

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖLGELEME ARAÇLARININ MEKANIN TOPLAM SOĞUTMA YÜKLERİ
AÇISINDAN ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GELİŞTİRİLEN
YÖNTEM**

**DOKTORA TEZİ
Neslihan Türkmenoğlu BAYRAKTAR**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Yapı Bilimleri

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Vildan OK

KASIM 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖLGELEME ARAÇLARININ MEKANIN TOPLAM SOĞUTMA YÜKLERİ
AÇISINDAN ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GELİŞTİRİLEN
YÖNTEM**

**DOKTORA TEZİ
Neslihan Türkmenoğlu BAYRAKTAR
(502022213)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Temmuz 2008

Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Kasım 2008

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Vildan OK (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zerrin YILMAZ (İTÜ)
Prof. Dr. Cem PARMAKSIZOĞLU (İTÜ)
Prof. Dr. Müjgan Şerefhanoglu SÖZEN(YTÜ)
Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY (MSÜ)**

KASIM 2008

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam değerli bilim kadını sayın Prof.Dr. Vildan OK' a çok teşekkür ederim. Ayrıca tez izleme komitesi üyeleri değerli hocalarım Prof.Dr. Zerrin YILMAZ ve Prof.Dr. Cem PARMAKSIZOĞLU'na bilimsel katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim. Tezin birçok aşamasında yardımlarından ve yorumlarından dolayı sayın Doç.Dr. Murat ÇAKAN' a çok teşekkür ederim.

Deneyisel çalışmalarda yardımını esirgemeyen Öğr.Gör. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER' e, Arş.Gör. Enes YASA' ya, Melih FİDANOĞLU' na teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteğini esirgemeyen eşim Önder BAYRAKTAR'a çok teşekkür ederim. Ayrıca doktora tez çalışmalarım sırasında bana her zaman anlayış ve sabır gösterip yardımları ile oğluma ikinci anne ve baba olan sevgili annem Güler TÜRKMENOĞLU, babam Serdar TÜRKMENOĞLU'na, desteklerini her zaman hissettiğim sevgili kayınvalidem Rezzan BAYRAKTAR, kayınpederim Ethem BAYRAKTAR'a, manevi desteği ile çalışmanın zor aşamalarında beni motive eden teyzem Gülümser ÖZBAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ona daha iyisini, doğrusunu sunabilme, iyi bir örnek teşkil etme gayretimle, kendimi aşmada biricik ilham kaynağım olan canım oğlum Onur BAYRAKTAR' a sonsuz teşekkür ederim.
Herşey senin için.

Kasım 2008

Neslihan T. BAYRAKTAR

Yüksek Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	xii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. KONU ALTYAPISI	4
2.1 Gölgeleme Araçları	4
2.2 Mekanın Pasif Soğutma Sistemi Olarak Tasarlanmasında Rüzgarın Rolü	5
2.3 İç Mekan Isı Kazanım Bileşenleri	8
2.4 Soğutma Yüğü Hesaplama Modeli; Isı Dengesi Metodu'nun Tanıtımı	10
2.5 Soğutma Yüğü Hesabında Kullanılan Enegyplus Programının Tanıtılması	12
3. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMUNDA GÖLGELEME ARAÇ ETKİLERİNİ ELE ALAN YÖNTEMLERİN TANITILMASI	14
3.1 Gölgeleme Araçlarının Mekanda Güneş ışıını Girişine Etkilerini İnceleyen Çalışmalar;	15
3.2 Gölgeleme Araçlarının Mekana Hava Akımı Girişine Etkilerini İnceleyen Çalışmalar	17
3.3 Ortalama Taşınım Katsayısı Hesabı için İfadeler Öneren Yöntemler	19
3.4 Boşaltım Katsayısı Hesabı için İfadeler Öneren Yöntemler	20
3.5 Yöntemlerin Tartışılması	20
4. GÖLGELEME ARAÇLARININ TOPLAM SOĞUTMA YÜKLERİ AÇISINDAN ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GELİŞTİRİLEN YÖNTEM	21
4.1 Problemin Tanımı	21
4.2 Yaklaşımın Amacı	22
4.3 Hipotez	22
4.4 Yaklaşımındaki Sınırlandırmalar	23
4.5 Yaklaşımın Kapsamı	23
4.6 Yöntemin Adımları	27
4.6.1 Gölgeleme araçlarının güneş ışıını engelleme etkilerinin soğutma yük hesabında ele alını aşamaları ve adımları	27
4.6.2 Gölgeleme araçlarının ön açıklık hacimsel debiye etkilerinin soğutma yük hesabında ele alını aşamaları	29
4.6.3 Gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarına etkilerinin soğutma yük hesabında ele alını aşamaları	31
4.7 Yöntemin Pilot Bölgede Örnek Bina için Uygulanmasında Ele Alınan Değişkenler	32
4.7.1 Bina geometrisinin tanımlanması	32
4.7.2 Bina kabuğuna ait girdiler	33
4.7.3 İncelenen gölgeleme aracı alternatifleri	35
4.7.4 İklimsel veriler	35
5. DENEYSEL ÇALIŞMA	37
5.1 Deneysel Çalışmada Kullanılan Araçların Tanıtımı	37
5.1.1 Rüzgar tüneli	38
5.1.2 Hız deneylerinde kullanılan donanım	39
5.1.3 Basınç deneylerinde kullanılan donanım	39
5.1.4 Model ölçeği benzetimi- model ve gölgeleme aracı boyutları	39

5.2 Modelde İç Hız Ölçüm Noktaları	41
5.3 Modelde Basınç Ölçüm Noktaları	43
5.4 Deneysel Çalışma Bulguları	45
5.4.1 İç hız ölçüm bulguları	45
5.4.1.1 8.6 m/s GH'da model içi referans noktalarda ölçülen hızlar	45
5.4.1.2 İç hava hareketi hızlarının diğer çalışmalarla karşılaştırılması	48
5.4.2 Ön ve arka yüzey basınç ölçüm bulguları	51
5.4.2.1 8.6 m/s GH'da model ön yüzeyinde ortalama basınç katsayıları	53
5.4.2.2 8.6 m/s GH'da model arka yüzeyinde ortalama basınç katsayıları	53
6. HESAP AŞAMALARI	55
6.1 Gölgeleme Aracı Tipine Göre Değişen İç Yüzey Ortalama Taşınım Katsayılarının Hesaplanması	56
6.1.1 Arka yüzey ortalama taşınım katsayısı hesap bulguları	56
6.1.2 Tavan ortalama taşınım katsayısı hesap bulguları	58
6.1.3 Zemin ortalama taşınım katsayısı hesap bulguları	60
6.2 Gölgeleme Aracı Takılı Durumda Ön Açıklık Hacimsel Debisinin hesaplanması	62
6.2.1 Gölgeleme aracı tipine bağlı ön açıklık boşaltım katsayısının hesaplanması	63
6.2.1.1 Boşaltım katsayısı hesabı- ön, arka cephe ortalama basınç katsayısı bulguları	64
6.2.1.2 Boşaltım katsayısı hesabı- Ön açıklık boşluk alanları	65
6.2.1.3 Boşaltım katsayısı hesabı- referans hızların hesaplanması	66
6.2.1.4 Boşaltım katsayısı hesabı- pencere yakınında oluşan bölgesel hızların hesaplanması	67
6.2.1.5 Boşaltım katsayısı hesap bulguları	67
6.2.2 Ön açıklık hacimsel debi hesabı bulguları	69
7. SOĞUTMA YÜKÜ HESABI BULGULARI	71
7.1 Mekanda Gölgeleme Araçlarının Etkisi Ortaya Koyan Isı Kazanımları	74
7.1.1 Gölgeleme araçlarının pencerede oluşturdukları boşluklardan güneş ışınlamı geçirilişine bağlı olarak mekan ısı kazanımlarına etkisi	75
7.1.1.1 İç opak yüzeylerden güneş yolu ile kazanım bulguları	77
7.1.1.2 Ön pencereden güneş yolu ile kazanım bulguları	80
7.1.2 Gölgeleme araçlarının hava akım geçirilişine bağlı olarak mekan ısı kazanımlarına etkisini ortaya koyan bulgular	81
7.1.3 Gölgeleme araçlarının etkisi ile değişen odanın yüzeylerden taşınım yolu ile ısı kazanımlar ve kayıplarına ait bulgular	82
7.2 Mekanda Oluşan Toplam Isıl Yükler	84
7.3 Gölgeleme Araçlarının Güneş Işınlamı ve Hava Akım Geçiriliş Etkisi ile Oluşan Toplam Yüklere Bağlı Olarak Etkinliği	86
8. SONUÇLAR	91
8.1 Yöntemin Getirdiği Yenilikler	93
8.2 İleriye Dönük Yapılması Gereken Çalışmalar	94
KAYNAKLAR	96
EKLER	104
ÖZGEÇMİŞ	140

KISALTMALAR

ESD	:En sıcak dönem
CFD	:Computational fluid Dynamics
IWEC	:The International Weather for Energy Calculation
MD	:Motor devir
GH	:Gradyan hız
RTS	:‘Işınım zaman serisi’ soğutma yükü hesap yöntemi
HB	:‘Isı dengesi’ soğutma yükü hesap yöntemi
F.Ç.K.	:Fiziksel çevre kontrolü
2.1-CPE-YPK-90	:Cepheye Paralel Eleman-Yere Paralel Kanat-90°
2.2-CPE-YPK-45	:Cepheye Paralel Eleman-Yere Paralel Kanat-45°
3.1-CDE-CPK-90	:Cepheye Dik Eleman-Yüzeye Paralel Kanat-90°
3.2-CDE-CPK-45	:Cepheye Dik Eleman-Yüzeye Paralel Kanat-45°
1SiM1	:Gölgeleme araçsız pencere kapalı durum seçeneğinde yapılan iç mekan ısı kazanım, kayıp hesabı
1SiM2	:Gölgeleme araçsız pencere açık durum seçeneğinde iç mekan ısı kazanım, kayıp hesabı
2.1SiM4	:2.1 nolu gölgeleme aracı takılı pencere açık durum seçeneğinde iç mekan ısı kazanım, kayıp hesabı
2.2SiM8	:2.2 nolu gölgeleme aracı takılı pencere açık durum seçeneğinde iç mekan ısı kazanım, kayıp hesabı
3.1SiM11	:3.1 nolu gölgeleme aracı takılı pencere açık durum seçeneğinde iç mekan ısı kazanım, kayıp hesabı
3.2SiM14	:3.2 nolu gölgeleme aracı takılı pencere açık durum seçeneğinde iç mekan ısı kazanım, kayıp hesabı
1SiM3kap.pen.	:Gölgeleme araçsız pencere kapalı durum seçeneğinde iç mekan soğutma yükü hesabı
1SiM3ac.pen.	:Gölgeleme araçsız pencere açık durum seçeneğinde iç mekan soğutma yükü hesabı
2.1SiM5ac.pen.	:2.1 nolu gölgeleme aracı takılı pencere açık durum seçeneğinde iç mekan soğutma yükü hesabı
2.2SiM9ac.pen.	:2.2 nolu gölgeleme aracı takılı pencere açık durum seçeneğinde iç mekan soğutma yükü hesabı
3.1SiM12ac.pen.	:3.1 nolu gölgeleme aracı takılı pencere açık durumda yapılan 11 nolu iç mekan soğutma yükü hesabı
3.2SiM15ac.pen.	:3.2 nolu gölgeleme aracı takılı pencere açık durum seçeneğinde iç mekan soğutma yükü hesabı

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 5. 1: 8.6 m/s GH' da model ön yüzey ortalama basınç katsayıları	53
Tablo 5. 2: 8.6 m/s GH' da model ön yüzey ortalama basınç katsayıları	54
Tablo 6. 1: C1-122 Noktasında tüm alternatifler için 8.6 m/s GH'da ölçülen hızlar..	57
Tablo 6. 2: 8.6 m/s GH'da tüm alternatifler için hesaplanan arka iç yüzey ortalama taşınım katsayıları	57
Tablo 6. 3: 8.6 m/s GH'da tüm alternatiflerde tavan yüzeyine en yakın 41.noktalarda ölçülen hız değerleri	59
Tablo 6. 4: 8.6 m/s GH'da tüm alternatiflerde tavan yüzeyine en yakın 41.noktalarda hesaplanan ortalama taşınım katsayıları	59
Tablo 6. 5: 8.6 m/s GH'da tüm alternatiflerde zemin yüzeyine en yakın noktalarda ölçülen hızlar	61
Tablo 6. 6: 8.6 m/s GH'da tüm alternatiflerde zemin yüzeyine en yakın noktalarda hesaplanan ortalama taşınım katsayıları	61
Tablo 6. 7: 8.6 m/ GH'da ön cephe ve ön cephe pencere hizası ortalama basınç katsayıları	65
Tablo 6. 8: Tüm arka cephe ve arka pencere hizası ortalama basınç katsayıları.....	65
Tablo 6. 9: Gölgeleme araçları ile değişen ön pencere boşluk alanları	65
Tablo 6. 10: Referans noktada elde edilen hızlar	66
Tablo 6. 11: Ön pencerede oluşan ortalama lokal hızlar.....	67
Tablo 6. 12: Boş ve gölgeleme araçlı, ön pencere boşaltım katsayısı değerleri.....	68
Tablo 6. 13: 8.6 m/s GH'da farklı gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık hacimsel debi miktarları bulguları	69
Tablo 7. 1: 8.6 m/s rüzgar hızları için yapılan tüm soğutma yükü benzetişimleri.....	72
Tablo 7. 2: 8.6 m/s rüzgar hızları için yapılan tüm soğutma yükü benzetişimleri.....	73
Tablo 7. 3: Energyplus'ta elde edilen net toplam direk ışıınım miktarları ve 3DstudioViz'da bulunan gölgesiz alanlar	76
Tablo 7. 4: Energyplus ve 3DstudioViz'da döşemeye düşen ışıınım miktarları	76
Tablo C. 1: Gölgeleme aracı takılı olmadığı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi	117
Tablo C. 2: 90° açık kanatlı yüzeye paralel eleman, (2.1) takılı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi	117
Tablo C. 3: 45° açık kanatlı yüzeye paralel eleman, (2.2) takılı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi	118
Tablo C. 4: 90° açık kanatlı yüzeye dik eleman, (3.1) takılı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi	118
Tablo C. 5: 45° açık kanatlı yüzeye dik eleman, (3.2) takılı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi	119
Tablo D. 1: Model ön yüzeyinde B1, B2, B2', C1, D1', D1, D2 akslarında ölçülen voltaj değerleri ile hesaplanan basınç katsayıları	121
Tablo D. 2: Model arka yüzeyinde C1 aksında ölçülen voltaj değerleri ile hesaplanan basınç katsayıları	122
Tablo E. 1: Ön açıklık boşaltım katsayılarının hesaplanması	124
Tablo F. 1: 8.6 m/s rüzgar hızında, pencere açık ve gölgeleme aracı takılı olmadığı durum [1SİM3ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	126

