T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OFİS YAPILARINDA İÇ PLANLAMA KARARLARININ ISIL KONFOR VE ENERJİ TÜKETİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tuğba ATSIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Programı

Danışman

Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK

Şubat, 2023

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OFİS YAPILARINDA İÇ PLANLAMA KARARLARININ ISIL KONFOR VE ENERJİ TÜKETİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tuğba ATSIZ tarafından hazırlanan tez çalışması 17.02.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üye. Suzi Dilara MANGAN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Hatice SÖZER
İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Ofis Yapılarında İç Planlama Kararlarının Isıl Konfor ve Enerji Tüketimi Açısından Değerlendirilmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Tuğba ATSIZ

İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin tez aşaması süresince değerli bilgi ve birikimleri ile yardımcı olan ve katkılarını esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK'e emekleri ve katkıları için teşekkür ederim.

Simülasyon çalışması süresince her türlü ilgi ve desteğini esirgemeyen, süreç içerisinde karşılaştığım zorluklarda tecrübesi ile katkı sağlayan ve kıymetli zamanını ayıran Araş. Gör. Fatma ZOROĞLU ÇAĞLAR'a tüm katkıları için teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her zaman koşulsuzca destekleyen, benim için her zaman en iyisini dileyen, imkanlarını zorlayarak kardeşim ve benim için daima en iyi koşulları sağlayan, hep arkamda olduklarını bildiğim ve başarılı bir birey olmamda emeklerini asla ödeyemeyeceğim canım annem Aysun ATSIZ ve canım babam Ayhan ATSIZ'a ve varlığıyla hayatımı anlamlandırdığı için kardeşim Sude ATSIZ'a sonsuz teşekkür ederim.

Tuğba ATSIZ

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii
KISALTMA LİSTESİ viii
ŞEKİL LİSTESİ ix
TABLO LİSTESİ xi
ÖZET xii
ABSTRACT xiv
1 GİRİŞ 1
1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 11
1.3 Hipotez 12
2 OFİS YAPILARINDA ISIL KONFOR 13
2.1 Ofis Yapılarının Tanımı 13
2.2 Ofis Yapılarında İç Mekân Planlama Organizasyonu 15
2.3 Ofis Yapılarında Isıl Konfor Gereksinimleri 20
3 İÇ PLANLAMA KARARLARININ OFİS YAPILARININ ISIL KONFORUNA ETKİSİNİ DEĞERLENDİREN BİR YAKLAŞIM 23
3.1 Yaklaşımın Amacı 23
3.2 Yaklaşımın Adımları 23
4 İÇ PLANLAMA KARARLARININ OFİS YAPILARININ ISIL KONFORUNA ETKİSİNİ DEĞERLENDİREN YAKLAŞIMIN UYGULANMASI 28
4.1 Uygulama Çalışmasının Amacı 28
4.2 Uygulama Çalışmasının Adımları 28
5 SONUÇ VE ÖNERİLER 77
KAYNAKÇA 81
A REFERANS SANAL BİNADA PARAMETRİK ÇALIŞMA İLE ELDE EDİLEN PMV HARİTALARI 85
B ENERJİ PERFORMANS ANALİZLERİNDE PLAN DÜZENLERİ İÇİN REFERANS SANAL BİNANIN KWH TÜRÜNDEN ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİ 98
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 101

SİMGE LİSTESİ

clo	Clothing Insulation
U_D	Dış Duvarın Isıl Geçirgenlik Katsayısı
R	Isıl Geçirgenlik Direnci
U_{tavan}	İç Döşeme / Tavanın Isıl Geçirgenlik Katsayısı
$U_{iç\ duvar}$	İç Duvarların Isıl Geçirgenlik Katsayısı
kWh	Kilowatt Hour
m	Metre Cinsinden Uzunluk Ölçü Birimi
m^2	Metre Cinsinden Alan Ölçü Birimi
met	Metabolic Rate
U_P	Pencerenin Isıl Geçirgenlik Katsayısı
U_T	Tavanın Isıl Geçirgenlik Katsayısı
U	Yapı Bileşeninin Isıl Geçirgenlik Katsayısı
U_t	Zemine Oturan Tabanın/Döşemenin Isıl Geçirgenlik Katsayısı

KISALTMA LİSTESİ

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
B	Batı
D	Doğu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
ISO	International Organization for Standardization
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
PMV	Predicted Mean Vote
PPD	Predicted Percentage Dissatisfied
SHGC	Solar Heat Gain Coefficient
TDK	Türk Dil Kurumu
T.N	Test Noktası
TS825	825 Sayılı Türk Standardı (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları)
VRF	Variable Refrigerant Flow
VT	Visible Transmittance

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Ofis yapılarında çeşitli mekân derinlikleri [30][1] 16
Şekil 2.2 Hücresel plan düzeni [32] 17
Şekil 2.3 Açık ofis plan düzeni [32] 17
Şekil 2.4 Serbest ofis plan düzeni [30] 18
Şekil 3.1 Yaklaşım Adımları 27
Şekil 4.1 Bölünmüş ofis plan düzeni 30
Şekil 4.2 Açık ofis plan düzeni 30
Şekil 4.3 Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans binanın parametrik modelleme aşamaları 31
Şekil 4.4 Açık ofis plan düzenine sahip referans binanın parametrik modelleme aşamaları 31
Şekil 4.5 Referans sanal bina güney (ön), kuzey (arka) ve doğu/batı (yan) cepheleri 32
Şekil 4.6 Isıtma ve soğutma sistemi çalışma aralığı 33
Şekil 4.7 Bölünmüş ofis plan düzeni test noktalarının yerleşimi 36
Şekil 4.8 Açık ofis plan düzeni test noktalarının yerleşimi 36
Şekil 4.9 Isıtma, soğutma sistemi ve doğal havalandırma çalışma aralığı 39
Şekil 4.10 Bölünmüş ofis plan düzeni tek dış cepheli hacim test noktaları 21 Aralık PMV grafiği 40
Şekil 4.11 Bölünmüş ofis plan düzeni tek dış cepheli hacim test noktaları 21 Haziran PMV grafiği 40
Şekil 4.12 Bölünmüş ofis plan düzeni çift dış cepheli hacim test noktaları 21 Aralık PMV grafiği 44
Şekil 4.13 Bölünmüş ofis plan düzeni çift dış cepheli hacim test noktaları 21 Haziran PMV grafiği 44
Şekil 4.14 Bölünmüş ofis plan düzeni tek dış cepheli hacim test noktaları 31 Ocak PMV grafiği 48
Şekil 4.15 Bölünmüş ofis plan düzeni tek dış cepheli hacim test noktaları 3 Temmuz PMV grafiği 48
Şekil 4.16 Bölünmüş ofis plan düzeni çift dış cepheli hacim test noktaları 31 Ocak PMV grafiği 52
Şekil 4.17 Bölünmüş ofis plan düzeni çift dış cepheli hacim test noktaları 3 Temmuz PMV grafiği 52

Şekil 4.18 Açık ofis plan düzeni, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 21 Aralık PMV grafiği.....56

Şekil 4.19 Açık ofis plan düzeni, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 21 Haziran PMV grafiği.....56

Şekil 4.20 Açık ofis plan düzeni, çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 21 Aralık PMV grafiği.....59

Şekil 4.21 Açık ofis plan düzeni, çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 21 Haziran PMV grafiği.....59

Şekil 4.22 Açık ofis plan düzeni, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 31 Ocak PMV grafiği 63

Şekil 4.23 Açık ofis plan düzeni, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 3 Temmuz PMV grafiği 63

Şekil 4.24 Açık ofis plan düzeni, çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 31 Ocak PMV grafiği 66

Şekil 4.25 Açık ofis plan düzeni, çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 3 Temmuz PMV grafiği 66

Şekil 4.26 Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeni enerji tüketim değerleri 75

Şekil 4.27 Plan düzenleri için kategorilere göre enerji tüketim değerleri 75

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 7 kademeli ısıl duyum ölçeği [34].....21
Tablo 2.2 Genel konfor için kabul edilebilir ısıl ortam [34] 21
Tablo 2.3 Ofis yapılarında aktivite düzeyleri [34].....22
Tablo 4.1 Ofis plan düzenleri için etkinlik değişkenleri.....34
Tablo 4.2 Isıtma ve soğutma dönemi temsil günleri için dış hava koşulları [44] 37
Tablo 4.3 Yılın en soğuk ve en sıcak günleri için dış hava koşulları [44] 38
Tablo 4.4 Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın kategorilere göre kWh/m^2 türünden enerji tüketimi.....74
Tablo 4.5 Açık ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın kategorilere göre kWh/m^2 türünden enerji tüketimi.....74

ÖZET

Ofis Yapılarında İç Planlama Kararlarının Isıl Konfor ve Enerji Tüketimi Açısından Değerlendirilmesi

Tuğba ATSIZ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK

Ofis yapıları, bireylerin gün içerisinde zamanlarının büyük bir kısmını geçirdikleri hacimlerden oluşur. Bu nedenle uygun çalışma koşullarına sahip olacak şekilde tasarlanmalıdır. İnsanların, uygun ısıl koşullara sahip çalışma alanlarında daha konforlu hissettikleri ve çalışma verimlerinin arttığı bilinmektedir. Ofis alanları, meslek gruplarının ihtiyaçları ve çevresel ortam koşulları dikkate alınarak, plan ve yerleşim düzenlerinin oluşturulması ile tasarlanır.

Ofis alanlarının derinliği ve plan düzenleri önemli tasarım parametreleridir. Çalışma alanlarının farklı mekân derinlikleri, ofis alanlarının konfor koşullarını etkilemektedir. Parametrik çalışmanın amacı iklime duyarlı tasarlanan binalarda iç mekân planlamasının ısıl konfor koşulları ve enerji tüketimi üzerindeki etkilerini incelemektir.

Çalışma kapsamında, iklime uygun tasarlanan, beş katlı sanal bir binanın 3. katında bulunan ofis alanları için analizler gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar ılıman-kuru bir iklimde yer alan referans il için Rhinoceros/Grasshopper simülasyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeninde ısıl konfor analizleri ısıtma ve soğutma dönemlerini temsil eden günler ile yılın en soğuk ve en sıcak günleri için karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Her iki plan düzeni için yıllık enerji yükleri hesaplanarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Tez çalışması beş ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, literatürde yer alan çalışmalar, tezin amacı ve hipotez alt başlıklarında giriş bölümü bulunmaktadır.

İkinci bölümde, ofis yapılarının tanımı, ofis yapılarında mekân düzeni ve ısıl konfor gereksinimleri yer almaktadır.

Üçüncü bölümde, iç mekân planlama kararlarının ofis yapılarının ısıl konforuna etkisini değerlendiren bir yaklaşım oluşturulmuştur.

Dördüncü bölümde, oluşturulan yaklaşımın uygulaması yapılmıştır. Referans sanal bina ile parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirilerek ısıl konfor açısından değerlendirilmiştir.

Beşinci bölümde, simülasyon çalışmasından elde edilen veriler aracılığı ile sonuca ulaşılmış ve ısıl anlamda konforlu mekânların geliştirilmesi için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Parametrik tasarım, iç mekân planlama organizasyonu, ofis planlaması, ısıl konfor, PMV-PPD.

ABSTRACT

An Evaluation of Interior Planning Decisions of Office Buildings in terms of Thermal Comfort and Energy Consumption

Tuğba ATSIZ

Department of Architecture

Master of Science Thesis

Adviser: Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK

Office buildings consist of rooms where people spend most of their time during the day. Therefore, these buildings should be designed to have suitable working conditions. It is known that when offices achieved thermal comfort conditions people feel more comfortable and they are more productive. Office spaces are designed by creating plans and layouts, taking into account the needs of occupational groups and environmental conditions.

The important design parameters are depth and layout of office spaces. Thermal comfort conditions change depending on the depth of the room. The aim of this parametric study is to examine the effects of interior planning on thermal comfort conditions and energy consumption in climate-sensitive buildings.

In this study, the analyses were carried out for the offices located on the 3rd floor of the five-storey reference virtual building designed as sensitive to climate. Calculations were done for a reference city in a temperate-dry climate using the Rhinoceros/Grasshopper simulation.

Thermal comfort for a divided office layout and an open office layout is given comparatively for representation days of heating and cooling periods and for the coldest and hottest days of the year. Annual energy loads were calculated, and the results were evaluated for both plan layouts.

The thesis consists of five main chapters.

In the first chapter, there is an introduction section with the subtitles of studies in the literature, the purpose of the thesis, and the hypothesis.

In the second chapter, we included the definition of office buildings, space layout, and thermal comfort requirements in office building.

In the third chapter, it is presented an approach to evaluating the impact of interior planning decisions on the thermal comfort of office buildings.

In the fourth chapter, the approach was applied. A parametric simulation study was carried out with the reference virtual building and evaluated in terms of thermal comfort.

In the fifth chapter, we presented the results from simulation studies and suggestions to contribute to the development of thermally comfortable spaces.

Keywords: Parametric design, interior space planning organization, office planning, thermal comfort, PMV-PPD.

1 GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Günümüzde çeşitli ihtiyaçlar doğrultusunda, farklı plan ve yerleşim düzenlerine, çeşitli kullanım koşullarına sahip ofis yapılarının üretimi artış göstermektedir. Bireyler, zamanlarının büyük bir kısmını kapalı hacimlerde, bulundukları alan ile etkileşim içerisinde geçirirler. Günlük yaşamının yaklaşık olarak üçte birini çalışma alanlarında geçiren yetişkin bireyler için uygun konfor koşullarının oluşturulması gerekmektedir. Konfor koşullarının sağlandığı çalışma alanlarında, bireylerin veriminin arttığı, uygun ısıl koşulların sağlanamadığı çalışma alanlarında ise çalışma veriminin olumsuz olarak etkilendiği gözlenmektedir. Çalışma alanlarında uygun ısıl ortam koşullarının oluşması için enerjiye duyulan ihtiyaç ve enerji tüketim değerleri de önem kazanmaktadır.

Ofis mekânlarının konfor koşullarının değerlendirildiği çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmalar, tasarlanan, üretilen ve mevcut kullanım aşamasında bulunan ofis yapılarının değerlendirildiği çalışmalardır. Henüz tasarım aşamasında bulunan yapılarda, tasarım parametreleri, iç planlama organizasyonu ve çevresel koşulların dikkate alındığı ve çalışma alanlarının konfor koşullarının değerlendirildiği çalışma sayısı azdır.

Tasarım aşamasında parametrik simülasyon çalışmaları ile bina performans analizinin gerçekleştirilmesi, yapının kullanım aşamasında ortaya çıkabilecek sorunlarının tespit edilmesine, uygun çözümlerin sağlanmasına ve yapı ömrü boyunca konforlu alanların kullanılmasına olanak tanımaktadır. İklime duyarlı tasarlanan yapılarda iç mekân planlamasının konfor koşullarına ve enerji tüketimine etkisinin parametrik çalışma ile incelendiği ve değerlendirildiği bir çalışma gereksinimi bulunmaktadır.

Isıl konfor ile ilgili çalışmalar, insan termal konforunun değerlendirilmesi ile başlayarak, insan-çevre-mekân etkileşimlerinin değerlendirilmesi ile devam etmiştir. Yapı üretimininin zamanla artması, farklı kullanımlara yönelik ihtiyaçların ortaya çıkması, yapı içinde ve dışında fiziksel ve çevresel ortam koşullarının değişmesi ile birlikte ısıl konfor koşulları için çeşitli çalışmalar ortaya çıkmıştır. Yapılarda ısıl konfor koşulları ve enerji tüketimi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde;

Fanger (1986), insan ve çevresel ortam arasındaki ısıl konfor gereksinimleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bireyin termal konforunun vücudun ısıl dengesine dayandığı, ısıl dengesinin bireyin öznel parametrelerinin yanı sıra çevresel parametrelerden hava sıcaklığı, ortalama ışınımsal sıcaklık, hava hızı ve havanın nemi ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Isıl konfor ile ilgili uluslararası bir standardın temeli sunulmuştur [1].

Musau ve Steemers (2007), ofis alanlarında plan düzeni ve kullanıcı yoğunluğunun enerji tüketimi üzerine etkilerini değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında açık ofis, yarı açık ofis, açık ve kapalı ofis kombinasyonu ve hücresel ofis plan düzenleri ve farklı doluluk oranları incelenmiştir. Çalışma sonucunda ısıtma ve soğutma dönemleri için doluluk oranının değişmesinin enerji tüketim değerleri üzerinde farklı sonuçlara neden olduğu belirlenmiştir [2]. Kullanıcı yoğunluğu, enerji tüketim değerleri üzerinde etkilidir.

Chowdhury ve arkadaşları (2008), subtropikal bir iklimde yer alan ofis yapısında çeşitli soğutma teknolojilerinin ısıl konfor koşullarına etkilerinin parametrik simülasyon çalışması ile değerlendirilmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma, seçilen mevcut bir binanın ısıl performansının simüle edilmesi ile başlamıştır. Çeşitli soğutma sistemleri çalışma kapsamında değerlendirilmiştir [3]. Parametrik simülasyon çalışması ile düşük enerjili soğutma teknolojilerinden ideal olanı tespit etmek mümkündür.

Poirazis ve arkadaşları (2008), İsveç'te bulunan yapılarda pencere oranının, enerji tüketimine ve ısıl konfora etkisini değerlendirmek amacıyla referans sanal bir ofis binası için parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. %30, %60 ve %100 pencere-duvar oranlarına sahip alternatifler için hücresel plan ve açık plan düzeni üzerinden çalışma gerçekleştirilmiştir. Plan düzenlerinin yanı sıra bina yönelimleri, ısıtma ve soğutma ayar noktaları ve yapı elemanları çeşitlendirilerek analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışma, pencere-duvar oranının değişmesinin ısıtma ve soğutma talebini etkilediğini ancak tasarım parametrelerinin optimizasyonu ile enerji tüketiminin azaltılmasının ve kabul edilebilir bir ısıl ortam oluşturulmasının mümkün olduğunu göstermektedir [4].

Souza ve Alsaadani (2012), ofis alanlarında farklı bölgeleme stratejilerinin ısıtma ve soğutma enerjisi tüketimleri üzerindeki etkilerini değerlendiren bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma, Londra'da yer alan bir ofis yapısının üç farklı bölgeleme stratejisi ile simülasyon programı üzerinden değerlendirilmesini içerir. Yapı tasarımında bölgeleme stratejilerinin oluşturulması, enerji tüketim sonuçları üzerinde etkin sonuçlar elde edilmesine yardımcı olmaktadır [5].

Susorova ve arkadaşları (2013), ofis yapılarında pencere özelliklerinin yapının enerji performansı üzerine etkisini değerlendiren bir çalışma gerçekleştirmiştir. Pencere yönü, pencere-duvar oranları ve ofis alanlarının derinliği gibi tasarım parametreleri altı farklı iklim bölgesi için değerlendirilmiştir. Yapının yıllık toplam enerji tüketimi, enerji performans analizleri ile tespit edilmiştir. Yapılarda pencerelere ilişkin parametrelerin farklı iklim koşullarına özgü optimizasyonu ile enerji tüketim değerlerinin azalacağı sonucuna ulaşılmıştır [6].

Rodrigues ve arkadaşları (2014), yapıların tasarım aşamasında kat planlarının oluşturulduğu ve ısıl performanslarının simülasyon çalışması ile değerlendirildiği bir prototip sunmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında tek katlı ve iki katlı konut yapılarının on iki alternatif plan düzeni kullanılarak ısıl performansları karşılaştırılmıştır. İç mekân plan düzeninin, yapıların ısıl konforu üzerinde önemli etkilere sahip olduğu belirlenmiştir [7].

Qingsong ve Fukuda (2016), Pekin'de referans ofis yapılarında enerji tüketimini optimize ederek en aza indirmek ve gün ışığı aydınlatmasını üst düzeye çıkarmak amacıyla Rhinoceros/Grasshopper programında parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Gün ışığı analizi için farklı boyutlara ve pencerelere sahip iki adet ofis yapısı kullanılmıştır. Algoritmalar kullanılarak çeşitli tasarımlar geliştirilmiştir. Yapının tasarım aşamasında parametrik simülasyon analizlerinin gerçekleştirilmesinin tasarım kalitesini arttırabileceği gözlenmektedir [8].

Trebilcock ve arkadaşları (2016), Şili'de üç ayrı iklim koşullarında yer alan ilköğretim sınıflarınının koşullarının değerlendirilmesi için saha çalışması ve parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. İlk aşamada ölçme ile elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. İkinci aşamada tasarım parametrelerinin, referans bir sınıf yapısının toplam enerji tüketimini ne ölçüde etkilediğini tespit edilmesi için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, değerlendirilen üç farklı iklim için en uygun enerji tüketim değerlerine sahip optimum tasarım parametreleri oluşturulmuştur. Parametrik simülasyon çalışmaları, çeşitli tasarım parametrelerine sahip yapıların değerlendirilmesine ve uygun çözümlerin tespit edilmesine katkı sağlamaktadır [9].

Özdamar ve Umaroğulları (2017), Edirne il merkezinde seçilen ofis yapısında, farklı yönlere bakacak şekilde konumlandırılan A ofisi ve B ofisi adlı iki ofis biriminde, iç mekân konforu ve iç hava kalitesini inceleyen bir ölçme çalışması gerçekleştirmiştir. İç mekân ve dış ortam koşullarında ölçme çalışmaları yapılmıştır. Çalışma süresince A ofisinde pencere açık durumda iken sigara kullanımı söz konusudur. Çalışma sonucunda güneydoğu yönünde konumlanan A ofisi daha yüksek ısıl konfor koşullarına sahip olmasına karşın, yetersiz havalandırma koşulları nedeniyle ortamdaki CO_2 değerlerinin diğer ofis alanına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ofis alanlarında ısıl konfor koşullarının sağlanmasının yanı sıra havayı kirletici etkenlerin az olması ve yeterli havalandırma koşullarının sağlanması da bireylerin çalışma verimine katkı sağlayacaktır [10].

Elbeltagi ve arkadaşları (2017), konut yapılarının tasarımında, kullanım esnasında ortaya çıkabilecek enerji tüketimlerini tahmin etmek ve değerlendirmek amacıyla parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Farklı duvar, çatı ve döşeme kombinasyonları kullanılarak on iki farklı alternatif için çalışma gerçekleştirilmiştir. Parametrik simülasyon çalışmasının tasarım aşamasında gerçekleştirilmesinin, ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılmasında, tasarım parametreleri için önceden kontrol ve düzenleme kolaylığı sağlamasında etkili olduğu vurgulanmaktadır [11].

Zhang ve arkadaşları (2017), Çin'de soğuk iklimde yer alan okul binasında ısıtma ve aydınlatma enerjisi tüketiminin en aza indirilmesi, yazın konforsuzluk sürelerinin azaltılması ve gün ışığı aydınlatmasının arttırılması için optimizasyon gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında farklı mekân yerleşimleri, mekân derinliği, pencere duvar oranları ve gölgeleme elemanları gibi çeşitli parametreler incelenmiştir. Üç farklı plan düzeninin optimizasyonu ile en iyi sonuca sahip plan düzenleri ve tasarım parametreleri oluşturulmuştur. Mekân yerleşimlerinin optimizasyonu ile uygun ısıl koşullara ve enerji tüketim değerlerine sahip yapıların geliştirilmesi mümkündür [12].

Gärtner ve arkadaşları (2018), esnek ofis planlamalarında iç mekân planlamasının ısıl konfor koşulları ve enerji performansı üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Çalışma, Almanya'nın Stuttgart kentine bulunan referans sanal bir binada yer alacak alternatif ofis planları için Grasshopper programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada plan düzenleri için iki farklı kontrol bölgeleme stratejisi uygulanarak elde edilen enerji tüketim sonuçları ile ısıl konfor koşulları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda yapıların tasarım aşamasında alan düzeni tasarımının farklılaşmasının, ısıl konfor koşullarını ve enerji talebini önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir [13].

Atmaca ve Zorer Gedik (2019), birbirinden farklı iklimlendirme sistemi koşullarına sahip iki farklı cami yapısında iç mekân konfor koşullarının değerlendirilmesi amacıyla ölçüm çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda ısıtma sisteminin yetersiz olduğu camide uygun iklimlendirme sistemlerinin kullanılmaması nedeniyle ısıl konfor koşullarının sağlanamadığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda yapı kabuğunda cam yüzey oranının yüksek olması, ısıl konfor koşullarının bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yapıların tasarım aşamasında, kullanım esnasında ortaya çıkabilecek sorunlar önceden tespit edilmeli ve bu doğrultuda uygun analiz ve çalışmalar gerçekleştirilmelidir [14].

Bakmohammadi ve Noorzai (2020), Tahran'da yer alan ilkokul sınıflarının yerleşim düzeni üzerine, iklim şartlarına göre enerji verimliliği ve kullanıcıların memnuniyetini sağlamak amacıyla Rhinoceros/Grasshopper programı üzerinden parametrik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği ilkokul sınıfında bina yönelimi, dış duvar açısı, pencere sayısı ve yönü gibi tasarım parametreleri dikkate alınarak gün ışığı, ısıl konfor ve enerji tüketimi analizleri yapılmıştır ve simülasyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen simülasyon çalışmaları, daha az enerji tüketimine sahip, ısıl koşulların uygun olduğu bir yapı elde edilmesine olanak sağlamaktadır [15].

Zhang ve arkadaşları (2020), Pekin'de yer alan bir konut projesinin optimizasyonu için bir parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Optimizasyon için öncelikli olarak mekân düzeni ve yapı elemanları ile ilgili çeşitli tasarım parametreleri seçilmiştir. Rhinoceros/Grasshopper programı kullanılarak elde edilen analizler sonucunda seçilen tasarım parametreleri ile enerji tüketimi arasındaki ilişki kontrol edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları, konutlar için erken tasarım aşamasında plan düzeninin ve yapı elemanları seçimlerinin parametrik çalışma ile optimize edilebileceğini ve enerji tüketim değerlerinin önemli bir ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir. [16].

Guo ve Bart (2020), Çin'in farklı iklim koşullarına sahip bölgelerinde yer alan yapılarda çeşitli tasarım parametrelerinin enerji talebi ve iç mekân ısıl koşulları üzerindeki etkisini incelemek üzere bir parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışma beş farklı iklim koşuluna sahip çeşitli bölgelerde yer alan yapıları kapsamaktadır. Elde edilen analiz sonuçları, iklim koşullarına göre yapılarda alınacak farklı önlemleri içerir. Yapının yer aldığı iklimin ihtiyaçları doğrultusunda yalıtım tabakası kalınlığının arttırılması/azaltılmasının, pencere oranlarının optimizasyonunun ve yapı kabuğunun iyileştirilmesinin yıllık enerji tüketimine ve konforlu ortamlar oluşturulmasına katkı sağladığını göstermektedir [17].

Giouri ve arkadaşları (2020), minimum enerji tüketimi, maksimum enerji üretimi ve ısıl konfora sahip Sıfır Enerjili Binalar'ın tasarlanması amacıyla, çok amaçlı optimizasyon yöntemini kullanarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Akdeniz ikliminde yer alan Atina'da bulunan açık plan düzenine sahip çok katlı bir ofis yapısı için Grasshopper yazılımı kullanılarak simülasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bina formu, pencere duvar oranı, pencere ve duvarların ısıl geçirgenlik katsayıları gibi çeşitli tasarım parametrelerinin optimizasyonu ile en iyi sonuca sahip tasarım parametrelerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda optimum bina tasarımı için geliştirilen parametreler açıklanmaktadır. Bina tasarım aşamasında, simülasyon çalışmaları ile veri analizleri gerçekleştirilmesi, tasarımcı için verimin artmasına, düşük enerji tüketimi ve yüksek konfor koşullarına sahip yapıların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır [18].

Zhu ve arkadaşları (2020), Çin'de kırsal turizm yapılarının ısıl konfor koşulları ve enerji tüketimlerinin değerlendirilmesi amacıyla saha araştırmasını destekleyecek bir parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada üç farklı plan tipi ele alınmıştır. Programa tanımlanacak etkinlik değişkenleri, saha çalışmasında yapılan ölçüm ve anket sonuçlarından elde edilmiştir. Çok amaçlı optimizasyon ile analizler gerçekleştirilerek plan tipleri için optimum tasarım parametreleri sunulmuştur. Yapıların tasarım aşamasında çok amaçlı optimizasyon ile enerji tüketim değerleri ve ısıl performanslarının iyileştirilmesi mümkündür [19].

Du ve arkadaşları (2021), referans bir ofis yapısında mekân yerleşimlerinin bina enerji performansı ve gün ışığı üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla 11 farklı yerleşim düzeni üzerinden elde edilen sonuçları karşılaştırmış ve değerlendirmiştir. Her plan düzeni üç farklı iklimde simüle edilmiştir. Parametrik simülasyon çalışmaları Grasshopper programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, ofis alanları için mekân yerleşimi kararlarının enerji ve aydınlatma taleplerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir [20].

Soflaei ve arkadaşları (2020), subtropikal çöl ikliminde avlu tasarımına ilişkin parametrelerin ısıl konfor üzerindeki etkisini parametrik simülasyon çalışması ile değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında avluların yönelimi, geometri özellikleri ve avluyu çevreleyen yapı kabuğu seçimi gibi tasarım parametreleri değerlendirilerek ısıl konfor üzerindeki etkileri açıklanmıştır. Avlu tasarımı optimizasyonunun yapının ısıl konforunu iyileştirmesi mümkündür [21].

Jafarpur ve Berardi (2021), zaman içerisinde meydana gelen iklim değişikliğinin, yapıların enerji tüketimler ve ısıl konfor koşulları üzerindeki etkilerini ele almak amacıyla Kanada'da farklı iklim koşullarına sahip bölgelerde yer alan ofis binaları üzerinden simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Farklı ısıtma ve soğutma ayar noktaları için analizler gerçekleştirilmiştir. Üç farklı iklimde ısıtma ve soğutma ayar noktalarının değiştirilmesinin enerji tüketimininin azaltılmasına katkı sağladığını göstermektedir. İlerleyen zamanlar için meydana gelecek iklim değişikliğinin, ısıtma enerjisi talebini azaltacağı ve soğutma enerjisi talebini arttıracağı öngörülmektedir [22].

Nasrollahzadeh (2021), yapı kabuğu optimizasyonunun ısıl konfor, gün ışığı ve enerji tüketimi üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma, İran'da yer alan iki katlı bir konut yapısının Grasshopper programı kullanılarak elde edilen simülasyon sonuçlarını içermektedir. Pencere duvar oranı, gölgeleme elemanları ve yalıtım katmanları gibi çeşitli parametreler değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda ısıl konfor, gün ışığı ve enerji tüketimi için en uygun modeller belirlenmiştir [23].

De Luca ve arkadaşları (2021), yüksek yapıların yer aldığı yapı gruplarında kentsel yerleşim düzeninin iç ve dış mekân ısıl konforu ve enerji tüketimi üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma, Tallinn'de ticari yapı gruplarının yer aldığı bölgeler için Grasshopper programı kullanılarak gerçekleştirilen parametrik simülasyon analizlerini içermektedir. Çalışma sonucunda, yüksek yapı gruplarının birbiri ile olan mesafeleri, binaların yönü ve konumlarının optimizasyonu ile ısıtma ve soğutma tüketiminin azaltılmasına katkı sağlayacağı tespit edilmiştir [24]. Parametrik simülasyon analizleri, iç ortam konfor koşullarının değerlendirilmesine katkı sağladığı gibi, bina yönelimi ve bina yerleşimi gibi parametrelerin, dış ortam konfor koşullarının ve enerji tüketimlerinin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır.

Taylor ve arkadaşları (2021), öğrenme mekânlarında hava hızı, hava sıcaklığı ve hava nemi parametrelerinin iç mekân ısıl konforu ve enerji tüketimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla çok amaçlı optimizasyon yöntemi ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma, üç farklı iklim için parametrik simülasyon analizleri ile değerlendirilmiştir. Farklı iklim koşulları için hava hızı, nem ve hava sıcaklığı parametrelerinin optimizasyonu ile enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Simülasyon çalışmaları ile uygun ısıl konfor koşullarının ve enerji tasarrufunun sağlandığı ortamların geliştirilmesi mümkündür [25].

Zoroğlu ve Zorer Gedik (2022), farklı koşullara sahip iki farklı alışveriş merkezinde, ısıl konfor koşullarının ve enerji tüketim değerlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla bir ölçüm ve anket çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, alışveriş merkezlerinin kullanıcı yoğunluğu yüksek alanlarında memnuniyetsizlik oranının arttığı, yoğun kullanım dönemlerinde tercih edilen iklimlendirme sistemlerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Yapılarda, uygun iklimlendirme ve havalandırma sistemi seçimleri ısıl konfor koşullarının sağlanmasında önemlidir [26].

Song ve arkadaşları (2022), güneş ışınımlarının iç mekân ısıl konforu üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla Çin'de beş farklı iklim bölgesinde yer alan ofis yapıları için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Farklı yönlerde konumlanan ofis alanları için pencere yönelimlerinin ve güneş ışınımlarının, iç mekân ısıl konforu üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Pencerelerin gün ışığı geçirgenlik değerlerinin optimizasyonu ile konfor sürelerinin önemli ölçüde arttırılacağı tespit edilmiştir. Gün ışığının ısıl konfor koşulları üzerine etkilerinin değerlendirilmesi, uygun pencere seçimi ve bina yönelimleri ile ısıl konforun sağlandığı alanın arttırılmasına katkı sağlayacaktır [27].

