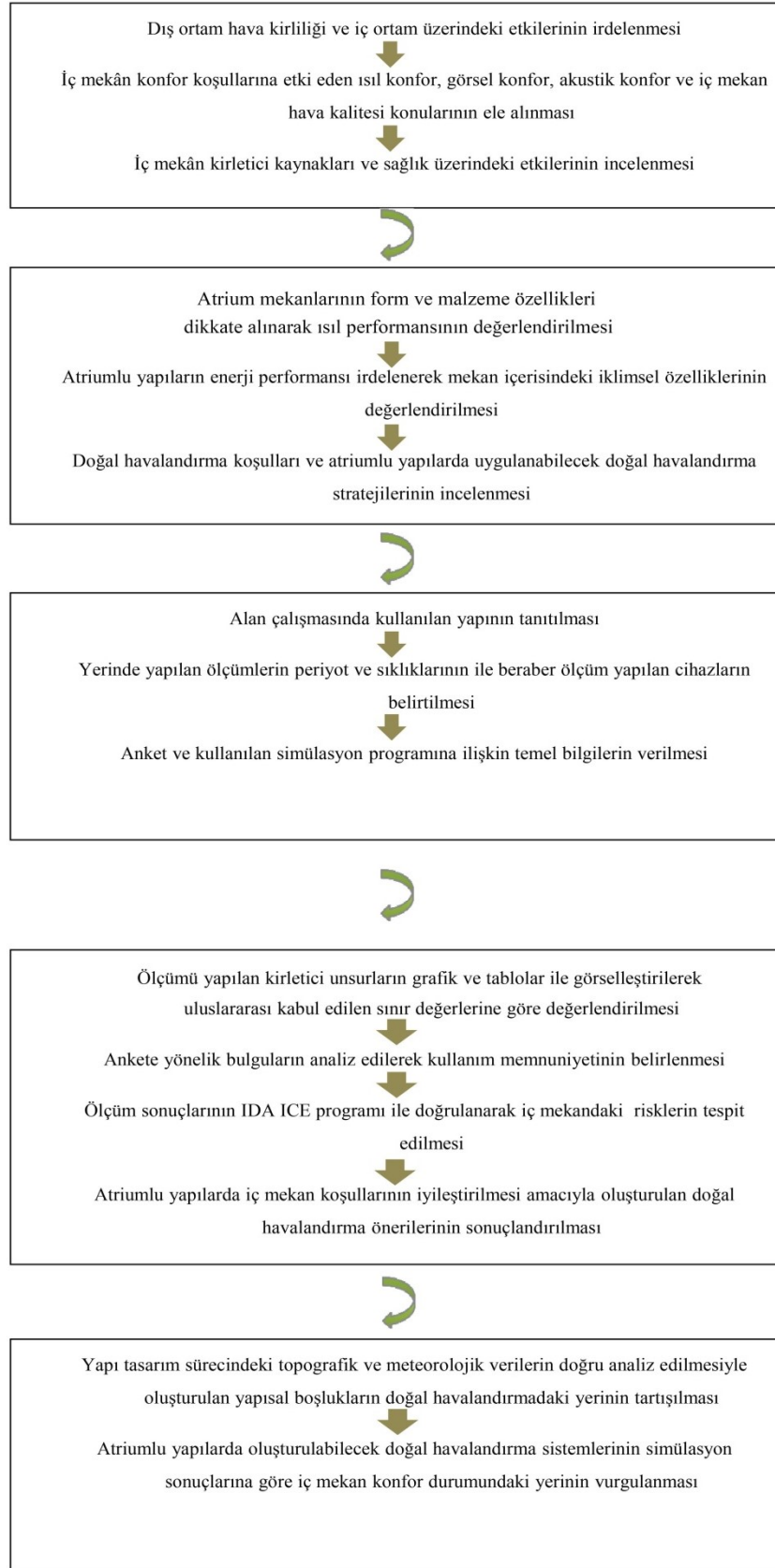
Çalışmanın üçüncü bölümünde atriumlu yapıların iklim şartlarına göre değişen form ve konumları ile beraber havalandırma ilkeleri irdelenerek sınıflandırılmaktadır. Atriumlu yapıların enerji performansları, yapı içerisindeki fiziki ve işlevsel fonksiyonları, form ve yapıda bulunduğu konum üzerinden şematize edilerek sunulmaktadır. Enerji etkin yapı tasarımı bağlamında doğal havalandırmanın gereklilikleri sunulurken atriumlu yapılarda tasarlanabilecek doğal havalandırma önerileri ele alınmaktadır.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde çalışma alanı olarak belirlenen Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi iklimsel, topografik ve mimari özellikleri ile beraber irdelenerek yapı ile ilgili görsellere yer verilmektedir. Çalışmada yerinde yapılan sıcaklık, nem, CO₂, TUOB, PM ve gürültü ölçümleri, ölçümlere yönelik bilgiler ile birlikte kullanılan cihazların teknik özellikleri verilmekte, anket soruları ile beraber iyileştirme önerilerinde kullanılan IDA ICE simülasyon programı hakkında bilgiler sunulmaktadır. Ayrıca tespit edilen iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesi amacı ile yapının iç ve dış ortamındaki tüm parametreler dikkate alınarak doğal havalandırma önerilerine ait yapıda öngörülen değişiklikler ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

Beşinci bölümde ise, iç mekanda tespit edilen iç mekan hava kirletici değerleri grafik ve tablolar ile görselleştirilerek, uluslararası kabul edilen sınır değerlerine göre değerlendirilmesi yapılmaktadır. Kullanıcı memnuniyetine yönelik elde edilen veriler ve ilişki analizleri ile IDA ICE simülasyon programının yerinde ölçümler ile doğrulanması ve istatistiksel veriler yine bu bölümde sunulmaktadır. Bununla birlikte elde edilen veriler bağlamında yapının iç mekan hava kalitesine yönelik iyileştirme önerilerinin iç mekan konforu bağlamındaki sonuçlarına yer verilmektedir.

Çalışmanın sonuç bölümünde ise, önerilen iyileştirme önerilerinin sonuçları ile birlikte doğal havalandırma performansları, uygulama kolaylığı ve ekonomik yönden karşılaştırılmasına yer verilirken, yapının tasarım aşamasında alınacak doğru doğal havalandırma kararlarının iç mekan hava kalitesi ve ısı konfor açısından oldukça önemli olduğunun altı çizilmektedir.

Tez çalışmasını oluşturan tez akış şeması Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil1.1 Tez akış şeması

BÖLÜM 2

HAVA KALİTESİ ve İÇ MEKÂN KONFORU

Yeryüzündeki canlı yaşamını var edip sürekliliğini sağlayan, çeşitli kimyasal tepkime ve döngülerin vazgeçilmez yapı taşı olan hava; renksiz ve kokusuz bir gaz karışımı olarak tanımlanabilmektedir. Hava içerisinde başlıca azot (N), hidrojen (H), oksijen (O₂), karbondioksit (CO₂) ve diğer asal gazlar bulunmaktadır. İç ve dış ortamdaki hava kalitesini belirleyen çeşitli değişkenlerin hava içerisindeki miktarının belirli bir düzey ve özellikte bulunması ‘hava kalitesi’ olarak tanımlanmaktadır. Hava içerisindeki bu parametrelerin belirli faaliyetler sonucu atmosfere salınan miktarının canlı yaşamını tehdit edecek boyutların üzerine çıkması veya bütün içerisinde konsantrasyonun artması ile ‘hava kirliliği’ oluşmaktadır. 1980’li yıllardan itibaren hava kirliliğinin düzenli bir şekilde takip edilmesine ve buna yönelik önlemler alınmasına rağmen, son 10 yılda endüstriyel kuruluşlar ile motorlu taşıt sayısının artması ve inşaat sektörünün hızlı gelişimi, bu kirlilik düzeyinin artmasına ve daha ciddi problemler oluşturmasına neden olmuştur (Müezzinoğlu, 1987; WHO, 1992; Boşgelmez vd., 1997; Karpuzcu, 2012; Güneş vd., 2005; Ohura et al., 2009; Kardeşoğlu vd., 2011; Günsoy ve Aktaş, 2013).

Hava kirliliğine neden olarak hava kalitesini düşüren nedenler doğal veya yapay yollar ile olabilmektedir. Volkanik patlamalar, orman yangınları ve okyanuslardan kaynaklı buharlaşma doğal kaynaklı kirletici unsurlar iken, endüstrileşme, kentleşme, motorlu taşıt kullanımının artması ve çeşitli faaliyetler sonucu oluşan gaz salımları (madencilik ve tarım) da yapay kaynaklı kirletici faktörleridir. Yaşam süresini doldurmuş mevcut malzemelerin geri dönüşümü sağlanarak, yeni kaynakların tüketilmesini engellemek ve bu malzemelerin üretilirken gereken oluşum ısını sağlamak amacı ile harcanacak enerjinin korunması ile üretim ve ulaşımdan kaynaklı

oluşacak emisyonların daha kısmi bir düzeyde tutulması muhtemeldir (De Nevers, 1995; Byrne, 2000; Borrego et. all., 2002).

Volkanik faaliyetler sonucu yoğun olarak ortaya çıkan kükürtdioksit (SO₂), karbondioksit (CO₂) gazları ve partiküler maddeler; orman yangınları sonucunda havaya salınan gazlar ve bitki örtüsünün tahrip olması ile oksijen (O₂) kaynaklarının yok olması; okyanuslardan ozon (O₃), kükürtdioksit (SO₂), azotoksit (NO) ve karbonmonooksit (CO)'in buharlaşması, atmosferdeki zararlı gaz derişimlerinin artmasına ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Yerkürenin doğal döngüsü içerisinde bulunan bu oluşumların sıklıkla yaşanmaması ve tabii bir denge içerisinde bulunması nedeniyle hava kirliliği üzerindeki etkisinin sınırlı olabileceği söylenebilmektedir. Hava kirliliği üzerinde daha yoğun bir etkiye sahip olan temel unsurlar kentleşme, endüstrileşme ve trafik gibi insan kaynaklı faaliyetlerdir. Özellikle Sanayi Devrimi ile beraber birçok fabrikanın hizmete girmesi, dünya çapında iş kollarının belirli merkezlerde toplanmasına neden olmuştur. Kısa süre içerisinde fabrika çevreleri yoğun göç alarak büyük ölçekli kentlere evrilmiştir. Bu kentlerde kullanılan ulaşım araçlarının saldığı salımlar ve ısınma amaçlı tüketilen yakıtların oluşturduğu salımlar, şehirlerdeki hava kirliliğini oluşturan başlıca sebeplerdir. Bu soruna daha geniş bir çerçeveden bakıldığında taşıtlar, kullanılan yakıt tipi ve bu araçlar için gerekli yolların yapımında kullanılan malzemeler olmak üzere trafik içerisinde bulunan tüm unsurların beraber değerlendirilmesi öngörülebilmektedir. Araçlarda benzin ve türevi malzemelerin yanması ile oluşan uçucu organik bileşik (UOB) ve partikül maddelerin (PM) egzozlardan dışarı salınması, kara ve demir yollarının yapımında kullanılan malzemelerin hava ile teması sonucu ortaya çıkan gazların atmosfere karışması ile oluşan trafik kaynaklı bu kirlilik, son dönemlerde kontrol altına alınması gereken ciddi bir problem olarak göze çarpmaktadır. Günümüzde bunlara ek olarak, artan barınma talebi ile inşaat sektöründe kullanılan çeşitli malzemelerin yaydığı salımlar da kirliliği tetikleyici temel unsurlardan biri haline gelmiştir (De Nevers, 1995; Byrne, 2000).

Yeryüzündeki dış ortam hava kirliliğinin artması, insanların bu hava kirliliğinden kaçınıp iç mekanlarda zaman geçirmelerine neden olmuştur. Ancak iç mekân konfor koşullarının dış ortamdaki bağımsız olarak düşünülmesi yanıltıcı olabilmektedir. Bu

nedenle iç mekan konfor koşulları değerlendirilirken, iklim, yapının konumu, arazi tipi gibi yapı dışı parametrelerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. İç mekân konforu yapı kullanıcılarının içerisinde bulunduğu ortamda ısı, görsel, akustik ve iç mekân hava koşulları etkenlerinin tümünden fiziksel ve psikolojik olarak memnuniyetinin göstergesidir. Sağlıklı ve verimli bir yaşam standardı için inşa edilen mekânlar, içinde yaşayan insanlara konforlu bir alan sunmak zorundadır. Her bireyin ortamı algılama şekli farklı olduğundan iç mekân konfor koşullarının sınırlarını tek bir biçimde çizmek mümkün değildir. Bu nedenle bu konfor koşullarını etkileyen konfor çeşitleri alt birimlere ayrılmış ve konu ile ilgili farklı modeller geliştirilmiştir. Isıl konfor, görsel ve akustik konfor, iç mekân hava kalitesi, iç mekân konforunu oluşturan unsurlardır. Tez kapsamında ısı konfor ve iç mekan hava kalitesi ele alındığından görsel ve akustik konfor ile ilgili detaylara yer verilmemiştir. Bu bölümde ısı konfor, gürültü denetimi ve iç mekan hava kalitesi detaylı olarak ele alınmış, uluslararası kurum ve kuruluşlara göre kabul edilebilecek konfor düzeyleri incelenmiştir.

2.1. ISIL KONFOR

Bireylerin, giyim durumundan dış ortam koşullarına kadar uzanan etki sistemi içerisinde, bulunduğu mekân ile ısı dengesini sağlaması, daha konforlu bir yaşam standardı için gereklidir. Nitekim insanlar, yapılar ve dış çevre sürekli bir şekilde ısı alışverişi içerisinde bulunduğundan, yapı içindeki ısı koşulların ani değişimlere uğraması muhtemeldir. Bu denli değişken bir yapıda olan ısı konfor koşullarını belirli standartlarda tutabilmek, hem insan sağlığı, hem de yapı sağlığı açısından oldukça önem arz etmektedir.

Fiziksel çevre parametrelerinden olan ısı konfor; bir yapıyı kullananların giyim durumu, yaş, cinsiyet vb. kişisel etkenler göz önüne alınarak, mekân içerisindeki her türlü faaliyeti gerçekleştirirken rahat hissetmesini sağlayan, nem, sıcaklık ve hava hareket hızı gibi koşullarının öngörülebilir düzeyde olması olarak açıklanabilmektedir (Olgay, 1963; Fanger, 1970; Olesen, 1982; Höpfe, 2002). ASHRAE 55 ve ISO 7730 standartları ısı konforu ısı çevre ile ilgili olan tüm parametrelerle ilgili memnuniyet olarak tanımlamaktadır. Givoni'ye göre ısı konfor

(Givoni, 1976); hava koşullarına bağlı olmaksızın, iç mekânda kullanıcının memnuniyet duyduğu hava koşullarıdır. Isıl konfor, bireylerin her tür eylem içerisinde, fizyolojik ve psikolojik açıdan rahat hissetmelerini sağlayan parametrelerin bütünüdür. Aktivite farklılıkları ve buna paralel üretilen ısı miktarının farklı olması, vücut yüzeyindeki ısı kazanç ve kayıp dengesinin üzerinde doğrudan etkili olduğundan ısı konfora etki eden parametrelerin sınırlandırılmasını güçleştirmektedir. Başta Fanger ve Szokolay olmak üzere birçok bilimsel çalışmada ısı konforu etkileyen unsurlar, temel olarak kişisel ve çevresel parametreler olarak iki ana başlık altında değerlendirilmiştir.

Fanger'e göre ısı konforu etkileyen koşullar (Fanger, 1970; Fanger, 1972);

- Hava sıcaklığı
- Hava hızı
- Bağıl nem
- Aktivite düzeyi
- Clo değeri (kıyafet ısı değerleri) olarak sıralanmaktadır.

Szokolay (Szokolay, 2004) ısı konforu etkileyen parametreleri çevresel değişkenler, kişisel değişkenler ve diğer faktörler olarak 3 ana başlık altında toplamıştır.

Çevresel değişkenler;

- Hava sıcaklığı
- Bağıl nem
- Hava hareket hızı

Kişisel değişkenler;

- Aktivite düzeyi
- Giyinme durumu
- Sağlık durumu

Diğer değişkenler;

- Demografik bilgiler
- Yeme içme durumu olarak sınıflandırılabilir.

Bu bölüm başlığı altında ısı konforu etkileyen çevresel değişkenlerden hava sıcaklığı, bağıl nem, hava hareket hızı, kişisel değişkenlerden giyim durumu ve aktivite düzeyi parametreleri ele alınmıştır.

2.1.1. Hava Sıcaklığı

Sıcaklık; gölgede termometre ile ölçülen, bir maddenin sıcak veya soğukluğunu ifade eden bir kavramdır. Sıcaklık kavramı yaş, cinsiyet, giyim durumu, iklim, mevcut konum gibi çeşitli kişisel ve çevresel faktörlere göre farklı algılanabilmektedir. Bu farklılıklar nedeniyle, sıcaklığın ısı konfor üzerinde en dinamik etkiye sahip parametre olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Sıcaklığa bağlı olarak iç mekân hava kalitesi de farklı şekillerde algılanabilmektedir. Yapılan araştırmalara göre; yapı kullanıcılarının, düşük sıcaklıklardaki havayı daha temiz, yüksek sıcaklıklardaki havanın daha kirli olarak algıladığı ortaya koyulmuştur (Xu, 1998; Kaynaklı ve Yiğit, 2003; Atmaca ve Yiğit, 2009).

Bina yapımında kullanılan malzeme tipi ve bu malzemelerin yansıtma özellikleri, plan düzleminde mekanların işlevsel dağılımı yapı içi sıcaklığını etkileyen mekânsal unsurlar iken, iklim, arazi tipi ve yapı konumu yapı içindeki sıcaklığı etkileyen çevresel unsurlardandır. Yapı tasarımı sırasında tüm bu etkenlerin geniş bir perspektifte ele alınıp değerlendirilmesi, büyük ölçüdeki sıcaklık değişimlerini minimum düzeye indirilmesi ile iç mekânda ısı konfor niteliğinin istenilen düzeyde olması açısından önemlidir. Çünkü iç mekândaki sıcaklık farkının fazla olması durumunda vücutta kasılmalar, kan dolaşımında yavaşlama, dikkatsizlik, asabiyet ve yorgunluklar görülebilmektedir (Fanger, 1970; Bauman ve Webster, 2001; Sözen, 2001; Burroughs and Shirley, 2008; Ceylan, 2011; Sekhar, 2016; Mıhlayanlar vd., 2017). Uluslararası kurum ve kuruluşlara göre kişilerde bu etkilerinin görülmemesi ve memnuniyetsizliğin önüne geçilmesi amacıyla iç mekânda önerilen sıcaklık değerlerinin 22,5-25,5°C aralığında olması gerekmektedir. Ancak konfor şartlarının tespit aşamasında bu değer aralığının nem düzeyi ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Şekil 2.2). Bu kurum ve kuruluşlara ait sıcaklık limit değerleri Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Kurumlara göre kabul edilen sıcaklık limit değerleri (Atmaca ve Yiğit, 2009; Yurtseven, 2007).

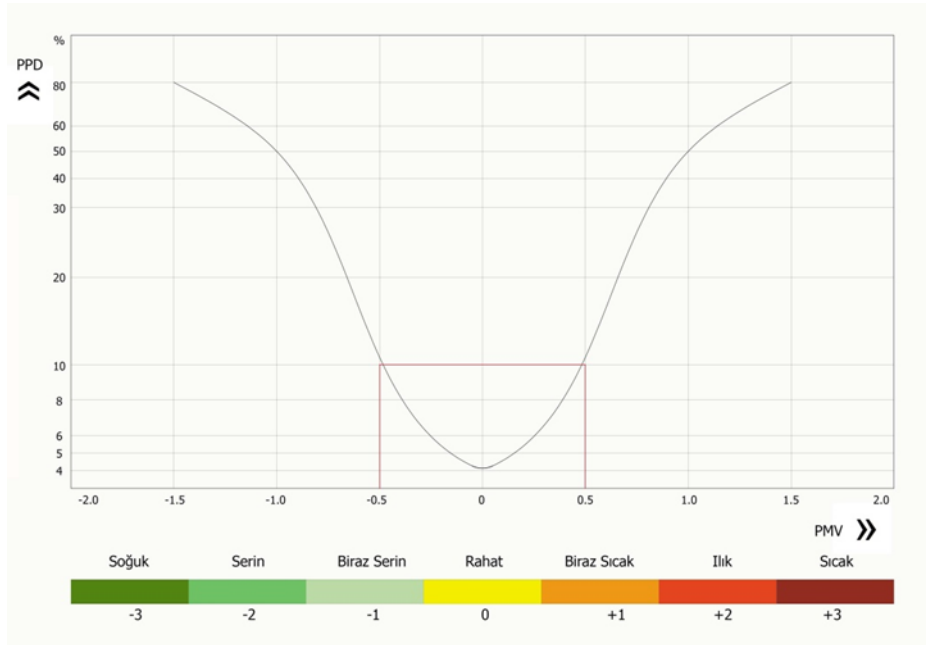
Kuruluş	Kabul edilen sıcaklık değeri (°C)
US-EPA	22,5-25,5
WHO	22,5-25,5
WSHD	22,5-25,5
ASHRAE	22,5-25,5
HONG-KONG	22,5-25,5

İnsanların duyguları ve dış ortamı algılamaları farklı olduğundan, bir mekânın sıcaklık değerinin standart seviyede bulunması konforlu olduğu anlamına gelmemektedir. Bu nedenle etkin ve doğru sonuçlara varabilmek amacı ile çeşitli modeller oluşturulmuştur. Bu modeller Olgayay modeli, Fanger modeli, Mahony modeli, Givoni modeli ve Uyarlanmış konfor düzeyi modeli olarak sıralanmaktadır.

Olgayay modeli; tanımlanan bir alan içerisindeki iklim şartlarına göre sıcaklık, nem ve hava hareket hızının konfor aralığına etkisini gösteren yöntemdir. Bireyin minimum enerji harcayarak çevresine adapte olduğu durum olarak da tanımlanmaktadır (Çetin vd. 2010). Mahony modeli; sıcaklık, nem ve hava hareket hızlarının yıllık ortalama değerlerine göre konfor koşullarını belirleyen, tasarım, plan ve eskiz olarak üç aşamadan oluşan modeldir (Salur, 2016). Givoni modeli; sıcaklık ve mutlak nem arasındaki ilişkiden yola çıkarak doğal havalandırma, ısı kütlesi, buharlı serinleme ve pasif ısınma tekniklerinin kullanıldığı model sistemidir (Nicol et al., 2012).

Uyarlanmış konfor düzeyi modeli ise; bireyin kendini konforlu hissettiği ısıl nötrlük durumunun dış ortam radyan ısı ile ilişkisini kuran modeldir (Humphreys, 1998). Mevcut modeller içerisinde en kapsamlı olan model Fanger modelidir. Fanger ısıl konfor hesaplamalarını PMV (Predicted Mean Vote) ve PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) olmak üzere iki parametre üzerinde değerlendirmiştir. PMV; kullanıcıların ortamı nasıl algıladıkları, PPD ise insanların memnuniyetsizlik oranını

gösteren bir indeks olarak açıklanabilmektedir. Fanger modeli kullanıcıların ısı ortama verdiği tepkileri (-3) ila (3) aralığında 7 farklı bölümde değerlendirerek konfor koşullarının uygunluğunu tespit etmektedir (Fanger, 1972), (Şekil 2.1). Yine bu modele göre bir mekândaki bireylerin en az %5'inin ısı ortamı konforsuz bulması ve kullanıcıların en fazla %10'unun mevcut ortamdan memnuniyet duymaması, modele göre belirlenen limit değerlerdir (Fanger, 1970; Fanger and Toftum, 2002; Epstein ve Moran, 2006; Çakır 2006; Saberi et al., 2006; Korukçu, 2010).



Şekil 2.1. Fanger'in PMV-PPD ilişkisini gösteren grafiği (Fanger, 1972).

2.1.2. Bağlı Nem

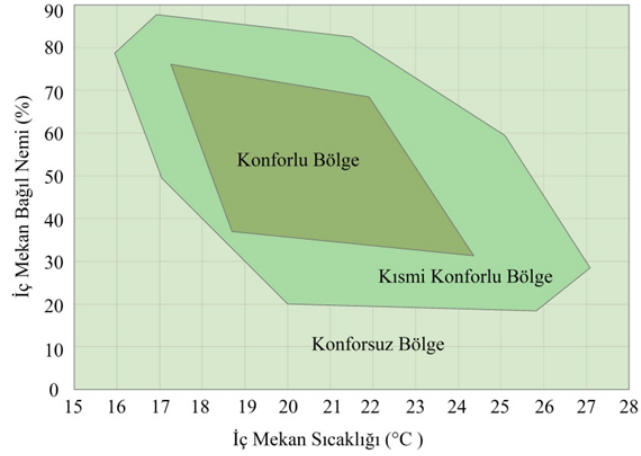
Bağlı nem; $1m^3$ hava içerisindeki mevcut mutlak nem miktarının, aynı sıcaklıktaki maksimum nem miktarına oranını ifade etmektedir. Bağlı nem sıcaklık ile ters orantılı olduğundan mekân içerisindeki havalandırma sistemleri bu dengeyi sağlamak için sıcaklığın arttığı durumlarda, nem oranını düşürerek konfor koşullarını düzenleyebilmelidir. Ortamdaki bağlı nem miktarının artması terleme faaliyetine engel olarak, vücudun terleme yolu ile ısı kaybını engellemektedir. Bu da ortamda bulunan bireylerin ortamı daha bunaltıcı algılamasına neden olmaktadır (Ertürk,

1976). Uluslararası kurum ve kuruluşlara göre memnuniyetsizliğin önüne geçmek için önerilen bağıl nem limit değerleri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Kurumlara göre kabul edilen bağıl nem limit değerleri (Atmaca ve Yiğit, 2009; Yurtseven, 2007).

Kuruluş	Kabul edilen bağıl nem değeri
US-EPA	<%70
WHO	<%70
WSHD	%40-70
ASHRAE	%30-60
HONG-KONG	%40-70

Ortamdaki nem oranının fazla olması küf, mantar ve çeşitli bakterilerin oluşmasına sebep olabileceği gibi, yapıyı kullanan bireylerde de halsizlik, kramp, gibi rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Nem seviyesinin düşük olması durumunda ise boğaz kaşıntısı, ağızda ve gözde kuruma gibi etkiler görülebilmektedir. Bağıl nem miktarı, farklı birimlerdeki işlevlerden kaynaklı değişiklik gösterse de, %30-%70 aralığı en kabul gören değerdir. Bu değer aralığı ASHRAE 55 (1992) standardına göre yaz mevsiminde %30-65, kış mevsiminde ise %20-60 aralığında kabul edilebilmektedir (Berköz, 1969; Ertürk, 1976; McIntyre, 1980; Szokolay, 2014). Yapı iç mekan konfor koşullarının değerlendirilmesi aşamasında nem düzeyi ve sıcaklık faktörünün doğrudan ilişkili olduğu göz önüne alındığında iki parametrenin karşılıklı değerlerinin konfor şartlarını belirlediği görülmektedir. Bu aşamada iç mekan konfor koşulları değerlendirilirken Şekil 2.2’de verilen bölgelere uygun olan sıcaklık ve nem değerlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.



Şekil 2.2. ASHRAE sıcaklık ve neme göre konfor aralıkları (Kuş 2007).

2.1.3. Hava Hareket Hızı

Hava hareket hızı; belirli bir yöndeki hava hareketinin birim zamanda ölçülen değeridir (Fountain ve Arens, 1993). Havanın mekân içerisindeki hareket hızının belirli bir düzeyde olması, iç mekândaki hava sirkülasyonu ve sıcaklık değerleri üzerinde doğrudan etkili olduğundan, hem iç mekân hava kalitesi hem de ısıl konfor üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ortamdaki hava hareketi ile ısının taşınımı sağlanarak ısı geçişleri oluşmakta ve bu ısı dağılımı paralelinde bağıl nem oranı da sıcaklık ile ters orantılı şekilde artış veya azalış göstermektedir. Bu gibi etkiler iklim koşullarına göre de farklılık göstermektedir. Sıcak ve nemli bölgelerde hava hareket hızının artması kullanıcılarda konfor hissini uyandırmasına karşın, daha soğuk ve yağışlı bölgelerde iç ortamdaki hava hareket hızının artması memnuniyet düzeyinin azalmasına yol açmaktadır. Yapılan araştırmalara göre yapı kullanıcıları, düşük hızdaki havayı boğucu ve havasız olarak algılamakta, yüksek hızdaki havayı rüzgârlı ve soğuk olarak algılamaktadır (Alfahaid, 2000; Çalışkan ve Türkoğlu, 2012; Hisarlıgil, 2013; Passe, 2015). Uluslararası kurum ve kuruluşlara göre memnuniyetsizliğin önüne geçmek için önerilen hava hareket hızı değerleri Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Kurumlara göre kabul edilen hava hareket hızı değerleri (Atmaca ve Yiğit, 2009; Yurtseven, 2007).

Kuruluş	Kabul edilen hava hareket hızı değeri (m/sn)
US-EPA	-
WHO	0,25
WSHD	-
ASHRAE	0,15-0,25
HONG-KONG	-

ASHRAE'ye göre 0,2 m/sn'de kullanıcıların %80'i ortamdaki esintiden memnuniyet duymaktadır Hava hareket hızı 1,5m/sn ve üzerine çıktığı durumlarda bireylerde asabiyet ve stres gibi etkiler görülebilmektedir. Hava hareket hızının düşük olması, kullanıcının havayı boğucu olarak algılamasına, ortamdaki havanın yenilenme süresi arttığından koku miktarında artışa ve küflenmeye neden olabilmektedir (ASHRAE, 2001).

2.1.4. Aktivite Düzeyi ve Giyim Durumu

Isıl konfor üzerinde etkili olan kişisel parametrelerden olan aktivite düzeyi ve giyim durumu, ısı dengeyi sağlamak amacıyla bireylerin kendi kararları ile kontrol altına alabileceği unsurlardır. Aktivite düzeyinin artması birim hacimde yakılan besin miktarını artırarak, vücutta ısı miktarının artmasına neden olmaktadır. Aktivite düzeyinin azalması ile durgun halde bulunan bireylerde ise vücuttan ortama ısı geçişi olduğundan üşüme hissi görülmektedir. Artan veya azalan bu ısının dengeye ulaşması amacıyla çevre ile insan vücudu arasında pozitif ya da negatif ısı köprüleri oluşmakta ve oluşan bu ısı köprüleri neticesinde ısının hareketi gerçekleşerek ortamdaki ısı konforuna doğrudan etki etmektedir. Giyim durumu, kişinin bulunduğu sosyal ve meteorolojik etmenlere göre şekillenen bireysel bir tercihtir. Giysiler insan vücudu ile iç mekân arasında ayırıcı bir unsur olarak görülmektedir. İç mekân ile insan vücudu arasındaki zincirin bir halkası olan giysiler, ısı akışında temel bir rol üstlenmektedirler. Bu aşamada giysilerin ısı geçirme dirençleri (clo değeri) ısının

iletiminde rol almaktadır. Her giysinin kendine ait bir “clo değeri” mevcuttur ve bu clo değeri, ısı transferi ve nem dengesini artı veya eksi yönde etkilemektedir. Mevsimsel giyim durumuna bağlı olarak clo değeri yazın 0,5 clo kışın ise 1 clo olarak kabul görmektedir (Marmaralı vd. 2006). Bazı giysi kombinlerine göre clo değerleri Çizelge 2.4’te verilmiştir. Görüldüğü gibi giysi miktarı ve kalınlığı arttıkça giysinin ısı geçirme direnci de artmaktadır.

Çizelge 2.4. Giyim kombinasyonları için clo değerleri (Marmaralı, vd., 2006).

İş Kıyafeti	Giysi Birimi (clo)	Günlük Kıyafet	Giysi Birimi (clo)
Külot, tulum, çoraplar, ayakkabılar	0,70	Külot, tişört, şort, ince çoraplar, sandaletler	0,30
Külot, gömlek, tulum, çoraplar, ayakkabılar	0,80	Külot, kısa kollu gömlek, ince pantolon, ince çorap, ayakkabılar	0,50
Külot, gömlek, pantolon, iş önlüğü, çoraplar, ayakkabılar	0,90	Külot, iç etek, külotlu çorap, elbise, ayakkabılar	0,70
Kısa kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, ceket, çoraplar, ayakkabılar	1,00	İç çamaşırı, gömlek, pantolon, çoraplar, ayakkabılar	0,70
Uzun kollu ve bacaklı iç çamaşırı, termal ceket, çoraplar, ayakkabılar	1,20	Külot, gömlek, pantolon, ceket, çoraplar, ayakkabılar	1,00
Kısa kollu ve	1,40	Külot, külotlu	1,10

Çizelge 2.4 (devam ediyor)			
bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, ceket, kalın kapitone mont ve iş önlüğü, çoraplar, ayakkabılar, şapka, eldivenler		etek, ceket, ayakkabılar	
Kısa kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, ceket, kalın kapitone mont ve iş önlüğü, çoraplar, ayakkabılar	2,00	Uzun kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, V yaka süveter, ceket, çoraplar, ayakkabılar	1,30
Uzun kollu ve bacaklı iç çamaşırı, termal ceket ve pantolon, kalın kapitone parka kalın kapitone iş önlüğü, çoraplar, ayakkabılar, şapka, eldivenler	2,55	Kısa kollu ve bacaklı iç çamaşırı, gömlek, pantolon, yelek, ceket, palto, çoraplar, ayakkabılar	1,50

2.2. GÖRSEL KONFOR

Görsel konfor; iç mekânlardaki birimlerin işlevlerine uygun olarak, doğal veya yapay aydınlatma düzeyinin belirli bir seviyede bulunması ve kullanıcının memnuniyet düzeyinde olması durumu olarak açıklanabilmektedir. Bireylerin bulunduğu ortamı ve ortam içerisindeki nesnelere algılaması için gerekli olan temel kavram aydınlatmadır. Görsel algılamının bir gerekliliği olan aydınlatma kavramı, yapı tiplerine göre farklılık gösterebileceği gibi, aynı yapı içerisindeki mekânların işlevsel farklılıklarına göre de değişken olabilmektedir. Aydınlatmanın öğrenme yetisi ve

verimlilik üzerindeki etkisi dikkate alındığında, görsel konfor koşullarının temel girdisi olduğu görülmektedir. İç mekânlarda aydınlatmanın niteliğini belirleyen ve bireyin çevresini algılamasını sağlayan en önemli faktör aydınlatma şiddetidir. Bir yüzeye birim zamanda ulaşan ışık miktarı aydınlatma şiddeti (lx) olarak adlandırılmaktadır. Aydınlatma şiddeti dış ortamda gündüz vaktinde 2.000-100.000 lx, gece vakitlerinde 50-500 lx arasında değişebilmektedir. İşlev farkı ve gece gündüz ayrımı dikkate alındığında, bir iç mekânın ortalama 50-750 lx aralığında aydınlatma şiddetinde bulunması gerekmektedir (Sirel, 1992; Brandston, 2011). Çeşitli mekanlara ait asgari aydınlatma düzeyleri Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Bazı mekânların asgari aydınlatma düzeyleri (CIBSE, 2002).

Aydınlatılacak Mekân	Aydınlatma şiddeti (lx)
Bürolar	150-750
Hastaneler	0-5000
Okullar	100-400
Atölyeler	250-2500
Müzeler	150-400

Aydınlatma niceliği ve niteliği, iç yüzeyin özellikleri görsel konfora etki eden temel unsurlardır. Işık rengi, doğrultusu ve aydınlık düzeyinin dağılımı gibi niteliksel faktörler, ortam içerisindeki ışık-gölge olaylarına doğrudan etki ettiğinden kişinin mekânı algılama kapasitesi üzerindeki en etkili faktörlerdir. Yapının iç yüzeylerinin parlak veya donuk olması, rengi ve kullanılan malzemenin yansıtıcı etkisi iç ortamda ki algılama düzeyini etkileyen diğer parametrelerdir. İç yüzeylerde kullanılan bu malzemelerin mekân tipine göre doğru seçilememesi, ışığın düzenli dağılımını engelleyeceğinden, görme koşullarının kısıtlanmasına, gözlerde kamaşmaya ve verim düşüklüğüne neden olabilmektedir (Hopkinson, 1972; Sirel, 1992; CIBSE, 2002; Brandston 2011).

2.3. AKUSTİK KONFOR

Bireyler dünyaya geldiği andan itibaren çevresi ile sözlü veya davranışsal olarak sürekli iletişim halindedir. Sözlü iletişim sürecinde sesin kaynak noktasından çıkması ve alıcıya ulaşması sürecinde, ses dalgaları üzerinde etkili olan tüm parametreler akustik konfor koşullarına etki eden bir süreçtir. Özellikle modern dünyada nüfusun artması ve insanların topluluklar halinde yaşaması ile akustik konfor oldukça önem kazanmıştır. Yapılı çevrede ortaya çıkan her bir ses titreşiminin dinleyiciler üzerinde yeterli düzeyde sağlanması ve anlaşılabilir olması ‘Akustik Konfor’ olarak tanımlanmaktadır. Akustik konfor temel olarak, gürültü denetimi ve hacim akustiği olmak üzere iki temel unsur üzerinde açıklanabilmektedir. Gürültü; bireylerin algılama kabiliyetini ve işitsel duyularını olumsuz yönde etkileyen ses kirliliği olarak tanımlanmaktadır. Trafik, inşaat faaliyetleri, çeşitli iş kollarından kaynaklı sesler gürültünün dış ortam kaynakları iken, insan diyalogları, yapı içindeki her tür cihazın çıkardığı ses ve mekanik havalandırmadan kaynaklı oluşan sesler, iç ortam kaynaklı gürültü kaynaklarıdır. Bu iç ve dış kaynaklardan yayılan gürültüleri;

-Stabil bir değerde, değişim göstermeyen ‘Durağan Gürültü’

-Gün içerisinde frekansı ve yayılma şekli değişkenlik gösteren ‘Değişken Gürültü’

-Gün içerisinde aralıklı ve kısa süreli olarak ortaya çıkan ‘İmpulsif Gürültü’

olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir. Gürültü miktarları mekân işlevi ve kullanım sıklığı dikkate alındığında, iç mekânda 25 ila 60 dB arasında değişkenlik göstermektedir. Bu değer aralığının gece-gündüz, faaliyet halinde ve durgun koşullarına bağlı olarak belli oranda artış veya azalış göstermesi muhtemeldir. (Yerges, 1969; Özçevik, 2005; Şentop, 2013). Çeşitli mekanlara ait gürültü sınır değerleri Çizelge 2.6’da verilmiştir.

Gürültünün birey üzerinde yarattığı sorunlar yaş, cinsiyet ve mevcut ortam gibi değişkenlere göre farklılık göstermektedir. Araştırmalara göre;

-30-65 dB aralığı gürültü düzeyi, asabiyet, uyku düzensizliği, verimsizliğe;

-65-90 dB aralığında, solunum düzensizliği ve ani reflekslere;

-90-120 dB aralığında, şiddetli baş ağrılarına

-120-140 dB aralığında denge kaybına 140 dB üzerinde beyinde ciddi hasarlara yol açtığı saptanmıştır (Sirel, 1974; Irvine et al., 1998).

Çizelge 2.6. İç Mekan Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2002).

Kullanım Alanı		L _{eq} (dB)	Zaman Dilimi
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30	Sürekli
	Sinema salonları	30	Sürekli
	Konser salonları	25	Sürekli
	Konferans salonları	30	Sürekli
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kurumları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35	Sürekli
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	Sürekli
Eğitim Tesisleri Alanları	Okullarda derslikler, okul öncesi binaların içi, laboratuvarlar, özel eğitim tesisleri, özürülüler tesisler ve benzeri.	35	Ders esnasında
	Kütüphane	35	Faaliyet süresince
	Spor salonu, yemekhane	55	Faaliyet süresince
	Okul öncesi yatak odaları	30	Uyku esnasında
Ticari Yapılar	Büyük ofis	35	Çalışma esnasında
	Toplantı salonları	35	Çalışma esnasında
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	60	Çalışma esnasında
	Oyun odaları	60	Oyun süresince
	Özel büro (uygulamalı)	50	Çalışma süresince
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	60	Çalışma süresince
	İş merkezleri, dükkânlar b.	60	Çalışma süresince
Ticari Yapılar	Ofisler	45	Çalışma süresince
	Laboratuvarlar	45	Çalışma süresince
	Toplantı salonları	35	Çalışma süresince

Tez kapsamında ele alınan kütüphane yapıları akustik konfor koşullarının bireyler üzerinde en dinamik etkiye sahip olduğu yapı türleridir. Bireylerin çalışma, okuma vb. aktivitelerini gerçekleştirme gürültü düzeyinin belirli bir düzeyde olması ile doğrudan ilişkilidir. Bu yapılar kitap alım-iade, okuma birimleri, çalışma birimleri gibi çok işlevli bir yapıya hizmet ettiği için gürültü sınır değerleri yapı içindeki mekânlar arasında değişebilmektedir. Kırmızı alanlar (süper sessiz alanlar), sarı alanlar (sessiz alanlar), yeşil alanlar (alçak sesle konuşma alanları) olmak üzere üç farklı mekân dizimi ve ses dalgalarını yalıtan malzeme ve mobilya kullanımı ile yapı içerisindeki gürültü problemi çözümlenebilmektedir. Kırmızı alanlardaki ses düzeyi 30-35 dB, sarı alanlardaki ses düzeyi 35-40 dB, yeşil alanlardaki ses düzeyi 40-45 dB aralığında değişmektedir (Onat, 1989).

2.4. İÇ MEKÂN HAVA KALİTESİ

Yapılar insan yaşamı ile birebir ilişkili olduğundan, yapı bazlı oluşan problemlerden biri olan iç mekân hava kalitesi düzeyi de insanları doğrudan etkilemektedir. Basit mekânlardan daha karmaşık mekânlara evrilen süreçte, bu problemi çözmek için insanoğlu bilinçli veya bilinçsiz olarak çeşitli yöntemler geliştirmeye başlamıştır. Bu yöntemler içerisinde en dinamik etken doğal havalandırma olarak göze çarparken, sonraki süreçlerde teknolojinin de gelişmesi ile daha kreatif ve etkin çözüm yolları ortaya konmuştur.

İlk çağlardan bu yana iç mekân hava kalitesi çeşitli boyutlarda problemler oluşturmuş, ancak dönem koşulları göz önüne alındığında problemin tanımlanması ve çözüm yollarının bulunması adına atılan adımların sınırlı seviyede kaldığı görülmüştür. İbn-i Haldun XI. yy'da Mukaddime adlı eserinde ilk kez hava kirliliği terimine yer vermiş ve bu hava kirliliğinin birçok hastalığa neden olabileceğini aktarmıştır. XVI. yy'da dönemin İngiltere Kralı I. Charles, iç mekânlardaki kirli havanın insan sağlığı üzerindeki etkilerini sınırlandırmak amacıyla, yapı strüktürel sisteminde bir dizi değişiklikler yaparak konu ile ilgili ilk somut adımları atmıştır. XVII. yy'da CO₂ gazı ve etkilerinin keşfedilmesi, hava kalitesi üzerindeki araştırmaların ivme kazanmasına neden olmuştur. Konu ile ilgili ufak çaplı araştırmalar devam etmiş, fakat bu çalışmaların yeterli düzeyde olmamasının yanı

sıra toplumdan ve araştırmacılardan da yeterli desteği görememiştir. İ mekân hava kalitesinin geniş bir yelpazede tüm kriterleri ile beraber ele alınarak araştırılması 1973 yılındaki petrol krizinin getirdiği zorunlu değişiklikler ile olmuştur. XIX. yy'ın sonlarında elektronik cihaz kullanımının i mekânda yaygınlaşması binaların radyasyon miktarını artırarak konunun yeni bir boyut kazanmasına neden olmuştur. Bu yıllardan sonra yapılaşmanın artması, fiziksel aktivitelerin çoğunun i mekânlarda geçmesi nedeniyle, iç mekan hava kalitesi günümüzde en önemli çevresel problemlerden biri olarak kabul grmştir (Zweers et al., 1992; Chen et al., 2004; Myers and Maynard, 2005; Gilbert et al., 2006; Kurutaş, 2009).

İ mekân hava kalitesi; bir mekân içerisindeki var olan veya sirkülasyon halindeki havanın kalite ve konforunu belirleyen gaz veya parçacık formundaki parametrelerin belirli bir seviye ve yoğunlukta bulunmasıyla kullanıcıların fiziksel ihtiyaçlarının yanında psikolojik olarak da konforlu bulduğu, yapı kullanıcılarının çoğunluğunu memnun eden hava kalitesi düzeyi olarak tanımlanabilmektedir (Burge et al., 1990; ASHRAE, 2001; Gorny, 2004; Bhattacharya et al., 2012).

Hansen ve Su'ya göre i mekân hava kalitesi (Su, 1996; Hansen, 1999); solunan havanın insan sağlığını tehdit edecek seviyede olmayarak, hava niteliğinin konfor koşullarına uygunluğu ile kullanıcı memnuniyetini ifade etmektedir.

Kavgic'e göre i mekân hava kalitesi (Kavgic et al., 2008); devamlı olarak sirkülasyon içerisinde bulunan hava ve havanın geçirdiği çeşitli tepkimeler sonucu oluşan karışımlar içerisinde sağlığa zararlı bileşiklerin bulunmadığı hava olarak tanımlanmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalar ile i ortamdaki havanın dış ortamdaki havaya kıyasla 2-5 kat daha kirli olduğu kanıtlanmış ve i mekân hava kalitesi konusuna önem veren Amerika ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerde 4 kritik evre sorunundan biri olarak kabul edilmiştir (Unebo, 2003).

İ mekân hava kalitesi temel olarak karmaşık bir yapıya sahip olup, ortamda birçok etkiye neden olduğu gibi pek çok fiziksel etkenin toplamından da etkilenen bir olgudur. Bu fiziksel etkenler;

- Yapının kent içerisindeki konumu
- Yapının kullanım amacı
- Yapının plan şeması
- Yapı yönelimi olarak sıralanmaktadır.