Tablo F. 2: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve gölgeleme aracı takılı olmadığı durum [1.SİM3kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	127
Tablo F. 3: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere açık ve yere paralel 90o kanatlı, cepheye paralel gölgeleme aracı takılı durum [2.1SİM5.ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	128
Tablo F. 4: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve yere paralel 90o kanatlı, cepheye paralel gölgeleme aracı takılı durum [2.1SİM5.kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	129
Tablo F. 5: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere açık ve yere paralel 45o kanatlı, cepheye paralel gölgeleme aracı takılı durum [2.2SİM9.ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	130
Tablo F. 6: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve yere paralel 45o kanatlı, cepheye paralel gölgeleme aracı takılı durum [2.2SİM9.kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	131
Tablo F. 7: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere açık ve cepheye paralel 90o kanatlı, cepheye dik gölgeleme aracı takılı durum [3.1SİM12.ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	132
Tablo F. 8: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve cepheye paralel 90° kanatlı, cepheye dik gölgeleme aracı takılı durum [3.1SİM12.kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	133
Tablo F. 9: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere açık ve cepheye paralel 45° kanatlı, cepheye dik gölgeleme aracı takılı durum [3.2SİM15.ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	134
Tablo F. 10: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve cepheye paralel 45° kanatlı, cepheye dik gölgeleme aracı takılı durum [3.2SİM15.kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler	135
Tablo F. 11: Gölgeleme araçsız ve takılı durumlarda, güneş ışıınımı ve 8.6 m/s rüzgar hızına bağlı olarak iç ortam sıcaklıklarının gün içerisindeki saatlik değişimleri	136

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 : Gölgeleme aracı takılı durumda mekanın ısı kazanım bileşenleri	9
Şekil 2. 2 : Isı dengesi Metodu ana teması (ASHRAE-Isı dengesi, 2005).....	11
Şekil 4. 1 : Gölgeleme araçlarının toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerinin değerlendirilme yöntemi aşamaları	25
Şekil 4. 2 : Gölgeleme araçlarının toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerini değerlendirme yöntemi aşamaları(devamı)	26
Şekil 4. 3 : Ofis plan ve kesit	33
Şekil 4. 4 : Ele alınan örnek binaya ait zemin, tavan, ve duvar detayları	34
Şekil 4. 5 : Gölgeleme aracının cephedeki yerleşimi ve kanat açılarının değiştirilmesi ile türetilmiş alternatifleri	35
Şekil 5. 1 : Tünelin genel görünümü	38
Şekil 5. 2 : Rüzgar tüneline yerleştirilen pleksiglas model	40
Şekil 5. 3 : Modelin tünelde yerleşimi	40
Şekil 5. 4 : Gölgeleme aracının cephedeki yerleşimi	41
Şekil 5. 5 : Ölçüm noktalarının planda ve kesitte yerleşimi	42
Şekil 5. 6 : Maket içinde dikine ölçüm noktaları	43
Şekil 5. 7 : Ön cephede basınç ölçüm prizleri.....	44
Şekil 5. 8 : Deney Düzeneği.....	44
Şekil 5. 9 : 1-Boş durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar (8.6 m/s GH).....	46
Şekil 5. 10: 2.1 nolu alternatif takılı durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar.....	46
Şekil 5. 11: 2.2 nolu alternatif takılı durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar.....	47
Şekil 5. 12: 3.1 nolu alternatif takılı durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar.....	47
Şekil 5. 13: 3.2 nolu alternatif takılı durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar.....	48
Şekil 5. 14: Boş durum duman deneyi ve CFD simülasyon sonuçları	49
Şekil 5. 15: 2.1 ve 2.2 alternatifleri için duman deneyi ve CFD simülasyon sonuçları	50
Şekil 5. 16: 3.1 ve 3.2 alternatifleri için duman deneyi ve CFD simülasyon sonuçları	51
Şekil 5. 17: 8.6 m/s GH'da tüm seçenekler için model ön yüzey c1 akısında elde basınç katsayıları.....	52
Şekil 5. 18: 8.6 m/s GH'da tüm seçenekler için model arka yüzey C1 akısında elde basınç katsayıları.....	53
Şekil 6. 1 : Arka yüzey ortalama taşınım katsayısı hesabında kullanılan ölçüm noktaları	56
Şekil 6. 2 : 8.6 m/s GH'da tüm alternatifler için arka yüzey ortalama taşınım katsayıları	58
Şekil 6. 3 : Tavan yüzeyi ortalama taşınım katsayısı hesabında kullanılan ölçüm noktaları	58
Şekil 6. 4 : 8.6 m/s GH'da tüm alternatifler için model tavanına yakın 41. noktalarda hesaplanan ortalama taşınım katsayıları	60
Şekil 6. 5 : Zemin yüzeyi ortalama taşınım katsayısı hesabında kullanılan ölçüm noktaları	60
Şekil 6. 6 : 8.6 m/s GH'da tüm alternatifler için model zeminine yakın 1. noktalarda hesaplanan ortalama taşınım katsayıları	61
Şekil 6. 7 : Yüzeylere göre ortalama taşınım katsayısı değişimleri	62

Şekil 6. 8 : Basınç ölçümlerinde kullanılan kalibrasyon doğrusu.....	66
Şekil 6. 9 : 6 m/s GH'da farklı gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık için Aynsley ve diğ., (1977) ve Karava, (2006) yaklaşımları ile hesaplanmış boşaltım katsayılarının karşılaştırılması	68
Şekil 6. 10 : 8.6 m/s GH'da farklı gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık için hesaplanmış hacimsel debi miktarlarının karşılaştırılması.....	70
Şekil 7. 1 : 8.6 m/s rüzgar hızında mekanda toplam hissedilen kazanım miktarları	74
Şekil 7. 2 : Pencere kapalı durumda mekanda toplam hissedilen kazanım miktarları	74
Şekil 7. 3 : Energyplus'ta birim döşeme alanına düşen ışıınım miktarı saatlik değişim oranlarının karşılaştırılması.....	77
Şekil 7. 4 : 3DStudioViz'da gölgesiz döşeme alanına düşen ışıınım miktarı saatlik değişim oranı karşılaştırması	77
Şekil 7. 5 : Döşemeye etkiyen güneş ışıınımı miktarları	78
Şekil 7. 6 : 3dViz ile döşemedeki gölgesi/güneşli alanların saatlik değişimi.....	79
Şekil 7. 7 : Batı yönüne bakan iç duvara etkiyen güneş ışıınımı miktarları	80
Şekil 7. 8 : Doğu yönüne bakan iç duvara etkiyen güneş ışıınımı miktarları	80
Şekil 7. 9 : Tüm alternatiflerde odanın pencereden kazanımı	81
Şekil 7. 10 : Tüm alternatiflerde odanın havalandırma yolu ile hissedilen kazanımları	82
Şekil 7. 11 : 8.6 m/s rüzgar hızında tüm alternatiflerde odanın zeminden taşınımıyla ısı kazanımları.....	83
Şekil 7. 12 : 8.6 m/s rüzgar hızında tüm alternatiflerde odanın tavandan taşınımıyla ısı kazanımları.....	83
Şekil 7. 13 : 8.6m/s rüzgar hızında tüm alternatiflerde odanın arka duvardan taşınımıyla ısı kazanımları.....	84
Şekil 7. 14 : 8.6 m/s rüzgar hızında tüm alternatiflerin toplam yükleri	85
Şekil 7. 15 : 8.6 m/s rüzgar hızında pencere kapalı durumda toplam yükler.....	86
Şekil 7. 16 : 01:00-07:00 saatleri arasında pencere açık ve kapalı durumda toplam yükler açısından gölgeleme araçlarının etkinliği.....	87
Şekil 7. 17 : 08:00-18:00 saatleri arasında pencere açık ve kapalı durumda toplam yükler açısından gölgeleme araçlarının etkinliği.....	89
Şekil 7. 18 : 19:00-24:00 saatleri arasında pencere açık ve kapalı durumda toplam yükler açısından gölgeleme araçlarının etkinliği.....	90
Şekil A. 1 : Energyplus programının ana kurgusu	105
Şekil A. 2 : Energyplus programı ara modülleri	105
Şekil B. 1 : Bina arazi koşulları ve güneş ışıınımlarının etkilediği yüzeylerin belirtildiği arayüz	107
Şekil B. 2 : Binanın yer aldığı enlem boylam bilgilerinin belirtildiği arayüz	107
Şekil B. 3 : Bina yerleşimine ait iklimsel verilerin belirtildiği arayüz.....	108
Şekil B. 4 : Bina ön yüzeyinde yer alan gölgeleme araçları kordinatlarının belirtildiği arayüz	109
Şekil B. 5 : Bina yüzey kordinatlarının belirtildiği arayüz.....	110
Şekil B. 6 : Duvar katmanlarının belirtildiği arayüz	111
Şekil B. 7 : Yaz ve kış döneminde bina iç konfor şartlarının belirtildiği arayüz.....	112
Şekil B. 8 : İç yüzey ortalama taşınım katsayılarının belirtildiği arayüz	113
Şekil B. 9 : Doğal havalandırmada pencereye etkiyen referans hızların belirtildiği arayüz.	114
Şekil B. 10 : Ön ve arka açıklık boşaltım katsayılarının belirtildiği arayüz.....	114
Şekil B. 11 : Ön ve arka yüzey basınç katsayılarının belirtildiği arayüz.	115
Şekil B. 12 : Soğutma yükü hesabı için aktif sistem tanımlanması	115
Şekil G. 1 : 21 Ağustos tarihinde doğu yönüne bakan model iç yüzeyinde saatlik gölgesi ve gölgesiz alanlar.....	138

Şekil G. 2: 21 Ağustos tarihinde batı yönüne bakan model iç yüzeyinde saatlik gölgeli ve gölgesiz alanlar.....139

SEMBOL LİSTESİ

P_D	: Dinamik basınç, Pa
ρ	: Yoğunluk, kg/m ³
$\dot{m}$	: Kütleli hava debisi, kg/s
C_d	: Boşaltım katsayısı
A	: Giriş açıklığı, m ²
ΔP	: Giriş çıkış açıklığı basınç farkları
q_t, q_{conv}	: Dış hava ile taşınım ile ısı akısı değişimi, W/m ²
h_c	: Ortalama taşınım katsayısı, W/m ² -K
T_y	: Yüzey sıcaklık, C
T_{hava}	: Hava sıcaklık, C
$q_{\alpha sol}$	: Emilen direk ve yaygın güneş ışıınım akısı (q/A), W/m ²
q_{LWR}	: Çevre ve hava arasında net uzun dalga ışıınım akısı değişimi, W/m ²
q_{ko}	: Duvara iletim yolu ile ısı akısı (q/A), W/m ²
q_{LWX}	: Oda yüzeyleri arasında net uzundalga ışıınım akısı değişimi, W/m ²
q_{SW}	: Aydınlatmalardan yüzeye net kısa dalga ışıınım akısı, W/m ²
q_{LWS}	: Odada bulunan aletlerin uzundalga ışıınım akısı, W/m ²
q_{ki}	: Duvardan iletim ile ısı akısı, W/m ²
q_{sol}	: Yüzeyde emilen geçirilmiş güneş ışıınımı akısı, W/m ²
q_{conv}	: Oda havasına taşınım ile geçen ısı akısı, W/m ²
V_0, u	: Yerel hız, m/s
V_z, V	: Referans hız, m/s
C_{p1}	: Ön açıklık basınç katsayıları
C_{p2}	: Arka açıklık basınç katsayıları
Q, q	: Açıklıktan geçen hacimsel hava debisi, m ³ /s
C_{pw}	: Rüzgar alan cephede basınç katsayısı
C_{pin}	: İki açıklıklı binalar için belirlenmiş iç basınç katsayısı
U	: Açıklıkta ölçülen hız, m/s

GÖLGELEME ARAÇLARININ MEKANIN TOPLAM SOĞUTMA YÜKLERİ AÇISINDAN ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GELİŞTİRİLEN YÖNTEM

ÖZET

Bu çalışmada ESD'de farklı tipte gölgeleme araçlarının etkinlikleri, takılı oldukları pencereden hava akımı ve güneş ışıınım geçiriş miktarları ile değişime uğrayan mekan kazanım ve yüklere bağlı olarak değerlendirilmiştir. Yaklaşımın amacı; ESD'de güneşin istenmeyen ısı etkilerinden korunmak üzere cephede tasarlanan güneş kontrol elemanlarının, bu dönemde doğal havalandırma etkilerini değiştiren özelliklerinin ortaya konularak, hava akımı ve güneş ışıınım geçiriş miktarlarının iç ısı yükleri yaptığı etkilere bağlı olarak, türetilen gölgeleme araç alternatifleri içerisinde optimum olanların belirlenmesidir. Çalışma 8 bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1'de, öncelikle her türlü yapma çevrenin yenilenebilir enerji kaynakları ile tasarlanma gerekliliği üzerinde durulmuştur. Dünyada ve ülkemizde giderek artan soğutma harcamalarını azaltmak üzere doğal havalandırma ve güneş kontrol sistemlerinin kullanılması gereği belirtilmiştir. Gölgeleme araçlarının mekana etkileyen hava akımı ve güneş ışıınım miktarlarının bileşik etkisinin göz önüne alınması ile etkinlik değerlendirmesinin yapıldığı yöntem hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Bölüm 2'de gölgeleme araçlarının cepheye etkileyen güneş ışıınımları ve rüzgara karşı davranışlarının soğutma yüklerine etkisinin incelendiği çalışmada öncelikle bu araçlar hakkına temel bilgiler verilmiştir. Rüzgara karşı davranışlarının belirlenmesinde hava akımlarının alçak katlı binaya etkilerini konu alan temel bilgiler sunulmuştur. İç mekan ısı kazanım bileşenleri açıklandıktan sonra, soğutma yükü hesabında kullanılan ısı dengesi metodu ve bu metodu kullanarak çalışmada soğutma yükü hesabı yapılmasına olanak veren Energyplus programı tanıtılmıştır.

Bölüm 3'te gölgeleme araçlarının, binaya etkileyen rüzgar ve güneş ışıınımlarına karşı davranışlarını inceleyen literatürdeki çalışmalar incelenmiştir ve tartışılmıştır.