Tabadkani ve arkadaşları (2022), farklı iklim koşullarında yer alan konut yapılarında avlu tasarımının iç mekân ısıl konforu ve kullanım maliyetleri üzerine bir parametrik çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında pencere tipleri, pencere duvar oranları, yapının konumu, ısıtma ve soğutma ayar sıcaklıkları gibi çeşitli parametreler değerlendirilmiştir. İklim koşullarına göre seçilecek pencerelerin, optimum enerji tüketimine katkı sağlarken kullanım maliyetlerini önemli ölçüde azaltacağı görülmektedir. İklim koşullarına uygun avlu geometrisi tercih edilmesi, uygun ısıl koşullarının sağlanmasına ve konforlu mekânların gelişmesine katkı sağlayacaktır [28].

Çalışmalar incelendiğinde, farklı kullanımlara sahip yapıların ısıl konfor, enerji tüketimleri ve gün ışığı analizleri için çeşitli simülasyon çalışmaları gerçekleştirildiği görülmektedir. Ancak ülkemiz iklim koşullarında ılıman-kuru bir iklimde yer alan ofis yapılarında, iç planlama kararlarının özellikle ısıl konfor ve enerji tüketimi açısından birlikte değerlendirildiği bir çalışma gereksinimi bulunmaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Zaman içerisinde kullanıcıların ihtiyaçlarının değişmesi, uzun ömürlü ve konforlu yapılara olan ihtiyacın artması, çeşitli yapı üretimlerinin gün geçtikçe artmasına ve buna bağlı olarak enerji tüketiminin artışına neden olmaktadır. Konfor koşulları gözetilmeksizin tasarlanan ve üretilen yapılar, zaman içerisinde kullanım ömrünü tamamlamakta ve zamanla kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayamayacak duruma gelmektedir. Konut yapıları ve diğer çeşitli yapıların yanı sıra bu problem ofis yapılarının üretiminde de söz konusudur.

Yetişkin bireyler, gün boyunca zamanlarının birçoğunu çeşitli çalışma alanlarında geçirirler ve bulundukları kapalı hacimlerle etkileşim içerisindedirler. Dolayısıyla çalışma alanlarının uygun ısıl koşullara sahip olması önemlidir. Küresel ölçekte meydana gelen pandemi nedeniyle bir dönem ortak çalışma alanlarının tercih edilmemesi ve ev-ofis kullanımları söz konusu olsa da pandeminin etkisinin azalması ile ortak çalışma alanlarının kullanımı yeniden artış göstermektedir. Bu nedenle ofis mekânlarında uygun çalışma koşulları ve uygun ısıl koşullar oluşturulmalı, iç mekân planlaması ve plan düzenleri göz önünde bulundurularak çeşitli önlemler alınmalıdır.

Ofis yapılarında konfor koşulları, iç mekân planlanmasının tasarımı, çalışma alanlarının mekân derinliği, mobilyaların yerleşim biçimleri gibi önemli tasarım parametrelerinin değişmesi ile çeşitlilik gösterecektir. Çalışma alanlarında mekân derinliklerinin; yerleşim düzenini, ortam sıcaklığını, pencerelerden ve rahatsız edici hava akımlarından kaynaklanan konforsuzluk yüzdesini değiştireceği düşünülmektedir. Buna bağlı olarak açık ve kapalı ofis plan düzenlerinin farklı ısıl koşullara sahip olacağı ve bireylerin konfor koşullarını etkileceği ön görülmektedir.

Tez çalışması kapsamında, tasarlanması ve üretilmesi planlanan ofis yapılarında simülasyon analizleri ile plan düzenleri, ısıl konfor ve enerji tüketim analiz süreçleri bir arada ele alınarak, ısıl konfor koşullarına ve enerji tüketim değerlerine ait veriler karşılaştırılarak değerlendirilecektir. Yapılarda plan düzenleri ve ısıl konfor koşullarının tasarım aşamasında ele alınması, ısıl anlamda konforlu çalışma alanlarının gelişmesine katkı sağlayacaktır.

Tez çalışmasının amacı, iklime duyarlı tasarlanan yapılarda iç mekân planlamasının ısıl konfor koşulları üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve binanın enerji performansının değerlendirilmesidir.

1.3 Hipotez

İç planlamaya ilişkin kararlarda, büyük açık alanları ısıl açıdan denetlemek güç olduğundan, küçük mekânlara bölünmüş planlama ısıl konfor koşulları açısından daha uygundur ve enerji tüketimi daha azdır hipotezi kurulmuştur. Yapıda sıcaklık derecesi yakın mekânların bir araya getirilmesi, bölgeleme yapılması ve benzer mekânların gruplanması, ısıl konforun sağlandığı kullanım alanını arttırır. Ofis yapılarında mekânsal organizasyonun değişmesinin ısıl konforun sağlandığı alan yüzdesini etkileyeceği öngörülmektedir.

2
OFİS YAPILARINDA ISIL KONFOR

2.1 Ofis Yapılarının Tanımı

Türk Dil Kurumu'nun sözlüğünde "iş yeri, daire, büro" olarak tanımlanan ofis yapıları, bireylerin barınma, yeme-içme gibi temel ihtiyaçları dışında çalışma işlevi için kullandıkları, günümüzde zamanlarının büyük çoğunluğunu geçirdikleri çalışma alanlarıdır [29]. Büro kelimesi ise Tük Dil Kurumu sözlüğünde "çalışma odası, yazıhane; danışma ve yazı işlerinin yürütüldüğü iş yeri; bölüm, şube; yazı masası" olarak tanımlanmaktadır [29].

Geçmişten günümüze, çalışma faaliyetlerin bulunduğu koşullarda varlığını gösteren çalışma mekânları, zaman içerisinde teknolojik gelişmeler, iş kollarının değişimi ve hizmet sektörünün gelişmesi ile birlikte çeşitli formlara sahip yapılar ile gelişim göstermiştir.

Ofis yapıları, farklı meslek gruplarının çeşitli kullanım amaçları doğrultusunda, farklı plan düzenlerine sahip olacak şekilde tasarlanan ve üretilen çalışma mekânları olarak tanımlanır. Ofis alanları için plan düzenleri, kullanıcıların ihtiyaçları ve işin gereksinimi göz önünde bulundurularak oluşturulur.

Her meslek grubu için ofis alanlarının gereksinimleri birbirinden farklı olsa da temelde birbirine benzer mekân yerleşimleri ilk olarak göze çarpmaktadır. Hücresel ofis plan düzeni, açık ofis plan düzeni ve serbest ofis plan düzeni ofis yapılarında sıklıkla karşılaşılan plan düzenleridir [30].

Ekip çalışmasının ön planda olduğu bir meslek grubu için açık ofis plan düzeni tercih edilirken, gürültü kontrolünün önemli olduğu bir meslek grubu için hücresel ofis plan düzeni tercih edilmektedir.

Plan düzeni tasarımının yanı sıra, ofis yapılarında fiziksel ortam koşulları ve yerleşim düzenleri de önemlidir. Yeterli akustik ve ısıl koşullar, aydınlatma düzeyleri, uygun ortam sıcaklıkları ile ergonomik çalışma alanlarının oluşturulması bireylerin çalışma verimlerini olumlu yönde etkilemektedir. Ofis yapılarında çalışma veriminin arttırılması, öncelikli olarak optimum koşullara sahip olacak mekânların tasarlanması ve üretilmesi ile gerçekleşmektedir.

Bireyin bulunduğu çalışma ortamında kendini konforlu hissetmesi için optimum çalışma ortamlarının oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır;

- Uygun ısıl konfor koşullarının oluşturulması,
- Yeterli aydınlatma düzeyinin sağlanması,
- Akustik gereksinimlerin karşılanması,
- Çalışma ortamının kullanım kolaylığı,
- Yerleşim düzenlerinin kullanıcılar için optimizasyonu,
- Ergonomik çalışma üniteleri ve mobilya seçimleri gibi [30].

Ofis yapıları günümüz koşullarında, belirli standartların dışında gelişim gösterse de varlığını sürdürmeye devam etmektedir. Pandemi gibi küresel ölçekte meydana gelen olaylar, kapalı mekân kullanımlarının azalmasına, açık ofis ve esnek ofis alanları terimlerinin ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bir dönem kullanıcıların, yalnızca toplantı, görüşme vb. amaçlarla günün belirli bir saati bir araya geldikleri mekânların tercih edilmesi söz konusu olsa da iş veriminin arttırılması ve işin sürdürülebilmesi için ofis mekânların tekrar tercih edildiği görülmektedir. Uygun koşullara sahip çalışma alanlarında tek merkezden çalışmanın gerçekleştirilmesi öncelikli olarak tercih edilmektedir.

Ofis yapılarının tasarımında ve üretiminde, yalnızca yapının tasarlandığı dönem için değil, aynı zamanda kullanım ömrü süresince konfor koşullarını yerine getirmesi beklenmelidir. Üretimi tamamlanan ve kullanım aşamasında olan yapılarda, konfor koşulları ve enerji tüketimi üzerine önlemler almak, yetersiz sonuçlar ortaya çıkmasına ve yapı maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.

Bu nedenle ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilen simülasyon programları, yapı tasarım ve üretim sürecinde, tasarım parametrelerinin değerlendirilmesinde, uygun yapı elemanları seçiminin sağlanmasında, yapı maliyetlerinin azaltılmasında ve konforlu mekânların geliştirilmesinde katkı sağlamaktadır. Günümüzde yapı üretimi öncesinde yapılara ilişkin çeşitli tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi için çeşitli simülasyon programları aracılığı ile simülasyon analizleri gerçekleştirilmektedir.

2.2 Ofis Yapılarında İç Mekân Planlama Organizasyonu

Ofis yapılarında iç mekân planlama organizasyonu, yapının kullanım amacına, işin faaliyet alanına ve çalışacak kişi sayısına uygun olacak şekilde yerleşim düzeninin oluşturulması ile başlamaktadır. Bir fabrikada üretim alanında yer alan ofis alanları ile yüksek katlı bir binada yer alan ofis alanlarının gereksinimleri birbirinden farklı olacaktır. Bu nedenle plan ve yerleşim düzenleri oluşturulurken talep edilen çalışma ortamı koşulları dikkate alınmalıdır.

Ofis yapılarının iç mekân planlamasında mekân düzeni türleri, mekânın derinliğine ve plan düzenine göre çeşitlilik göstermektedir. Ofis yapılarında mekân derinliği, yapı kabuğu ile sirkülasyon alanının duvarı arasında kalan mesafeyi tanımlamaktadır [30] [31].

Ofis yapıları;

- “derinliği az olan mekânlar” (sirkülasyon alanı hariç 4-5m)
- “orta derinlikte mekânlar” (sirkülasyon alanı hariç 6-10m)
- “derin mekânlar” (sirkülasyon alanı hariç 11-19m)
- “çok derin mekânlar” (sirkülasyon alanı hariç >20 m)

olmak üzere farklı mekân derinliklerine sahiptir [30] [31].

Ofis yapılarında mekân derinlikleri Şekil 2.1’de yer almaktadır.



Şekil 2.1 Ofis yapılarında çeşitli mekân derinlikleri [30][1]

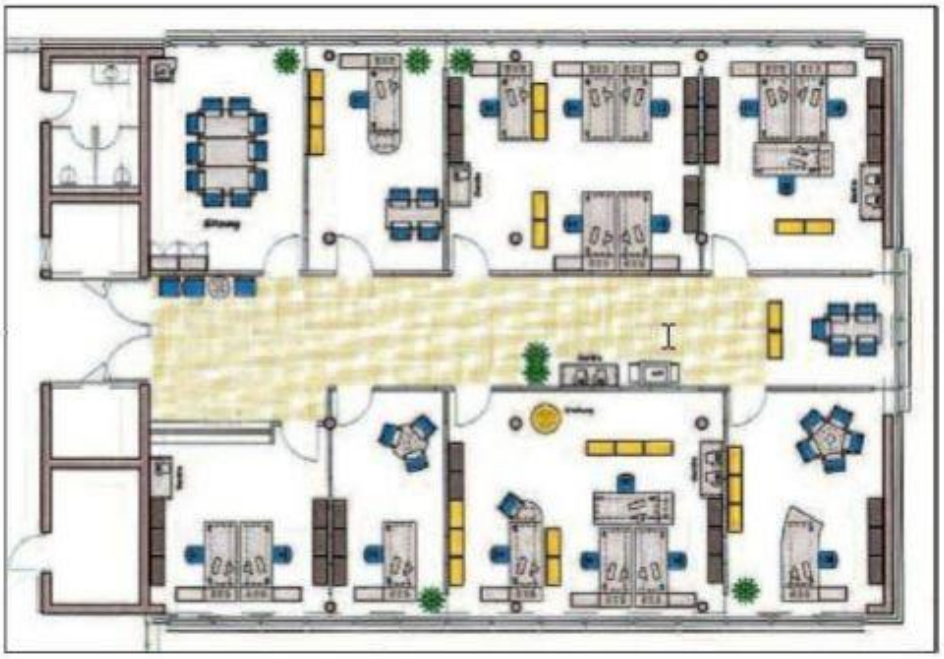
[1] Belirtilen kaynaktan Tuğba Atsız tarafından uyarlanarak yeniden düzenlenmiştir.

Ofis yapılarında mekân derinliğinin yanı sıra, plan düzenlerine göre de sınıflandırma yapılmaktadır.

Plan düzenine göre ofis yapıları;

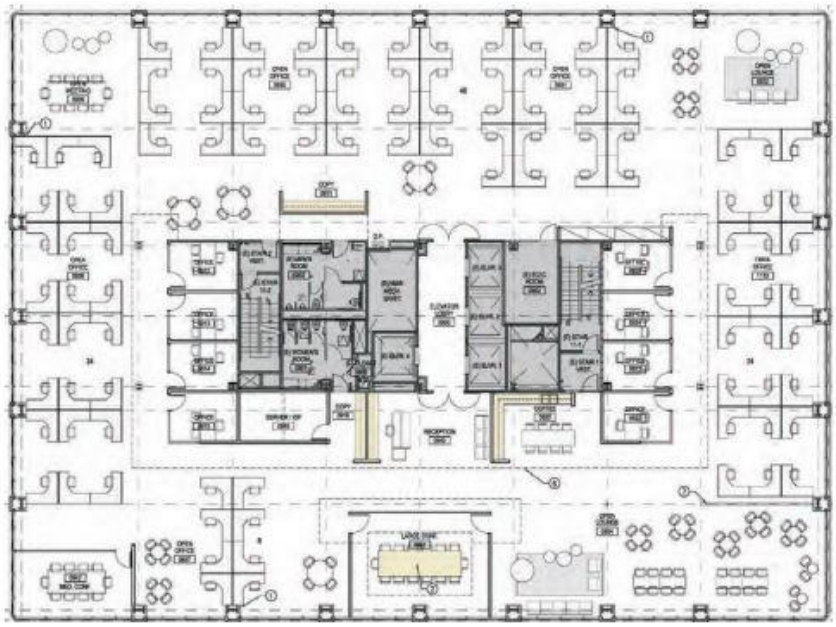
- hücresel ofis plan düzeni (tek hücre ve çok hücreli),
- açık ofis plan düzeni ve
- serbest ofis plan düzeni olarak sınıflandırılmaktadır [30].

Bireysel çalışmanın esas alındığı ofis yapılarında, tek hücreli veya birden çok odadan oluşan çok hücreli plan düzenleri tercih edildiği görülmektedir. Hücresel plan düzeni, ısıl konfor koşullarının, akustik gereksinimlerin ve yerleşim düzenlerinin diğer plan düzenlerine oranla daha kolay sağlandığı plan düzenidir. Hücresel plan düzeni Şekil 2.2’de gösterilmektedir.



Şekil 2.2 Hücresel plan düzeni [32]

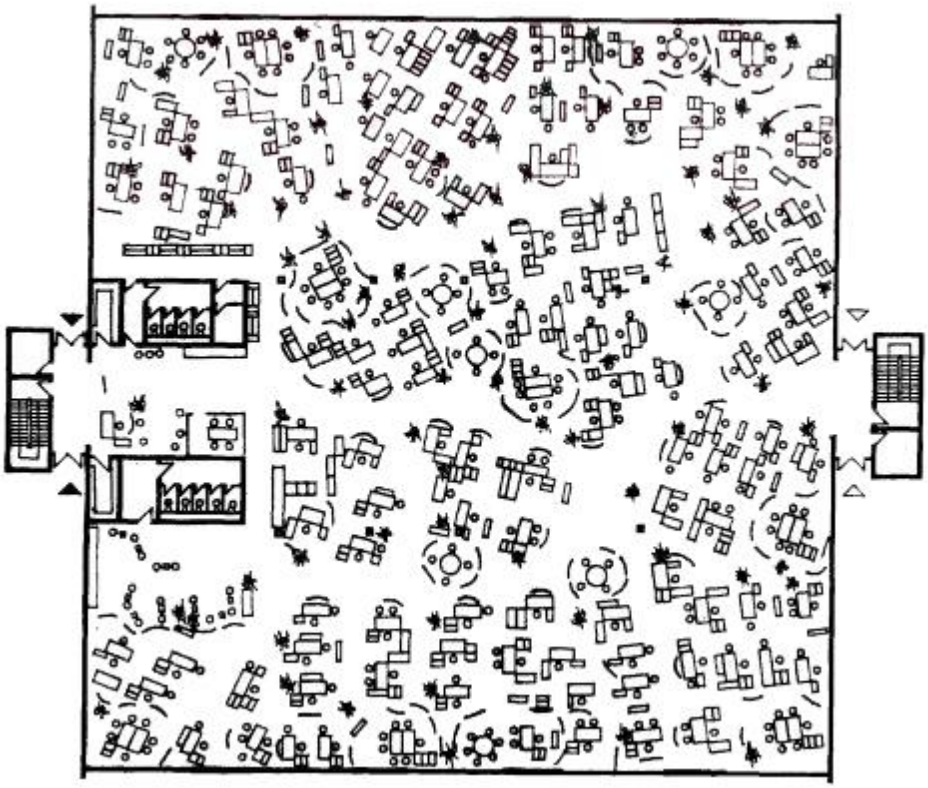
Zamanla gelişen ve değişen iş kolları nedeniyle ortak çalışma alanlarına olan ihtiyaçlar, açık plan düzeni ve serbest plan düzeninin de tercih edilmesine olanak sağlamıştır. Açık ofis plan düzeni, hücresel plan düzenine göre daha esnek kullanım koşullarına sahiptir. Açık ofis plan düzeninde, çalışma birimleri arasında bölücü yapı elemanı bulunmamaktadır [32]. Açık ofis plan düzeni Şekil 2.3'de yer almaktadır.



Şekil 2.3 Açık ofis plan düzeni [32]

Serbest ofis plan düzenleri, açık ofis plan düzenlerine göre daha serbest kullanıma sahip çalışma alanının yer aldığı plan düzenidir [32]. Farklı ekiplerin kendi düzenleri içerisinde çalışmasına olanak tanır. Çalışma işlevinin gerçekleştirildiği alanda ayırıcı ya da sınırlayıcı bölmeler bulunmamaktadır. Serbest ofis plan düzenlerinde mekân derinlikleri çeşitlilik göstermektedir [30]. Genellikle kullanılan mobilyalar, kendi içerisinde bir düzene sahiptir [32]. Ancak açık ofis plan düzenleri gibi nizami yerleşimler söz konusu değildir.

Serbest ofis plan düzeni Şekil 2.4'te yer almaktadır.



Şekil 2.4 Serbest ofis plan düzeni [30]

Ofis yapılarında tercih edilen çeşitli plan düzenleri, birbirinden farklı mekân derinliklerine sahip çalışma alanları içermektedir. Farklı mekân derinlikleri ise çalışma alanlarının yerleşim düzenlerini etkileyecektir ve buna bağlı olarak hacmin iç ortam sıcaklığını ve kullanıcıların çalışma alanlarını kullanım şekillerini değiştirecektir. Bölünmüş ofis plan düzeni ile açık ofis plan düzenlerinin gereksinimleri de birbirinden farklılaşmaktadır. Bu nedenle bölünmüş ofis ve açık ofis plan düzenlerinin farklı ısıl konfor koşullarına sahip olacağı öngörülmektedir.

Plan düzenlerinin yanı sıra, iç mekan organizasyonu da önemlidir. İç mekân organizasyonunun düzenlenmesinde, çalışma birimleri arasındaki iş organizasyonu da göz önüne alınması gereken bir unsurdur. Benzer gereksinimlere sahip mekânların bir arada bulunması zaman yönetimi ve çalışma verimine katkı sağlayacaktır. Bu nedenle yapının tasarım aşamasında iş organizasyonu ve birimler arası ilişki ağı belirlenmeli, birbiri ile etkileşimde olması planlanan çalışma birimlerinin bir arada bulunacağı plan ve yerleşim düzenleri oluşturulmalıdır [30].

Ofis yapılarında yapının büyüklüğü, pencere duvar oranları ve yapı yönelimi de konfor koşullarını etkileyen önemli tasarım parametreleridir. Küçük ofis yapıları ve büyük ofis yapılarında kullanıcı sayısı değişiklik göstereceği gibi, küçük alanlarda ısı kontrolünün sağlanması daha kolaydır. Aynı zamanda bu durumun ısıtma ve soğutma maliyetlerinin azalmasına yardımcı olacağı öngörülmektedir.

2.3 Ofis Yapılarında Isıl Konfor Gereksinimleri

Gün içerisinde zamanının yaklaşık olarak üçte birini çalışma alanlarında geçiren yetişkin bireyler için çalışma alanlarında konfor koşulları da önemlidir. Bir ortamdaki ısıl konfor, bireyin bulunduğu ortamdaki öznel değerlendirmeleri sonucu ortaya çıkar ve kişiden kişiye değişiklik gösterir. Bir bireyin bulunduğu ortamda kendisini konforlu hissetmesinin ilk koşulu, bulunduğu çevre ile gerçekleştirdiği ısı alışverişinin dengeli olmasıdır [33]. Kapalı ya da açık bir alanda bulunması farketmeksizin bireyler, ısıl dengesini sağlayabilmek için durmaksızın devam eden bir ısıl sistem içerisindedir. Fiziksel çevre koşulları değiştikçe, konfor koşulları da değişiklik gösterir.

Isıl konfor, bireylerin içinde bulunduğu ısıl çevreden memnun olmasını ifade eden bir durumdur [34]. İçinde bulunulan ortamda, her bireyin fizyolojik koşulları birbirinden farklı olduğu için ısıl konfor gereksinimleri de birbirinden farklı olacaktır [33]. Bireyin bulunduğu ortamı konforlu olarak tanımlayabilmesi için öznel ve nesnel parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir.

Isıl konfor, öznel ve nesnel parametrelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Öznel parametreler, bireylerin yaşı, cinsiyeti ve mevcut sağlık durumu olarak tanımlanır. Nesnel parametreler ise, iç ortam sıcaklığı, bağıl nem, ışınımsal sıcaklık, bulunulan ortamın hava hızı, bireylerin etkinlik düzeyleri ve mevcut koşullardaki giysilerinin yalıtım düzeyi olarak tanımlanır [35]. Her bireyin öznel parametreleri birbirinden farklı olduğundan, bulunulan ısıl çevrede herkes için konfor koşullarının uygun olduğundan söz edilmesi güçtür.

Fanger, termal konforu etkileyen faktörlerin ortamın sıcaklığı, ortalama ışınımsal sıcaklık, bulunulan ortamın hava hızı ve nemi, bireylerin giysilerinin yalıtım değeri ve aktivite seviyeleri olduğunu tanımlar [1]. Bu parametrelerin yanı sıra yapılan çalışmalar ve deneyler sonucunda, bir kişinin ısıl konforda olabilmesi için ısı dengesinde olması sonucuna ulaşmıştır. Çalışmalar sonucunda Fanger tarafından, ısıl ortamdaki bir bireyin ısıl duyumlarını tanımlayan ve yedi farklı derecede histen oluşan bir ısıl duyum ölçeği geliştirilmiştir [35].

Isıl duyum ölçeği Tablo 2.1'de yer almaktadır.

Tablo 2.1 7 kademeli ısıl duyum ölçeği [34]

Soğuk	Serin	Hafif Serin	Nötr	Hafif Ilık	Ilık	Sıcak
-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

İçinde bulunulan ısıl ortamda, bireylerin kişiden kişiye değişen öznel parametreleri ile ısıl ortamın nesnel parametrelerinin bir arada değerlendirilmesi sonucunda ortamın konforlu ya da konforsuz olduğunun tanımlanması için Tahmini Ortalama Oy (Predicted mean Vote, PMV) değeri kullanılmaktadır [34]. Tahmini Ortalama Oy hesaplanırken, bireylerin mevcut koşullarındaki giysi yalıtım değerleri ve fiziksel aktivitelerine bağlı olarak metabolizma düzeyleri ile bulundukları fiziksel ortama ilişkin nesnel parametreler dikkate alınmaktadır [35].

Tahmini Memnuniyetsizlik Yüzdesi (Predicted Percentage Dissatisfied, PPD), bulunulan ısıl ortamda bireylerin tahmini hoşnutsuzluk yüzdesini belirten bir değerdir [34]. Tahmini Ortalama Oy (PMV) ve Tahmini Memnuniyetsizlik Yüzdesi (PPD) bir ortamın konforlu olup olmadığını belirlemek için kullanılan değerlerdir. Genel konfor için kabul edilebilir ısıl ortam koşulları Tablo 2.2'de gösterilmektedir.

Tablo 2.2 Genel konfor için kabul edilebilir ısıl ortam [34]

Tahmini Memnuniyetsizlik Yüzdesi (PPD)	Tahmini Ortalama Oy (PMV) Aralığı
< 10	- 0.5 < PMV < + 0.5

Çalışma alanlarında düşük ya da yüksek ortam sıcaklıkları, bireylerde dikkat dağınıklığı oluşmasına, uyku halinin meydana gelmesine ve çalışma veriminin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle ofis alanlarında uygun ortam sıcaklıkları sağlanmalıdır.

Ortam sıcaklığının yanı sıra bireylerin tercih ettikleri giysiler, bulundukları çalışma ortamının konforlu ya da konforsuz olarak değerlendirilmesinde etkilidir. Ofis çalışanlarının tercih ettikleri kıyafetler, işin tanımına da bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Yüksek iç ortam sıcaklığına sahip alanlarda yüksek yalıtım değerine sahip kıyafetlerin tercih edilmesi, ofis alanının konforsuz hissedilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, iklim şartlarına ve bulunulan ortamın koşullarına bağlı olarak uygun kıyafetlerin seçimi önemlidir.

Ofis alanlarında iş tanımına bağlı olarak bireylerin aktivite düzeyleri de çeşitlilik göstermektedir. Giysi yalıtım değerleri, kullanıcının tercihi ve iklim koşulları ile değişiklik gösterirken, etkinlik türü ve düzeyi yaş ve cinsiyete göre farklılaşır. Bireyin giysilerine ait yalıtım değeri (clo) birimi ile ifade edilirken, metabolik faaliyetler sonucu ortaya çıkan metabolik oran değeri (met) birimi ile ifade edilmektedir [34]. Ofis yapılarında karşılaşılan aktivite düzeyleri ASHRAE 55 Standardında verilmiştir [34].

Ofis yapılarındaki çeşitli aktivite düzeyleri Tablo 2.3'te yer almaktadır.

Tablo 2.3 Ofis yapılarında karşılaşılan aktivite düzeyleri [34]

Ofis aktiviteleri	Metabolik oran
Okuma, oturma	1.0 met
Yazma	1.0 met
Dosyalama, oturma	1.2 met
Dosyalama, ayakta durma	1.4 met
Dolaşma	1.7 met

3
İÇ PLANLAMA KARARLARININ OFİS YAPILARININ ISIL KONFORUNA ETKİSİNİ DEĞERLENDİREN BİR YAKLAŞIM

3.1 Yaklaşımın Amacı

İklime duyarlı tasarlanan ofis yapılarında, iç mekân planlamasının ısıl konfor koşulları ve binanın enerji performansı üzerindeki etkilerini değerlendiren bir yaklaşım oluşturulmuştur.

3.2 Yaklaşımın Adımları

Tez çalışması kapsamında oluşturulan yaklaşım adımları aşağıdaki gibidir:

- Çalışılacak iklim bölgesinin tanımlanması ve ilin seçilmesi,
- Referans ofis binasının tanımlanması ve plan düzenlerinin oluşturulması,
- Ofis plan düzenleri için parametrik modellemenin gerçekleştirilmesi,
- Konfor koşullarına yönelik kabullerin belirlenmesi,
- Isıl konfor analizlerinin yapılması ve değerlendirilmesi,
- Enerji performans analizlerinin yapılması ve değerlendirilmesi,
- Sonuçların değerlendirilmesi, konforlu ve konforsuz alanların belirlenmesi.

3.2.1 Çalışılacak İklim Bölgesinin Tanımlanması ve İlin Seçilmesi

Çalışma kapsamında seçilecek iklim bölgesi, farklı plan düzenlerine sahip ofis yapılarının ısıl konfor ve enerji performansları üzerinde doğrudan etkili olacağından çalışılacak iklim bölgesine ve seçilen ile ait veriler doğru bir şekilde simülasyon programında tanımlanmıştır.

3.2.2 Referans Ofis Binasının Tanımlanması ve Plan Düzenlerinin Oluşturulması

İklime duyarlı tasarlanan bir ofis binasının tasarımında, bina kenar oranları, mekân derinliklerine göre plan düzenleri, yerleşim düzeni, pencere/duvar oranları gibi değişkenler belirlenmiştir.

Referans sanal bina, çalışma kapsamında seçilen plan düzenleri dikkate alınarak tasarlanan, parametrik simülasyon programında uygulanan sanal bir ofis yapısıdır. Kabul edilen mekân derinliklerine göre plan düzenleri belirlenmiştir ve kat planı düzeni oluşturulmuştur. Parametrik simülasyon çalışması için değerlendirilecek ofis alanlarının referans sanal binanın hangi katında bulunacağı belirlenmiştir.

3.2.3 Ofis Plan Düzenleri için Parametrik Modellemenin Gerçekleştirilmesi

Simülasyon çalışması için parametrik modelleme imkanı sunan, ısıl konfor ve enerji performans analizlerinin gerçekleştirilebileceği bir program tercih edilmiştir.

Çalışma kapsamında parametrik modelleme için ilk olarak kabul edilen mekân derinliklerine göre plan düzenleri program üzerinde oluşturulmuştur. Simülasyon çalışması için kabul edilen modelleme programı üzerinde noktasal veriler ile ofis alanlarına ait zemin, iç ve dış duvarlar, tavan ve pencere yüzeyleri parametrik olarak tanımlanmıştır.

Simülasyon programı üzerinde oluşturulan yüzeyler, kapalı bir hacim haline getirilerek ofis alanlarına ait programlar (açık ofis, kapalı ofis, koridor, çekirdek) tanımlanmıştır. Referans sanal bina için belirlenen kat adedince ofis alanları bir araya getirilerek sanal bina oluşturulmuştur.

3.2.4 Konfor Koşullarına Yönelik Kabullerin Belirlenmesi

Çalışmanın gerçekleştirileceği simülasyon programı üzerinde ısıl konfor koşullarının değerlendirileceği ofis alanları için günlük çalışma aralığı programı, kullanıcı yoğunluğu, etkinlik düzeyine göre metabolik oran değeri ve giysi yalıtım değerlerini içeren konfor koşullarına yönelik kabuller simülasyon programında tanımlanmıştır. Her ofis alanı için analizlerin değerlendirileceği test noktaları belirlenmiştir. Simülasyonun gerçekleştirileceği gün ve saat aralıklarına karar verilmiştir.

Ofis kullanım programı belirlenerek programa tanımlanmıştır. Ofis alanları için ısıtma, soğutma ayar noktası sıcaklıkları, geri ısıtma ve geri soğutma ayar noktalarına yönelik kabuller, ısıtma ve soğutma sisteminin çalışacağı zaman aralığı, doğal havalandırma için minimum iç ortam ve maksimum dış ortam sıcaklıkları, pencereler için ısıl geçirgenlik katsayısı, zemin, tavan, iç ve dış duvarlar için ısıl direnç katsayıları ile iklimlendirme sistemine karar verilerek programa tanımlanmıştır.

3.2.5 Isıl Konfor Analizlerinin Yapılması ve Değerlendirilmesi

Isıl konfor analizlerinde, kabul edilen test noktalarında Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV) sonuçlarının elde edilebilmesi için gridal sistem ve grid boyutu belirlenmiştir. Çalışmanın gerçekleştirileceği il için iklim verilerinin yer aldığı harita dosyası tanımlanarak, ısıtma ve soğutma dönemi temsil günleri ile yılın en soğuk ve en sıcak günleri için analiz periyodu belirlenmiştir.

Yukarıdaki adımlarda belirtildiği kapsamda parametrik simülasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. İklim verileri kullanılarak, belirlenen analiz periyotları için Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV) değerleri hesaplanmıştır. Her bir ofis alanı için PMV değerleri hesaplanırken; ortalama ışınımsal sıcaklık, iç ortam sıcaklığı, hava hızı, bağıl nem, giysi yalıtım düzeyi ve metabolik aktivite düzeyi değerleri hesaba dahil edilmiştir. Isıl konfor analizleri, parametrik modellemesi gerçekleştirilen farklı plan düzenlerine sahip referans sanal binada, farklı senaryolar ile gerçekleştirilmiştir.