Tasarım ve uygulama sürecinde arazi koşulları ile meteorolojik veri analizinin doğru bir şekilde yapılması iç mekân hava kalitesi düzeyinin belirli standartlarda kalmasına etki eden temel unsurdur. Bu nedenle iç mekân hava kalitesi, tasarım sürecinin en başından yapı ömrünün sonlanmasına kadar geçen süreçte multidisipliner, sistematik bir çalışma gerektirirken, yapı ömrü dikkate alındığında tasarım sürecinde uzun vadeli gelecek vadede çözümler aranması gereken geniş bir perspektiftir

Yapı tipi, iç mekân hava kalitesi değerlendirilip çözüm önerileri geliştirilirken göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametrelerden biridir. Bina türleri ve bu binalardaki çalışma şartları göz önüne alındığında iç mekân koşulları farklı algılanabilmektedir. Çalışılan iş koluna bağlı olarak, masa başında çalışan bir birey ile ağır sanayi sektöründe çalışan bir bireyin iç mekân hava kalitesini algılama şekli farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle konu araştırması yapılırken bütüncül bir değerlendirme yerine özel koşullar irdelenerek yapı bazlı değerlendirmeler gerçekleştirmek daha gerçekçi bir sonuç ortaya koymaktadır.

İç mekan hava kalitesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; Leung ve Chan (2006), hastane yapılarındaki iç mekan hava kirleticilerini ve bu kirleticilerin hastalar ve hastane çalışanları üzerindeki etkilerinin tespit edildiği görülmektedir. Dokuz farklı hastane binası üzerinde yapılan değerlendirme sonucunda kullanıcıların uçucu organik bileşik ve partikül madde varlığına maruz kalma süreleri açıklanarak kirletici kaynak kontrolü düzleminde havalandırma ve dezenfektasyon önerilerine yer verilmiştir.

Sanders (2008), doktora tezi kapsamında ilköğretim okullarında iç mekan hava kalitesi kavramını irdemiştir. Çalışmada sıcak nemli ve nemli olmak üzere iki farklı iklim bölgesinden otuz adet okul, çalışma alanı olarak seçilmiştir. karbonmonoksit, karbondioksit, sıcaklık ve bağıl nem değerleri ölçülerek, öğrenci ve öğretmenlere

anket uygulaması sonucunda elde edilen bulgulara göre okulun havalandırma sisteminin yetersiz olduğu ve yetersiz havalandırmanın öğrenme ve verimlilik üzerinde önemli etkilere neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Hayleeyesus ve Manaye (2014), kütüphanelerdeki iç mekan havasının mikrobiyolojik kalitesi üzerine yapmış olduğu çalışmada Jimma Üniversitesi'nin sekiz kütüphanesi çalışma alanı olarak belirlenmiş ve her kütüphane biriminden günde iki kez numune alınarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda kütüphanelerde iç ortamdaki mantar, aerosol ve bakteri miktarının standart düzeylerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Çeşitli yollardan kaynaklanabilen bu kirletici unsurlarının insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmaması amacıyla bakteri miktarının yoğun tespit edildiği kütüphane yapılarında HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) sistemleri önerilmiştir.

Akanmu vd. (2020), üniversite kütüphanelerin iç mekan çevre kalitesini değerlendirmiş ve bu bağlamda üç adet kütüphane yapısı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma kapsamında kütüphanenin yoğun kullanımı esnasında akustik, görsel ve ısı konfor parametrelerinin ölçümleri gerçekleştirilerek istatistiksel analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda kütüphane birimindeki ortalama aydınlık düzeyinin 260 lx, gürültü düzeyinin 45dB, nem oranının %70 üzerinde ve sıcaklığın ise 26-32 °C olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucunda aydınlatma faktörü için, yapay aydınlatma gücünün seçimi ve kontrolü, mekan içerisine gün ışığını daha yüksek oranda alacak mekansal düzenlemeler ve pencere unsurlarındaki gün ışığını artırmak üzere üç ana öneri sunulmuştur. Gürültü analizleri sonucunda, kütüphanelerdeki gürültünün ana kaynaklarının insanlar ve kullanılan yapı malzemesinin niteliği olduğu söylenmektedir. Bu aşamada kütüphane yapılarında ses yutucu malzeme kullanımının gerektiği vurgulanmıştır.

Kuş (2007) doktora tezinde, Şanlıurfa'daki üniversite dersliklerinde iç mekan hava kalitesini incelemiştir. Çalışma kapsamında sıcaklık, nem, CO₂, UOB ve PM ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre iç mekan sıcaklığının kış mevsiminde 20°C'nin altında kaldığı saptanmış ve bu durum yapı yaşının fazla olması ve ısıtma sisteminin yeterli olmaması ile ilişkilendirilmiştir.

Nem düzeyinin genel itibariyle %30 civarında olduğu tespit edilmiştir. CO₂ düzeyinin ise özellikle kış aylarında 1000 ppm değerinin üzerinde seyrettiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin verimli bir şekilde çalışması gerektiği, partikül maddelerin sınır değerleri aşmaması için mekanların periyodik olarak temizlenmesi gerektiği ve mekanik havalandırmanın yetersiz kaldığı durumlarda kontrollü bir şekilde doğal havalandırma yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Coşgun (2012) doktora tezinde, iç mekan hava kalitesi ve hasta bina sendromu konuları üzerinde çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu bağlamda bir yıl boyunca belirlenen alanlardan sabah 07:00-09:30 arası, öğle 11:00-14:00 arası, akşam 18:00-20:00 arasında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ortalama sıcaklık değerinin 18.09 °C, ortalama bağıl nem değerinin %56.29, ortalama CO₂ düzeyinin 1000 ppm değerinin üzerinde olduğu ve ortalama radon gazı seviyesinin mekan işlevine göre farklılık gösterecek şekilde 35 Bq/m³-122 Bq/m³ arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Tez kapsamında iç mekan hava kirlilik düzeyini belirli sınır değerlerde tutabilmek amacıyla, kirletici kaynağının tespiti ve uzaklaştırılması, havalandırma sistemlerinin bakımlarının düzenli yapılarak aktif çalışması sağlanması, iç mekan hava kirliliğinin önlenemediği yerlerde maruziyet süresinin kısaltılması ve hava temizleme cihazlarının kullanımı gibi öneriler dile getirilmiştir.

Çalışmalarda öne çıkan hasta bina sendromu son yıllarda iç mekândaki kirlilik düzeyinin artması ile daha sık dile getirilir olmuştur. Hasta bina; iç ortamdaki konfor koşullarının belirli düzeyde bulunmaması ve kirletici unsur derişiminin yoğun olduğu binalardır. Hasta binalar Hasta Bina Sendromu (HBS), Kapalı veya Sıkıcı Bina Sendromu (KBS) ve Bina Bağlantılı Hastalık (BBH) olmak üzere üç farklı şekilde görülebilmektedir. Hasta Bina Sendromu, belirli bir mekânda geçirilen sürede ortaya çıkan, bu mekândan uzaklaşınca kaybolan semptomlar olarak tanımlanmaktadır. Belirtilere tam bir teşhis konulamaması ve hastalık nedeninin tam olarak tanımlanamaması HBS'nin en karakteristik özelliklerindedir. Hasta Bina Sendromuna maruz kalan bireylerde baş ağrısı, göz ve boğazda yanma, cilt kuruluğu, keskin koku, yorgunluk, halsizlik gibi belirtiler görülmektedir. WHO; 'bireylerde son

üç ay içerisinde, her hafta en az bir genel, bir mukozal ve bir deri semptomunun bulunması' durumunu Hasta Bina Sendromu olarak tanımlamıştır. HBS'ye neden olan belli faktörler,

- Yetersiz havalandırma
- İç ve dış ortam kaynaklı kimyasal kirleticiler
- Biyolojik kirleticiler
- Lifli maddeler olarak sıralanmaktadır (Eriksson and Stenberg, 2006; Özyaral vd., 2006; Gupta et. all., 2007).

Kapalı Bina Sendromu ortam içerisinde dış ve iç ortam kaynaklı gürültü ve aydınlatma problemlerinden ortaya çıkan psikolojik ve fizyolojik semptomlar olarak tanımlanabilmektedir. Bina Bağlantılı Rahatsızlıklar, yapı içerisinde ortaya çıkan ve yapıdan ayrıldıktan sonra da semptomların devam ettiği hastalık olarak tanımlanmaktadır. HBS'den temel farkı tanımlanabilir, klinik olarak teşhis edilebilir nitelikte olmasıdır. BBH'larda ortaya çıkan rahatsızlıklar uzun süreli tedavi gerektiren lejyoner hastalığı, alerjik rahatsızlıklar, astım ve mikotoksin zehirlenmeleri gibi ağır hastalıklar olabilmektedir (Özyaral vd., 2006; Tuna, 2010).

Bu tip yapının iç mekan hava kalitesinden kaynaklanan sendromlar ile ek olarak eğitim kurumlarında kalitesiz iç mekan havasının öğrenciler üzerinde performans düşmesi, verimsizlik ve odaklanma problemlerinin ortaya çıktığını gösteren araştırmalar bir hayli fazladır. Kütüphanelerdeki belgelerin saklanması ve depolanması amacıyla kullanılan arşivlerin büyük oranda rutubetli ve güneş görmeyen alanlara yerleştirilmesi, çok amaçlı salonların doğal havalandırma imkanlarından mahrum bırakılması, kütüphaneyi kullanan kişi sayısının artması ile sağlanan temiz hava hacminin yetersiz kalması kütüphanelerde sıklıkla ortaya çıkan problemlerdir. Tez kapsamında da ele alınan, eğitim kurumlarının önemli bir parçası olan kütüphane yapılarında, iç mekân hava kalitesinin tespit edilmesi ve iyileştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

2.4.1. İç Mekân Hava Kirleticileri

İç mekan havası çeşitli kirletici unsurlar ile kirlenebilmektedir. Bu kirliliğin önlenmesi amacıyla kirletici unsurlarının tespiti ve tanımlanması önemlidir. Bu amaçla başlıca iç mekan kirletici unsurlarından olan CO₂, uçucu organik bileşikler (UOB), partikül maddeler (PM) bu bölüm başlığı altında detaylı olarak ele alınmıştır. Ozon, radon ve bioaerosol gibi diğer kirleticiler tez kapsamına alınmadığından bu bölümde ele alınmamıştır.

2.4.1.1. Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit, karbon (C) atomunun yanması ile ortaya çıkan, doğadaki önemli döngülerin devamlılığını sağlayan renksiz kokusuz bir gaz bileşendir. CO₂ zehirli bir gaz değildir. Ortamdaki CO₂ seviyesinin artması ters orantılı olarak O₂ seviyesini düşürdüğünden özellikle kapalı ortamlarda bireylerde ortaya çıkan semptomların çoğu oksijen yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ortamdaki doğal veya yapay havalandırma unsurlarının hava içerisindeki CO₂ ve O₂ dengesini belirli standartlar çerçevesinde dengelemesi gerekmektedir (Karakoç vd., 2005; Kuş, 2007).

Yapının iç mekân hava kalitesini etkileyen karbondioksit gazının bina içerisindeki kaynakları; insan nefes alışverişi, ocak, şömine, soba ve sigara dumanıdır. Yapı dışındaki kaynaklar ise motorlu taşıtlar, volkanik faaliyetler, yangınlar ve fabrika bacaları olarak sıralanabilmektedir. Özellikle Sanayi Devrimi sonrası CO₂ gazının atmosferdeki miktarı artmış ve bu duruma paralel olarak CO₂ gazı hem iç mekân hava kirliliği hem de çevre kirliliği adına belirleyici bir parametre olarak kabul edilmiştir (Szcurek, et al., 2015; Kuş, 2007). Uluslararası kurum ve kuruluşlara göre memnuniyetsizliğin önüne geçmek için önerilen CO₂ limit değerleri Çizelge 2.7'de verilmiştir.

Çizelge 2.7. Kurumlara göre kabul edilen CO₂ değerleri (Atmaca ve Yiğit, 2009; Yurtseven, 2007).

Kuruluş	Kabul edilen CO₂ sınır değeri (ppm)
US-EPA	1000
WHO	1000
WSHD	1000
ASHRAE	1000
HONG-KONG	800

ASHRAE dış mekândaki CO₂ seviyesini 300-400 ppm, iç mekândaki maksimum CO₂ seviyesini de 1000 ppm olarak kabul etmektedir. CO₂ seviyesinin düşük konsantrasyonlarda bulunması baş ağrısı, mide bulantısı ve baygınlık gibi rahatsızlıklara yol açarken yüksek konsantrasyonlarda bulunması ise yorgunluk, halsizlik, verimsizlik, kramp, denge kaybı, iştahsızlık ve solunum yollarında rahatsızlıklara neden olmaktadır. Aspen publishers (2006), CO₂ miktarının eğitim sürecindeki olumsuz etkilerini saptamak amacıyla dört adet sınıfı çalışma alanı olarak belirlemiş ve kişilerin uzun vadede ortamda bulunması ile ortaya çıkan sonuçları irdelemiştir. Elde edilen bulgulara göre küçük mekânlardaki CO₂ düzeyinin daha hızlı ve bu sınıftaki öğrencilerin diğer öğrencilere oranla öğrenmede güçlük çektiğini saptamıştır.

İç mekândaki CO₂ seviyesinin bilinmesi ortam ile ilgili konfor yorumlamalarında yanıtıcı olabilmektedir. Ortamdaki CO₂ seviyesi ile beraber mevcut hava içerisindeki CO₂ yoğunluğu ve bireylerin bu ortama maruz kaldıkları süre dikkate alınarak girdi ve çıktılar değerlendirilmelidir. ASHRAE iç mekânlardaki CO₂ konsantrasyonunu 8 saatte 500 ppm olarak kabul etmektedir. Ortamdaki havanın CO₂ yoğunluğuna göre;

- %1-3 arası yoğunluğun kısa vadede tehlikesiz olduğu
- %3-6 arası yoğunlukta baş ağrılarının başladığı
- %6-10 arası yoğunlukta görme bulanıklığı ve bilinç kaybının görüldüğü

-%10 ve daha fazla yoğunlukta uyuşma ve baygınlık gibi etkileri bulunmaktadır (Doğan, 2002; Bas, 2004; Karakoç vd., 2005; Griffiths and Eftekhari, 2008; ASHRAE, 2010).

2.4.1.2. Uçucu Organik Bileşikler (UOB)

Yapısında çok miktarda karbon ve en az bir adet hidrojen atomu içeren yüksek buhar basıncına sahip, kaynama noktası düşük renksiz kimyasallar uçucu organik bileşik (UOB) olarak adlandırılmaktadır. Bu bileşikler kaynama noktasındaki farklılıklarına göre uçucu organik bileşikler, yarı uçucu organik bileşikler ve uçucu olmayan organik bileşikler olmak üzere üç başlıkta incelenebilmektedir. Formaldehit, aseton, benzen, tolüen, ksilen, metilen klorür, etanol, diklorobenzen, asetaldehit ve keton en yaygın görülen uçucu organik bileşiklerdir (Vural ve Balanlı, 2005).

Uçucu organik bileşikler boyalar, vernikler, cilalar, solvent çözücüler, yapıştırıcılar, temizlik malzemeleri, ahşap mobilyalar ve yapı malzemelerinden kaynaklı salınım gerçekleştirmektedir. Yapı malzemeleri imal edilirken kullanılan çözeltiler ile bu malzemeleri birleştirirken kullanılan tutkal, köpük vb. ürünler yüksek oranda UOB salınımına neden olmaktadır. Kullanılan malzemenin niteliğine bağlı olarak, iç ortama salınan bu kimyasallar, kirletici kaynağının kullanım süresi boyunca devam etmektedir. Ayrıca bu kimyasalların ortamdaki diğer gazlar ile tepkimeye girmesi iç ortamda bu gazların birikmesine neden olmaktadır. Biriken bu gazlar nedeniyle iç ortamdaki UOB konsantrasyonu dış ortama oranla birkaç kat daha fazla çıkmaktadır. Bu nedenlerden dolayı ortamdaki UOB konsantrasyonunu istenilen düzeyde tutmanın en etkin yolu, kimyasal salınım gerçekleştiren bu malzemelerden kaçınarak kirletici kaynağının kontrolünü sağlamaktır. Lim vd. (2011), çalışmasında seçili alanda iki yıl boyunca UOB düzeyini inceleyerek, yapı malzemelerinin ilk kullanımdan itibaren yaydığı UOB emisyonunun azaldığını tespit etmişlerdir. Bu nedenle yapı malzemelerinin mekana uygulanması ile UOB emisyonları başladığından, malzemelerin mekana uygulandığı ilk 4 hafta mekan yüksek miktarda havalandırılmalı ve mümkün olduğunda kullanılmamalıdır. Uçucu organik bileşikler sıcaklık ile doğru orantılı bir şekilde hava içerisinde çözünmektedir. Sıcaklığın artması ortamdaki UOB derişimini artıracığından mekân içerisinde uygulanacak

çözömlerlerde bu iki unsurun aynı düzlemde ele alınıp çözümlenmesi gerekmektedir (Vural ve Balanlı, 2005; Schlink et al.,1998). Uluslararası kurum ve kuruluşlara göre memnuniyetsizliğin önüne geçmek için önerilen UOB limit değerleri Çizelge 2.8’de verilmiştir.

Çizelge 2.8. Bazı kurumlarca kabul edilen TUOB değerleri (Atmaca ve Yiğit, 2009; Yurtseven, 2007).

Kuruluş	Kabul edilen TUOB (ppm)
US-EPA	3
WHO	1-3
WSHD	1-3
ASHRAE	2
HONG-KONG	-

UOB değerinin iç mekândaki sınır düzeyi 2 ppm olarak kabul edilmektedir. İç mekânda sınır düzeyinin aşılması ve maruz kalınan sürenin artması bireylerde sinir, solunum yolu rahatsızlıkları, astım krizleri, depresyon ve bilinç kaybı gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu rahatsızlıkların UOB konsantrasyonunun artışına paralel olarak daha ağır bulguları da görölmektedir (Hansen, 1993; Singh ve Zimmerman, 1992; Schlink et. all., 1998). Uçucu organik bileşiklerin maruz kalınan aralığına bağlı olarak bireylerde görölen semptomlar Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.9. UOB’lerin insan sağlığına etkileri (Kurutaş, 2009).

TUOB aralığı	Bireylerde görölen semptomlar
2-3 ppm	Gözlerde yanma ve boğazda tahriş
4-5 ppm	Bilinç kaybı, denge bozukluğu
10-20 ppm	Solunum güçlüğü, astım krizleri

Formaldehit yapı ve kimya sektöründe yaygın olarak kullanılan oda sıcaklığında hızla gaz haline geçebilen en önemli UOB çeşididir. Yonga levha, preslenmiş ahşap, yalıtım malzemeleri, deodorantlar, boyalar, sunta, halılar, mobilyalar, cilalar ve döşeme kaplamaları formaldehit salınımı gerçekleştiren kaynaklardır. Ayrıca

formaldehit oksit bileşenler ile tepkimeye girerek kanserojen maddeler oluşturmaktadır. WHO iç ortamdaki formaldehit sınır değerini 0,065 ppm olarak belirlemiştir. Bu bileşene uzun süre maruz kalındığında; yorgunluk, alerjik reaksiyonlar, zehirlenmeler ve bilinç kaybı gibi etkiler görülmektedir (WHO, 1992; Yurtseven, 2007; Kurutaş, 2009).

2.4.1.3. Partikül Maddeler (PM)

Partikül maddeler (PM); organik kimyasallar, toz ve çeşitli gazların mikroskobik boyutlarda hava içerisinde katı veya sıvı formlarda asılı bulunan parçacıklardır. Partikül maddeler, tanecik sayısına, çapına ve oluşum durumlarına göre sınıflandırılrsa da yaygın olarak tanecik büyüklüğü ve şekline göre sınıflandırıldığı görülmektedir. Tanecik büyüklüğüne göre;

- <0,2 μm partiküller ultra mikroskobik
- 0,2 μm /10 μm partiküller mikroskobik
- >10 μm partiküller makroskobik

Tanecik şekline göre;

- Küre şekli
- İplik
- Küme
- Boş küresel kabuk
- Düzensiz şekilde
- Kabuk
- Yoğunlaşmış partiküller olarak sınıflandırılabilir.

Partiküllerin boyutları 0,1 ile 100 μm arasında değişkenlik göstermektedir.0,5 μm 'den küçük olan partiküller hava hareketlerini difüzyon ile sağlarken, 0,5 μm 'den büyük ebatta olan partiküller ise çökme şeklinde hareket sağlamaktadır. 10 μm 'den küçük partikül maddeler havada uzun süre asılı kalması ve akciğere tutunma olasılığının yüksek olması nedeni ile sağlık üzerindeki etkisi daha olumsuz

niteliktedir. Partiküllere tutunan bazı zararlı mikroorganizmalar, insanlarda solunum yolu rahatsızlıkları, akciğer ve kalp hastalıklarına neden olmaktadır. Bu maddeler özellikle müze ve kütüphane yapılarında korunması gereken nesnelere üzerinde birikerek kalıcı hasarlara yol açmaktadır (ASHRAE, 2003; Branis et al., 2005; Balanlı ve Taygun, 2005; Korkmaz, 2007; Ceylan, 2011; Mangır, 2014).

Çizelge 2.10. Partiküllerin parçacık boyutuna göre insan sağlığı üzerindeki etkileri (Alptekin, 2007).

Partikül adı	Solunabilirlik özelliği	Partikül boyut sınıflandırması	Tanecik boyutu	Sağlık üzerindeki etkileri
>10 µm	Solunamaz	Kaba Partikül	>10 µm	Solunum sistemine girmez.
PM ₁₀	Solunabilir		7-10 µm	Üst solunum yolunda burun içerisinde tutunarak burun akıntısı, hapşırma, solunum zorluğu gibi etkilere neden olmaktadır.
PM ₅			4,7-7 µm	Üst ve alt solunum yollarında burun, boğaz ve nefes borusuna tutunarak boğazda yanma tahriş ve öksürüğe neden olmaktadır.
PM _{2,5}			3,3-4,7 µm 2,1-3,3 µm	Nefes borusu ile akciğerde ön ve orta kısımdaki bronşlara tutunarak orta seviyeli akciğer hastalıklarına neden olmaktadır.
PM ₁		İnce Partikül	1,1-2,1 µm	Uç kısımlardaki bronşlarda tutunarak nefes darlığı, düzensiz kalp atışı ve astım krizlerine neden olmaktadır.
PM _{0,5}	0,65-1,1 µm		Bronşçuklar ve alveollere tutunarak akciğerde pıhtılaşmaya, solunum yetersizliğine ve pnömokonyoz hastalığına neden olmaktadır.	
PM _{0,3}	0,3 µm >		Bronşçuklar ve alveollere tutunarak kalp yetmezliği ve akciğer zedelenmesi gibi ölüme yol açacak etkilere neden olmaktadır.	

Güneş vd. (2015), yaptıkları çalışmada Marmara Üniversitesi Merkez Kütüphanesi çalışma alanı olarak seçilmiş ve ilkbahar ve sonbahar periyotlarında PM₁₀ değerleri

ölçülmüştür. Çalışma sonucunda kullanımın arttığı dönemde PM₁₀ değerinin yükseldiği tespit edilmiş ve özellikle kış mevsiminde iç mekanda biriken gaz ve partikül maddelerin iç mekan hava kalitesini olumsuz yönde etkileyerek zamanla kronik rahatsızlıklara ve yaşam standartlarının düşmesine neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kütüphane yapısındaki gaz ve toz kirleticileri iç mekândan uzaklaştırmak amacıyla havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin aktif bir şekilde kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Partikül maddelerin parçacık boyutlarına göre sağlık üzerindeki etkileri Çizelge 2.10'da verilmiştir.

Partikül maddeler tanecik boyutlarına göre farklı kaynaklardan yayılabilmektedir. Çapları 2,5-10 µm arasında değişen kaba partiküller maden inşaat ve tarım kaynaklı faaliyetler, trafik, volkanik patlamaları ile havaya karışmaktadır. Çapları 2,5 µm'den küçük olan ince partiküller ise genellikle yanma olayları ile havaya karışan parçacıklardır. İs, biyokütle yangınları, UOB kaynaklı organik maddeler SO₂ kaynaklı sülfatlar ince partikül maddelerin kaynaklarıdır. Her iki kaynaktan yayılan bu partikül maddeler iç mekandaki aktivite çeşidi, dış hava kirliliği ve sirkülasyon hızına bağlı hava değişim oranı gibi parametrelere bağlı olarak iç mekandaki kirlilik oranına etki etmektedir. Son yıllarda partikül maddeye bağlı olarak iç mekan hava kirliliğinin artması ve solunum yollarındaki rahatsızlıklarında büyük oranda etkili olduğunun anlaşılmasıyla ulusal ve uluslararası kurumlar partikül maddelerin olası etkilerini minimum düzeye indirmek amacıyla iç mekanda sınır değerler belirlemiştir (Csanady, 1973; Schillinger et al., 1999; Gönüllü vd., 2002; Sun et al., 2004; Kuş, vd. 2008). Uluslararası kurum ve kuruluşlara göre memnuniyetsizliğin önüne geçmek için önerilen PM limit değerleri Çizelge 2.11'de verilmiştir.

Çizelge 2.11. Kurumlara göre kabul edilen PM₁₀ değerleri (Atmaca ve Yiğit, 2009; Yurtseven 2007).

Kuruluş	Kabul edilen PM₁₀ değeri (µg/m³)
US-EPA	150
WHO	150
WSHD	-
ASHRAE	<75
HONG-KONG	<75

PM'ler bir iç mekân kirletici unsuru olmasının yanında çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile iç mekân konfor unsurlarından ısı ve görsel konfora da etki etmektedir. Kaynak kontrolünün sağlanmadığı ve havalandırma filtre boyutlarının belirli bir seviyede tesis edilmediği ortamlarda PM'ler mekân içinde yüzeylerde ve havada asılı olarak birikim göstermektedir. Yüzeylerde oluşan bu birikme ile nesnelerin reflektif özellikleri pozitif veya negatif yönde değişmektedir. Yüzeye gelen ısının iletilmesinde önemli rol oynayan yüzeyin yansıtıcılık özelliğine etkide bulunan PM'ler, mekân içerisinde dolaylı olarak ısı konfor üzerinde etkili olmaktadır. Havada asılı kalıp biriken özellikle 0,3-0,6 µm ebat aralığındaki PM'ler ise görüş mesafesini kısıtlayıp, aydınlatmayı engellediğinden mekân içerisindeki görsel konfor üzerinde de etkili bir unsur olduğunu söylemek mümkündür (Schillinger et al., 1999; Kuş vd., 2008).

BÖLÜM 3

ATRIUMLU YAPILAR

3.1. ATRIUMLU YAPILARIN ISIL KONFOR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Modern mimaride atriumlar çoğunlukla üst örtü sistemi ile beraber tanımlı bir hal almaktadır. Aydınlatma, ısı faktörleri ve havalandırma sistemleri göz önünde bulundurulduğunda, bu örtü sistemlerinin malzemesi ve teknik özellikleri atriumlar için önem arz etmektedir. Sanayi Devrimi öncesinde atriumların örtü sistemleri tonoz ve kubbe elemanlarından oluşmaktadır. Sanayi Devrimi sonrasında;

- Cam & reflektif güneş camı, harmandan renkli düz camlar, solar kaplamalı camlar
- Yarı şeffaf membranlar & PVC membranlar, ETFE (etilentetrafloretilen), PTFE (politetrafloretilen)
- Akrilik malzemeler & PMMA (polimetilmetilakrilat) ürünleri atrium örtü sistemlerinde kullanılan malzemelerdir (Farrelly, 2012; Sert, 2016).

Cam ve cam türevi malzemeler ısı ve ışık geçirgenliğinin olması ve hat üstü, hat dışı, sert ve yumuşak kaplamalar yapılarak bu ısı ve ışık geçirgenliğinin kontrol edilebilmesi nedeniyle örtü sistemlerinde en çok tercih edilen ürünlerdir. Camlar üretim aşamasında geçirdiği çeşitli kimyasal tepkimeler sonucu rijit ve yüksek dayanımlı olabilmektedir. Göçer (2006) atriumlu yapılardaki enerji tüketiminin fazla yüksek miktarda olmasına karşın konfor koşullarını sağlamadığını saptamış ve bunun temel nedeninin yapı dış kabuğu olduğunu belirtmiştir. Çalışmada alanı 200 m² U formulu atriuma sahip bir yapı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Atrium örtü sistemi 'Silver Low-E' kaplamalı güneş kontrol camı ve 'Comfort Low-E' kaplamalı iklim kontrol camı olmak iki farklı malzeme türünün EnergyPlus programı kullanılarak atriumlarda hava tabakalaşmasının iç ortama etkileri ve cam tiplerinin ısı konfor

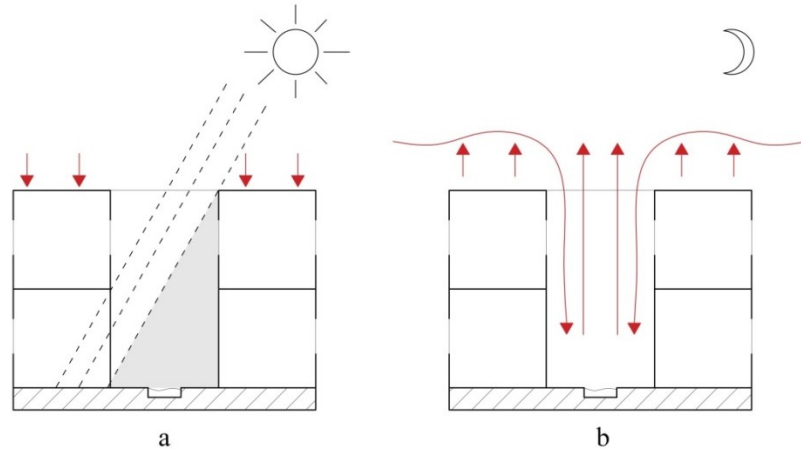
üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Çalışma sonucunda Silver Low-E kaplamalı cam malzemenin yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi ve yıllık ısıtma enerjisi tüketimi Comfort Low-E cam tipine oranla daha yüksek miktarda, yıllık soğutma enerjisi tüketimi ise daha düşük miktarda tespit edilmiştir.

Membran malzemeler kolay montaj edilebilme, ihtiyaç anında sökülüp depolanma gibi rasyonel özelliklere sahiptir. Ancak düşük yangın dayanımı nedeniyle malzemenin yangına dayanımını artıracak tedbirler alınmalıdır. Günümüzde farklı fiziksel ve kimyasal özellikte pek çok membran türü bulunmaktadır. PVC (polivinilklorür) membranlar çekme ve kesme mukavemeti yüksek, hafif ve alevlere karşı dirençli bir yapıdadır. ETFE (etilentetrafloretilen) ise, korozyon mukavemeti yüksek, hafif ve ince özellikte florokarbon esaslı bir polimerdir. Bu malzeme camdan çok daha hafif nitelikte ve kendi kendini temizleyebilme özelliğine sahiptir. Akustik ortam şartlarına uygunluğu ve ışık geçirgenliği nedeniyle tercih edilmektedir. PTFE (politetrafloretilen) ise, aşınmaya son derece dayanıklı ve kir tutmaz bir yapıya sahiptir. Doymuş moleküler yapıdaki bu ürün atomları arasındaki kuvvetli bağlar nedeniyle inert bir yapıya sahiptir. Isı ve mekanik etkilere dayanımının yanı sıra mor ötesi ışınlar ve ozon gazına karşı da dirençli yapıdadır. Akrilik malzemeler ise işlenmesi zor, ağır ve kolay yanabilen ürünlerdir. Yüzeylerinin kolay çizilebilir olması ve onarım zorlukları malzemenin kullanımında sınırlandırıcı etki yapmaktadır. Akrilik malzemelerin bir çeşidi olan PMMA (polimetilmetilakrilat) bu alanda en çok tercih edilen malzemedir. PMMA, sert bir yapıya sahip olmasıyla iç ve dış ortamlarda cam yerine kullanılabilir. Saydam ve parlak bir görüntüye sahip olan bu malzeme ultraviyole ışınlar karşı da dirençli bir özellik sergilemektedir. (Robinson-Gayle et al., 2001; Tokabaş, 2005; Farrelly, 2012; Sert, 2016)

Atrium mekânlarında ısınan hava yükselerek ortamı terk etmekte ve sıcak havanın yerini soğuk hava almaktadır. Oluşan bu hava sirkülasyonu sayesinde sıcak iklim bölgelerinde atriumlardaki hava sıcaklığı dış ortama oranla daha düşük seviyelerde olmaktadır. Atrium mekânları içerisinde sıkça tercih edilen su ögesi, sıcak ve kuru iklimlerde ısı konfor ile nem düzeyi arasındaki dengeyi sağlamak amacıyla kullanılan hem fonksiyonel hem de görsel bir unsurdur. Atriumlar form, boyut, gece

gündüz durumu, mevsimsel farklılıklar, malzeme tercihi ve buldukları yapı içerisi konumlarına göre farklı iklimik özellikler göstermektedir (Rajapaksha et al., 2003; Aldawoud 2008). Gillette ve Treado (1988) tarafından yapılan çalışmada atrium örtü sisteminin yapıdaki aydınlatma ve ısı konfor üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Soğuk ve kuru, ılıman ve nemli olmak üzere iki farklı iklim bölgesinde 3 katlı doğrusal atriumlu bir yapı %30, %60, %90 saydamlık oranları ile TARP programı ile modellenmiş ve enerji verimliliği irdelenmiştir. Laouadi ve Atif (1998) ise yaptıkları çalışmada Kanada Ottawa'da piramidal örtü sistemine sahip üç katlı bir yapıda ölçme ve hesaplama yöntemleri kullanılarak atriumlardaki ısı konfor şartları değerlendirilmiştir. ESP-r programı kullanılarak yapılan simülasyonda mekanik sistem kapalıyken kışın ölçülen sıcaklığın hesaplanan sıcaklık ile uyumlu olduğu, yazın hesaplanan sıcaklığın ise 2-3 °C farka sahip olduğu gözlenmiştir.

Atriumların zemini ve dikey yüzeyleri gün boyu güneşten gelen ışınların bir kısmını yansıtıp önemli bir kısmını da depolamaktadır. Kış mevsiminde akşam vakitlerinde havanın soğumasıyla yüzeylerde depolanan ısı atrium alanına aktarılarak mekânın ısınması sağlanmaktadır. Yaz aylarında ise ısı transferi sonucunda oluşan hava akımları avlularda sıcaklığı düşürerek dış ortama kıyasla daha serin bir alan sunmaktadır (Şekil 3.1), (Alvarez et al., 1998; Yaşa, 2004; Ali Toudert, 2005). Bu nedenle atrium mekânlarındaki aktiviteler için gerekli konfor sıcaklığının diğer mekânlara oranla daha düşük seviyede olması nedeniyle atriumdaki ısıtma sisteminin yapı ısıtma sisteminden ayrı olarak tasarlanması gerekmektedir (Jones ve Luther 1993). Ayrıca yapılan çalışmada aynı özelliklere sahip bir atrium mekânı ile avlu mekânının enerji performansı kıyaslanmış ve avlu mekânlarının kısa binalar için daha iyi performansta olduğu ve yapı yüksekliği arttıkça kapalı atrium kullanımının enerji performansını artırdığı tespit edilmiştir (Aldawoud ve Clark, 2008).



Şekil 3.1. a)Gündüz saatlerinde atriumlarda hava sirkülasyonu b) Gece saatlerinde atriumlarda hava sirkülasyonu (Gut ve Ackerknecht, 1993).

Çeşitli geometri ve oranlara sahip atrium tipleri, yüzeye ulaşan güneş ışığının miktar ve süresi ile havanın devinim hareketini etkileyerek mekânın ısıl dengesi üzerinde etkili olmaktadır. Dinamik formdaki hava temas ettiği yüzeyde pozitif, diğer yüzeylerde ise negatif basınç etkisi oluşturmaktadır. Bu zıtlık durumu yüzeylerin ısıl iletkenlik direncine bağlı olarak yüzeylerin ısı tutabilme kapasitelerine etki etmektedir. Farklı formlardaki atriumlarda hareket halindeki havaya temas eden yüzey alanlarının değişmesi, atriumlarda ve dolaylı olarak iç mekânlarda ısıl şartlarının değişmesine neden olmaktadır (Şekil 3.2). Ghaffarianhoseini (2015) yaptığı çalışmada kare formdaki atrium yüzeylerinin güneş ışığını en etkin biçimde alan form olduğu ve uzun yönlendiği dikkate alınarak 2:1 oranındaki dikdörtgen formlu atriumların, güneş ısını kış aylarında en çok kazanan, yaz aylarında ise en çok engelleyen form olduğunu gözlemiştir. Bryn (1995) yapmış olduğu çalışmada atrium tipolojisinin ısıl konfor üzerindeki etkilerini irdelemiştir. Çalışmada doğrusal ve sera tipi atriumların ısı kayıpları ve ısı depolama kapasiteleri kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre doğrusal atriumlu yapılarda mevcut binanın ısıl kayıpları daha fazla, sera tipi atriumlarda ise günlük sıcaklık değişimleri daha fazla olmaktadır. Bu sonuçlar iklim koşulları, topografya, yapı yönelimi gibi unsurlara bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Al- Hemiddi ve Al- Saud, 2001; Ntefeh et al., 2003; Raydan et al., 2006; Ghaffarianhoseini et al., 2015).

Atrium Tipi	Hava Sirkülasyonu	Gölgeleme

Şekil 3.2. Atrium formlarının hava sirkülasyonu ve gölgeleme üzerindeki etkisi (Moosavi et al., 2014; Erdem 2018).

Atrium mekânlarında ısıl konforu etkileyen önemli unsurlardan biri olan Albedo, bir yüzey üzerine gelen enerjiyi yansıtma kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Albedo, yüzeyin doku, renk ve alanına bağlı olarak değişim göstermektedir. Yansıtıcılık

değeri 0 ile 1 arasında değişim gösteren albedo değerinin 0'a yaklaştıkça yutuculuk, 1'e yaklaştıkça yansıtıcılık özelliği artmaktadır. Albedo değeri yüksek cisimlerin yüzeyi üzerine gelen radyasyonun %80'ini yansıtabilirken düşük albedo değerine sahip yüzeylerde bu değer %10 olarak görölmektedir. Atriumlu mekânlarında Albedo değeri yüksek yüzeylerin kullanılması yüzeye gelen enerjinin çoğunu yansıtığından mekânda soğuma meydana gelmektedir. Yapının bulunduğu iklim koşulları dikkate alınarak soğuk iklim bölgelerinde albedo değeri düşük yüzey dokularının, sıcak ve tropikal iklim bölgelerinde ise daha yüksek albedo değerli yüzeylerin kullanılması gerekmektedir. Albedo değerinin çok yüksek olması durumunda mekân içerisinde kamaşmaya neden olduğundan görsel konfor üzerinde de etkili olduğunu söylemek mümkündür (Bartman, 1980; Schwaiger ve Bird, 2010).

Atrium mekânında kullanılan havuz, bitki, ağaç gibi peyzaj elemanları da ısıl konfor üzerinde bir diğer etkili unsurdur. Özellikle sıcak iklimlerde kullanılan havuz ögesi, su yüzeyindeki buharlaşma nedeni ile ortamdaki nem oranını dengede tutmaktadır. Ağaç ve bitkiler boyutlarına, yaprak genişliklerine ve mevsimsel farklılıklarına göre farklı etkiler yaratmaktadır. Daha geniş yapraklı ve büyük ağaçların albedo değeri düşük olduğundan gelen ışınları büyük oranda tutabilme kapasitesine sahiptir. Ayrıca mekân içerisinde güneş ışığının geliş açısına bağlı olarak gölgelenme sağladığı için sıcak iklimlerde ağaçlar tercih edilen bir peyzaj elemanıdır (Yaşa, 2004).

Atriumlu yapıların sahip olduğu iklimsel özellikleri ile yapı içi ısı dengesini sağlayan bir mekân konumunda yer almaktadır. Mekânsal ve fiziksel faktörlerin bu alanlara etkileri de göz önüne alınarak doğru tercihler ile yapılan tasarımlarda atriumların iç mekândaki ısıl konforu düzenleyici bir araç olduğu söylenebilmektedir.

3.2. ATRİUMLU YAPILARDA DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ

Atriumlar gerekli düzen ve açıklıkta tasarlandığında sahip oldukları iklimsel özellikleri ile ihtiyaç duyulan hava miktarını ve düzeyini karşılamada etkin bir görev üstlenmektedir. Bu bölüm başığı altında doğal havalandırma kavramı açıklanarak, atriumlarda doğal havalandırma stratejileri ele alınmıştır.

Çeşitli işlevlerde inşa edilmiş mekânlarda iç ortam havasının sıcaklık, temizlik, tazelik miktarlarını konfor koşulları seviyesine ulaştırmak ve mahallerdeki kirli havanın temiz ve taze hava ile değişimini sağlamak amacıyla yapılan doğal veya mekanik her türlü işlem havalandırma olarak tanımlanmaktadır. Canlıların en temel yaşam faaliyeti olan solunum gereksinimlerini karşılamaları, iç mekânda rahatsızlık oluşturan kirleticilerin ve bu kirleticilerin sağlığa zararlı etkiler oluşturacak düzeyde bulunmaması ile sağlanmaktadır. Mimarlık paradigması kapsamında değerlendirildiğinde havalandırma koşullarının olumsuz olduğu durumların sürekliliği binanın iç ortam ile çevresini kirleten bir faktör olarak yapının kendisini bir kirletici ögesine dönüştürmektedir. Yapılardaki havalandırma sistemleri;

-Mekanik havalandırma sistemleri

-Doğal havalandırma sistemleri

-Karma havalandırma sistemleri olmak üzere üç başlık altında incelenebilmektedir. Tez kapsamında doğal havalandırma sistemleri detaylı olarak ele alınmıştır.

Sıcaklık farklarından kaynaklı oluşan basınç farkları vasıtasıyla, dış ortam havasının kapı, pencere gibi yapısal açıklıklardan yapı içerisine girmesi doğal havalandırma olarak tanımlanmaktadır. Doğal havalandırmanın etkin bir şekilde yapılabilmesi, yapı tasarım sürecindeki meteorolojik ve topografik verilerin iyi analiz edilmesi ile sağlanabilmektedir. Rüzgâr kuleleri, bacalar, atrium ve gömülü kanallar yaygın olarak kullanılan havalandırma elemanlarıdır. Enerji kullanımının düşük ve masrafsız olması doğal havalandırmanın artıları iken iç mekândaki sıcaklığın ve ortama giren partiküllerin kontrol edilme zorluğu doğal havalandırmanın negatif yönleridir. Doğal havalandırma;

-Dış ortamdaki komşu kütleler, peyzaj unsurları ve arazi durumuna bağlı olarak gerçekleşen hava sirkülasyonlarına,

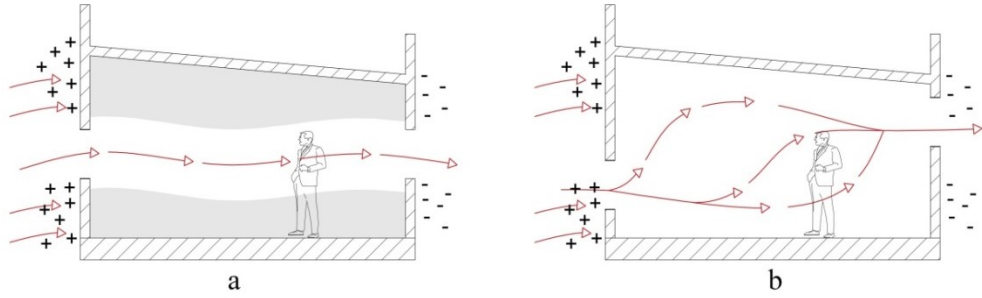
-İç mekân ve dış ortam havası arasındaki sıcaklık farkına,

-Sıcaklık farklarından kaynaklı oluşan basınç farklılıkları ve hava devinimlerine,

-Yapısal boşlukların boyut, şekil ve tasarımına bağlı olarak oluşmaktadır (Sev ve Özgen, 2003; Özteker, 2005).

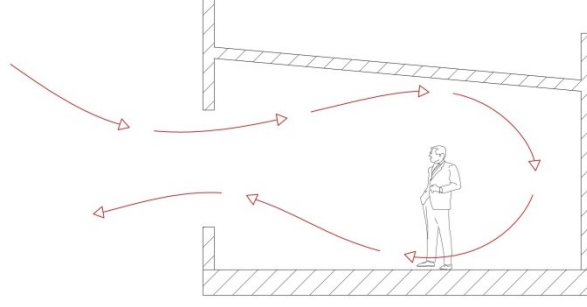
Etkin bir doğal havalandırma için;

- Havalandırma amaçlı taban seviyesine yakın açıklıklar oluşturmak,
- Mekânları rüzgâr hareketleri ile ilişkisini güçlendirmek amacıyla zemin kotundan yukarıya yükseltmek,
- İç mekan organizasyonunu hakim rüzgâr ve yönlenme odaklı çözümlenmek,
- Ilıman iklim bölgelerinde güneş bacaları kullanmak,
- Havalandırma girişini pozitif basınç bölgesine, çıkışını ise negatif basınç bölgesine konumlandırmak,
- Kat yüksekliğine ve mekân derinliğine bağlı olarak açıklıklar oluşturmak,
- Yapı çevresindeki komşu yapılar, trafik, peyzaj ve arazi yapısı gibi faktörler göz önünde bulundurularak havalandırma giriş ve çıkış bölgelerini tayin etmek gerekmektedir (Yüksek ve Esin 2011), (Şekil 3.3).



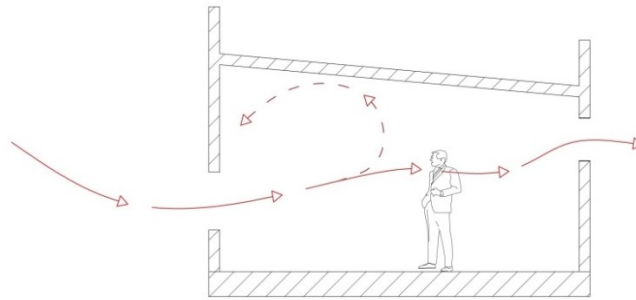
Şekil 3.3. a) Hareket hızı yüksek yetersiz havalandırma b) Etkin havalandırma (Hawaii, 2003; Elzaidabi, 2009).

Doğal havalandırma; tek taraflı havalandırma (single-sided ventilation), çapraz havalandırma (cross ventilation) ve baca etkisi ile havalandırma (stack ventilation) olmak üzere üç farklı yöntem ile sağlanabilmektedir. Tek taraflı havalandırma; yapı içerisine tek taraflı açıklıklar ile hava girişini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerde etkin bir havalandırma için mekân derinliğinin kat yüksekliğine oranı 2,5'i geçmemelidir (Şekil 3.4) (Etheridge, 2011).

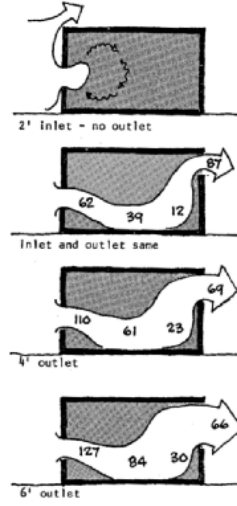


Şekil 3.4. Tek taraflı havalandırma (Elzaidabi, 2009).