Bölüm 4'te farklı tipte gölgeleme araçlarının hissedilen kazanımlar ve toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerinin değerlendirilmesi için önerilen yöntemin amacı ve değişkenleri ve adımları ortaya konulmuştur. Yöntemde gölgeleme aracı etkinlikleri değerlendirme aşamaları;

- 1- Gölgeleme aracı tipine göre değişen güneş ışıınım miktarının yüzeylerde yarattığı gölgeli ve gölgesiz alanlara bağlı yüzey sıcaklık düşüşünün oluşturduğu iç ısı değişimleri, Energyplus programında soğutma yükü hesabı sonucu elde edilen 'odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımı'; dış cephe üzerinde yarattığı etkileri, 'pencereden kazanımlar' bulguları ile incelenmiştir.
- 2- Gölgeleme aracı geometrisi ve penceredeki konumu pencere açıklık boyutlarını değiştirmektedir. Bu açıklıklardan içeri giren dış hava sıcaklığına sahip hava akımlarının meydana getirdiği ısı kayıp ve kazançlar, Energyplus programı' nda soğutma yükü hesabı sonucunda elde edilen 'mekanın havalandırma yolu ile hissedilen kazanımları' bulguları ile incelenmiştir.

- 3- Gölgeleme araçlarının pencere izdüşümünde oluşturdukları açıklıklardan içeri giren hava akımlarının iç yüzeylere yakın kısımlarda oluşturdukları hava hareketi hızları yüzeylerde ısı artışına ya da azalmasına sebep olmaktadır. İç yüzeylerde oluşan hava ısı kayıp ve kazançların değişimi, Energyplus programında yürütülen soğutma yükü hesabı sonucu elde edilen 'odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımları' bulguları ile incelenmiştir.

Gölgeleme aracının cephede yatay ve dikey konumda yerleştirilmesi ve kanat açıklıklarının değiştirilmesi ile türetilen alternatifleri için pencere açık ve kapalı durum pozisyonlarında ayrı ayrı soğutma yükü hesapları yapılmıştır. Elde edilen pencereden kazanımların, yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımların, havalandırma yolu ile hissedilen kazanımların, toplam soğutma yüklerinin, Energyplus programında dizayn günü olarak kabul edilen ve tezde ele alınan İstanbul ili için iklimsel verilerin programda halihazırda yer aldığı 21 Ağustos günü için, güneş ışınımı ve havalandırma etkilerinin belirgin şekilde farklılaştığı '01:00-07:00', '08:00-18:00', '19:00-24:00' saatleri arasındaki ortalamaları alınmış ve boş durumda oluşan kazanım ve yüklere göre değişimleri karşılaştırılmıştır.

Akış şemasına bağlı olarak yöntemin aşamaları açıklanmıştır. Öncelikle bina tanımlaması yapılmış, gölgeleme aracı alternatifleri tanıtılmış ve iklimsel veriler açıklanmıştır. Ardından gölgeleme araçlarının cepheye ve mekana etkiyen direk güneş ışınımına, içeri giren hava akım miktarı ve hızlarına etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış aşamaları ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

Bölüm 5'te gölgeleme araçlarının hava akımı geçirişinin mekan toplam soğutma yüküne etkisini ortaya koymada gereken boşaltım ve iç yüzey ortalama taşınım katsayısı parametrelerinin elde edilmesinde gerekli ön yüzey ve arka yüzey basınç ölçümleri, ön iç yüzeye yakın uzaklıkta hız değişimleri ve basınç ölçümlerinin yapıldığı referans hızların belirlenmesi için rüzgar tüneline yürütülen deneysel çalışma incelenmiştir. Hız ölçümlerinin karşılaştırılmasının yapıldığı akım görünürlülük deneyi sonuçları ve CFD simülasyon sonuçlarının karşılaştırılmaları yapılmıştır.

Bölüm 6'da deneysel çalışmadan elde edilen verilerle iç yüzey ortalama taşınım katsayısı, hacimsel hava debisi ve boşaltım katsayısı hesap aşamaları ve sonuçları yer almaktadır.

Bölüm 7'te Energyplus programında yürütülen benzetişim bulguları yer almaktadır. Pencere kapalı pozisyonda, gölgeleme aracı olmadığı referans durum [1SİM3kap.pen], gölgeleme araçlı durumlar; yere paralel 90° kanat açıklıklı, yüzeye paralel eleman [2.1SİM5kap.pen], yere paralel 45° kanat açıklıklı, yüzeye paralel eleman [2.2SİM9kap.pen], yüzeye paralel 90° kanat açıklıklı, yüzeye dik eleman [3.1SİM12kap.pen], yüzeye paralel 45° kanat açıklıklı, yüzeye dik eleman [3.2SİM15kap.pen.] benzetişimleri ile,

Pencere açık pozisyonda, gölgeleme aracı olmadığı referans durum [1SİM3ac.pen], gölgeleme araçlı durumlar; yere paralel 90° kanat açıklıklı, yüzeye paralel eleman yere paralel 90° kanat açıklıklı, yüzeye paralel eleman [2.1SİM5ac.pen], yere paralel 45° kanat açıklıklı, yüzeye paralel eleman [2.2SİM9ac.pen], yüzeye paralel 90° kanat açıklıklı, yüzeye dik eleman [3.1SİM12ac.pen], yüzeye paralel 45° kanat açıklıklı, yüzeye dik eleman [3.2SİM15ac.pen.] benzetişimleri ile gerçekleştirilen soğutma yükü hesabı sonucunda her durum için;

- 1-Oda havasının yüzeylerden taşınım yolu ile saatlik kazanımı,
- 2- Havalandırma yolu ile oda havasının saatlik kazanımı,
- 3- Havalandırma yolu ile mekanın saatlik kaybı,
- 4- Oda havasının pencerelerden kazanımı,

5-Oda havasının pencerelerden kaybı,

6- İç mekanda oluşan saatlik toplam soğutma yükleri elde edilmiştir.

İç ortam ve yüzey sıcaklıkları pencere açık gölgeleme araçsız (1SİM2), pencere açık gölgeleme araçlı (2.1SİM4), (2.2SİM8), (3.1 SİM11), (3.2 SİM14), pencere kapalı gölgeleme araçsız (1SİM1), pencere kapalı gölgeleme araçlı (2.1SİM6), (2.2SİM7), (3.1 SİM10), (3.2 SİM13) benzetişimleri ile elde edilmiştir.

Bölüm 8' de çalışmanın getirdiği yenilikler ortaya konulmuştur.

SHADING DEVICE EFFICIENCY EVALUATION METHOD DEVELOPED ON ZONE TOTAL COOLING LOADS

SUMMARY

In this study efficiency of different types of shading devices are determined according to their contribution to changes on cooling loads by their air and solar radiation penetration through their slats.

The main approach is to present the natural ventilation decreasing features of shading devices, designed on facades in order to get protection from unwanted solar radiation during hottest period and to determine optimum shading device alternatives by their solar radiation and airflow penetration rate effects on interior cooling loads. Study includes 8 Sections.

In chapter 1, requirement of designing all types of artificial environment with renewable energy sources is emphasized. Necessity of using natural ventilation and solar control systems in order to reduce cooling expenses in hottest period which gradually increase in the world and our country, is remarked. Brief information about the method by which the efficiency of shading device are determined by consideration of the combined effect of air flows and solar radiation penetration to zone.

In chapter 2, basic information about shading devices, the behaviours of which to solar radiation and wind induced airflows acting on openings effect cooling loads, are explained. Main information implying the airflow attitudes on cross ventilated low buildings by the help of which the shading device effects are analyzed. After heat gain components of zone is explained, heat balance method, and Energyplus simulation program used to run cooling load simulation is introduced.

In chapter 3, Then recent work similar to this study are summarized. The researchs which investigate the behaviours of shading devices to the air flows and solar radiation acting on buildings are summarized and debated.

In chapter4, general information betraying the parameters and the aim of the study are given. The method offered to determine the effectiveness of different types of shading devices according to sensible gains and total cooling loads is explained. In the method the stages of determination of shading device effectiveness are classified as below;

- 1- Interior temperature changes, emerge by the decrease of surface temperature with different shaded and unshaded areas on interior surfaces, occurring with direct solar radiation amount which come through different types of shading device are represented by the report 'zone gains and losses from surfaces by convection' which is obtained by cooling load calculations run through Energyplus simulation programme. The effects of shading devices on outer surface temperature changes are checked over 'zone window gain' reports of cooling load calculations.
- 2- Shading device geometry and its location on window change the window opening dimensions. The heat loss and gains formed by the airflows, with temperature of outside air, entering through these openings are examined

with 'Airflownetwork sensible ventilation heat gain' report which is obtained by cooling load calculations run through Energyplus simulation programme.

- 3- Airflows entering through the openings formed by the geometry and location of shading devices on windows, generate airflow velocities near interior surfaces. The velocity of these airflows induce temperature increase or decrease on surfaces. The change of heat gain or loss from surfaces is examined with 'surface convection to air' report which is obtained by cooling load calculations run through Energyplus simulation programme.

Cooling load calculation is made by Energyplus for closed and open window alternatives with different shading device types derived by their different slat angles and location on window. Mean values of zone window gain, sensible ventilation heat gain, convection heat gain from surfaces and total cooling loads are found through 01:00-07:00, 08:00-18:00, 19:00-24:00 hours for 21 August date, defined as desing day on which the climate datas of İstanbul is already exist, and the results of situations with shading device are compared with the results obtained by no shading device.

According to diagram, method's stages are described. At first building, and shading device alternatives presentation is made. Climate datas are described. Then shading device's solar radiation penetration effects, airflow penetration effects, to cooling loads are described in different headings.

In chapter 5, the experimental work in which the measurements of front and back pressure measurements used for getting the discharge, reference velocities acting on model facade and interior velocity measurements used for interior surface convection coefficient calculations, are described. The velocity results are compared with the same study run with CFD and other works in the literature.

In chapter 6; The procedure for calculation of discharge, volume flow rate and surface convection coefficients and their results are introduced.

In chapter 7; simulation results run through Energyplus are represented.

From the calculation of cooling load in situations with alternatives; Closed window, no shading device, 1SiM3kap.pen; with shading device, parallel to facade with 90° slat angle parallel to ground, 2.1SiM5kap.pen; parallel to facade with 45° slat angle parallel to ground, 2.2SiM9kap.pen; perpendicular to facade with 90° slat angle parallel to facade, 3.1SiM12kap.pen; perpendicular to facade with 45° slat angle parallel to facade, 3.2SiM15kap.pen,

Open window, with no shading device, 1SiM3ac.pen; with shading device, parallel to facade with 90° slat angle parallel to ground, 2.1SiM5ac.pen; parallel to facade with 45° slat angle parallel to ground, 2.2SiM9ac.pen; perpendicular to facade with 90° slat angle parallel to facade, 3.1SiM12ac.pen; perpendicular to facade with 45° slat angle parallel to facade, 3.2SiM15ac.pen,

- 1-Zone surface convection heat rate, hourly,
- 2-Zone,Airflow network infiltration sensible heat gain, hourly
- 3-Zone,Airflow network infiltration sensible heat loss, hourly
- 4-Zone window gain, hourly
- 5-Zone window loss, hourly
- 6-Purchased air hourly total cooling load, hourly reports are obtained.

Interior mean temperature and surface temperature results are got from simulations run for open window with no shading device (1SiM2) alternative, open window with

shading device (2.1SİM4), (2.2SİM8), (3.1 SİM11), (3.2 SİM14) alternatives, closed window with no shading device (1SİM1)alternative, closed window with shading device (2.1SİM6), (2.2SİM7), (3.1 SİM10), (3.2 SİM13)alternatives.

In chapter 8; the renewals of the work are betrayed.

1. GİRİŞ

Yaşamın her alanında kullanılması zorunluluk olan enerji kaynakları, konut, sanayi, ticaret, sosyal ve teknolojik gelişmelerde, hızla artış gösteren ihtiyaçlar nedeniyle tükenmek üzeredir. Bu sebeple, her türlü yapma çevrenin güneş ve rüzgar gibi doğal enerji kaynaklarından en üst düzeyde yararlanmayı sağlayacak bir doğal iklimlendirme alt sistemi olarak biçimlendirilmesi gereği doğmuştur.

Doğada varolan, tükenmeyen, güneş, hidroelektrik, biomass ve rüzgar olarak sınıflandırabileceğimiz yenilenebilir enerji kaynakları, Danimarka gibi iklimlendirme enerjisi tüketimi toplam enerji tüketiminin %60' ına vardığı Avrupa ülkelerinde (Awbi, 1998) ve enerji ihtiyacının 2000 ve 2010 arasında 2 katına 2025 yılında ise 5 katına çıkacağı öngörülen ülkemizde, toplam enerji tüketiminin büyük bir oranını kapsayan iklimlendirme enerjisinin üretimi, iletimi dağıtımı ve tüketiminde artan oranda ihtiyaçları karşılamak üzere tercih edilmeye başlanmıştır.

Türkiye doğal kaynaklardan yana büyük bir potansiyel barındırmaktadır. Bölgelerimizde iklim koşullarına göre rüzgar enerjisi ya da güneş enerjisi kullanımı ön plana çıkmaktadır. Örneğin Marmara bölgesi'nin yıllık ortalama rüzgar yoğunluğu fazla iken Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri'nin güneşlenme oranları fazladır (Kaygusuz, 2002). Her bir bölgede potansiyellerine göre rüzgar ve güneş enerjilerinin optimum kullanımı ile Türkiye' nin iklimlendirme enerjisi tüketimi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayandırılması, petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil enerji kaynaklarının kullanımını büyük oranda azaltacaktır.

Bu eğilimlerin mimari alanda başarılması çabaları oranında örneğin Avrupa ülkelerinde ve Türkiye'de iklimlendirmede ısıtma harcamalarında kayda değer düşüşler olmuştur. Ancak dünya ikliminin hızla ısınma eğilimi göstermesi özellikle ılımlı iklim kuşağında olan ülkemizde de ısıtma harcamalarından çok soğutma harcamalarının arttığını ve artacağını göstermektedir.

Binalarda soğutma doğal ve pasif sistemler ile sağlanabilmektedir. Mekanik olmayan sistemler kullanarak, hava hareketini arttırmayı ve bina iç ve dış yüzeylerine etkileyen güneş ışınımı miktarını azaltmayı hedefleyerek ortamdaki ısı kazançlarını minimuma indirme metodu olan pasif soğutma, bina tasarım aşamasında gerçekleştirildiğinde,

mekanik sistemlere gerek kalmamakta ya da iklimlendirme için gerekli ekipman büyüklüğü ve maliyeti düşmektedir (Cook, 1989).