Simülasyon analizleri sonucunda elde edilen Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV) verileri, ısıtma ve soğutma dönemlerini temsil için belirlenen gün ve saatler ile yılın en soğuk ve en sıcak günleri için, referans sanal binanın ofis alanlarında yer alan ve kabul edilen test noktalarında tespit edilmiştir. Tespit edilen PMV verileri, karşılaştırılarak değerlendirilmesi amacıyla grafik olarak düzenlenmiştir.

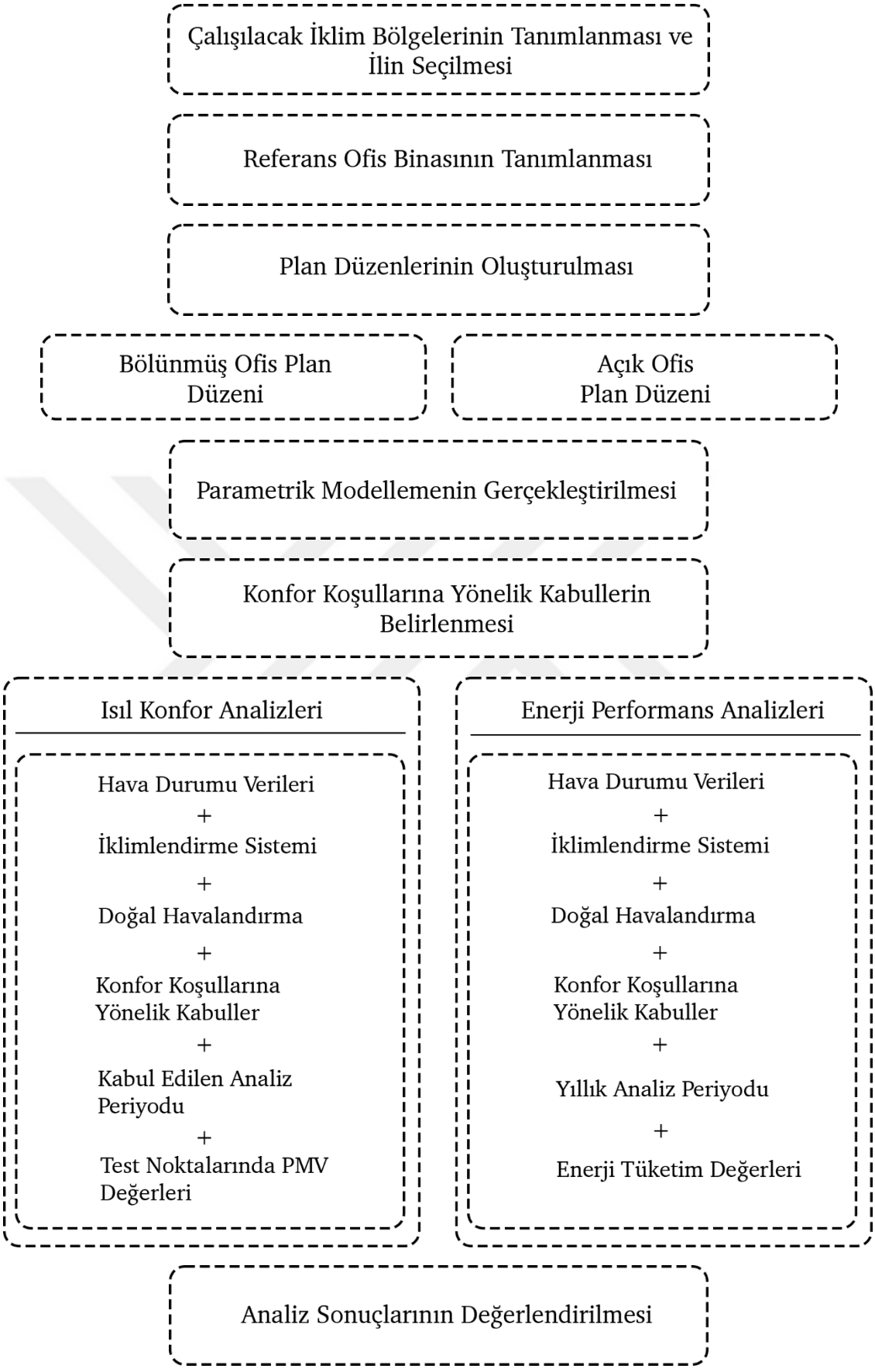
3.2.6 Enerji Performans Analizlerinin Yapılması ve Değerlendirilmesi

Enerji performans analizleri, farklı senaryolar ile simülasyon programında tanımlanan ofis alanlarında ilgili analiz periyodu içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Çeşitli tasarım senaryoları için, ısıtma ve soğutma enerjisi tüketim değerleri sonuçlarını içeren ve saatlik hesap yapan bir simülasyon programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler yıllık analiz periyodu için değerlendirilmiştir.

Simülasyon analizleri sonucunda, ofis kullanım programı süresince farklı senaryolar için referans sanal binanın tüm bina alanı başına yıllık enerji tüketim değerleri tespit edilmiştir ve karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Yaklaşım adımları Şekil 3.1'de yer almaktadır.



Şekil 3.1 Yaklaşım Adımları

4
İÇ PLANLAMA KARARLARININ OFİS YAPILARININ ISIL KONFORUNA ETKİSİNİ DEĞERLENDİREN YAKLAŞIMIN UYGULANMASI

4.1 Uygulama Çalışmasının Amacı

Uygulama çalışmasının amacı, Ankara ili için iklimle dengeli tasarım parametrelerine uygun bina kenar oranlarına göre tasarlanmış referans sanal ofis binasında ısıl konfor analizleri ve enerji performans analizlerinin gerçekleştirilmesidir. Yapıların tasarım aşamasında, iç planlama kararları ile ısıl konfor analizi ve enerji tüketim değerlerinin birlikte ele alınması ile ısıl anlamda konforlu mekânların gelişmesine katkı sağlayacaktır.

4.2 Uygulama Çalışmasının Adımları

Uygulama çalışmasının adımları bir önceki bölümde yer alan yaklaşım adımlarına göre düzenlenmiş ve verilmiştir.

4.2.1 Çalışılacak İklim Bölgelerinin Tanımlanması ve İlin Seçilmesi

Tez çalışması kapsamında aynı yerleşim düzenine ve aynı bina kenar oranlarına sahip, iklime duyarlı tasarlanmış referans ofis yapısı için ılıman-kuru iklim bölgesinde yer alan referans bir il seçilmiştir. Çalışma kapsamında parametrik simülasyon ile ısıl konfor ve enerji performans analizleri Ankara ili için gerçekleştirilmiştir [36] [37].

4.2.2 Referans Ofis Binasının Tanımlanması ve Plan Düzenlerinin Oluşturulması

Parametrik simülasyon çalışmasında ofis binası, bir önceki bölümde yer alan adımlara göre tanımlanarak referans bir sanal bina üzerinden çalışma gerçekleştirilmiştir.

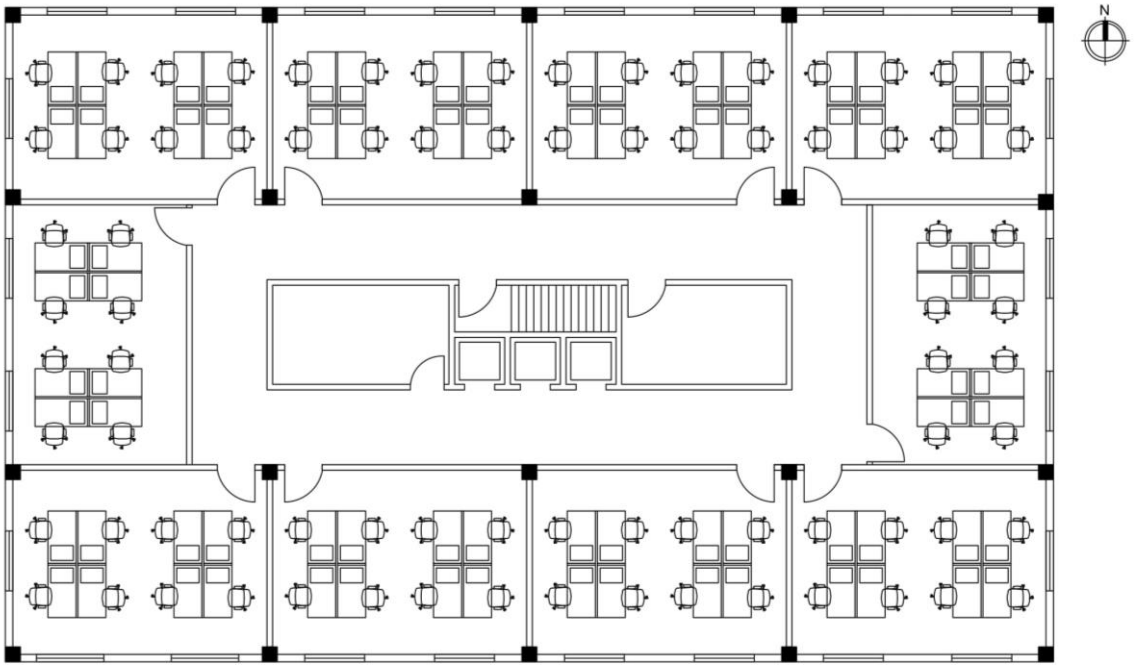
Çalışma kapsamında gerçekleştirilecek parametrik simülasyon çalışması için Olgyay'ın iklimle dengeli tasarım parametrelerine uygun bina kenar oranlarından yararlanılmıştır [38]. Olgyay'ın çalışmasında ılıman iklim bölgesinde bina kenar oranları 1'e 1.6 ile 1'e 2.4 sınırları arasında önerilmektedir. [38]. Simülasyon çalışmasının gerçekleştirileceği referans sanal binanın en boy oranı için 1'e 1.6 oranı kabul edilmiştir. Dikdörtgen biçimli plan düzeni tercih edilmiştir. Tüm cephelerde pencereler, yerden 0.8m yükseklikten başlamaktadır ve her cephede 1.80m genişliğinde ve 1.80m yüksekliğinde eş pencereler yer almaktadır. Yapının kısa kenarı 17.50m ve uzun kenarı 28m'dir. Her bir katın yüksekliği 3m'dir. Bina yüksekliği 15m'dir.

Ofis alanları tasarımında plan düzeni ve mekân derinliğinin farklılığı dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamında bölünmüş ofis mekânları ile büyük açık alanlara sahip açık ofis alanlarının ısıl konfor açısından karşılaştırılarak değerlendirilmesi amacıyla açık ofis plan düzeni ve bölünmüş ofis plan düzeni olmak üzere iki farklı plan düzeni oluşturulmuştur.

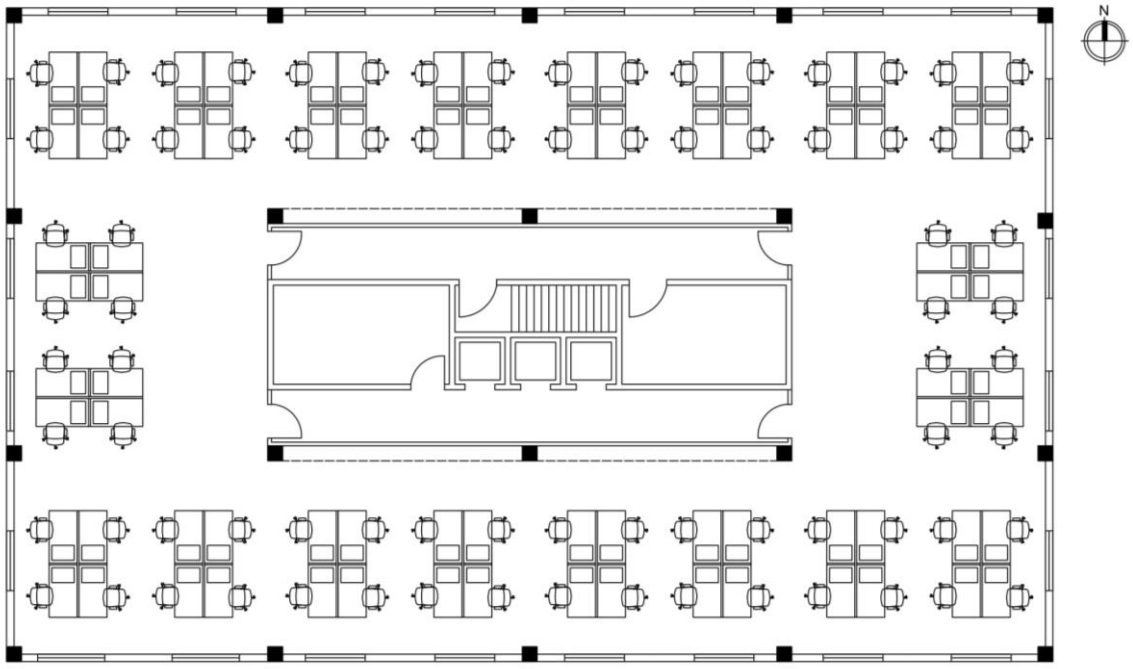
Bölünmüş ofis plan düzeninde yerleşim düzeni olarak grup planlı yerleşim tercih edilmiştir. Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans sanal binada 4 adet çift dış cepheli, 6 adet tek dış cepheli olmak üzere toplam 10 adet ofis birimi bulunmaktadır. Islak hacimler ve çekirdek, kat planının ortasında konumlandırılmıştır. Koridor genişliği 2m olarak tanımlanmıştır.

Açık ofis plan düzeninde ıslak hacimler ve çekirdek, kat planının ortasında, bölünmüş ofis plan düzeni ile aynı alanda konumlandırılmıştır. Ofis alanı ise ıslak hacim ve çekirdek dışında kalan alanda yer almaktadır. Bölünmüş ofis plan düzeninde yer alan bölücü duvarların kaldırılması ile açık ofis plan düzeni oluşturulmuştur. Isıl konfor analizleri aynı test noktaları için değerlendirileceğinden yerleşim düzeni bölünmüş ofis plan düzeni ile aynıdır.

Bölünmüş ofis plan düzeni Şekil 4.1'de, açık ofis plan düzeni Şekil 4.2'de gösterilmektedir.



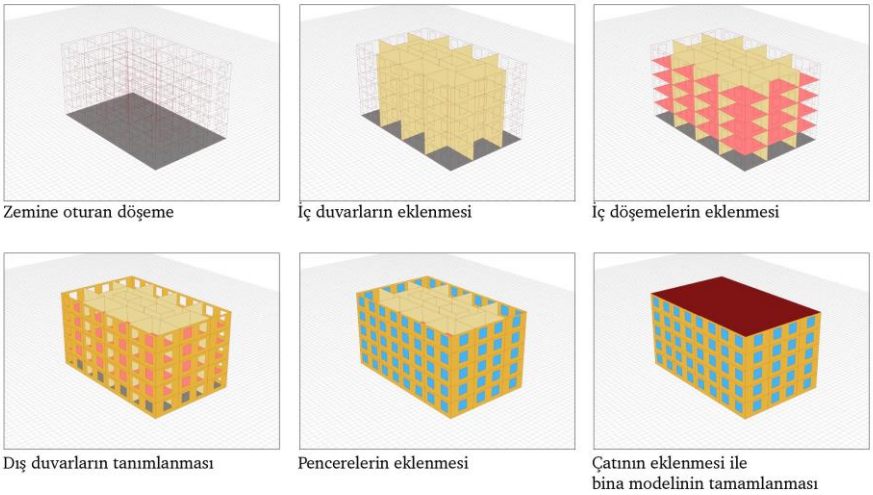
Şekil 4.1 Bölünmüş ofis plan düzeni



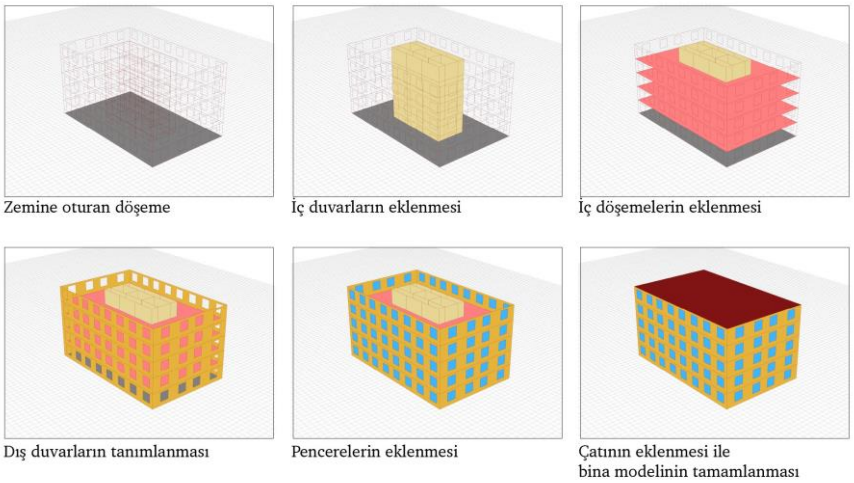
Şekil 4.2 Açık ofis plan düzeni

4.2.3 Ofis Plan Düzenleri için Parametrik Modellemenin Gerçekleştirilmesi

Tez çalışması kapsamında parametrik modelleme çalışması, Rhinoceros/Grasshopper programı Ladybug ve Honeybee eklentileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. [39]. Plan düzenleri üç boyutlu olarak modellenmiştir. Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın parametrik modelleme aşamaları Şekil 4.3'te, açık ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın parametrik modelleme aşamaları Şekil 4.4'te yer almaktadır. Oluşturulan birimlere yapı programı ve yapı elemanlarının ısıl geçirgenlik değerleri tanımlanmıştır.



Şekil 4.3 Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans binanın parametrik modelleme aşamaları

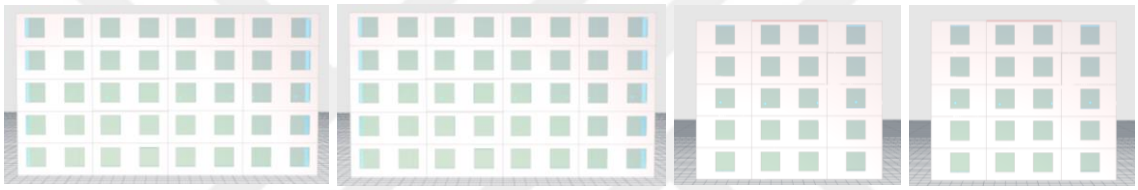


Şekil 4.4 Açık ofis plan düzenine sahip referans binanın parametrik modelleme aşamaları

Simülasyon çalışması bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeni için 5 katlı tasarlanan referans sanal binanın 3. katında gerçekleştirilmiştir. Referans sanal binanın kuzey ve güney cephelerinde %30.85, doğu ve batı cephelerinde %24,68 saydamlık oranı bulunmaktadır.

Referans sanal ofis binasında, Türkiye şartlarına uygun olarak haftaiçi günleri 08:00 ve 18:00 arası kullanım programı kabul edilmiştir. Isıl konfor analizleri ısıtma dönemi temsil günü için 21 Aralık, soğutma dönemi temsil günü için 21 Haziran tarihlerinde ve yılın en soğuk günü 31 Ocak, yılın en sıcak günü 3 Temmuz tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

Referans sanal binanın güney (ön) ve kuzey (arka) ve doğu/batı (yan) cepheleri Şekil 4.5'de gösterilmektedir.

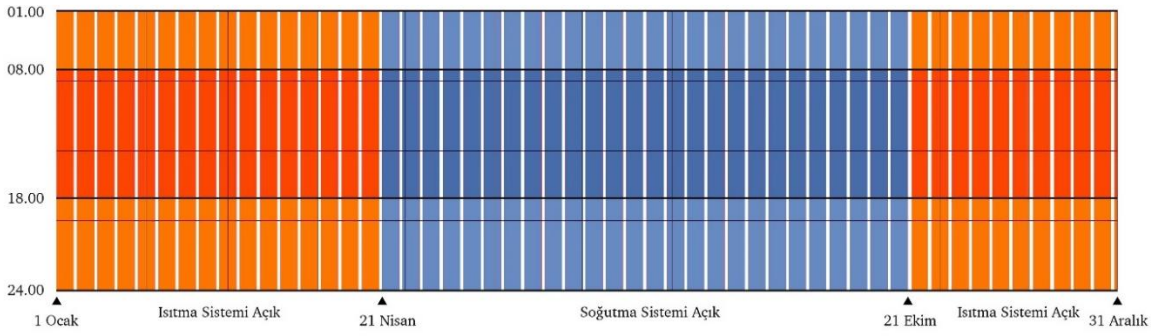


Şekil 4.5 Referans sanal bina güney (ön), kuzey (arka) ve doğu/batı (yan) cepheleri

4.2.4 Konfor Koşullarına Yönelik Kabullerin Belirlenmesi

Parametrik simülasyon çalışmasında, açık ofis plan düzeni ve bölünmüş ofis plan düzeni için tanımlanan etkinlik değerleri belirlenmiştir. Ofis kullanıcılarının giysi yalıtım değerleri TS EN ISO 7730 ve ASHRAE 55 standartlarında önerilen değerlere göre; ısıtma dönemi temsil günü 21 Aralık ve yılın en soğuk günü 31 Ocak için 1.0 clo, soğutma dönemi temsil günü 21 Haziran ve yılın en sıcak günü 3 Temmuz için 0.5 clo olarak kabul edilmiştir [34] [40]. Etkinlik türü, TS EN ISO 7730 ve ASHRAE standartlarında yer alan durgun aktivite (ofis), etkinlik düzeyi 1.2 met olarak kabul edilmiştir [34] [40].

Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemi (HVAC) seçimi için tek dış ünite ve çok sayıda iç üniteden oluşan VRF sistemi tercih edilmiştir. Soğutma sistemi yalnızca 21 Nisan – 21 Ekim arası çalışacak, ısıtma sistemi ise 21 Ekim – 21 Nisan arası çalışacak şekilde programa tanımlanmıştır. 21 Nisan ve 21 Ekim tarihlerinin belirlenmesinde Ankara iline ait 29 yıllık sıcaklık grafiklerinden yararlanılmıştır [41]. Hafta sonu ve tatil günleri ısıtma ve soğutma sistemi kapalı olacak şekilde tanımlanmıştır. Referans sanal binanın ayar sıcaklıkları, ofis kullanım saatlerinde ısıtma için en alt sınır 21 °C, soğutma için en üst sınır 26 °C olarak kabul edilmiştir [42]. Ofis kullanım saatlerinin dışında kalan saatler için geri ısıtma ayar noktası sıcaklığı 15 °C, geri soğutma ayar noktası sıcaklığı 28 °C olarak tanımlanmıştır. Isıtma ve soğutma sistemi çalışma aralığı ve ofis kullanım programına ait görsel Şekil 4.6 'da yer almaktadır.



Şekil 4.6 Isıtma ve soğutma sistemi çalışma aralığı

Doğal havalandırma için en düşük iç ortam sıcaklığı 24 °C ve en yüksek dış ortam sıcaklığı 26 °C kabul edilmiştir. Bina kabuğu kesiti için TS825 (2013)'de derece gün bölgelerine göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen değerler esas alınarak, U değerleri belirlenmiş ve kabul edilmiştir [43]. Çalışmanın gerçekleştirileceği Ankara ili, 3. derece il bölgesinde yer almaktadır.

Dış duvarların U değeri (U_D) 0.48 W/m^{2}K, iç duvarların U değeri ($U_{iç\ duvar}$) 0.51 W/m^{2}K, iç döşeme / tavanın U değeri (U_{tavan}) 0.30 W/m^{2}K, zemine oturan döşemenin U değeri (U_t) 0.43 W/m^{2}K, çatının U değeri (U_T) 0.28 W/m^{2}K ve pencerelerin U değeri (U_p) 1,8 W/m^{2}K kabul edilmiştir [43]. Ankara ili için etkinlik değişkenleri ve bina kabuğu kesiti ısıl geçirgenlik değerleri (U) Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

Tablo 4.1 Ofis plan düzenleri için etkinlik değişkenleri

Etkinlik Değişkenleri

Parametreler	**Değerler**
Kullanıcı Yoğunluğu	0.16 kişi / m^2
Etkinlik Türü / Düzeyi	Durgun aktivite (ofis) / 1.2 met
Giysi Yalıtım Değeri	Kış 1.0 clo Yaz 0.5 clo

Çevresel Kontrol

Parametreler	**Değerler**
Isıtma Ayar Noktası Sıcaklığı	21 °C
Geri Isıtma Ayar Noktası Sıcaklığı	15 °C
Soğutma Ayar Noktası Sıcaklığı	26 °C
Geri Soğutma Ayar Noktası Sıcaklığı	28 °C

Referans Bina Değişkenleri [43]

Yapı Elemanları	**Değerler**
Dış Duvar	U Değeri: 0,48 W/m^2K
İç Döşeme / Tavan	U Değeri: 0,30 W/m^2K
Zemin	U Değeri: 0,43 W/m^2K
İç Duvar	U Değeri: 0,51 W/m^2K
Pencere	U Değeri: 1,8 W/m^2K SHGC: 0,40 VT: 0,60
Çatı	U Değeri: 0,28 W/m^2K

Tablo 4.1 Ofis plan düzenleri için etkinlik değişkenleri (devamı)

Doğal Havalandırma Kontrolü

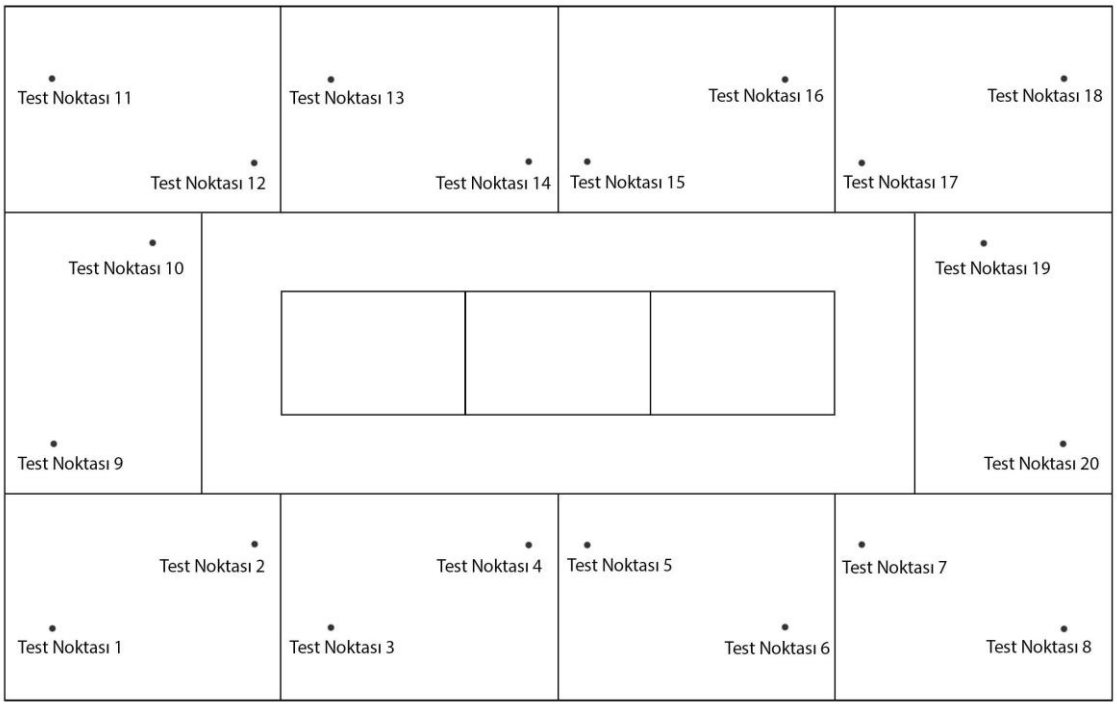
Parametreler	Değerler
En Düşük İç Ortam Sıcaklığı	24 °C
En Yüksek Dış Ortam Sıcaklığı	26 °C

4.2.5 Isıl Konfor Analizlerinin Yapılması ve Değerlendirilmesi

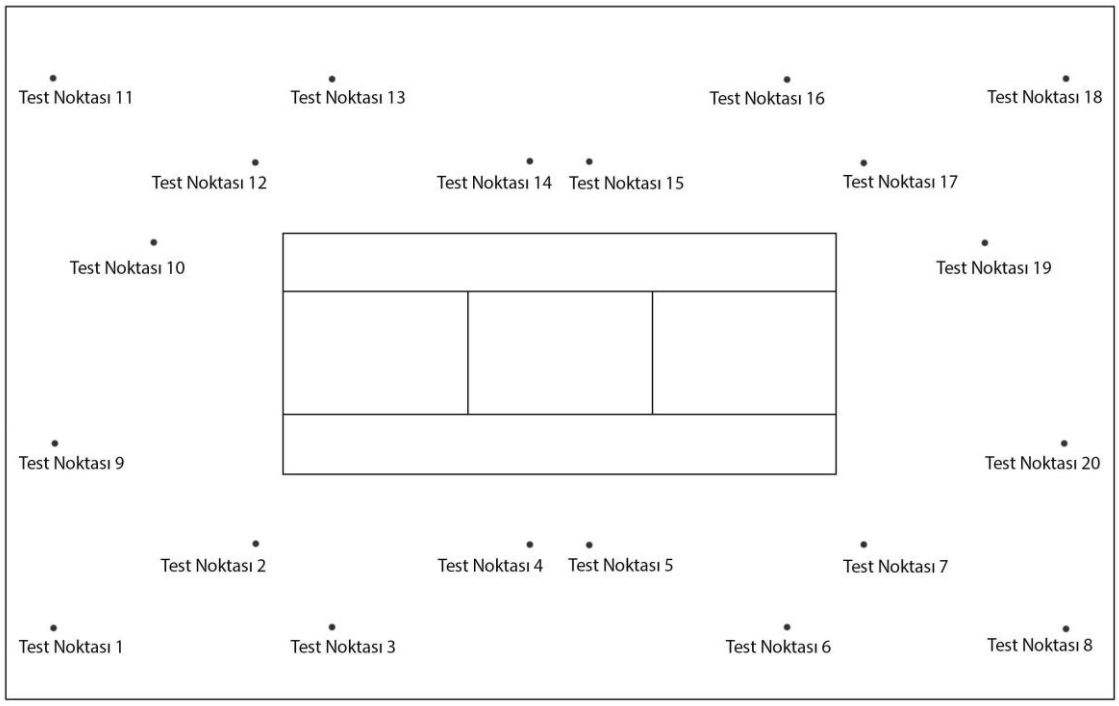
Isıl konfor analizleri, bölünmüş ofis ve açık ofis alanlarında ısıl konfor koşullarının karşılaştırılarak değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Plan düzleminde 0.50m ızgara boyutuna göre gridal sistem oluşturulmuştur. Parametrik simülasyon çalışması için tanımlanan test noktaları, bir bireyin oturma yüksekliği esas alınarak zeminden 1.1m yüksekliğe yerleştirilmiştir.

Plan düzenlerine karar verilmesinin ardından, öncelikle bölünmüş ofis planlamasında yer alacak ofis birimleri için yerleşim düzenleri oluşturulmuştur. Yerleşim düzenleri referans alınarak test noktaları seçimi gerçekleştirilmiştir. Test noktaları, bölünmüş ofis plan düzeni dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Her bir ofis alanında bir adet pencere yanında ve bir adet iç duvar yanında olmak üzere iki adet test noktası yer almaktadır. Isıl konfor koşulları her iki plan düzeni için toplam 20 adet test noktası üzerinden değerlendirilmiştir. Test noktaları belirlenirken her bir test noktasının yatay ve düşey eksende aynı hizada olması dikkate alınmıştır. Isıl konfor analizleri aynı test noktaları kullanılarak bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeni için gerçekleştirilmiştir. Bölünmüş ofis plan düzeninde yer alan test noktaları Şekil 4.7'de, açık ofis plan düzeninde yer alan test noktaları Şekil 4.8'de gösterilmektedir.



Şekil 4.7 Bölünmüş ofis plan düzeni test noktalarının yerleşimi



Şekil 4.8 Açık ofis plan düzeni test noktalarının yerleşimi

Belirlenen analiz periyodu için tanımlanan iklim verileri ile Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV) hesaplanmıştır. Ofis alanlarında PMV değerleri hesaplanırlen; iç ortam sıcaklığı, hava hızı, ortalama ışınımsal sıcaklık, bağıl nem, kullanıcıların giysi yalıtım değerleri ve kullanıcıların metabolik aktivite düzeyleri hesaba dahil edilmiştir. Parametrik simülasyon analizleri sonucunda elde edilen PMV değerlerine ilişkin veriler, beş katlı referans sanal binanın 3. katında bulunan ofis alanları için değerlendirilmiştir.