Hava sirkülasyon hızı ve oranı iç mekana giriş ve çıkışlardaki basınç farklılıklarına göre değişim göstermektedir. Yapının rüzgâr aldığı cephelerde yüksek basınç bölgeleri, diğer cephelerde ise alçak basınç bölgeleri oluşmaktadır. Bu etki kullanılarak yüksek basınç bölgesinde hava girişi, alçak basınç bölgesinde hava çıkışı sağlanması durumu çapraz havalandırma olarak adlandırılmaktadır. Kat yüksekliğinin beş katı kadar derin mekânlarda çapraz havalandırma etkin bir şekilde çalışmaktadır (Çakır, 2003), (Şekil 3.5). Çapraz havalandırma tasarımındaki en önemli parametrelerden biri de oluşturulan yapısal boşlukların konumu, sayısı ve boyutu olarak söylenebilmektedir. Hava akımlarının giriş ve çıkışlarının sağlandığı yapısal boşlukların tasarımları karşılıklı olarak yapılmalı ve hâkim rüzgâr yönü dikkate alınarak yapılacak olan yapısal boşluklarda kot farkı oluşturulan sistemlerde çapraz havalandırmanın daha verimli çalıştığı söylenebilmektedir. Ayrıca iç mekân konfor koşulları da göz önünde bulundurularak hava giriş ve çıkış boşluklarının boyutlandırılmasında farklılık olabilmektedir (Santamouris, 1998; UF, 2015), (Şekil 3.6).

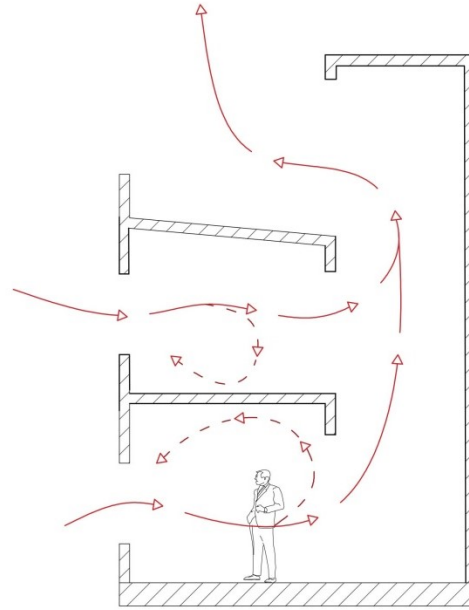


Şekil 3.5. Çapraz havalandırma (Hawii, 2003).



Şekil 3.6. Çapraz havalandırma pencere yerleşimi ve boyutlandırılması (UF, 2015).

İç mekândaki hava sıcaklığının dış ortamdaki hava sıcaklığından fazla olması durumunda, ortamdaki hava yükselerek üst kısımlardaki yapısal açıklıklardan dışarıya atılmaktadır. İç ortamdan daha soğuk olan dış ortam havası ise alt kısımlardaki yapısal boşluklardan bina içerisine girmektedir. Bu durum baca etkisi olarak tanımlanmaktadır. Rüzgârın esmediği veya şiddetinin yeterli olmadığı bu sistemler kullanılmaktadır. Baca etkisi ile havalandırma sıcak iklimler için uygun görülmemektedir (Darçın 2008), (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Baca etkisiyle oluşturulan havalandırma (Hawii, 2003; Elzaidabi, 2009).

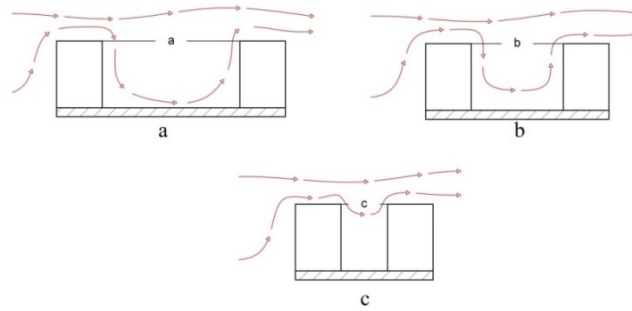
Doğal havalandırma yapısal ve çevresel verilerinin bütününde irdelenmesi gereken tasarım sürecindeki kararlar ile yapının kullanım sürecindeki değişkenlerin ortak paydada değerlendirildiği bir sistemdir. Etkin bir doğal havalandırma var olan tüm değerşkenlerin gereksinimleri ve etki sınıflarının değerlendirildiği koşullarda mümkündür. Doğal havalandırmayı etkileyen bu değerşkenler,

- Yapma çevre
- İklim koşulları
- Yapı yönlenimi
- Hava hareketleri
- Peyzaj unsurları
- Atrium kullanımı olarak sıralanmaktadır.

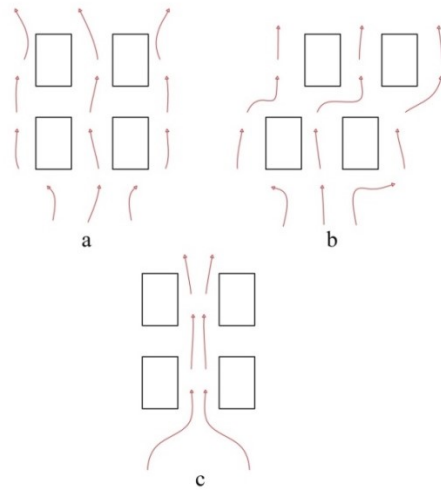
Yapma çevre yapının kent içerisindeki konumu, yakın çevredeki yapıların konum, yükseklik ve mesafeleri ile yol durumundan oluşmaktadır. Kentlerde oluşan hava akımları pek çok engel ile temas halinde bulunduğundan hızını kaybetmektedir. Hızı düşen hava hareketi kent içerisinde kırsal alanlara oranla daha fazla ısınacağından yükselerek ortamı terk etmektedir. Bu nedenle hava hareketlerinin kent merkezine yakın bölgelerde bulunan yapılara ulaşımı güçleşmektedir. Hava akımı yönüne paralel olarak inşa edilmiş yapılı çevrede ise rüzgâr koridorları oluşmakta ve bu rüzgâr koridorlarında hava hareket hızı yüksek olduğundan ters rüzgâr oluşması durumunda olumsuz etkilere neden olmaktadır (Gandemer ve Guyot, 1976; Lechner, 2015).

Yakın çevrede bulunan yapıların birbirleri ile olan mesafesi rüzgâr basıncı üzerinde etkili olduğundan binaların birbirleri üzerinde rüzgâr gölgesi oluşturmayacak biçimde konumlandırılması gerekmektedir (Şekil 3.9). Hava akımlarının sokak doğrultusuna büyük açılar ile geldiği durumlarda yapılar arasındaki mesafelere göre hava akımları, bağımsız pürüzlülük akımları (isolated roughness flow), girişim akımları (wake interference flow) ve seken akımlar (skimming flow) olmak üzere üç farklı yol izlemektedir. Bağımsız pürüzlülük akımları; yapılar arası mesafenin fazla olması durumunda (yapılar arası mesafenin yapı yüksekliğine oranı 8-50), hava akımlarının birinci ve ikinci sıradaki yapılara çarparak yükselmesi ve bu yapıları

aşması durumu olarak açıklanmaktadır. Girişim akımları; yapılar arası mesafenin az olması durumunda (yapılar arası mesafenin yapı yüksekliğine oranı 1.5-8), birinci sıradaki yapılara çarpan havanın yükselerek birinci sırayı aşması, fakat mesafenin az olması nedeniyle zemine inmeden ikinci sıradaki yapılara çarpması olayı olarak nitelendirilmektedir. Seken akımlar; yapılar arası mesafenin çok az olması durumunda (yapılar arası mesafenin yapı yüksekliğine oranı >1.5), hava akımlarının düşük bir kısmının yapılar arasına girerek girdap etkisi oluşturması olayıdır. Bu durumlarda yapılar arasında hava sirkülasyonu oluşamayacağından zemin seviyesinde kirli alanlar oluşmaktadır (Şekil 3.8), (Hussain ve Lee, 1980; Oke, 1988; Zorer, 1992).



Şekil 3.8. a) Bağımsız pürüzlülük akımları b) Girişim akımları c) Seken akımlar (Oke, 1988).

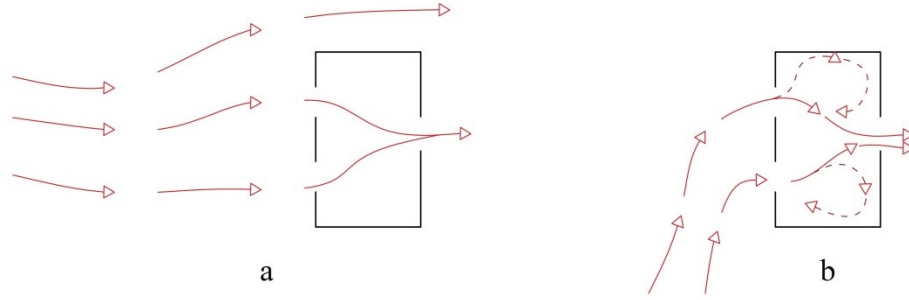


Şekil 3.9. a) Paralel konumlandırılmış yapılarda hava hareketi b) Kademeli konumlandırılmış yapılarda hava hareketi c) Rüzgâr koridoru oluşumu (Santamouris, 1998).

İklim; bina yönlenmesi, bina formu, mekânsal organizasyonlar, yapı kabuğu gibi mimari doku bileşenlerinin oluşturulma sürecinde doğrudan etkili bir parametre olduğundan mimarinin vazgeçilmez yapı taşıdır. Bu nedenle mimari tasarımının bir parçası olarak doğal havalandırma kavramı da iklim ile birebir ilişkilidir. Doğal havalandırma tasarlanırken oluşturulacak yapısal boşlukların iç iklimsel konfor koşulları üzerindeki pozitif veya negatif etkileri ve bu yapısal boşlukların estetik değeri mimari ve doğal havalandırmanın ortak paydasıdır. Doğal havalandırma sağlanırken bölgelere göre oluşan iklim tipleri ve bu iklim tiplerinde oluşan hava sıcaklığı, hava basıncı ve rüzgâr özellikleri gibi alt öğelerin gereksinimleri doğrultusunda alınacak kararlar önem arz etmektedir. İklim tipleri soğuk iklim, ılıman iklim, sıcak-nemli iklim ve sıcak kuru iklim olmak üzere dört farklı başlık altında incelenebilmektedir. Soğuk iklimlerde hava hareketleri hızlı ve soğuk bir şekilde olmaktadır. Bu iklimlerde gece süresince soğuyan havanın yoğunluğu artarak alçak bölgelere çökmektedir. Soğuk iklimlerde doğal havalandırma tasarlanırken dikkat edilecek en önemli unsur, iç mekân sıcaklığının dış ortamdan gelecek soğuk hava ile düşmesinin engellemektir. Hava sıcaklığının düşük olduğu bu bölgelerde daha kübik ve içe dönük yapılaşmaya rastlanmaktadır. İliman ve sıcak iklimlerde hava akımları oldukça güçlüdür. Bu iklim bölgelerinde güçlü hava akımlarının yapı içerisine getireceği partikül maddeler doğal havalandırma açısından dikkat edilmesi gereken unsurlardır. Nem durumuna bağlı olarak su ögesinin kullanıldığı daha dışa dönük ve avlulu tasarımlar sıcak iklimlerdeki yapı tipolojisi olarak göze çarpmaktadır (Akşit, 2005; Oral, 2007)

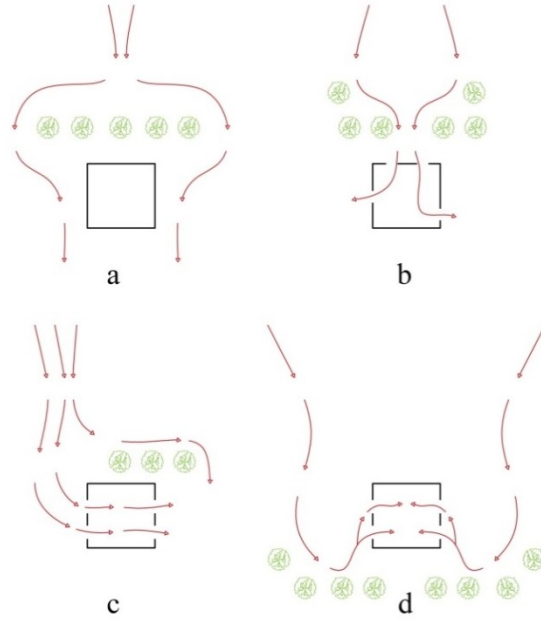
Yapı yönlenmesi, güneş ışığı ve hâkim rüzgâr yönünü doğal havalandırma da etkin bir şekilde kullanabilmek açısından önemlidir. Yapının güneş ışığı alan kısmında ısınan havanın basıncı düşerek yükselmekte ve yerini taze havaya bırakmaktadır. Isı tutan bu cephelerde bulunan mekanların ısınması, iç mekandaki daha serin mekanlardan bu kısımlara hava akımları oluşturarak sirkülasyon sağlamaktadır. Yapı yönlenmesi kapsamında doğal havalandırma üzerinde önemli bir diğer faktör olan hâkim rüzgâr yönü, iklim ve gece gündüz durumuna bağlı olarak bir bölgede rüzgârın yıl içerisinde en fazla estiği yön olarak tanımlanmaktadır. Hâkim rüzgâr yönünün yapıya geliş açısına bağlı olarak çeşitli boylarda rüzgâr gölgeleri oluşmaktadır. Rüzgâr gölgeleri dikkate alınarak doğal havalandırma için tasarlanan

yapısal boşlukların hâkim rüzgâr yönüne dik olması hareket hızı yüksek ve etkin olmayan bir havalandırma oluştururken hâkim rüzgâr yönünde eğimli olarak oluşturulan havalandırma daha etkin bir havalandırma tasarımı görülmektedir (Şekil 3.10), (Givoni, 1969; Heisler, 1990; Yılmaz, 2006).

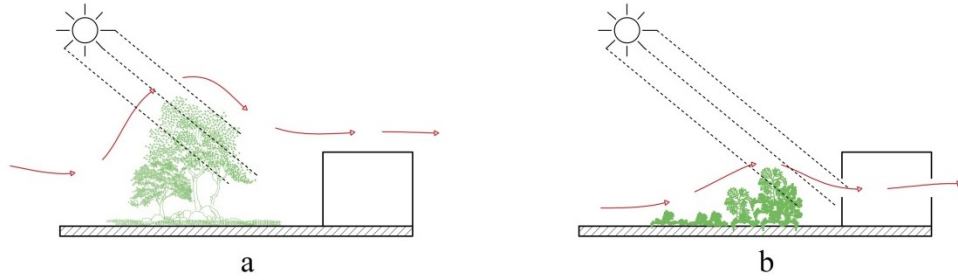


Şekil 3.10. a) Hakim rüzgar yönüne dik konumlandırılmış yapılarda oluşan hava sirkülasyonu b) Hakim rüzgar yönüne eğimli konumlandırılmış yapılarda oluşan hava sirkülasyonu (Givoni, 1981).

Peyzaj düzenlemeleri hava akımlarının yönlendirilmesine ve hızının değiştirilmesine olanak tanıyarak doğal havalandırmaya katkıda bulunmaktadır. Doğal havalandırma girişini sağlayan yapısal boşluğa uygun olarak tasarlanan peyzaj düzenlemelerinde hava hareketi yapı iç mekânına yönlendirilebilmektedir. Bu yönlendirme sağlanırken kullanılan ağaç, çalı ve kent mobilyaları gibi tüm peyzaj unsurlarının dizilimi, boyutu ve miktarını coğrafi yönlere göre doğru belirlemek gerekmektedir. Soğuk iklimlerde doğu ve batı cephelerde geniş gövdeli ağaçlar, sıcak iklimlerde güneye bakan cephelerde yaprak döken ağaçlar ve nem durumuna göre sarmaşıklar kullanmak mümkündür (Yılmaz, 2006; Darçın, 2008), (Şekil 3.11, Şekil 3.12).



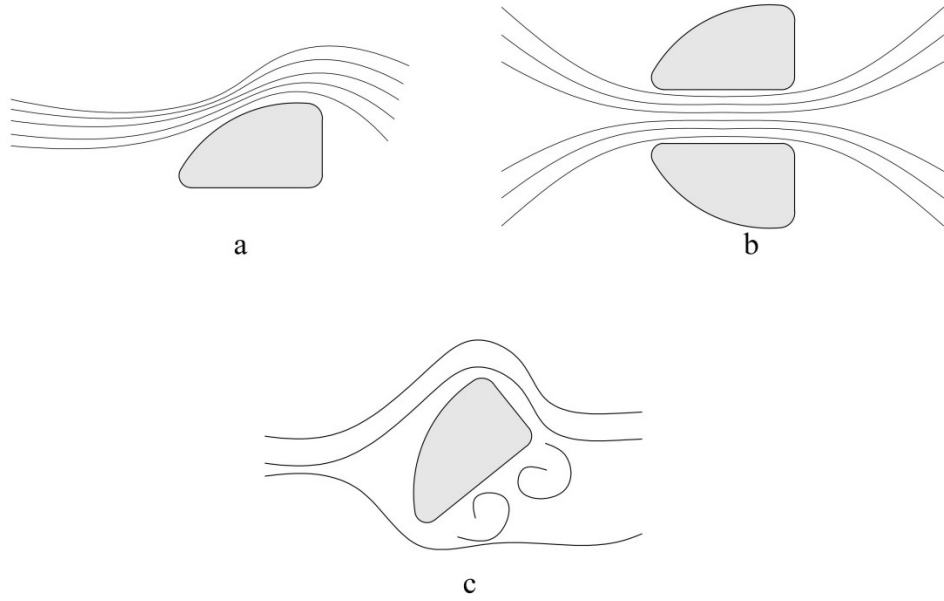
Şekil 3.11. Hava hareketinin yapıya yönlendirilmesi (White, 1955; Lechner, 2001).



Şekil 3.12. a) Gölgeleme sağlama ve hava hareketlerinden korunma amaçlı oluşturulan peyzaj düzenlemeleri b) Güneş ışığı ve hava hareketlerinden faydalanma amaçlı oluşturulan peyzaj düzenlemeleri (White, 1955).

Hava hareketleri temel olarak sıcaklık ve basınç farklılıkları ile oluşan iklim, dünya hareketleri kırsal-kentsel alan farklılığı ve yeryüzü şekillerine göre farklı özellikler sergileyen unsurlardır. Doğal havalandırma esasen bu hava hareketlerinin yönlenmesi ve hızı ile oluşan bir sistem olarak tanımlanabilmektedir. Hava hareketi yüksek basınç bölgesinden alçak basınç bölgesine belirli bir yön ve hızda ilerlemektedir. Bu hava hareketlerinin çeşitli engeller türleri ile karşılaşması sonucunda mevcut davranışlarının farklılaşmasına neden olabilmektedir. Hareket halindeki doğrusal hava akımını ani bir engel ile karşılaştığında yönü farklılaşarak çarptığı engel çevresinde türbülanslı hava akımları oluşturmasına neden olmaktadır. Hava akımının daha hassas bir şekilde engelle temas etmesi hızının artmasına ve

basıncının azalmasına neden olmaktadır. Bu durum ‘Bernoulli Etkisi’ olarak açıklanmaktadır. Hava akımlarının geliş doğrultusunda iki engel arasından geçişi, hızının artmasına ve basıncının düşmesine sebep olmaktadır. Bu durum ise ‘Venturi Etkisi’ olarak adlandırılmaktadır. Hava akımlarının bu hareketleri sonucunda oluşan pozitif ve negatif basınç alanları hava sirkülasyonlarını sağlayarak yapı içindeki hava hareketliliğini geliştirmektedir (Givoni, 1981; Yaşa, 2004), (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. a) Bernoulli etkisi b) Venturi etkisi c) Girdap oluşumu (Yaşa, 2004).

Doğal havalandırma üzerinde etkili son unsur olan atrium kullanımı doğal havalandırma üzerinde mekânsal ölçekte etkili olan parametrelerden biridir. Atriumlar buldukları yapı içerisinde doğal ve mekanik havalandırma sistemlerinin odak noktasını oluşturmaktadır. Tasarım sürecindeki verilerin doğru analiz edilerek uygun geometri ve yeterli boyutta tasarlanan bir atrium mekânı, hava hareketleri ve ısıl farklılıkları ile yapı içerisinde ihtiyaç duyulan havalandırma miktarını sağlayabilmektedir. Atrium hacminde bulunan hava ısı ve basınç farklarından dolayı atriumlarla bağlantılı mekanlar arasında sirkülasyon halinde bulunmaktadır. Atriumlu yapılarda;

- Dış ortamdaki hava akımına uygun biçimde oluşturulmuş yapı formu,
- Atrium boyutları ve örtü sistemi,

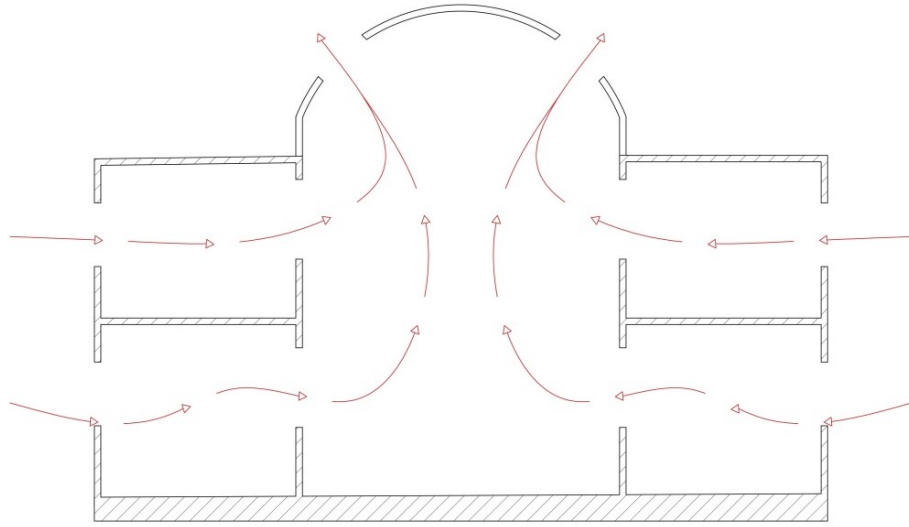
- Hava giriş ve çıkış ünitelerinin uygun boyutlarda bulunması,
- İklimsel veriler ile atrium form ve konumuna uygun havalandırma tipini belirlemek doğal havalandırma sistemlerinin ana bileşenlerini oluşturmaktadır (Göçer, 2006).

Atriumlu yapılarda havalandırma çalışmaları incelendiğinde, Kainlauri ve Vilmain (1993) yapmış oldukları çalışmada atrium tipi binalarda görülen problemleri ele almış, atriumlarda oluşan hava tabakaları nedeniyle mekânlara iletilen temiz hava miktarının farklı seviyelerde olması ve bu durumun iç mekân konforuna olumsuz etkilerini yok etmekte doğal havalandırmanın önemi üzerinde durulmuştur. Çalışmaya göre atrium çevresindeki mekânlardan gelen hava akımlarının problem teşkil ettiği belirlenmiştir. Moosavi vd. (2014) ise, atriumlardaki ısınmayı minimum düzeye indirmek için uygun havalandırma koşullarını incelemişlerdir. Çalışma kapsamında Malezya'nın Putrajaya kentinde bir ofis binasının atrium mekânı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmada baca etkisi ile havalandırma, çapraz havalandırma ve su duvarı yöntemi seçilerek 14 gün boyunca atriumda gerekli ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda çapraz havalandırmanın iç ortam sıcaklık ve nemi azaltmak için en etkin havalandırma yöntemi olduğu tespit edilmiştir. Peizhe vd. (2010) çalışmalarında dikdörtgen, yamuk ve ters yamuk formundaki atriumların yaz ve kış aylarına göre ısıl özellikleri ve havalandırma durumları simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda dikdörtgen formlu atriumun yazın sıcaklık düşüşü ve kışında ısı tutma özelliğinin yamuk ve ters yamuk formundaki atriumlara oranla daha verimli olduğu tespit edilmiştir. Simmonds (1994) yaptığı çalışmada doğal havalandırmanın atriumlarda oluşan hava tabakalaşması üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada belirlenen atrium alanından havalandırma yapılırken ve havalandırma olmadan ölçümler alınmış ve havalandırma yapılmayan mekândaki sıcaklığın, havalandırılan mekândaki sıcaklıktan 6°C fazla çıktığı tespit edilmiştir. Atriumlarda uygulanan havalandırma stratejileri atrium formu, yönlenmesi ve mekân içerisindeki konumuna göre farklı şekillerde yapılabilmektedir. Bu bölümde tez kapsamında seçilen yapıdaki atrium özellikleri göz önüne alınarak havalandırma stratejileri indirgenmiş ve yedi adet havalandırma örneği sunulmuştur. Sunulan tüm örneklerde atrium yapı merkezinde ve U formlu olarak ele alınmıştır.

Atriumlu yapılarda doğal havalandırma;

- Baca etkisi
- Çatı kanadı
- Çift kabuk cephe sistemleri
- Havalandırma menfezleri ve panjurlar
- Damperli rüzgâr kuleleri
- Çatı pencereleri
- Çapraz havalandırma sistemleri olmak üzere 7 farklı yolla yapılabilmektedir.

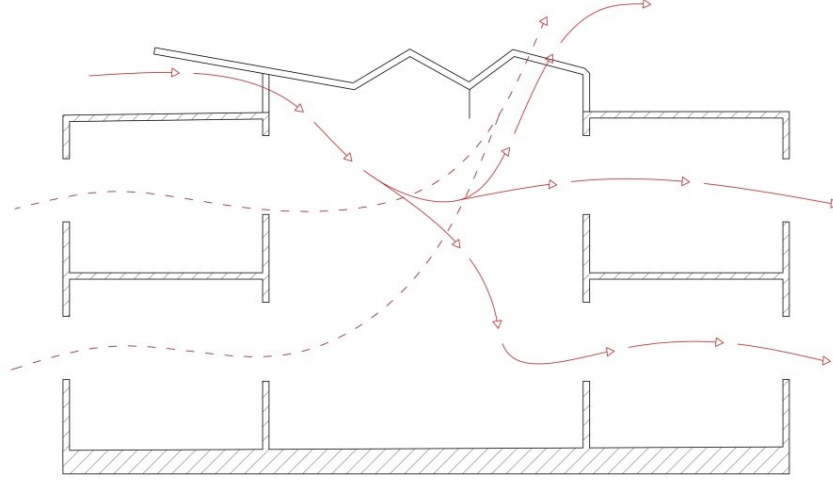
Atriumlu yapılarda baca etkisi kullanılarak oluşturulan havalandırma tipi yaygın olarak kullanılmaktadır. Baca etkisiyle oluşturulan havalandırma sistemlerinde ısınan havanın yükselerek basıncını yitirmesi, mekânın alt kısmında yüksek basınç bölgesi, üst kısmında ise alçak basınç bölgesi ve bu iki basınç bölgesi arasında basıncın eşit olduğu bir tampon bölge oluşmasına neden olmaktadır. Atriumlarda baca etkisinin etkin çalışabilmesi için oluşan bu tampon bölgenin birimler üzerinde olması gerekmektedir (Darçın, 2008), (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Atriumlarda baca etkisiyle havalandırma (Wood and Salib, 2013).

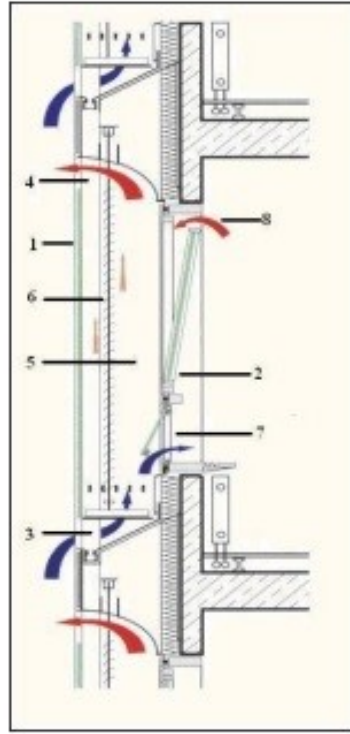
Çatı kanatlarının atriumlarda örtü sistemi olarak kullanılması hem estetik hem de havalandırma açısından faydalı olmaktadır. Çatı kanatları yapı içerisine giren hava hareketine ivme kazandırarak iç mekânda pozitif basınç bölgesi, dış mekânda ise

negatif basınç bölgesi oluşturmaktadır. Atriumlar yapı içerisinde bir geçiş alanı niteliğinden dolayı oluşan bu basınç farklılığı ile iç ve dış ortam arasındaki hava sirkülasyonunun devamlılığı sağlanabilmektedir (URL 1), (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Atriumlarda çatı kanadı ile havalandırma (URL 1).

Çift kabuk cephe sistemleri, teknolojik gelişimin cephe sistemlerine entegrasyonu sonucunda yaygın olarak kullanılan giydirme cephe sistemleri içerisinde ısı dengeyi sağlayabilmek ve dış ortam kaynaklı gürültü faktörünün iç mekâna geçişini kısıtlamak amacı ile tasarlanmış bir cephe sistemidir. Bu cephe sistemlerinde yapı kabuğu ile giydirme cephe arasında 20cm-2m arasında değişen, mekân içerisine temiz hava girişi ve kirli hava çıkışını sağlayan bir tampon bölge oluşturularak havalandırma sağlanabilmektedir. Oluşturulan tampon bölgede yaz döneminde menfezler doğal havalandırma ve soğutma görevi üstlenirken kış mevsiminde menfezlerin kapatılması ile bu tampon bölgeler ısı yalıtımı sağlamaktadır (Lakot, 2007; Çakır, 2012), (Şekil 3.16).



1. Dış Kabuk
2. Sabit veya Açılan İç Kabuk
3. Dış Ortamdan Hava Girişi
4. Dış Ortama Hava Çıkışı
5. Hava Boşluğu
6. Güneş Kontrol Elemanları
7. İç Ortama Açılan Alt Pencere
8. İç Ortama Açılan Üst Pencere

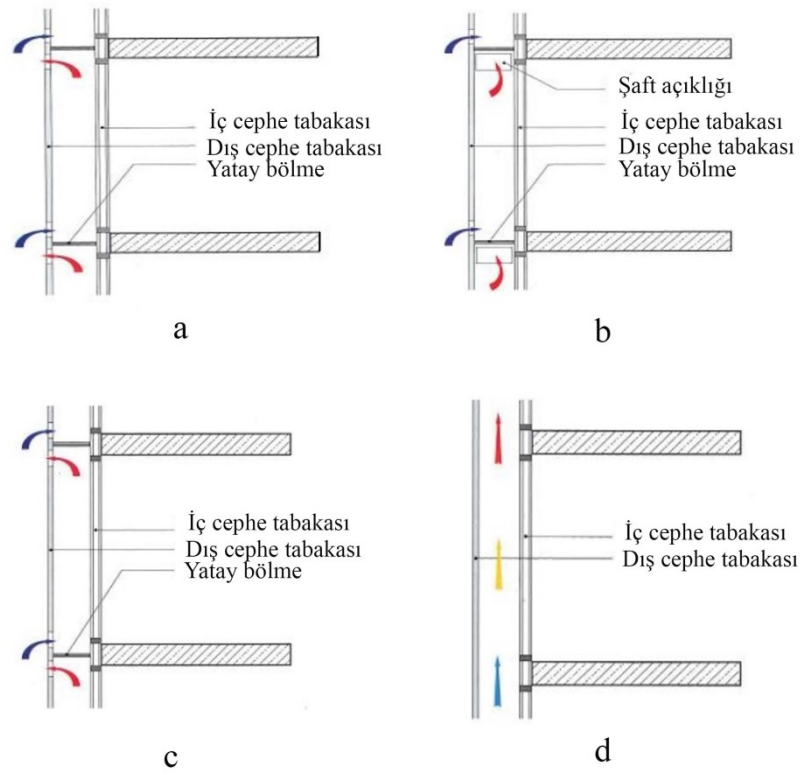
Şekil 3.16. Çift kabuk cephe sistemlerinin çalışma prensibi (Çakır, 2012).

Çift kabuk cephe sistemleri;

- Kutu pencere tipi çift kabuk cephe
- Şaft tipi çift kabuk cephe
- Kat yüksekliğinde koridor tipi çift cephe
- Bina yüksekliğinde çift kabuk cephe sistemleri olmak üzere dört farklı şekilde tasarlanabilmektedir (Lakot, 2007; Çakır, 2012).

Kutu pencere tipi çift kabuk cephe sistemleri, gürültü seviyesinin yüksek olduğu bölgelerde mekân genişliği ile eşdeğer boyutta yatay ve düşey düzlemde komşu mekânlardan ayrı bir tampon bölge oluşturularak sağlanan havalandırma sistemidir (Şekil 3.17/a). Şaft tipi kabuk cephe sistemleri, her katta temiz havayı iç mekâna iletecek açıklıklar barındıran, cephenin belirli kısımlarında yapı yüksekliğince devam eden sistemlerdir. Bu sistemlerde kirli havanın tahliyesi tampon bölgenin en üst kotunda bulunan menfezler aracılığıyla sağlanmaktadır (Şekil 3.17/b). Kat yüksekliğinde koridor tipi cephe sistemleri, her katta ayrı olacak şekilde döşeme seviyesinde temiz havayı iç mekâna alan menfezler, tavan seviyesinde kirli havanın

taahliyesini sağlayan menfezler kurgulanarak oluşturulan sistemlerdir. Yapı içerisindeki mekânların işlev ve kullanım durumuna bağlı olarak havalandırma gereksiniminin farklı düzeylerde olması bu sistemlerin yaygın olarak tercih edilmesine olanak sağlamaktadır (şekil 3.17/c). Bina yüksekliğindeki çift kabuk cephe sistemleri, tasarlanan tampon bölgenin yapı yüksekliği boyunca devam ettiği durumlarda zemin kat seviyesinden temiz hava girişi, çatı kotundan ise kirli hava çıkışı sağlayacak şekilde boşluklar oluşturulması ile sağlanan havalandırma sistemleridir (şekil 3.17/d) (Lakot, 2007; Alibaba ve zdeniz, 2011; akır, 2012).



şekil 3.17. a) Kutu pencere tipi çift kabuk cephe b) şaft tipi çift kabuk cephe c) Kat yüksekliğinde koridor tipi çift cephe d) Bina yüksekliğinde çift kabuk cephe (Panagiotis, 2014; Eslamirad ve Sanei, 2016).

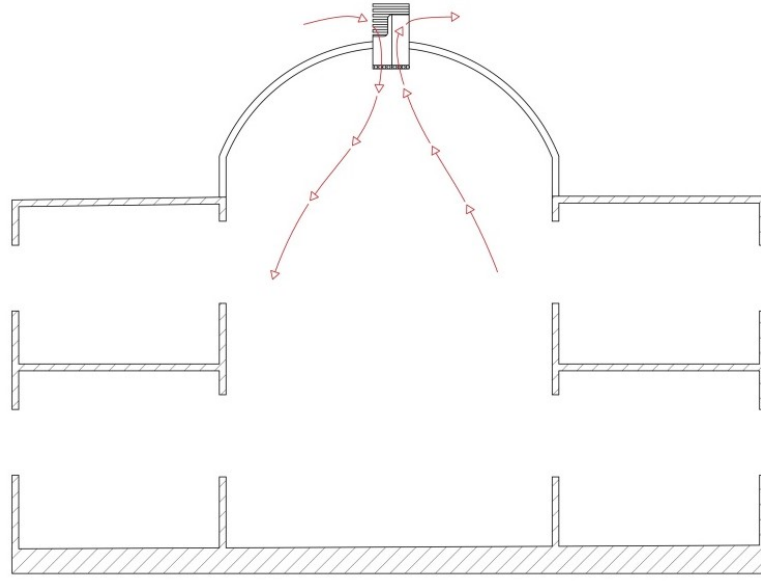
Panjurlar hava girişinin sağlanması istendiği açıklıklarda hava geçişi ve gölgelenmeyi sağlayan metal veya cam yapraklı elemanlardır. Yatay veya dikey olarak kullanılabilen panjurlar, büyük açıklıklarda ısı ve kirli havanın tahliyesi sağlamakla beraber doğal havalandırma ile i ortama girecek olan partikül madde miktarını da sınırlamaktadır (Dikmen, 2016). Havalandırma menfezleri ile birlikte kompozit bir

sistem oluşturan bu elemanlar son yıllarda yalıtım özellikleri dayanım kazanmıştır. Hava giriş kontrolü ve akustik özellikleri ile dikkat çeken yalıtımlı menfezlerin ısıya duyarlı örnekleri de üretime başlamıştır. Yalıtımlı menfezlerin, en tipik özellikleri havalandırmayı sağlarken güneş ısısı kazanımını iç mekân koşullarına göre azaltma ya da artırmayı sağlamasıdır. Muraoka vd. (2001) yaptıkları çalışmada alüminyum malzemeden oluşan 30*30*7.5 ebatlarında yalıtımlı menfezin ısı özelliklerini değerlendirmek amacıyla laboratuvar koşullarında deneyler gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre deney sonucu elde edilen bulguların teorik veriler ile uyduğu saptanmıştır (URL 2), (Şekil 3.18).



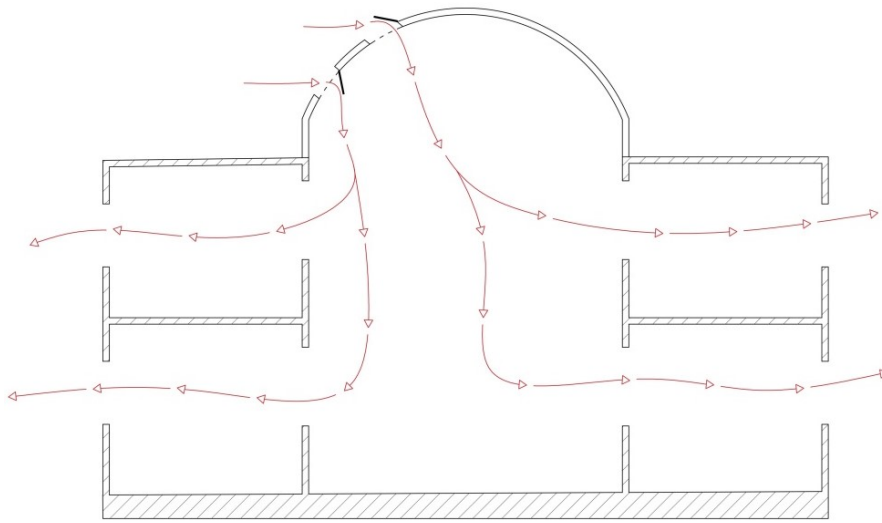
Şekil 3.18. Yalıtımlı menfez örneği (URL 2).

Rüzgâr kuleleri modern dünyada eski kullanımlarına nazaran daha esnek tasarım imkânları sağlamaktadır. Hava akımının temas ettiği yüzeyde oluşan pozitif basınç etkisi ile taze havanın mekân içine girişi sağlanmaktadır. İç mekânda ısınan havanın yükselmesi ile hava akımının tersi yönde oluşan negatif basınç bölgesinden tahliye sağlanmaktadır. Damperli rüzgâr kuleleri gürültü, sıcaklık, nem ve CO₂'ye duyarlı sensörleri sayesinde iç ortam koşullarını da kontrol edebilmektedir (Parker ve Teekaram, 2005), (Şekil 3.19).



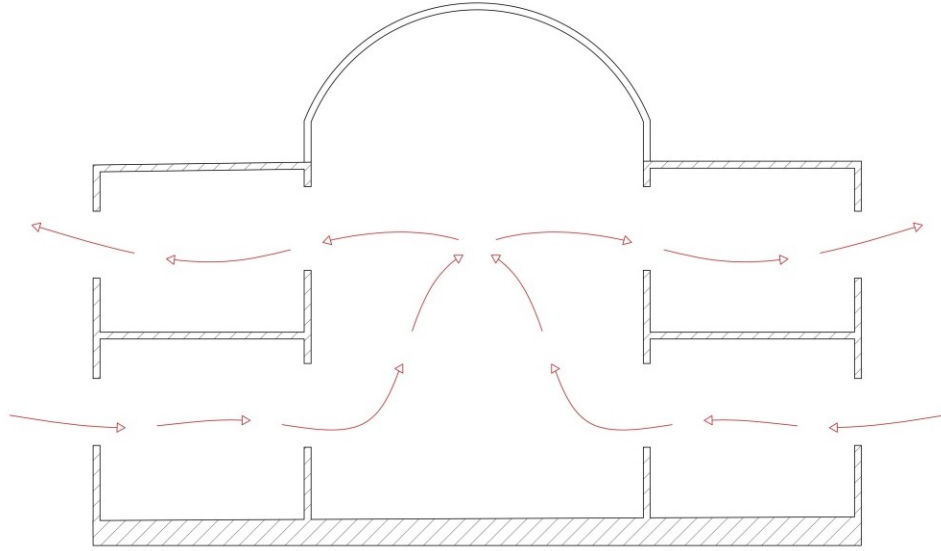
Şekil 3.19. Atriumlarda damperli rüzgâr kulesi ile havalandırma (Parker ve Teekaram, 2005).

Çatı pencereleri örtü sistemi ve rüzgâr eğimine bağlı olarak farklı havalandırma sistemleri tanımlamaktadır. Rüzgârın $>30^\circ$ eğimde bulunduğu durumlarda çatı üzerinde negatif basınç etkisi oluşturmaktadır. Oluşan bu basınç etkisi havanın çatı penceresinden emilimine olanak sağlamaktadır. Çatı üzerinde oluşturulacak bu pencerelerde panjur kullanımı ile havanın yönlendirilmesi ve hızı sağlanabilmektedir (URL 3), (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Atriumlarda çatı penceresi ile havalandırma (URL 3).

Atriumlu yapılarda çapraz havalandırma mekân boyutlarının uygun bulunduğu koşullarda uygulanabilmektedir. Atrium mekânlarının yapı ortasında bulunduğu durumlarda atriumun sağ tarafındaki mekânlarından alınan hava atriuma ulaşarak ısınıp yükselmekte ve bir üst katta atriumun sol tarafındaki mekânlardan çıkış yapmaktadır (URL 4), (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Atriumlarda çapraz havalandırma (URL 4).

Yapı iç iklimsel konforunun doğal yöntemler ile standart düzeylerde tutabilmek için atrium mekanları önem arz etmektedir. Isıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri için bir odak noktası oluşturan bu mekanların günümüzde esnek yapımsal koşullar ile tasarlanarak uygulanması ile hem konfor koşulları açısından hem de ekonomik açıdan kazanç sağlayacağı muhtemeldir.

BÖLÜM 4

MATERYAL VE METOT

4.1. MATERYAL

Çalışma kapsamında atriumlu yapılarda iç mekân hava kalitesinin belirlenmesi ve buna bağlı olarak iyileştirme önerilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla çalışma alanı seçimi ve simülasyon programı tercihi oldukça önemlidir. Bu bölüm başlığı altında çalışma alanı olarak seçilen Kamil Güleç Kütüphanesi detaylı olarak incelenmiş ve alanın tercih edilme nedenleri sıralanmıştır. Ayrıca IDA ICE programı ile ilgili bilgiler verilerek program tanıtılmıştır.

4.1.1. Kamil Güleç Kütüphanesi

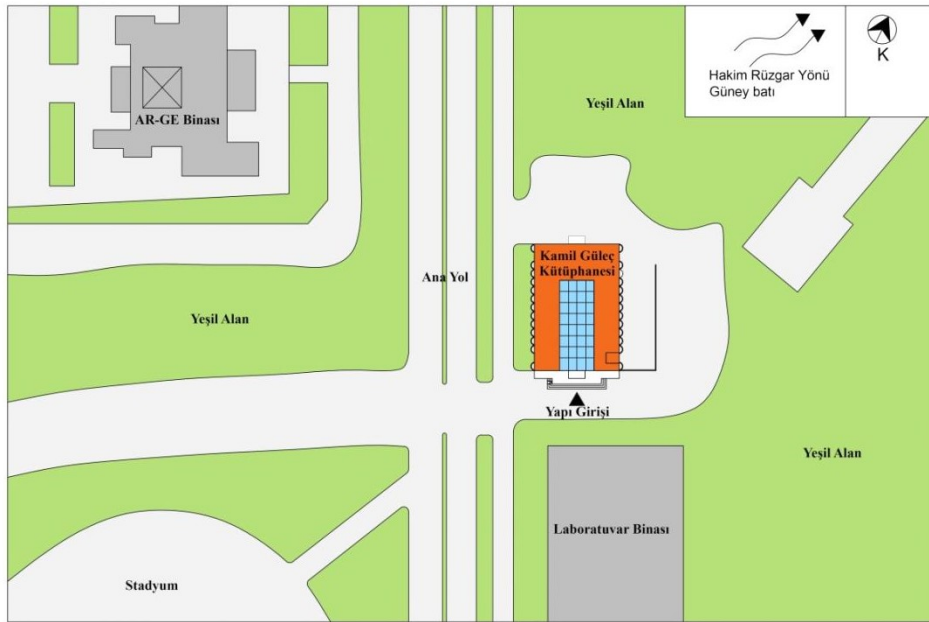
Tez kapsamında atriumlu yapıların doğal havalandırma yöntemleri ile iyileştirilebileceğinin ispat edilmesine yönelik alan çalışması olarak Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi seçilmiştir. Kütüphanenin hem atriumlu bir plan şemasına sahip olması hem de yüksek sayıda kullanıcı tarafından kullanılması çalışma kapsamına alınmasının önemli nedenleri olarak sayılabilmektedir.

Çalışma alanı olarak ele alınan Kamil Güleç Kütüphanesi'nde iç mekân konfor şartları ve doğal havalandırma stratejilerinin etkin bir şekilde sağlanabilmesi yapının yakın çevresindeki doğal ve yapma çevre ile birebir ilişkilidir. Bu amaçla yapının yakın çevresinde bulunan doğal ve yapay unsurlar bölgeler halinde irdelenerek Şekil 4.1.'de verilmiştir. Şekil 4.1. ele alındığında kütüphanenin bulunduğu kampüs yerleşkesinin araç çayı ile şekillenen vadinin güney yamacında bulunduğu ve eğimli topografyanın merkezine konumlandığı görülmektedir. Yapının bulunduğu konum



Şekil 4.2. a)Yapı yakın çevresinde oluşan hava akımları b) Yamaçtan oluşan hava akımları.