Pasif soğutmaya gereksinim duyulan ESD'de özellikle sıcak ve ılımlı nemli iklim bölgelerinde, rüzgar, doğal havalandırmanın yanı sıra bina kabuğundaki ısı transferlerine bağlı olarak elde edilen ısı kazanımlarını azaltmada yararlanılması gereken bir iklimsel elemandır. Gürültü, sağlık problemleri yaratan, rutin bakım gerektiren ve enerji tüketen mekanik havalandırmaya gereksinimi azaltan ya da ortadan kaldıran, doğal havalandırma, binaların tasarım aşamasında açıklık boyut ve yerleşimleri doğru yapıldığı takdirde daha sağlıklı ve daha rahat çevreler oluşturan enerji etkin bir pasif soğutma stratejisidir (Allard, 1992).

Binaların bir pasif soğutma sistemi olarak tasarlanmasında özellikle iç mekanların olabildiğince düşük ısı kazanmasının istendiği ESD' de, sıcak ve nemli, ılıman iklim karakteristiklerine sahip yerleşimlerde bina yüzeylerinde dış havanın iç hava sıcaklığından düşük olduğu saatlerde, rüzgarın taşınım olayı üzerindeki zorlayıcı etkisinden ve rüzgar basıncı nedeniyle havalandırma açıklıklarından iç mekana doğrudan alınan hava hareketinin hız etkisinden yararlanmak yolu ile soğutma yükleri azaltılabilir. Gün içerisinde soğutma yükleri güneşin istenmeyen ısı etkilerinden korunmak üzere cephelerde farklı tiplerde gölgeleme araçları kullanılmasıyla da azaltılabilir. Ancak bina cephesindeki herhangi bir engel eleman rüzgarın binaların pasif olarak soğutulması rolünde, cepheye etkiyen basıncı ve zorlamalı taşınımı azaltmak sureti ile rüzgar etkilerini ve buna bağlı olarak da iç hava akım hızlarını değiştirecektir. ESD'de duvarlardan ve pencerelerden güneş ışıını yolu ile ısı kazanımlarının belirlenmesinde, ısı kazanımını değiştiren bir unsur olarak gözönüne alınan gölgeleme elemanları, dış ortam sıcaklığının iç ortam sıcaklığından düşük olduğu, doğal havalandırma yolu ile iç mekanda soğutmanın istendiği saatlerde ve dış ortam sıcaklığının iç ortam sıcaklığından yüksek olduğu doğal havalandırmanın dezavantajlı hale geldiği saatlerde mekanlarda toplam soğutma yüklerinin oluşumundaki etkileri açısından farklı şekilde değerlendirilmeleri gerekmektedir.

Binaların pasif olarak en etkin biçimde soğutulması amaçlandığında; güneş ışıını engeli olarak tasarlanacak kontrol elemanlarının, rüzgar ve güneş ışıının yukarıda sayılan etkileri bakımından tasarım aşamasında irdelenerek göstereceği performansın optimize edilmesi zorunludur. Bu sebeple güneş ışıını engeli olarak, fonksiyonlarına göre farklı tiplerde tasarlanan gölgeleme araçlarının etkinliklerinin doğal havalandırma ve güneş kontrolündeki etkilerinin oluşturduğu soğutma yük ve kazanım miktarlarının birlikte göz önüne alınması gereklidir.

Ancak rüzgar çok değişken parametrelere sahip bir çevresel etmen olduğundan, kuramsal sayısal metodlar her türlü yapma çevre seçeneğinde gerçeğe yakın sonuçların kestirilmesinde yeterli olamamaktadır. Bu sebeple çalışmada; bina yüzeylerinden ısı kazanımını, güneşin doğrudan bileşenini engelleme yoluyla azaltmak üzere tasarlanan, gerektiğinde güneş ışınlarının açılarına göre hareket edebilen, konumu değiştirilebilen gölgeleme araçlarının açıklık önüne geldiklerinde yarattıkları boşluklardan güneş ışınımı geçişlerine bağlı olarak iç yüzeylerde güneş yolu ile ısı kazanımlarına etkilerinin yanı sıra, iç yüzey sıcaklıklarının rüzgar gücüyle oluşan taşınım yoluyla değişmesinde ve rüzgar gücüyle bina içi mekanlarının çapraz doğal havalandırmasında yapacağı etkinin ortaya konulması için bina ve güneş kontrol elemanı modelleri hazırlanarak öncelikle bu elemanların iç hava hareketlerine etkilerinin incelenmesi için rüzgar tüneline deney düzeneği kurgulanmıştır.

Hazırlanan model yardımıyla gölgeleme araçlarının bina içerisinde rüzgar basıncı nedeniyle ile oluşan bina içi hava akımına etkisi; rüzgar tüneline sabit hız, değişken konumda, güneş kontrol elemanının biçim boyut konum gibi geometrik değişkenliklerinde bina modeli üzerinde incelenmiştir.

2. KONU ALTYAPISI

Gölgeleme araçlarının hava akımı ve güneş ışıınımı geçirilişine bağılı olarak pasif soğıutma yüklerine etkilerinin ele alındığı çalışmada öncelikle gölgeleme araçları tanıtılmış, rüzgar ve rüzgarın binalara etkileri hakkında bilgiler verilmiştir. Gölgeleme araçlarının iç ısı dengesine etkilerinin ortaya konulması için iç ısı kazanım bileşenlerinden; taşınım yolu ile ısı kazanımı, güneş ışıınımı yolu ile ısı kazanımı, havalandırma yolu ile ısı kazanımı açıklanmıştır. Çalışmada kullanılan soğıutma yükü hesaplama modeli, 'ısı dengesini hesaplama yöntemi' ve bu yöntemi kullanarak soğıutma yükü hesabı gerçekleştiren Energyplus enerji analiz programı incelenmiştir.

2.1 Gölgeleme Araçları

ESD'de güneşin istenmeyen ısı etkilerinden korunmak üzere cephede alınacak önlemler, gölgeleme araçlarıyla alınacak önlemler olmak üzere ikiye ayrılırlar (Zeren, L., 1959). Bina yüzeyinde alınabilecek önlemler; Malzeme formuyla, yansıma yoluyla, yalıtım yoluyla gerçekleştirilebilir.

İkinci gruptaki önlemler ise bina kabuğına gelmeden gölgeleme araçlarıyla gerçekleştirilmektedir. Isıya gereksinim olmadığı yaz aylarında, konfor şartlarına bağılı olarak güneş ışıınımının direkt bileşen etkilerini azaltmak üzere bina kabuğıunun baktığı yöne göre, hacimlerde güneş ışıınımının istenen zamanına bağılı olarak, çeşitli tiplerde ve konumlarda tasarlanan gölgeleme araçlarının, bina ile çevre arasındaki ısı alışverişine etkileri vardır (Givoni, 1998).

Gölgeleme araçları; doğal gölgeleme araçları ve yapay gölgeleme araçları, olmak üzere malzemesine göre tiplendirilebilir. Doğal gölgeleme araçları ile bina çevresindeki gölge yapabilecek bitki örtüsü ve topografik özellikler kastedilmektedir. Yapay gölgeleme araçları ise; bina formu, yönlendiriliş ve yüzeyinde alınacak önlemlerle güneş kontrolünün yeterince sağlanamadığı durumlarda ek olarak; bina içi gölgeleme araçları, bina dışı gölgeleme araçları olarak iki türlü tasarlanabilir. Hacim içinde pencere önüne yerleştirilen, perdeler, jaluziler gibi iç gölgeleme araçları, güneş ışıınımı mekan içerisine girdikten sonra etkili olabildikleri için ışıınımın

neden olduğu parıltı sebebiyle kamaşma miktarını düşürmekte, ancak ısı artışa engel olamamaktadırlar (Olgıyay ve Olgıyay,1957), (Zeren, 1959), (Sciuto,S. 1998), (Yener, 1996).

Bina dışı gölgeleme elemanları bina kabuğunun baktığı yöne göre değişik biçimlerde binaya ek olarak tasarlanan mimari elemanlardır. Bu parçalar günün yapım teknolojisine göre, cam, metal, beton, ahşap, plastik gibi çeşitli malzemelerden yapılabilmektedir. Tipolojik olarak duvara dik-duvara paralel, karma tipi elemanlardır (Guillemın ve Molteni, 2002), (Foster ve Oreszczyn, 2001). Hangi yönde, ne zaman, ne boyutta, ne tipte gerekli olacağının düşünülmesi gereken gölgeleme aracının tasarlanmasında deneysel, çizgisel ve sayısal yollardan faydalanılır.

2.2 Mekanın Pasif Soğutma Sistemi Olarak Tasarlanmasında Rüzgarın Rolü

Binalarda ısı konforu sağlamak, iç ortamda oluşan kirlı havanın atılıp insan sağlığına bağılı koşulları oluşturmak üzere doğal havalandırma sistemi sağlanabilmektedir. Doğal havalandırma sistemi rüzgar gücü nedeniyle açıklıklarda basınç farklılaşmasından oluşan hava hareketleri, ısısal kökenli hava hareketleri ya da her ikisinin bileşik etkisi ile oluşturulabilir.

Isıl kökenli basınçlar iç ve dış hava arasındaki farklı yoğunluklara bağılı olarak oluşan ısı kuvvetlerle oluşmaktadır. Bu etki aynı cephe üzerinde farklı yüksekliklerde yer alan açıklıkta oluşabileceğı gibi tek yüksek bir açıklıkta da gerçekleşmektedir (Schaelin ve diğ., 1992), (Allard, 1992), (Maas ve diğ., 1994), (Dascalaki ve diğ., 1999), (Woloszyn, 1999), (Li ve diğ., 2000).

Alçak katlı binalarda rüzgar etkisi ile rüzgar üstü bölgelerde oluşan (+) basınç ve rüzgar altı bölgelerde yüzeyde oluşan (-) basınçlar, her iki bölgede yer alan açıklıklardan pozitif basınçtan negatif basınca doğru hava akımı oluşmasına neden olmaktadır. Rüzgarla oluşan basınçlar bina yönlendirilişine (Surry, 1992), (Eftekhari ve diğ., 2003), (Yu ve diğ., 2002), bina geometrisine (Hertig, 1986), (Pindado ve Meseguer, 2003), (Yu ve diğ., 2002), rüzgar hızına, ve bina çevre yoğunluğuna (Katayama ve diğ., 1983), (Chang, 2006) arazi koşullarına (Borges ve Saraiva, 1983), (Levitani ve Mehta, 1992) bağılıdır (Rousseau ve Mathews, 1996). Hava akımları engele çarptığında hızı anlık basınç yaratmaktadır. Bu akıma bağılı dinamik basınç ‘Bernoulli denklemi’ ile ifade edilmektedir.

$$P_d = \frac{\rho V^2}{2} \quad (2.1)$$

Denkleimde yer alan V , bina yüksekliğindeki ortalama rüzgar hızını, p atmosfer basıncı, sıcaklık ve nemin fonksiyonu olan dış hava yoğunluğunu ifade etmektedir. Bina cephesindeki basınç ve atmosfer basıncı arasındaki fark basınç katsayıları ile elde edilmektedir (Allard, 1989). Basınç katsayıları istenilen bina geometisi arazi koşulları, rüzgar yönü, bina yoğunluklarına bağlı olarak düzenlenen rüzgar tüneli deneylerinde kullanılan kapalı modeller ile gerçekleştirilen basınç ölçümleri ile elde edilmektedir (Holmes, 1986), (Swami ve Chandra, 1988), (Choiniere ve diğ., 1992), (Okada ve Ha, 1992), (Ernest, 1991), (Richards ve diğ., 2001), (Tamura ve diğ., 2003), (Ho ve diğ., 2005), (Ok ve diğ., 2008).

Referans veri bankası olarak seçilen rüzgar tüneli testlerinden elde edilen zamanla değişen basınç katsayısı, (C_p) değerlerinden mimari ve çevre koşulları, rüzgar yönü değiştiğinde bina cephe yüzeylerindeki C_p değişimlerini hesaplayan algoritmalar geliştirilerek CFD ve enerji analiz programlarında kullanılmaktadır (Anon, Energyplus, Engineering Reference, 2006). Swami ve Chandra (1987) alçak katlı ve yüksek katlı binalar için iki algoritma geliştirmiştir. Az katlı binalar için oluşturulmuş algoritmada 8 farklı araştırmacının elde ettiği veriler karşılaştırılmış ve yüzey ortalama basınç katsayıları bulunuşu ile ilgili yöntem önermişlerdir (Allard, 1998).

Doğal havalandırılan pasif soğutma sisteminde rüzgarın bina içinde kullanıcılara etkisi cephelerde düzenlenen pencerelerin cephedeki yerleşimleri (Ernest, 1991), birbirlerine göre konumları (Koinakis, 2005), (Melaragno, 1982), (Ernest, 1991), sayıları, oluşturdukları açıklık alan büyüklükleri (Yu ve diğ., 2002), (Melaragno, 1982), (Seifert ve diğ., 2006), ön arka cephelerde yarattıkları basınç farkları ile elde edilen boşaltım katsayılarına bağlıdır (Aynsley ve diğ., 1977), (Karava ve diğ., 2007), (Flourentzou, 1998).

Cepheye etkileyen rüzgar cephede yer alan gölgeleme araçlarının etkisi ile yüzeylerde farklı basınç dağılımları (Ok ve diğ., 2008), açıklık hızı (Hien, 2003), iç hava hareketi hızları oluşturmaktadır. (Ernest, 1991), (Kindangen ve diğ., 1996), (Prianto ve Depecker, 2002), (Altuntaş, 2006),

Doğal havalandırma sistemlerinde çapraz ve tek yönlü havalandırma olarak adlandırılan iki tip tasarım biçimi kullanılmaktadır. Çapraz havalandırmada binanın farklı cephelerinde bir veya daha fazla açıklık yer almaktadır. Rüzgarla oluşan açıklıklar arası basınç farkları ile iç mekanda hava akımları meydana gelmektedir (Katayama ve diğ., 1992), (Kato ve diğ., 1992), (Kato ve diğ., 1997), (Schmidt ve Maas, 1999), (Mochida ve diğ., 2005), (Graça ve diğ., 2002), (Graça ve Linden,

2003), (Mochida ve diğ., 2006), (Jiang ve Chen, 2003), (Seifert ve diğ., 2006), (Evola ve Popov, 2006), (Chang, 2006)

Tek dış cephenin olduğu binalarda yer alan tek açıklıklarda, havalandırma rüzgarın türbülans etkisi (Jiang ve Chen, 2003) ve yoğunluk farkları ile oluşan hava hareketleri ile meydana gelmektedir (Schaelin ve diğ., 1992), (Allard, 1992), (Maas ve diğ., 1994), (Dascalaki ve diğ., 1999), (Woloszyn, 1999), (Li ve Symons, 2000), (Evola ve Popov, 2006).