Isıtma dönemi temsil günü için simülasyon çalışması 21 Aralık, soğutma dönemi temsil günü için simülasyon çalışması 21 Haziran, yılın en soğuk günü için 31 Ocak ve yılın en sıcak günü için 3 Temmuz tarihlerinde saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00 için gerçekleştirilmiştir. Isıl konfor analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde TS EN ISO 7730 ve ASHRAE 55 standartlarına göre konfor aralığı -0,5<PMV<+0,5 olarak kabul edilmiştir [34] [40]. Elde edilen PMV değerleri 0 (sıfır)'a ne kadar yakınsa ortam o kadar konforlu kabul edilmektedir. Analiz sonuçlarına ait veriler düzenlenerek grafikler oluşturulmuştur. Her iki plan düzeninde bulunan ofis alanları için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Simülasyon çalışmasında Ankara iline ait hava durumu verileri için Energy Plus web sitesinde yer alan IWEC hava durumu dosyaları kullanılmıştır [44]. Simülasyon çalışmasının gerçekleştirildiği saatler için ısıtma ve soğutma dönemi temsil günlerine ait dış hava koşulları Tablo 4.2'de, yılın en soğuk ve en sıcak günlerine ait dış hava koşulları Tablo 4.3'te yer almaktadır.

Tablo 4.2 Isıtma ve soğutma dönemi temsil günleri için dış hava koşulları [44]

	Isıtma dönemi temsil günü / 21 Aralık			Soğutma dönemi temsil günü / 21 Haziran		
Saat	09.00	12.00	15.00	09.00	12.00	15.00
Dış hava kuru termometre sıcaklığı (°C)	0.4 °C	2.2 °C	3.3 °C	19 °C	22 °C	24.3 °C
Bağıl nem (%)	77	66	67	49	38	33

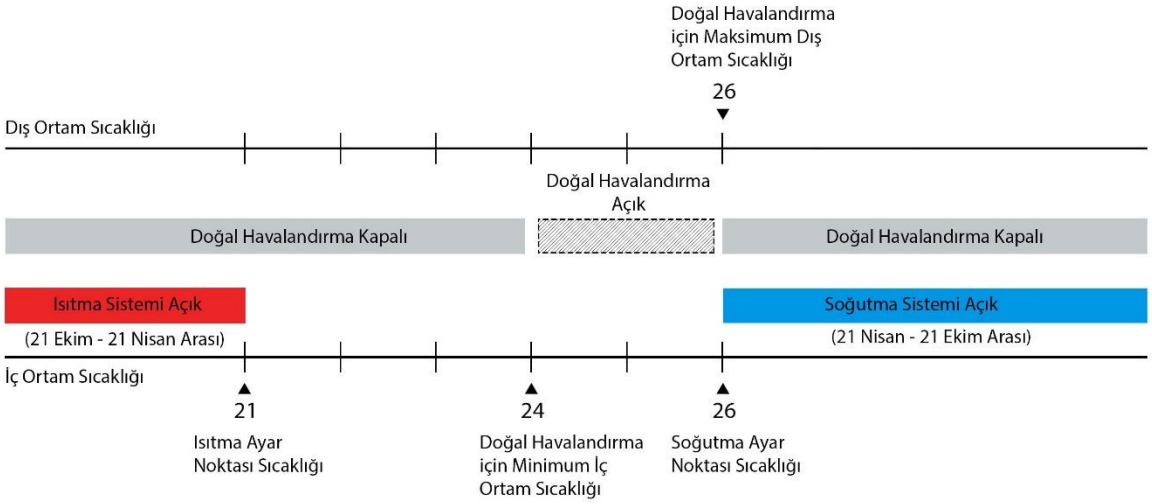
Tablo 4.3 Yılın en soğuk ve en sıcak günleri için dış hava koşulları [44]

	Yılın en soğuk günü / 31 Ocak			Yılın en sıcak günü / 3 Temmuz		
Saat	09.00	12.00	15.00	09.00	12.00	15.00
Dış hava kuru termometre sıcaklığı (°C)	-20 °C	-11 °C	-9 °C	24 °C	31.2 °C	33.3 °C
Bağıl nem (%)	75	84	84	47	24	20

Bölünmüş ofis ve açık ofis plan düzenleri için simülasyon sonuçlarında elde edilen PMV değerleri, tek dış cepheli hacim test noktaları ve çift dış cepheli hacim test noktalarında ısıtma dönemi temsil günü 21 Aralık, soğutma dönemi temsil günü 21 Haziran, yılın en soğuk günü 31 Ocak ve yılın en sıcak günü 3 Temmuz için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.2.5.1 Referans binanın ısıl konfor analizleri

Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeni için yapı elemanlarına ait ısıl geçirgenlik katsayıları (U), doğal havalandırma koşulları, ısıtma ve soğutma ayar noktası sıcaklıkları, ofis kullanım saatleri ve test noktaları sabit tutularak simülasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Pencereler, minimum iç ortam sıcaklığı 24 °C olduğunda açılıp maksimum dış ortam sıcaklığı 26 °C olduğunda kapatılacak şekilde ofis alanları koşullandırılmıştır. İç ortam sıcaklığı 21 °C'nin altına düştüğünde ısıtma sistemi açılacak, 26 °C'ye ulaştığında ise soğutma sistemi açılacaktır. Isıtma ve soğutma sistemi ile doğal havalandırma çalışma aralığını gösteren şema Şekil 4.9'da yer almaktadır.



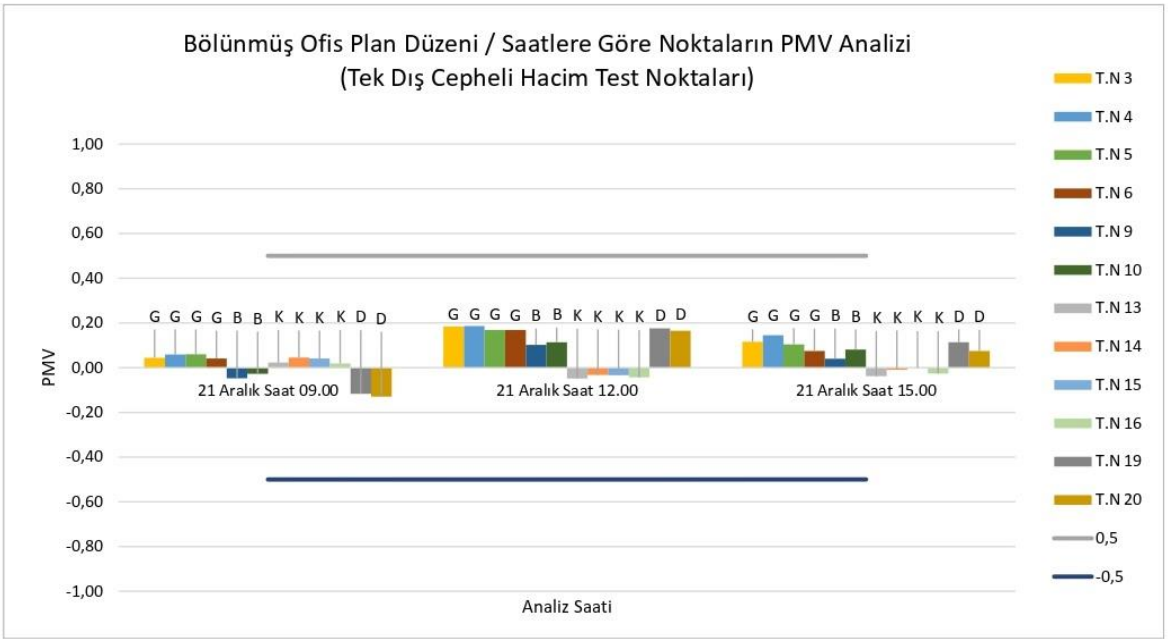
Şekil 4.9 Isıtma, soğutma sistemi ve doğal havalandırma çalışma aralığı

Bölünmüş ofis plan düzeni ısıl konfor analiz sonuçları

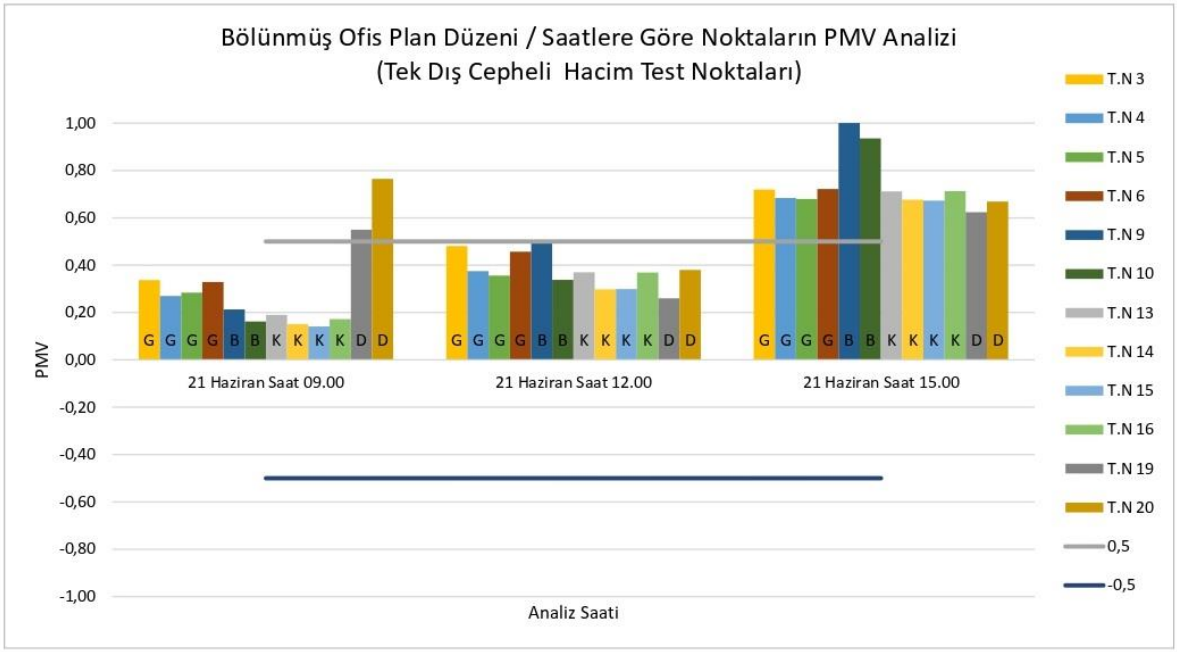
Bölünmüş ofis plan düzeni için, ısıl konfor analizleri sonucunda elde edilen veriler dışa bakan tek cepheli hacim test noktaları ve dışa bakan çift cepheli hacim test noktalarında ısıtma ve soğutma dönemi temsil günleri 21 Aralık ve 21 Haziran ile yılın en soğuk ve en sıcak günleri 31 Ocak ve 3 Temmuz için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Bölünmüş ofis plan düzeni ısıtma ve soğutma dönemi temsil günleri ısıl konfor analiz sonuçları

Bölünmüş ofis plan düzeni ısıtma dönemi temsil günü 21 Aralık ve soğutma dönemi temsil günü 21 Haziran için tek dış cepheli hacim test noktalarına ait sonuçları içeren görseller Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de yer almaktadır. Çift dış cepheli hacim test noktalarına ait sonuçları içeren görseller Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de gösterilmektedir.



Şekil 4.10 Bölünmüş ofis plan düzeni tek dış cepheli hacim test noktaları 21 Aralık PMV grafiği



Şekil 4.11 Bölünmüş ofis plan düzeni tek dış cepheli hacim test noktaları 21 Haziran PMV grafiği

Bölünmüş ofis plan düzeni ısıtma ve soğutma dönemi temsil günlerine ait tek dış cepheli hacim test noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

21 Aralık günü;

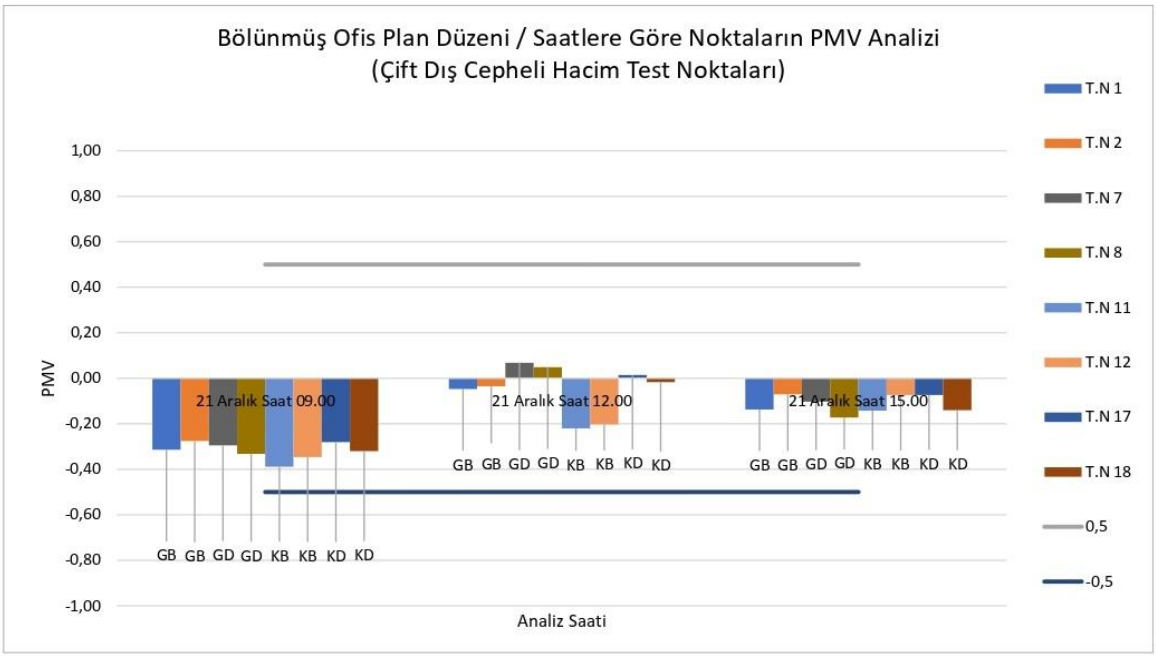
- Saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.10).
- Sabah saatlerinde batı cephesinde bulunan test noktası 9 ve test noktası 10 ile doğu cephesinde bulunan test noktası 19 ve test noktası 20 ısıl anlamda soğuk yönde olan noktalardır ve konfor sınırları içerisindedir. Kuzey ve güney cephede yer alan test noktaları ise, ısıl anlamda sıcak yönde olan noktalardır ve konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.10).
- Sabah saatlerinde test noktası 10, test noktası 13 ve test noktası 16'da elde edilen değerler, diğer test noktalarında elde edilen değerlere göre daha konforlu sonuçlara sahiptir (Şekil 4.10).
- Öğle saatinde yapının güney, batı ve doğu cephelerinde yer alan test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde, kuzey cephede yer alan test noktaları ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.10).
- Saat 12.00'de kuzey cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 14 ve test noktası 15'de elde edilen değerler nötr değere daha yakındır (Şekil 4.10).
- Saat 15.00'de güney, batı ve doğu cephesinde yer alan test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde, kuzey cephesinde yer alan test noktaları ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.10).

- Saat 15.00'de güney, batı ve doğu cephelerinde pencere kenarında yer alan test noktalarında, iç duvar yanında yer alan noktalara göre daha konforlu sonuçlar elde edilirken, kuzey cephede iç duvar yanında yer alan test noktalarında, pencere kenarında yer alan noktalara göre daha konforlu sonuçlar verdiği görülmektedir (Şekil 4.10).
- Saat 15.00'de kuzey cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 14 ve test noktası 15 nötr değere yakın sonuç vermektedir (Şekil 4.10).
- Tek dış cepheli hacim test noktaları ısıtma dönemi için incelendiğinde en konforlu sonuç saat 15.00'de kuzey cephede iç duvar kenarında yer alan test noktası 15'e aittir. Elde edilen değer, nötr değere oldukça yakındır (Şekil 4.10).

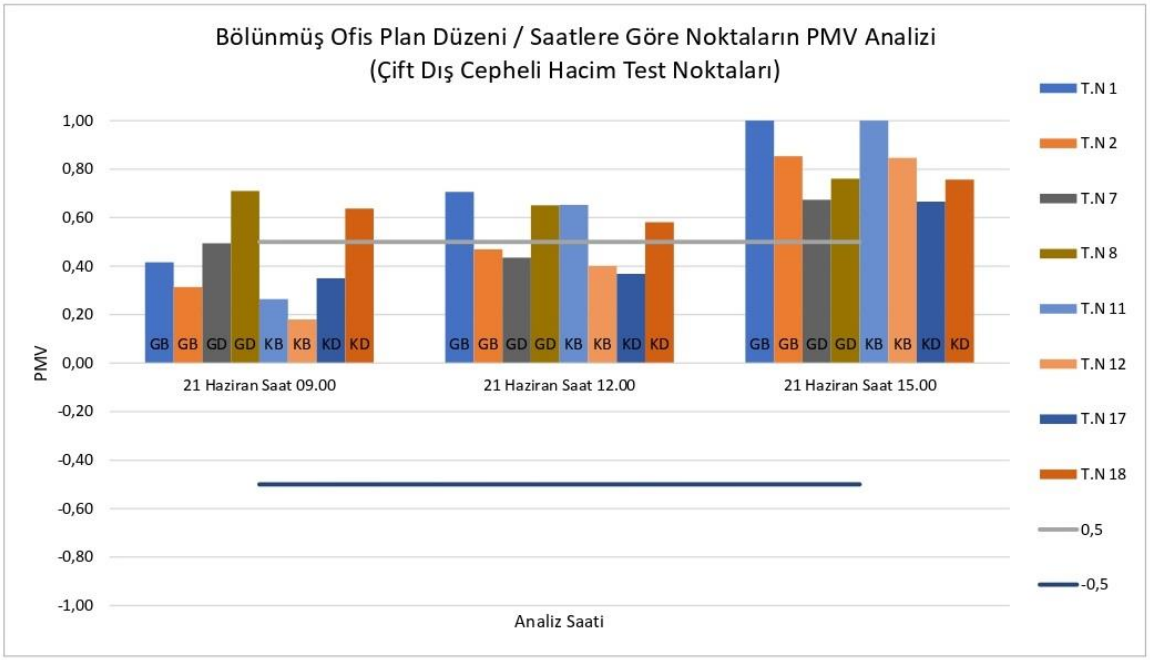
21 Haziran günü;

- Sabah saatlerinde güney, batı ve kuzey cephede bulunan ofis alanlarında yer alan test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları içerisindedir. Doğu cephesinde yer alan test noktalarında elde edilen değerler, güneş ışınımları etkisi ile ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırının üzerindedir (Şekil 4.11).
- Saat 09.00'da bütün cephelerde pencere kenarında bulunan test noktalarında elde edilen değerlerin, iç duvara yakın konumlanan test noktalarında elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.11).
- Sabah saatlerinde kuzey cephede yer alan test noktaları, diğer test noktalarına göre daha konforlu sonuçlar vermiştir. Güney, batı ve kuzey cephede yer alan test noktalarının konfor aralığında olduğu görülmektedir (Şekil 4.11).
- Saat 09.00'da kuzey cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 15'de elde edilen değer, diğer test noktalarına göre daha konforlu sonuçlara sahiptir (Şekil 4.11).

- Saat 12.00'de tüm tek dış cepheli hacim test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları içerisindedir. Bütün cephelerde pencere kenarında yer alan test noktalarında elde edilen değerler, güneş ışınımları etkisi ile, iç duvar yanında yer alan test noktalarındaki değerlere göre yüksektir (Şekil 4.11).
- Saat 12.00'de güney, batı ve kuzey cephede yer alan test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda sıcak yönde artış göstermiştir. Doğu cephesinde yer alan test noktası 19 ve test noktası 20'nin konfor sınırları içerisine girdiği görülmektedir. Öğle saatinde doğu cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 19, diğer test noktalarına göre daha konforlu sonuca sahiptir (Şekil 4.11).
- Saat 15.00'de bütün tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerindedir (Şekil 4.11).
- Saat 15.00'de farklı cephelerde yer alan ofis alanları birbiri ile karşılaştırıldığında, güney, kuzey ve doğu cephesinde yer alan ofis alanlarında elde edilen değerlerin konfor sınırlarının üzerinde olduğu ancak batı cephesinde yer alan ofis alanına göre daha konforlu sonuç verdiği görülmektedir (Şekil 4.11).
- Tek dış cepheli hacim test noktaları soğutma dönemi için incelendiğinde, en konforlu sonuç saat 09.00'da kuzey cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 15'e aittir (Şekil 4.11).
- Bölünmüş ofis plan düzeninde tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen tüm değerler karşılaştırıldığında 21 Aralık günü, 21 Haziran'a göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11).



Şekil 4.12 Bölünmüş ofis plan düzeni çift dış cepheli hacim test noktaları 21 Aralık PMV grafiği



Şekil 4.13 Bölünmüş ofis plan düzeni çift dış cepheli hacim test noktaları 21 Haziran PMV grafiği

Bölünmüş ofis plan düzeni ısıtma ve soğutma dönemi temsil günlerine ait çift dış cepheli hacim test noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

21 Aralık günü;

- Saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de çift dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.12).
- Sabah saatlerinde çift dış cepheye sahip ofis alanlarında yer alan test noktalarında elde edilen değerler karşılaştırıldığında, ofisin iç kısımlarında yer alan test noktalarının, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre daha konforlu sonuçlara sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.12).
- Saat 09.00'da tüm çift dış cepheli test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.12). Çift dış cepheli ofis alanlarında pencere sayısının fazla olması, ortamdaki sıcaklığın azalmasına ve ofis alanlarının hızla soğumasına neden olur.
- Sabah saatlerinde test noktası 2 ve test noktası 17'de elde edilen değerler diğer test noktalarında elde edilen değerlere göre daha konforlu sonuçlara sahiptir (Şekil 4.12).
- Saat 12.00'de güneydoğu ve kuzeydoğu cephelerinde yer alan test noktası 7, test noktası 8 ve test noktası 17'nin ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları içerisinde olduğu görülmektedir. Güneybatı, kuzeybatı ve kuzeydoğu cephelerinde yer alan test noktası 1, test noktası 2, test noktası 11, test noktası 12 ve test noktası 18 ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.12).
- Saat 15.00'de bütün test noktalarının ısıl anlamda soğuk yönde olduğu görülmektedir. Ofisin iç alanında yer alan test noktaları, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre daha konforlu sonuçlar vermiştir (Şekil 4.12).
- Çift dış cepheli hacim test noktaları ısıtma dönemi için incelendiğinde en konforlu test noktası saat 12.00'de iç duvar yanında yer alan test noktası 17'dir (Şekil 4.12).

21 Haziran günü;

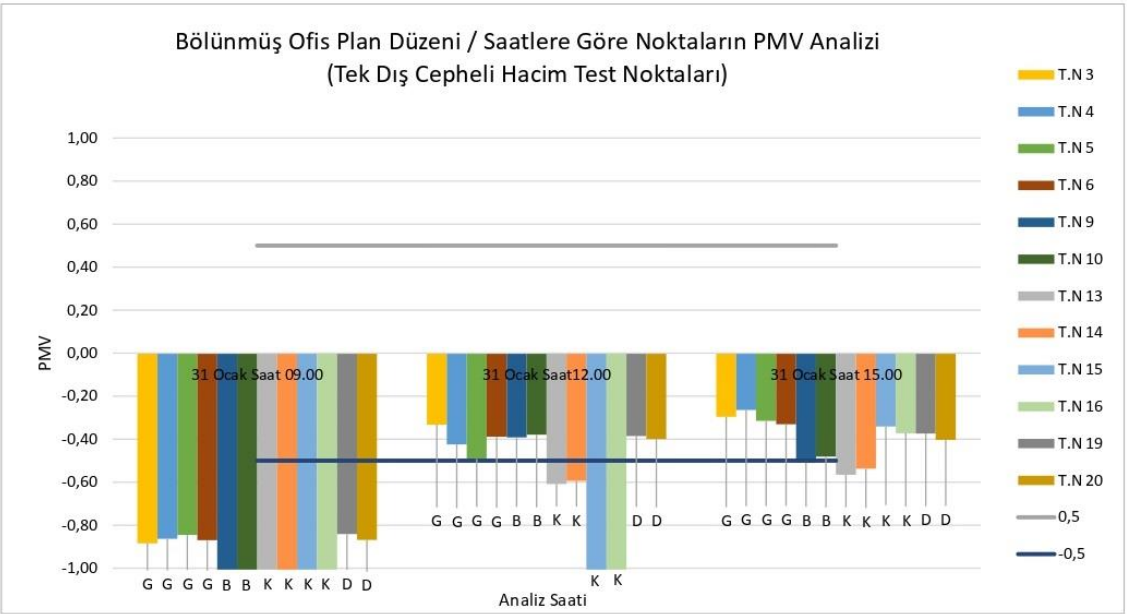
- Sabah saatlerinde doğu cephede güneş ışınımlarının etkili olması, güneydoğu ve kuzeydoğu cephesinde yer alan test noktalarının bulunduğu ofis alanlarının ısınmasına neden olmaktadır. Saat 09.00'da güneydoğu ve kuzeydoğu cephesinde pencere kenarında bulunan test noktası 8 ve test noktası 18'de elde edilen değerler ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerindedir (Şekil 4.13).
- Saat 09.00'da kuzeybatı cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 12 en konforlu sonucu vermiştir (Şekil 4.13).
- Saat 12.00'de bütün cephelerde pencere kenarında yer alan test noktalarında elde edilen değerler, güneş ışınımları etkisi ile ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerinde çıkmıştır. İç duvar yanında yer alan test noktalarının tümü ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.13).
- Saat 12.00'de kuzeydoğu cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 17 en konforlu sonucu vermektedir (Şekil 4.13).
- Saat 15.00'de bütün test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde ve konfor sınırları üzerindedir. Batı cephesinde çift pencere önünde yer alan test noktası 1 ve test noktası 11 için elde edilen değerler güneş ışınımlarının da etkisi ile oldukça yüksektir (Şekil 4.13).
- Çift dış cepheli hacim test noktaları soğutma dönemi için incelendiğinde en konforlu nokta saat 09.00'da kuzeybatı cephesinde ofisin iç alanında yer alan test noktası 12'dir (Şekil 4.13).
- Bölünmüş ofis plan düzeninde çift dış cepheli hacim test noktaları karşılaştırıldığında 21 Aralık günü, 21 Haziran'a göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13).

Bölünmüş ofis plan düzeninde ısıtma ve soğutma dönemi temsil günlerine ait tek dış cepheli hacim test noktaları ve çift dış cepheli hacim test noktaları için PMV değerleri karşılaştırıldığında;

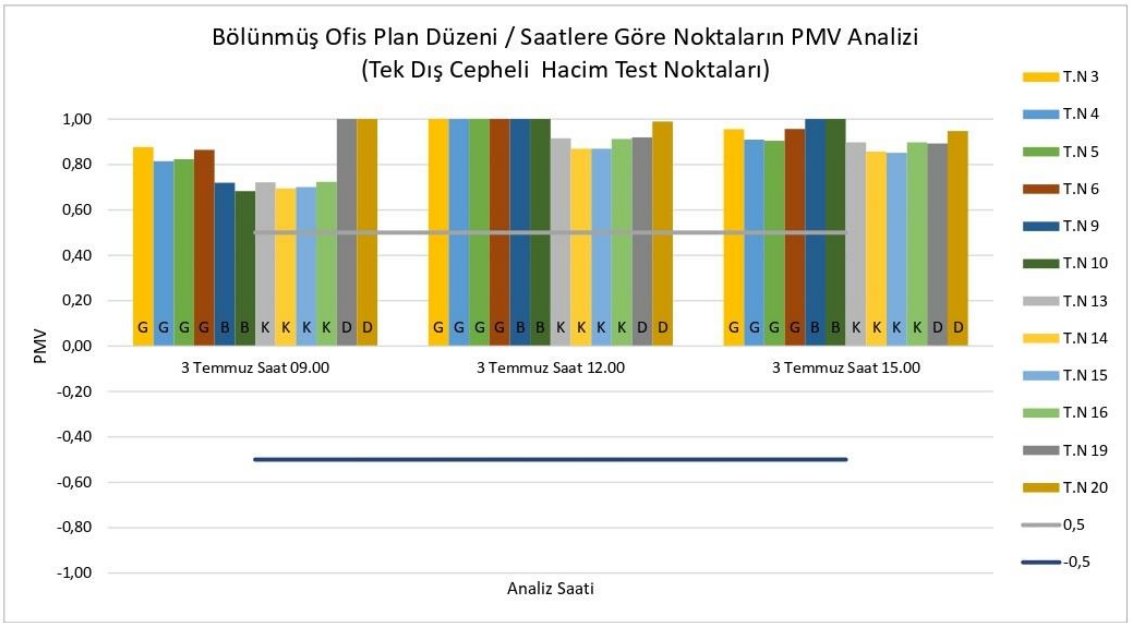
- Simülasyon çalışmasının gerçekleştirildiği ısıtma dönemi temsil günü (21 Aralık) ve soğutma dönemi temsil gününde (21 Haziran) tek dış cepheli hacim test noktaları (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11), çift dış cepheli hacim test noktalarına göre (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13) daha çok noktada ve saatte konforlu sonuç vermektedir.
- 21 Aralık günü tek ve çift dış cepheli hacim test noktalarında tüm saatler için elde edilen değerler konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.10 ve Şekil 4.12).
- 21 Haziran günü tek ve çift dış cepheli hacim test noktalarında saat 09.00'da daha çok noktada konforlu sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.11 ve Şekil 4.13).
- Soğutma dönemi temsil günü için ofis alanlarında elde edilen değerlerin ısıl anlamda sıcak yönde artış gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni güneş ışınımlarının iç ortam sıcaklığına katkı sağlamasıdır (Şekil 4.11 ve Şekil 4.13).
- Bölünmüş ofis plan düzeni için 21 Aralık günü, 21 Haziran gününe göre daha konforlu sonuçlar vermektedir.

Bölünmüş ofis plan düzeni yılın en soğuk ve en sıcak günleri ısıl konfor analiz sonuçları

Bölünmüş ofis plan düzeni yılın en soğuk günü 31 Ocak ve yılın en sıcak günü 3 Temmuz için tek dış cepheli hacim test noktalarına ait sonuçları içeren görseller Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'de yer almaktadır. Çift dış cepheli hacim test noktalarına ait sonuçları içeren görseller Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de yer almaktadır.



Şekil 4.14 Bölünmüş ofis plan düzeni tek dış cepheli hacim test noktaları 31 Ocak PMV grafiği



Şekil 4.15 Bölünmüş ofis plan düzeni tek dış cepheli hacim test noktaları 3 Temmuz PMV grafiği

Bölünmüş ofis plan düzeni yılın en soğuk ve en sıcak günlerine ait tek dış cepheli hacim test noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

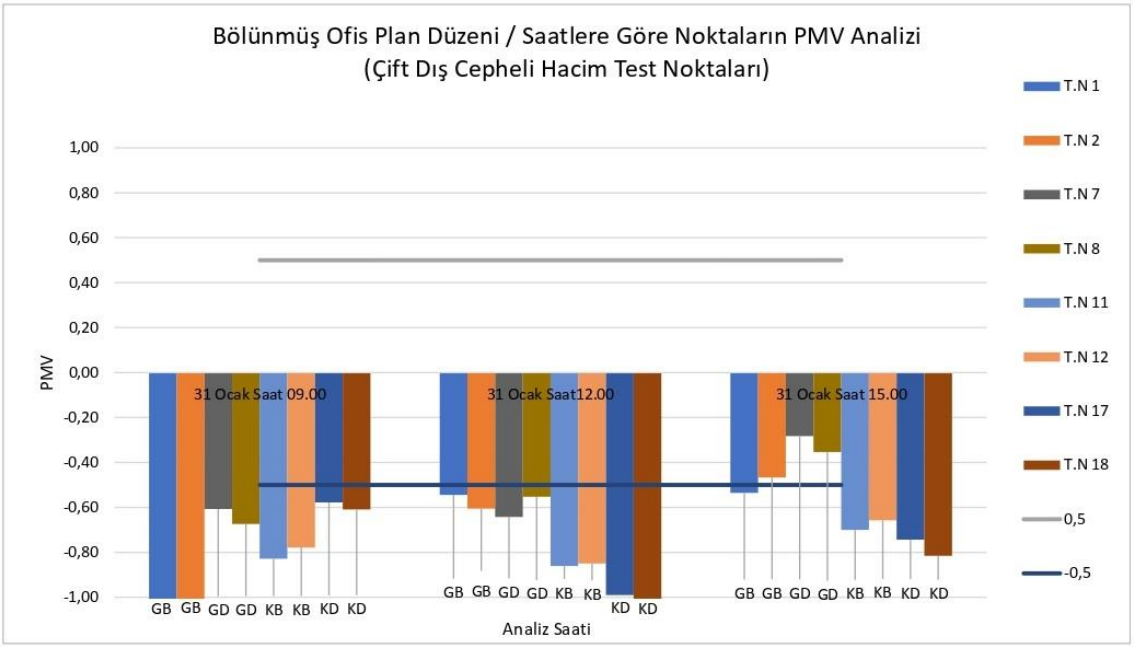
31 Ocak günü;

- Saat 09.00'da tüm tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları dışındadır (Şekil 4.14).
- Sabah saatlerinde doğu ve güney cephelerinde bulunan test noktaları ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları dışında olmasına rağmen, batı ve kuzey cephede bulunan test noktalarına göre konfor sınırına daha yakın sonuçlar vermiştir (Şekil 4.14).
- Saat 12.00'de yapının güney, batı ve doğu cephelerinde yer alan test noktaları ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindeyken, kuzey cephede yer alan test noktaları ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları dışındadır (Şekil 4.14).
- Saat 12.00'de güney cephede pencere kenarında yer alan test noktası 3, diğer test noktalarına göre daha konforlu sonuç vermiştir (Şekil 4.14)
- Saat 15.00'de güney ve kuzey cephesinde yer alan test noktalarının ısıl anlamda soğuk yönde azalma gösterdiği görülmektedir. Doğu cephesinde yer alan test noktalarında elde edilen değerler değişiklik göstermemiştir (Şekil 4.14).
- Saat 15.00'de yalnızca kuzey cephesinde yer alan test noktası 13 ve test noktası 14 ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları dışındadır. Diğer test noktaları, ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.14).
- Tek dış cepheli hacim test noktaları yılın en soğuk günü 31 Ocak için incelendiğinde en konforlu sonuç saat 15.00'de güney cephede iç duvar kenarında yer alan test noktası 4'e aittir. Elde edilen değer nötr değere daha yakındır (Şekil 4.14).