Kamil Güleç Kütüphanesi, kuzey batı-güney doğu yönünde konumlandırılmış 25 m-37.5 m boyutlarında dikdörtgen bir plan şemasına sahiptir. Yapının dış mekân özellikleri incelendiğinde, kuzey cephesinin baktığı tarafta yapının bulunmadığı, güney cephesinin yönlendiği boşlukta ise üniversitenin laboratuvar binasının yer aldığı görülmektedir. Güney batı cephesi ise az katlı spor kompleksine, kuzey batı cephesi ise AR-GE binasına yönlenmektedir (Şekil 4.3).



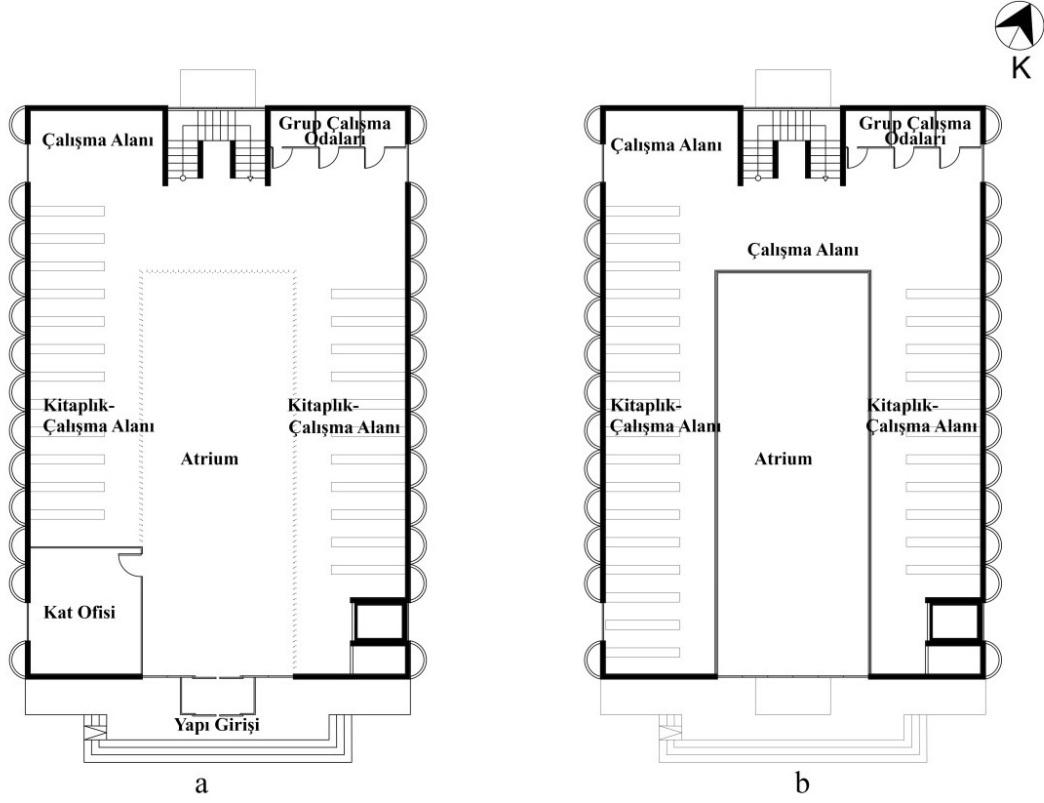
Şekil 4.3. Kamil Güleç Kütüphanesi vaziyet planı.

Binaya girişler güney doğu ve kuzey batı cephesinden çift kanatlı otomatik bir kapı ile sağlanmaktadır. Plan şemasında giriş aksını tanımlayan atrium alanı 10.5 m-8.4 m boyutunda ve yapı sirkülasyon aksının merkezinde konumlanmaktadır. Atrium zemin ve 1. kat boyunca devam edip, 10.2 m yüksekliğindedir. Yapının taşıyıcı sistemi de göz önüne alındığında atrium çeperlerinde bulunan sekiz adet kolonun iç mekânda alanı fiziksel olarak tanımladığı görülmektedir. Mekânın zemin kaplaması albedo değeri yüksek beyaz granit kaplama, çeperleri ise albedo değeri düşük ahşap kompozit kaplama olarak tasarlanmıştır. Çelik ve camdan oluşan basık kemer formunda kompozit örtü sistemi çatı kotunda çıkıntı yaparak mekânın gün ışığı almasına olanak tanımaktadır.



Şekil 4.4. Kamil Güleç Kütüphanesi ve yakın çevre 3D modeli.

Çelik taşıyıcılı cam örtü sistemi ile kaplı atriumla oluşturulan sirkülasyon aksı cam giydirme cephe, yapının diğer cepheleri kompozit giydirme cephedir. Atriumun doğu ve batı kısmı simetrik olarak çalışma alanları ve kitap raflarından oluşmaktadır. Kuzey doğu cephesinde merdiven ve asansör bloğuna bitişik zemin ve 1. katta üçer adet olmak üzere toplamda 6 adet grup çalışma odası mevcuttur (Şekil 4.4, 4.5.)



Şekil 4.5. a) Kamil Güleç Kütüphanesi zemin kat planı b) Kamil Güleç Kütüphanesi 1. kat planı.

Yapının 1445 m² olan yüzey alanınının 275.3 m²'si (tüm alanın %19'u) cam giydirme cephe olarak tasarlanmış olduğu görülmektedir (Şekil 4.6-Şekil 4.7.). Yapıda kuzey batı cephesinde iç mekânda kapı giriş aksında kuzey batı cephe ile bitişik üç kollu bir merdiven ve kuzey doğu cephesinde bulunan bir asansör ile katlar arası sirkülasyon sağlanmaktadır. Yapıda toplantı salonu, idari birimler, teknik hacimler, wc-mescit birimlerinden oluşan bodrum kat, danışma-güvenlik, ödünç kitap bölümü, kitaplık-çalışma alanları, grup çalışma odaları ve kat ofisi birimlerinden oluşan zemin kat, ödünç kitap bölümü, kitaplık-çalışma alanları, grup çalışma odaları birimlerinden oluşan 1. Kat bulunmaktadır (Şekil 4.8). Yapıda kullanılan ayrıntılı malzeme bilgileri ve mekânlara ait teknik detaylar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yapıdaki mahallerde malzeme kullanımı ve mahallerin fiziksel özellikleri.

Kat Adı	Mekân Adı	Yönlendirme	Alanı (m ²)	Duvar Malzemeleri	Döşeme Malzemeleri	Tavan Malzemeleri	Kat yüksekliği
Zemin Kat	Atrium	GD	88.2	(Atrium çeperi kolonlar) -B.A. Kolon -Ahşap Kompozit Kaplama	-Granit Yer Kaplaması -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme	-	
	Kitaplık-Çalışma Alanı	GD GB	725	-Su Bazlı Plastik Boya -Sıva Saten Alçı -Gazbeton Duvar -Kompozit Giydirme Cephe	-Tekstil Yer Kaplaması -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme	-Taş Yünü Asma Tavan -B.A. Döşeme	
	Kat Ofisi	GB	75	-Su Bazlı Plastik Boya -Sıva Saten Alçı -Gazbeton Duvar -Kompozit Giydirme Cephe	-Tekstil Yer Kaplaması -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme	-Taş Yünü Asma Tavan -B.A. Döşeme	
	Merdiven	KB	28.8	-Giydirme Cam Cephe	-Mermer Kaplama -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme	-	
	Grup Çalışma Odası (3 adet)	KD	20	-Su Bazlı Plastik Boya -Sıva Saten Alçı -Gazbeton Duvar -Kompozit Giydirme Cephe	-Tekstil Yer Kaplaması -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme	-Taş Yünü Asma Tavan -B.A. Döşeme	

Çizelge 4.1 (devam ediyor)

1.Kat	Atrium	GD	88.2	(Atrium çerperi kolonlar) -B.A. Kolon -Ahşap Kompozit Kaplama	-	-Çelik taşıyıcı cam örtü sistemi	
	Kitaplık-Çalışma Alanı	GD GB	800	-Su Bazlı Plastik Boya -Sıva Saten Alçı -Gazbeton Duvar -Kompozit Giydirme Cephe	-Tekstil Yer Kaplaması -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme	-Taş Yünü Asma Tavan -B.A. Döşeme	
	Merdiven	KB	28.8	-Giydirme Cam Cephe	-Mermer Kaplama -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme	-Şap Yüzey Düzleştiricisi -PVC Membran -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme -Tavan Sıvası -Su Bazlı Plastik Boya	
	Grup Çalışma Odası (3 adet)	KD	20	-Su Bazlı Plastik Boya -Sıva Saten Alçı -Gazbeton Duvar -Kompozit Giydirme Cephe	-Tekstil Yer Kaplaması -Tesviye Betonu -B.A. Döşeme	-Taş Yünü Asma Tavan -B.A. Döşeme	



Şekil 4.6. Kamil Güleç Kütüphanesi kuzey ve güney cephesi.



Şekil 4.7. Kamil Güleç Kütüphanesi batı ve doğu cephesi (URL 5).



Şekil 4.8. Kamil Güleç Kütüphanesi zemin ve 1.kat iç mekan görünümleri (URL 5,6).

4.1.2. Simülasyon Programı

Çalışmada, yapının iyileştirme önerilerinin analizi için IDA ICE programı kullanılmıştır. IDA ICE programı, yapı içi enerji tüketimi, ısı konfor şartları, aydınlatma, ısıtma ve soğutma yükleri, CO₂ miktarı, nem miktarı ve PMV-PPD hesaplarını simüle ederek iç mekan konforu ile ilgili çıktılar sunan bir simülasyon programıdır. İç mekân konforuna yönelik çalışmalarda IDA ICE programının kullanıldığı Mateo ve Aranaz (2011), Mohseni et al. (2016), Hilliaho et al. (2015), Karlsen et al. (2015) bilimsel çalışmalar mevcuttur. Çalışmalarda programın iç mekân konforunu belirlemek amacıyla kullanımının uygun olduğu belirtilmektedir. Program, meteorolojik verilerle, yapı ve yapı çevresi ile ilgili tüm verilerin birlikte değerlendirilebildiği bir altyapı sunmaktadır. Programın kendi bünyesinde modelleme imkânı bulunmasının yanı sıra Archicad, Revit, Autocad ve Magicad tabanlı programlardan oluşturulan IFC modellerinin de yüklemesi gerçekleştirilebilmektedir. IDA ICE programı modüler bir yapıya sahiptir ve bu özelliğinden dolayı modelde kullanıcının belirlediği zonlara (bölgelere) göre ayrı ayrı çıktılar sunabilmektedir. Bu özelliğine paralel olarak yapı bütünü kapsayan çıktılar da kullanıcılara aktarabilmektedir (URL 7).

Programdan elde edilen çıktılar aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

- Bölgesel ısı ve enerji dengeleri: güneş radyasyonu, aydınlatma, mekanik havalandırma, ısıtma ve soğutma cihazları, hava kaçağı, ısı köprüsü kayıpları ve yüzey iletimi
- Hava ve yüzey sıcaklıkları
- Gün ışığı miktarı ve aydınlatma düzeyi
- Bina doluluk oranına bağlı çıktılar: komşu yapılar ve peyzaj unsurları
- Isı ve kütle transferi: yüzeylerin ve hava akımlarının ayrıntılı ısı akıları
- İç mekân hava kalitesi: CO₂, PM, sıcaklık, nem seviyeleri ve hava değişim oranı
- Konfor endeksleri: PPD ve PMV,
- Enerji talebi: zamana bağlı fiyatlara dayalı enerji maliyetleri, birincil enerji sonuçları ve CO₂ emisyonu dahil olmak üzere uygulamaya göre ayrılan toplam enerji olarak sıralanmaktadır (URL 8).

Proje içerisinde, iç mekan konfor şartları ve bu şartlar üzerinde etkili olan tüm parametrelerin birlikte değerlendirilip, uygun iyileştirme önerisinin belirlenmesi açısından simülasyon programı büyük önem arz etmektedir. Tüm koşullar değerlendirildiğinde iç mekân hava kalitesine etki eden faktörlerin aynı perspektifte değerlendirilebildiği IDA ICE programı, mevcut içerisindeki değerli programlardan biri olarak görülmektedir. Hem ısı konforu hem de CO2 değerini simüle edebilmesi açısından iç mekân hava kalitesi çalışmalarında büyük oranda kullanılan programın sapma değeri de Çizelge 5.4’de görülebileceği üzere verinin kabul edilebilmesi için verilen üst sapma değerinin çok altında kalmaktadır.

4.2.METOT

İç mekân hava kirliliğinin saptanması ve doğrulanması sürecinde yapısal elemanlar ve çevresel etkilerin beraber değerlendirildiğinde, yapı ölçeğinde etkin bir yol izlemek ile olası risk faktörlerinin varlığı saptanabilmektedir. Bu bağlamda tez kapsamında, yapının iç mekan hava kirliliğinin belirlenmesi ve iyileştirme önerilerinin belirlenmesinde kullanılacak simülasyon programının doğrulanması için yerinde ölçümler yapılmıştır. Ayrıca yapının iç mekân hava kalitesinin nicel olarak belirlenmesine ek olarak kullanıcıların iç mekân hava kalitesine yönelik memnuniyet durumunun belirlenmesi amacıyla anket yöntemi uygulanmıştır. Yapının iç mekân hava kalitesinin belirlenmesi sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde, hava kalitesinin iyileştirilmesine ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Bu bağlamda yapının mevcut elemanlarında değişiklik yapılmadan, ek yapı elemanları ve küçük yapısal değişikliklerle doğal havalandırma yöntemi kullanılarak iyileştirme önerileri sunulmuştur. Bu bölümde yukarıda sözü edilen yöntemler detaylı olarak açıklanmıştır.

4.2.1. İç Mekân Isıl Konfor ve Hava Kalitesinin Belirlenmesi

Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi iç mekân hava kalitesinin belirlenmesi ve iyileştirme önerilerinin sunulmasına yönelik kullanılacak simülasyon programının doğruluk analizini değerlendirmek için iç mekanda iç mekan hava kalitesi belirleme ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler her katta birbirine uzak ve hava

akımının olmadığı 3 farklı nokta belirlenerek gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.10). Ölçüm zamanlarına karar verilirken kütüphanenin sınav zamanları daha çok kullanılacağı düşüncesiyle 30.12.2019-03.01.2020 aralığı kış dönemi için belirlenmiştir. Yaz dönemi için de mayıs ayında ölçüm periyodu belirlense de, COVID 19 salgını ve uzaktan eğitim nedeniyle kütüphanede öğrenci olmaması nedeniyle bu ölçümler gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle simülasyon programının doğrulanmasında kış döneminden edinilen veriler kullanılmıştır.

Kış dönemi için belirlenen dönemde, Çizelge 4.2’de görülebileceği üzere ölçümler 5 gün boyunca kütüphanenin en yoğun olduğu zamanlar olan 10:00-19:00 saatleri arasında 30 dk’lık frekanslarla her ölçüm 3’er kez tekrarlanarak yapılmıştır. 30 dk’da bir alınan 3 ölçümün aritmetik ortalaması alınarak ortalama değerler belirlenmiştir. İç mekân ısı konforunun ve hava kalitesinin belirlenmesi için sıcaklık ve nem gibi ısı konfor, CO₂, TUOB, Formaldehit, Partikül madde/PM (PM_{0,3}, PM_{0,5}, PM₁,PM_{2,5}, PM₅, PM₁₀) gibi iç mekân kirletici miktarları Çizelge 4.3’te özellikleri verilen ve Şekil 4.9’de görülen cihazlarla tespit edilmiştir. Her iç mekân kirleticisine yönelik elde edilen veriler uluslararası kurum ve kuruluşların (US-EPA, WHO, WSHD, ASHRAE, HONG-KONG) belirlediği sınır değerlere göre irdelenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.2. Ölçümlere ait bilgiler.

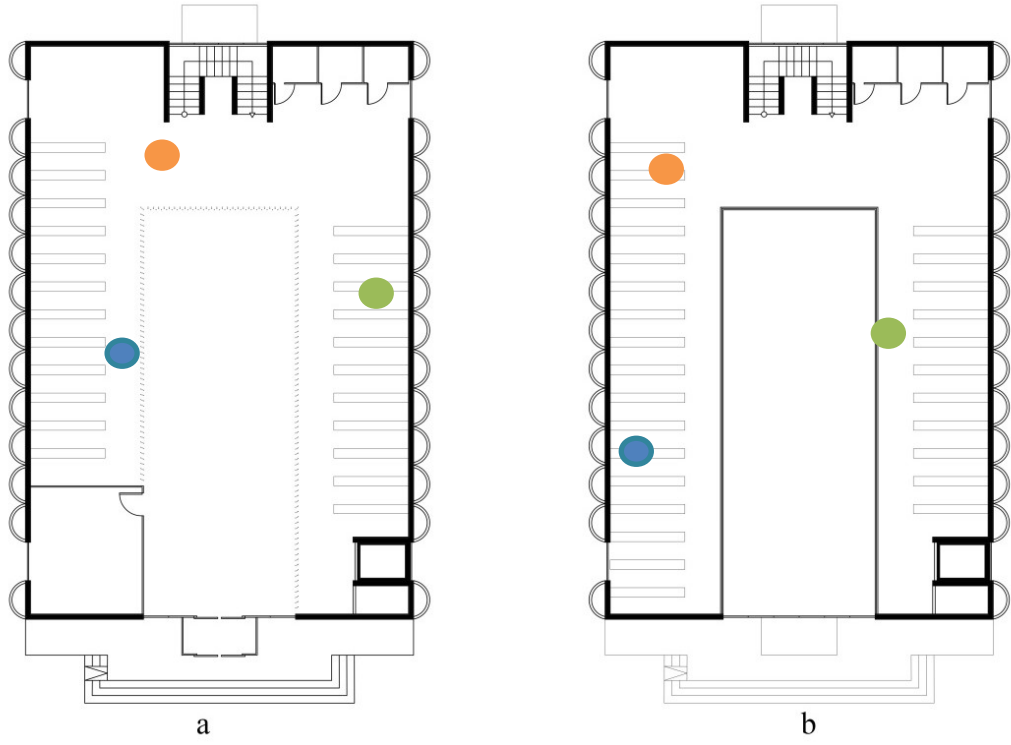
Ölçüm süresi	5 gün- 30.12.2019, 31.12.2019, 02.01.2020, 03.01.2020, 06.01.2020
Zaman aralığı	10:00-19:00
Ölçüm niteliği	Sıcaklık ve nem, CO ₂ , TUOB, Formaldehit, PM _{0,3} , PM _{0,5} , PM ₁ ,PM _{2,5} , PM ₅ , PM ₁₀
Ölçüm sıklığı	30dk
Ölçüm yerleri	Her bir katta homojen olarak belirlenen 3 farklı nokta

Çizelge 4.3.Ölçümlerde kullanılan cihazlar ve özellikleri.

Ölçüm cihazı	İşlevi	Teknik özellikleri
Extech CO250	CO ₂ , Nem ve Sıcaklık Ölçümü	Ölçüm aralığı: 0-9,999 ppm Hassasiyet: 1ppm
Extech VPC300	Partikül madde ölçümü	PM _{0,3} , PM _{0,5} , PM ₁ ,PM _{2,5} , PM ₅ , PM ₁₀ partikül ölçümü
Extech VFM 200	TUOB ve formaldehit ölçümü	TUOB ölçüm aralığı: 0.00-9.99 ppm Formaldehit ölçüm aralığı: 0.00-5.00 ppm Hassasiyet: ±5% FS
Extech 407732	Gürültü Ölçümü	Ölçüm aralığı: Düşük: 35-100dB Yüksek: 65-130dB



Şekil 4.9. a) Extech CO250 CO₂ ölçüm cihazı b) Extech VPC300 partikül ölçüm cihazı c) Extech VFM 200 TUOB ve formaldehit ölçüm cihazı d) Extech 407732 gürültü ölçüm cihazı.



Şekil 4.10. a) Zemin kat ölçüm noktaları b) 1. Kat ölçüm noktaları.

Çizelge 4.4. Uluslararası kurumlara göre iç mekân ısıl konforu (sıcaklık ve nem) ve hava kalitesine (CO₂ ve TUOB) yönelik belirlediği sınır değerleri.

Parametreler	US-EPA	WHO	WSHD	ASHRAE	HONG-KONG
CO ₂ (ppm)	1000	1000	1000	1000	800
TUOB (ppm)	3	1-3	1-3	2	-
Sıcaklık (°C)	22,5-25,5	22,5-25,5	22,5-25,5	22,5-25,5	22,5-25,5
Nem (%)	<70	<70	40-70	30-60	40-70

Çizelge 4.5. PM sınır değerleri (Extech, 2020).

PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Uygun	Kabul edilebilir	Kabul edilemez
PM _{0.3}	0-100000	100001-250000	250001-500000
PM _{0.5}	0-35200	35201-87500	87501-175000
PM ₁	0-8320	8321-20800	20801-41600
PM _{2.5}	0-545	546-1362	1363-2724
PM ₅	0-193	194-483	484-966
PM ₁₀	0-68	69-170	171-340

4.2.2. İç Mekân Isıl Konfor ve Hava Kalitesi Bağlamında Kullanıcı Memnuniyetinin Belirlenmesi

Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi'nin iç mekân ısı konfor ve hava kalitesinin yapıyı kullanan kişilerdeki durumunu ve bu bağlamda kullanıcı memnuniyet düzeyini belirlemek amacıyla kütüphaneyi kullanan kişilere 12 sorudan oluşan bir anket düzenlenmiştir. Düzenlenen ankette kullanıcılara iç mekânda ısı konforunun yeterliliği, iç mekân hava hareketi ve hava kalitesi, yapı iç mekân konforuna yönelik sorular yöneltilmiştir. Ankette ısı konforu bağlamında hazırlanan sorular ve cevap şıkları Fanger Modeli'nde belirtilen konfor aralıkları esas alınarak hazırlanmıştır. Anket yönteminde kullanılan sorular ve alınabilecek cevaplar Şekil Ek 1.A'da verilmiştir.

Anket yönteminde anket yapılacak kişi sayısının belirlenmesi amacıyla örneklem büyüklüğünün belirlenmesi gerekmektedir. Örneklem büyüklüğü Eşitlik 4.2 (Deniz ve Çoban, 2016) yardımıyla belirlenmiştir.

$$n = \frac{N.t^2.p.q}{((N-1).d^2)+(t^2.p.q)} \quad (4.2.)$$

Burada:

n: Örneklem büyüklüğü

N: Evren büyüklüğü

t: Güven aralığı

p: Araştırılan olayın gerçekleşme olasılığı

q (1-p): Araştırılan olayın gerçekleşmeme olasılığı

d: Kabul edilen örnekleme hatası

Örneklem büyüklüğünün tespiti için kütüphaneyi ziyaret eden kullanıcı sayısı beş gün boyunca izlenmiş, saat 10:00-19:00 saatleri arasında kütüphaneyi iki saat ve üzeri kullanan kişi sayısı 1030 olarak tespit edilmiştir. Bu sayı anket yöntemindeki evren büyüklüğü olarak kullanılmıştır.

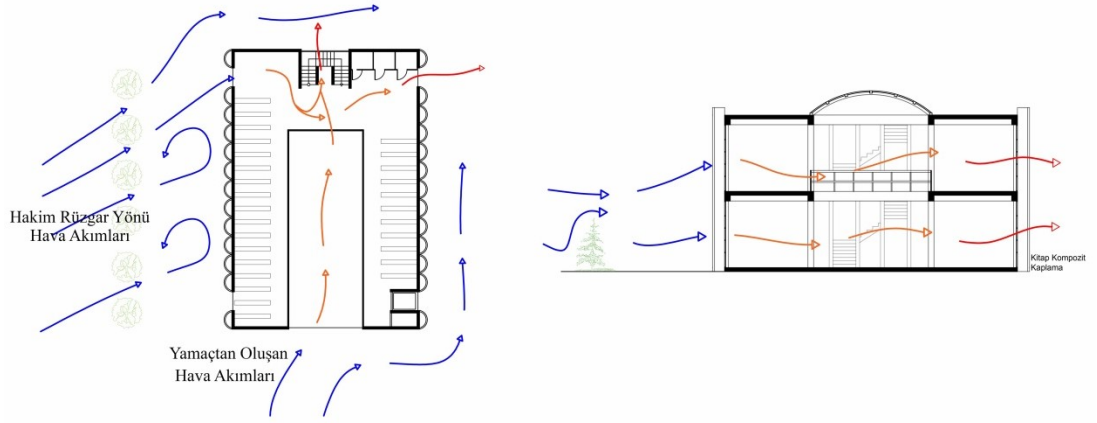
Anket yöntemi için güven aralığı (t) %95 (a=0.05 için t=1.96), kabul edilen örnekleme hatası (d) 0.05, araştırılan olayın gerçekleşme olasılığı (p) 0.5 ve araştırılan olayın gerçekleşmeme olasılığı (q) 0.5 olarak kabul edilmiştir. Bu kabullere yönelik Eşitlik 1 kullanılarak örneklem büyüklüğü (n) 280 kişi olarak hesaplanmıştır. Araştırmanın güven oranını artırmak amacıyla, anket soruları 280 örneklem büyüklüğünün üzerinde olan 350 kişiye yöneltilmiştir. Bu durumda yapılan anketin, hata payı=~%3, güven seviyesi= ~%97 olarak tespit edilmiştir.

Anket beş gün boyunca her gün eşit sayıda (70 kişi/gün) ve farklı demografik verilere sahip kullanıcılara uygulanmıştır. Gün boyunca saat 11:00-12:00, 14:00-15:00 ve 17:00-18:00 saatleri arasında olmak üzere üç periyotta gerçekleştirilen anket uygulamasında zemin kat ve 1.kat arasındaki kullanıcı memnuniyetleri arasındaki farklar göz önüne alınarak her iki katta kişi sayısına paralel homojen bir dağılım gerçekleştirilmiştir. Ankette elde edilen veriler Statistical Package for the Social Sciences 17.0 (SPSS) programında analiz edilmiş, güvenilirlik ve korelasyon analizi ile standart sapma değerleri belirlenmiştir.

4.2.3. İyileştirme Önerilerinin Belirlenmesi ve Karar Verme Süreci

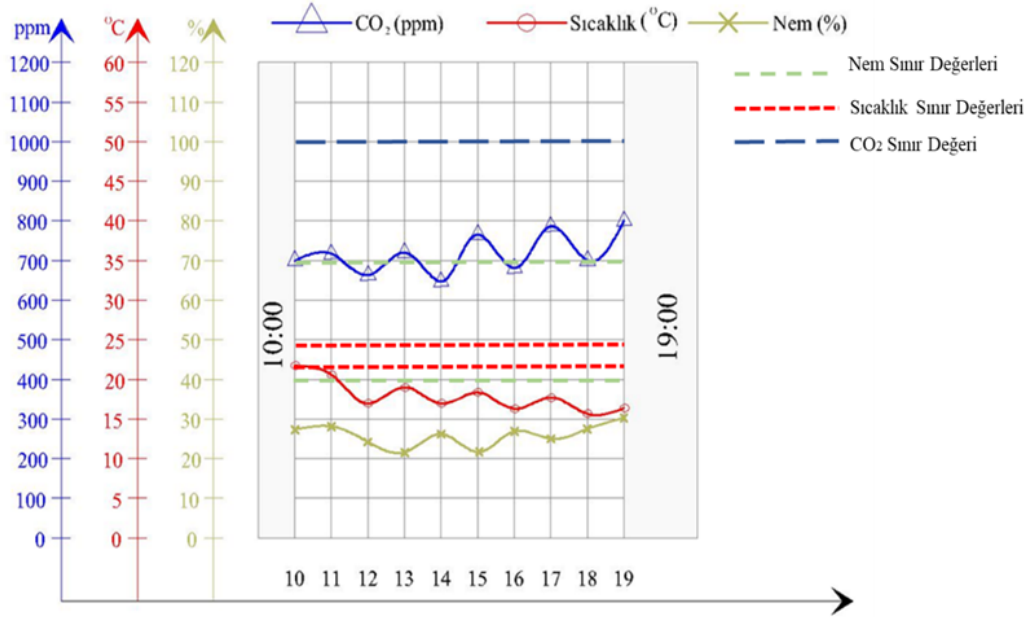
Araştırma kapsamında incelenen Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi'nin yerinde ölçüm ve anket yöntemi ile iç mekân hava kalitesi düzeyi ve kullanıcı memnuniyetinin değerlendirilmesiyle mevcut sorunların tespit edilmesi olası çözüm yollarının tartışılmasına zemin hazırlamıştır. İç mekânda tespit edilen kirleticilerin ortadan kaldırılması doğal ve mekanik havalandırma yöntemleri ile sağlanabilmektedir. Ama yapının enerji ihtiyacının artırılmadan, doğru tasarım stratejileri güdülecek sürdürülebilir ve sağlıklı bir yapı elde etmek mümkündür hipotezi ile yapının sadece doğal havalandırma ile iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu aşamada yapının tasarımı incelendiğinde, mevcutta bir atrium mekânının bulunması doğal havalandırma senaryolarında yön gösterici niteliktedir. Atrium mekânı dikkate alınarak yapılan literatür araştırmaları ve yapı özellikleri dikkate alındığında 'Bölüm 3.3.2. Atriumlu Yapılarda Doğal Havalandırma İlkelerinin İrdelenmesi' başlığı altında açıklanmış olan çapraz havalandırma, baca etkisi ile havalandırma, çatı kanadı ile havalandırma, çatı penceresi ile havalandırma ve rüzgâr kulesi ile havalandırma ilkeleri bağlamında iyileştirme senaryoları geliştirilmesinin en doğru yol olacağına karar verilmiştir.

Doğal havalandırma senaryolarını oluşturabilmek amacıyla ilk olarak yapı içi hava sirkülasyonu ele alınmış ve hakim rüzgâr yönünden ve yamaçtan oluşan akımlar olarak tespit edilen iki ana kaynaktan devinim halinde bulunan hava akımlarının zemin ve 1. katta kuzeybatı ve güneydoğu cephelerinde bulunan mevcut pencereler ile zemin kattaki ana giriş kapısından iç mekâna ulaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 4.11). Hakim rüzgâr yönünde oluşan hava akımları yol boyunca sıralanmış peyzaj unsurlarına bağlı olarak yönlenmekte ve yer yer hava burgaçları oluşmaktadır. Bu cephe boyunca konumlandırılan ağaç unsurlarının kısa boyda olması ve eğimli araziye boyunca sıralanması nedeniyle yapıya ulaşacak hava akımları üzerindeki etkisinin kısıtlı olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4.11. Yapı içinde oluşan hava akımları plan ve kesit şeması.

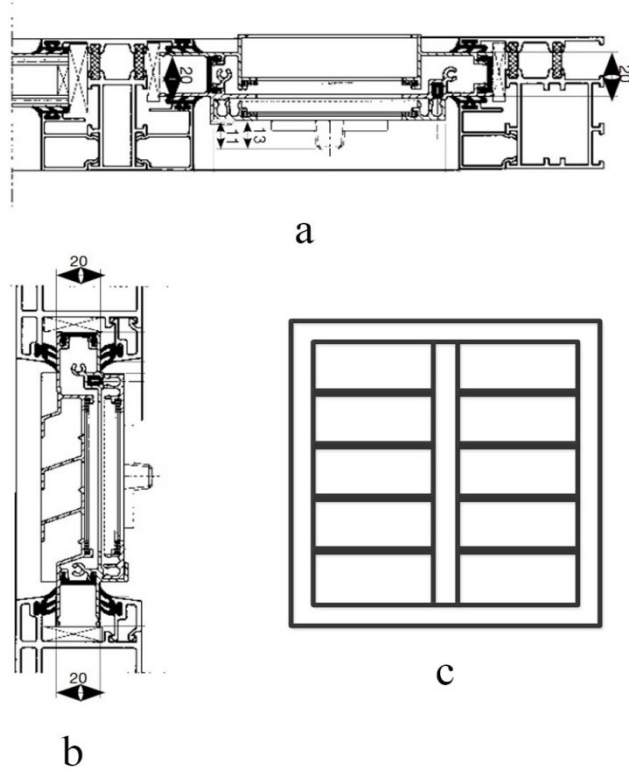
Dış ve iç hava hareketleri dikkate alınarak ilk aşamada yapının mevcut açıklıkları kullanılarak simülasyon yapılmıştır. Yapıdaki mevcut pencerelerin her iki saatte on dakika açık kalacak şekilde kullanılarak, hakim rüzgar yönü olan güneybatı kısmından yapıya temiz hava girişi sağlanarak gerçekleştirilen simülasyon sonucunda CO₂ düzeyinin sınır değerlere uygun olduğu fakat sıcaklık ve nem değerlerinin sınır değerlerden sırasıyla 3-4 °C ve %20 daha az olması nedeniyle ısı konforu sağlanamadığı belirlenmiştir (Şekil 4.12.) Bu nedenle, mevcut pencerelerin boyutunun büyük olması ve özellikle kış aylarında ısı konforu olumsuz etkilemesi daha küçük ebatlarda ve yalıtım içeren menfezlerin kullanımını gerektirmektedir (Şekil 4.13). Bu nedenle çalışma kapsamında 30*30 ebatlarında, ısı geçirgenlik katsayısı (U değeri) nispeten düşük yalıtımlı menfezler tercih edilmiştir. Sistem içerisinde kullanılan yalıtımlı menfezlere ait teknik özellikler Çizelge 4.6'da verilmiştir. Ayrıca nem değerinin olması gerekenden çok düşük değerlerde olması nedeniyle nem değerlerinin iyileştirilmesine yönelik özel kontrol özelliğine sahip buharlı nemlendirici eklenmiştir. Bu nemlendiricinin kontrol özellikleri ve çalışma şeması Şekil 4. 14'de verilmiştir.



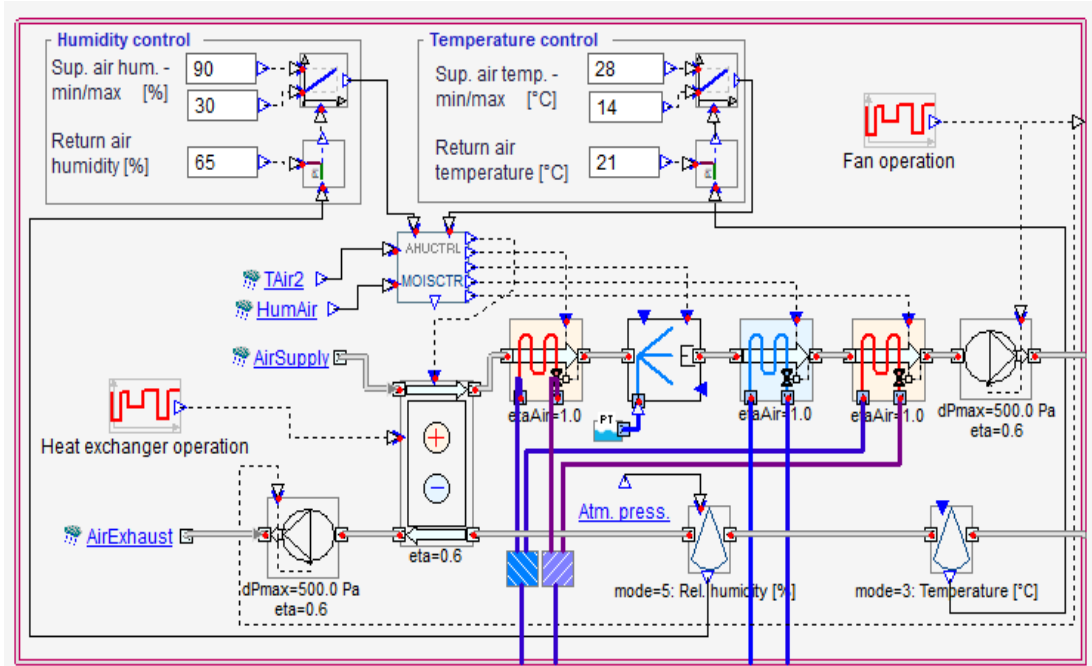
Şekil 4.12. Mevcut yapısal açıklıklar kullanılarak planlanan doğal havalandırmanın iç mekan ısı konforu ve hava kalitesine etkisi.

Çizelge 4.6. Yalıtımlı menfez teknik özellikleri.

Parametre	Değer
En (cm)	30
Boy (cm)	30
Kenar boşluğu (cm)	2
Malzeme	Alüminyum
Güneş ısı kazanım katsayısı	0.78
Isı iletim katsayısı W/(m ² .K)	3.688
Isıl direnç (m ² .K)/W	0.271



Şekil 4.13.a) Yalıtımlı menfez planı b) Yalıtımlı menfez kesiti c) Yalıtımlı menfez görünüş (URL 10).

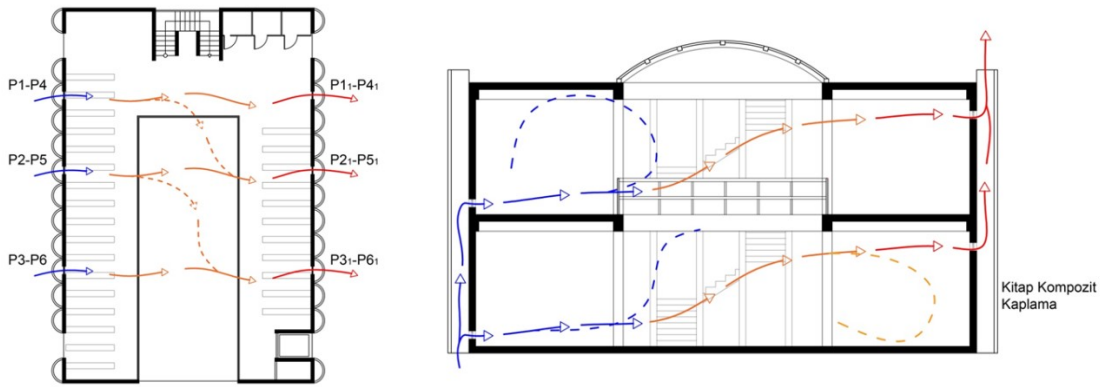


Şekil 4.14. Buharlı nemlendirici çalışma koşulları ve şeması.

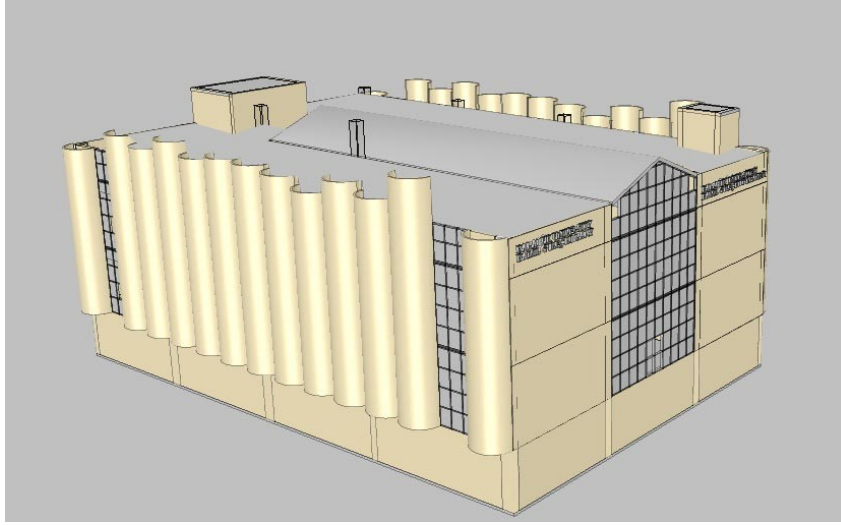
Yalıtımlı menfez kullanılarak belli sıklıklarla yapılacak doğal havalandırma önerileri için bu bölümün alt kısımlarında çapraz havalandırma, baca etkisi ile havalandırma, çatı kanadı, çatı penceresi ve rüzgâr kulesi ile havalandırma önerilerinin belirlenmesine yönelik çözümler detaylı olarak ele alınmıştır.

4.2.3.1. Çapraz Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi

Kütüphane yapısının iyileştirilmesi için önerilen yöntem olan çapraz havalandırma önerisinde, yapıda bulunan mevcut pencerelere müdahale etmeden, yapıda bulunan kitap formunda kompozit kaplamanın altında menfezlerin açılması planlanmıştır. Bu bağlamda Şekil 4.15’de görülebileceği gibi yapının zemin kat güney batı cephesine +1.10 kotunda 3 adet P1, P2 ve P3 yalıtımlı menfezleri ile güney doğu cephesine +3.50 kotunda 3 adet P1₁, P2₁ ve P3₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Yapının birinci kat güney batı ve güney doğu cephelerine de sırasıyla +4.60 ve +8.00 kotunda 3er adet P4, P5 ve P6 yalıtımlı menfezleri ile P4₁, P5₁ ve P6₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir (Şekil 4.15 ve 4.16). Böylelikle tasarlanan öneride güneybatı cephesindeki menfezlerden içeriye giren temiz hava mekân içerisinde ısınıp yükselerek güneydoğu cephesindeki menfezlerden tahliye olmaktadır.



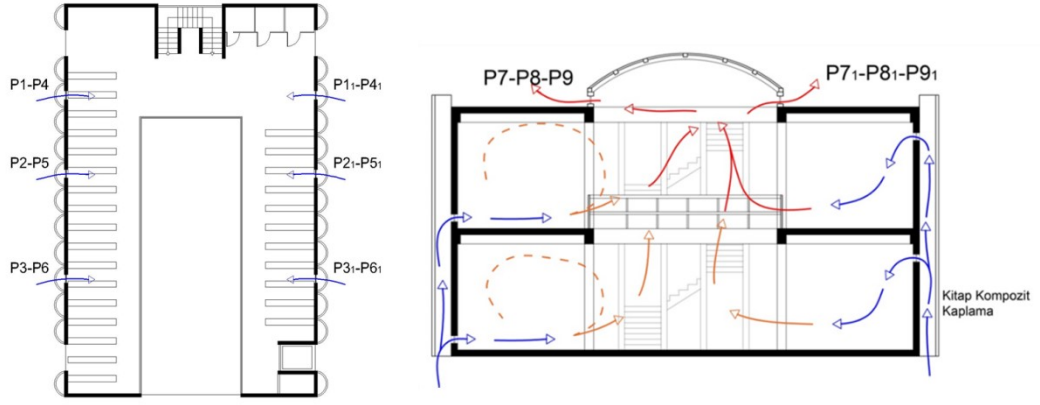
Şekil 4.15. Çapraz havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.



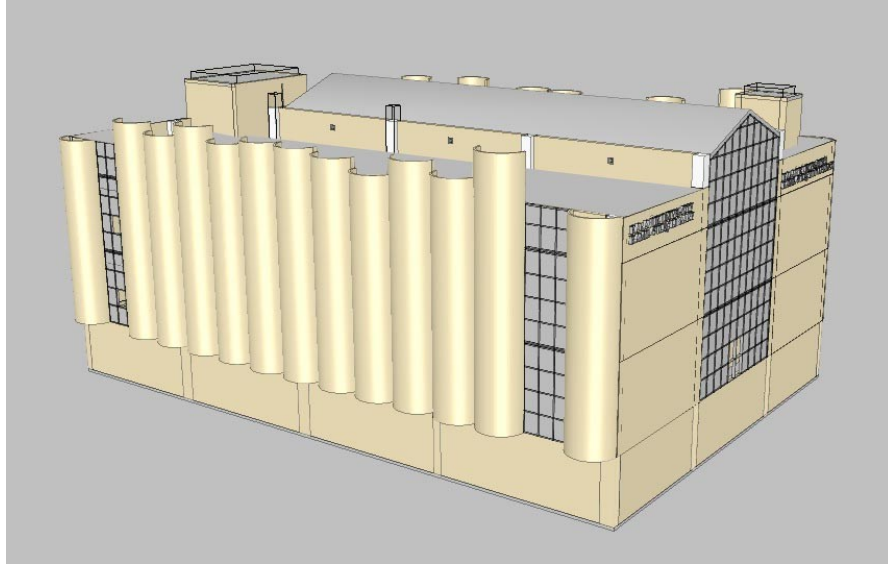
Şekil 4.16. Çapraz havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.

4.2.3.2. Baca Etkisi ile Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi

Baca etkisi ile oluşturulan havalandırma sisteminde Şekil 4.17’de görülebileceği gibi yapının zemin kat güney batı cephesine +1.10 kotunda 30*30 cm ölçülerinde 3 adet P1, P2 ve P3 yalıtımlı menfezleri ile güney doğu cephesine +3.50 kotunda 30*30 cm ölçülerinde 3 adet P₁, P₂ ve P₃ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Yapının birinci kat güney batı ve güney doğu cephelerine de sırasıyla +4.60 ve +8.0 kotunda 3er adet P4, P5 ve P6 yalıtımlı menfezleri ile P₄, P₅ ve P₆ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Bununla birlikte baca etkisinin sağlanabilmesi amacıyla atrium mekânının eğimli kompozit örtü sisteminin güneybatı ve güneydoğu duvarlarına +10.20 kotunda 3er adet P7, P8 ve P9 yalıtımlı menfezleri ile P₇, P₈ ve P₉ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Önerilen sistemde güneybatı ve güneydoğu cephelerindeki menfezlerden içeriye giren temiz hava atrium kısmında ısınarak yükselmekte +10.20 kotundaki P7, P8 ve P9 ile P₇, P₈ ve P₉ menfezlerinden çıkmaktadır (Şekil 4.17. ve 4.18).



Şekil 4.17. Baca etkisi ile havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.

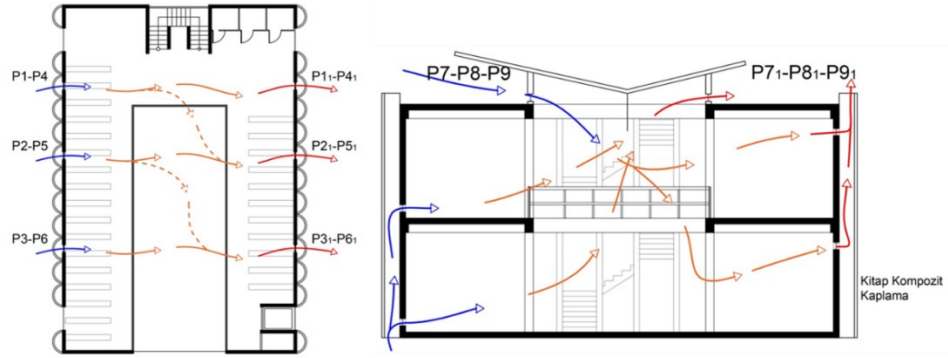


Şekil 4.18. Baca etkisi ile havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.