Binaların bir pasif soğutma sistemi olarak tasarlanmasında özellikle iç mekanların olabildiğince düşük ısı kazanmasının istendiği en sıcak dönemde, hacim iç yüzeylerinin ve havasının soğutulmasına bina dış ve iç yüzeylerinde rüzgarın taşınım olayı üzerindeki zorlayıcı etkisinden (Dreyfus, 1960), ve rüzgar basıncı nedeniyle havalandırma açıklıklarından iç mekana doğrudan alınan hava hareketinin hız etkisinden faydalanılması sebebi ile iç hızların çeşitli parametrelere göre değişimleri deneysel ve CFD çalışmalarıyla ortaya konulmaktadır (Ernest, 1991), (Katayama ve diğ., 1992), (Kato ve diğ., 1992), (Dutt ve Krishnan, 1992), (Tsutsumi ve diğ., 1996), (Givoni, 1998), (Jiang ve Chen, 2003), (Posner, 2003), (Evola ve Popov, 2006), (Altuntaş, 2006).

İç mekana giren hava akımı miktarı ve dağılımı açıklıkların boyutları, cephedeki yerleşimlerinin giriş, çıkış açıklık basınç farklarının fonksiyonudur. 'Bernoulli denklemi'nde yer alan hızın basınç farkları ile ifade edilmesi ile açıklık kütleel hava debisini hesaplamak mümkündür. 'Bernoulli' denklemi kullanılarak elde edilen pencereden teorik kütleel hava debisi denkleminde açıklığın tümünden hava akımı geçtiği farzedilmektedir. Ancak hava akımları açıklıkların geometrik özelliklerinden etkilenmektedir (Allard, 1998). Pencereden giren hava akım miktarları sürtünme ve daralma etkilerinin ikisini de barındıran boşaltım katsayısı ile bir miktar azalmaktadır.

$$\dot{m} = C_d \cdot \rho \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (2. 2)$$

Denklemden 'm' Açıklıktan geçen kütleel hava akım debisini, C_d boşaltım katsayısını, 'A' açıklık alanını, ' ΔP ' açıklıktaki giriş, çıkış basınç farklarını ifade etmektedir. Cephede pencere önüne yerleştirilen gölgeleme araçları cepheye dik bakıldığında farklı pencere boşluk alanları yarattığından açıklık kütleel hava debisi, her gölgeleme aracı takılı durumlara göre farklılık gösterecektir. Bir açıklık serisinden hava akımı büyük oranda boşaltım katsayısına ve en küçük açıklığın

alanına dayanmaktadır (Aynsley ve diğ., 1977). Denge denkleminde yer alan açıklık kütleli debisi aşağıdaki formülle bulunmaktadır.

$$Q_m(m') = \rho \cdot q \quad (2. 3)$$

$Q_m(m')$ =kütleli debi, (kg/s),

ρ =yoğunluk, (kg/m³),

A =Açıklık alanı,(m²)

C_d =Boşaltım katsayısı,

Δp =Giriş, çıkış açıklık basınç farkı

q =hacimsel debi, (m³/s),

Kütleli debi formülünde yer alan hacimsel hava debisini bulmak üzere çeşitli kaynaklarda farklı yaklaşımlar gerçekleştirilmiştir. Örneğin İngiliz standartlarında çapraz havalandırmada hava akım miktarı bulmak üzere rüzgar yolu ile oluşan havalandırma, sadece doğal taşınım yolu ile oluşan havalandırma ve her iki kriteri de içeren üç tip çözüm önerilmiştir (Allard, 1998).

2.3 İç Mekan Isı Kazanım Bileşenleri

Yapma çevre hacim düzeyinde ele alındığında, iklimsel konforu etkileyen en önemli iç iklim elemanlarının, iç hava sıcaklığı ve ortalama ışımsal sıcaklık olduğu söylenebilir (Yılmaz, 1983). Hacim içerisinde herhangi ek yapma sistem olmadığı durumlarda iç hava sıcaklığı ve ortalama ışımsal sıcaklığın değişimi, en sıcak dönemde soğutma yükü oluşumunda en önemli faktörlerdir. Bir hacim içerisindeki hava sıcaklığı ve ortalama ışımsal sıcaklığı oluşturan iç yüzey sıcaklıkları, hacmin çeşitli yollarla kazandığı veya yitirdiği ısı miktarlarının etkisiyle belirli değerlere ulaşmaktadır. Mekandaki ısı kazanımları;

-Daha çok rüzgar etkileri ile zorlamalı taşınım olarak ortaya çıkan, dış mekan havası ve dış yüzey arasında oluşan taşınım etkisi,

-Bina iç yüzeyi ve iç mekan havası arasında oluşan taşınım etkisi,

-Daha çok güneşten gelen bazen iç mekan ısı kaynaklarından da yayılan kısa dalga ışımsal etkisi,

-Bina dış yüzeyi ve çevre binalar, yeryüzü ve gökyüzü arasında gerçekleşen uzun dalga ışımsal etkisi,

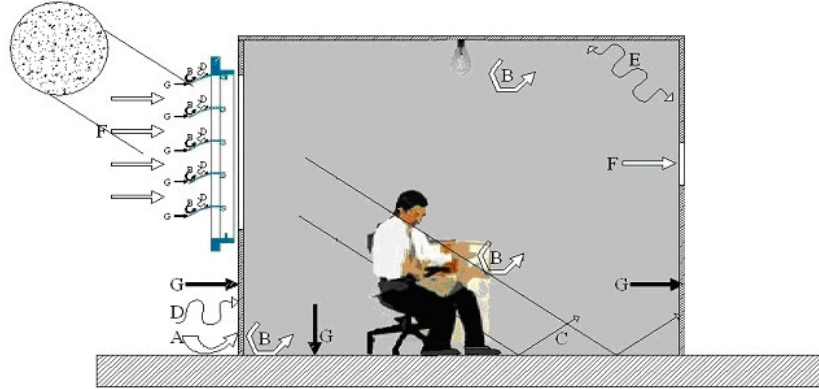
-İç yüzeyler arası uzun dalga ışımsal etkisi,

- Bina açıklıklarından giren ve çıkan hava akımı etkisi,
- Bina iç ve dış kabuk elemanlarından iletimle ısı transferi etkisi ile oluşabilmektedir (Allard, 1992).

Binaların bir pasif soğutma sistemi olarak tasarlanmasında, özellikle iç mekanların sıcak nemli ve ılıman iklimlerin özelliği olarak güneş ışınlamına bağlı aşırı ısınma ve nemin kullanıcılar üzerindeki olumsuz etkileri sebebi ile olabildiğince düşük ısı kazanmasının istendiği en sıcak dönemde, pencere önlerine ve opak yüzeylere gölgeleme araçları yerleştirilerek güneşin ısı etkilerini azaltmak mümkündür.

Güneşten gelen kısa dalga ışınlamalar ESD'de mekanda istenmeyen ısı artışlara sebep olmaktadır. Cephede tasarlanan sabit ya da hareketli gölgeleme araçları, gün içerisinde güneşin yükseklik ve yatay açılarına bağlı olarak bina üzerine gelen direk ve yaygın ışınlam miktarlarının istenen ve istenmeyen saatlere göre ayarlanarak ESD'de istenmeyen ısı kazanımlarını azaltmada etkilidirler.

Önüne gölgeleme elemanı yer alan geniş açıklıklı mekan farklı ısı ve kütle transferi etkilerine maruz kalmaktadır. Geniş açıklıklı mekanda cephe önünde gölgeleme aracı yer aldığı anda, soğutma yükü oluşturan ısı kazanım bileşenleri (Şekil 2. 1)'de görülmektedir.



Şekil 2. 1: Gölgeleme aracı takılı durumda mekanın ısı kazanım bileşenleri

Bina dış yüzeylerinde açıklık yerleşim, boyut, birbirine göre konum, referans rüzgar hızı ve cepheye uyguladığı basınçla havalandırma açıklıklarından iç mekana doğrudan alınan iç hava hareketi hızlarının taşınım olayı üzerindeki zorlayıcı etkisinden yararlanarak soğutma yükünün azaltılması mümkündür (Aynsley ve diğ., 1977), (Ford ve diğ., 1998, (Florides ve diğ., 2002).

Taşınım ısı geçişi zorlanmış taşınım ve doğal taşınım olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal taşınımda hava hareketi yoğunluk farkları ile, zorlanmış taşınımda basınç

farkları ile oluşmaktadır (Geankoplis, 1993). Taşınım ile ısı geçişi Newton yasası ile belirlenmektedir.

$$q_t = h_c \cdot A \cdot (T_y - T_{Hava}) \quad (2.4)$$

h_c W/m² birimiyle ifade edilen taşınım katsayısıdır. 'A' akımdan etkilenen yüzey alanıdır. q_t ise [W] cinsinden taşınım ile ısı geçiş miktarını göstermektedir. Laminer ya da türbülanslı hava akımlarının taşınım katsayılarına büyük etkileri vardır. Akım hızı arttıkça ortalama taşınım katsayısı artmaktadır (Çengel ve Boles, 1994), (Taki ve Loveday, 1996), (Sharples ve Charlesworth, 1998), (Emmel ve diğ., 2007), (Hagishima ve Tanimoto, 2003), (Sartori, 2006), (Dreyfus, 1960). Bina yüzeyini etkileyen bir hava hareketi 1 m/s' i geçmiş olduğunda taşınım zorlanmış olacak ve kabul gören yaklaşımlardan birinde olduğu gibi, ortalama taşınım katsayısı (h_c);

$$h_c = 5 + 3.6 \cdot V \quad (2.5)$$

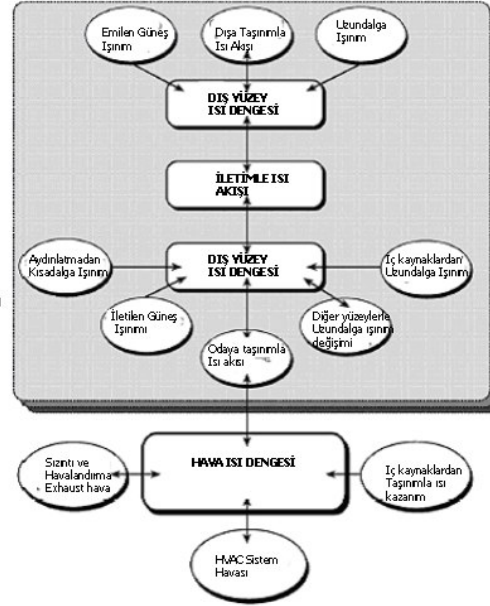
eşitliği ile ifade edilecek değerde gerçekleşecektir (Dreyfus, 1960). Denklemden yer alan V yüzeyi etkileyen hızı ifade etmektedir. Doğal havalandırmada bina açıklıklarından giren rüzgarın hız ve hareketinden faydalanılarak hacim yüzeylerinin ve taşınım yoluyla havasının soğutulması, yine hız etkisi ile hacimde yaşayan insanların vücutlarından taşınım ile ısı değişimi sağlanması hedeflenmektedir (Allard, 1992), (Givoni, 1998).

Ayrıca çapraz havalandırmaya maruz iç mekanda havalandırma yolu ile ısı kazanımı oluşmaktadır. Dış hava sıcaklığı açıklıklardan iç mekana taşınmaktadır (ASHRAE, 1993). İçeri giren hava akım miktarı açıklıkların boyut, cephedeki yerleşimleri, rüzgar yönü, rüzgarın cephede yarattığı basınçlarla direkt bağlantı göstermektedir. Gölgeleme araçlarının açıklık önüne gelerek belli bir sıcaklıkta içeri giren hacimsel hava akım miktarlarını azaltarak soğutma yüklerine etki etmektedir.

2.4 Soğutma Yükü Hesaplama Modeli; Isı Dengesi Metodu'nun Tanıtımı

Soğutma yükü hesabında kullanılan yöntemler ASHRAE(2005)' te Işınım zaman serisi (RTS) ve Isı Dengesi metodu (HB) olmak üzere iki başlık altında yer almaktadır. Gölgeleme araçlarının güneş ışınım ve hava akımı geçirilişine bağlı olarak iç mekan soğutma yüklerine etkisi ortaya koymada kullanılan Energyplus simülasyon programı HB ısı dengesi soğutma yükü hesap prosedürünü kullanmaktadır. Bu sebeple ısı dengesi hesap prosedürü incelenmiştir.

HB (Isı Dengesi Metodu) Isı dengesi metodu her yüzey için iletim, taşınım, ışınlama ısı dengesi ile oda havası için taşınım ısı dengesinin kurulmasını gerektirir. Bu yaklaşımda odada sıcaklığın düzgün dağılımlı olduğu, düzgün dağılımlı



Şekil 2. 2: Isı dengesi Metodu ana teması (ASHRAE-Isı dengesi, 2005)

yüzey sıcaklıkları, düzgün dağılımlı uzun ve kısa dalga ışınlamalarının etki ettiği, duvarlardan tek yönlü ısı iletim olduğu kabul edilmiştir. Hesaplamanın ana teması zamandan bağımsız olarak duvar dış yüzey, iç yüzey, ısı dengelerinin oluşturulmasıdır (Şekil 2. 2).

İletim yolu ile ısı alışverişleri de hesaplanmakta ve iç yüzey ısı dengesi hesabında toplama katılmaktadır. Ayrıca iç mekan hava ısı dengesi hesaplanmaktadır. Her dış yüzey ısı dengesi ;

$$q_{Sol} + q_{LWR} + q_{Conv} - q_{ko} = 0 \quad (2. 6)$$

$q_{\alpha sol}$ = Emilen direk ve yaygın güneş ışınlama şiddeti (q/A), W/m^2

q_{LWR} = Çevre ve hava arasında net uzun dalga ışınlama akışı değişimi, W/m^2

q_{conv} = Dış hava ile taşınım ile akım değişimi, W/m^2

q_{ko} = Duvara iletim yolu ile akım (q/A), W/m^2

denklemleri ile hesaplanmaktadır. Isı dengesi hesap posedüründe CTF-İletim transfer Fonksiyonu formülasyonu yöntemi kullanılmaktadır. İç yüzey ısı dengesi ;

$$q_{LWX} + q_{SW} + q_{LWS} - q_{ki} + q_{Sol} + q_{Conv} = 0 \quad (2.7)$$

q_{LWX} =Oda yüzeyleri arasında net uzundalga ışıınım şiddeti değışimi, W/m^2

q_{SW} =Aydınlatmalardan yüzeye net kısa dalga ışıınım şiddeti, W/m^2

q_{LWS} =Odada bulunan aletlerin uzundalga ışıınım şiddeti, W/m^2

q_{ki} =Duvardan iletim ile akı, W/m^2

q_{sol} =Yüzeyde emilen geçirilmiş güneş ışıınımı şiddeti, W/m^2

q_{conv} =Oda havasına taşıınmla ısı akısı, W/m^2

denklemleri ile hesaplanmaktadır (ASHRAE-Isı Dengesi, 2005). Isı dengesi metodunun değeriendirilmesi için inşa edilen aynı geometride fakat farklı ısı kütlelere sahip binalar için hesaplanan soğutma yükleri ölçülen soğutma yüklerinden %4 oranında sapma göstermiş ve güvenilir olduğu ortaya konulmuştur (Chantrasrisalai ve Fisher, 2003). Isı dengesi prosedürünün soğutma yükleri dışında yüzey sıcaklıkları gibi tüm bileşen performansları hakkında bilgi sağlaması olanaklıdır (Pedersen ve diğ., 1997).