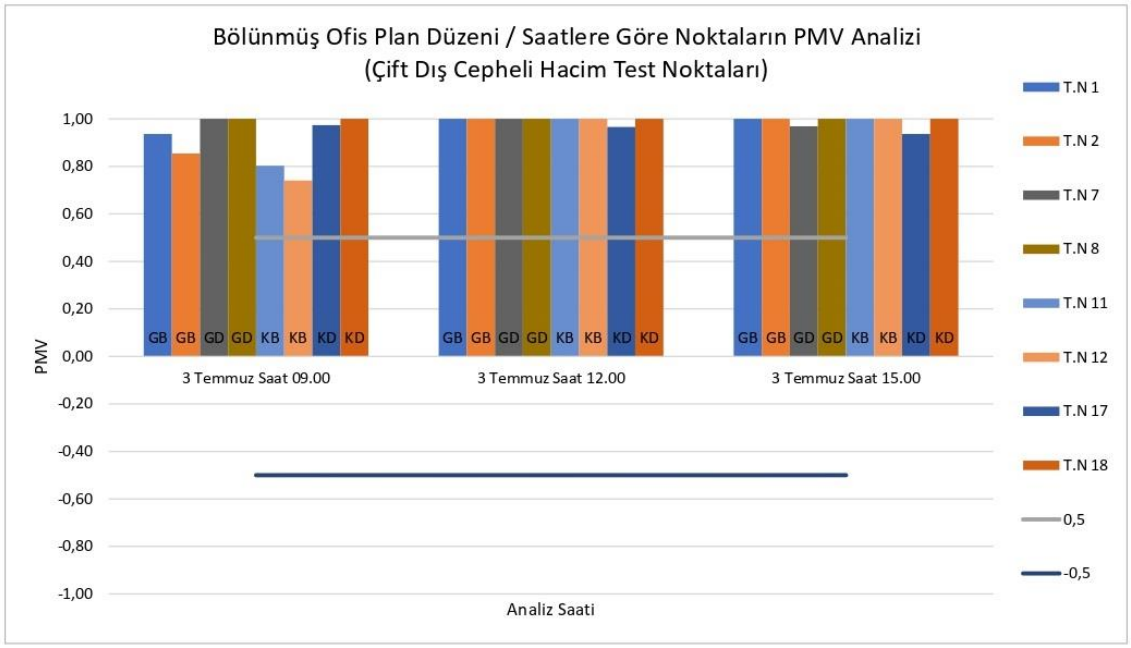
3 Temmuz günü;

- Saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerindedir (Şekil 4.15).
- Sabah saatlerinde batı ve kuzey cephede bulunan ofis alanlarında yer alan test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerinde olmasına rağmen diğer test noktalarına göre konfor sınırına daha yakın sonuçlar vermiştir. Sabah saatlerinde doğu cephesinde güneş ışınımlarının etkili olduğu görülmektedir (Şekil 4.15).
- Saat 09.00'da bütün cephelerde pencere kenarında bulunan test noktalarında elde edilen değerlerin, iç duvar yanında bulunan test noktalarında elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.15).
- Saat 09.00'da batı cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 10'da elde edilen değer, diğer test noktalarına göre konfor sınırına daha yakındır (Şekil 4.15).
- Saat 12.00'de güney, batı ve kuzey cephelerinde yer alan test noktalarında elde edilen değerlerin ısıl anlamda sıcak yönde artış gösterdiği ve elde edilen değerlerin konfor sınırlarının oldukça üzerinde olduğu görülmektedir. Doğu cephesinde yer alan test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda sıcak yönde azalma göstermiştir (Şekil 4.15).
- Saat 12.00'de bütün cephelerde pencere kenarında yer alan test noktalarında elde edilen değerler, iç duvar yanında yer alan test noktalarındaki değerlere göre yüksektir (Şekil 4.15).

- Saat 15.00'de tüm cephelerde yer alan test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerindedir. Batı cephesinde yer alan test noktalarında elde edilen değerler, güneş ışınımları etkisi ile en konforsuz sonuçlara sahiptir (Şekil 4.15).
- Tek dış cepheli hacim test noktaları yılın en sıcak günü 3 Temmuz için incelendiğinde, en konforlu sonuç saat 09.00'da batı cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 10'a aittir (Şekil 4.15).
- Bölünmüş ofis plan düzeninde tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen değerler yılın en soğuk ve en sıcak günü için karşılaştırıldığında 31 Ocak günü, 3 Temmuz'a göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.14 ve Şekil 4.15).



Şekil 4.16 Bölünmüş ofis plan düzeni çift dış cepheli hacim test noktaları 31 Ocak PMV grafiği



Şekil 4.17 Bölünmüş ofis plan düzeni çift dış cepheli hacim test noktaları 3 Temmuz PMV grafiği

Bölünmüş ofis plan düzeni yılın en soğuk ve en sıcak günlerine ait çift dış cepheli hacim test noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

31 Ocak günü;

- Saat 09.00'da çift dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları dışındadır. (Şekil 4.16).
- Sabah saatlerinde güneydoğu ve kuzeydoğu cephede yer alan test noktalarında elde edilen değerler konfor sınırına daha yakındır. Saat 09.00'da iç duvar yanında yer alan test noktalarında elde edilen değerler, pencere kenarında yer alan test noktalarında elde edilen değerlere göre konfor sınırına daha yakındır (Şekil 4.16).
- Saat 09.00'da kuzeydoğu cephesinde iç duvar yanında yer alan test noktası 17'de elde edilen değer konfor sınırına en yakın sonucu vermiştir (Şekil 4.16).
- Saat 12.00'de çift dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları dışındadır. Öğle saatinde yapının güneybatı cephesinde yer alan test noktalarında elde edilen değerlerde ısıl anlamda soğuk yönde azalma görülmektedir (Şekil 4.16).
- Saat 12.00'de güneybatı ve güneydoğu cephesinde pencere kenarında yer alan test noktası 1 ve test noktası 8'de elde edilen değerler konfor sınırına daha yakındır (Şekil 4.16).
- Saat 15.00'de test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir. Güneydoğu cephesinde yer alan test noktaları ile güneybatı cephesinde iç duvar yanında yer alan test noktası 2 konfor sınırları içerisinde sonuç vermiştir. Pencere kenarında yer alan test noktası 1 ise ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırının biraz üzerindedir (Şekil 4.16).

- Çift dış cepheli hacim test noktaları yılın en soğuk günü 31 Ocak için incelendiğinde en konforlu sonuç saat 15.00'de güneydoğu cephede yer alan test noktası 7 ve test noktası 8'e aittir. Elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.16).

3 Temmuz günü;

- Saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de tüm çift dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerindedir (Şekil 4.17).
- Sabah saatlerinde güneybatı ve kuzeybatı cephesinde bulunan ofis alanlarında yer alan test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerinde olmasına rağmen diğer test noktalarına göre konfor sınırına daha yakın sonuçlar vermiştir. Sabah saatlerinde doğu cephesinde güneş ışınımlarının etkisi ile test noktalarında elde edilen değerler konfor sınırının oldukça üzerindedir (Şekil 4.17).
- Saat 09.00'da bütün cephelerde pencere kenarında bulunan test noktalarında elde edilen değerlerin, iç duvara yakın konumlanan test noktalarında elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.17).
- Saat 09.00'da kuzeybatı cephesinde iç duvar yanında yer alan test noktası 12'de elde edilen değer, diğer test noktalarına göre daha konforlu sonuçlara sahiptir (Şekil 4.17).
- Saat 12.00 ve saat 15.00'de tüm test noktalarında elde edilen değerlerin konfor sınırlarının üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.17).
- Çift dış cepheli hacim test noktaları yılın en sıcak günü 3 Temmuz için incelendiğinde, en konforlu sonuç saat 09.00'da kuzeybatı cephede iç duvar yanında yer alan test noktası 12'ye aittir (Şekil 4.17).

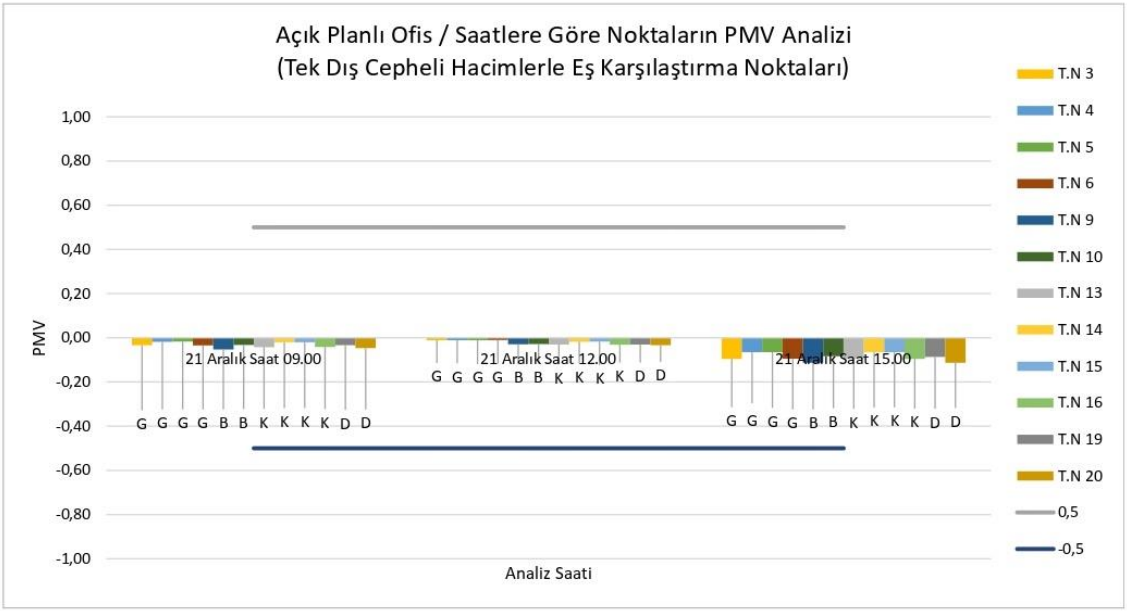
- Bölünmüş ofis plan düzeninde çift dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen tüm değerler yılın en soğuk ve en sıcak günü için karşılaştırıldığında 31 Ocak günü, 3 Temmuz'a göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.16 ve Şekil 4.17).

Açık ofis plan düzeni ısıl konfor analiz sonuçları

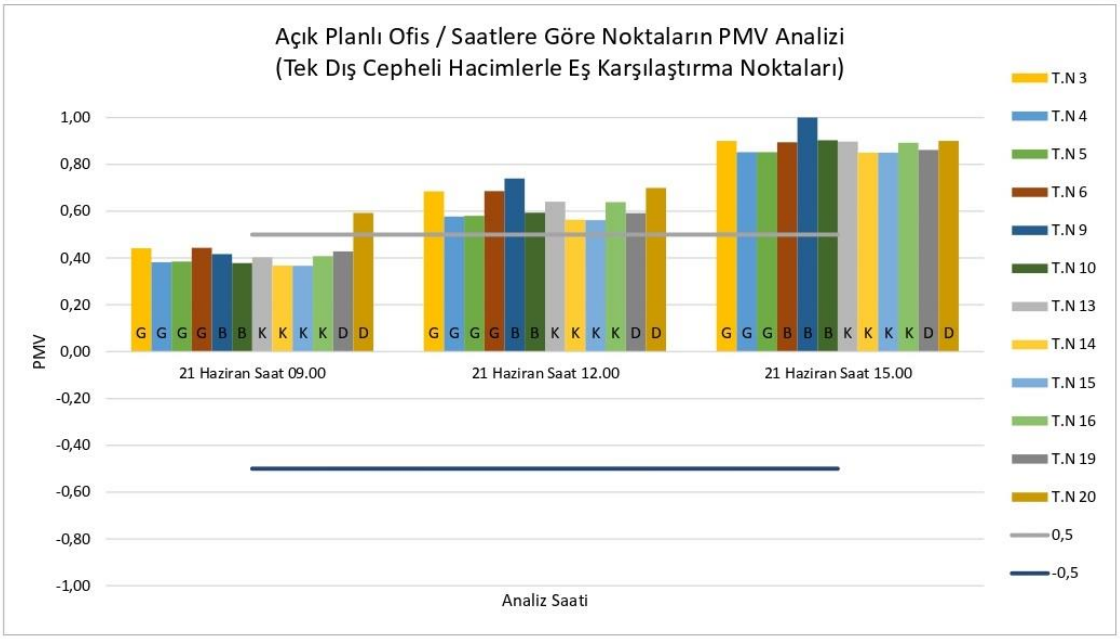
Açık ofis plan düzeni için, ısıl konfor analizleri sonucunda elde edilen veriler tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları ve çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında ısıtma ve soğutma dönemi temsil günleri 21 Aralık ve 21 Haziran ile yılın en soğuk ve en sıcak günleri 31 Ocak ve 3 Temmuz için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Açık ofis plan düzeni ısıtma ve soğutma dönemi temsil günleri ısıl konfor analiz sonuçları

Açık ofis plan düzeni ısıtma dönemi temsil günü 21 Aralık ve soğutma dönemi temsil günü 21 Haziran için tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarına ait sonuçları içeren grafikler Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da yer almaktadır. Çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarına ait sonuçları içeren grafikler Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de yer almaktadır.



Şekil 4.18 Açık ofis plan düzeni, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 21 Aralık PMV grafiği



Şekil 4.19 Açık ofis plan düzeni, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 21 Haziran PMV grafiği

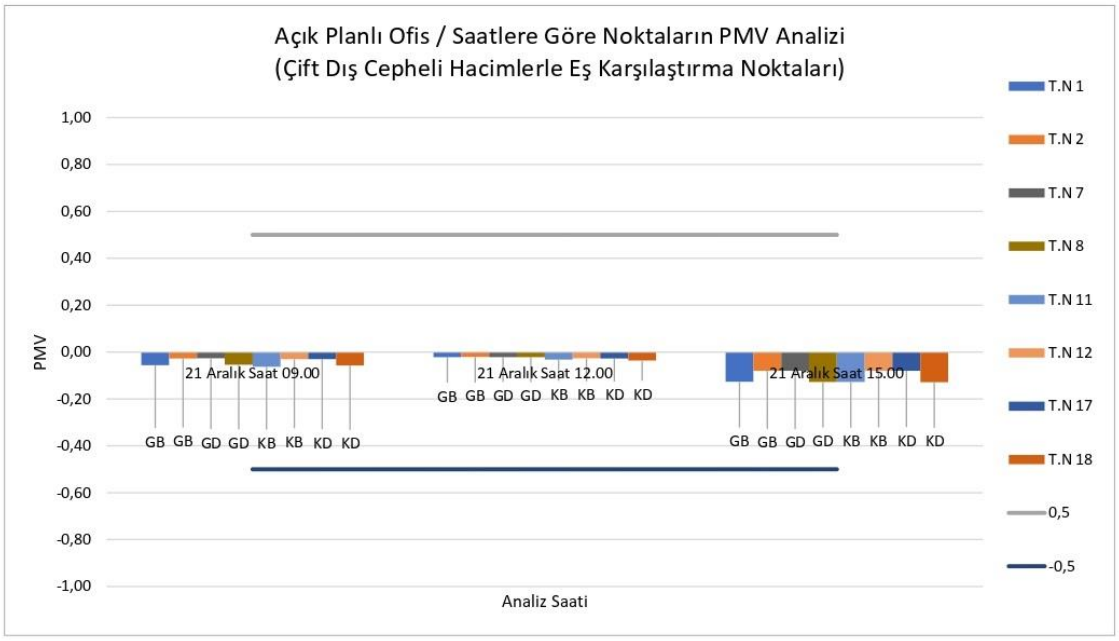
Açık ofis plan düzeni, ısıtma ve soğutma dönemi temsil günleri için tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

21 Aralık günü;

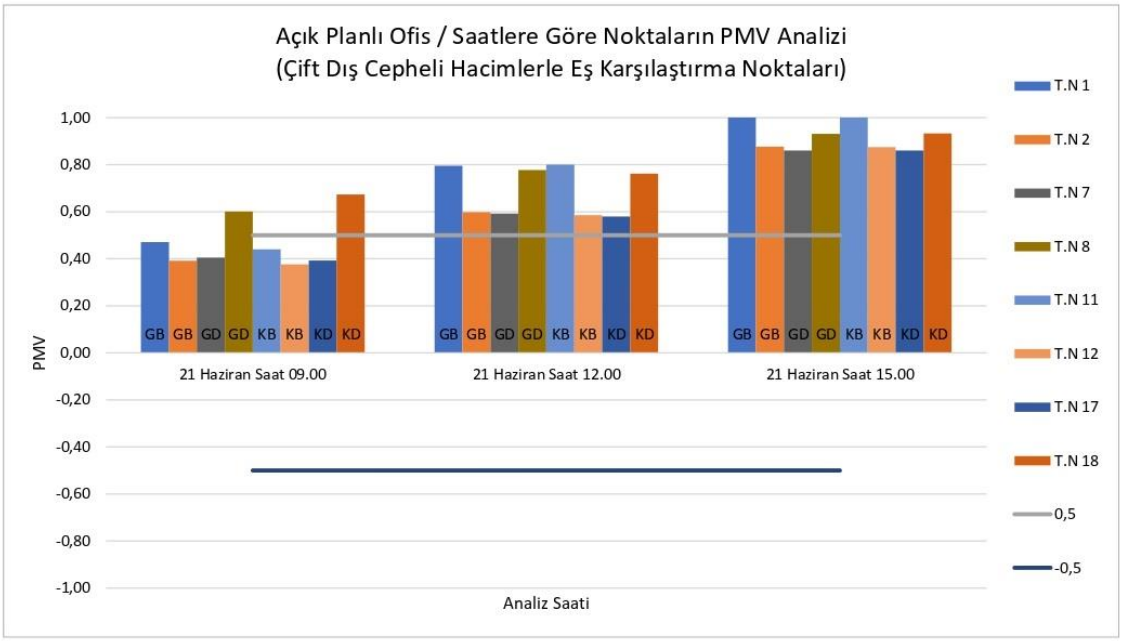
- Saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen PMV değerleri konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.18).
- Sabah saatlerinde tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir. Test noktalarında elde edilen değerler birbiri ile karşılaştırıldığında ofisin iç kısımlarında yer alan test noktalarının, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre daha konforlu sonuçlara sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.18).
- Saat 09.00'da güney ve kuzey cephede ofisin iç alanında yer alan test noktası 4, test noktası 5, test noktası 14 ve test noktası 15 en konforlu sonuçları vermiştir (Şekil 4.18).
- Saat 12.00'de, sabah 09.00'a göre PMV değerleri nötr değere daha yakın olup, yine de soğuk yöndedir. Saat 12.00'de güney cephede yer alan tüm noktalar nötr değere oldukça yakındır (Şekil 4.18).
- Saat 15.00'de ofisin iç alanında yer alan test noktalarının, pencere kenarında bulunan test noktalarına göre daha konforlu sonuçlara sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.18).
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları ısıtma dönemi için incelendiğinde en konforlu sonuçlar saat 09.00 ve saat 12.00'de elde edilmiştir. Elde edilen değerler burada daha çok noktada nötr değere yakındır (Şekil 4.18).

21 Haziran günü;

- Sabah saatlerinde güney, batı ve kuzey cephede yer alan test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları içerisindedir. Yalnızca doğu cephesinde pencere kenarında yer alan test noktası 20, güneş ışınımlarının etkisi nedeniyle ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerinde çıkmıştır (Şekil 4.19).
- Saat 09.00'da pencere kenarında yer alan test noktalarının, ofisin iç alanında bulunan test noktalarına göre daha yüksek sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Sabah saatlerinde güney ve kuzey cephede ofisin iç bölgesinde yer alan test noktaları en konforlu sonucu vermektedir (Şekil 4.19).
- Saat 12.00'de bütün test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerindedir. Ofisin iç bölgesinde yer alan test noktaları konfor sınırının üzerinde ancak konfor sınırına daha yakın sonuç vermektedir (Şekil 4.19).
- Saat 15.00'de tüm tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırmalı test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde ve konfor sınırları üzerindedir. (Şekil 4.19).
- Bölünmüş planlamadaki tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları soğutma dönemi için incelendiğinde en konforlu sonuçlar saat 09.00'da güney cephede yer alan test noktası 4 ve test noktası 5, kuzey cephede yer alan test noktası 14 ve test noktası 15'e aittir (Şekil 4.19).
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen değerler, 21 Aralık gününün, 21 Haziran'a göre daha çok noktada ve saatte konforlu olduğunu göstermiştir (Şekil 4.18 ve Şekil 4.19).



Şekil 4.20 Açık ofis plan düzeni, çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 21 Aralık PMV grafiği



Şekil 4.21 Açık ofis plan düzeni, çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 21 Haziran PMV grafiği

Açık ofis plan düzeni, ısıtma ve soğutma dönemi temsil günleri için çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

21 Aralık günü;

- Saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen PMV değerleri konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.20).
- Sabah saatlerinde çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir. Ofisin iç bölgesinde yer alan test noktaları, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre daha konforlu sonuçlara sahiptir (Şekil 4.20).
- Sabah saatlerinde test noktası 2, test noktası 7, test noktası 12 ve test noktası 17'de elde edilen değerler nötr değere daha yakındır. Bu test noktaları, diğer test noktalarında elde edilen değerlere göre daha konforlu sonuçlara sahiptir (Şekil 4.20).
- Saat 12.00'de tüm test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları içerisindedir. Elde edilen sonuçlar nötr değere oldukça yakındır (Şekil 4.20).
- Saat 15.00'de ofisin iç bölgesinde yer alan test noktaları, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre daha konforlu sonuçlar vermektedir (Şekil 4.20).
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları ısıtma dönemi için incelendiğinde en konforlu sonuçlar saat 12.00'de tüm test noktalarına aittir (Şekil 4.20).

21 Haziran günü;

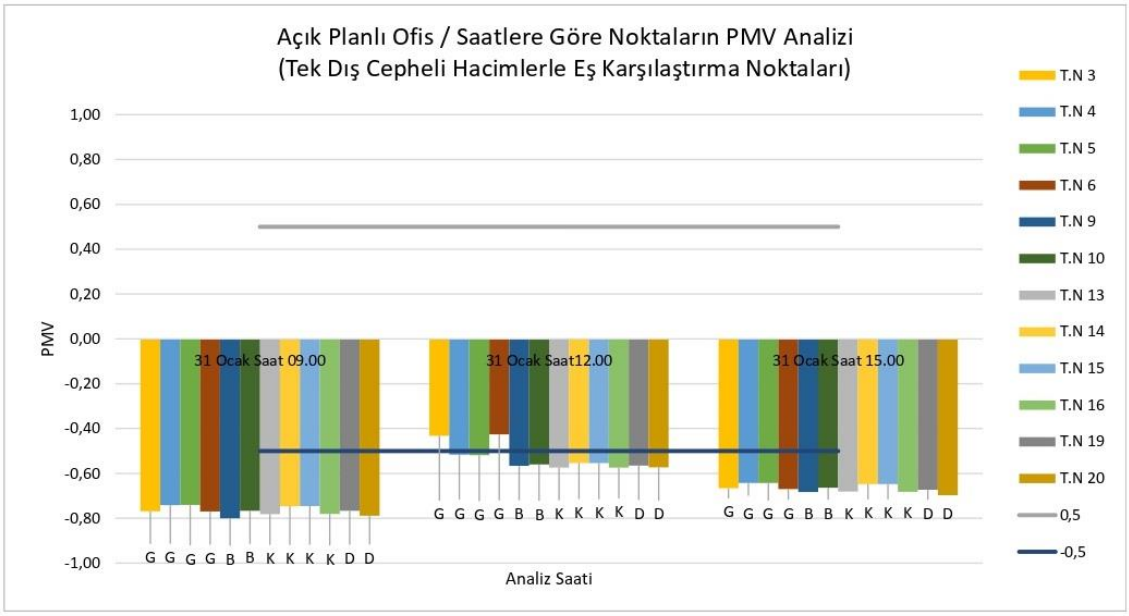
- Sabah saatlerinde doğu cephede güneş ışınımlarının etkili olması, güneydoğu ve kuzeydoğu cephesinde yer alan ofis alanlarının ısınmasına neden olmaktadır. Saat 09.00'da güneybatı ve kuzeybatı cephede yer alan test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları içerisinde iken, güneydoğu ve kuzeydoğu cephede pencere kenarında yer alan test noktası 8 ve test noktası 18 ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerinde sonuç vermiştir (Şekil 4.21).
- Sabah saatlerinde kuzeybatı cephede ofisin iç alanında yer alan test noktası 12 en konforlu sonucu vermektedir (Şekil 4.21).
- Saat 12.00'de tüm test noktalarının ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları üzerinde sonuç verdiği görülmektedir. Tüm cephelerde ofisin iç bölgesinde yer alan test noktalarında elde edilen değerler, diğer test noktalarına göre konfor sınırına daha yakın sonuçlar vermiştir (Şekil 4.21).
- Saat 15.00'de bütün test noktaları ısıl anlamda sıcak yönde ve konfor sınırları üzerindedir. Batı cephesinde çift pencere önünde yer alan test noktası 1 ve test noktası 11 için elde edilen değerler güneş ışınımlarının da etkisi ile oldukça yüksektir (Şekil 4.21).
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları soğutma dönemi için incelendiğinde en konforlu sonuç saat 09.00'da kuzeybatı cephede ofisin iç alanında yer alan test noktası 12'ye aittir (Şekil 4.21).
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları incelendiğinde 21 Aralık günü, 21 Haziran'a göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.20 ve Şekil 4.21).

Açık ofis plan düzeninde, ısıtma ve soğutma dönemi temsil günleri için tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları ve çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

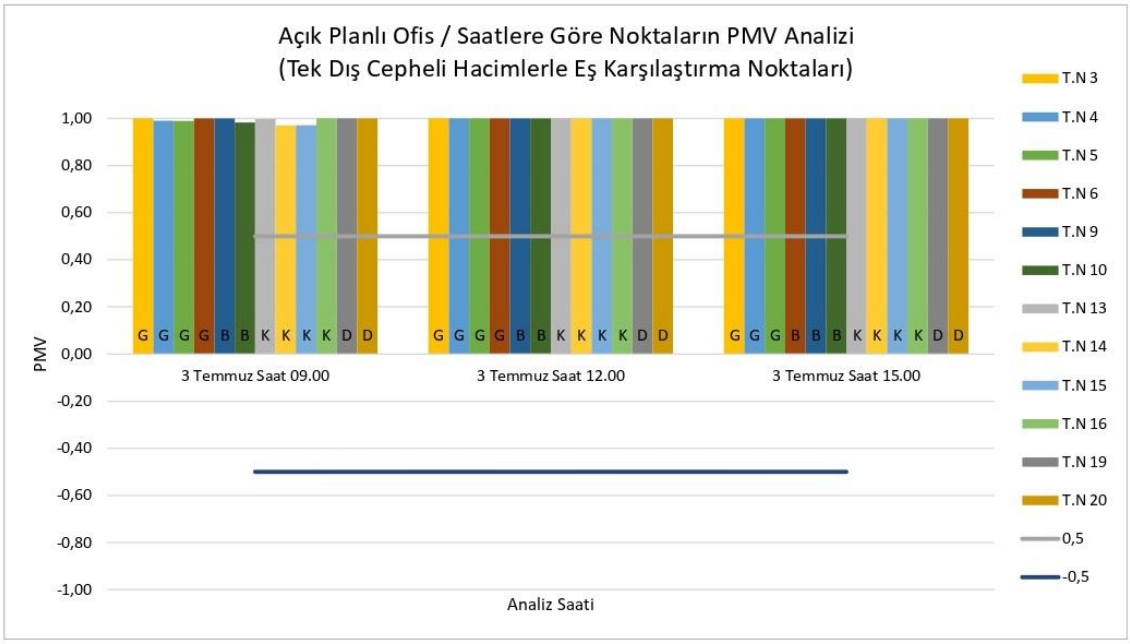
- Simülasyon çalışmasının gerçekleştirildiği ısıtma dönemi temsil günü (21 Aralık) tek ve çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında (Şekil 4.18 ve Şekil 4.20) elde edilen değerler arasında önemli bir fark görülmezken, soğutma dönemi temsil gününde de (21 Haziran) tek ve çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında (Şekil 4.19 ve Şekil 4.21) elde edilen değerler arasında da önemli bir fark görülmemiştir.
- 21 Aralık günü tek ve çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında tüm saatler için elde edilen değerler konfor sınırları içerisindedir (Şekil 4.18 ve Şekil 4.20). 21 Aralık günü, 21 Haziran gününe göre daha konforlu sonuçlar vermektedir.
- 21 Haziran günü bütün eş karşılaştırma noktalarında elde edilen değerler incelendiğinde, ısıl anlamda sıcak yönde artış gösterdiği görülmektedir. (Şekil 4.19 ve Şekil 4.21).
- Açık ofis plan düzeninde ısı homojen dağılım gösterdiği için elde edilen bütün sonuçların birbirine yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Isıtma dönemi temsil günü için ofis alanının tamamı tüm saatlerde konforlu iken, soğutma dönemi temsil günü için saat 12.00 ve saat 15.00'de ofis alanının tamamı konforsuzdur.

Açık ofis plan düzeni yılın en soğuk ve en sıcak günleri ısıl konfor analiz sonuçları

Açık ofis plan düzeni yılın en soğuk günü 31 Ocak ve yılın en sıcak günü 3 Temmuz için tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarına ait sonuçları içeren görseller Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'de yer almaktadır. Çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarına ait sonuçları içeren görseller Şekil 4.24 ve Şekil 4.25'de yer almaktadır.



Şekil 4.22 Açık ofis plan düzeni, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 31 Ocak PMV grafiği



Şekil 4.23 Açık ofis plan düzeni, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 3 Temmuz PMV grafiği

Açık ofis plan düzeni, yılın en soğuk ve en sıcak günleri için tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

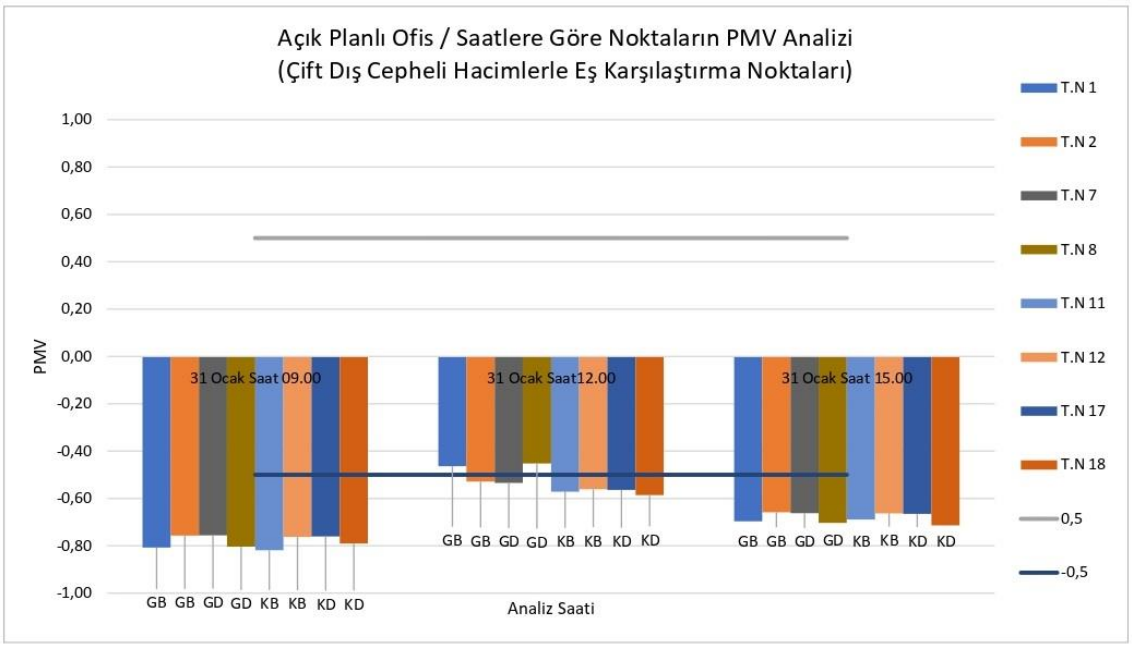
31 Ocak günü;

- Saat 09.00'da tüm tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları dışındadır.
- Sabah saatlerinde test noktalarında elde edilen değerler birbiri ile karşılaştırıldığında ofisin iç kısımlarında yer alan test noktalarının, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre konfor sınırına yakın sonuçlar verdiği görülmektedir (Şekil 4.22).
- Saat 12.00'de, sabah 09.00'a göre PMV değerleri ısıl anlamda soğuk yönde ancak konfor sınırına daha yakındır. Saat 12.00'de yalnızca güney cephede pencere kenarında yer alan test noktası 3 ve test noktası 6 konfor sınırları içerisinde sonuç vermiştir (Şekil 4.22).
- Saat 12.00'de güney cephede pencere kenarında yer alan test noktaları daha konforlu sonuçlar verirken, batı, kuzey ve doğu cephelerinde ofisin iç alanında yer alan test noktaları sınır değere daha yakın sonuçlar vermiştir (Şekil 4.22)
- Saat 15.00'de tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları dışındadır (Şekil 4.22).