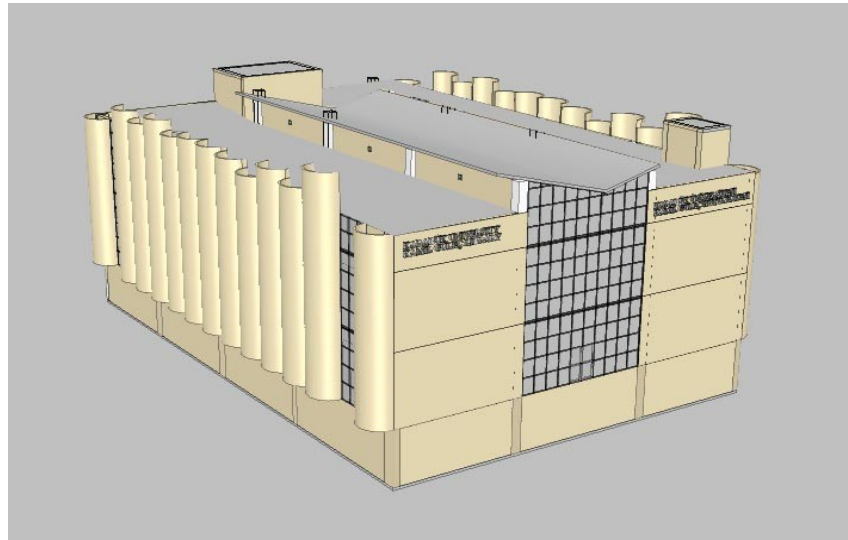
4.2.3.3. Çatı Kanadı ile Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi

Çatı kanadı önerisinde Şekil 4.19’da görülebileceği gibi yapının zemin kat güney batı cephesine +1.10 kotunda 30*30 cm ölçülerinde 3 adet P1, P2 ve P3 yalıtımlı menfezleri ile güney doğu cephesine +3.50 kotunda 30*30 cm ölçülerinde 3 adet P1₁, P2₁ ve P3₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Yapının birinci kat güney batı ve güney doğu cephelerine de sırasıyla +4.60 ve +8.0 kotunda 3’er adet P4, P5 ve P6 yalıtımlı menfezleri ile P4₁, P5₁ ve P6₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Bu sistemde mevcut eğimli atrium örtü sistemi, çatı kanadı havalandırmasına uygun

olarak güneybatı yönünde hava girişini sağlayan, güneydoğu yönünde hava çıkışını sağlayan bir kabuk sistem olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan çatı kanadının güneybatı ve güneydoğu duvarlarına +10.20 kotunda 3'er adet P7, P8 ve P9 yalıtımlı menfezleri ile P7₁, P8₁ ve P9₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Oluşturulan öneri sistemde ana hava girişi P7, P8 ve P9 menfezlerinden, ana hava çıkışı P7₁, P8₁ ve P9₁ menfezlerinden gerçekleşmektedir. Bu menfezlerin yanı sıra P1, P2 ve P3 ile P4, P5 ve P6 menfezleri hava girişini sağlayan ikincil menfezler, P1₁, P2₁ ve P3₁, P4₁, P5₁ ve P6₁ menfezleri ise hava çıkışını sağlayan ikincil menfezler olarak planlanmıştır (Şekil 4.19 ve 4.20).



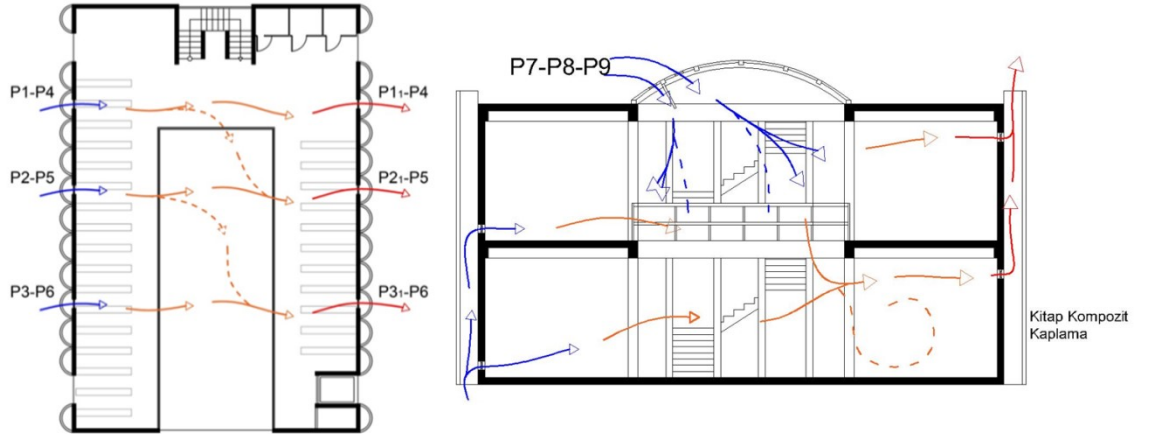
Şekil 4.19. Çatı kanadı ile havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.



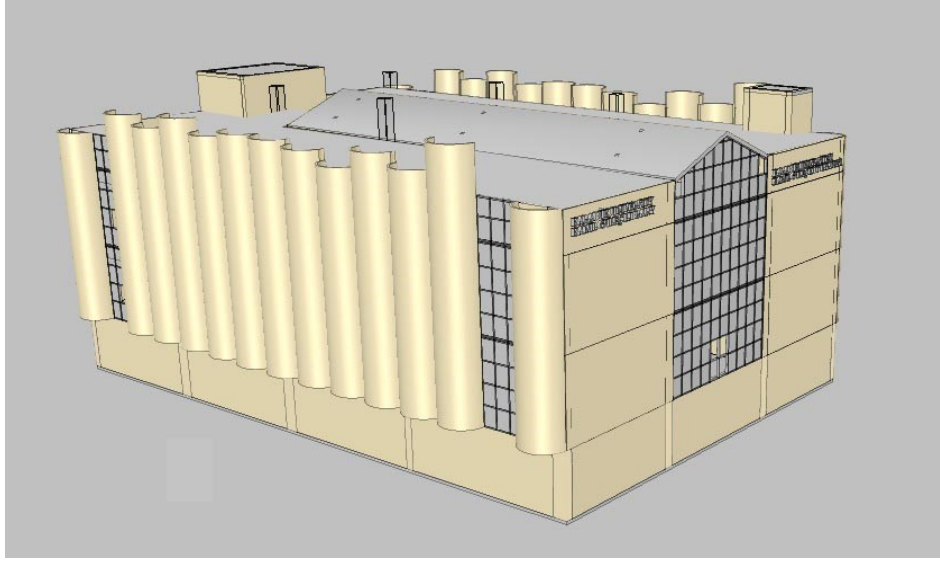
Şekil 4.20. Çatı kanadı ile havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.

4.2.3.4. Çatı Penceresi ile Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi

Çatı penceresi olarak önerilen havalandırma sisteminde Şekil 4.21’de görülebileceği gibi yapının zemin kat güney batı cephesine +1.10 kotunda 30*30 cm ölçülerinde 3 adet P1, P2 ve P3 yalıtımlı menfezleri ile güney doğu cephesine +3.50 kotunda 30*30 cm ölçülerinde 3 adet P1₁, P2₁ ve P3₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Yapının birinci kat güney batı ve güney doğu cephelerine de sırasıyla +4.60 ve +8.0 kotunda 3er adet P4, P5 ve P6 yalıtımlı menfezleri ile P4₁, P5₁ ve P6₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Çatı penceresi için atrium mekânının eğimli kompozit örtü sistemi üzerinde +10.20 kotunda 3’er adet P7, P8 ve P9 yalıtımlı menfezleri ile P7₁, P8₁ ve P9₁ yalıtımlı menfezleri önerilmiştir. Önerilen sistemde atrium yüzeyinin güneybatı kısmında tasarlanan P7, P8 ve P9 ile P7₁, P8₁ ve P9₁ menfezlerinden içeriye giren temiz hava girişi sağlanmaktadır (Şekil 4.21. ve 4.22).



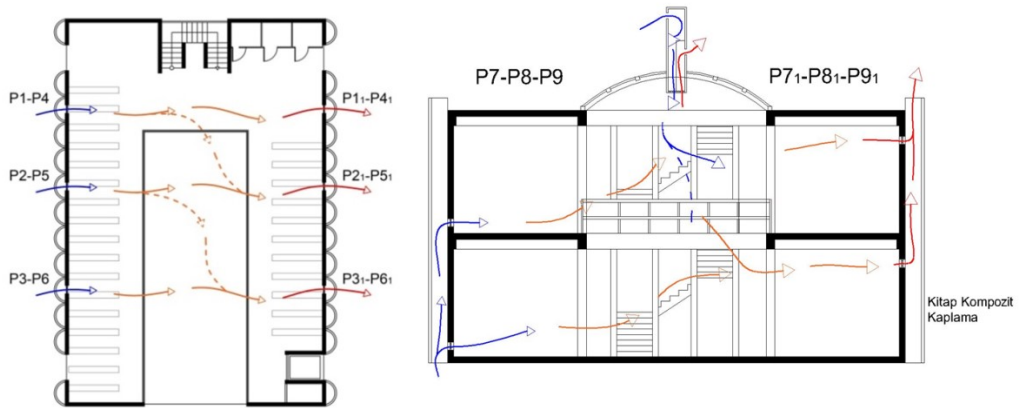
Şekil 4.21. Çatı penceresi ile havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.



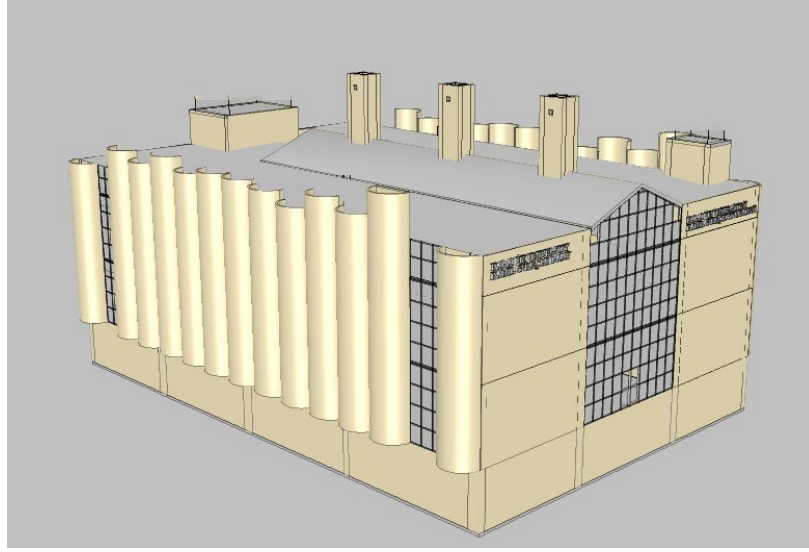
Şekil 4.22. Çatı penceresi ile havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.

4.2.3.5. Rüzgâr Kulesi ile Havalandırma Önerisinin Belirlenmesi

Rüzgâr kulesi ile oluşturulan öneri havalandırma sisteminde yapının zemin kat güney batı cephesine +1.10 kotunda 3 adet P1, P2 ve P3 yalıtımlı menfezleri ile güney doğu cephesine +3.50 kotunda 3 adet P1₁, P2₁ ve P3₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir. Yapının birinci kat güney batı ve güney doğu cephelerine de sırasıyla +4.60 ve +8.0 kotunda 3'er adet P4, P5 ve P6 yalıtımlı menfezleri ile P4₁, P5₁ ve P6₁ yalıtımlı menfezleri yerleştirilmiştir (Şekil 4.13 ve 4.24).



Şekil 4.23. Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi için plan ve kesit şeması.



Şekil 4.24. Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi için IDA-ICE simülasyon programı için üretilen model.

Bu sistemde Şekil 4.23’de görülebileceği gibi rüzgârı yakalamak amacıyla 3 m uzunluğunda bir baca tercih edilmiştir. Baca yapısı atrium kotundan 3 m yükseklikte güneybatı yönünde ana hava girişini sağlayan P7, P8 ve P9, güneybatı yönünde ana hava tahliyesini sağlayan P7₁, P8₁ ve P9₁ menfezlerinden oluşmaktadır. Sistemdeki P1, P2 ve P3 ile P4, P5 ve P6 menfezleri hava girişini sağlayan ikincil menfezler, P1₁, P2₁ ve P3₁, P4₁, P5₁ ve P6₁ menfezleri ise hava çıkışını sağlayan ikincil menfezler olarak planlanmıştır.

BÖLÜM 5

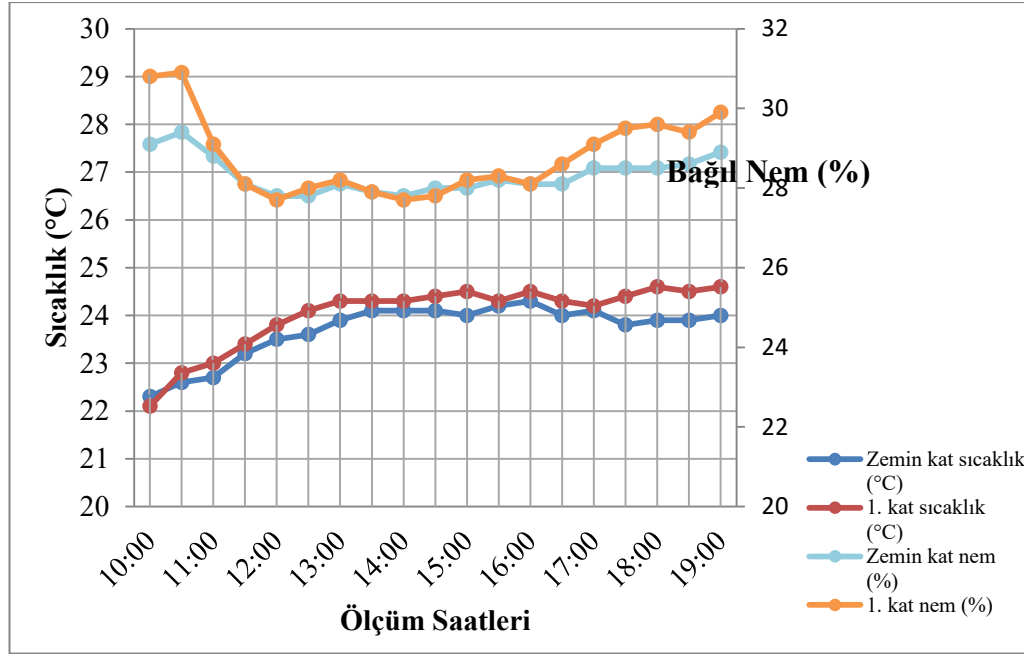
BULGULAR

Bulgular bölümü Kamil Güleç Kütüphanesi ısı konfor ve iç mekân hava kalitesinin belirlenmesi sonucunda elde edilen ölçüm sonuçlarını ve kullanıcıların bu konular altındaki memnuniyet düzeylerinin belirlenmesine yönelik alınan cevapları ve iyileştirme önerilerinin ısı konfor ve iç mekân hava kalitesi bağlamında değerlendirilmesini içermektedir.

5.1. ISIL KONFOR VE İÇ MEKÂN HAVA KALİTESİ DEĞERLERİ

Bu bölümde ısı konfor için zemin katta belirlenen noktalardan alınan sıcaklık, nem ve hava hareketi hızı değerleri ile iç mekân hava kalitesine yönelik CO₂, TUOB, PM (PM_{0.3}, PM_{0.5}, PM₁, PM_{2.5}, PM₅, PM₁₀) değerleri yapılan ölçüm sonuçları bağlamında ele alınmıştır. Ayrıca gürültü düzeyinin belirlenmesi sonucunda elde edilen değerler grafikler halinde sunulmuştur. Kirletici değerlerinin uluslararası kurumlarca kabul edilen sınır değerlere uygunluğu ve bu kirletici unsurlarının mekân içerisindeki konsantrasyonlarının değişiminde, çevresel ve mekânsal faktörlerin etkisi irdelenmiştir.

Kamil Güleç Kütüphanesi zemin kat sıcaklık değerlerinin, sabah saatlerinden öğle saatlerine kadar olan süreçte artış eğiliminde olduğu ve akşam saatlerinde bir miktar azalma göstererek durağan bir seyirde ilerlediği görülmektedir. Sabah ile öğle saatleri arasındaki bu artışın, kişi sayısının ve dış ortam sıcaklığının artması ile bağlantılı olduğunu söylemek mümkündür. Gün boyu 22°C ile 24°C arasında değişen sıcaklık değerinin US-EPA, WHO, WSHD, ASHRAE ve HONG-KONG (22.5°C ile 25.5°C) kurumlarınca belirlenen limit değerlerine uygun olduğu söylenebilmektedir (Şekil 5.1, Şekil 5.5).



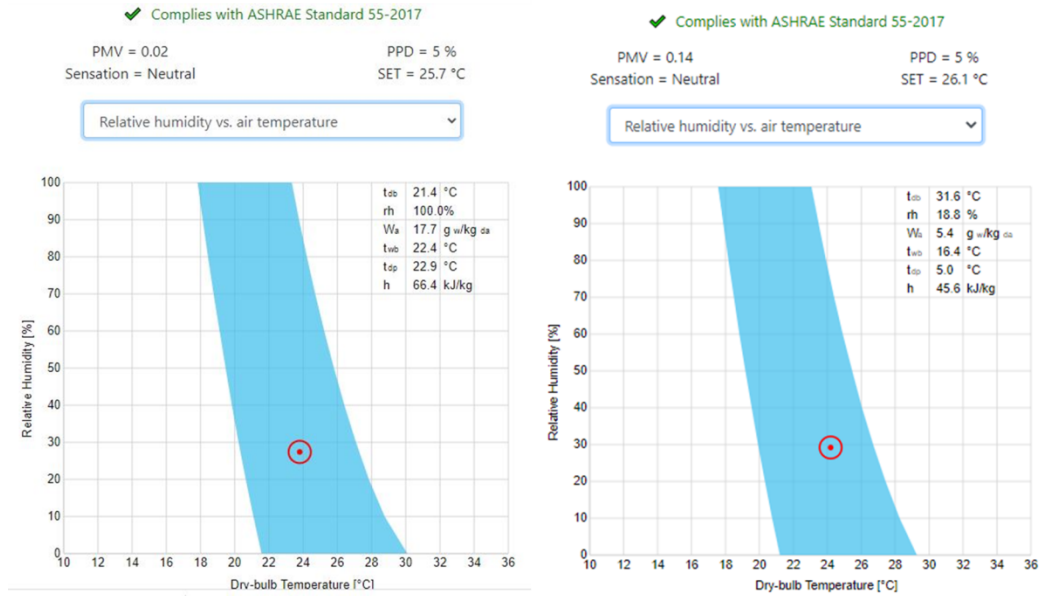
Şekil 5.1. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama sıcaklık-bağıl nem grafiği.

1.kat sıcaklık değerlerinin ise zemin kat ile aynı şekilde, sabah saatlerinden öğle saatlerine kadar olan süreçte artış eğiliminde olduğu ve öğle saatlerinden sonraki dönemde durağan bir seyirde ilerlediği görülmektedir. Bu artışın kişi sayısının ve dış ortam sıcaklığının artması ile bağlantılı olduğunu söylemek mümkündür. 1.kattaki sıcaklık miktarının zemin kattaki sıcaklık miktarına oranla daha yüksek seviyelerde olması, zemin katta ana giriş kapısının bulunması nedeniyle sürekli iç ortama soğuk hava akımının girişi, 1.kattaki kullanıcı sayısının fazla olması ve ısınan havanın yükselerek üst kotlara ulaşması ile açıklanabilmektedir. Gün boyu 22°C ile 24.3°C arasında değişen sıcaklık değerinin yine US-EPA, WHO, WSHD, ASHRAE ve HONG-KONG (22.5°C ile 25.5°C) kurumlarınca belirlenen limit değerlerine uygun olduğu görülmektedir (Şekil 5.1, Şekil 5.5).

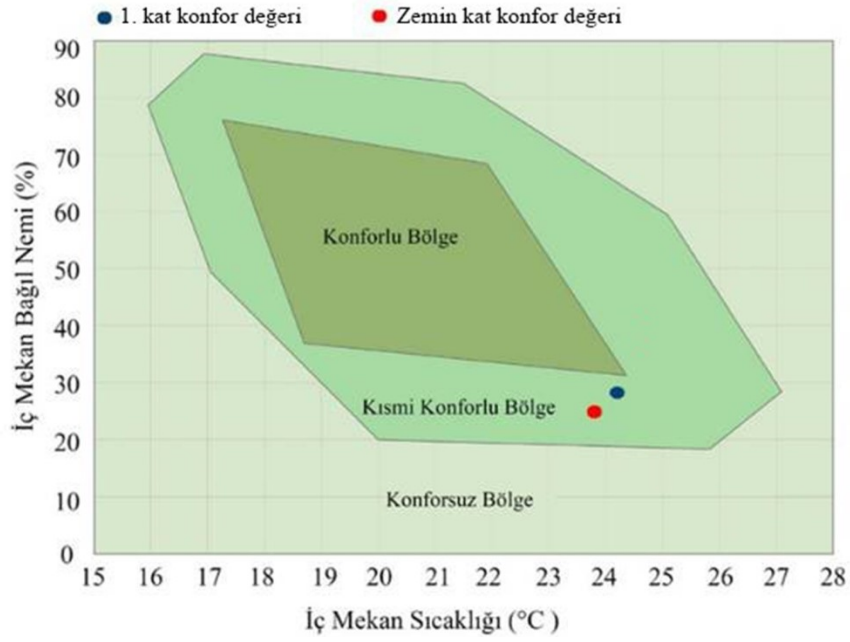
Zemin ve 1.kat bağıl nem değerlerinin, öğle saatlerine doğru keskin bir düşüş eğiliminde olduğu ve akşam saatlerine doğru keskin bir yükselme eğrisi gösterdiği görülmektedir. Saat 12:00-16:30 arasında nem oranının sabah ve akşam vakitlerine oranla daha düşük seviyede bulunması, iç mekândaki sıcaklık artışına bağlı olarak bağıl nem oranını düşürmesi ile açıklanabilmektedir. Birinci kat nem değerinin

zemin kata oranla saat 12:00-16:30 arasındaki bağıl nem oranının daha düşük ve dalgalı olmasının nedeni ise 1. kattaki sıcaklık miktarının zemin kata göre daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki katta ölçülen nem oranının US-EPA (<%70) ve WHO (<%70) kurumlarınca belirlenen sınır değerlere uygun olduğu, WSHD (%40-%70), ASHRAE (%30-%60) ve HONG-KONG (%40-%70) kurumlarınca belirlenen alt sınır değerlere ise uygun olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 5.1).

İç mekânda elde edilen ortalama sıcaklık (23.8-24.2), bağıl nem (27.4-29.2), hava hareket hızı (0.02 m/sn) aktivite düzeyi (1 met) ve giysi durumu (1 clo) verileri ile ASHRAE 55-2017 kapsamında elde edilen PMV değeri zemin ve 1. Kat için sırasıyla 0.02 ve 0.14 olup; “Nötr” olarak tespit edilmiştir. İç mekân ısı konforundan memnun olmayan yüzde kişi yüzdesini ifade eden PPD değeri ise her kat için %5 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2). ASHRAE 55-2004’ün belirlemiş olduğu ısı konfor aralıklarına göre ise iç mekânın ısı konfor aralığı “kısmen konforlu” olarak belirlenmiştir (Şekil 5.3).

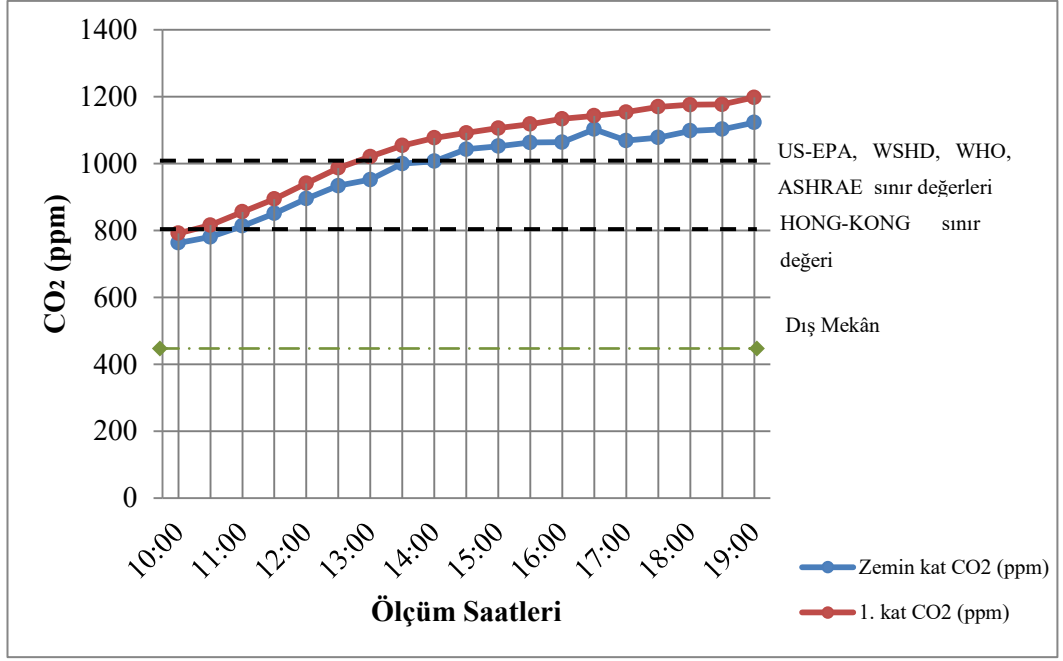


Şekil 5.2. Zemin ve 1. Kat ısı konfor grafiği (ASHRAE 55-2017).

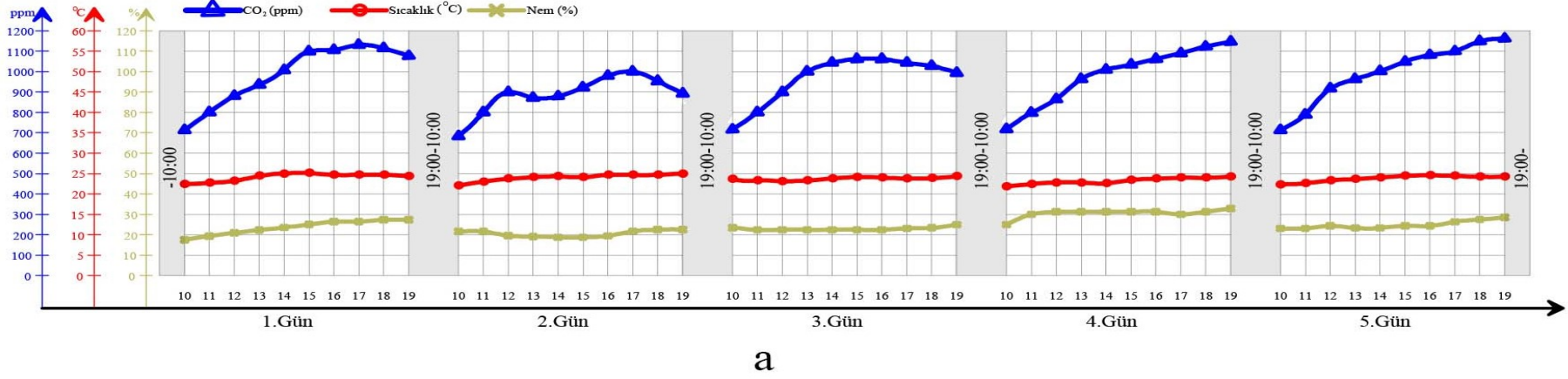


Şekil 5.3. Zemin ve 1. Kat ısı konfor değerleri.

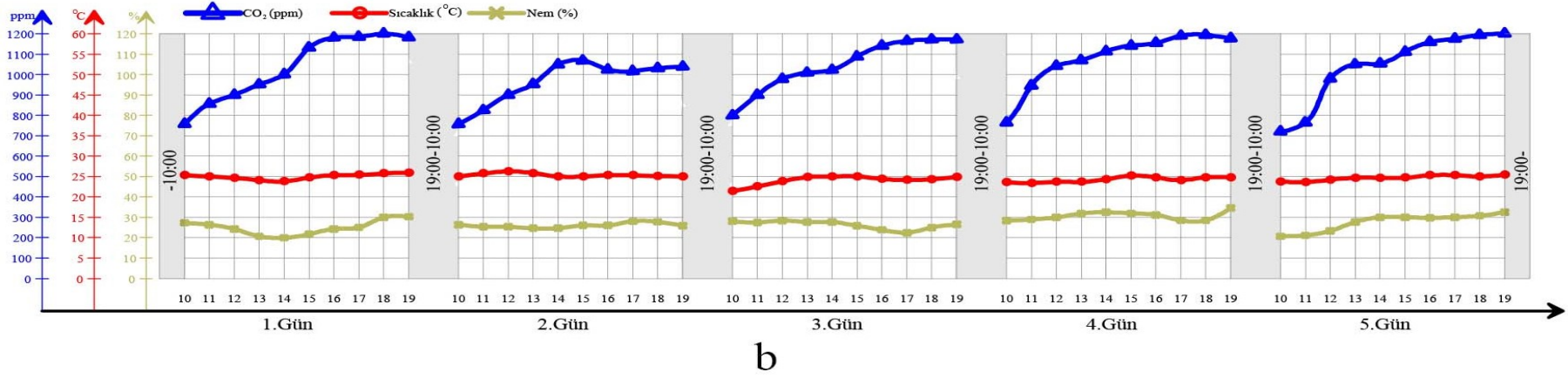
Zemin kat CO₂ değerleri 800 ppm ile 1200 ppm arasında tespit edilmiş iken 1. katta ise bu değerler 800 ppm ile 1250 ppm arasındadır. Bu değerler dış ortamda ölçülen CO₂ miktarının (423 ppm) 2-3 katı niteliğindedir. Her iki kat için CO₂ değerlerinin sabah saatlerinden itibaren HONG-KONG (800 ppm) kurumu tarafından belirlenen sınır değerlerinin üzerinde seyrettiği belirlenmiştir. Öğle saatlerinde ise kişi sayısının artışına paralel olarak ortamdaki CO₂ derişimi daha keskin yükselişler göstererek US-EPA, WHO, WSHD ve ASHRAE (1000 ppm) kurumlarınca belirlenen limit değerini aştığı tespit edilmiştir. 1.kattaki CO₂ miktarının zemin kata oranla daha fazla olması ve daha hızlı yükselmesi kullanıcı sayısının fazla olması ile açıklanabilmektedir. Akşam saatlerinde kişi sayısının sabit kalmasına rağmen ortamdaki CO₂ miktarının artmaya devam etmesi, mekândaki mekanik havalandırmanın yeterli düzeyde çalışmaması ile ilişkilendirilebilmektedir (Şekil 5.4, Şekil 5.5).



Şekil 5.4. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama CO₂ grafiği.



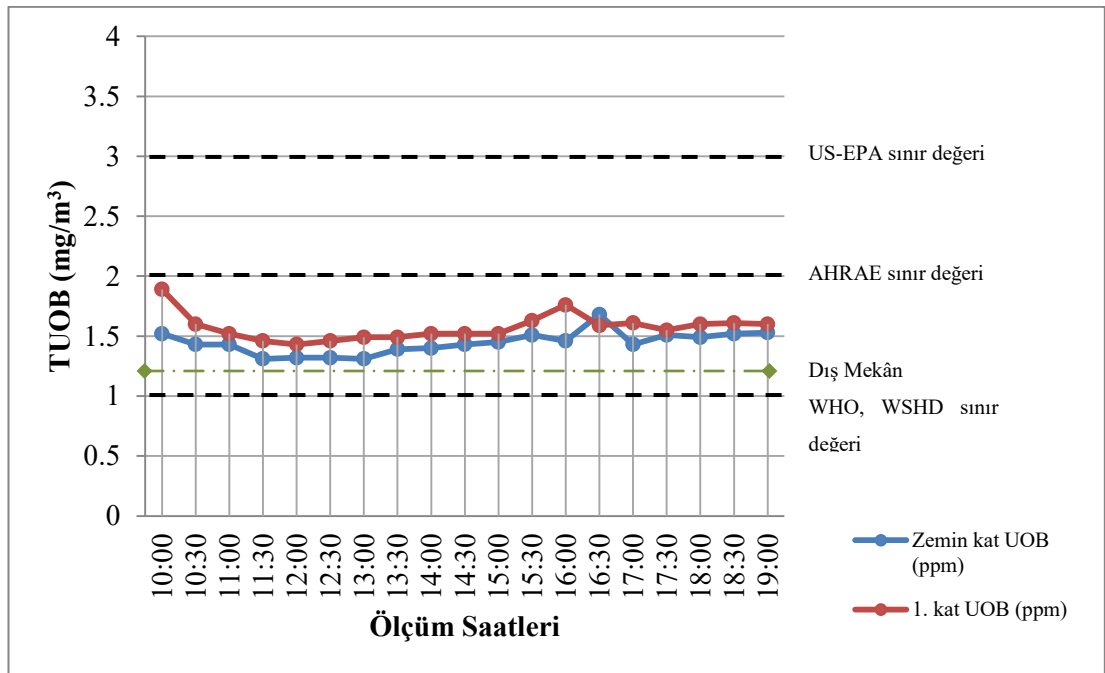
a



b

Şekil 5.5. a) Zemin kat günlük CO₂, sıcaklık ve bağıl nem grafiği
b) 1. kat günlük CO₂, sıcaklık ve bağıl nem grafiği.

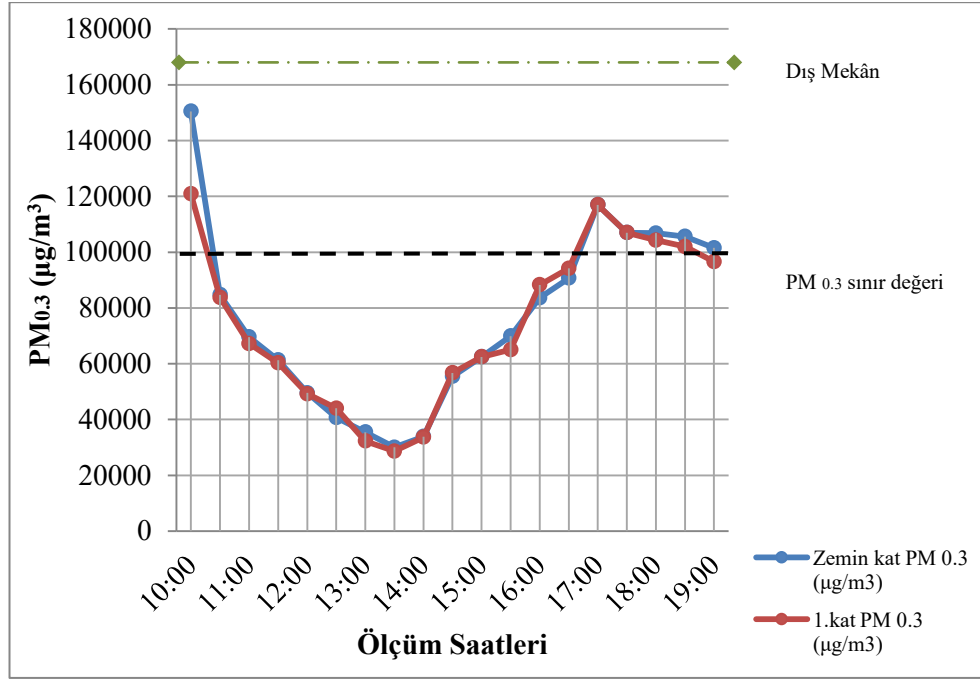
Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen TUOB miktarları ortamdaki tüm UOB çeşitlerinin toplam miktarını ifade etmektedir. Bu yolla zemin ve 1.katta ölçülen toplam UOB konsantrasyonunu gün boyunca 1.5 ppm düzeyinde seyrettiği görülmektedir. Bu değer US-EPA (3 ppm) ve ASHRAE (2 ppm) tarafından belirlenen limit değerlerin altında, WHO ve WSHD (1 ppm) tarafından belirlenen limit değerlerin üstünde seyreden bir düzeydedir. Saat 16:00 itibari mekânda temizlik sürecinin başlaması ile kullanılan kimyasal maddelerin yaydığı salımların TUOB miktarının seyirinde artışa neden olduğu görülmüştür (Şekil 5.6).



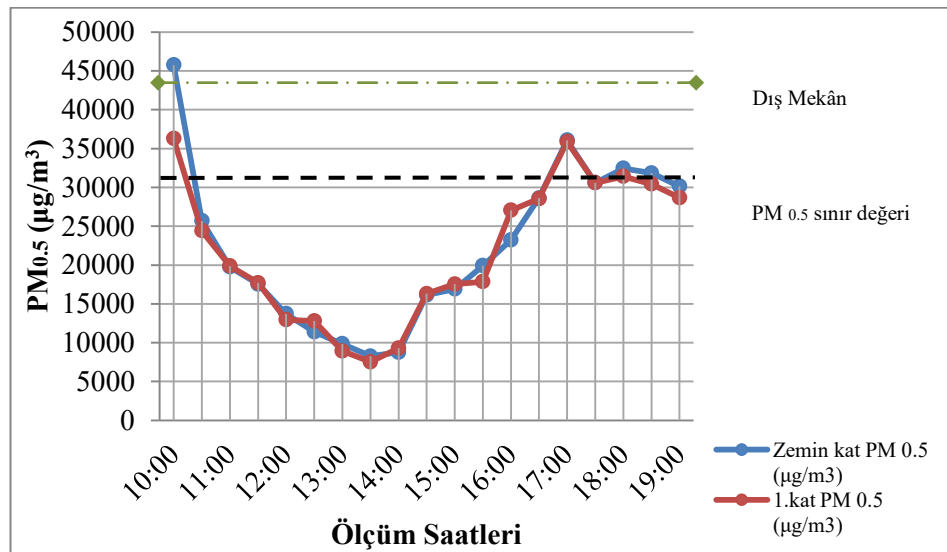
Şekil 5.6. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama TUOB grafiği.

İnce partikül madde ($PM_{0.3}$, $PM_{0.5}$, PM_1) ölçümleri değerlendirildiğinde zemin ve 1.katta benzer şekilde sabah saatlerinden öğle 12:00-13:00 saatleri arasına kadar azalma eğiliminde olduğu ve bu saatlerden sonra artış göstermeye başladığı, akşam 17:30 itibari ile durağan bir seyirde ilerlediği görülmektedir. Öğlen saat 12:00 ile 13:00 arasında PM miktarında görülen bu azalma yapı içi sirkülasyonun azalması ve kullanıcıların aktivite düzeyinin düşmesi ile paralel olarak ilişkilendirilebilmektedir. Saat 13:00 itibariyle sirkülasyonun artması PM miktarında artışa neden olmuştur. 15:30-16:00 saatleri arasında temizlik işlerinin başlaması partikül maddelerin buldukları zemin üzerinden havaya karışmasına sebep olarak PM madde

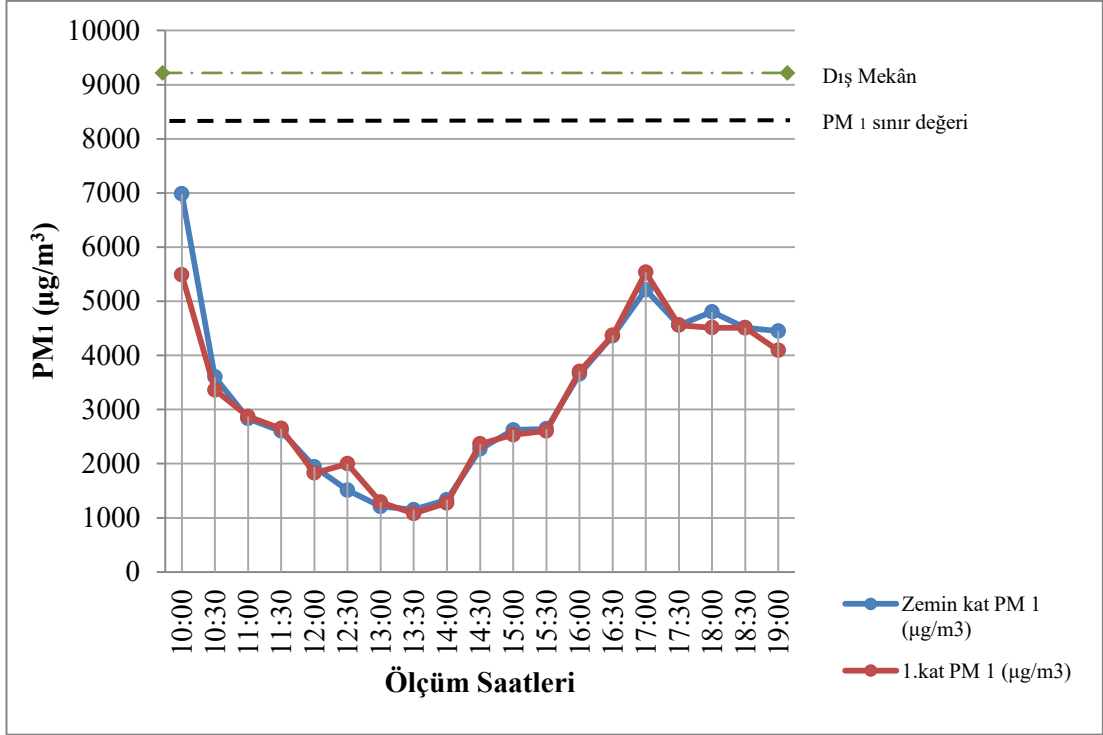
miktarında ani bir artışı tetiklemiştir. $PM_{0.3}$ değerlerinin sabah 10:00 ile 10:30 arası ve akşam 16:30 ile 19:00 saatleri arasında, $PM_{0.5}$ değerlerinin ise sabah 10:00 ile 10:30 arası ve akşam 16:30 ile 18:00 saatleri arasında sınır değerlerinin üzerine çıktığı tespit edilmiştir. PM_1 değerinin gün boyu sınır değerlerinin altında bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9).



Şekil 5.7. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama $PM_{0.3}$ grafiği.

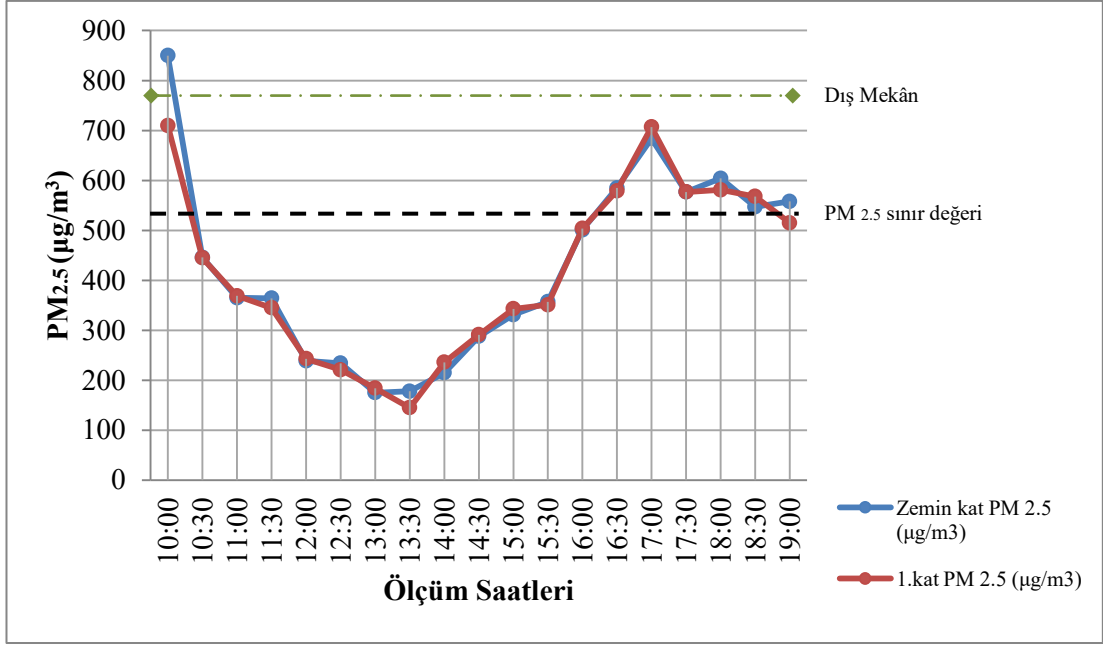


Şekil 5.8. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama $PM_{0.5}$ grafiği.

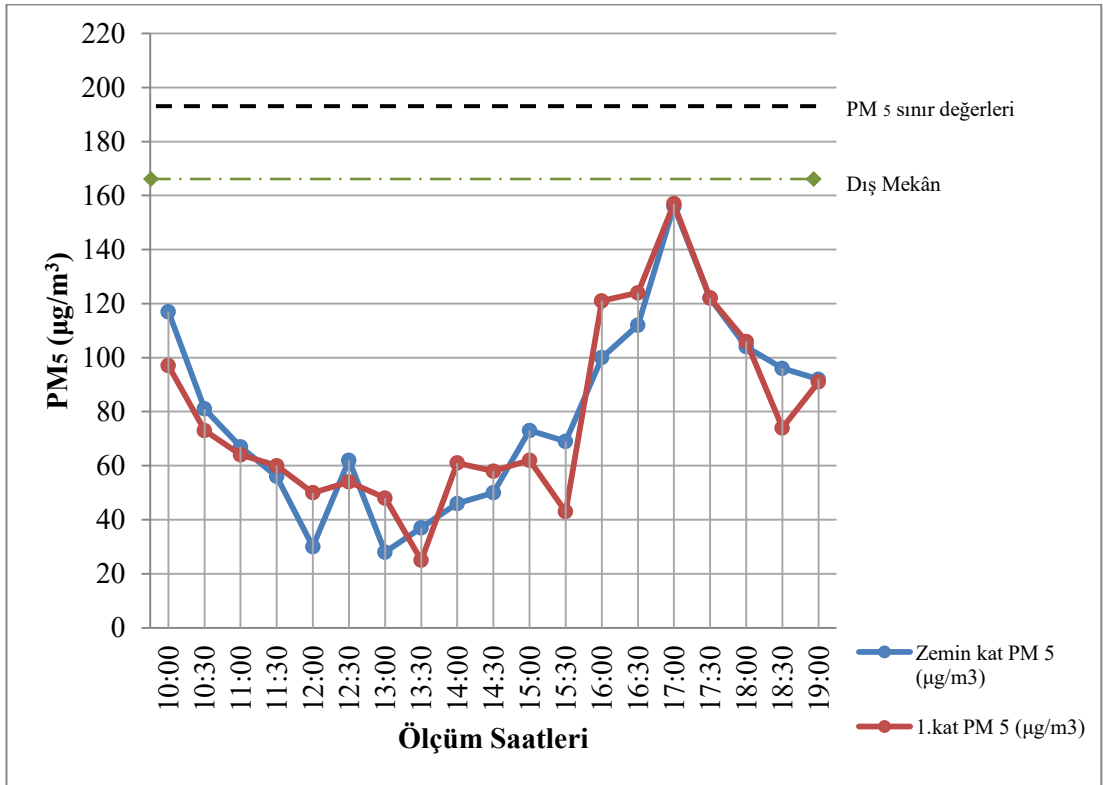


Şekil 5.9. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM₁ grafiği.