2.5 Soğutma Yüğü Hesabında Kullanılan Energyplus Programının Tanıtılması

Energyplus enerji analizleri ve ısı yük benzetişimlerinin yapılmasına imkan veren bir programdır (Anon, Energyplus-getting started reference, 2006). Gereksinimlere bağılı olarak farklı hesaplama modülleri arasında bağlantıları en aza indirerek, programın belirli bir kısmında yapılan değışiklik için genel algoritma yapısında müdahale gereğini azaltan bağımsız bir yapısı vardır.

Program içerisindeki modellerde problem için gerekli değışkenler ve parametreler tanımlanır ve gereksiz detaylar hesap dışında bırakılır. Açık bir sistem olarak tasarlanan program yapısında modüllerin birbirinden bağımsız yapıda işlemesi altprograma yeni özellikler eklenmesine ya da diğeri yardımcı programlarla bağlantı kurulmasına imkan verir.

Energyplus simülasyon yöneticisi ısı dengesi hesap metodunu temel alan; yüzey ısı dengesi, hava ısı dengesi, bina ek sistemleri modülleri bulunmaktadır. Araştırılan konuya bağılı olarak EK_A' da görülen yüzey ısı dengesi yöneticisi modülüne bağılı; gökyüzü modeli, gölgeleme, doğal aydınlatma, pencere cam, iletimle transfer hesap modülleri ile benzetişim yapılabilmektedir. Ayrıca program farklı ülkelere ait iklimsel veri dosyalarını içermekte ve isteğe bağılı olarak bu verilerin değıştirilmesine imkan vermektedir.

Hava ısı dengesi modülünde (Airflow network), doğal ve yapma havalandırma sistemleri için pencereler tanımlanabilmekte ve açıklıkların kapalı ya da açık olduğu durumlar kontrol edilebilmektedir. Rüzgar etkisi ile oluşan zorlanmış taşınım ve sıcaklık farkları ile oluşan doğal taşınım mekanizmalarını kullanarak basınç farkları bulunabilmekte ve geniş açıklıklarda 2 yönlü akımlara bağlı olarak hacimsel ve kütleli hava debileri boşaltım katsayıları ile hesaplanabilmektedir.

Programda iç yüzey ortalama taşınım katsayılarını hesaplamak üzere 2 doğal taşınım, 1 adet karma ve zorlamalı taşınım ve 1 adet tromb duvar taşınım modeli kullanılmaktadır (Energyplus, Engineering Reference, 2006). Ayrıca kullanıcı tanımlı iç ve dış yüzey ortalama taşınım katsayılarının girişi yapılabilmektedir.

Program iç yüzeylerde ve dış yüzeylerde gölgeli ve gölgesiz alanlara bağlı olarak güneş ışıma şiddet ve miktarlarını hesaplayabilmekte ancak gölgesiz alanların tüm yüzeye düzgün dağıldığını kabul ederek, her yüzey için tek sıcaklık değeri vermektedir. Programa ait arayüzler EK_B 'de yer almaktadır.

3. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMUNDA GÖLGELEME ARAÇ ETKİLERİNİ ELE ALAN YÖNTEMLERİN TANITILMASI

Bu bölümde, enerji korunumunda gölgeleme araçlarının etkisini göz önüne alan mevcut yöntemler yer almaktadır. Literatürde gölgeleme araçlarının; geometrileri, ısı ve optik özellikleri, iç mekan, havalandırma, aydınlatma ve mekana giren güneş ışınımı miktarlarına bağlı olarak ısıtma ve soğutma yüklerine katkılarının ortaya konulduğu çalışmalar incelenmiştir. Gölgeleme araçlarının boyutsal özelliklerine bağlı olarak; hava akımı geçirilişi, güneş ışınımı geçirilişi, ya da her ikisini aynı anda ele alarak soğutma yüklerine etkilerini inceleyen çalışmalar (Chiang ve diğ., 1999), (Argiriou ve diğ., 2002), (Hien, 2003), güneş ışınım geçirilişini ele alarak aydınlık düzeyine katkılarını ortaya koyan çalışmalar vardır (Yener, 1996), (Hien, 2003).

Gölgeleme araçlarının malzeme özelliklerine bağlı olarak; güneş ışınım geçirilişi, yansıtışı ile aydınlık düzeyine, malzeme özelliklerine, boyutları ve geometrik özellikleri ile iletim, taşınım ve ışınım yolu ile oluşan ısı transferlerinin oluşturduğu soğutma yüklerine etkilerini ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Cho ve diğ., 1995), (Pfrommer ve diğ., 1996), (Fang, 2000), (Breitenbach ve diğ., 2001), (Collins, 2004), (Chantrasrisalai ve Fisher, 2004), (Shadid ve Naylor, 2005). Ele alınan mevcut yöntemler;

- Gölgeleme araçlarının mekanda güneş ışınımı yolu ile kazanımlarına etkilerini ortaya koyan yöntemler
- Gölgeleme araçlarının mekana hava akımı girişine etkileri ile bu etkilerle oluşan iç ısı kayıp kazançları inceleyen yöntemler olarak incelenmiştir.

Gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık hacimsel debinin elde edilmesinde gerekli olan boşaltım katsayılarının hesaplanması için kullanılabilecek yöntemler ve gölgeleme araçları takılı pozisyonda içeri giren hava akımlarının hız etkisi ile değişen ortalama taşınım katsayılarının bulunması için ifadeler öneren yöntemler ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

- Ortalama taşınım katsayısı hesabı için ifadeler öneren çalışmalar
- Boşaltım katsayısı hesabı için ifadeler öneren çalışmalar

3.1 Gölgeleme Araçlarının Mekanda Güneş Işınımı Girişine Etkilerini İnceleyen Çalışmalar;

Gölgeleme araçları enerji etkin bina tasarımında ESD'de güneşin istenmeyen ısı etkilerini engellemek üzere kontrol amaçlı tasarlanan pasif soğutma sistemleri elemanlarıdır. Hangi yönde, ne zaman, ne boyutta, ne tipte gerekli olacağının düşünülmesi gereken gölgeleme aracı tasarımında deneysel, çizgisel ve sayısal yollardan faydalanılmaktadır. Bu çalışmanın konusu olan bina dışı gölgeleme elemanlarının nesnel yaklaşımlarla tasarlanmaya başlanması 1940'lı yıllarda Olgyay kardeşlerin iklimle dengeli mimarlık ve şehircilik alanındaki araştırmalarıyla başlamış ve onların çalışmalarından yola çıkan birçok tasarımcı ve bilim adamı tarafından uygulamalar devam ettirilmiştir.

Konfor grafikleri ile belirlenen iklimsel koşulların istenen yöre için güneş yörüngesi diyagramına işlenerek güneşin kontrol edilmesinde kullanılan güneş açıları belirlenmekte ve bu diyagramlar gölgeleme aracı maskeleri ile karşılaştırılarak profil ve genişlik açılarını okumak suretiyle gölgeleme araçları tasarlanabilmektedir (Olgyay ve Olgyay, 1957). Olgyay (1963) gölgeleme araçlarını güneş ışınımını azaltmada gölgeleme katsayılarını kullanarak en az etkili olandan en fazla etkili olana doğru sıralamış ve dış gölgeleme araçlarının güneş ışınımının binaya girişinde %30-35 azaltım sağlayarak iç gölgeleme araçlarına göre daha etkili olduklarını ortaya koymuştur.

Daha sonra enerji korunumuna, görsel, iç aydınlık düzeyine etkileri açısından performanslarını geliştirmek üzere optimum gölgeleme aracı tasarımı öneren çalışmaların arttığı gözlenmiştir. Örneğin gölgeleme araçlarının tasarımında enerji korunumu açısından optimum gölgeleme aracı tasarımında soğutma yüklerinin hesabında gerekli olan istenen saatte pencerede oluşan gölgesiz alanların belirlenmesi için Etzion (1985) grafiksel bir çözüm önermiştir.

El-refaie (1987) pencere önüne gelen farklı tipte gölgeleme araçlarının performanslarını herbirinin geometrik parametrelerini kesme açıları ile ifade ederek türettiği matematiksel formülle oluşturduğu gölgeleme maskelerini karşılaştırarak ortaya koymuştur.

Uttinger ve Klein (1979) farklı yerleşimlerde yüzeye dik gölgeleme araçlarının boyutlarına bağlı olarak yüzeylerde yarattığı toplam ve gölgeli alanları karşılaştırmıştır.

Jorge ve diğ. (1993) 'ye ait çalışmada yeni bir gölgeleme aracının enerji etkin tasarımını sağlamak ya da varolan bir elemanı enerji gereksinimlerine uygun hale

getirmek üzere enlem, azimut açısı, ve geometrik boyut oranlarının işlendiği tablo ve gölgeleme katsayı dağılımlarını gösteren tabloların karşılaştırılması ile yaz ve kış dönemlerinde istenen gölgeleme katsayılarına bağlı etkinliklerin ölçülmesiyle eleman boyutlarında değişiklik yapmayı sağlayan model önerilmiştir.

Kuhn ve diğ. (2000) bina geometrisinden bağımsız olarak camla birlikte gölgeleme araçlarının etkinliklerini ölçmek için yaptığı çalışmada, kalorimetrik ölçümlerle değerlendirdiği ışınsal metodlarla açığa bağımlı toplam güneş ışıını geçirgenlikleri belirlenmiştir. Hesaplanan soğutma ve ısıtma yüklerinin güvenilirliğini arttırmak üzere yıllık ışıını dağılımları ile birleştirilmesi farklı kullanıcı isteklerini ifade eden kontrol stratejilerinin değerlendirilmesine izin vermektedir.

Günümüzde ortaya konulan problemlerin çözümünü kolaylaştırmak amacıyla bilgisayar ortamında algoritmalar geliştirilmiştir. Özellikle tasarımda kullanılacak sayısal benzetişim yollarının geliştirilmesi CAD boyutunda büyük ilerlemeler göstermiştir. 80'lerin başından itibaren açık gökyüzü koşullarında güneşe bağlı olarak dış gölgeleme araçlarının optimum şekillerini doğru şekilde belirlemek üzere birçok bilgisayar programı geliştirilmiştir. Örneğin SOMBRERO programı ile zamana ve yerleşime bağlı olarak gölgeleme araçlarına sahip cephelerde oluşan gölgeli alan oranları elde edilebilmektedir (Schnieders ve diğ., 1997). Marsh, (2003) tarafından geliştirilen gölgeleme araçlarının tasarımında kullanılan basit yöntemler dışında daha karmaşık sistemlerin çözümünü de sağlayan ECOTECT programı ile optimum gölgeleme elemanı tasarlayıp, aylık soğutma yükü hesabı yapmak mümkündür.

Gölgeleme araçlarına sahip binaların enerji performansını değerlendirmek üzere yapılan Rheault ve Bilgen (1990)' e ait çalışmada otomatik; yüzeye paralel kanatlı gölgeleme araçlarının yaz döneminde %50, kış döneminde % 30 oranında düşürülebileceğini ortaya koydukları daha önceki çalışmalarını değerlendirmek üzere deneysel çalışma gerçekleştirmişlerdir. Gölgeleme aracına sahip pencereden iletilen güneş ışıını, cam iç ve dış yüzey sıcaklıkları, gölgeleme aracı kanat açıklıklarına bağlı olarak yaz ve kış dönemindeki gölgeleme katsayıları ve ısı dirençler karşılaştırılarak teorik çalışmayla uyumlu olduğu görülmüştür.

Hunn ve diğ. (1993) çeşitli cam tipleri ve yüzeye dik, yüzeye dik yatay kanatlı, yüzeye paralel yatay kanatlı, gölgeleme araçlarının konut, küçük ofis, yüksek katlı binalarda yıllık enerji harcamalarını azaltım miktarlarını karşılaştırmıştır. Çalışmada küçük ofis binalarında yıllık enerji harcamalarını, yüzeye paralel yatay kanatlı gölgeleme araçlarının %2, yüzeye dik gölgeleme araçlarının %1 oranında düşürdüğü bulunmuştur.

Bilgen (1994) çift cam arasında yer alan otomatik yatay kanatlı gölgeleme araçlarının yaz döneminde soğutmada ortalama %84 oranında enerji korunumu sağladığını ortaya koymuştur.

Cho ve diğ. (1995) Yüzeye paralel yatay kanat açılı gölgeleme araçlarının kanat açıları ve emicilik miktarlarının soğutma yüklerine etkilerini TRNSYS programı yardımı ile incelemiştir. Bu elemanların soğutma yüklerini Kore için %30 düşürdüğü görülmüştür.

Gölgeleme araçlarına sahip binaların enerji performansını değerlendirmek üzere hesaplama metodları geliştiren araştırmalara örnek olarak gösterilebilecek Wall ve Wallentén (1999) çalışmasında, deneylerle elde edilen sonuçlara göre gölgeleme aracının güneş ışınımına karşı davranışını hesaplamak üzere ağırlık faktörü değerleri elde edilmiştir. Gölgeleme araçlarının ısı performanslarını incelemek üzere geliştirilen Parasol-LTH bilgisayar programı ile, eleman boyutları değiştirilerek optimum performans gösteren gölgeleme aracı seçimi mümkün olmaktadır (Wallenten ve diğ., 2000).

Datta (2001)'ya ait çalışmada optimum gölgeleme aracı tasarımının yerleşim ve hava koşullarına bağlı olduğu farklı iki bölgede güney cephede yer alan yüzeye paralel yatay farklı kanat açılarına sahip gölgeleme araçları için TRNSYS simülasyon programında gerçekleştirilen soğutma ve ısıtma yük hesapları sonucunda ortaya konulmuştur.

3.2 Gölgeleme Araçlarının Mekana Hava Akımı Girişine Etkilerini İnceleyen Çalışmalar

Gölgeleme araçlarının pasif soğutma stratejilerinden doğal havalandırma unsuru rüzgar etkilerini de gözönüne alarak optimum tasarımlarının gerçekleştirilebilmesi için gölgeleme araçlı cephelerden mekana giren hava akımı miktarları, dağılımları, hızları gibi zamana bağlı değişim gösteren parametrelerin gerçekçi bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir.