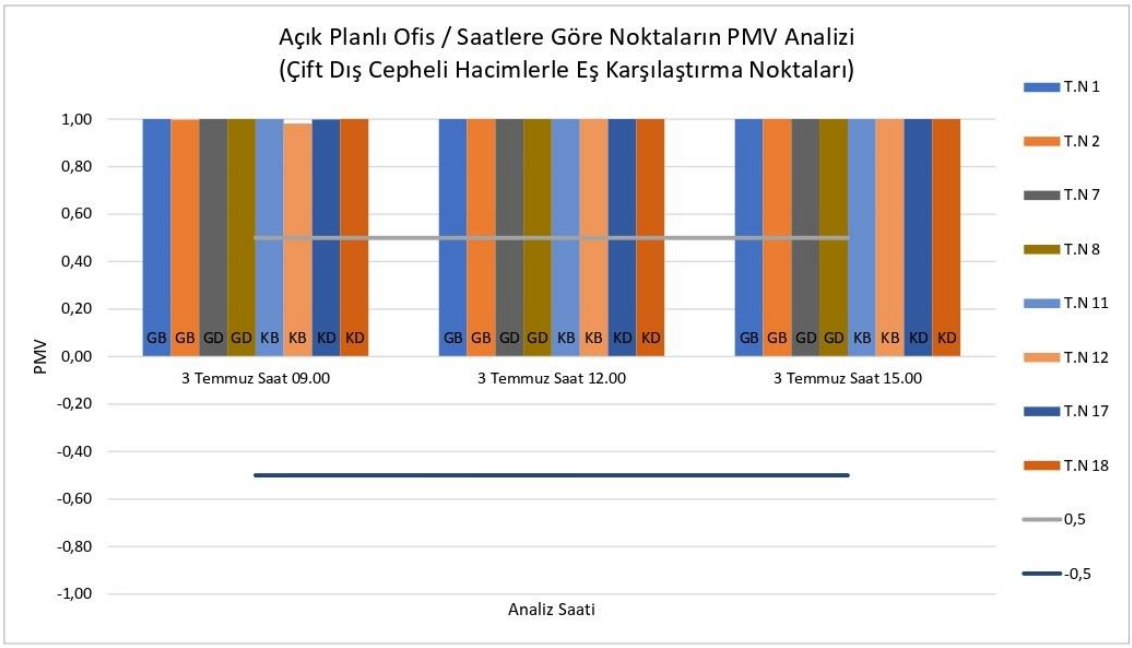
- Saat 15.00'de ofisin iç alanında yer alan test noktalarının, pencere kenarında bulunan test noktalarına göre konfor sınırına daha yakın sonuçlara sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.22).
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları yılın en soğuk günü 31 Ocak için incelendiğinde en konforlu sonuçlar saat 12.00'de güney cephede pencere kenarında yer alan test noktası 3 ve test noktası 6'da elde edilmiştir. Yalnızca bu iki test noktası konfor aralığındadır (Şekil 4.22).

3 Temmuz günü;

- Saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de tüm tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırlarının üzerindedir (Şekil 4.23).
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen değerler, 31 Ocak gününün, 3 Temmuz'a göre daha çok noktada ve saatte konforlu olduğunu göstermiştir (Şekil 4.22 ve Şekil 4.23).



Şekil 4.24 Açık ofis plan düzeni, çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 31 Ocak PMV grafiği



Şekil 4.25 Açık ofis plan düzeni, çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları 3 Temmuz PMV grafiği

Açık ofis plan düzeni, yılın en soğuk ve en sıcak günleri için çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları için PMV değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

31 Ocak günü;

- Saat 09.00'da çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen tüm PMV değerleri ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları üzerindedir (Şekil 4.24).
- Sabah saatlerinde ofisin iç bölgesinde yer alan test noktaları, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre konfor sınırına daha yakın sonuçlara sahiptir (Şekil 4.24).
- Saat 12.00'de güneybatı ve güneydoğu cephesinde pencere kenarında yer alan test noktası 1 ve test noktası 8'de elde edilen değerler konfor sınırları içerisindedir. İç duvar kenarında yer alan test noktalarında elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda soğuk yönde sınır değerin üzerindedir (Şekil 4.24).
- Saat 12.00'de kuzeydoğu ve kuzeybatı cephesinde yer alan test noktalarında elde edilen değerler ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları üzerindedir (Şekil 4.24).
- Saat 15.00'de tüm eş karşılaştırma noktaları ısıl anlamda soğuk yönde konfor sınırları üzerindedir. Ofisin iç bölgesinde yer alan test noktaları, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre konfor sınırına daha yakın sonuçlar vermektedir (Şekil 4.24).

- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları yılın en soğuk günü 31 Ocak için incelendiğinde en konforlu sonuçlar saat 12.00'de güneybatı ve güneydoğu cephelerinde pencere kenarında yer alan test noktası 1 ve test noktası 8'e aittir (Şekil 4.24).

3 Temmuz günü;

- Saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında elde edilen tüm değerler ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırının üzerindedir (Şekil 4.25).
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş planlamadaki çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları incelendiğinde 31 Ocak günü, 3 Temmuz'a göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.24 ve Şekil 4.25).

4.2.5.2 Isıl konfor analiz sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi

Farklı simülasyon senaryolarında bölünmüş ofis ve açık ofis plan düzenleri için eş noktalarda elde edilen PMV değerleri karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde;

21 Aralık günü;

- Her iki plan düzeni için 21 Aralık günü tüm saatlerde ve tüm test noktalarında elde edilen değerler konfor sınırları içerisindedir.

- Tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri karşılaştırıldığında, bölünmüş ofis plan düzeninde farklı cephelerde yer alan çok sayıda noktada sıcak yönde sonuçlar elde edilirken (Şekil 4.10), açık ofis plan düzeninde her saat için elde edilen değerlerin tamamı ısıl anlamda soğuk yöndedir (Şekil 4.18).

- Tek dış cepheli hacim test noktalarında açık ofis plan düzeni, bölünmüş ofis plan düzenine göre tüm saatlerde nötr değere daha yakın sonuçlar vermektedir (Şekil 4.18).

- Saat 09.00'da bölünmüş ofis plan düzeninde çift dış cepheli hacimlerde elde edilen PMV değerleri, nötr eşiğe göre soğuk tarafta çıkmakta ancak yine de PMV sınırları içerisinde kalmaktadır (Şekil 4.12). Açık ofis plan düzeninde ise ofis alanında sınırlayıcı bir yapı elemanı bulunmadığından çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarında saat 09.00'da elde edilen değerler nötr eşiğe daha yakındır (Şekil 4.20).

- Çift dış cepheli hacim test noktalarında, saat 09.00 ve saat 12.00'de açık ofis plan düzeni, bölünmüş ofis plan düzenine göre nötr değere daha yakın sonuçlar vermektedir (Şekil 4.12 ve Şekil 4.20). Saat 15.00'da her iki plan düzeni için elde edilen sonuçlar birbirine yakındır.

21 Haziran günü;

- Her iki plan düzeni için elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda sıcak yöndedir.

- Tek dış cepheli hacim test noktalarında bölünmüş ofis plan düzeni, açık ofis plan düzenine göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.11 ve Şekil 4.19).

- Çift dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen değerler karşılaştırıldığında, bölünmüş ofis plan düzeni, açık ofis plan düzenine göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.13 ve Şekil 4.21).

- Bölünmüş ofis planlamasında, benzer mekânların gruplanarak bölgeleme yapılması, güneş ışığının hacme girişini sınırladığından özellikle 21 Haziranda öğle saatlerinde hacmin konforlu hissedilmesine katkı sağlamaktadır (Şekil 4.11 ve Şekil 4.13).

31 Ocak günü;

- Her iki plan düzeni için elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda soğuk yöndedir.

- Tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri karşılaştırıldığında, bölünmüş ofis plan düzeni, açık ofis plan düzenine göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.14 ve Şekil 4.22).

- Çift dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri karşılaştırıldığında, bölünmüş ofis plan düzeni, açık ofis plan düzenine göre daha çok noktada ve saatte konforludur (Şekil 4.16 ve Şekil 4.24).

3 Temmuz günü;

- Her iki plan düzeni için elde edilen PMV değerleri ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırlarının oldukça üzerindedir.

- Tek dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri karşılaştırıldığında, bölünmüş ofis plan düzeni, açık ofis plan düzenine göre daha çok noktada ve saatte konfor sınırına yakın sonuçlar vermiştir (Şekil 4.15 ve Şekil 4.23).

- Çift dış cepheli hacim test noktalarında elde edilen PMV değerleri karşılaştırıldığında, her iki plan düzeninde yer alan test noktalarında elde edilen değerler birbirine yakın sonuçlar vermiştir (Şekil 4.17 ve Şekil 4.25).

Bölünmüş ofis plan düzeninde köşe mekânlarda dışa bakan çift cephe ve çift pencere olduğu için 21 Aralık ve 31 Ocak günü sınırlı mekândan ısı kaybı gerçekleşmekte, iç hava sıcaklığı ve ortalama ışınım sıcaklığında düşüşe yol açmaktadır.

4.2.6 Enerji Performans Analizlerinin Yapılması ve Değerlendirilmesi

Enerji performans analizleri için, simülasyon programında 8760 saat (1 yıl) için hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, enerji tüketim değerlerinin hesaplanması için, Rhinoceros/Grasshopper program Honeybee eklentisi EnergyPlus ve Openstudio araçları kullanılmıştır [45] [46].

Simülasyon programında enerji performans analizleri, referans il için belirlenen hava durumu verileri, enerji simülasyon parametreleri, enerji tüketim hesaplarının gerçekleştirileceği ofis alanları ve analiz periyodunun tanımlanması ile koşullandırılmış ofis alanları için gerçekleştirilmiştir.

Enerji performans analizleri için ısıtma ve soğutma ayar noktaları, ofis kullanım programı, m^2 başına düşen kullanıcı yoğunluğu, iklimlendirme sistemi ve doğal havalandırma sıcaklık değerleri manuel olarak tanımlanmıştır. Aydınlatma ve elektrik ekipmanları için gerekli bilgiler, ofis alanları için seçilen program tipine uygun olarak simülasyon programı tarafından atanmıştır.

Enerji performans analizlerinde ısıtma, soğutma, aydınlatma, elektrik ekipmanları ve fan enerjisi için tüketim değerleri sonuçları yer almaktadır.

Çalışma kapsamında bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzenine sahip referans sanal bina için enerji performans analizleri ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

Enerji performans analizleri için kabuller, her iki ofis plan düzeninin de konfor koşullarını sağladığı koşullara getirilmiştir. Gereksiz ısıtma ve soğutma enerjisi tüketiminden kaçınmak için enerji analizleri aşağıdaki koşullarda gerçekleştirilmiştir;

- 21 Ekim – 21 Nisan arası: ısıtma sistemi açıktır, soğutma sistemi kapatılmıştır. 21 Nisan – 21 Ekim arası: ısıtma sistemi kapalıdır, soğutma sistemi açılmıştır.
- Haftasonu ve tatil günleri ısıtma ve soğutma sistemi kapalı olacak şekilde kabul edilmiştir.

Referans sanal bina ayar sıcaklıkları, ofis kullanım saatlerinde ısıtma için en alt sınır 21 °C, soğutma için en üst sınır 24 °C olarak kabul edilmiştir. Ofis kullanım saatlerinin dışında kalan saatler için geri ısıtma ayar noktası sıcaklığı 15 °C, geri soğutma ayar noktası sıcaklığı 28 °C olarak tanımlanmıştır. Doğal havalandırma için en düşük iç ortam sıcaklığı 21.5 °C ve en yüksek dış ortam sıcaklığı 24.5 °C kabul edilmiştir. Bu koşullarda referans sanal bina konforlu duruma getirilerek analizler gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen enerji tüketim değerleri tüm bina alanı başına enerji (kWh/m^2) üzerinden değerlendirilmiştir.

4.2.6.1 Referans binanın enerji yüklerinin hesaplanması

Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeninde, konfor koşullarının sağlandığı koşullar için referans sanal binanın m^2 başına net enerji tüketimi hesaplanmıştır.

Enerji tüketim değerlerinde referans sanal binanın toplam alan büyüklükleri (m^2) önemlidir. Her iki plan düzeni için değerlendirilen toplam alan 2450 m^2'dir.

Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans binanın enerji yükleri

Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın yıllık m^2 başına net enerji tüketimi 110,54 kWh olarak hesaplanmıştır.

Kategorilere göre bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın kWh/m^2 türünden enerji tüketim değerleri Tablo 4.4'de yer almaktadır.

Tablo 4.4 Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın kategorilere göre kWh/m^2 türünden enerji tüketimi

m^2 başına toplam enerji tüketimi	110,54 kWh/m^2
Isıtma	46,73 kWh/m^2
Soğutma	7,93 kWh/m^2
Aydınlatma	18,00 kWh/m^2
Elektrik Ekipmanları	30,56 kWh/m^2
Fan	7,31 kWh/m^2

Açık ofis plan düzenine sahip referans binanın enerji yükleri

Açık planlı ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın m^2 başına net enerji tüketimi 123,91 kWh olarak hesaplanmıştır.

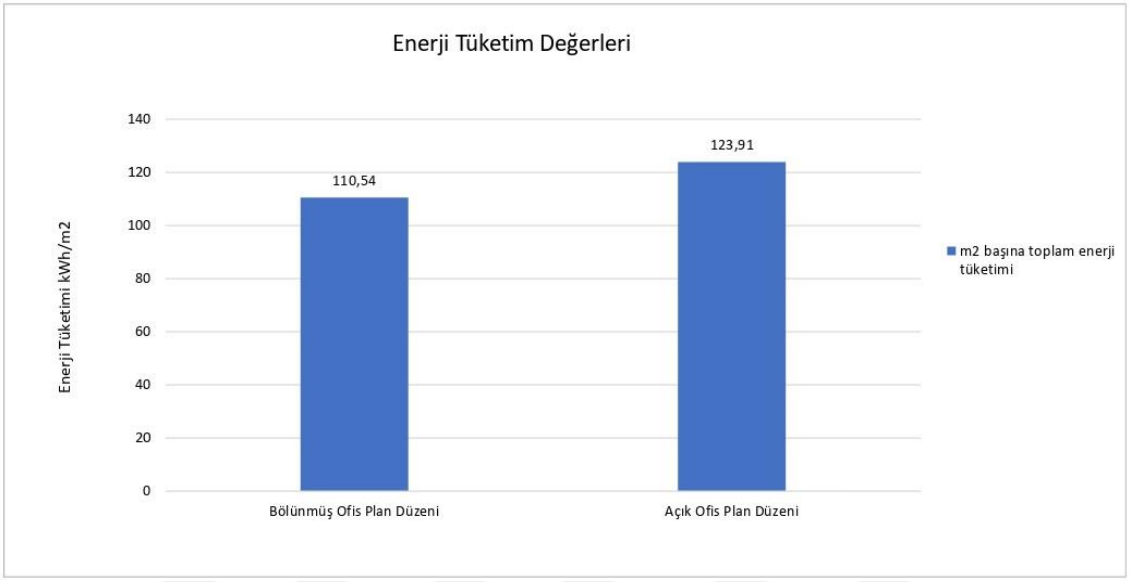
Kategorilere göre açık planlı ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın kWh/m^2 türünden enerji tüketimi Tablo 4.5'de yer almaktadır.

Tablo 4.5 Açık ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın kategorilere göre kWh/m^2 türünden enerji tüketimi

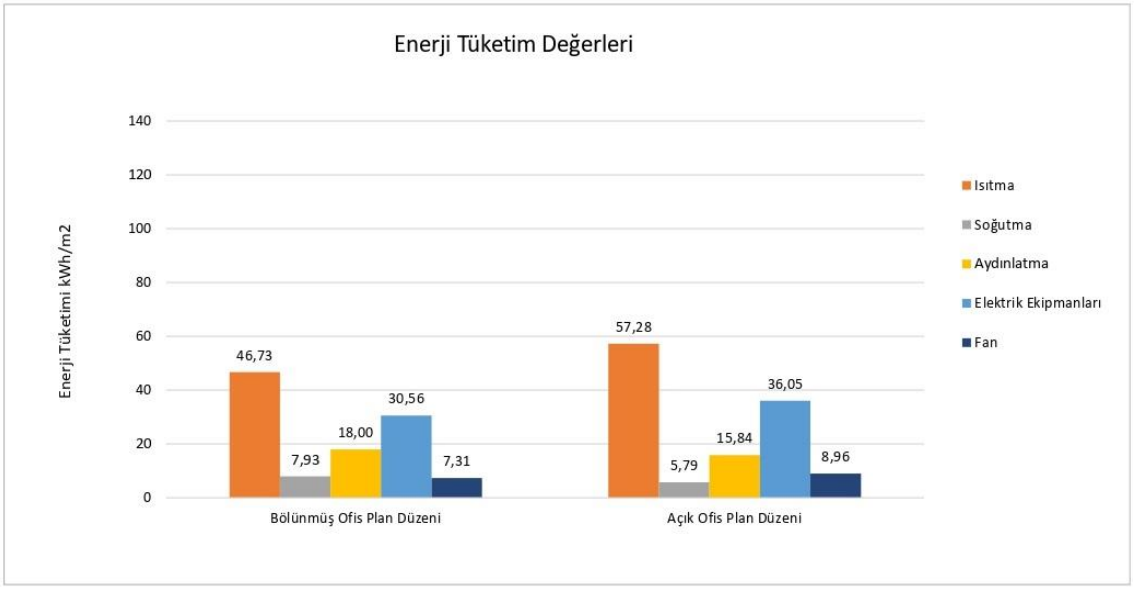
m^2 başına toplam enerji tüketimi	123,91 kWh/m^2
Isıtma	57,28 kWh/m^2
Soğutma	5,79 kWh/m^2
Aydınlatma	15,84 kWh/m^2
Elektrik Ekipmanları	36,05 kWh/m^2
Fan	8,96 kWh/m^2

4.2.6.2 Referans binaların enerji yüklerinin karşılaştırılması

Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeni için m^2 başına toplam enerji tüketim değerleri grafiği Şekil 4.26'da, kategorilere göre enerji tüketim değerleri grafiği Şekil 4.27'de yer almaktadır.



Şekil 4.26 Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeni enerji tüketim değerleri



Şekil 4.27 Plan düzenleri için kategorilere göre enerji tüketim değerleri

Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzenine sahip referans sanal bina için enerji tüketimleri değerlendirildiğinde;

- Elde edilen enerji tüketim değerleri verilerine göre bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın toplam m^2 başına enerji tüketimi, açık ofis plan düzenine göre daha azdır.
- Açık ofis plan düzeninde, bölünmüş ofis plan düzenine göre toplam enerji tüketiminde %12,09'luk artış görülmektedir.

Enerji tüketim değerleri kategorilere göre değerlendirildiğinde;

- Açık ofis plan düzeninde ısıtma enerjisi tüketimi bölünmüş ofis plan düzenine göre daha yüksektir. Bölünmüş planlamada tek cephesi dışa bakan sınırlandırılmış hacim sayısının çokluğu, ısı kaybını azaltarak ısı enerjisi tüketimini düşürmektedir. Isıtma enerjisi tüketiminde, %22,57'lik artış ile 10,55 kWh/m^2 artış görülmektedir.
- Her iki plan düzeni için de elde edilen ısıtma enerjisi tüketim değerleri, düşük enerjili yapıların ısıtma enerjisi ihtiyacı sınırları içerisindedir [47].
- Ancak bölünmüş ofis plan düzeninde soğutma enerjisi tüketimi, açık ofis plan düzenine göre daha yüksektir. Soğutma enerjisi tüketiminde, %36,96'lık artış ile 2,14 kWh/m^2 artış görülmüştür. Bölünmüş ofis plan düzeninde ofis alanlarının soğutulması için daha çok enerji tüketimi söz konusudur.

5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz koşullarında günlük yaşamlarının birçoğunu konutlar, çalışma mekânları ve alışveriş alanları gibi kapalı mekânlarda geçiren bireyler, bulundukları çevre ile daimi olarak etkileşim içerisindedirler. İçinde bulundukları kapalı çevrenin koşulları, bireylerin ısıl konforunu doğrudan etkilediği gibi, tercih edilen giysilerin yalıtım değerleri ile bireylerin cinsiyeti ve yaşı gibi öznel parametrelerin bireylerin ısıl konforu üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

İnsanlar yaşamlarının çeşitli evrelerinde birbirinden farklı kapalı mekânlarda bulunurlar. Yeme, içme ve barınma gibi temel ihtiyaçlarının yanı sıra çalışma eylemini gerçekleştiren yetişkin bireyler için çalışma mekânları ve ofis alanlarının konfor koşulları da önemlidir. Bu nedenle çalışma alanlarında uygun ısıl koşulların sağlanması, konforlu ve verimli bir çalışma ortamının oluşmasında etkili olacaktır. Ofis yapılarında iç planlama kararları, çalışma alanlarının konfor koşullarında önemli etkilere sahiptir.

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen simülasyon analizleri ile ofis yapılarının tasarım ve analiz sürecinin birlikte ele alınması, iç mekân planlamasının konforlu alan üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve referans sanal binanın enerji performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İç planlama kararlarında büyük açıklıklı alanları ısıl açıdan denetlemek güç olduğundan, küçük mekânlara bölünmüş planlama ısıl konfor koşulları açısından daha uygundur ve enerji tüketimi daha azdır hipotezi kurulmuştur. Belirtilen amaç ve hipotez doğrultusunda parametrik simülasyon analizleri gerçekleştirilerek elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeni için ısıl konfor analizleri ısıtma dönemi temsil günü için 21 Aralık, soğutma dönemi temsil günü için 21 Haziran ve yılın en soğuk günü 31 Ocak, yılın en sıcak günü 3 Temmuz tarihlerinde saat 09.00, saat 12.00 ve saat 15.00'de elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmiştir.

Her iki plan düzeni için, plan düzeni dışındaki kullanıcı yoğunluğu, ofis kullanım programı, ısıtma ve soğutma ayar noktaları ve doğal havalandırma koşulları gibi parametreler sabit tutularak ısıl konfor analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Isıl konfor analizlerinde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile bölünmüş ofis plan düzeninin, açık ofis plan düzenine göre daha çok noktada ve saatte daha konforlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzeni için ısıtma dönemini temsil eden 21 Aralık gününde ofislerin 21 Haziran'a göre daha konforlu olduğu görülmektedir. Standartlara göre seçilen yapı kabuğu bu durumu sağlamaktadır.

Bölünmüş ofis plan düzeninde ısıtma dönemi temsil günü 21 Aralık'ta elde edilen veriler karşılaştırıldığında çift dış cepheli test noktalarının bulunduğu köşe ofislerin, ısıl anlamda soğuk yönde olduğu görülmektedir (Şekil 4.12). Pencere adedinin, tek dış cepheli ofis alanlarına göre fazla olması, iç ortam sıcaklığının hızlı düşmesine neden olmaktadır.

Bölünmüş ofis plan düzeninde soğutma dönemi temsil günü 21 Haziran'da elde edilen veriler incelendiğinde, tek dış cepheli hacim test noktalarının açık ofis plan düzenine göre daha çok noktada ve saatte konforlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.11 ve Şekil 4.19).

Bölünmüş ofis plan düzeninde yılın en soğuk günü 31 Ocak'ta elde edilen veriler değerlendirildiğinde, tek dış cepheli hacim test noktalarının çift dış cepheli hacim test noktalarına göre daha çok noktada ve saatte konfor koşullarını sağladığı görülmektedir (Şekil 4.14 ve Şekil 4.16).

Bölünmüş ofis plan düzeninde yılın en sıcak günü 3 Temmuz'da elde edilen veriler değerlendirildiğinde, tüm saatler ve noktalar için konfor koşullarının sağlanamadığı sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.15 ve Şekil 4.17).

Açık ofis plan düzeninde ısıtma dönemi temsil günü 21 Aralık'ta elde edilen veriler değerlendirildiğinde, ofis alanı büyüklüğü nedeniyle iç ortam sıcaklığının homojen bir yayılım gösterdiği, bu nedenle eş karşılaştırma noktalarının nötr değere daha yakın sonuç verdiği görülmektedir (Şekil 4.18 ve Şekil 4.20).

Açık ofis plan düzeninde soğutma dönemi temsil günü 21 Haziran'da elde edilen veriler değerlendirildiğinde, yalnızca sabah saatlerinde konfor koşullarının sağlandığı, diğer saatlerde sonuçların ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırlarını aştığı sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 4.19 ve Şekil 4.21).

Açık ofis plan düzeninde yılın en soğuk günü 31 Ocak'ta elde edilen veriler değerlendirildiğinde, tek dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktaları ve çift dış cepheli hacimlerle eş karşılaştırma noktalarının benzer sonuçlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Yalnızca saat 12.00'de konfor aralığına giren az sayıda test noktası bulunmaktadır (Şekil 4.22 ve Şekil 4.24).

Açık ofis plan düzeninde yılın en sıcak günü 3 Temmuz'da elde edilen veriler değerlendirildiğinde, tüm saatler ve noktalar için konfor koşullarının sağlanamadığı, tüm PMV değerlerinin konfor sınırının üzerinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.23 ve Şekil 4.25).

21 Haziran günü saat 12.00'de her iki plan düzeni için de ofis alanlarında ısıl anlamda sıcak yönde konfor sınırları dışında sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Güneş ışınımları etkisi ile pencere kenarında yer alan test noktaları, ofis alanlarının iç kısmında yer alan test noktalarına göre ısıl anlamda sıcak yöndedir.

Ofis alanlarının iç bölgesinde yer alan test noktalarında elde edilen değerler, pencere kenarında yer alan test noktalarına göre daha konforlu sonuçlar vermektedir.

Kullanıcı yoğunluğu her iki plan düzeni için de sabit tutulduğundan, bireylerin ortam ısısına katkısı ayrıca değerlendirilmemiştir.

Bölünmüş ofis plan düzeninde bulunan ofislerin daha küçük alanlara sahip olması, ısıl koşullarının hızlı değişiklik göstermesine ve kolay kontrol altına alınmasına yardımcı olacaktır.

Açık planlı ofis alanında ısı, hacim içerisinde daha homojen yayılım göstermektedir. Bu nedenle ofis alanında 21 Aralık günü test noktalarında elde edilen değerlerin tamamı soğuk yönde ve 21 Haziran günü test noktalarında elde edilen değerlerin tamamı sıcak yönde sonuçlar vermektedir.

Enerji tüketim değerleri karşılaştırıldığında, bölünmüş ofis planlamasının açık ofis plan düzenine oranla toplam enerji tüketim değerinin daha az olduğu görülmektedir.

Parametrik simülasyon analizleri ile Türkiye'de yer alan yapıların, tasarım aşamasında plan düzenleri, yapı elemanlarının seçimi, pencere-duvar oranları, bina yönelimi gibi farklı tasarım parametrelerinin birlikte ya da ayrı ayrı değerlendirilmesi mümkündür. Tasarım aşamasında, yapı için optimum tasarım parametrelerinin tespit edilmesi, düşük enerji tüketimine ve uygun konfor koşullara sahip yapıların geliştirilmesi için önemlidir.

Kapsamı iki farklı plan düzeni ile sınırlandırılan tez çalışması, farklı plan düzenleri için ısıl konfor koşullarının karşılaştırılmasına, uygun fiziksel ortam koşullarının tespit edilmesine yardımcı olmaktadır. İleride gerçekleştirilecek çalışmalar ile farklı bina kenar oranları, plan düzenleri, pencere biçimleri, farklı iklim koşulları ve bina yönelimleri gibi tasarım parametrelerinin, ısıl konfor ve enerji tüketimi üzerine etkileri ayrıntılı değerlendirilebilir. Bu tez çalışmasının sonuçları, ileride gerçekleştirilmesi planlanan çalışmalar için katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

[1] P.O. Fanger, “Thermal environment-human requirements”, Environmentalist, cilt 6, sayı 4, sf. 275-278, 1986.

[2] F. Musau, K. Steemers, “Space planning and energy efficiency in office buildings: the role of spatial and temporal diversity”, Architectural Science Review, 51(2), 133-145, 2007.

[3] A.A. Chowdhury, M.G. Rasul, M.M.K. Khan, “Thermal-comfort analysis and simulation for various low-energy cooling-technologies applied to an office building in a subtropical climate”, Applied Energy, 85(6), sf. 449-462, 2008.

[4] H. Poirazis, A. Blomsterberg, M. Wall, “Energy simulations for glazed office buildings in Sweden”, Energy and Buildings, 40(7), sf. 1161-1170, 2008.

[5] C. B. De Souza, S. Alsaadani, “Thermal zoning in speculative office buildings: discussing the connections between space layout and inside temperature control”, In proceedings of the First Building Simulations and Optimization Conference, sf. 417-424, 2012.

[6] I. Susorova, M. Tabibzadeh, A. Rahman, H.L. Clack, M. Elnimeiri, “The effect of geometry factors on fenestration energy performance and energy savings in office buildings”, Energy and Buildings, 57, sf. 6-13, 2013.

[7] E. Rodrigues, A. Rodrigues Gaspar, A. Gomes, “Automated approach for design generation and thermal assessment of alternative floor plans”, Energy and Buildings, 81, 170-181, 2014.

[8] M. Qingsong, H. Fukuda, “Parametric office building for daylight and energy analysis in the early design stages”, Procedia – Social and Behavioral Sciences, 216, sf. 818-828, 2016.

[9] M. Trebilcock, B. Piderit, J. Soto, R. Figueroa, “A parametric analysis of simple passive strategies for improving thermal performance of school classrooms in Chile”, Architectural Science Review, 59(5), sf. 385-399, 2016.

[10] M. Özdamar, F. Umaroğulları, “Bir ofis yapısı örneğinde ısıl konfor ve iç hava kalitesinin incelenmesi”, Megaron Dergisi, cilt 12, sayı 1, sf. 27-40, Edirne, 2017.

[11] E. Elbeltagi, H. Wefki, S. Abdrabou, M. Dawood, A. Ramzy, “Visualized strategy for predicting buildings energy consumption during early design state using parametric analysis”, Journal of Building Engineering, 13, sf. 127-136, 2017.

[12] A. Zhang, R. Bokel, A. van den Dobbelsteen, Y. Sun, Q. Huang, Q. Zhang, “Optimization of thermal and daylight performance of school buildings based on a multi-objective genetic algorithm in the cold climate of China”, Energy and Buildings, 139, 371-384, 2017.

[13] J. Gärtner, F. Massa Gray, T. Auer, “Flexible office buildings – the effect of space layout design and zoning strategies on thermal comfort and energy demand”, In BauSIM 2018-7th German-Austrian IBPSA Conference, sf. 447-454, 2018.

[14] A. B. Atmaca, G. Zorer Gedik, “Evaluation of mosques in terms of thermal comfort and energy consumption in a temperate-humid climate”, Energy and Buildings, 195, sf. 195-204, 2019.

[15] P. Bakmohammadi, E. Noorzai, “Optimization of the design of the primary school classrooms in terms of energy and daylight performance considering occupants’ thermal and visual comfort”, Energy Reports, 6, sf. 1590-1607, 2020.

[16] J. Zhang, N. Liu, S. Wang, “A parametric approach for performance optimization of residential building design in Beijing”, In Building Simulation, cilt 13, sayı 2, sf. 223-235, 2020.

[17] Y. Guo, D. Bart, “Optimization of design parameters for office buildings with climatic adaptability based on energy demand and thermal comfort”, Sustainability, 12(9), 3540, 2020.

[18] E. D. Giouri, M. Tenpierik, M. Turrin, “Zero energy potential of a high-rise office building in a Mediterranean climate: using multi-objective optimization to understand the impact of design decisions towards zero-energy high-rise buildings”, Energy and Buildings, 209, 109666, 2020.

[19] L. Zhu, B. Wang, Y. Sun, “Multi-objective optimization for energy consumption, daylighting and thermal comfort performance of rural tourism buildings in north China”, Building and Environment, 176, 106841, 2020.

[20] T. Du, S. Jansen, M. Turrin, A. van den Dobbelsteen, “Effect of space layouts on the energy performance of office buildings in three climates”, Journal of Building Engineering, 39, 102198, 2021.

[21] F. Soflaei, M. Shokouhian, A. Tabadkani, H. Moslehi, U. Berardi, “A simulation-based model for courtyard housing design based on adaptive thermal comfort”, Journal of Building Engineering, 31, 101335, 2020.

[22] P. Jafarpur, U. Berardi, “Effects of climate changes on building energy demand and thermal comfort in Canadian office buildings adopting different temperature setpoints”, Journal of Building Engineering, 42, 102725, 2021.