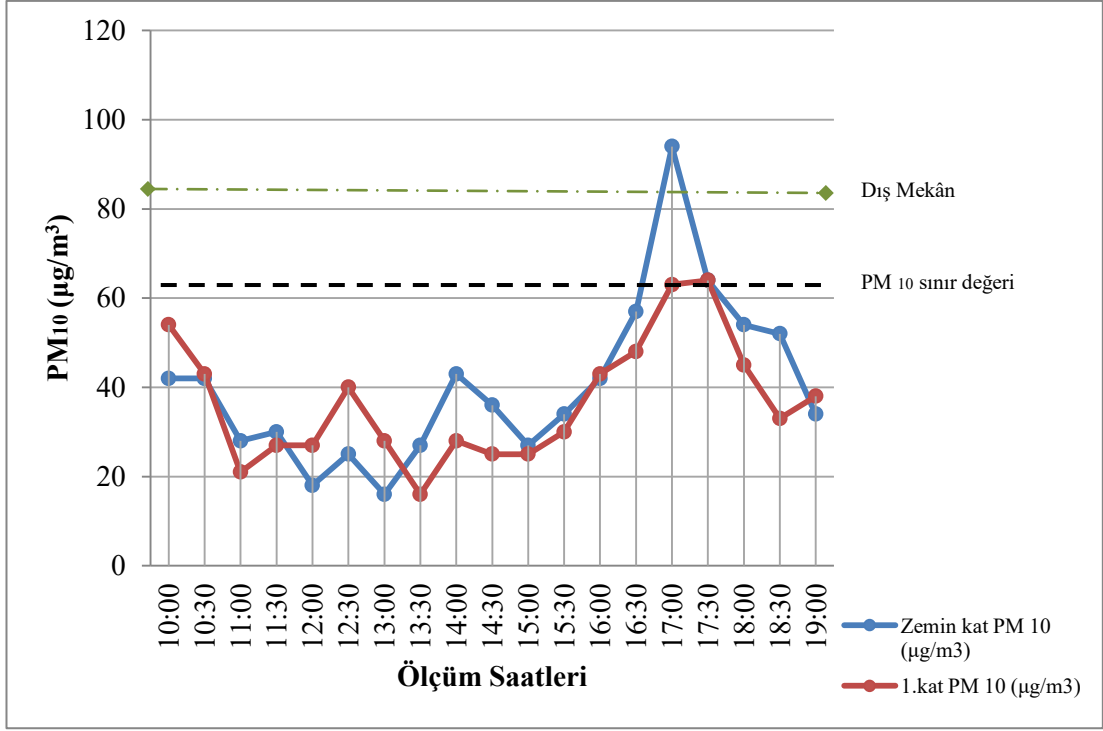
Kaba partikül madde (PM_{2.5}, PM₅, PM₁₀) ölçümleri değerlendirildiğinde sabah saatlerinden öğle saatlerine kadar azalma eğiliminde olduğu ve öğle saat 15:30 itibariyle artış gösterdiği ve saat 17:30 ile 18:00 saatleri arasında azalma gösterdiği görülmektedir. Kaba partikül maddeler ince partikül maddelere göre gün içinde daha dalgalı eğilimler göstermektedir. Bu dalgalı eğilimlerde yapının güneydoğu cephesinde yapımı devam eden şantiye yapısının etkili olduğu söylenebilmektedir. İnce partikül değerleri ile paralel olarak kaba partiküllerin de saat 15:30-16:00 saatleri arasındaki ani artışının temel nedeni temizlik işlerinin başlaması ile PM'lerin ortama dağılması olarak açıklanabilmektedir. PM_{2.5} değeri sabah 10:00 ile 10:30 arası ve akşam 16:30 ile 19:00 saatleri arasında, PM₁₀ değeri ise 16:30 ile 17:30 saatleri arasında sınır değerinin üzerine çıkmıştır. PM₅ değeri gün boyu sınır değerinin altında seyretmiştir (Şekil 5.10, Şekil 5.11, Şekil 5.12).



Şekil 5.10. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM_{2,5} grafiği.

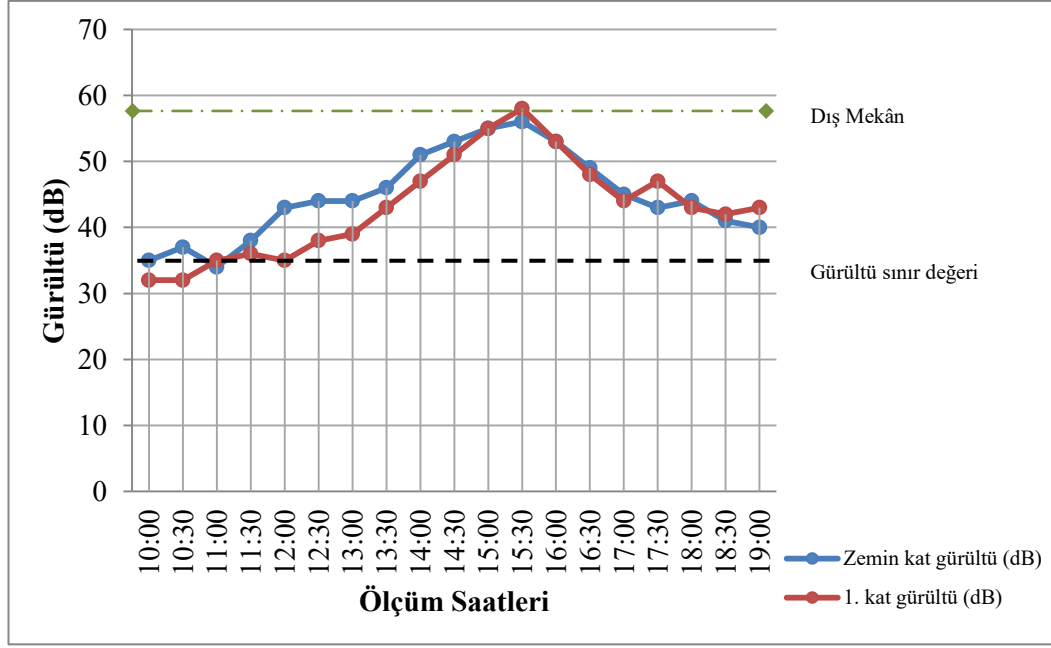


Şekil 5.11. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM₅ grafiği.



Şekil 5.12. Zemin ve 1. kat için 5 günlük ortalama PM₁₀ grafiği.

İç mekânda hava kalitesine ve ısıl konfora yönelik ölçümler gerçekleştirilirken yönetim tarafından çalıştırılan yüksek seviyedeki mekanik havalandırmanın yüksek ses düzeyine neden olduğu gözlenmiş ve gürültü ölçümlerinin yapılmasını gerektirmiştir. Kütüphane gibi gürültüye duyarlı bir yapıda yapılan gürültü ölçümleri sonucunda, kullanım yoğunluğunun artış gösterdiği 12:00-16:30 saatleri arası gürültü kirliliğinin en yoğun olduğu saatler olarak göze çarpmaktadır. Bu durumun dış ortamdan ve kullanıcı aktivitesinin yanı sıra temel olarak mekanik havalandırmanın çalışması esnasında meydana gelen ses dalgalarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Gürültü düzeyi gün boyunca Çevre ve Orman Bakanlığının belirlediği limit değerlerin üzerinde seyretmiştir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Zemin ve 1. kat için gürültü grafiği.

Ölçümü gerçekleştirilen sıcaklık, nem, CO₂, TUOB, PM (PM_{0.3}, PM_{0.5}, PM₁, PM_{2.5}, PM₅, PM₁₀) ve gürültü değerleri bütünüyle ele alındığında, sıcaklık değerlerinin limit değerlere uygun olduğu ancak nem değerlerinin limit değerlere uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sıcaklık ve nem faktörleri beraber ele alındığında bu değerlerin ASHRAE tarafından belirlenen konfor bölgeleri içerisinde kısmi konforlu bölgede bulunduğu tespit edilmiştir. Ölçümü gerçekleştirilen unsurlar arasında yapı içinde en fazla sınır değerlerin üzerinde seyreden iki unsur CO₂ ve gürültü düzeyi olarak görülmektedir. CO₂ değerinin 1250 ppm değerine kadar ulaştığı ve bununla beraber büyük oranda mekanik havalandırma kaynaklı oluşan gürültü düzeyi de 58 dB'ye kadar ulaşmıştır. Toplam UOB değerinin ise 1.5 ppm düzeylerinde olup, kabul edilebilir sınırlarda olduğu söylenebilmektedir. Ortamdaki PM değerleri ise yoğun olarak sınır değerlerin altında tespit edilmiştir. Bu nedenle CO₂ değerlerinin azaltılması gereği üzerine yapıda iç mekân hava kalitesinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

5.2. KULLANICI MEMNUNİYETİ

Anket uygulaması gerçekleştirilirken yeterli örneklem büyüklüğüne ulaşmanın yanı sıra örneklem içerisinde bulunan bireylerin demografik bilgileri, mekânda geçirdikleri zaman ve fiziksel durumları anket uygulamasının tutarlı olması açısından

önemlidir. Bu verilere uygun olarak oluşturulan sorular ve sorulara gelen cevaplar Çizelge 5.1’de sunulmuştur. Anket uygulanan kişilerin demografik verileri incelendiğinde, kadın ve erkek oranlarının yakın değerlerde olduğu ve yaş durumunun 19-26 arasında değişkenlik göstererek, yaş ortalamasının 21 olduğu tespit edilmiştir. Anket uygulanan kişilerin %54.6 'sının her gün veya birkaç günde bir kütüphaneyi kullanıyor olması yöneltilen sorulara gelen cevapların, yapı özelinde daha doğru yorumlamaların gerçekleşmesine yol açacağı söylenebilmektedir. Aynı zamanda anketin SPSS programında güvenilirlik analizi (Cronbach’s alpha) yapılmış ve % 64.5 güvenilirlik oranı tespit edilmiştir. Ankette mekân konforuna bağlı olarak yöneltilen sorular ile elde edilen değerler Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Anketteki demografik sorular ve yapıya ilişkin sorulara gelen cevapların analizi.

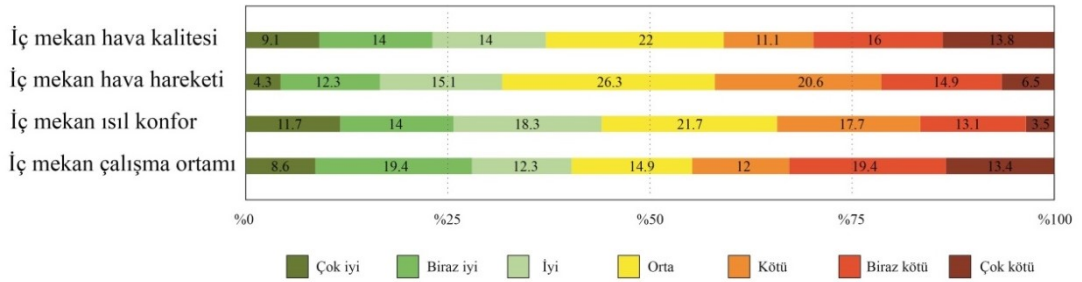
Parametre	Anket sonuçları
Cinsiyet Oranı	% 43.4 Erkek % 56.6 Kadın
Yaş Dağılımı	18-21: % 33.7 21-25: % 54.8 25>: % 11.5
Çalışma için tercih edilen mekân	Zemin kat: % 42.6 1.kat: % 57.4
Kütüphaneyi kullanma süresi	Her gün: % 16 Birkaç günde bir: % 38.6 Haftada bir: % 29.7 Ayda bir: % 15.7

Çizelge 5.2. Anket sorularının istatistiksel değerleri.

Bilgiler	Ortalama	Standart Sapma	Yüzde	Frekans
Yaş Bilgileri	21.37	3.1	%100	350
Kütüphaneyi kullanım sıklığı	Birkaç günde 1	0.940	%100	350
Ortalama çalışma saati	2-4 saat arası	1.9	%100	350
Çalışma ortamı memnuniyet durumu	3.8 (1-7)	2.069	%100	350
Isıl ortam durumu	0.21 (-3-+3)	1.188	%100	350
Isıl ortam memnuniyet durumu	4.2 (1-7)	1.656	%100	350
İç mekân hava kalitesi memnuniyet durumu	0.15 (-3-+3)	1.870	%100	350

Kullanıcılara iç mekân konforu ile ilgili yöneltilen sorular ve cevapları ele alındığında, kişilerin %37.1'i iç mekân hava kalitesini iyi seviyelerde değerlendirirken, %40.9'u iç mekân hava kalitesini kötü seviyede değerlendirmektedir. Kullanıcıların %22'si iç mekân hava kalitesini orta seviye düzeyinde algılamıştır. İç mekân hava hareketini, %31.7 oranında iyi seviyelerde, %42 oranında kötü seviyelerde değerlendiren kullanıcıların %26.3'ü hava hareketini orta seviyede tanımlamıştır (Şekil 5.14). İç mekân hava kalitesi ve iç mekân hava hareketlerindeki memnuniyetsizlik düzeyinin yüksek olması ölçümlerde elde edilen CO₂ miktarının fazla olması ile uyusmaktadır.

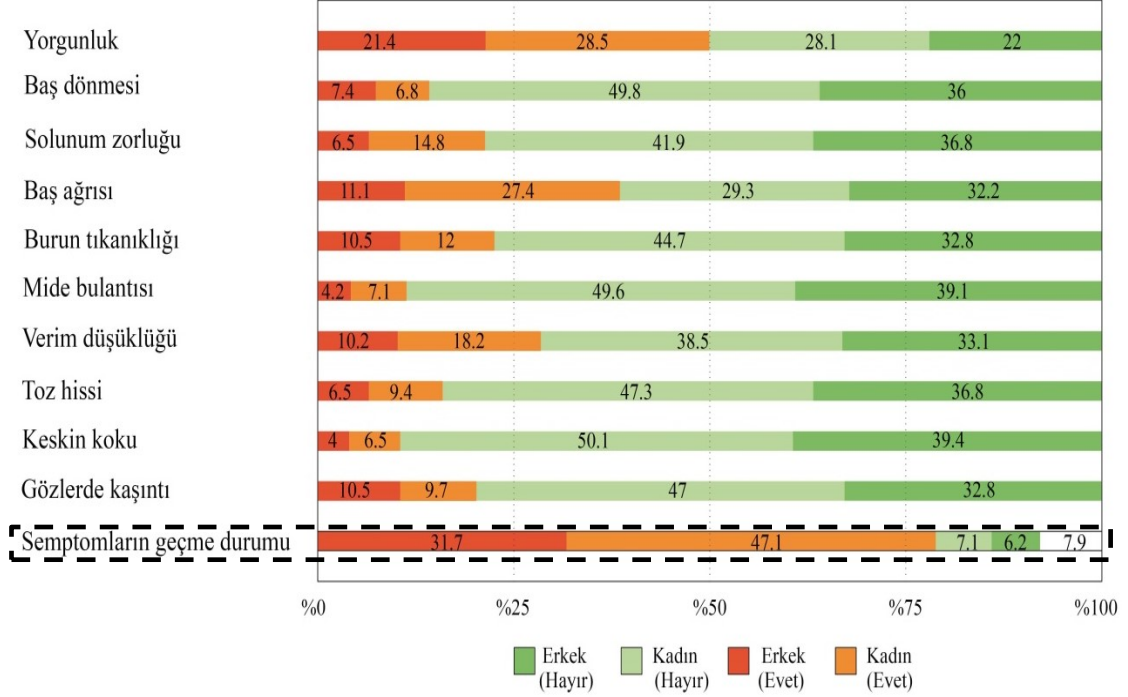
İç mekândaki ısı konforu, kullanıcıların %44'ü iyi seviyelerde tanımlarken, %34.3'ü kötü seviyede, %21.7'si ise ısı konforu orta seviyede tanımlamıştır (Şekil 5.14). Çizelge 5.2'ye göre kullanıcılar iç mekân konfor düzeyini 0.21 yani Nötr olarak tanımlarken, bir yandan da kötü olarak nitelendirmesi ise kullanıcıların ısı konfor konusunda çekişkili cevaplar verdiğini göstermektedir. Kullanıcılar çalışma ortamına ilişkin yöneltilen sorulara %40.3 oranında iyi seviyede, %44.8 oranında kötü seviyede, %14.9'u ise orta seviyede cevabını vermiştir.



Şekil 5.14. İç mekân ısı konforuna ve hava kalitesine yönelik alınan cevaplar.

Ankette bireylerde görülebilecek olası belirtilerin bulunma durumu ve hasta bina sendromunu sorgulamak amacıyla yapı terkedildiğinde semptomların geçip geçmediğine yönelik sorular yöneltilmiştir. Sorulara gelen cevaplara incelendiğinde, kullanıcıların yapıyı kullanım esnasında en fazla yorgunluk, baş ağrısı, verim düşüklüğü ve solunum zorluğu, en düşük keskin koku, baş dönmesi ve mide bulantısı belirtileri yaşadığı söylenebilmektedir. Kullanıcıların %78.8'inin yapıdan

uzaklaşması sonucunda şikâyetlerinin geçtiğini, %13.3'ünün şikâyetlerinin geçmediğini, %7.9'unun ise şikâyet yaşamadığı belirlenmiştir (Şekil 5.15).



Şekil 5.15. Kullanıcılarda belirtilen semptomların görülme durumu.

Anket verileri ile demografik değerlerin iç mekanı algılama üzerindeki etkisini irdelenmek amacıyla SPSS Programı yardımıyla Pearson Korelasyon Analizi gerçekleştirilmiştir. Kolerasyon analizi iki ölçüm arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin şiddetini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel bir yöntemdir. Kolerasyon katsayısı -1 ile 1 arasında değişen değerler almakta ve 0 değerine yaklaştıkça veriler arasındaki ilişkinin zayıfladığını göstermektedir. Önem katsayısının (Significant 2-tailed) 0.05 değeri üzerinde olması iki veri arasındaki ilişkinin zayıf olduğuna, 0.05 değerinin altında olması iki veri arasındaki ilişkinin kuvvetli olduğunu göstermektedir (Durmaz, 2014). Bu bağlamda kadın ve erkeklerde semptomların görülme durumu irdelendiğinde, sadece solunum zorluğu ve baş ağrısı belirtileri ile ilişki saptanmıştır. Çzielge 5.3'e göre solunum zorluğu ve baş ağrısı belirtilerinin kadınlarda daha fazla görüldüğü ve mevcut ortamın terkedilmesi halinde belirtilerin geçme durumunun yine kadınlarda daha fazla olduğu belirlenmiştir.

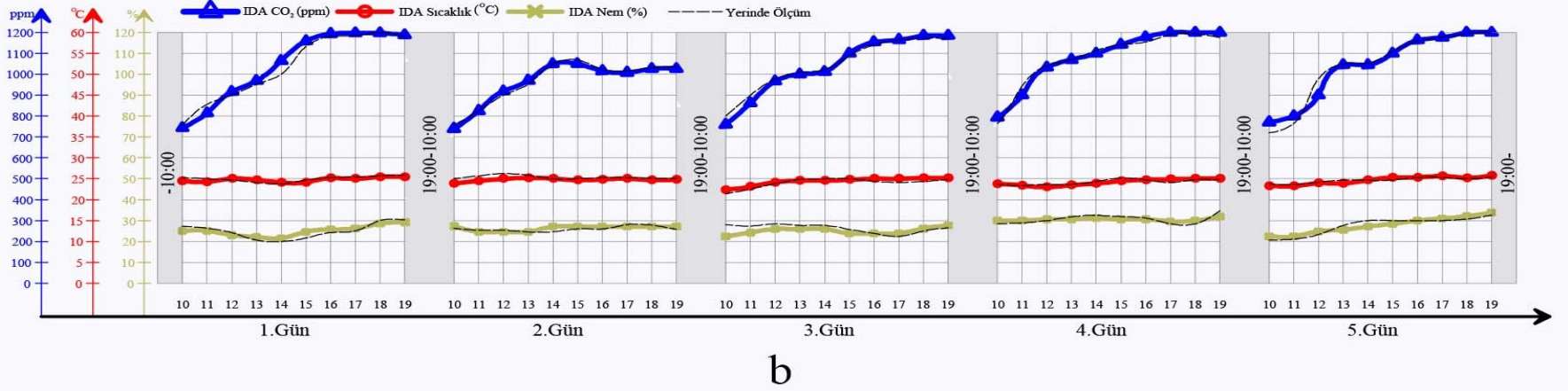
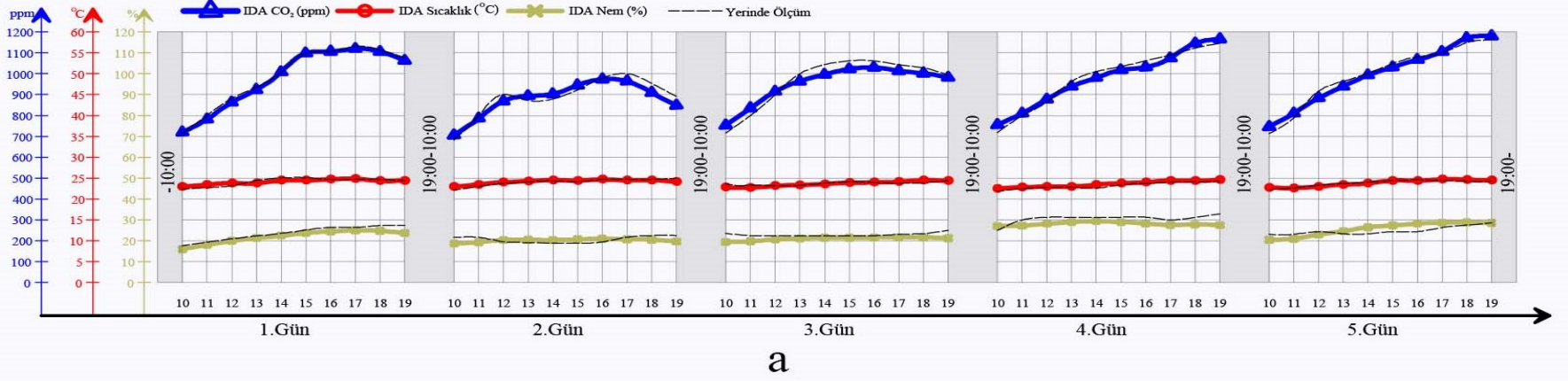
Çizelge 5.3. Cinsiyet faktörüne bağlı kolerasyon analizi.

	Solunum Zorluğu	Baş Ağrısı	Belirtilerin Geçme Durumu
Cinsiyet			
Pearson Correlation	-,134*	-,232**	-,155**
Sig. (2-tailed)	,012	,000	,004
N	350	350	350

5.3. SİMÜLASYON PROGRAMININ DOĞRULANMASI

Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi'nin yerinde ölçümler ile iç mekân hava kalitesi düzeyinin tespit edilmesinin ardından IDA ICE simülasyon programı ile mevcut durum simüle edilmiş ve elde edilen sonuçlar birbiri ile karşılaştırılarak hata payı tespit edilmiştir. Bu aşamada yapının mevcut hali ile ölçüm yapılan günlerdeki kullanıcı yoğunluğu ve sayısı, hava durumu gibi fiziksel veriler simülasyon programına girilmiş ve bütün şartların aynı olmasına dikkat edilmiştir. Simülasyon sonuçları ve yerinde ölçümler sonucu elde edilen 5 güne ait ayrı ayrı CO₂, nem ve sıcaklık değerleri grafiği Şekil 5.16'da verilmiştir.

Simülasyon sonuçları ve yerinde ölçümler sonucu elde edilen CO₂, nem ve sıcaklık değerlerinin sapma değerleri için ortalama karekök sapması (RMSE/Root-Mean-Square-Deviation) ve ortalama çapraz hata değeri (MBE/Mean Bias Error) belirlenmiş ve Çizelge 5.4'te verilmiştir. ASHRAE 14-2002 standardına göre simülasyon sonuçlarının doğrulamasında RMSE ve MBE değerlerinin sırasıyla %30 ve %10 içinde olması beklenmektedir. Saatlik karşılaştırmalar ve bu değerlere ait RMSE ve MBE'nin belirlendiği detaylı Çizelge Ek 2.B'de verilmiştir. Çizelge 5.4 ve Ek Çizelge 2.B incelendiğinde değerlerin kabul edilen üst sınır değerlerden çok daha düşük olduğu belirlenmiş ve simülasyon programının iyileştirme önerilerinin belirlenmesinde kullanımına uygun olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.16. a) Zemin kat günlük CO₂, sıcaklık ve nem doğrulama grafiği
b) 1. kat günlük CO₂, sıcaklık ve nem doğrulama grafiği.

Çizelge 5.4. Simülasyon programı ve yerinde ölçüm değerleri arasında belirlenen istatistiksel sapma değerleri.

		1.gün		2.gün		3.gün		4.gün		5.gün	
		CV(RM SE)	NMB E	CV(RM SE)	NMBE	CV(RM SE)	NMB E	CV(RM SE)	NMBE	CV(RM SE)	NMB E
Z	Sıcaklık	0.01	0.32	0.01	0.24	0.01	0.04	0.01	1.03	0.01	0.82
	Nem	0.09	6.5	0.06	3	0.11	12	0.05	3.4	0.12	6.4
	CO ₂	0.01	0.23	0.03	0.32	0.03	1.30	0.02	0.73	0.02	0.83
I	Sıcaklık	0.01	0.2	0.01	0.51	0.01	0.97	0.01	0.08	0.01	0.24
	Nem	0.06	0.8	0.03	0.87	0.09	7.3	0.02	0.13	0.06	1.88
	CO ₂	0.75	7.8	0.33	2.6	0.06	0.7	0.12	1.4	0.03	0.06

5.4. İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ SONUÇLARI

Çalışma alanı olarak seçilen Kamil Güleç Kütüphanesi'nin doğal havalandırma kurgusu sonucunda '4.2.3. İyileştirme Senaryoları' bölümünde ele alınan çapraz havalandırma, baca etkisi ile havalandırma, çatı kanadı ile havalandırma, çatı penceresi ile havalandırma ve rüzgar kulesi ile havalandırma sistemleri kütüphane kullanımının yoğun olduğu zamanlar dikkate alınarak yaz mevsimi için 18-22 Mayıs, kış mevsimi için 30 Aralık- 6 Ocak tarihleri arasında ayrı ayrı simüle edilerek bu önerilerin yapının iç mekan ısı konfor ve hava kalitesine etkisi belirlenmiştir. İç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesine ve aynı zamanda da ısı konfor düzeyinin korunması amacıyla oluşturulan beş adet iyileştirme senaryosuna ait sonuçlar bu bölümde detaylı olarak ele alınmıştır.

5.4.1. Çapraz Havalandırma Önerisi Sonuçları

Çapraz havalandırma önerisinin detayları '4.2.3.1. Çapraz havalandırma önerilerinin belirlenmesi' başlığı altında ele alındığı gibi, güneybatı cephesinden zemin ve 1. katta üçer adet olacak şekilde toplamda altı adet menfez hava girişini sağlamak ve güneydoğu cephesinde bulunan altı menfez ise hava çıkışını sağlamaktadır. Bu öneride pencere açılış periyotları belirli saat aralıklarında belirli dk açık olacak şekilde yaz ve kış dönemi için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve simülasyonlarda denenilen periyotlardan, yaz dönemi için 30 dk'da 10 dk, kış dönemi için 120 dk'da 10 dk

açılış periyodunun ısı konfor düzeyinin sağlanması ve CO₂ değerinin sınır değerinin altında tutulması açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Isıl konfor ve hava kalitesinin sağlanmasına yönelik menfezlerin açık kalma süreleri ve açılma periyotları belirlendikten sonra elde edilen simülasyon sonuçlarına göre; yapının iç mekanında yaz ve kış dönemlerinde CO₂ miktarının 650 ile 880 ppm arasında değişkenlik gösterdiği ve akşam saatlerine doğru bu miktarın arttığı görülmektedir. Bu artışın yapının mevcut halinde akşam saatlerinde kullanıcı miktarının artmasından ileri geldiği açıktır. Ortamdaki CO₂ miktarı kişi sayısına bağlı olarak ortaya çıkan bir kirlilik olduğundan, Şekil 5.18 ve 5.19’da görüldüğü gibi CO₂ miktarının menfezlerin açılış zamanlarına bağlı olarak kış döneminde daha dalgalı bir seyirde ilerlediği ve menfezler açıldığı zaman 150 ppm’e varan düşüşler yaşandığının görülmesine rağmen yaz döneminde ise hava hareketinin azalmasına bağlı olarak bu düzeyin daha durağan bir seyirde ilerlediği ve keskin düşüşlerin olmadığı görülmektedir. Öneri için uygun açık kalma periyotları (yaz dönemi için 30 dk’da 10 dk, kış dönemi için 120 dk’da 10 dk) uygulandığı takdirde, önerinin yapının iç mekan hava kalitesini iyileştirmede başarılı olduğu söylenebilmektedir.

Çapraz havalandırma önerisinde iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesinin ardından, ısı konfor düzeyinin de konfor aralıklarında kalması önemlidir. Simülasyon sonucunda eklenen nemlendirici sistem ile birlikte mekandaki bağıl nem düzeylerinin kış döneminde %40-%60 arasında, yaz döneminde ise %50 düzeyinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Sıcaklık değerleri ise, menfezlerin açılması ile birlikte kış aylarında 0.1⁰C ile 0.4⁰C azalmakta yaz aylarında ise 0.1⁰C ile 0.6⁰C artmaktadır. Ayrıca sıcaklığın kış aylarında 20⁰C ile 22⁰C arasında değişiklik gösteren durağan bir eğilimde olduğu, yaz aylarında ise 20⁰C ile 25⁰C arasında ve öğle saatlerinde artmakta olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.5., Şekil 5.18 ve 5.19). çapraz havalandırma önerisi ile elde edilen nem ve sıcaklık verilerinin, ASHRAE konfor aralıklarına uygun olduğu ve ısı konfor bağlamında kış mevsimi için “konforlu”, yaz ayları için de sınır alanda “kısmen konforlu” alana girdiği görülmektedir (Şekil 5.17). Yaz mevsimi için sağlanan kısmen konforlu alan için menfezler 20 dk’da 10 dk açık kalacak şekilde simülasyon yapılmış, fakat sıcaklık değerlerinin öğle saatlerinde daha da arttığı gözlenmiştir. 45 dk’da 10 dk açıklık periyodu denendiğinde ise, CO₂ miktarının sınır değerinin üzerinde kaldığı tespit

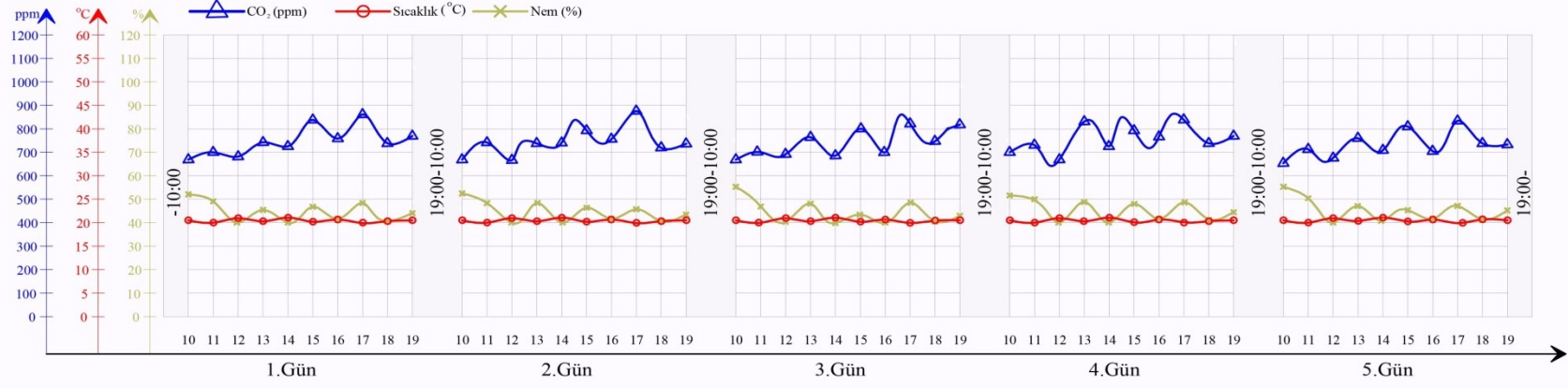
edilmiştir. Bu nedenle yaz için minimum kabul edilebilecek yani “konforlu-kısmen konforlu” sınırına en yakında kalınacak şekilde, menfez açık kalma aralığına 30 dk’da 10 dk olacak şekilde karar verilmiştir.

Çizelge 5.5. Çapraz havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ değerleri.

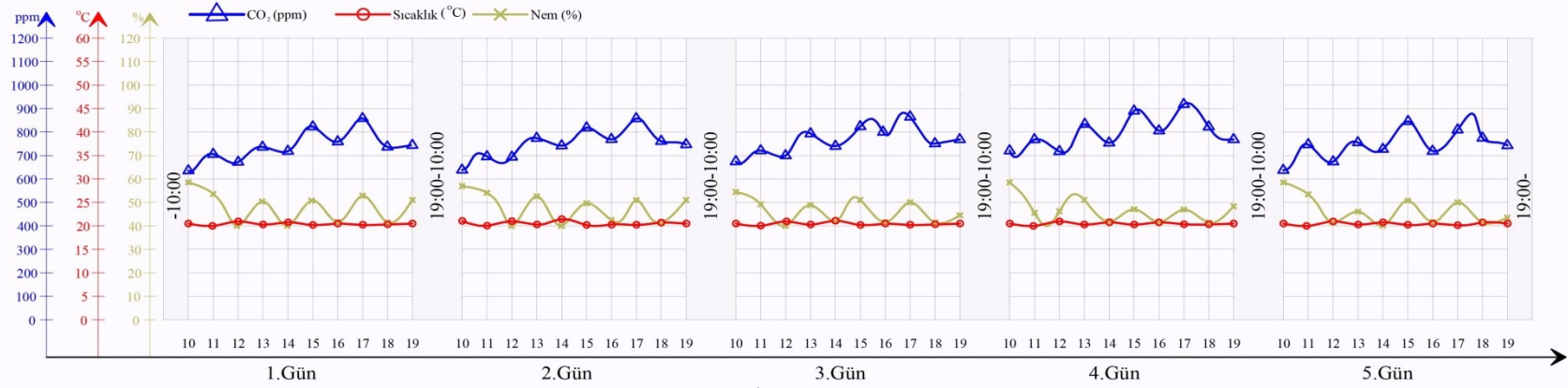
Çapraz havalandırma	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO ₂ (ppm)
Yaz	23.2	53.4	824
Kış	21.1	48.5	853



Şekil 5.17. Çapraz havalandırma önerisi ısı konfor değerleri.

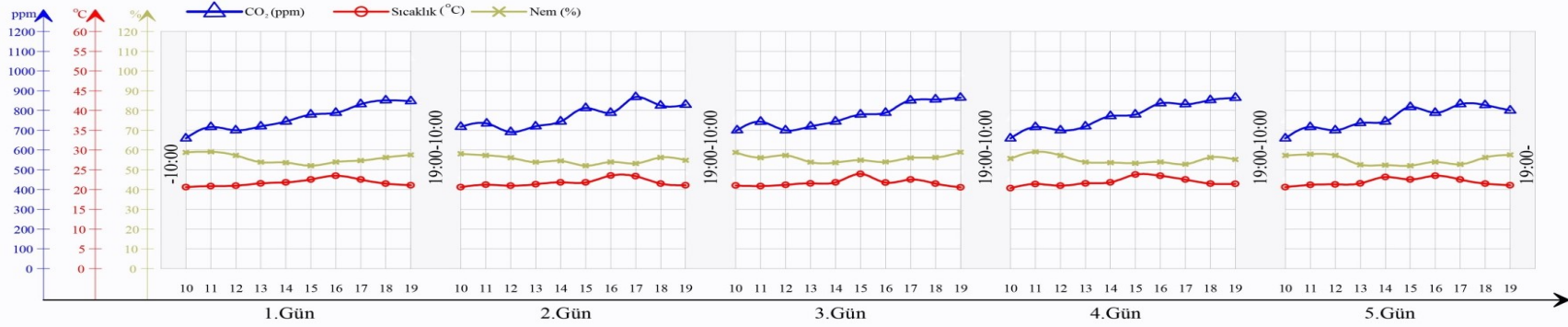


a

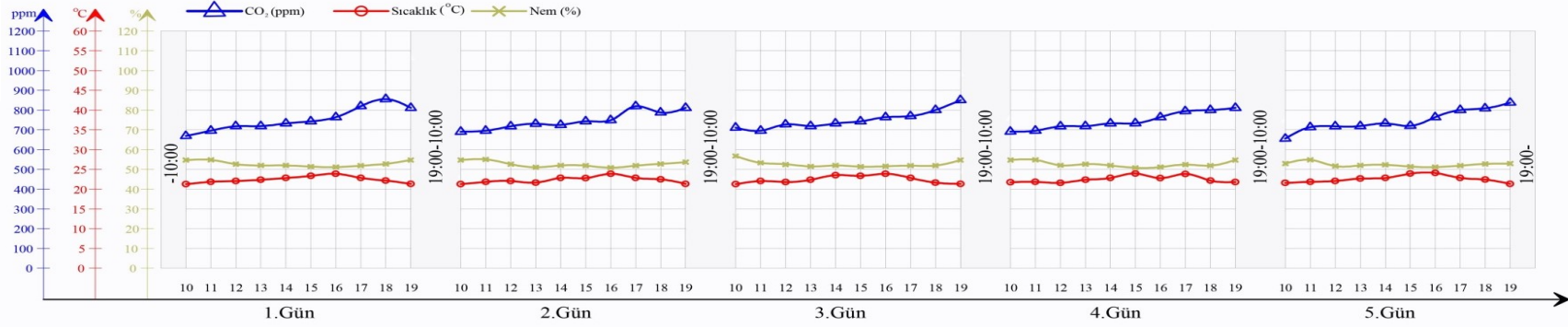


b

Şekil 5.18. a) Çapraz havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları
b) Çapraz havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.



a



b

Şekil 5.19. a) Çapraz havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları

b) Çapraz havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.

5.4.2. Baca Etkisi ile Havalandırma Önerisi Sonuçları

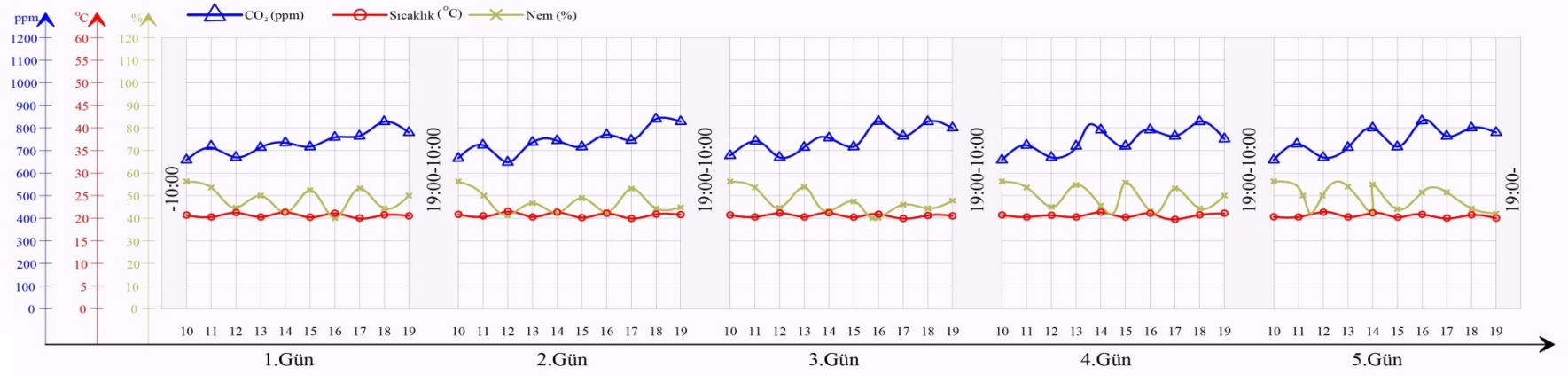
Baca etkisi havalandırma önerisinin detayları '4.2.3.2. Baca etkisi ile havalandırma önerilerinin belirlenmesi' başlığı altında ele alındığı gibi, güneybatı cephesinden zemin ve 1. katta üçer adet olacak şekilde toplamda altı adet menfez hava girişini sağlamakta ve atrium kotunda tasarlanan altı adet menfez ise hava çıkışını sağlamaktadır. Bu öneride pencere açılış periyotları belirli saat aralıklarında belirli dk açık olacak şekilde yaz ve kış dönemi için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve simülasyonlarda denenen periyotlardan, yaz dönemi için 45 dk'da 10 dk, kış dönemi için 180 dk'da 10 dk açılış periyodunun ısı konfor düzeyinin sağlanması ve CO₂ değerinin sınır değerinin altında tutulması açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Isıl konfor ve hava kalitesinin sağlanmasına yönelik menfezlerin açık kalma süreleri ve açılma periyotları belirlendikten sonra elde edilen simülasyon sonuçlarına göre; yapının iç mekanında yaz ve kış dönemlerinde CO₂ miktarının 640 ila 880 ppm arasında değişkenlik gösterdiği ve akşam saatlerine doğru bu miktarın arttığı görülmektedir. Ortamdaki CO₂ miktarı kişi sayısına bağlı olarak ortaya çıkan bir kirlilik olduğundan, Şekil 5.21 ve 5.22'de görüldüğü gibi CO₂ miktarının menfezlerin açılış zamanlarına bağlı olarak kış döneminde daha dalgalı bir seyirde ilerlediği ve menfezler açıldığı zaman 160 ppm'e varan düşüşler yaşandığının görülmesine rağmen yaz döneminde ise hava hareketinin azalmasına bağlı olarak bu düzeyin daha durağan bir seyirde ilerlediği ve keskin düşüşlerin olmadığı görülmektedir. Öneri için uygun açık kalma periyotları (yaz dönemi için 45 dk'da 10 dk, kış dönemi için 180 dk'da 10 dk) uygulandığı takdirde, önerinin yapının iç mekan hava kalitesini iyileştirmede başarılı olduğu söylenebilmektedir.

Nem düzeyleri değerlendirildiğinde kış döneminde yaz dönemine oranla ortalama nem değerinin daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Simülasyon sonucunda eklenen nemlendirici sistem ile birlikte mekandaki bağıl nem düzeylerinin kış döneminde %40-%60 arasında, yaz döneminde ise %50 düzeyinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Kış döneminde dalgalı bir eğilimde olan nem değerleri yaz aylarında sıcaklıkla bağlantılı olarak öğle saatlerinde düşmektedir. Sıcaklık değerleri ise, menfezlerin açılması ile birlikte kış aylarında 0.1°C ile 0.3°C azalmakta yaz aylarında ise 0.1°C ile 0.5°C artmaktadır. Ayrıca sıcaklığın kış aylarında 20°C ile

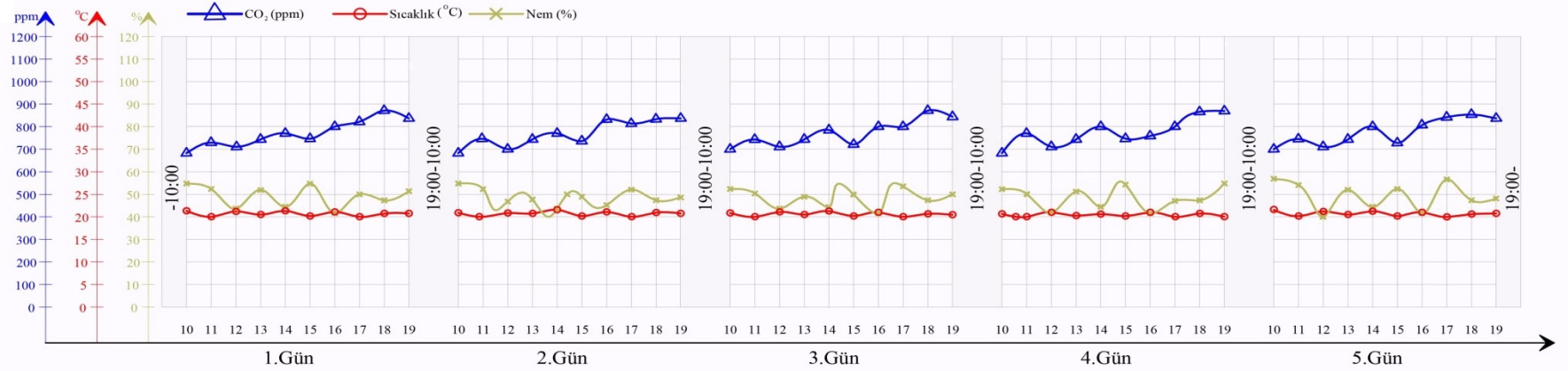
22°C arasında değişiklik gösteren durağan bir eğilimde olduğu, yaz aylarında ise 20°C ile 25 °C arasında ve öğle saatlerinde artmakta olduğu gözlenmektedir (Çizelge 5.6, Şekil 5.20 ve Şekil 5.21). Baca etkisi ile havalandırma önerisi ile elde edilen nem ve sıcaklık verilerinin, ASHRAE konfor aralıklarına uygun olduğu ve ısı konfor bağlamında kış mevsimi için “konforlu”, yaz ayları için de sınır alanda “kısmen konforlu” alana girdiği görülmektedir (Şekil 5.22). Yaz mevsimi için sağlanan kısmen konforlu alan için menfezler 30 dk’da 10 dk açık kalacak şekilde simülasyon yapılmış, fakat sıcaklık değerlerinin öğle saatlerinde daha da arttığı gözlenmiştir. 60 dk’da 10 dk açıklık periyodu denendiğinde ise, CO₂ miktarının sınır değerin üzerinde kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle yaz için minimum kabul edilebilecek yani “konforlu-kısmen konforlu” sınırına en yakında kalınacak şekilde, menfez açık kalma aralığına 45 dk’da 10 dk olacak şekilde karar verilmiştir.