Allard (1992)'a ait çalışmada sabit dış yüzeye paralel gölgeleme araçlarının hava hareketini tüm yüzeyde eşit şekilde azalttıklarını ve yönünün değişmediğini görülür. Yine aynı çalışmadan edinilen bilgilere göre dikey hareketli jaluziler dikey kayar pencereler gibi davranış göstermektedir. Hava bant aralıklarından tüm yüzeye eşit şekilde dağılım gösterir. Gölgeleme elemanının yukarı doğru belli bir açı ile dönebildiği durumlarda alt boşluktan hava içeriye girebilmekte ancak elemanın olduğu üst kısımlarda bant boşluklarından az miktarda sızan hava yüzeye eşit

şekilde dağılmaktadır. Gölgeleme ve havalandırma açısından bu tip gölgeleme araçlarının optimum performans gösterdiği vurgulanmıştır. Dış gölgeleme elemanlarından kepenkli ve kayar kepenk tarzı elemanlar hava hareketini kapalı kısımlarda engellemekte, açık kısımlarda içeriye doğru hızı yan yüzeylere doğru azalan akım oluşmaktadır. Aynı zamanda elemanların iç kısımlarında girdaplar oluştuğu gözlenmiştir.

Ernest (1991) sınır tabakalı rüzgar tüneline mimari modellerden elde ettiği bilgileri kullanarak, iç mekanlarda rüzgar nedeniyle oluşan iç hava hızlarının tahmin edilmesi için rüzgar yönü, ve bina etrafında basınç yayılımı gibi, iklimsel bilgilerin yanısıra, bina boyutları, pencere tipleri ve iç bölme elemanları tipleri, gölgeleme araçları gibi bina ile ilgili özellikleri göz önüne alan ampirik bir yöntem önerdi.

Çatı şekillerinin iç mekanda rüzgarla oluşan hava hareketine etkilerini CFD simülasyon programı ile inceleyen Kindangen ve diğ. (1997)'in çalışmasında yer alan düz çatı saçağı yüzeye dik gölgeleme aracı olarak kabul edilmiş ve iç hız katsayılarına etkisi saçak olmadığı durumla karşılaştırılmıştır.

Tsangrassoulis ve diğ. (1997)' e ait çalışmada tek taraflı havalandırılan mekanın cephesindeki geniş açıklık önünde yer alan yüzeye ve dik gölgeleme araçlarının etkisi ile değişen iç ölçüm noktalarındaki saatlik hava değişim oranları ölçülüp ortalamaları alınmıştır. Geniş açıklıklardan geçen hava akım miktarlarını hesaplamada kullanılan menfez denklemi ile bulunan hava akım miktarları ve ölçüm sonuçları ile elde edilen hava akım miktarlarının karşılaştırması yapılmıştır. Sonuçların tutarlı olmadığı ancak tahmin hatasının Grashof sayısının, Reynolds sayısının karesine bölümü ile orantılı olduğu gözlenmiştir. Hesaplanan değerler dikey ve yatay gölgeleme araçları içi türetilen farklı düzeltme sayıları ile çarpılarak ölçüm değerleri ile tutarlı hale getirilmiş ve belirli gölgeleme aracı tiplerinden geçen hava akım miktarlarını hesaplamak üzere yeni bir metod geliştirilmiştir. Argiriou ve diğ. (2002) ise aynı çalışmayı farklı iklim koşullarını da göz önüne alarak gerçekleştirmiştir.

Prianto ve Depecker (2002) gölgeleme aracı gibi davranan balkonların, pencerelerin, pencere önündeki gölgeleme araçlarının, iç bölücü elemanların oturma ve ayakta durma pozisyonlarına göre alınmış yatay kesit yüksekliklerinde ortalama hız katsayılarına etkilerini incelemişlerdir. Belirlenen yüksekliklerde konfor için maksimum hava hızını sağlayan gölgeleme araçlı ve araçsız alternatifler belirlenmiştir.

Hien (2003) çalışmasında 6 farklı tipteki dış gölgeleme aracının aydınlatma ve havalandırma performansları açısından optimize edilmesini amaçlamıştır. Farklı gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarına ve iç hava sıcaklıklarına etkilerini gölgeleme aracı olmadığı durumla karşılaştırma yapmak suretiyle ortaya koymuşlardır.

Chiang ve diğ. (2005) tek taraflı havalandırılan mekanda gölgeleme araçları kanat derinliklerinin iç hava akımı ve sıcaklık dağılımlarına etkilerini ortaya koymuş, ayrıca yüzeye paralel yatay kanatlı gölgeleme araçlarının iç sıcaklık katmanlaşmasına, hava akımı değişimlerine etkilerini incelemiştir.

Altuntaş (2006) çalışmasında farklı kanat açılara sahip yüzeye paralel ve yüzeye dik gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarına etkilerini, CFD simülasyonları ile araştırmıştır.

3.3 Ortalama Taşınım Katsayısı Hesabı için İfadeler Öneren Yöntemler

Taşınım katsayısı konusunda doğal taşınımı ele alan çalışmaların ağırlıkta olgu görülmektedir. Ortalama taşınım katsayısı hesabı için incelenen araştırmalarda Awbi (1998)' ye ait çalışmada iç yüzeylerde doğal taşınım ile ısı transferlerinin, Beausoleil-Morrison (2002)' ye ait çalışmada doğal taşınım ve mekanik havalandırma sistemlerin etkisi ile oluşan zorlamalı taşınımı içeren iç yüzeyler için ortalama taşınım katsayısı hesaplama aşamalarının, Zhai ve Chenb (2004), enerji analizi ve hava akım simülasyonlarının yapıldığı CFD programları arasında bilgi akışında önemli bir parametre olan doğal taşınım ve zorlamalı taşınım ile oluşan ortalama taşınım katsayısı değerlerinin CFD programlarında elde edilmesinde optimum grid boyutlarının, Fohanno ve Polidori (2006)' ye ait çalışmada iç dikey yüzeylerde doğal taşınım etkisinin ortaya konulduğu görülmüştür.

Dreyfus (1960), bina yüzeyini etkileyen hava hareketi hızların 1m/s geçtiği takdirde kullanılabilecek bir ortalama taşınım katsayısı ifadesi önermiştir. Dış yüzey ortalama taşınım katsayılarının hesaplanmasında kullanılabilecek Hagishima ve Tanimoto (2003)'e ait çalışmada önerilen ifade ise 3 boyutlu hız değerleri ile hesaplanmaktadır. Sharples (1984), Loveday ve Taki (1996), Emmel ve diğ. (2007)'ne ait çalışmalarda taşınım katsayılarının hesaplanmasında kullanılan bölgesel hızların, 10 m yükseklikte ölçülen referans hızlara bağlı olarak hesaplanması önerilmiştir.

3.4 Boşaltım Katsayısı Hesabı için İfadeler Öneren Yöntemler

Flourentzou (1998)' e ait çalışmada baca etkisi ile havalandırmanın etkin olduğu durumun oluşturulduğu deneysel çalışmada ölçülen hızlara ile farklı parametrelere göre boşaltım katsayıları hesaplanmıştır. Aynsley ve diğ. (1977) ait çalışmada çapraz havaladılan mekanlarda giriş açıklıkları için basınç farkları, açıklıkta ölçülen hız ve cepheye etkiyen referans hızlar, açıklık alan büyüklüklerine bağlı olarak önerilen düzeltme faktörleri ile boşaltım katsayılarının bulunması önerilmektedir. Aynı yaklaşım Karava (2007)' e ait çalışmada çapraz havaladılan mekana uyarlanmıştır. Ön ve arka yüzeylerde ölçülen basınç katsayıları ile iç yüzeyi etkileyen ortalama basınç katsayıları kullanılarak rüzgar alan tarafta yer alan açıklıklar için boşaltım katsayıları elde edilmiştir.

3.5 Yöntemlerin Tartışılması

Önceki alt bölümlerden hatırlanacağı gibi güneş kontrolü elemanının termal performansını ele alan birçok çalışmada pencere yüzeyine gelen güneş ışıını miktarı göz önünde bulundurulmuş ancak pencere açık havalandırma etkilerinin oluşu ve iç yüzeylerin güneşlenmesi dikkate alınmamıştır.

Bunun yanı sıra, sadece hacimsel debilerin, eleman tipine göre belirlenen düzeltme faktörleri ile hesaplanmasının önerildiği çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca hacimsel debilerinin bulunması için gerekli olan boşaltım katsayılarının hesaplanmasında gölgeleme araçlarının etkilerini göz önüne alan bir çalışma ile karşılaşılmamıştır.

Ortalama taşınım katsayılarının hesaplanmasında kullanılan yöntemlerde bina iç yüzey ve dış yüzeylere göre farklı ifadeler önerildiği görülmektedir. Bina iç yüzeyleri için önerilen ifadeler rüzgarla oluşan zorlamalı taşınım etkilerini içermemektedir. CFD programları iç yüzey zorlamalı ve doğal taşınıma bağlı ortalama taşınım katsayılarını vermektedir. Ancak gölgeleme araçları takılı durumlar için gerçekleştirilen havalandırma benzetişimlerinde ortalama taşınım katsayılarının elde edildiği bir çalışma ile karşılaşılmamıştır.

Sonuç olarak, gölgeleme araçlarının hava akımı ve güneş ışıını geçirişi ile oluşan soğutma yüklerine bağlı olarak etkinliklerini ortaya koyan araştırmaya benzer daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde her iki değişkene bağlı olarak gölgeleme araçlarının etkinliklerinin ortaya koyan çalışma olmadığı görülmüştür.

4. GÖLGELEME ARAÇLARININ TOPLAM SOĞUTMA YÜKLERİ AÇISINDAN ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GELİŞTİRİLEN YÖNTEM

Bu bölümde, gölgeleme araçlarının toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerinin değerlendirilmesinde geliştirilen yeni bir yaklaşım açıklanmaktadır.

4.1 Problemin Tanımı

Zamana bağlı olarak etkileri sürekli değişim gösteren rüzgarın, binaların pasif yollarla soğutulmasındaki rolünde, cepheye etkiyen basıncı ve hızı değiştirmek suretiyle, açıklıktan içeri giren hava akım miktarını, iç yüzeylerden ortama zorlanmış taşınım yolu ile ısı transferini artırarak yada azaltarak mekan toplam soğutma yüklerini değiştiren gölgeleme araçlarının, bu etkilerin yanısıra bina iç ve dış yüzeylerin güneş yolu ile kazanımlarındaki etkilerinin birlikte ele alınması ile enerji kaybını en aza indirecek optimum gölgeleme aracı tipinin seçilmesi gerekmektedir.

Gölgeleme araçlarının içeri giren hava akım miktarına, yüzeylere etkiyen güneş ışınlamı ve hava akımının birleşik etkisi ile yüzeyler ile iç ortam arasında zorlanmış taşınım yolu ile ısı transferine, pencereden kazanımlara etkisinin, gün içerisindeki değişimlerinin belirlenerek, toplam yüklerin oluşumunda en fazla katkısı olan ısı kazanım bileşenine göre gölgeleme araçlarının etkinliklerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu sebeple gölgeleme araçlarının mekanın güneş yolu ile ısı kazanımları ve bunlara bağlı olarak oluşan güneş ışınlamalarının dış ve tüm iç yüzeylerde oluşturduğu gölgeli gölgesiz alanların ısı kazanımlarına ve toplam yüklere etkisinin,

Farklı tipteki araçların iç yüzeylerde rüzgar etkisi ile iç hava hareketi hızlarının oluşturduğu zorlanmış taşınım yolu ile mekanın ısı kazanımlarına ve toplam yüklerine etkisinin,

Mekana giren hacimsel hava akım miktarı ile içeri taşınan dış ortam sıcaklığının mekanın ısı kazanımlarına ve toplam yüklerine etkisinin, soğutma yükü hesabında dikkate alınması ve gölgeleme araçlarının tasarımında yukarıda sayılan konulardaki

etkinliklerinin günün farklı zaman aralıklarındaki değişimlerine göre ortaya konulması gereklidir.

4.2 Yaklaşımın Amacı

Çalışmada; güneşin direkt bileşenini engelleme yoluyla iç mekan soğutma yüklerini azaltmak üzere tasarlanan, gerektiğinde güneş ışınlarının açılarına göre hareket edebilen, konumu değiştirilebilen gölgeleme araçlarının, çapraz havalandırılan iç mekanlarda iç yüzey sıcaklığının rüzgar gücüyle oluşan taşınım ile değişiminin oluşturduğu kazanım ve kayıpları; rüzgar gücüyle bina içi mekanlarının doğal havalandırma yoluyla ısı kazanım ve kayıpları; güneş ışınlama yolu ile iç yüzeylerden ve dış yüzeylerden ısı kazanımları; bahsedilen 3 kazanım bileşeni ve diğer bileşenlerin mekanda farklı zaman aralıklarında oluşturduğu toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerinin ortaya konulduğu bir yöntem geliştirmek amaçlanmıştır.

4.3 Hipotez

Cephedeki pencerelerden içeri giren hava akımları dış ortam sıcaklığını iç ortama taşıyarak iç yüzey ve ortam sıcaklıklarının değişimine neden olmaktadır.

Geniş açıklıktan girerek iç mekana etki eden hava akımı hızı 1m/sn'yi geçtiğinde zorlamalı taşınım etkisi ile iç yüzey sıcaklıkları değişime uğramaktadır(Dreyfus, 1960).

Pencerelerden iç yüzeylere etkiyen güneş ışınlamaları iç yüzeylerde farklı sıcaklıklara sahip gölgeli ve gölgesiz alanlar oluşturmaktadır.

Pencereden kazanımlar, havalandırma yolu ile kazanımlar, mekanın taşınım yolu ile kazanımları ve toplam yükler gün içerisinde değişim gösteren dış ortam iç ortam sıcaklıkları ile farklı zaman aralıklarında değişim göstermektedir. Cephe önüne yerleştirilen farklı gölgeleme araçlarının etkisi ile ;

İç yüzeylere etkiyen güneş ışınlama miktarı azalmaktadır. İç yüzeyde oluşan gölgeli ve gölgesiz alanlar farklı tipte gölgeleme araç tipleri takılı durumdayken değişeceğinden her durumda oluşan yüzey sıcaklıkları farklılaşacaktır. Buna bağlı olarak odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımları ve mekanın toplam soğutma yükleri farklı miktarlarda azalmaktadır.

Açıklık hacimsel debisi gölgeleme araçlarının geometrilerine bağlı olarak cepheye oluşturdukları boşluk alan büyüklüğü ile değiştiğinden içeride oluşan iç ortam

sıcaklığı farklı geometrilere sahip gölgeleme araç tipleri takılı durumlarda farklılaşacaktır.