[23] N. Nasrollahzadeh, “Comprehensive building envelope optimization: Improving energy, daylight, and thermal comfort performance of the dwelling unit”, Journal of Building Engineering, 44, 103418, 2021.

[24] F. De Luca, E. Naboni, G. Lobaccaro, “Tall buildings cluster form rationalization in a Nordic climate by factoring in indoor-outdoor comfort and energy”, Energy and Buildings, 238, 110831, 2021.

[25] M. Taylor, N.C. Brown, D. Rim, “Optimizing thermal comfort and energy use for learning environments”, Energy and Buildings, 248, 111181, 2021.

[26] F. Zoroğlu, G. Zorer Gedik, “A field study on thermal comfort in the shopping malls in a temperate humid climate”, A/Z: ITU Journal of Faculty of Architecture, vol. 19, no. 1, pp.103-118, 2022.

[27] B. Song, L. Bai, L. Yang, “Analysis of the long-term effects of solar radiation on the indoor thermal comfort in office buildings”, Energy, 247, 123499, 2022.

[28] A. Tabadkani, S. Aghasizadeh, S. Banihashemi, A. Hajirasouli, “Courtyard design impact on indoor thermal comfort and utilitiy costs for residential households: comparative analysis and deep-learning predictive model”, Frontiers of Architectural Research, 11(5), 963-980, 2022.

[29] Türk Dil Kurumu, https://sozluk.gov.tr/ (Erişim: 23.10.2022).

[30] E. Sakallı, “Büro yapılarında iç mekân organizasyonu faktörleri”, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 1997.

[31] M. Özdamar, “Ofis yapılarında iç mekân konforunun değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2017.

[32] G. Toprak, “Ofis yapılarının, tasarım kriterleri ve mekânsal oluşumlar üzerinden incelenmesi: Ankara ili Eskişehir yolu örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.

[33] G. Zorer Gedik “Thermal comfort course notes”, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2020.

[34] ANSI/ASHRAE Standart 55, “Thermal environmental conditions for human occupancy”, 2017.

[35] P.O.Fanger, “Assessment of man’s thermal comfort in practice”, Occupational and Environmental Medicine, 30(4), sf. 313-324, 1973.

[36] P. Kısa Ovalı, “Biyoklimatik tasarım matrisi (Türkiye)”, Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(2), sf. 51-66, 2019.

[37] L. Zeren, E. Berköz, M.Ş. Küçükdoğu, Z. Yılmaz, “Türkiye’de yeni yerleşmeler ve binalarda enerji tasarrufu amacıyla bir mevzuat modeline ilişkin çalışma”, İstanbul: İTÜ Uyg-Ar Merkezi, 1987.

[38] V. Olgyay, “Design with climates”, Princeton University Press, 1963.

[39] Ladybug Tools, https://www.ladybug.tools/, (Erişim: 08.10.2021).

[40] TS EN ISO 7730, “Isıl çevrenin ergonomisi – PMV ve PPD indislerinin hesabını ve bölgesel ısıl konfor kriterlerini kullanarak ısıl konforun analitik olarak belirlenmesi ve yorumu”, Türk Standardı, 2006.

[41] R. Çaçan, “Toplu konutlarda rüzgâr açısından konforlu açık kullanım alanı oluşturulması”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.

[42] H.T. Cengiz, “The effects of glazing area interventions and PCM application in building energy retrofits”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2021.

[43] TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2013.

[44]EnergyPlus, Weather Data Sources, https://energyplus.net/weather-location/europe_wmo_region_6/TUR/TUR_Ankara.171280_IWEC, (Erişim: 20.03.2022)

[45] EnergyPlus, Bina Enerji Simülasyon Programı, https://energyplus.net/ (Erişim: 15.10.2021).

[46] OpenStudio, Bina Enerji Modelleme Yazılımı, https://openstudio.net/ (Erişim: 15.10.2021).

[47] G. Zorer Gedik, “Yapı kabuğu ders notları”, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

A
REFERANS SANAL BİNADA PARAMETRİK ÇALIŞMA İLE ELDE EDİLEN PMV HARİTALARI

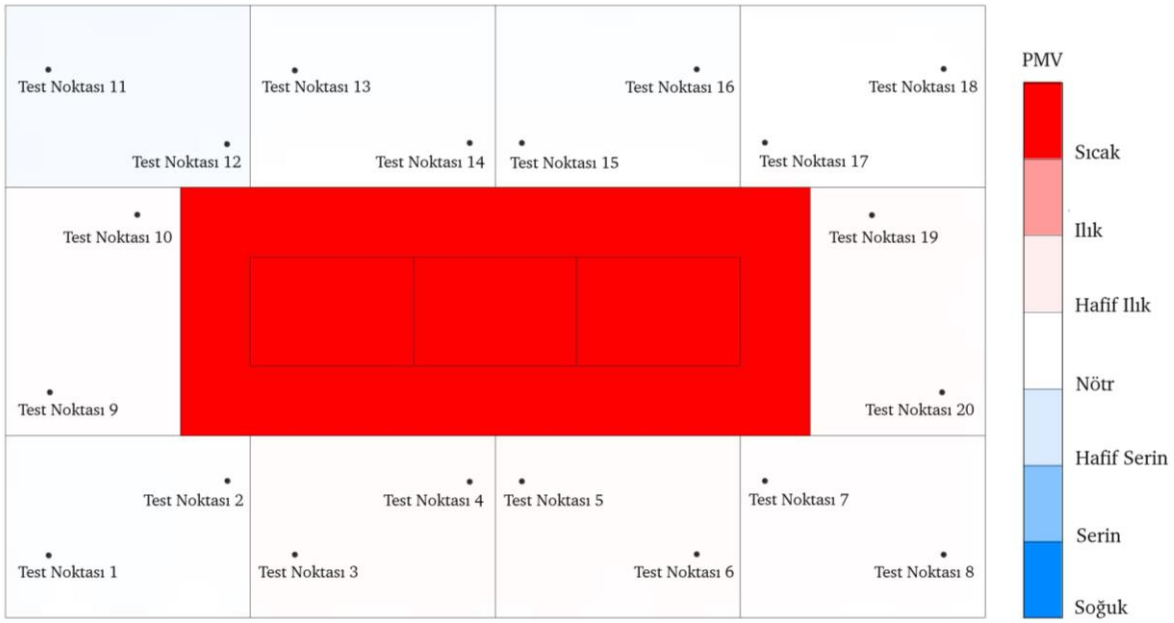
Ek-A, referans sanal binada, belirlenen analiz günü ve saatlerinde simülasyon senaryosu için gerçekleştirilen parametrik çalışma ile elde edilen PMV haritalarını içermektedir.

A-1 Referans Sanal Binanın PMV Haritaları

Bölünmüş ofis plan düzeni 21 Aralık PMV haritaları;

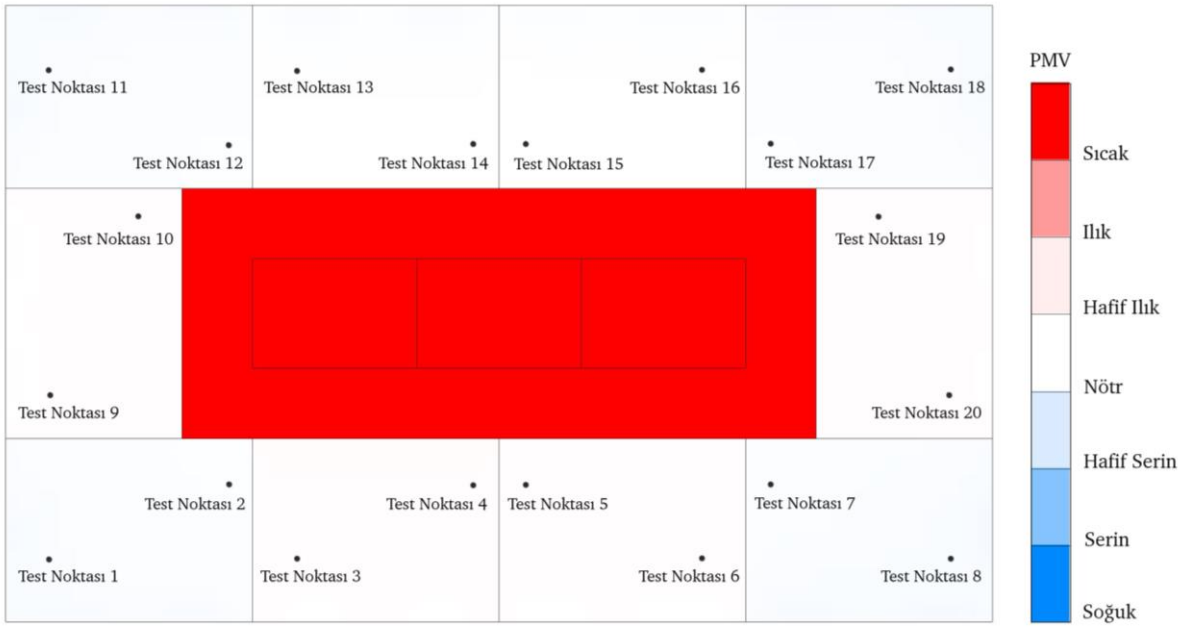


Şekil A.1 Bölünmüş ofis plan düzeni 21 Aralık saat 09.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Aralık Saat 12.00

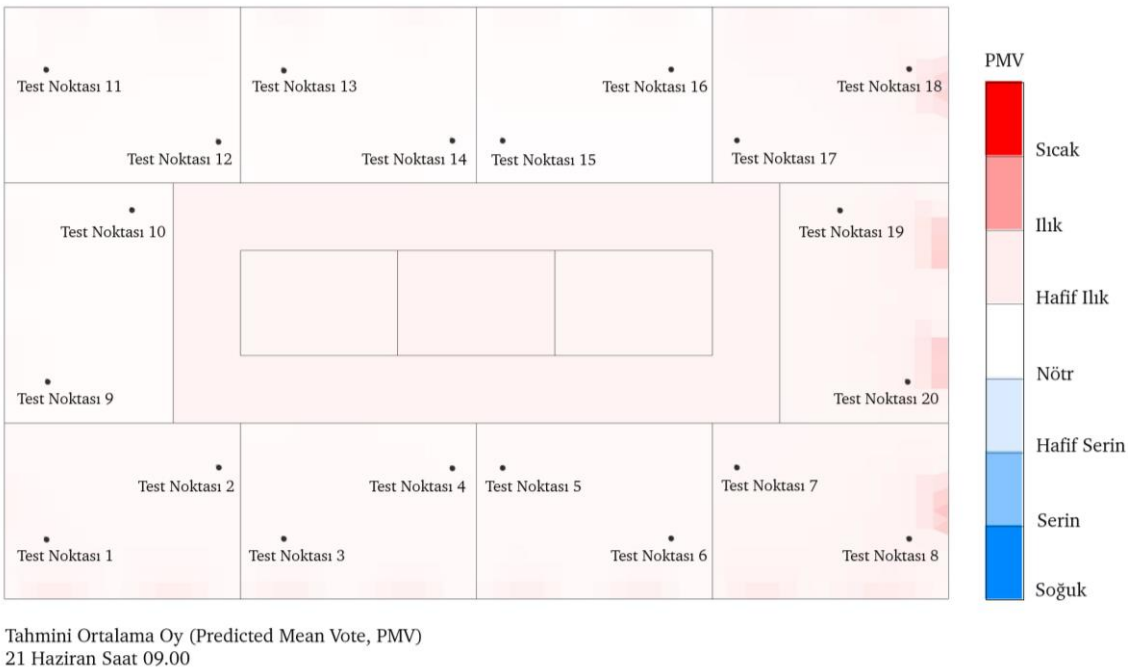
Şekil A.2 Bölünmüş ofis plan düzeni 21 Aralık saat 12.00 PMV grafiği



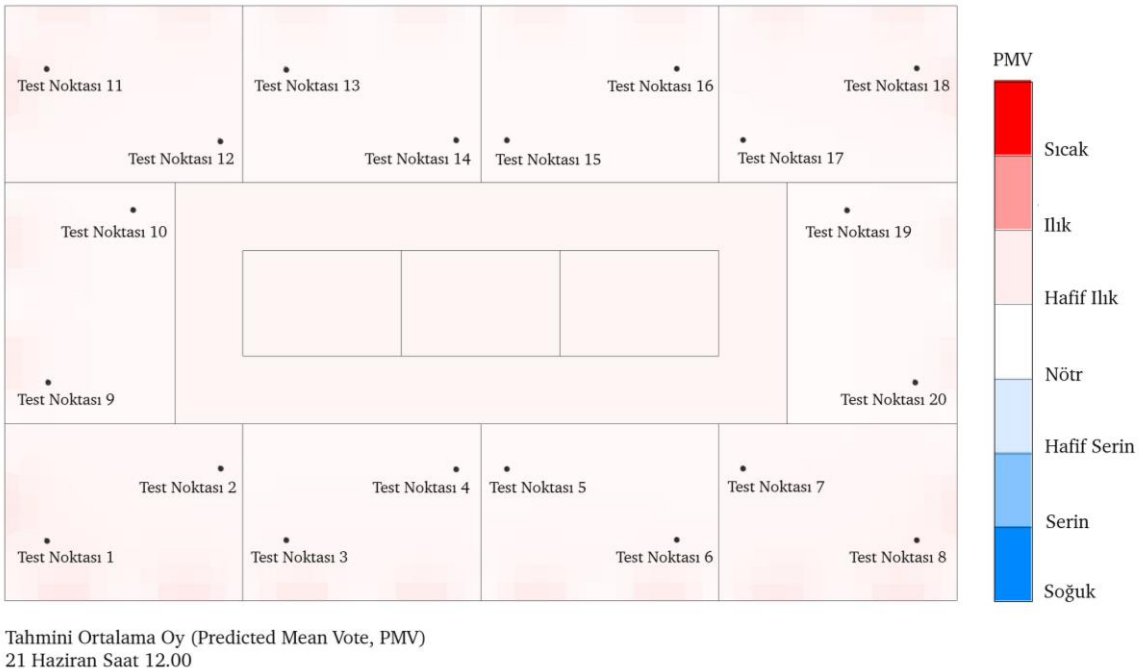
Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Aralık Saat 15.00

Şekil A.3 Bölünmüş ofis plan düzeni 21 Aralık saat 15.00 PMV grafiği

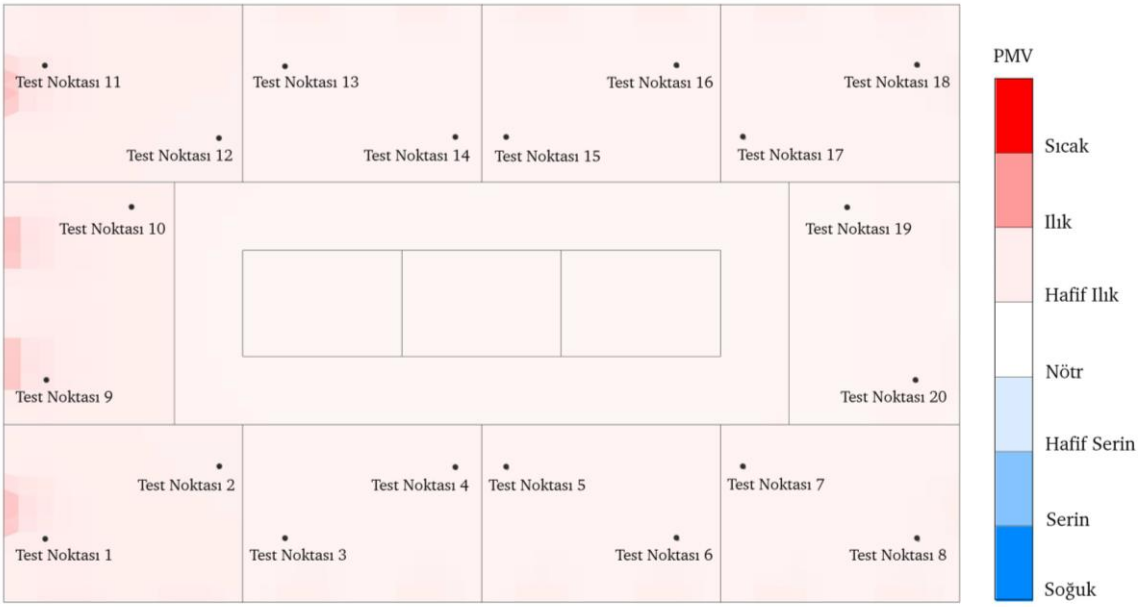
Bölünmüş ofis plan düzeni 21 Haziran PMV haritaları;



Şekil A.4 Bölünmüş ofis plan düzeni 21 Haziran saat 09.00 PMV grafiği



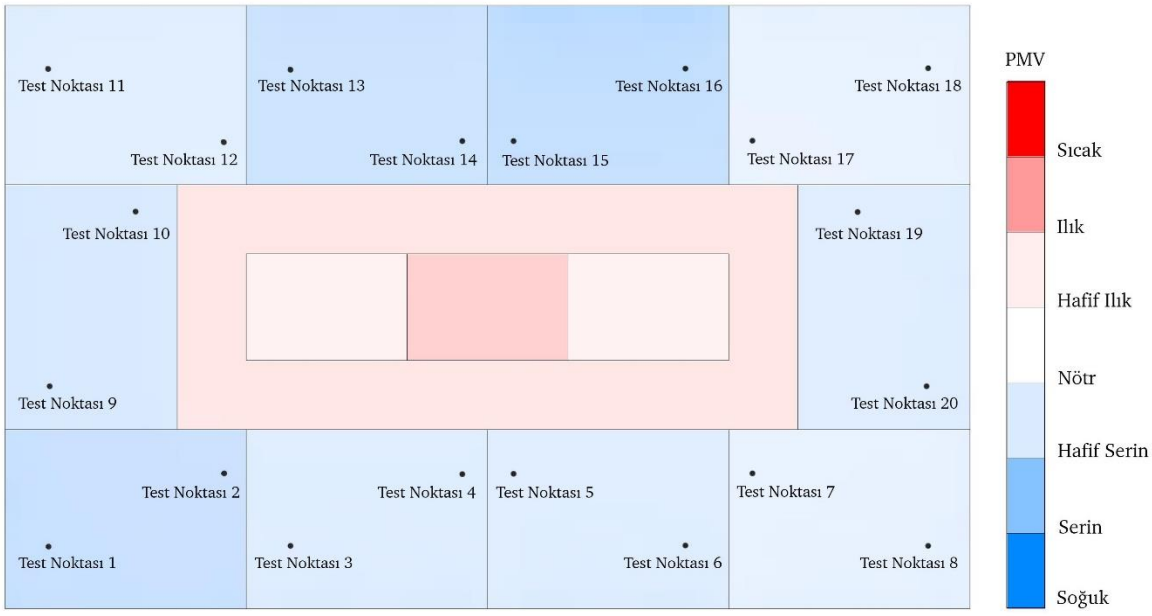
Şekil A.5 Bölünmüş ofis plan düzeni 21 Haziran saat 12.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Haziran Saat 15.00

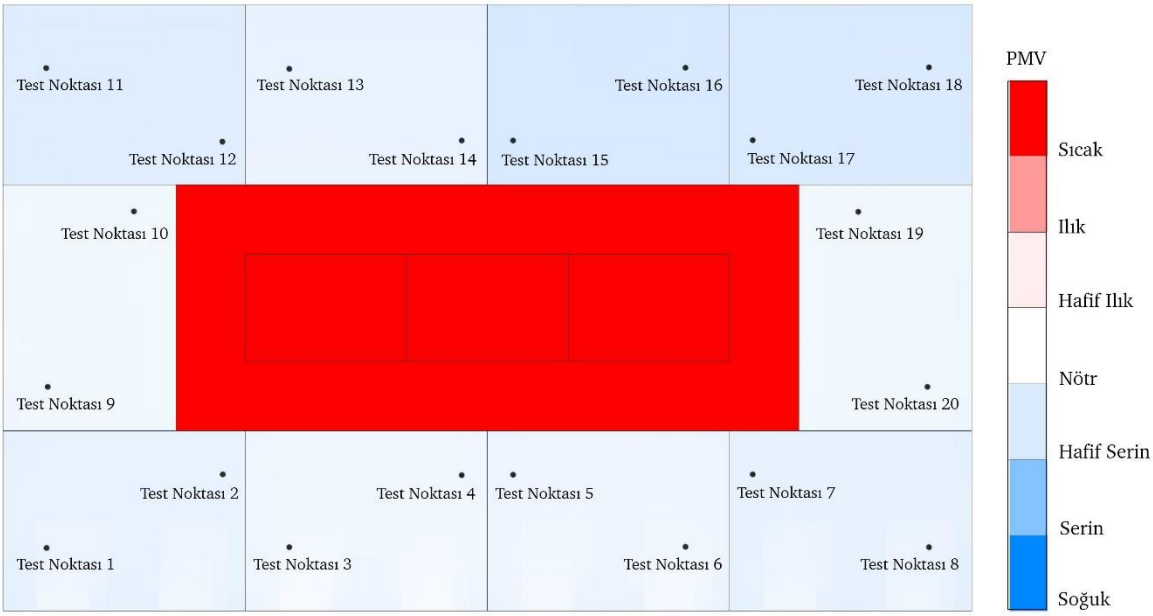
Şekil A.6 Bölünmüş ofis plan düzeni 21 Haziran saat 15.00 PMV grafiği

Bölünmüş ofis plan düzeni 31 Ocak PMV haritaları;



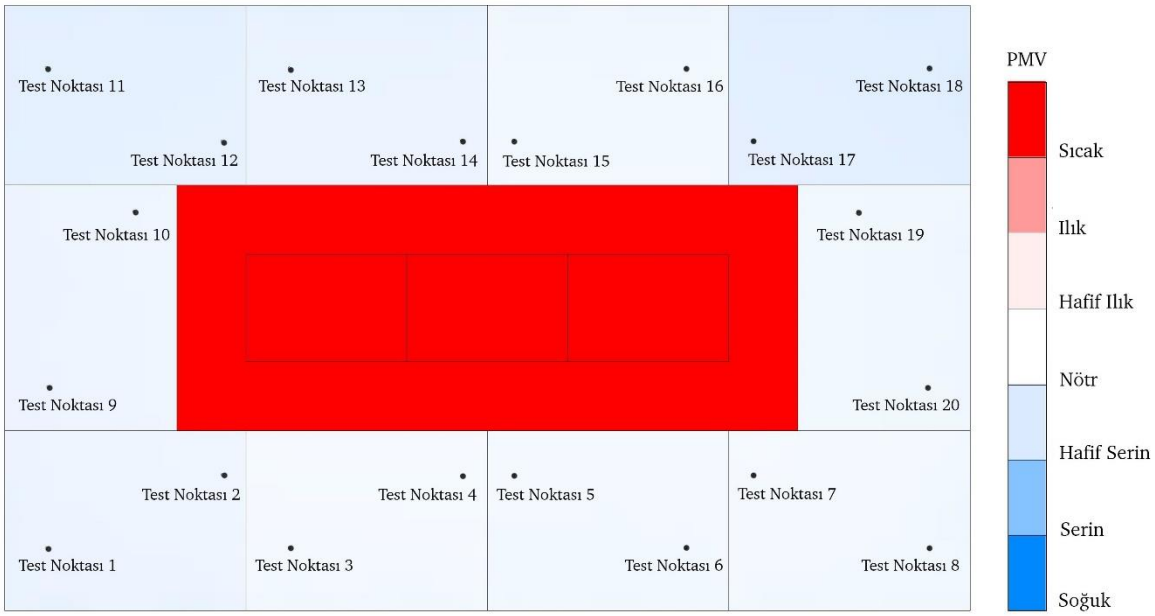
Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
31 Ocak Saat 09.00

Şekil A.7 Bölünmüş ofis plan düzeni 31 Ocak saat 09.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
31 Ocak Saat 12.00

Şekil A.8 Bölünmüş ofis plan düzeni 31 Ocak saat 12.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
31 Ocak Saat 15.00

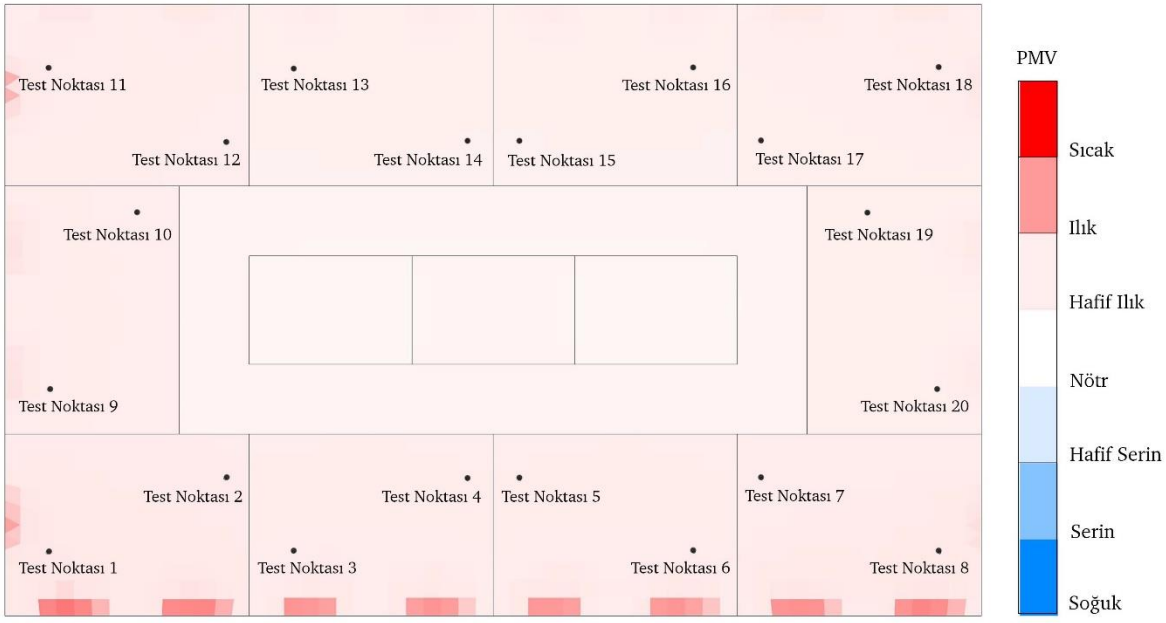
Şekil A.9 Bölünmüş ofis plan düzeni 31 Ocak saat 15.00 PMV grafiği

Bölünmüş ofis plan düzeni 3 Temmuz PMV haritaları;



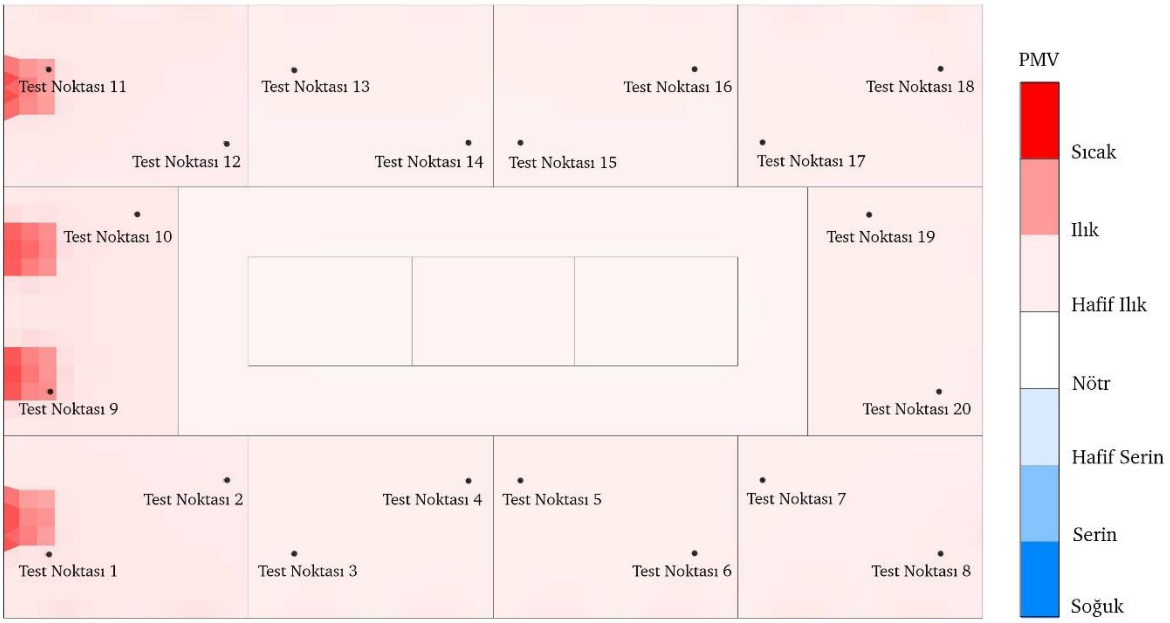
Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
3 Temmuz Saat 09.00

Şekil A.10 Bölünmüş ofis plan düzeni 3 Temmuz saat 09.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
3 Temmuz Saat 12.00

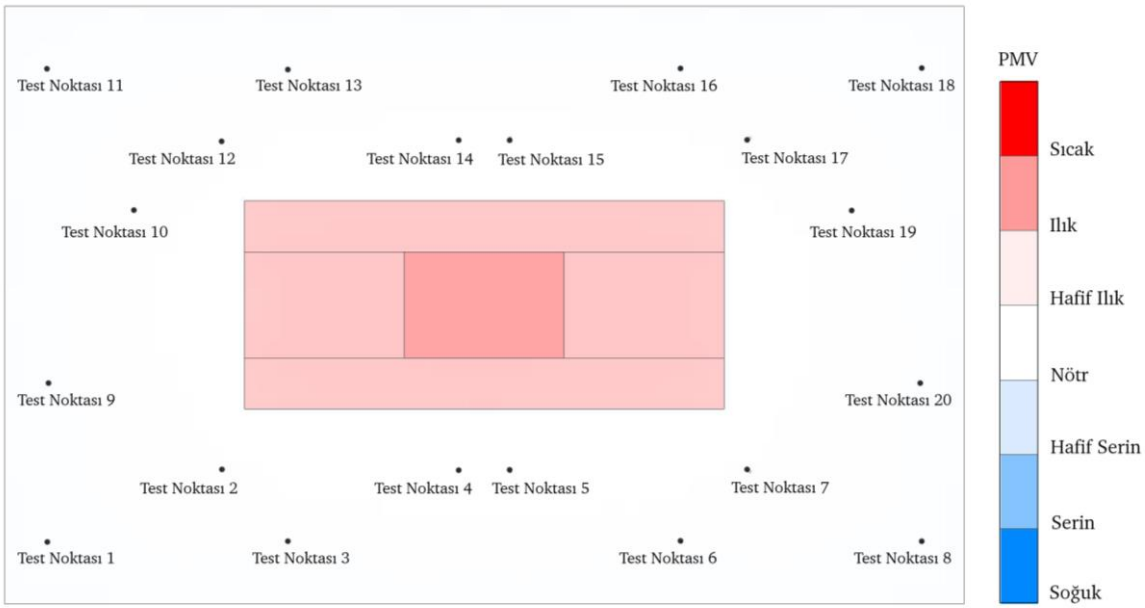
Şekil A.11 Bölünmüş ofis plan düzeni 3 Temmuz saat 12.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
3 Temmuz Saat 15.00

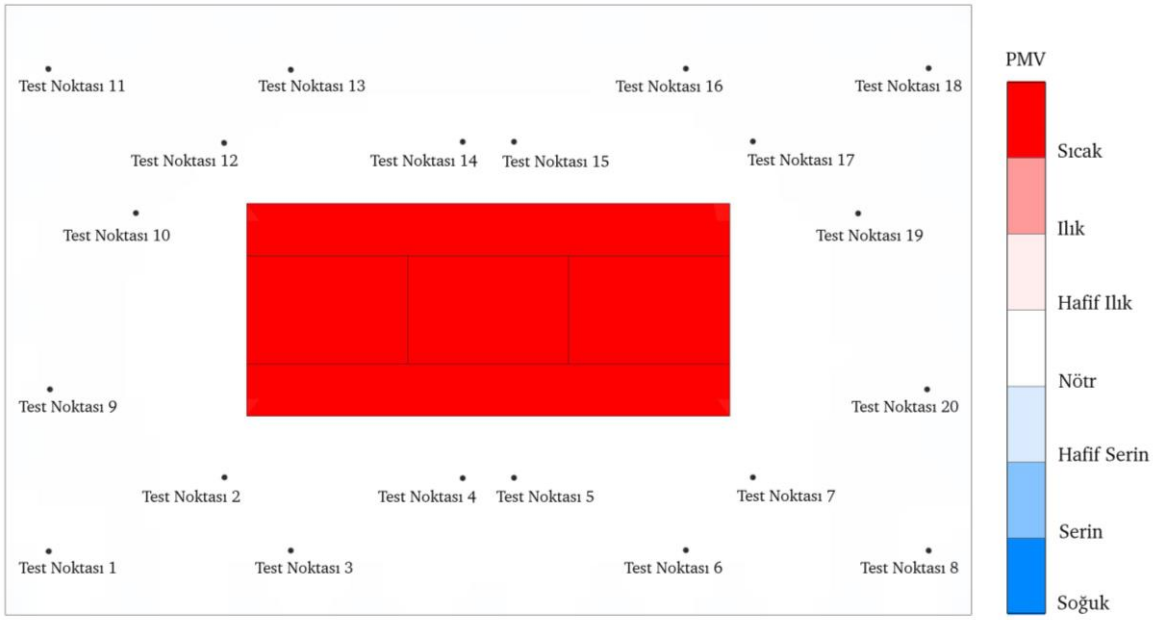
Şekil A.12 Bölünmüş ofis plan düzeni 3 Temmuz saat 15.00 PMV grafiği