Çizelge 5.6. Baca etkisi ile havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ değerleri.

Baca etkisi ile havalandırma	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO ₂ (ppm)
Yaz	23.3	55.1	789
Kış	21.4	49	836



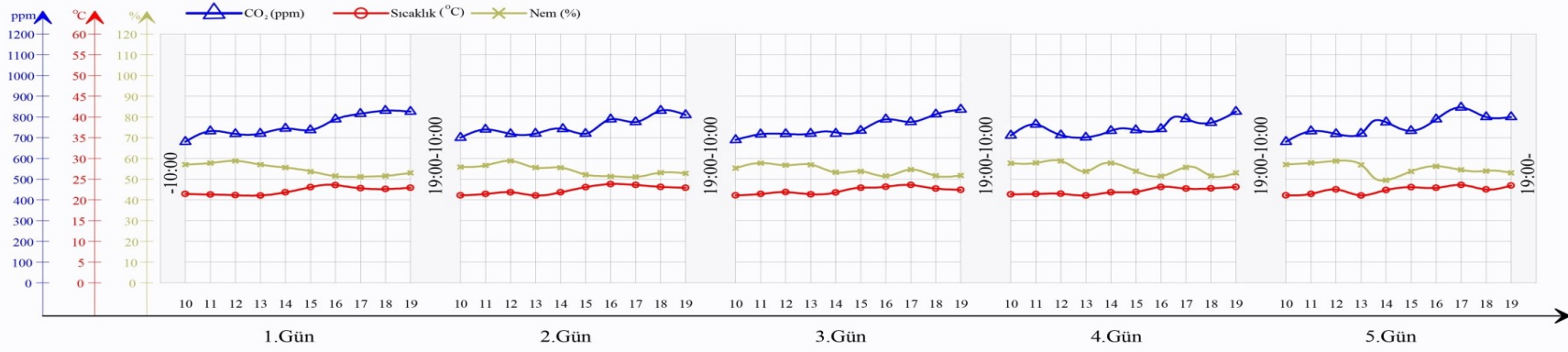
a



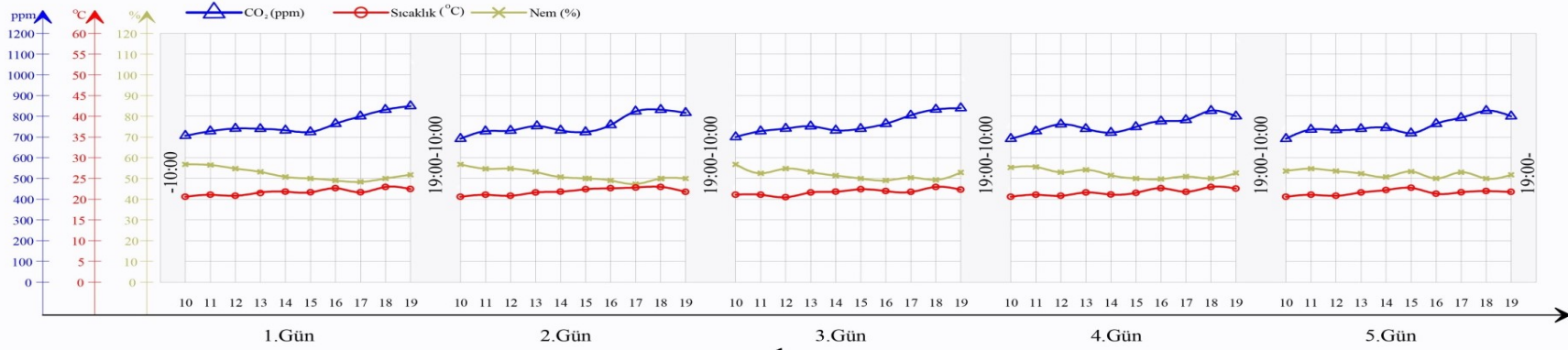
b

Şekil 5.20. a) Baca etkisi ile havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları

b) Baca etkisi ile havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.



a



b

Şekil 5.21. a) Baca etkisi ile havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları
b) Baca etkisi ile havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.



Şekil 5.22. ASHRAE konfor aralıklarına göre baca etkisi ile havalandırma önerisinin konfor değerleri.

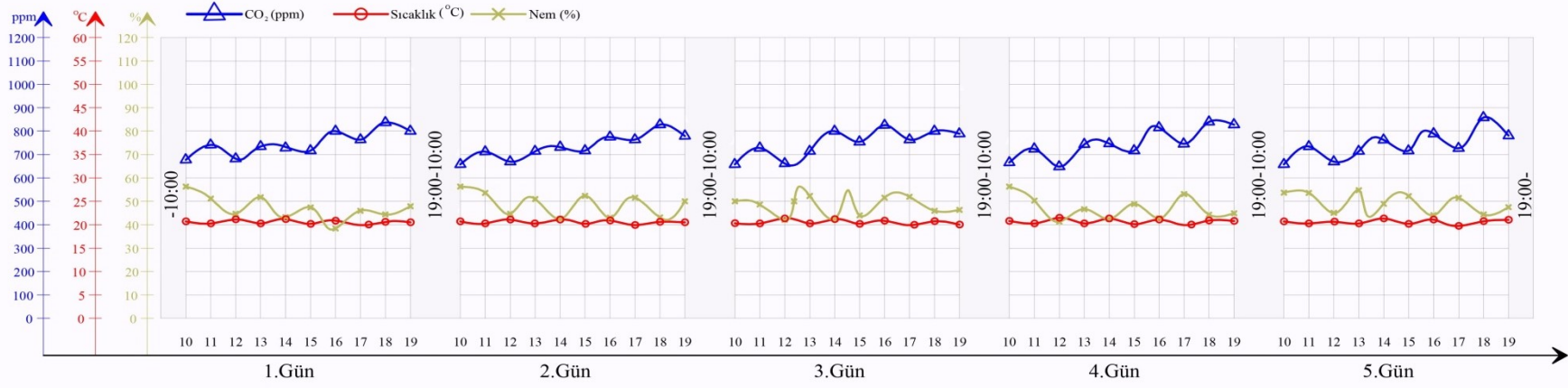
5.4.3. Çatı Kanadı ile Havalandırma Önerisi Sonuçları

Çatı kanadı ile havalandırma önerisinin detayları ‘4.2.3.3. Çatı kanadı ile havalandırma önerilerinin belirlenmesi’ başlığı altında ele alındığı gibi üzere güneybatı cephesinde atrium kotu seviyesinde mekan içerisine hava girişini sağlayacak bir kabuk sistem ile beraber üç adet menfez planlanmıştır. Zemin ve 1.kat düzlemlerinde bulunan güneybatı ve güneydoğu yönündeki menfezler ikincil bir hava girişi sağlamakta ve hava tahliyesi atrium kotunda güneydoğu yönünde tasarlanan üç adet menfez ile sağlanmaktadır. Bu öneride pencere açılış periyotları belirli saat aralıklarında belirli dk açık olacak şekilde yaz ve kış dönemi için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve simülasyonlarda denenen periyotlardan, yaz dönemi için 60 dk’da 10 dk, kış dönemi için 180 dk’da 10 dk açılış periyodunun ısı konfor düzeyinin sağlanması ve CO₂ değerinin sınır değerinin altında tutulması açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Öneri için uygun açık kalma periyotları uygulandığı takdirde, önerinin yapının iç mekan hava kalitesini iyileştirmede başarılı olduğu söylenebilmektedir.

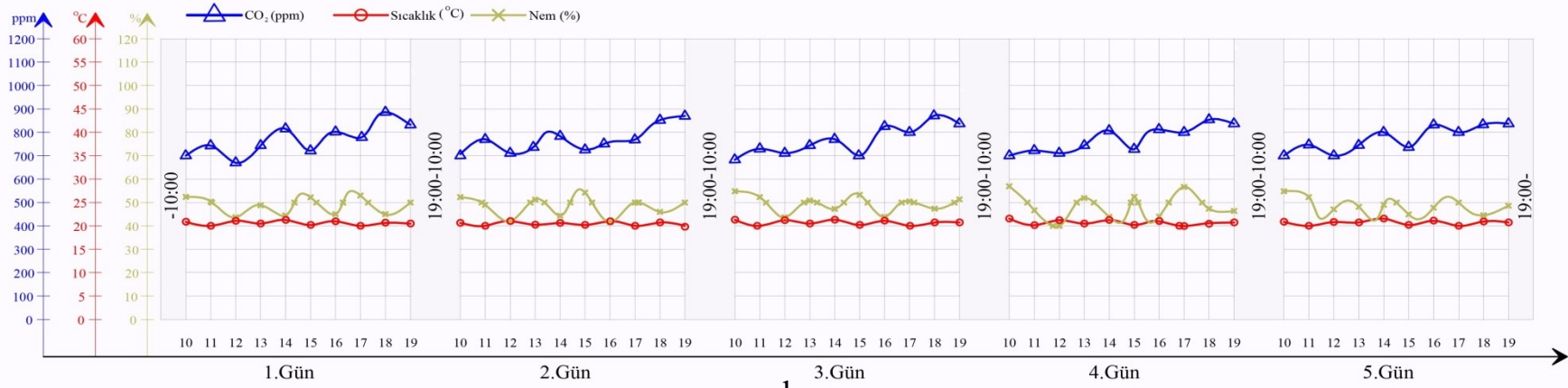
Nem düzeyleri değerlendirildiğinde kış döneminde yaz dönemine oranla ortalama nem değerinin daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Simülasyon sonucunda eklenen nemlendirici sistem ile birlikte mekandaki bağıl nem düzeylerinin kış döneminde %40-%60 arasında, yaz döneminde ise %50 düzeyinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Kış döneminde dalgalı bir eğilimde olan nem değerleri yaz aylarında sıcaklıkla bağlantılı olarak öğle saatlerinde düşmektedir. Sıcaklık değerleri ise, menfezlerin açılması ile birlikte kış aylarında 0.1⁰C ile 0.3⁰C azalmakta yaz aylarında ise 0.1⁰C ile 0.4⁰C artmaktadır. Ayrıca sıcaklığın kış aylarında 20⁰C ile 22⁰C arasında değişiklik gösteren durağan bir eğilimde olduğu, yaz aylarında ise 20⁰C ile 25⁰C arasında ve öğle saatlerinde artmakta olduğu gözlenmektedir (Çizelge 5.7, Şekil 5.23 ve Şekil 5.24). Çatı kanadı ile havalandırma önerisi ile elde edilen nem ve sıcaklık verilerinin, ASHRAE konfor aralıklarına uygun olduğu ve ısı konfor bağlamında kış ve yaz mevsimi için “konforlu” alana girdiği görülmektedir (Şekil 5.25).

Çizelge 5.7. Çatı kanadı ile havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ değerleri.

Çatı kanadı ile havalandırma	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO ₂ (ppm)
Yaz	22.8	56.8	780
Kış	21.5	48.5	786

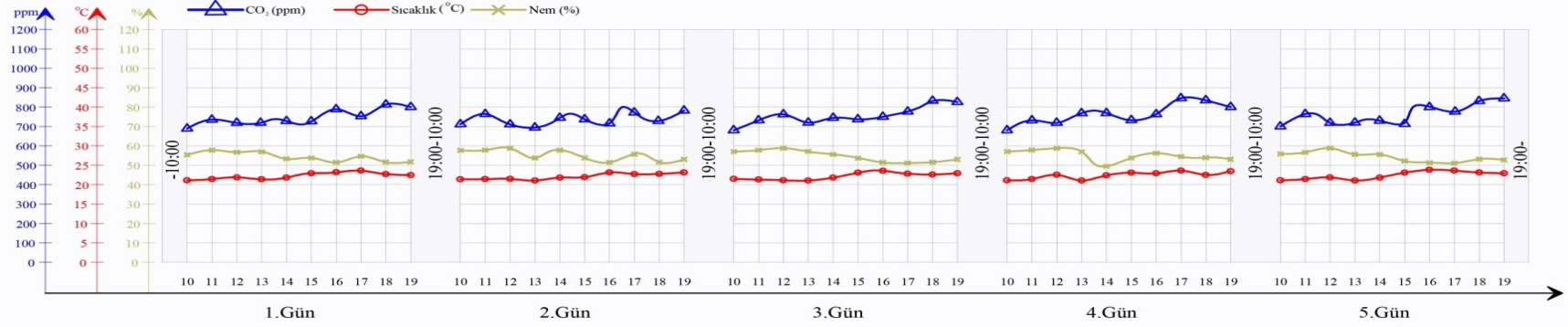


a

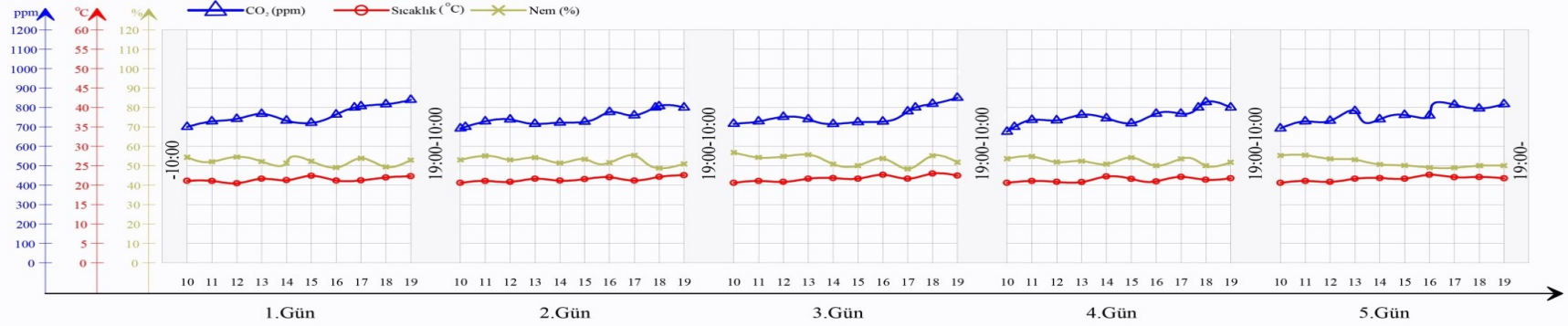


b

Şekil 5.23. a) Çatı kanadı ile havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyonu sonuçları
b) Çatı kanadı ile havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyonu sonuçları.



a



b

Şekil 5.24. a) Çatı kanadı ile havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları
b) Çatı kanadı ile havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.



Şekil 5.25. ASHRAE konfor aralıklarına göre çatı kanadı ile havalandırma önerisinin konfor değerleri.

5.4.4. Çatı Penceresi ile Havalandırma Önerisi Sonuçları

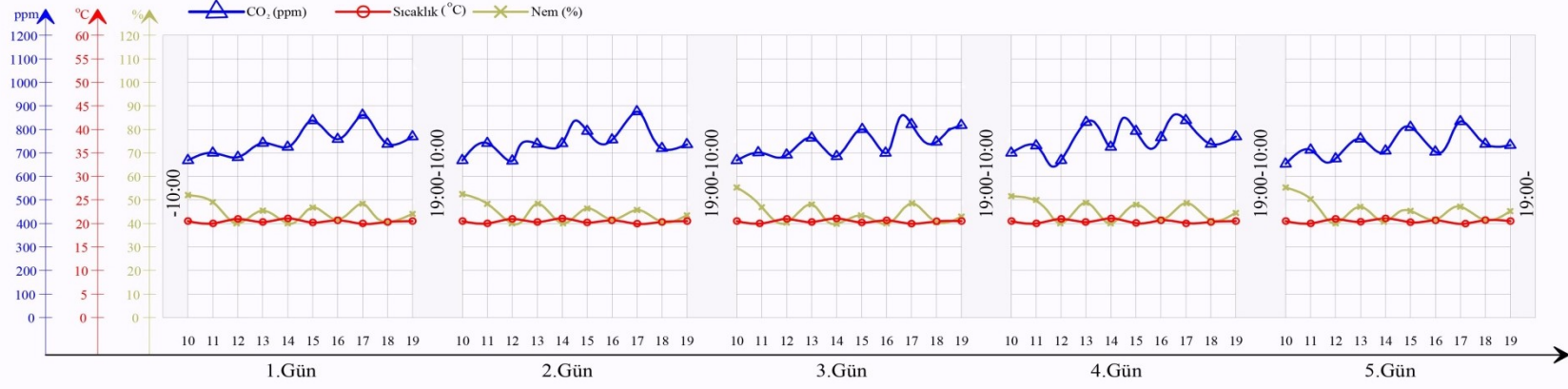
Çatı penceresi ile havalandırma önerisinin detayları '4.2.3.4. Çatı penceresi ile havalandırma önerilerinin belirlenmesi' başlığı altında ele alındığı gibi, güneybatı cephesinde atium yüzeyinde mekan içerisine hava girişini sağlayacak altı adet menfez planlanmıştır. Zemin ve 1.kat düzlemlerinde bulunan güneybatı ve güneydoğu yönündeki menfezler ikincil bir hava girişi sağlamaya beraber ana işlev olarak hava tahliyesi sağlamaktadır. Bu öneride pencere açılış periyotları belirli saat aralıklarında belirli dk açık olacak şekilde yaz ve kış dönemi için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve simülasyonlarda denenilen periyotlardan, yaz dönemi için 45dk'da 10 dk, kış dönemi için 150 dk'da 10 dk açılış periyodunun ısı konfor düzeyinin sağlanması ve CO₂ değerinin sınır değerinin altında tutulması açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Çatı penceresi ile havalandırma önerisi değerlendirildiğinde yaz ve kış dönemlerinde CO₂ miktarının 680 ile 850 ppm arasında değişkenlik gösterdiği ve akşam saatlerine doğru bu miktarın arttığı görülmektedir. Şekil 5.26 ve Şekil 5.27'de görüldüğü gibi CO₂ miktarının menfezlerin açılış zamanlarına bağlı olarak kış döneminde daha dalgalı bir seyirde ilerlediği ve menfezler açıldığı zaman 80 ppm'e varan düşüşler yaşandığı görülmesine rağmen, yaz döneminde ise bu

düzeğin daha durağan bir seyirde ilerlediği ve keskin düşüşlerin olmadığı görülmektedir. Diğer önerilerin aksine CO₂ miktarının en durağan olduğu iyileştirme önerisi olarak görülmektedir. Öneri için uygun açık kalma periyotları uygulandığı taktirde, önerinin yapının iç mekan hava kalitesini iyileştirmede başarılı olduğu söylenebilmektedir.

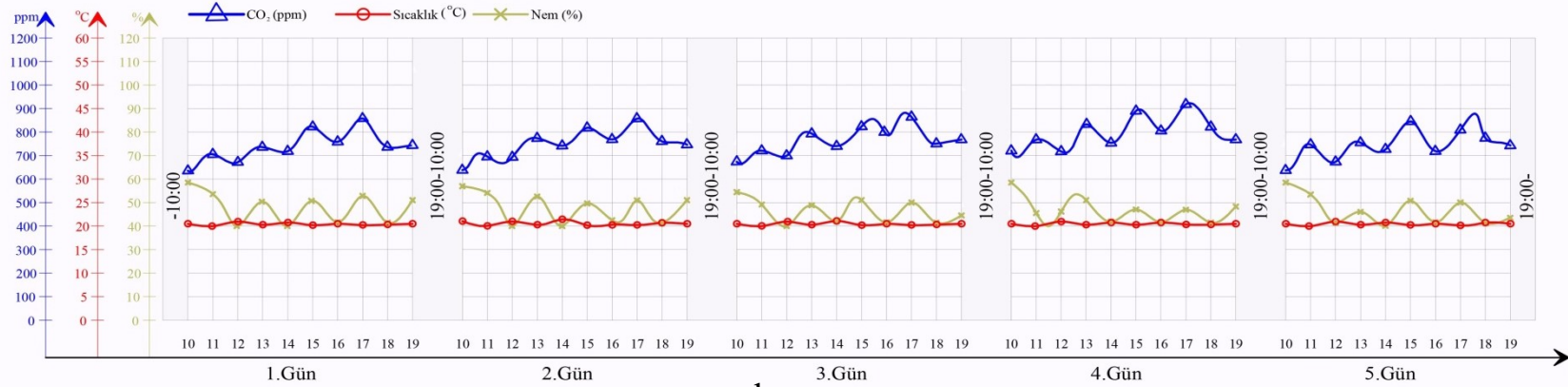
Nem düzeyleri değerlendirildiğinde kış döneminde yaz dönemine oranla ortalama nem değerinin daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Simülasyon sonucunda eklenen nemlendirici sistem ile birlikte mekandaki bağıl nem düzeylerinin kış döneminde %40-%60 arasında, yaz döneminde ise %50 düzeyinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Kış döneminde dalgalı bir eğilimde olan nem değerleri yaz aylarında sıcaklıkla bağlantılı olarak öğle saatlerinde düşmektedir. Sıcaklık değerleri ise, menfezlerin açılması ile birlikte kış aylarında 0.1⁰C ile 0.4⁰C azalmakta yaz aylarında ise 0.1⁰C ile 0.6⁰C artmaktadır. Ayrıca sıcaklığın kış aylarında 20⁰C ile 22⁰C arasında değişiklik gösteren durağan bir eğilimde olduğu, yaz aylarında ise 20⁰C ile 25⁰C arasında ve öğle saatlerinde artmakta olduğu gözlenmektedir (Çizelge 5.8, Şekil 5.26 ve Şekil 5.27). Çatı penceresi ile havalandırma önerisi ile elde edilen nem ve sıcaklık verilerinin, ASHRAE konfor aralıklarına uygun olduğu ve ısı konfor bağlamında kış ve yaz mevsimi için “konforlu” alana girdiği görülmektedir (Şekil 5.28).

Çizelge 5.8. Çatı penceresi ile havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ değerleri.

Çatı penceresi ile havalandırma	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO ₂ (ppm)
Yaz	22.9	55.6	782
Kış	21.4	47.5	779

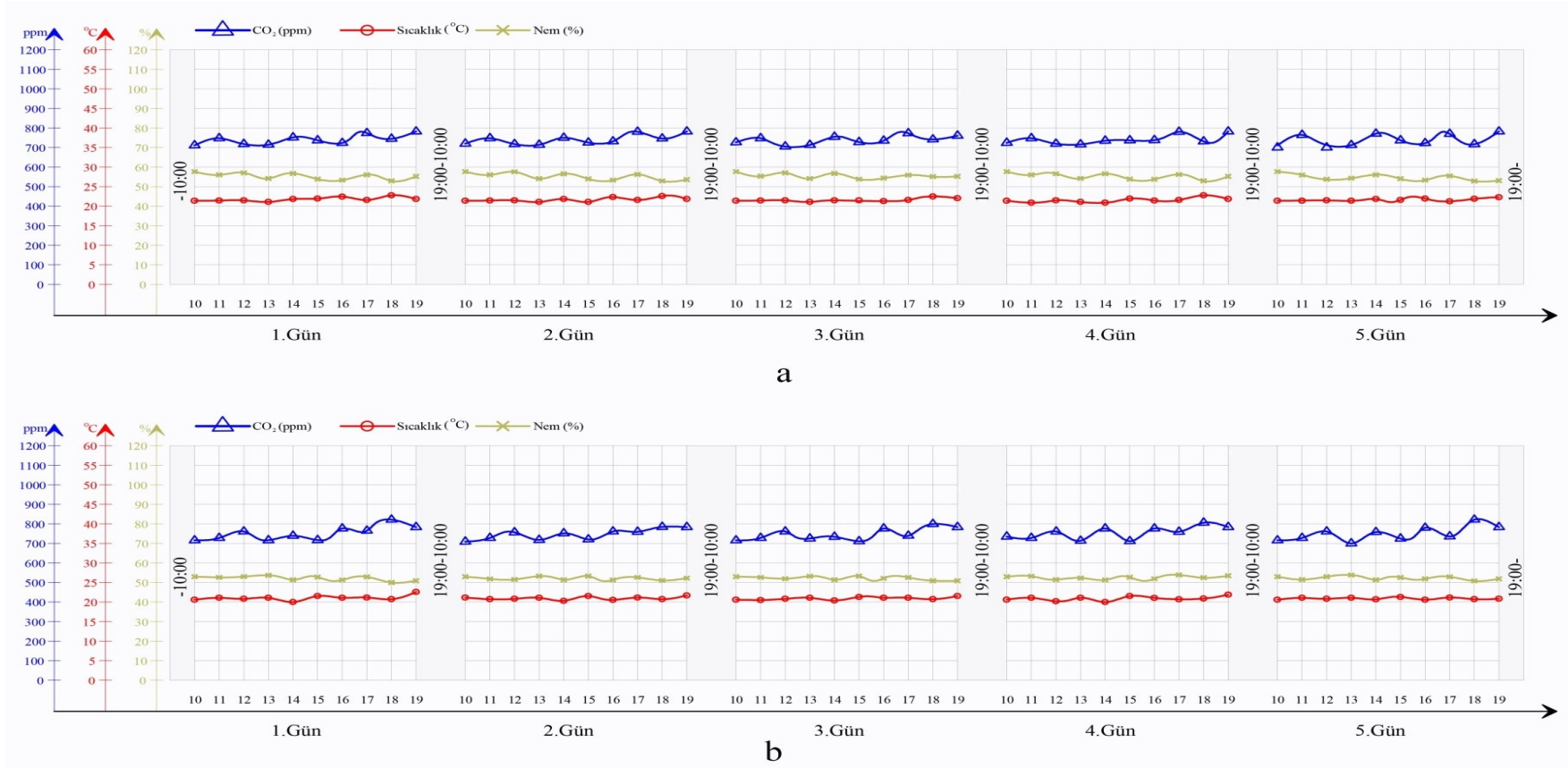


a



b

Şekil 5.26. a) Çatı penceresi ile havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları
b) Çatı penceresi ile havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.



Şekil 5.27. a) Çatı penceresi ile havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları
b) Çatı penceresi ile havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.



Şekil 5.28. ASHRAE konfor aralıklarına göre çatı penceresi ile havalandırma önerisinin konfor değerleri.

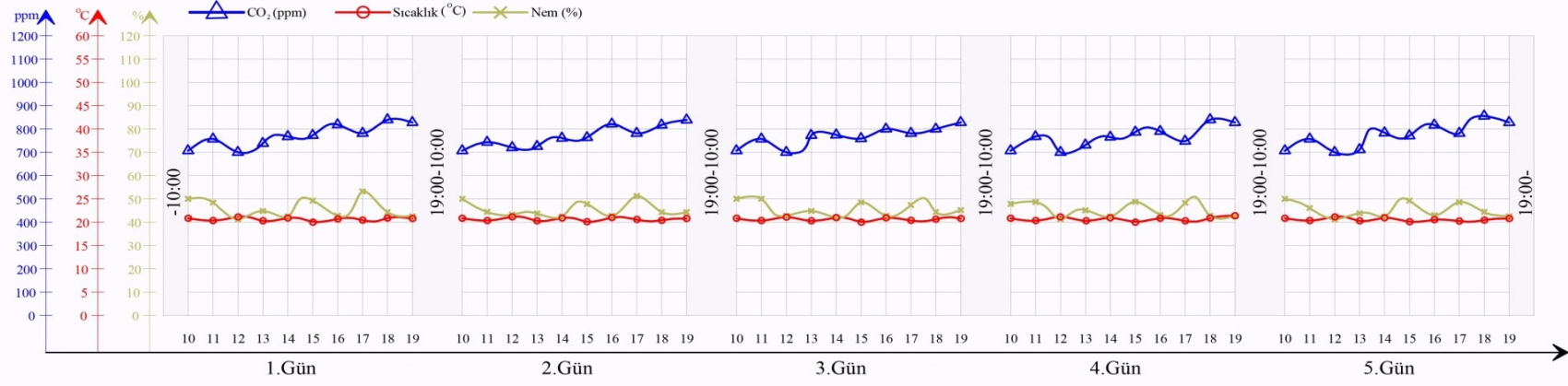
5.4.5. Rüzgar Kulesi ile Havalandırma Önerisi Sonuçları

Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisinin detayları '4.2.3.5. Rüzgar kulesi ile havalandırma önerilerinin belirlenmesi' başlığı altında ele alındığı gibi, 3 m uzunluğunda bir bacanın atrium kısmına eklenmesiyle oluşturulan sistemde güneybatı cephesinden üç adet menfezle ana hava girişi sağlanmakta ve güneydoğu cephesindeki üç adet menfezden ana hava çıkışı sağlanmaktadır. Bu öneride pencere açılış periyotları belirli saat aralıklarında belirli dk açık olacak şekilde yaz ve kış dönemi için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve simülasyonlarda denenen periyotlardan, yaz dönemi için 30dk'da 10 dk, kış dönemi için 150 dk'da 10 dk açılış periyodunun ısı konfor düzeyinin sağlanması ve CO₂ değerinin sınır değerinin altında tutulması açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi değerlendirildiğinde yaz ve kış dönemlerinde CO₂ miktarının 690 ile 880 ppm arasında değişkenlik gösterdiği ve akşam saatlerine doğru bu miktarın arttığı görülmektedir. Öneri için uygun açık kalma periyotları uygulandığı takdirde, önerinin yapının iç mekan hava kalitesini iyileştirmede başarılı olduğu söylenebilmektedir.

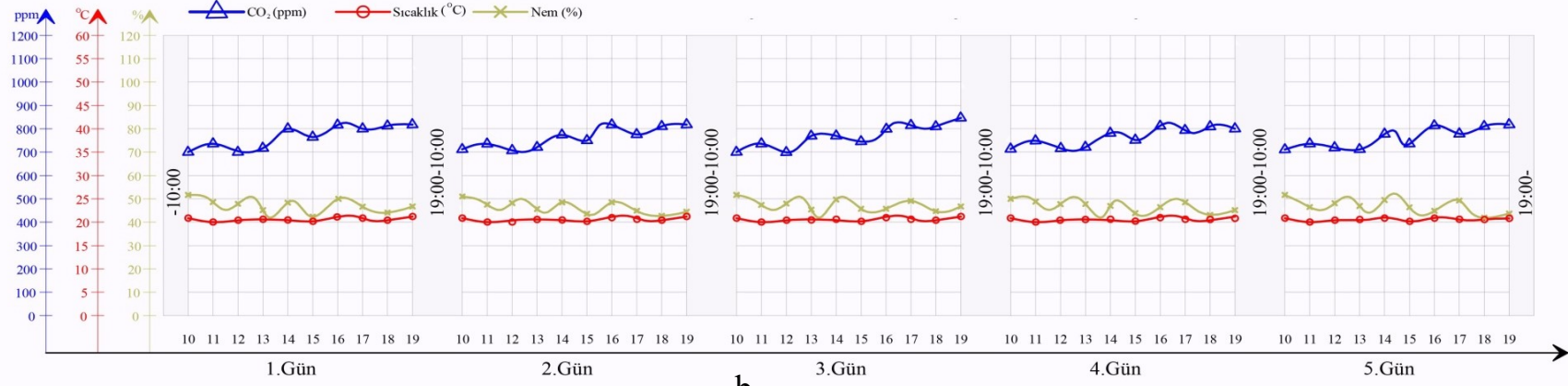
Nem düzeyleri değerlendirildiğinde kış döneminde yaz dönemine oranla ortalama nem değerinin daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Simülasyon sonucunda eklenen nemlendirici sistem ile birlikte mekandaki bağıl nem düzeylerinin kış döneminde %40-%60 arasında, yaz döneminde ise %50 düzeyinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Kış döneminde dalgalı bir eğilimde olan nem değerleri yaz aylarında sıcaklıkla bağlantılı olarak öğle saatlerinde düşmektedir. Sıcaklık değerleri ise, menfezlerin açılması ile birlikte kış aylarında 0.1⁰C ile 0.2⁰C azalmakta yaz aylarında ise 0.1⁰C ile 0.3⁰C artmaktadır (Çizelge 5.9, Şekil 5.29 ve Şekil 5.30). Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi ile elde edilen nem ve sıcaklık verilerinin, ASHRAE konfor aralıklarına uygun olduğu ve ısı konfor bağlamında kış ve yaz mevsimi için “konforlu” alana girdiği görülmektedir (Şekil 5.31).

Çizelge 5.9. Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ değerleri.

Rüzgar kulesi ile havalandırma	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO ₂ (ppm)
Yaz	22.7	55.2	778
Kış	21.2	45.9	792

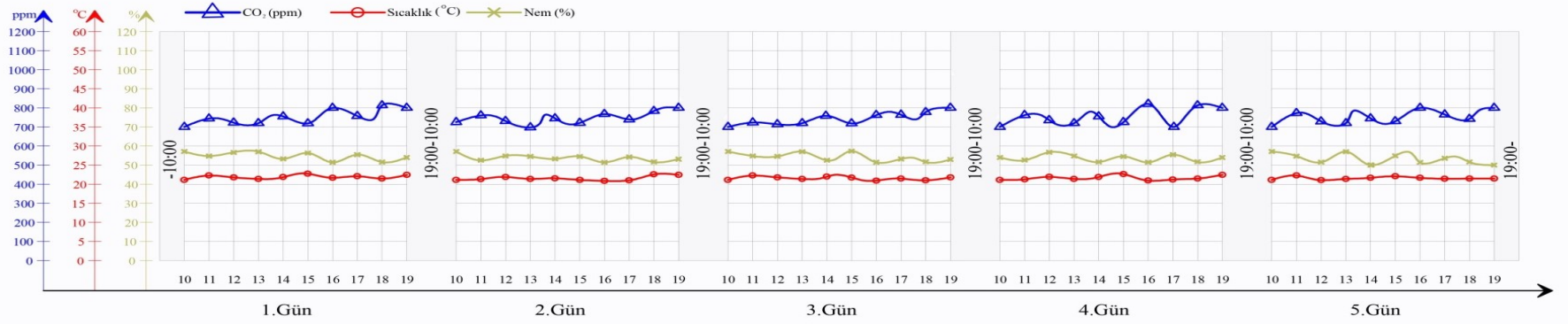


a

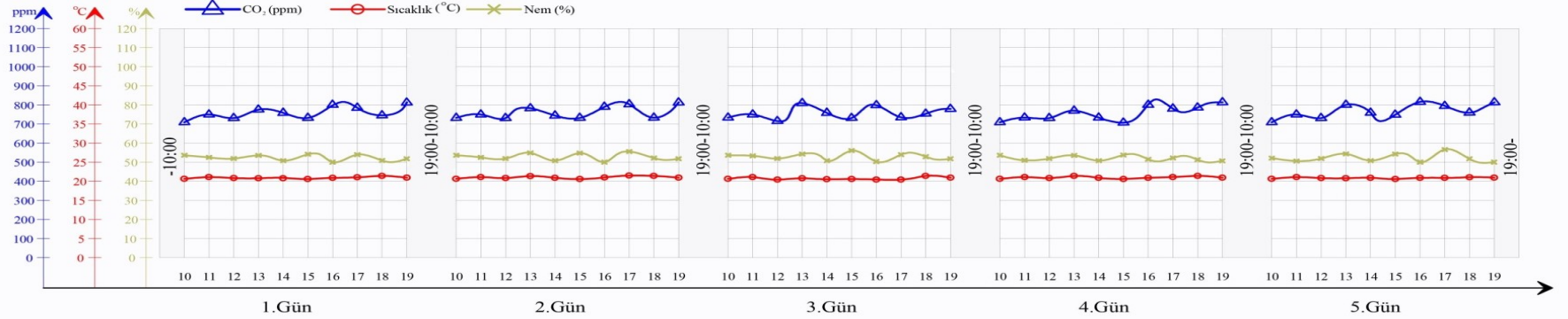


b

Şekil 5.29. a) Rüzgar kulesi ile havalandırma kış periyodu zemin kat simülasyon sonuçları
b) Rüzgar kulesi ile havalandırma kış periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.

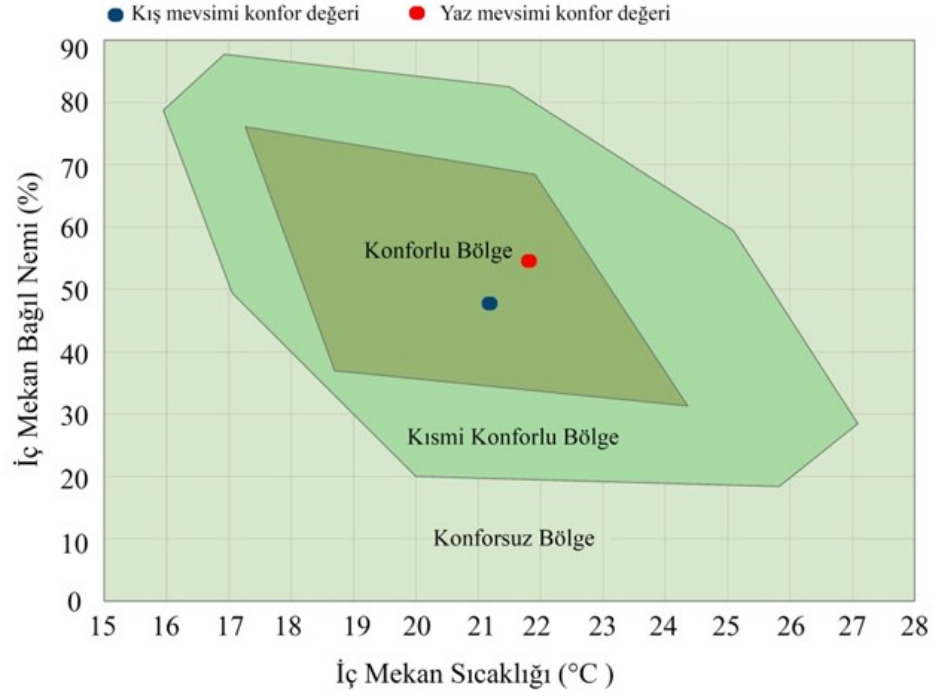


a



b

Şekil 5.30. a) Rüzgar kulesi ile havalandırma yaz periyodu zemin kat simülasyon sonuçları
b) Rüzgar kulesi ile havalandırma yaz periyodu 1. kat simülasyon sonuçları.



Şekil 5.31. ASHRAE konfor aralıklarına göre rüzgar kulesi ile havalandırma önerisinin konfor değerleri.

BÖLÜM 6

SONUÇ

Tez çalışmasında Kamil Güleç Kütüphanesi'nin ısı konforu ve iç mekan hava kalitesi düzeyi tespit edilmiş, elde edilen ölçüm sonuçları ve kullanıcı memnuniyet değerlendirmesi sonucunda yapının iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. İyileştirme önerilerinin yapının enerji performansını olumsuz etkilemesinin önüne geçilmesi amacıyla, planlanan iyileştirmelerin sadece doğal havalandırma yolu ile yapılmasına önem verilmiştir. Yapının atriumlu bir yapı olması nedeniyle atriumlu yapılarda doğal havalandırma çözümleri, iyileştirme önerilerinin belirlenmesinin omurgasını oluşturmuştur.

Çalışma kapsamında ilk olarak yapının mevcut ısı konfor ve iç mekan kirlilik düzeyleri belirlenmiş, ardından kullanıcıların iç mekan konforuna yönelik görüşleri alınmıştır. Elde edilen veriler sonucunda da yapının en sık kullanıldığı dönemde, iç mekanın yüksek CO₂ (1250 ppm) ile karşı karşıya kaldığı, buna bağlı olarak çalıştırılan mekanik havalandırmanın yüksek oranda gürültüye neden olmasının yanı sıra yapının iç mekan hava kalitesini iyileştiremediği belirlenmiştir. İç mekan hava kalitesini etkileyen TUOB değerlerinin ise 1.5 ppm sınırında olduğu, akşam saatlerinde temizlik sürecinin başlamasıyla kullanılan temizlik ürünlerine bağlı olarak artış gösterdiği gözlenmiştir. Elde edilen bu değer US-EPA (3 ppm) ve ASHRAE (2 ppm) tarafından belirlenen limit değerlerin altında olsa da, WHO ve WSHD (1 ppm) tarafından belirlenen limit değerinin üzerinde olduğu söylenebilmektedir. İç mekan hava kalitesini etkileyen bir diğer kirletici olan partikül madde ölçümleri sonucunda ince partikül miktarının (PM_{0,3}, PM_{0,5}, PM₁) kaba partikül madde (PM_{2,5}, PM₅, PM₁₀) miktarına oranla daha yoğun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapının iç mekan ısı konforuna etki eden bağıl nem değerlerinin ise ASHRAE (%30-%60), HONG-KONG (%40-%70) ve WSHD (%40-%70)'nin önerdiği aralıklara uygun olmadığı tespit edilmiştir.

İç mekân hava kalitesinin artırılmasına yönelik çalıştırılan mekanik havalandırmanın yüksek ses düzeyine sahip olduğunun gözlenmesi üzerine karar verilen gürültü ölçümleri sonucunda 58 dB'a varan ses düzeyi tespit edilmiş olup, bu değer kütüphaneler için öngörülen 35 dB sınırının çok üzerindedir.

Yerinde ölçümler ile mevcut durumun belirlenmesinin ardından yapının iç mekân konforuna yönelik kullanıcı memnuniyetinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen anket sorularının cevapları irdelendiğinde, kullanıcıların iç mekân konforundan "kabul edilebilir" düzeyde memnun olduğu fakat iç mekân hava kalitesine bağlı olarak yapıda buldukları süre boyunca yorgunluk, baş ağrısı, verim düşüklüğü ve solunum zorluğu gibi belirtileri yaşadığı belirlenmiştir. Ayrıca bu belirtilerin kadınlarda daha fazla görüldüğü ve kullanıcıların %78.8'inin yapıyı terketmesi sonucunda geçtiği saptanmıştır.

Kamil Güleç Kütüphanesi'nin iç mekân hava kalitesini iyileştirmek amacıyla seçilen doğal havalandırma önerileri atriumlu yapılarda önerilen doğal havalandırma önerileri ile oluşturulmuş ve bu bağlamda çapraz havalandırma, baca etkisi ile havalandırma, çatı kanadı ile havalandırma, çatı penceresi ile havalandırma ve rüzgâr kulesi ile havalandırma yöntemlerinin gerektirdiği yalıtımlı menfezlerin yapıya entegre edildiği öneriler oluşturulmuştur. Her öneri bağlamında menfezlerin yaz ve kış dönemleri için ısı konforu ve hava kalitesinin sağlanması açısından uygulanabilecek minimum açık kalma periyotları sayısız simülasyonlar sonucunda belirlenmiştir.

İyileştirme önerileri olan çapraz havalandırma önerisi için 12 adet menfez planlanmış ve bu menfezlerin kütüphanenin kullanım sürecinde yaz mevsimi için 30 dk ara ile 10 dk, kış mevsiminde ise 120 dk ara ile 10 dk açık kalması ile ısı konfordan ödün verilmeden mekanın hava kalitesinin iyileştirilebileceği (ortalama CO₂: 838.5 ppm) belirlenmiştir (Çizelge 6.1).

Baca etkisi ile havalandırma önerisi için 18 adet menfez planlanmış ve bu menfezlerin kütüphanenin kullanım sürecinde yaz mevsimi için 45 dk ara ile 10 dk, kış mevsiminde ise 180 dk ara ile 10 dk açık kalması ile ısı konfordan ödün

verilmeden mekanın hava kalitesinin iyileştirilebileceği (ortalama CO₂: 812.5 ppm) belirlenmiştir (Çizelge 6.1). Bu durum baca etkisi ile havalandırmanın çapraz havalandırma önerisinden doğal havalandırma performansı bağlamında daha etkili olduğunu göstermektedir. Bunun nedeninin, hem çapraz havalandırma prensiplerini içermesi hem de çatı kotunda yer alan ek menfezlerle sağlanan ek havalandırma olduğu söylenebilmektedir.

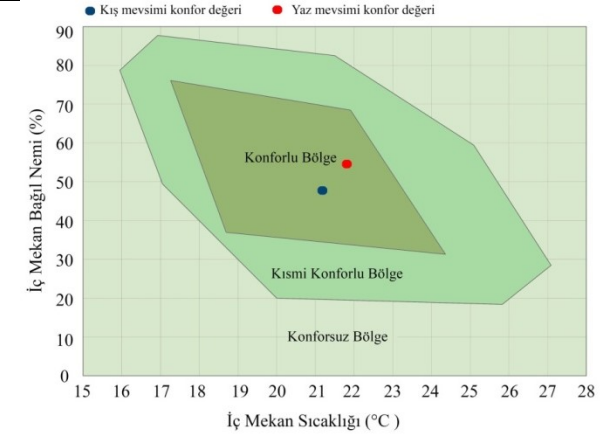
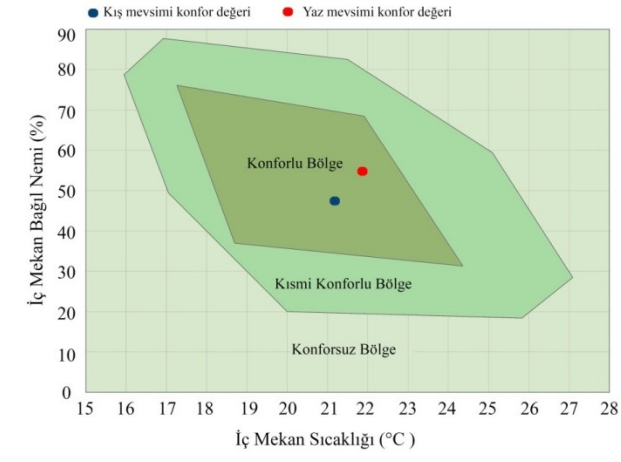
Menfezlerin açık kalma periyodu ve süresi çatı kanadı ile havalandırma önerisinde CO₂ miktarını ortalama 783 ppm değerinde tutarak, yaz mevsimi için 60 dk ara ile 10 dk, kış mevsiminde ise 180 dk ara ile 10 dk iken, çatı penceresi ile havalandırma önerisinde ise yaz mevsimi için 45 dk ara ile 10 dk, kış mevsiminde ise 150 dk ara ile 10 dk olarak belirlenmiştir (Çizelge 6.1). Elde edilen sonuç, çatı kanadı ile havalandırmanın çatı penceresi ile sağlanan havalandırma performansından yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Bunun nedeni çatı kanadının hakim rüzgar yönüne yönlendirilmesiyle elde edilen rüzgar hacminin fazla olması ile açıklanabilmektedir.

Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi için de 18 adet menfez planlanmış ve bu menfezlerin kütüphanenin kullanım sürecinde yaz mevsimi için 30 dk ara ile 10 dk, kış mevsiminde ise 150 dk ara ile 10 dk açık kalması ile ısı konfordan ödün verilmeden mekanın hava kalitesinin iyileştirilebileceği (ortalama CO₂:785 ppm) belirlenmiştir (Çizelge 6.1). Bu önerinin de yaz mevsimi için doğal havalandırma performansının baca etkisi, çatı kanadı ve çatı penceresi önerilerinden daha düşük, kış mevsimi için ise baca etkisi ve çatı kanadı ile havalandırma önerilerinden daha düşük, çatı penceresi önerisi ile de aynı performansa sahip olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 6.1. İyileştirme önerilerine ait fiziksel veriler ve konfor durumu.

Öneriler	Menfez sayısı	Yaz mevsiminde menfezlerin açılış periyodu	Kış mevsiminde menfezlerin açılış periyodu	CO ₂ Değeri	Ortlama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Isıl konfor grafiği
Çapraz havalandırma önerisi	12	30 dk'da 10 dk	120 dk'da 10 dk	838.5	22.1	50.9	
Baca etkisi ile havalandırma önerisi	18	45 dk'da 10 dk	180 dk'da 10 dk	812.5	22.3	52	
Çatı kanadı ile havalandırma önerisi	18	60 dk'da 10 dk	180 dk'da 10 dk	783	22.1	52.6	

Çizelge 6.1. (devam ediyor)						
Çatı penceresi ile havalandırma önerisi	18	45 dk'da 10 dk	150 dk'da 10 dk	780	22.1	51.5
Rüzgar kulesi ile havalandırma önerisi	18	30 dk'da 10 dk	150 dk'da 10 dk	785	21.9	50.5



İyileştirme önerilerinin ısı konforuna etkisi incelendiğinde ise, ısı konforu ve hava kalitesinin sağlanması açısından uygulanabilecek minimum açık kalma periyotları ile çapraz ve baca etkisi ile havalandırma önerisinde kış mevsimi için ısı konfor aralığının “konforlu”, yaz mevsimi için de “konforlu-kısmen konforlu” aralıkta kaldığı görülmüştür. Çatı kanadı, çatı penceresi ve rüzgar kulesi ile havalandırma önerilerinde ise doğal havalandırma performanslarının yüksek olmasına bağlı olarak yaz ve kış mevsimi için ısı konfor aralığı “konforlu” aralıkta kalmıştır. Yapının mevcut iç mekan bağıl neminin çok düşük olmasının görülmesi üzerine, yapıya kontrollü nemlendiricinin eklenmesi planlanmış ve bu nemlendirici simülasyon programında kodlanmıştır. Eklenen bu nemlendirici ile bütün önerilerde, istenen (ASHRAE için %40-70) bağıl nem değeri ortalama % 51.5 sağlanmıştır (Çizelge 6.1).

İyileştirme önerilerinin doğal havalandırma performanslarının belirlenmesinin yanı sıra ekonomik performansı da dikkate alınır, çapraz havalandırma önerisinde sadece 12 adet menfez maliyeti ve uygulama maliyetleri öne çıkarken, baca etkisi ile havalandırma önerisinin 18 adet menfez maliyeti ve uygulama maliyetlerinin olduğu söylenebilmektedir. Aynı şekilde 18 menfez maliyetine sahip olan çatı kanadı, çatı penceresi ve rüzgar kulesi ile havalandırma önerilerinde çatı kanadı önerisinin yüksek havalandırma performansına rağmen, atriumdaki örtü sisteminin tamamen değiştirilerek önerilen çatı kanadının yapıya entegrasyonunu gerektirmesi nedeniyle diğer önerilere göre daha maliyetli olduğu bilinmektedir.

İç mekân hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri kirletici kaynak kontrolü, doğal ve mekanik havalandırma ile olabilmektedir. Tez çalışmasında ele alınan Karabük ili hava kirlilik miktarının yüksek olduğu iller arasında yer almaktadır. Bu aşamada dış ortam havası dikkate alındığında yapının öncelikle doğal havalandırma kriterleri göz önünde bulundurularak tasarlanması çok önemlidir. Aynı zamanda yapı iç mekân hava kontrolünü etkin ve sürdürülebilir bir şekilde

sağlayabilmek için yapının tasarım sürecinde arazi nitelikleri, hâkim rüzgâr yönü ve iklimsel verilerin analizi etkin doğal havalandırmanın sağlanması açısından dikkate alınması gereken kriterlerdir. Tasarım sürecinde bu kriterler yeterince dikkate alınmadığında yapıya sonradan entegre edilecek öneriler, hem zaman hem de ekonomik kayıplar oluşturmaktadır. Bu bağlamda “Bir yapının iç mekân hava kalitesinin iyileştirilmesi doğal havalandırma yöntemleri ile gerçekleştirilebilir” hipotezinin doğrulandığı tez çalışmasının, atriumlu yapılarda yeni iyileştirme önerilerine ve tasarlanacak atriumlu yapıların tasarım aşamasında dikkate alınacak doğal havalandırma yöntemlerine yol göstereceği düşünülmektedir. Karabük ilindeki hava kirliliği de dikkate alındığında dış hava kirlilik oranının yüksek olduğu bölgelerde oluşturulan doğal havalandırma stratejilerinde dış ortamdan alınan hava kalitesinin de düşük olması nedeniyle havanın belirli işlemlerden geçirilerek mekân içerisine alınması tez çalışmasının devamı olarak gelecekte oluşturulabilecek çalışmalar arasındadır.

KAYNAKLAR

Akanmu, W. P., Nunayon, S. S., Eboson, U. C. 'Indoor environmental quality (IEQ) assessment of Nigerian university libraries: A pilot study', *Energy and Built Environment* (2020).

Akşit, F. Ş. "Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde enerji etkin bina ve yerleşme birimi tasarımı." *Tasarım Dergisi* 157,124-127 (2005).

Aldawoud, A. 'Thermal performance of courtyard buildings' *Energy and Buildings* 40: (5), 906-910 (2008).

Aldawoud, A., Clark, R. 'Comparative analysis of energy performance between courtyard and atrium in buildings', *Energy and Buildings*, 40(3), 209-214 (2008).

Alfahaid, A.F., 'Effects of ventilation on human thermal comfort in rooms', A Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering, *Old Dominion University* (2000).

Al-Hemiddi, N. A., Al-Saud, K. A. M., 'The effect of a ventilated interior courtyard on the thermal performance of a house in hot-arid region', *Renewable Energy* 24, 581-595 (2001).

Alibaba, H. Z., Özdeniz, M. B., 'Thermal comfort of multiple-skin facades in warm-climate offices', *Scientific Research and Essays*, 6(19), 4065-4078 (2011).

Ali-Toudert, F., 'Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate', *Rep. Meteor. Inst. Univ. Freiburg*, Germany. Ph.D. Thesis, Report No 15 (2005).

Alptekin, O., 'Binalarda iç hava kalitesi toz partiküllerinin iç mekân hava kalitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesi', *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Şubat (2007).

Alvarez, S., Sanchez, F., Molina, J. L., 'Air flow pattern at courtyards', *In Proceedings of PLEA* 98,503-506 (1998).

ASHRAE: 'Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy', *Standard 55-1992*, Atlanta (1992).

ASHRAE: "Ventilation for acceptable indoor air quality, american society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers", *Standard 62- 2001*, Atlanta (2001).

ASHRAE, 'Air Contaminants', *ASHRAE handbook cd, 2001 fundamentals, chapter 12*, Atlanta, USA (2003).

ASHRAE, 'Ventilation and acceptable indoor air quality in low-rise residential buildings', *Standard 62.2-2010* (2010).

Atmaca, İ., Yiğit, A. 'Isıl konfor ile ilgili mevcut standartlar ve konfor parametrelerinin çeşitli modeller ile incelenmesi', *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, Sayfa No: 543-555, Mayıs (2009).

Balanlı, A., Taygun, T., 'Yapı biyolojisi ve asbest', *Mimar.ist*, 16: 107 – 110 (2005).

Bartman, F. L., 'A time variable model of earth's albedo' Vol. 159259. *University of Michigan, College of Engineering*, Departments of Aerospace Engineering and Atmospheric and Oceanic Science (1980).

Bas, E., 'Indoor air quality: a guide for facility managers. Lilburn.' (2004).

Bauman, F., Webster, T., 'Outlook for Underfloor Air Distribution', *ASHRAE Journal*, Volume: 43(6), 18-27, June (2001).

Bhattacharya, Sayantani, S. Sridevi, and R. Pitchiah. "Indoor air quality monitoring using wireless sensor network." 2012 *Sixth International Conference on Sensing Technology* (ICST). IEEE, 2012.

Borrego, C., Miranda, A.I., Coutinho, M., Ferreira, J., 'Air quality management in Portugal: example of needs and available tools', *Environmental Pollution*, 120.1: 115-123 (2002).

Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ., Savaşçı, S., Paslı, N., Kaynaş, S., 'Ekoloji-I', *ISVAK Yayını*, Ankara, 6, 1-884 (1997).

Branis, M., Rezacova, P., Domasova, M., 'The effect of outdoor air and indoor human activity on mass concentrations of PM10, PM2.5, and PM1.0 in a classroom', *Environmental Research*, 99, 143-149 (2005).

Bryn, I., 'Atrium buildings from the perspective of function, indoor air quality, and energy use', No. *CONF-950624-*. *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*, Inc., Atlanta, GA (United States) (1995).

Burge, P. S., Robertson, A. S., Hedge, A. 'Validation of self-administered questionnaire in the diagnosis of sick building syndrome', *Indoor Air* 90.1, 575-581 (1990).

Burroughs, H.E., Shirley, J. H., ‘Managing indoor air quality’, *Fourth edition, CRC Press* (2008).

Byrne, C.A., ‘Air sampling of volatile organic compounds in a community near an industrial corridor’. Ms Thesis. *Department of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta*, Canada (2000).

Coşgun, A., ‘Antalya İlinde Farklı Ortamlarda İç Hava Kalitesinin Araştırılması ve Modellenmesi’, *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ağustos (2012).

Çakır, G., ‘Enerji etkin çift kabuk cephe sistemleri’, *X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu*, İstanbul (2006).

Çakır, S., ‘Binalarda doğal ventilasyon sisteminin değerlendirilmesine yönelik bir çalışma’, *İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (2003).

Çalışkan, O., Türkoğlu, N., ‘Türkiye’nin biyoklimatik koşullarının analizi’ *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10 (2), 151-164 (2012).

Çetin, M., Topay, M., Latif, Gürkan, K., Yılmaz, B., ‘Biyoklimsel konforun peyzaj planlama sürecindeki etkinliği: kütahya örneği’, *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 1: 83–95 (2010).

Ceylan, A., ‘İklimlendirme sistemlerinin yapı içi hava niteliği üzerindeki olumsuz etkileri’, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul (2011).

Chen, B, Hong, C, Kan, H. ‘Exposures and health outcomes from outdoor air pollutants in china’, *Toxicology*, May 20;198(1-3):291-300 (2004).

Christian, M., ‘Exposure assessment of air pollutants: a review on spatial heterogeneity and indoor/outdoor/personal exposure to suspended particulate matter, nitrogen dioxide and ozone’, *Atmospheric environment* 35.1: 1-32 (2001).

CIBSE, Extract from the Code for Lighting, which is consistent with BSEN 12424-1, Lighting of indoor workplaces (2002).

Csanady, G. T., ‘Turbulent diffusion in the environment, reidel publ’ *Co. Holland* (1973).

Darçın, P., ‘Yapı içi hava kirliliğinin değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım’, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (2008).

De Nevers, N., ‘Air Pollution Control Engineering’, *McGraw-Hill, Inc.*, New York, USA (1995).

Deniz, M., ‘Örgütsel iklimin çalışan bağlılığına etkisi ve bir araştırma’, *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi* 6. 2 : 49-72 (2016).

Dikmen, M., ‘Yüksek konut yapılarında kullanılan cephe sistemlerinde doğal havalandırmanın incelenmesi’, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul (2016).

Doğan, H., ‘Uygulamalı havalandırma ve iklimlendirme tekniği’, *Seçkin Yayıncılık*: Ankara (2002).

Elzaidabi, A.A.M., ‘Low energy, wind catcher assisted indirect-evaporative cooling system for building applications.’, *Univesity of Nottingham*, PhD thesis (2009).

Epstein, Y., Moran D.S., ‘Termal konfor ve ısı stresi endeksleri’, *Endüstriyel sağlık* 44.3: 388-398 (2006).

Erdem, İ., ‘Şanlıurfa’da yapı avlularının doğal havalandırmasının incelenmesi’, *Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep (2018).

Eriksson, N. M., Stenberg, B.G., ‘Baseline prevalence of symptoms related to indoor environment’, *Scandinavian Journal of Public Health* 34(4): 387-396 (2006).

Ertürk, D.Z., ‘Kullanıcı konforu açısından boyutsal gereksinmelerin saptanması için bir yöntem’, *İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, İstanbul (1976).

Eslamirad, N. Sanei, A. Sanei. ‘A., “Double Skin Facades in Use, A Study of Configuration and Performance of Double Skin Facade, Case Studies some Office Buildings’, *2nd International Conference on Research in Science and Technology*, Istanbul-Turkey (2016).

Etheridge, D., ‘Natural Ventilation of Buildings: Theory, Measurement and Design’, John Wiley&Sons Ltd., Nottingham. review of natural ventilation effective designs’ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34: 654-670 (2011).

Fanger, P. O., Toftum, J., ‘Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates’, *Energy and Buildings*, 34(6): 533-536 (2002).

Fanger, P.O., ‘Conditions for Thermal Comfort, Thermal Comfort and Moderate Heat Stress’, *Proceedings of the CIB Commission W45 (human requirements) Symposium*, England (1972).

Fanger, P.O., ‘Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering’, *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering* (1970).

Farrelly, L., ‘Yapım + Malzeme’, Çeviren: Derya Nüket Özer, *Literatür Yayınları*, İstanbul (2012).

Fountain, M., Arens, E.A., ‘Air movement and thermal comfort’, *ASHRAE Journal* 35(8): 26-30 (1993).

Gandemer, J., Guyot A., ‘Intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti’, *Paris: Ministère de la Qualité de la Vie* (1976).

Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., Ghaffarianhoseini, A., ‘Thermal performance characteristics of unshaded courtyards in hot and humid climates’, *Building and Environment*, 87: 154-168 (2015).

Gilbert, N. L., Gauvin, D., Guay, M., Héroux, M. È., Dupuis, G., Legris, M., Lévesque, B., ‘Housing characteristics and indoor concentrations of nitrogen dioxide and formaldehyde in Quebec City, Canada’ *Environmental Research* 102.1: 1-8 (2006).

Gillette, G. L., S. Treado. ‘The daylighting and thermal performance of roof glazing in atrium spaces’, *Ashrae Transactions* 94(1): 826-836 (1988).

Givoni, B. ‘Man, climate and architecture’, *Van Nostrand Reinhold*, New York (1981).

Givoni, B., ‘Man, climate and architecture’, *Elsevier Publishing Company Limited*, Londra, İngiltere (1969).

Givoni, B., ‘Man, climate and architecture’, *London: Applied Science Publishers* (2nd edition) (1976).

Göçer, Ö., ‘Atrium tipi binalarda enerji tüketiminin azaltılması ve kullanıcı konforunun sağlanması için uygun camlama ve denetim sistemi modeli’, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi (2006).

Gönüllü, M.T., Bayhan, H., Avşar, Y., Arslankaya E., ‘YTÜ Şevket Sabancı Kütüphane Binası iç ortam havasındaki partiküllerin incelenmesi’, *4. GAP Mühendislik Kongresi*, Şanlıurfa, 20 - 25 (2002).

Górny, Rafał L. "Filamentous microorganisms and their fragments in indoor air-a review." *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 11(2): 185-197 (2004).

Griffiths, M., and Mahroo, Eftekhari. ‘Control of CO₂ in a naturally ventilated classroom’, *Energy and Buildings* 40(4): 556-560 (2008).

Güler, Ç. ‘Çevre Sağlığı Ders Kitabı’, *Yazıt Yayıncılık*, Ankara (2012).

Güneş, G., Bozkurt, E., Sönmez, S., Çakır, N., ‘Kütüphanelerde iç hava kalitesinin incelenmesi: marmara üniversitesi merkez kütüphanesi’, *Bilgi Dünyası Dergisi*, 16, (2) (2015).

Günsoy, G., Aktaş, M.T., ‘Doğal kaynaklar ve çevre ekonomisi- sunuş bölümü’, *Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayını*, Eskişehir (2013).

Gupta, S., Mukesh K., Radha G.. ‘Sick building syndrome-A case study in a multistory centrally air-conditioned building in the Delhi City’, *Building and Environment* 42.8: 2797-2809 (2007).

Gut, P., Ackerknecht, D., ‘Climate responsive buildings: appropriate building construction in tropical and subtropical regions’, *SKAT Foundation* (1993).

Hansen L., ‘Indoor air quality issues’, *Taylor & Francis*, 1st. ed., New York (1999).

Hansen, D. J., ed. ‘The work environment: indoor health hazards’ Vol. 3. *Crc Press* (1993).

Hawaii commercial building guidelines for energy efficiency, Natural ventilation guidelines (2003).

Hayleeyesus, S. F., Manaye, A. M. ‘Microbiological quality of indoor air in university libraries’, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4 (2014).

Heisler, G. M. ‘Mean wind speed below building height in residential neighborhoods with different tree densities’, *ASHRAE Transactions* 96 (1): 1389-1396. 96.1: 1389-1396 (1990).

Hilliaho, K., Lahdensivu, J., Vinha, J., ‘Glazed space thermal simulation with IDA-ICE 4.61 software—Suitability analysis with case study’, *Energy and Buildings*, 89, 132-141 (2015).

Hisarligil, H., ‘Exploring the courtyard microclimate through an example of Anatolian Seljuk Architecture: the thirteenth-century Sahabiye Madrassa in Kayseri’, *Sustainability in Energy and Buildings*, ed: Springer (2013).

Hopkinson, R. G., John, D. K., ‘The lighting of buildings’ (1972).

Höppe, P., ‘Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort’, *Energy and Buildings* 34.6: 661-665 (2002).

Howard Brandston, ‘Aydınlatma Tasarımı Bir Sanattır’, *Professional Lighting Design*, 39 (2011).

Humphreys, M. A., Nicol, J. F., ‘Understanding the adaptive approach to thermal comfort’ *Ashrae transactions*, 104: 991 (1998).

Hussain, M., B. E. Lee, Sheffield Univ.(UK). Dept. of Building Science; ‘An investigation of wind forces on three dimensional roughness elements in a simulated atmospheric boundary layer flow. Pt. 2. Flow over large arrays of identical roughness elements and the effect of frontal and side aspect ratio variations’. *University of Sheffield Department of Building Science* (1980).

Irvine, L. K., Roy, L.R., Gregory, C.T., ‘Book Review-//Acoustics and noise control handbook for architects and builders’, *Noise Control Engineering Journal* 46.6: 261-262 (1998).

Jacobson, M. Z., Mark Z. J., ‘Atmospheric pollution: history, science, and regulation’ *Cambridge University Press* (2002).

Jones, J. R., M. B. Luther. ‘A summary of analytical methods and case study monitoring of atria’, *Transactions-ASHRAE 99*: 1070-1070 (1993).

Kainlauri, E. O., Vilmain, M. P., ‘Atrium design criteria resulting from comparative studies of atriums with different orientation and complex interfacing of environmental systems’ *Transactions-ASHRAE 99*: : 1061-1061 (1993).

Karakoç, H., Işıklı, B., Atmaca, F., Toka, S., Kaba, Ş., ‘Uçaklarda iç ortam hava kalitesi ve neden olabileceği problemler’ VII *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi* 431, İzmir (2005).

Kardeşoğlu, E., Yalçın, M., Işılak, Z. ‘Hava kirliliği ve kardiyovasküler sistem’, *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 10 (1) (2011).

Karlsen, L., Grozman, G., Heiselberg, P., Bryn, I., ‘Integrated design of daylight, thermal comfort and energy demand with use of IDA ICE’, *Proceedings of 7. Passivhus Norden| Sustainable Cities and Buildings* (2015).

Karpuzcu, M., ‘Çevre kirlenmesi ve kontrolü’, *Kubbealtı Neşriyat*, İstanbul (2012).

Kavgic, M., Mumovic, D., Stevanovic, Z., Young, A., "Analysis of thermal comfort and indoor air quality in a mechanically ventilated theatre." *Energy and Buildings* 40.7: 1334-1343 (2008).

Kaynaklı, Ö., Yiğit, A., ‘İnsan vücudu için ısı dengesi ve ısıl konfor şartları’, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt No:5, Sayı No:2, Sayfa No:9-17, Mayıs (2003).

Korkmaz, A., ‘Hastane iklimlendirme sistemlerinde filtre seçimi ve filtrenin önemi’, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 98: 27-30 (2007).

Korukçu, Ö. M., ‘Otomobil kabininde termal parametrelerin ve iç hava kalitesinin değişiminin deneysel ölçümlerle incelenmesi’, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa (2010).

Koukaroudis, P., ‘Properties and design guidelines for double-skin facades in sweden’, *Chalmers University of Technology*, Master Thesis (2014).

Kurutaş, B., ‘Bir metal endüstrisindeki çalışma ortamlarının iç hava kalitesinin belirlenmesi’, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, Şubat (2009).

Kurutaş, B., ‘Bir metal endüstrisindeki çalışma ortamlarının iç hava kalitesinin belirlenmesi’, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi İstanbul (2009).

Kuş, M., ‘Şanlıurfa ilindeki yükseköğretim kurumları dersliklerinde iç hava kalitesinin incelenmesi ve modellenmesi’, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Eylül (2007).

Kuş, M., Okuyan, C., Bulut, H., Bulgurcu, H., ‘Üniversite dersliklerinde iç hava kalitesinin değerlendirilmesi’, *8. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu*, 12–14 Mayıs, İstanbul, 223–237 (2008).

Lakot, E., ‘Ekolojik ve sürdürülebilir mimarlık bağlamında enerji etkin çift kabuklu bina cephe tasarımlarının günümüz mimarisindeki yeri ve performansı üzerine analiz çalışması’ *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi (2007).

Laouadi, A., Atif, M. R., ‘Comparison between computed and field measured thermal parameters in an atrium building’, *Building and Environment*, 34(2): 129-138 (1998)

Lechner, N., ‘Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects’, *John Wiley & Sons, Canada* (1991).

Lechner, N., ‘Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects’, *John Wiley & Sons, Inc.*, New Jersey, ABD (2015).

Lechner, N., ‘Heating, Cooling, Lightining; Design Methods for Architects’, *Second Edition, John Wiley & Sons*, New York (2001).

Leung, M., Chan, A. H. ‘Control and management of hospital indoor air quality’, *Medical science monitor*, 12(3), SR17-SR23 (2006).

Mangır, N. ‘İstanbul'da 2010 yılına ait hava kirliliği envanterinin halk sağlığı açısından değerlendirilmesi’, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü* Doktora Tezi (2014).

Mateo, A., Aranaz, T., ‘IDA simulation of indoor climate variations in a church, validation of IDA model’, *University of Gavle, Faculty of Engineering and Sustainable Development*, Master Thesis in Indoor Environment (2011)

Marmaralı, S. Kretzschmar, D. S., Özdil, N., Oğlakcioğlu, G. N., ‘Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler’, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 4 :241-246, Ekim-Aralık (2006).

Mc Intyre, D. A., ‘Indoor climate’. Essex, UK: *Applied Science Publishers* (1980).

Mihlayanlar, E., Kartal, S., Erten, Y.Ş., ‘Yükseköğretim yapılarında ısı konfor şartlarının araştırılması: mimarlık fakültesi örneği’, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 21(3): 917-927 (2017).

Mohseni, M., Nair, G., Hasselrot, R., ‘Energy simulation for a high-rise building using IDA ICE: Investigations in different climates’, In Building Simulation,9(6), *Tsinghua University Press* (2016).

Moosavi, L., Mahyuddin, N., Ghafar, A. N., & Ismail, M. A., ‘Thermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 654-670 (2014).

Muraoka, I., Sousa, F. L. D., Ramos, F. M., Parisotto, W. R. ‘Numerical and experimental investigation of thermal louvers for space applications’, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences*, 23(2), 147-153, (2001).

Müezzinoğlu, A., ‘Hava kirliliğinin ve kontrolünün esasları’, *Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları*, İzmir (1987).

Myers, I., Maynard, R.L., ‘Polluted air-outdoors and indoors’, *Occupational Medicine*,55: 432–438 (2005).

Nicol, F., Humphreys, M., Roaf, S., ‘Adaptive thermal comfort: principles and practice’, *Routledge* (2012).

Ntefeh, R., Siret, D., Marenne, C., ‘The internal courtyard of mixed used buildings, a device of thermal and luminous comfort’, *20th Conference on Passive and Low Energy Architecture*, November (2003).

Ohura, T., Amagai, T., Shen, X., Li, S., Zhang, P., Zhu, L., ‘Comparative study on indoor air quality in Japan and China: Characteristics of residential indoor and outdoor VOC’s’, *Atmospheric Environment* 43:6352-6359, (2009).

Oke, T. R., ‘Street design and urban canopy layer climate’, *Energy and Buildings*, 11 (1), 103-113 (1988).

Olesen, W. B., ‘Thermal Comfort’, *Technical Review*, No: 2, 3-37 (1982).

Olgay, V., ‘Bioclimatic approach to architectural regionalism’, *BRAB Conference Report*, no. 5, National Building Research Council, Washington (1963).

Onat, Z. 'Halk kütüphanelerinin mekansal organizasyonu', *Hacettepe Üniversitesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara (1989).

Oral, G.K., 'Ekolojik yaklaşımda iklimle dengeli yapı tasarımı', *Tasarım Dergisi*, 170, 110-114 (2007).

Özçevik, A., 'Mimari tasarım stüdyolarında işitsel konfor gereksinimleri ve bir örnek', *Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir (2005).

Özteker, S.S.Ç., 'Ekolojik tasarımda mimari tesisat ilişkileri', *TTMD Dergisi*, 36: 13-14 (2005).

Özyaral, O., Keskin, Y., Erkan, F., Hayran, O., 'Nedeni bilinmeyen semptomların ardındaki hasta bina sendromu olguları', *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 5, 5, 352-363 (2006).

Panagiotis, K., 'Properties and design guidelines for double-skin facades in Sweden', Master of science Thesis in *Chalmers University of Technology* (2014).

Parker, J., Teekaram A., 'Wind-driven natural ventilation systems', *BSRIA* (2005).

Passe, U., Battaglia, F., 'Designing spaces for natural ventilation: an architect's guide'. *New York: Routledge, Taylor and Francis Group* (2015).

Peizhe, T., Enxiang, Z., Guangling, G., 'Study on the thermal environment in building atrium with different sections under the condition of natural ventilation', *In 2010 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering* (Vol. 2, pp. 631-634). IEEE (2010).

Rajapaksha, I., Nagai, H., Okumiya, M., 'A ventilated courtyard as a passive cooling strategy in the warm humid tropics', *Renewable Energy*, 28 (11): 1755-1778 (2003).

Raydan, D., Ratti, C., Steemers, K., '12 Courtyards: a bioclimatic form?', *Courtyard housing: Past, Present and Future*: 135 (2006).

Robinson, G., S., Kolokotroni, M., Cripps, A., Tanno, S., 'ETFE foil cushions in roofs and atria', *Construction and Building Materials*, 323-327 (2001).

Rowe, M., Leete, S., 'The energy crisis of the 1970's was caused by our reliance on foreign oil and triggered a nationwide movement that advocated energy conservation and alternate energy sources', USA (2003).

Saberi, O., Saneei, P., Javanbakht, A., 'Thermal comfort in architecture'. *WINDSOR 2006: Comfort and Energy Use in Buildings-Getting them right* (2006).

Salur, H., 'Avlulu yapılarda termal konfor analizi: Kayseri köşk medrese örneği', *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi (2016).

Sanders, M. D., 'Assessment of indoor air quality in Texas elementary schools' (2008).

Santamouris, M., 'Natural ventilation in buildings', *London: James & James (Science Publishers)* (1998).

Schillinger, J. E., Vu, T., Bellin, P., 'Airborne Fungi and Bacteria Background Levels in Office Buildings', *Journal of Environmental Health*, 62: 2 - 9 (1999).

Schlink, U., Rehwagen, M., Fritz, G.J., Herbarth, O., 'Indicator components of the outdoor pollution in Leipzig', *Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft*, 58: 407-10 (1998).

Schwaiger, H.P., Bird, D.N., 'Integration of albedo effects caused by land use change into the climate balance: Should we still account in greenhouse gas units?' *Forest Ecology and Management*, 260: 278-286 (2010).

Sekhar, S.C., 'Thermal Comfort in air-conditioned buildings in hot and humid climates – Why are we not getting it right?', *Indoor Air*, 26(1), 138-152, February (2016).

Sert, F. Y., 'Çatı ve cephe sistemlerinde ETFE kaplamalarının kullanımı', *8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, Haziran, İstanbul (2016).

Sev, A. Özgen, A., 'Yüksek binalarda sürdürülebilirlik ve doğal havalandırma', *Yapı Dergisi*, 262: 92 – 99 (2003).

Simmonds, P., 'Experiences with naturally ventilated atria', *Ashrae Transactions*, 100, Part 1, 683-695 (1994).

Singh, H.B., Zimmerman, P., 'Atmospheric distributions and sources of non methane hydrocarbons', *In: J.O. Nriagu, Editor, Gaseous Pollutants: Characterisation and Cycling*, Wiley, New York (1992).

Sirel, H., 'İç ve dış aydınlatma konularının karşılaştırılması', *Şehir Aydınlatması Kollokyumu, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası* (1992).

Sirel, Ş., 'Yapı akustiği temel bilgiler 1', *İnkılap ve Aka Basımevi*, İstanbul (1974).

Sözen, M., 'Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Denetim-Konfor İlişkisi', *Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi*, Yapı Fiziki Bilim Dalı, Tesisat Mühendisliği, Şubat (2001).

Su, W. H., 'Indoor Air Pollution', *Fuel and Energy Abstracts*. 4(37) (1996).

Sun, Y., Zhuang, G., Wang, Y., Han, L., Guo, J., Dan, M., Zhang, W., Wang, Z., Hao, Z., ‘The air-borne particulate pollution in beijing-concentrations, composition, distribution and sources’, **Atmospheric Environment**, 38,5991-6004 (2004).

Szczurek, M. Maciejewska, R. Poloczanski, M., Teuerle, A., ‘Wylomanska, dynamics of carbon dioxide concentration in indoor air’, **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, 29, 2193–2199 (2015).

Szokolay, S. V., ‘Introduction to architectural science: the basis of sustainable design’, **New York: Routledge, Taylor and Francis Group** (2014).

Szokolay, S. V., ‘Introduction to architectural science’, **Elsevier, Great Britain** (2004).

Şentop, A., ‘Binaların gürültü kontrolü etkin tsarımı içi yapı elemanı seçim aracı’, **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul (2013).

Şerefhanoğlu, S.M., ‘Yapı kabuğunda ısı ve ses yönünden denetim–konfor ilişkisi’ **Makine Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi** 61.2 (2001).

Tokabaş, P., ‘Kapalı Atrium Tasarımı ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi’, **Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi, İzmir (2005).

Tuna, M., ‘Bina derecelendirme sistemlerinde çevresel etki sınıflarının önemi’, **Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara (2010).

University of Florida (UF), Powell Center for Construction&Environment, Rinker School of Construction Management, Passive Building Design (2015).

Unebo, M.O., ‘Indoor air quality in admonton public schools, elk island public schools and elk island catholic schools: ventilation and comfort parameters’, **Department of Civil and Environmental Engineering. University of Alberta**, Master Thesis, Canada (2003).

URL1:<https://www.pinterest.co.uk/pin/251427591668359329/> Erişim Tarihi:19.08.2020.

URL2:<https://silo.tips/download/havalandirma-menfezleri> Erişim Tarihi: 18.11.2020.

URL3:<https://transsolar.com/fr/projects/visual-arts-building> Erişim Tarihi:01.09.2020.

URL4:http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/0203/zero_emission_bldgs/VentilationWriteUp%5B1%5D.htm Erişim Tarihi: 01.09.2020.

URL5:<https://www.basinhayati.net/kitap-gorunumlu-kutuphane-karabuk-universitesi-kamil-gulec-kutuphanesi/> Erişim Tarihi: 01.09.2020.

URL6:<https://www.trthaber.com/haber/kultur-sanat/karabuk-universitesine-kitap-gorunumlu-kutuphane-357132.html> Erişim Tarihi: 01.09.2020.

URL 7:<https://www.equa.se/en/ida-ice> Erişim Tarihi: 29.08.2020.

URL8:https://en.wikipedia.org/wiki/IDA_Indoor_Climate_and_Energy Erişim Tarihi: 29.08.2020.

Vural, M. S., ‘Yapı içi hava niteliği risk süreci modeli belirlenmesi’, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, İstanbul (2004).

Vural, M. S., Balanlı, A., ‘Yapı ürünü kaynaklı iç hava kirliliği ve risk değerlendirmede ön araştırma’, *Megaron/Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal* 1(1), 28-39 (2005).

White, F. R., ‘Landscape development and natural ventilation: effect of moving air on buildings and adjacent areas’, *Landscape Architecture Magazine*, 45 (2): 72-77, January (1955).

WHO, ‘United nations environment programme’, Urban Air Pollution in Megacities of the World, *Blackwell, UK*, 7-13 (1992).

Wood, A., Salib, R. ‘Guide to natural ventilation in high rise office buildings’, *Routledge* (2013).

Xu, T., ‘Evaporative cooling: thermal comfort and its energy implications in California climates’, *A Dissertation in the Architectural Department, California University*, Berkeley (1998).

Yaşa, E., ‘Avlulu binalarda doğal havalandırma ve soğutma açısından rüzgâr etkisi ile oluşacak hava akımlarına yüzey açıklıklarının etkisinin deneysel incelenmesi’, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul (2004).

Yerges, L. F., ‘Sound, noise, and vibration control’, *USA: Van Nostrand Reinhold Company* (1969).

Yılmaz, Z., ‘Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji’, *Tasarım Dergisi*, 157: 100–104 (2006).

Yurtseven, E., ‘İki farklı coğrafi bölgedeki ilköğretim okullarında iç ortam havasının insan sağlığına etkileri yönünden değerlendirilmesi’, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul (2007).

Yüksek, İ., Esin, T., ‘Yapılarda enerji etkinliği bağlamında doğal havalandırma yöntemlerinin önemi’ *Tesisat Mühendisliği*, 125: 63 (2011).

Zorer, G., ‘Yapılarda ısısız tasarım ilkeleri’, *İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları*, 264 (1992).

Zweers, T., Preller, L., Brunekreef, B., Boleij, J.S.M., ‘Health and indoor climate complaints of 7043 office workers in 61 buildings in the Netherlands’. *Indoor Air* 2:127–36 (1992).

EK AÇIKLAMALAR A.
ANKET SORULARI

**KBÜ MERKEZ KAMPÜS KAMIL GÜLEÇ KÜTÜPHANESİ İÇ MEKÂN HAVA KALİTESİ
KULLANICI MEMNUNİYETİNİN BELİRLENMESİ ANKET SORULARI**

Bu anket formu Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi iç mekân hava kalitesi ile ilgili memnuniyet düzeyini ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Katılımınız için teşekkür ederiz.

Cinsiyet: E: K:

Yaşınız: _____

Givim durumunuzu aşağıda verilen a, b, c seçeneklerine göre belirtiniz.

a. Gömlek: **Kazak:** **Gömlek+Smazet:**

Gömlek+Kazak: **Body(uzun):**

T-şirt: **T-şirt+Gömlek:** **Gömlek+Çeket:**

Tek Parka Elbise:

b. Kot Pantolon: **Kumaş Pantolon:**

Etek(kısa): **Etek(uzun):**

c. Bot: **Çizme:** **Spor ayakkabı:**

Kuudura:

1 Kütüphanevi ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

Her gün: Birkaç günde bir: Haftada bir:

Ayda bir:

2 Kütüphanede bulunduğunuz günlerde günlük ortalama kaç saat çalışıyorsunuz?

0-2 saat: 2-4 saat: 4-6 saat:

6-8 saat: 8 saat:

3 Kütüphanede çalışmak için hangi alanı tercih ediyorsunuz? Neden?

Zemin Kat: **1. Kat:**

4 Kütüphanedeki çalışma ortamından memnun musunuz?

Çok Memnunum Hiç Memnun Değilim.

5 Kütüphanedeki iç ortam hava kalitesini nasıl buluyorsunuz?

Çok İyi Çok Kötü

6-Kütüphanedeki (esinti) hava hareketi hakkında ne düşünüyorsunuz?

Çok Durgun Çok Rüzgarlı

7 Kütüphanedeki (esinti) hava hareketinden ne kadar memnunsunuz?

Çok Memnunum Hiç Memnun Değilim.

8.Aşağıdaki faktörlerden hangisi sizi rahatsız ediyor? Başka varsa belirtiniz. (Birkac seçenek tercih edebilirsiniz.)

Uyumsuz Sıcaklık: **Aydınlatma Yetersizliği:**

Havasızlık: **Gürültü:**

9 Kütüphanenin ısı/ ortamı hakkında ne düşünüyorsunuz?

Çok Soğuk Çok Sıcak

10 Kütüphanedeki sıcaklıktan ne kadar memnunsunuz?

Çok Memnunum Hiç Memnun Değilim.

11 Kütüphanede çalışırken aşağıdaki belirtilerden bir veya birkaçını yaşıyor musunuz? Başka varsa belirtiniz. (Birkac seçenek tercih edebilirsiniz.)

Vorgunluk	
Baş dönmesi	
Solumun zorluğu	
Baş ağrısı	
Burun tıkanıklığı	
Mide bulantısı	
Verim düşmesi	
Toz hissi	
Keskin koku	
Gözlerde kaşıntı	

12.Yukarıda verilen belirtileri yaşadığımızda, ortam hava alınca ve/veya dış ortama çıktığımızda bu etkiler geciyor mu?

Evet: Hayır:

Şekil Ek A.1. Anket soruları.

EK AÇIKLAMALAR B.
DOĞRULAMA TABLOLARI

Çizelge Ek B.1. CO₂ verileri için simülasyon programı ve yerinde ölçüm değerleri arasında belirlenen istatistiksel sapma değerleri.

CO ₂ (ppm)		1.gün				2.gün				3.gün				4.gün				5.gün			
		Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE
Zemin kat	10:00	725	713	0.01	0.23	691	701	0.03	0.32	723	755	0.03	1.30	735	778	0.02	0.73	720	775	0.02	0.83
	11:00	793	787			775	793			801	824			795	812			786	816		
	12:00	886	874			900	879			899	910			860	887			905	890		
	13:00	935	923			872	899			1001	972			942	932			951	938		
	14:00	1010	1013			875	905			1036	999			1001	980			993	989		
	15:00	1082	1097			923	951			1053	1017			1023	1012			1036	1023		
	16:00	1099	1111			963	975			1042	1029			1046	1029			1078	1069		
	17:00	1083	1103			1001	962			1036	1003			1089	1073			1080	1098		
	18:00	1080	1100			956	914			1027	997			1126	1156			1163	1175		
	19:00	1082	1079			899	847			1003	989			1149	1179			1160	1181		
1.kat	10:00	753	736	0.03	0.75	756	740	0.01	0.33	802	775	0.01	0.06	780	799	0.02	0.12	734	775	0.03	0.06
	11:00	856	809			810	807			900	869			953	900			776	802		
	12:00	901	912			901	915			970	978			1036	1023			987	896		
	13:00	960	972			960	973			1000	998			1071	1076			1028	1031		
	14:00	1000	1073			1060	1068			1012	1005			1115	1099			1030	1028		
	15:00	1150	1165			1067	1055			1086	1097			1132	1136			1102	1094		
	16:00	1180	1193			1025	1016			1131	1143			1153	1178			1158	1168		
	17:00	1185	1195			1012	1003			1150	1155			1186	1191			1170	1175		
	18:00	1186	1190			1020	1012			1154	1163			1190	1193			1183	1196		
	19:00	1183	1187			1024	1020			1145	1160			1183	1190			1180	1190		

Çizelge Ek B.2. Sıcaklık verileri için simülasyon programı ve yerinde ölçüm değerleri arasında belirlenen istatistiksel sapma değerleri.

Sıcaklık (°C)	1.gün				2.gün				3.gün				4.gün				5.gün				
	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	
Zemin kat	10:00	23.2	23.4	0.01	0.32	23.4	23.6	0.01	0.24	23.8	23.7	0.01	0.04	23.3	23.5	0.01	1.03	23.6	23.7	0.01	0.82
	11:00	23.6	23.8			23.5	23.8			23.7	23.6			23.6	23.8			23.5	23.6		
	12:00	24.1	24.2			24.1	24.2			24.1	24			24	24.1			23.8	23.7		
	13:00	24.2	24			24.7	24.6			24.4	24.3			24	24.2			24.1	24		
	14:00	25	24.6			24.7	24.8			24.5	24.6			24.3	24.6			24.1	24.4		
	15:00	25	24.7			24.8	24.7			24.8	24.7			24.5	24.7			24.4	24.7		
	16:00	24.8	24.8			25	24.8			24.8	24.8			24.5	24.8			24.4	24.8		
	17:00	24.9	24.8			24.9	24.7			24.5	24.7			24.6	24.9			24.7	25		
	18:00	24.8	24.6			24.9	24.6			24.6	24.8			24.5	24.9			24.6	24.9		
	19:00	24.6	24.5			25	24.6			24.8	24.9			24.7	25			24.6	25		
1.kat	10:00	25.2	24.8	0.01	0.2	25	24.8	0.01	0.51	23.5	23.7	0.01	0.97	24.8	24.7	0.01	0.08	24.8	24.7	0.01	0.24
	11:00	25	24.7			25.1	24.9			23.9	24.2			24.8	24.6			24.8	24.7		
	12:00	24.8	25			25.3	25.1			24.5	24.7			24.4	24.5			24.9	24.8		
	13:00	24.7	24.9			25.1	25			24.7	24.9			24.6	24.6			25	24.7		
	14:00	24.6	24.7			25	24.9			24.7	24.9			24.9	24.7			25	24.9		
	15:00	24.8	24.7			24.9	24.8			24.8	25			25	24.8			24.9	25.1		
	16:00	25	25.1			24.8	25			24.9	25.1			24.8	25			25.1	25		
	17:00	25	24.9			25	24.9			24.7	25			24.7	25.1			25	25.1		
	18:00	25.1	25			25.2	24.8			24.7	25.1			24.9	25.1			25	24.9		
	19:00	25.1	25			25.1	25			24.9	25.1			25	25			25.1	25.1		

Çizelge Ek B.3. Nem verileri için simülasyon programı ve yerinde ölçüm değerleri arasında belirlenen istatistiksel sapma değerleri.

Nem (%)	1.gün				2.gün				3.gün				4.gün				5.gün				
	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	Ölçüm Sonuçları	IDA ICE Sonuçları	CV(RMSE)	NMBE	
Zemin kat	10:00	17.6	17.2	0.09	6.5	21.2	19.2	0.06	3	23.3	19.9	0.11	12	27.3	29.6	0.05	3.4	23.2	20	0.12	6.4
	11:00	19.4	18.3			21.2	19.8			22.8	19.9			30	29.6			23.3	21.5		
	12:00	21.4	21.1			20	20.3			22.8	20.1			31.3	29.8			23	22.8		
	13:00	22	21.9			19.8	20.5			22.8	20.2			31.3	29.9			25	25.4		
	14:00	22.6	22			19.7	20.4			22.7	20.3			31.4	30			24.1	27.8		
	15:00	23.5	22.8			19.6	20.3			22.8	20.1			31.4	29.8			24	28.4		
	16:00	24	22.9			19.7	20.3			22.9	20.2			31.2	29.7			24.5	29.3		
	17:00	25.5	23			21.2	20			22.9	20.2			30.2	29.6			25.4	29.7		
	18:00	26.8	22.8			21.9	19.9			23.1	20.2			31.2	29.6			26.7	29.8		
	19:00	27	22.7			22.3	19.7			23.6	20.3			32.3	29.5			29	29.6		
1.kat	10:00	25.6	24.4	0.06	0.8	27.9	28.5	0.03	0.87	28.9	21.4	0.09	7.3	29.5	30.1	0.02	0.13	20.1	21	0.06	1.88
	11:00	25.2	24.2			27.2	26.3			28.2	22.5			29.4	30.1			20.7	21.4		
	12:00	24.6	23.1			27	26.4			28.6	25.6			30	30.2			22.1	23		
	13:00	21.5	22			27.1	26.5			28.7	25.4			30.3	30			25.8	23.4		
	14:00	20	21.3			26.3	28.3			26.8	25.4			30.2	30			30.1	25.4		
	15:00	21.8	24			27.5	28.2			26.1	25			30.2	30.1			30	28.9		
	16:00	23.2	24.5			27.7	28			24.9	25.1			30	30.1			29.8	30		
	17:00	24	24.4			27.8	27.9			24.6	25.2			29.4	29.9			30	30.1		
	18:00	30.2	27.1			27.8	28			25.9	26.3			29.4	30			30.3	30.5		
	19:00	30.1	29			27.5	28.1			28.4	29.2			31.9	30.2			31	31.1		

**EK AÇIKLAMALAR C.
ETİK KURUL BELGELERİ**



T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL ve BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
KARARLARI

TOPLANTI TARİHİ : 05.12.2019
TOPLANTI NO : 2019/20

Karabük Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu toplanmış ve aşağıdaki kararı almıştır.

Karar 1:

21/11/2019 tarihli Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNA KAYILI'nın Etik Kurul form ve ekleri görüşüldü.

Karabük Üniversitesi öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNA KAYILI'nın danışmanlığında yürütülen "Karabük Üniversitesi Kamil Güleç Kütüphanesi İç Mekan Hava Kalitesi Kullanıcı Memnuniyetinin Belirlenmesi" konulu çalışma kapsamında uygulanmak üzere ekte sunulan çalışmasının etik kurallara uygunluğu oy birliği ile kabul edilmiştir.

ASLI GİBİDİR

Prof. Dr. Fatih BAYRAM

Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurul Başkanı

Şekil Ek C.1. Etik kurul kararları

ÖZGEÇMİŞ

Caner YETİŞ 1995 yılında Bitlis'te doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde Kurtuluş Özgür Kaya Taşdelen Okulu'nda tamamladı. 2009 yılında başladığı Bitlis Anadolu Lisesi'ni 2013 yılında derece ile bitirdi. Lisans eğitimine 2014 yılında Karabük Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümüne başladı ve 2018 yılında mezun oldu. 2019 yılından itibaren Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimini sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Emek Mah. Ihlamur Sok.

Yalav Apt. No:19/7

Safranbolu / KARABÜK

Tel : (538) 717 7107

E-posta : caneryetis@karabuk.edu.tr