Açık ofis plan düzeni 21 Aralık PMV haritaları;



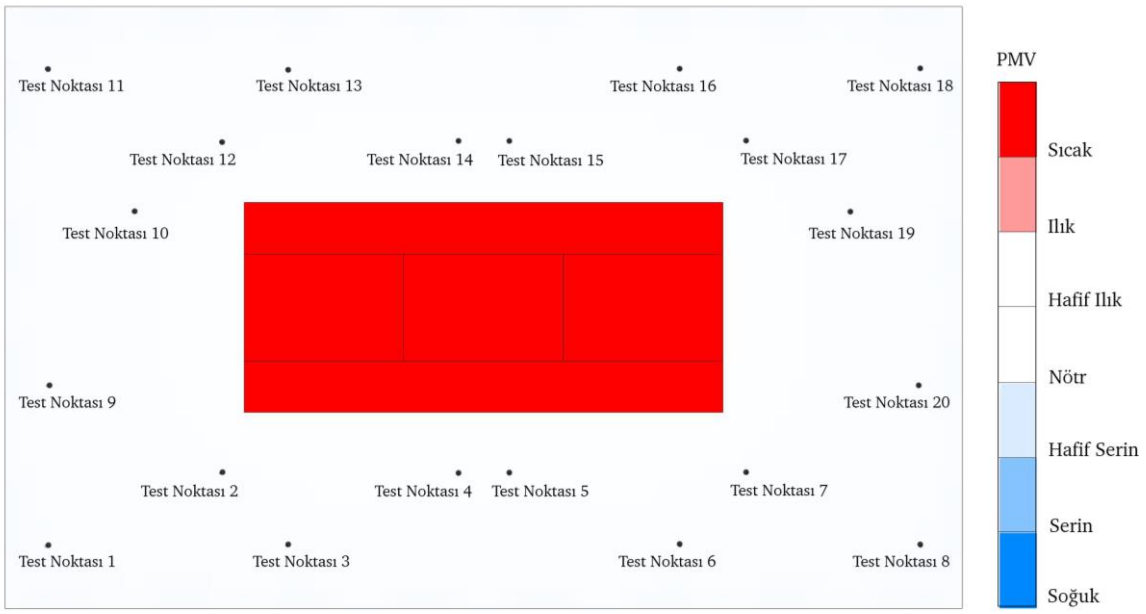
Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Aralık Saat 09.00

Şekil A.13 Açık ofis plan düzeni 21 Aralık saat 09.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Aralık Saat 12.00

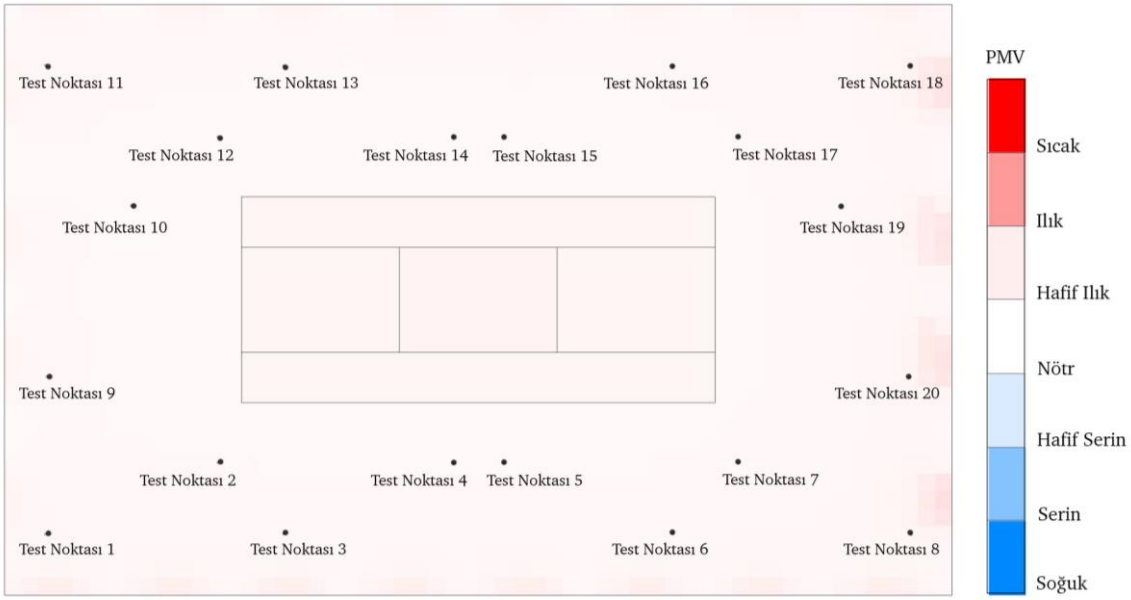
Şekil A.14 Açık ofis plan düzeni 21 Aralık saat 12.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Aralık Saat 15.00

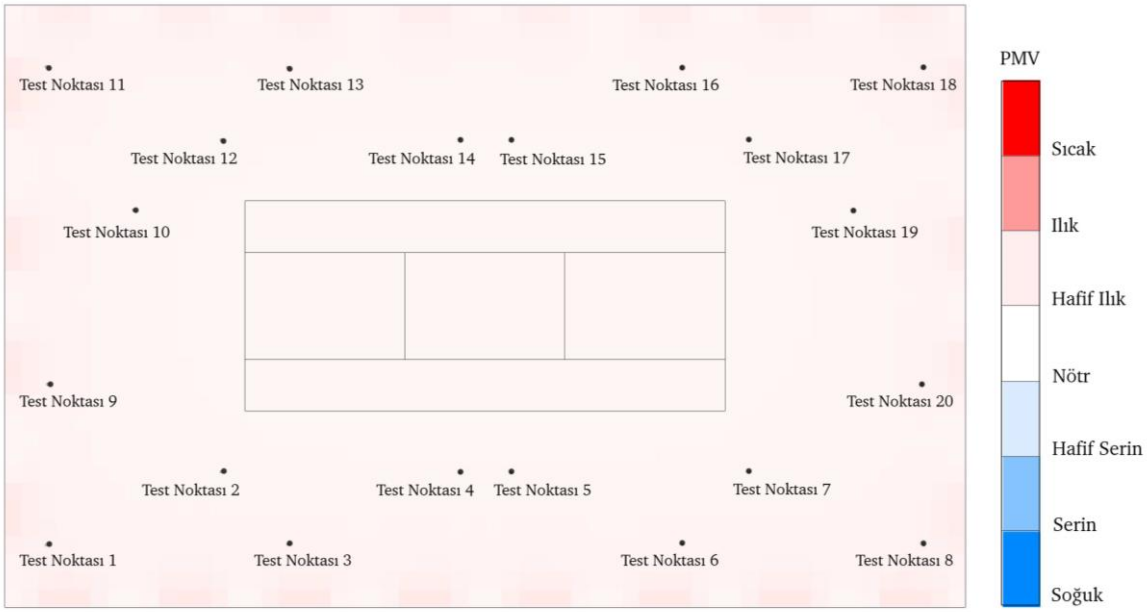
Şekil A.15 Açık ofis plan düzeni 21 Aralık saat 15.00 PMV grafiği

Açık ofis plan düzeni 21 Haziran PMV haritaları;



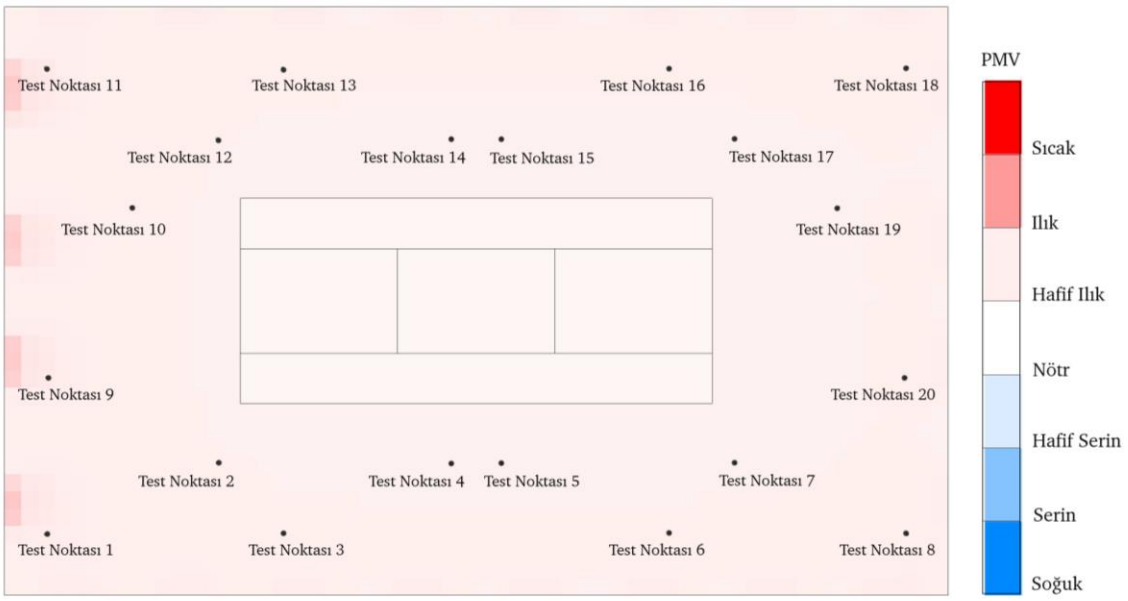
Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Haziran Saat 09.00

Şekil A.16 Açık ofis plan düzeni 21 Haziran saat 09.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Haziran Saat 12.00

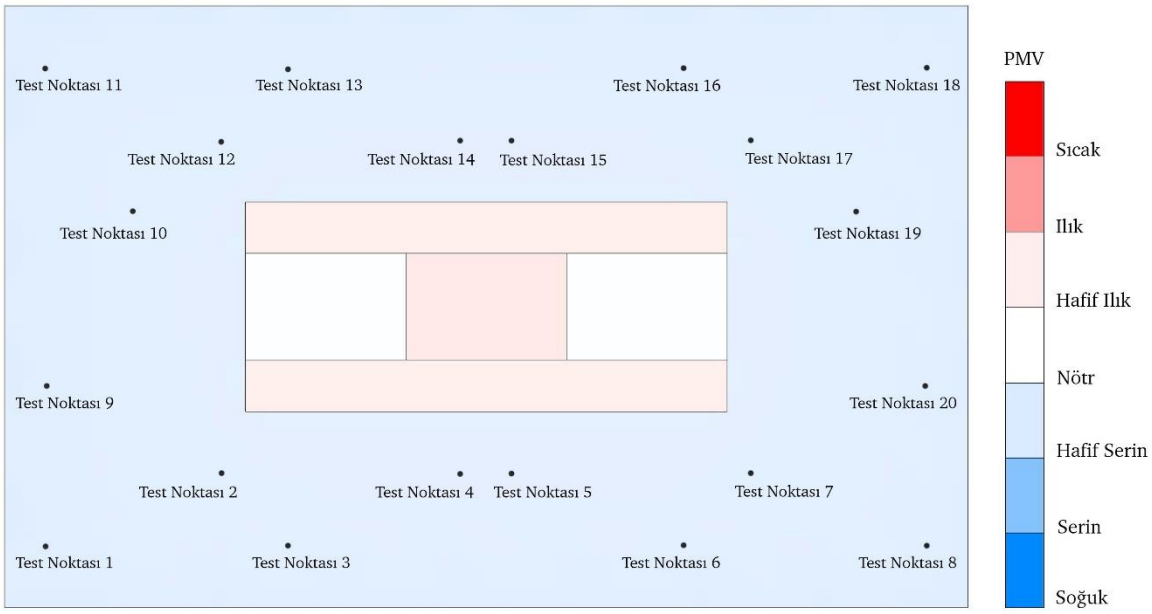
Şekil A.17 Açık ofis plan düzeni 21 Haziran saat 12.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
21 Haziran Saat 15.00

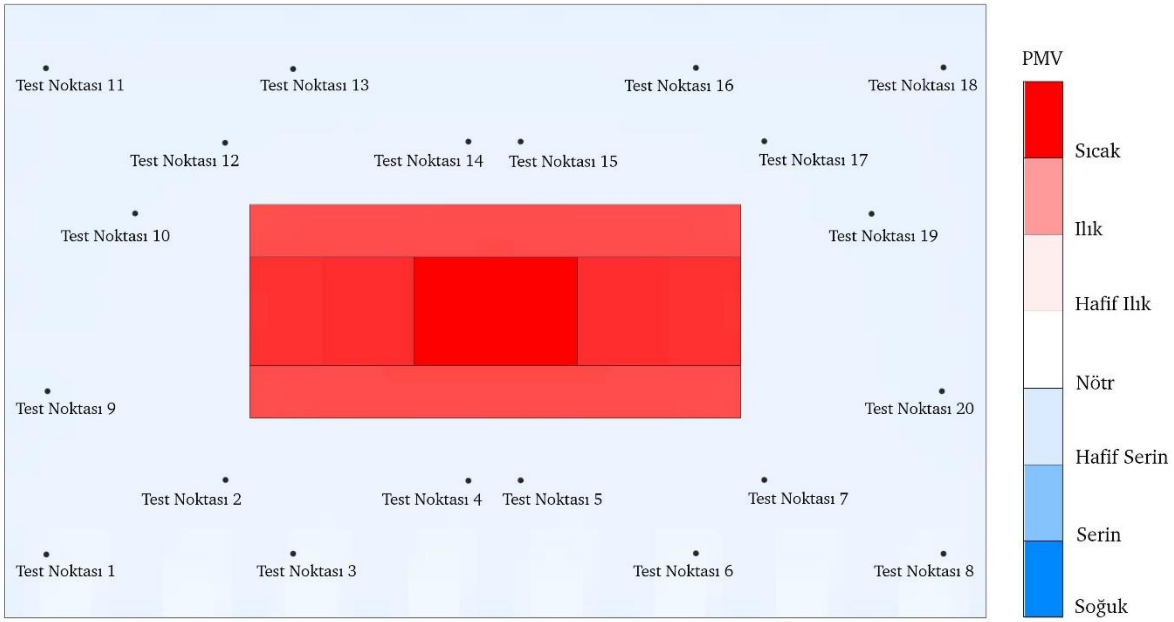
Şekil A.18 Açık ofis plan düzeni 21 Haziran saat 15.00 PMV grafiği

Açık ofis plan düzeni 31 Ocak PMV haritaları;



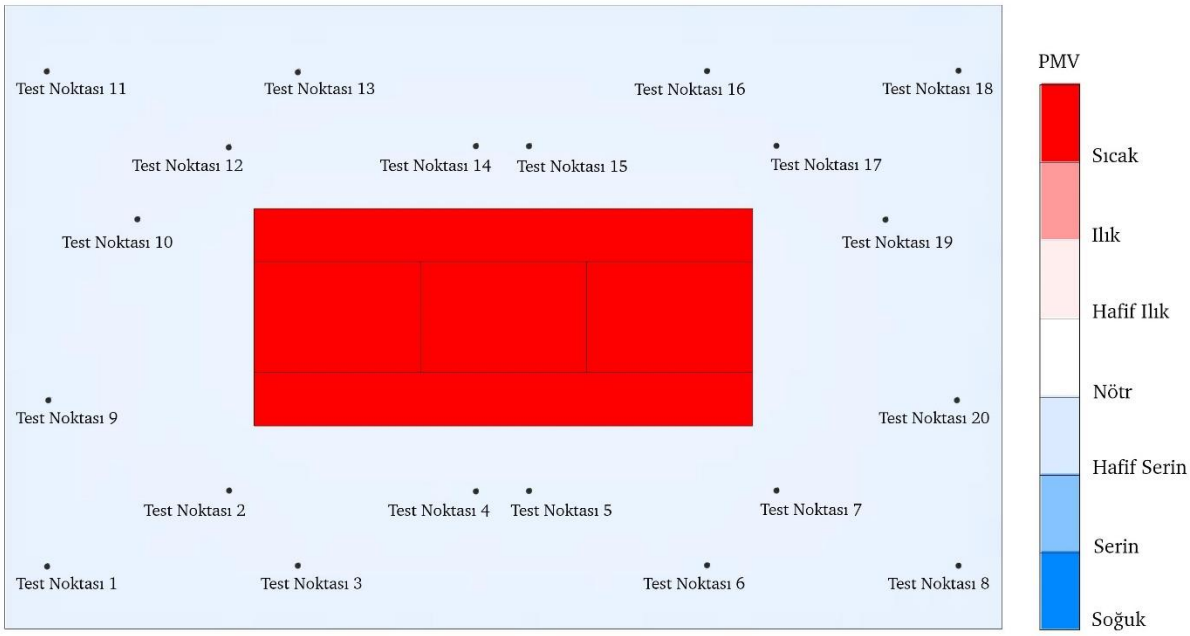
Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
31 Ocak Saat 09.00

Şekil A.19 Açık ofis plan düzeni 31 Ocak saat 09.00



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
31 Ocak Saat 12.00

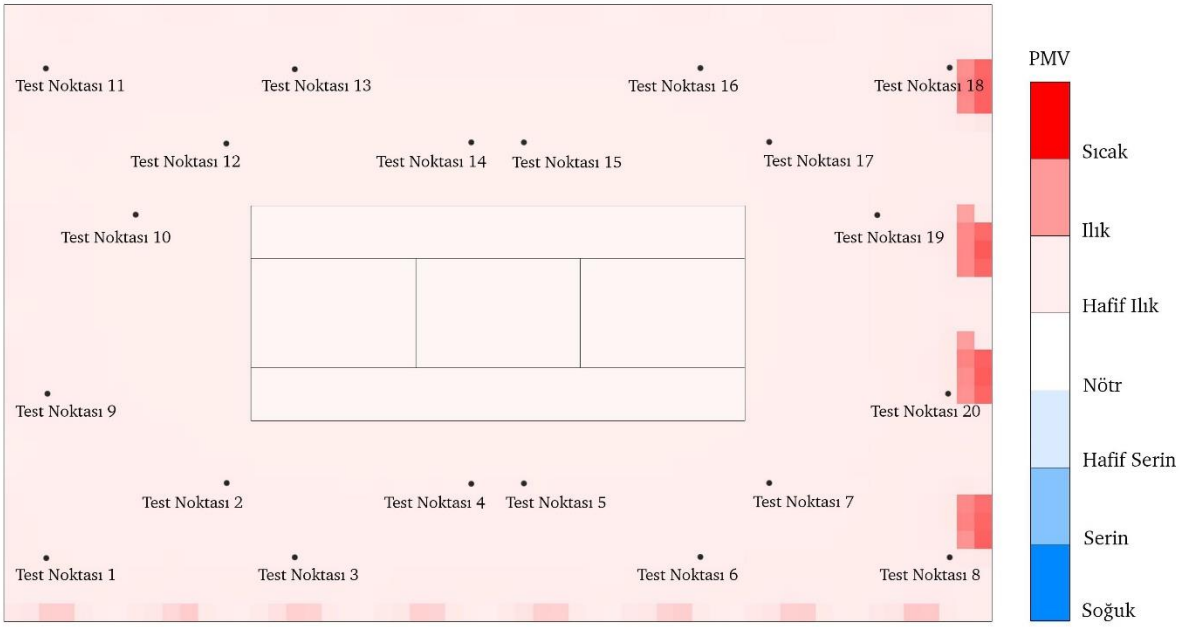
Şekil A.20 Açık ofis plan düzeni 31 Ocak saat 12.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
31 Ocak Saat 15.00

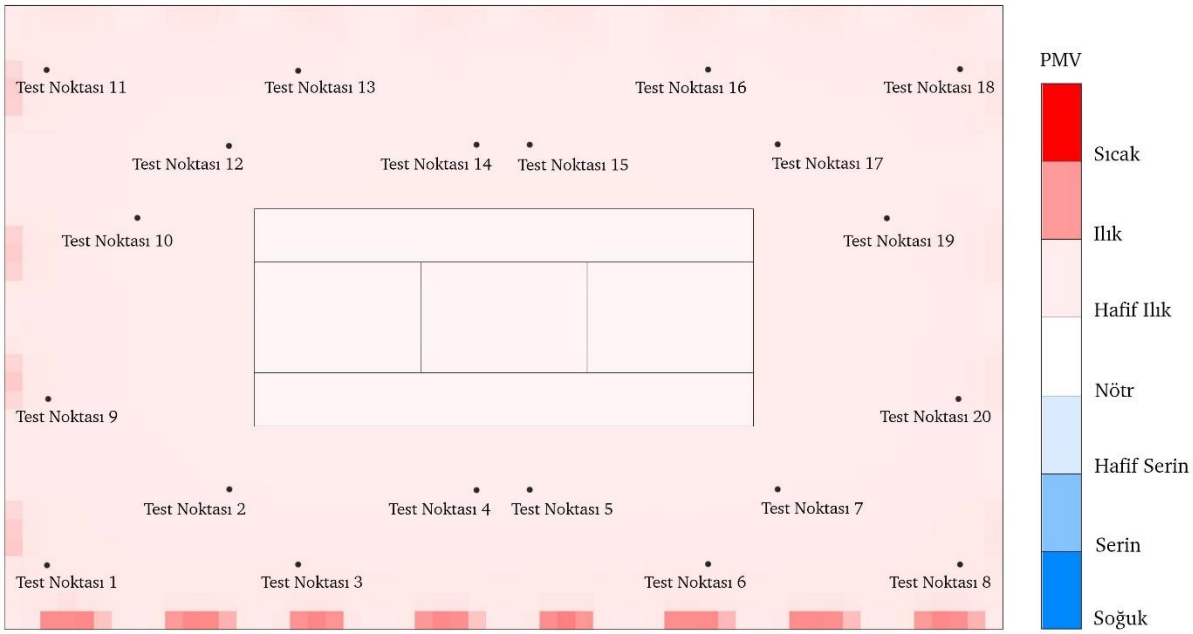
Şekil A.21 Açık ofis plan düzeni 31 Ocak saat 15.00 PMV grafiği

Açık ofis plan düzeni 3 Temmuz PMV haritaları;



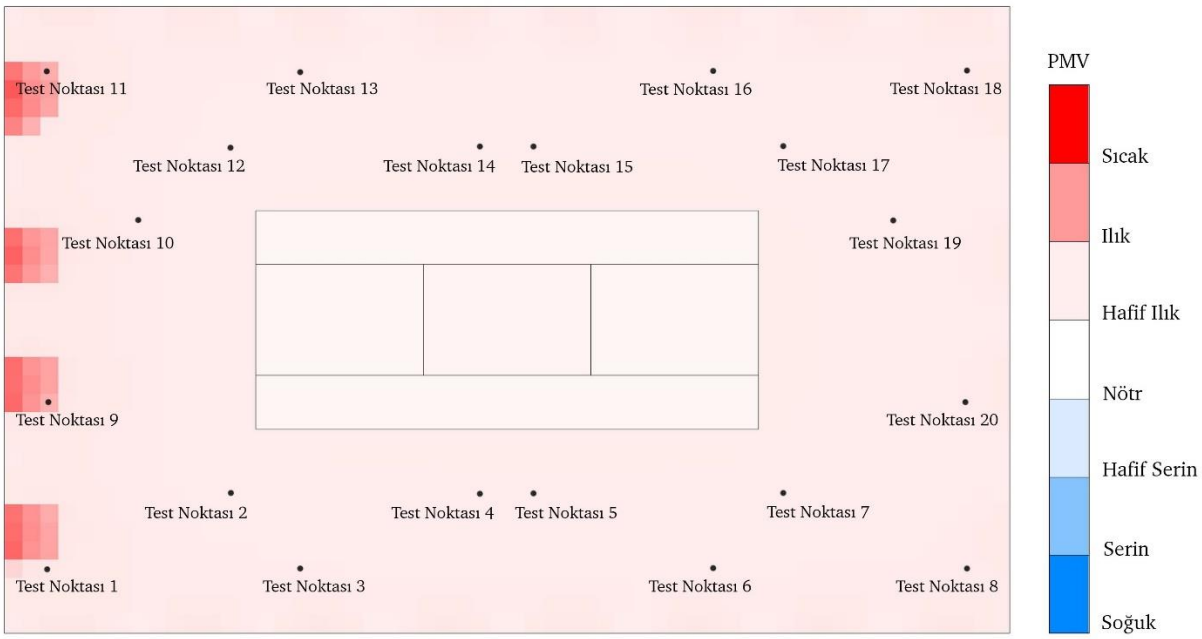
Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
3 Temmuz Saat 09.00

Şekil A.22 Açık ofis plan düzeni 3 Temmuz saat 09.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
3 Temmuz Saat 12.00

Şekil A.23 Açık ofis plan düzeni 3 Temmuz saat 12.00 PMV grafiği



Tahmini Ortalama Oy (Predicted Mean Vote, PMV)
3 Temmuz Saat 15.00

Şekil A.24 Açık ofis plan düzeni 3 Temmuz saat 15.00 PMV grafiği

B
ENERJİ PERFORMANS ANALİZLERİNDE PLAN DÜZENLERİ İÇİN REFERANS SANAL BİNANIN KWH TÜRÜNDEN ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİ

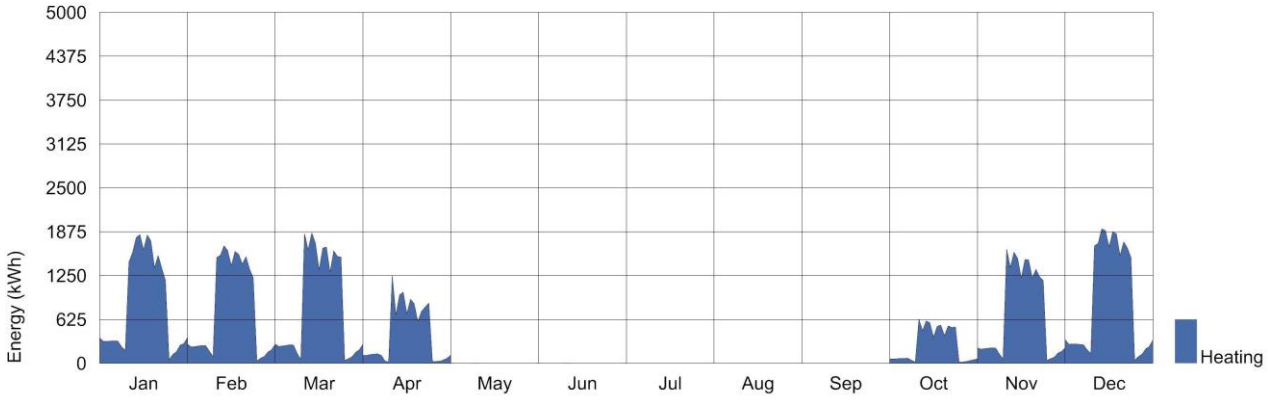
Ek-B, bölünmüş ofis plan düzeni ve açık ofis plan düzenine sahip referans sanal bina için gerçekleştirilen enerji simülasyon analizleri sonucunda elde edilen yıllık enerji tüketim değerleri kWh türünden verilmiştir.

Tablo B.1 Bölünmüş ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın kWh türünden yıllık enerji tüketim değerleri

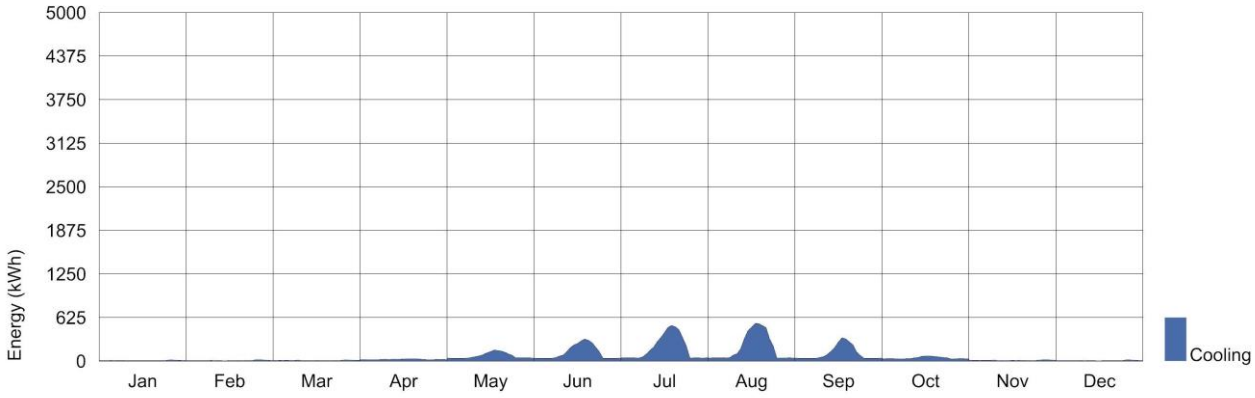
Toplam enerji tüketimi	270827,90 kWh
Isıtma	114498,30 kWh
Soğutma	19433,40 kWh
Aydınlatma	44107,35 kWh
Elektrik Ekipmanları	74869,55 kWh
Fan	17919,30 kWh

Tablo B.2 Açık ofis plan düzenine sahip referans sanal binanın kWh türünden yıllık enerji tüketim değerleri

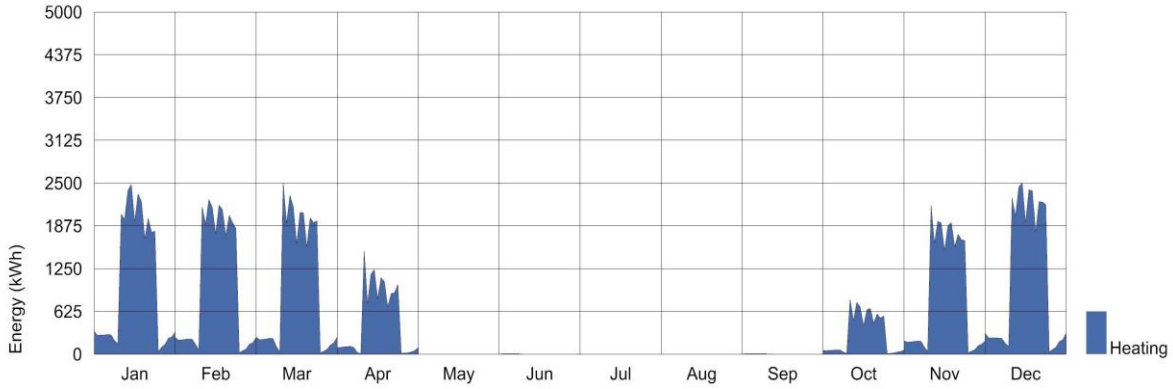
Toplam enerji tüketimi	303589,30 kWh
Isıtma	140333,55 kWh
Soğutma	14195,30 kWh
Aydınlatma	38798,20 kWh
Elektrik Ekipmanları	88320,05 kWh
Fan	21942,20 kWh



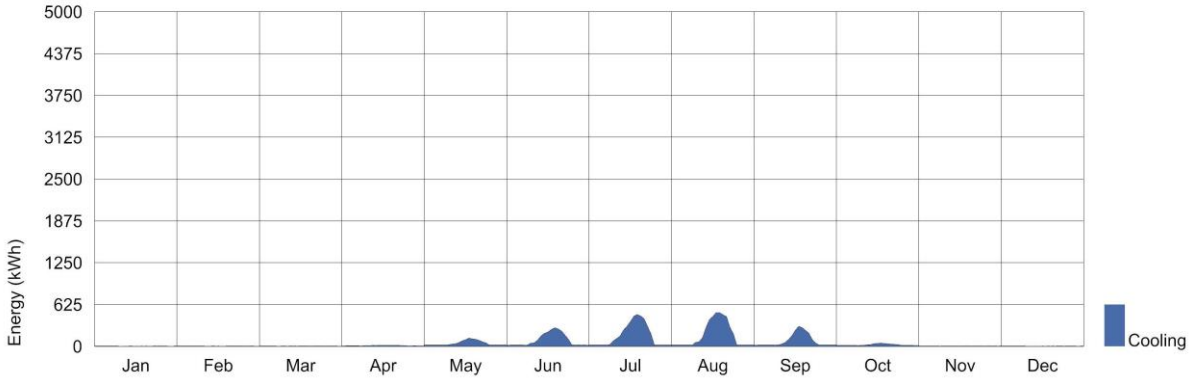
Şekil B.1 Bölünmüş ofis plan düzeni yıllık ısıtma enerjisi tüketim grafiği



Şekil B.2 Bölünmüş ofis plan düzeni yıllık soğutma enerjisi tüketim grafiği



Şekil B.3 Açık ofis plan düzeni yıllık ısıtma enerjisi tüketim grafiği



Şekil B.4 Açık ofis plan düzeni yıllık soğutma enerjisi tüketim grafiği

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. T. Atsız, G. Zorer Gedik, “Ofis yapılarında ısıl konfor koşullarının iyileştirilmesi için iç mekân organizasyonunun parametrik analizi”, (Özet, Bildiri, Sözlü Sunum), 5. Uluslararası Mimarlık ve Şehircilikte Çağdaş Yaklaşımlar Konferansı, Bildiri Kitabı, sf. 233-241, Alanya HEP Üniversitesi, Antalya, 11-13 Mayıs 2022.