Gölgeleme araçlarının geometrilerine bağlı olarak pencere önünde oluşturdukları farklı boyutta açıklıklardan iç ortama giren hava akımlarının hızları değişime uğramaktadır. Buna bağlı olarak ortalama taşınım katsayılarının değişimi, odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımlarını arttırmakta ya da azaltmaktadır.

4.4 Yaklaşımdaki Sınırlandırmalar

Tezde gölgeleme araçlarının optik ve termofiziksel özelliklerinin mekan ısı kazanımlarına ve toplam yüklere etkisi ihmal edilmiştir.

Binaya etkiyen rüzgar hızlarının gün içerisinde zamana göre değişimleri ihmal edilerek rüzgar tüneline stabil rüzgar dağılımının elde edilebildiği 8.6 m/s referans rüzgar hızı için gerçekleştirilen ölçüm sonuçları tüm saatler için kullanılmıştır.

Binaya etkiyen rüzgar yönlerinin zamana göre değişimleri ihmal edilerek, gün içerisinde tüm saatlerde rüzgarın güney cephesinden etki ettiği kabul edilmiştir.

Farklı iklim bölgesi koşulları ihmal edilerek sadece ılımlı-nemli iklim koşullarını temsil eden İstanbul ili için çalışmalar yürütülmüştür.

4.5 Yaklaşımın Kapsamı

Yaklaşımda farklı tipte gölgeleme araçlarının etkisi ile değişen açıklıktan giren hava akımı miktarı, hızı, iç ve yüzeylere etkiyen güneş ışınlamalarının oluşturduğu iç yüzey ve ortam sıcaklıkları ile mekanda bu bileşenlere bağlı olarak meydana gelen hissedilen kazanımlar ve toplam yüklerin gün içerisinde belirlenen zaman dilimlerindeki ortalama değerlerinin karşılaştırılması ile gölgeleme araçlarının etkinlikleri değerlendirilmiştir.

Çalışmada; bina yüzeylerinden ısı kazanımını güneşin doğrudan bileşenini engelleme yoluyla azaltmak üzere tasarlanan, gerektiğinde güneş ışınlarının açılara göre hareket edebilen, konumu değiştirilebilen gölgeleme araçlarının güneş ışınlamı geçirilişlerine bağlı olarak iç yüzeylerde güneş yolu ile ısı kazanımlarına etkileri sayısal hesaplamayla ortaya konmuştur.

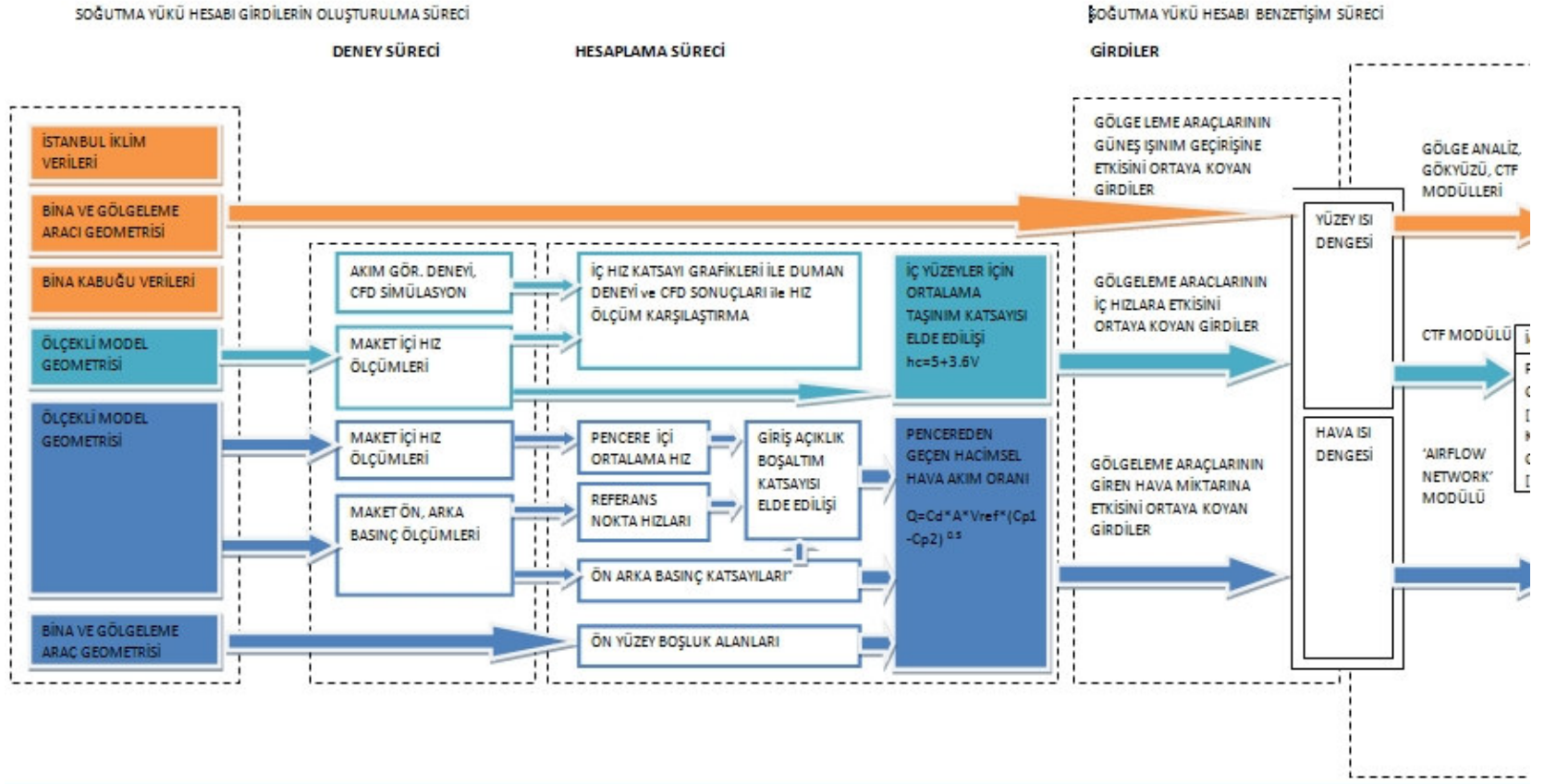
Güneş kontrol elemanlarının bina içerisinde rüzgar basıncı nedeniyle oluşan bina içi hava akımına etkisi; rüzgar tüneline sabit hızda, güneş kontrol elemanının biçim, boyut, konum gibi geometrik değişkenliklerinde deneysel olarak incelenmiştir. Deneysel çalışmalardan elde edilen basınç ve hız verileri ile gölgeleme aracı takılı

durumda ön açıklık için hacimsel debi ve iç yüzey ortalama taşınım katsayıları hesaplanabilmektedir. Sayısal hesaplama süreci sonucunda elde edilen veriler kullanılarak, boş durum ve 4 tip güneş kontrol elemanı için, 8.6m/s rüzgar etkisinde, 10 farklı duruma bağlı olarak enerji analiz programı Energyplus'ta soğutma yükü hesabı gerçekleştirilmiştir.

Gölgeleme araçsız, pencere kapalı hava akımı etkisi olmadığı durum, [1SİM3kap.pen]; gölgeleme araçsız, hava akım etkilerinin olduğu pencere açık durum, [1SİM3ac.pen] referans durumlar olarak kabul edilerek, yere paralel 90° açık kanatlı yüzeye paralel gölgeleme aracı takılı durumda, pencere kapalı pozisyonu ifade eden, [2.1SİM5kap.pen]; pencere açık pozisyonu ifade eden [2.1SİM5ac.pen], yere paralel 45° açık kanatlı yüzeye paralel gölgeleme aracı takılı durumda, pencere kapalı pozisyonu ifade eden [2.2SİM9kap.pen]; pencere açık pozisyonu ifade eden [2.2SİM9ac.pen], yüzeye paralel 90° açık kanatlı yüzeye dik gölgeleme aracı takılı durumda, pencere kapalı pozisyonu ifade eden [3.1SİM12kap.pen]; pencere açık pozisyonu ifade eden [3.1SİM12ac.pen], yüzeye paralel 45° açık kanatlı yüzeye dik gölgeleme aracı takılı durumda, pencere kapalı pozisyonu ifade eden [3.2SİM15kap.pen] ve pencere açık pozisyonu ifade eden [3.2SİM15ac.pen] durumları için hissedilen kazanımlar olarak adlandırılan odanın 01:00-07:00, 08:00-18:00, 19:00-24:00 saatleri arasındaki; pencereden kazanım ve kayıpları, güneş ışınlamalarının etki ettiği iç yüzeylerden taşınım yolu ile kazanım ve kayıpları, havalandırma yolu ile oluşan 24 saatlik kazanım ve kayıpları ve toplam yükleri elde edilmiştir. Elde edilen kazanımlar ve yüklerin zaman aralıklarındaki değerlerinin ortalamaları alınmış ve oluşturulan grafiklerle pencerede gölgeleme aracı olmadığı alternatiflere göre değişimlerinin gözlenmesi ile etkinlik değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

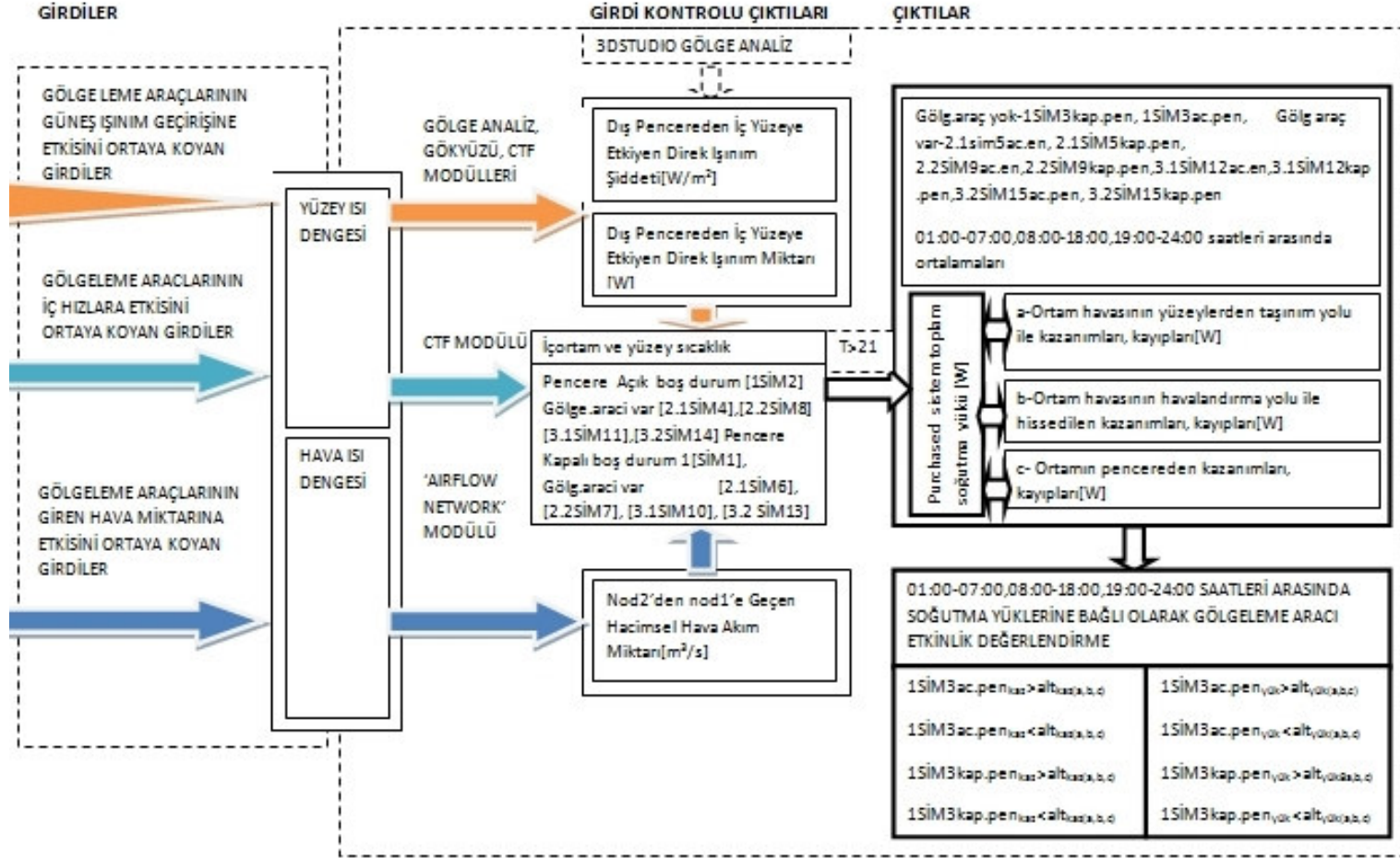
İç hız ölçümlerinden elde edilen verilerle oluşturulan iç hız dağılımı ve büyüklüklerini gösteren grafiklerle karşılaştırma yapmak üzere dumanla gerçekleştirilen akım görünürlülük deneyinden elde edilen görseller ve başka bir araştırmada 2.5 m/s GH,'da aynı gölgeleme aracı alternatifleri ile gerçekleştirilmiş CFD çalışması sonuçları kullanılmıştır.

İç yüzeylerde oluşan gölgesiz alanların yarattığı ısı kazanımlarını tüm alanın homojen biçimde ısıtım aldığını varsayarak hesaplayan Energyplus sonuçlarını kontrol etmek için 3DStudioVIZ programında gölge analizleri gerçekleştirilmiştir. Tüm bu çalışmalara ait akış şeması Şekil 4. 1 ve Şekil 4. 2'de yer almaktadır.



Şekil 4. 1: Gölgeleme araçlarının toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerinin değerlendirilme yöntemi aşamaları

SOĞUTMA YÜKÜ HESABI BENZETİŞİM SÜRECİ



Şekil 4. 2: Gölgeleme araçlarının toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerini değerlendirme yöntemi aşamaları(devamı)

4.6 Yöntemin Adımları

Yöntemin gölgeleme araçlarının toplam yükler açısından etkinliklerinin değerlendirilmesi için önerilen çalışma, bu araçların hava akım miktarlarına etkilerini, hava akım hızlarına etkilerini, iç ve dış yüzey güneşlenme miktarlarına etkilerini göz önüne alan,

- 1- Gölgeleme araçlarının güneş ışıınımı engelleme etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış adımları,
- 2- Gölgeleme araçlarının ön açıklık hacimsel debiye etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış adımları,
- 3- Gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarına etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış adımlarının maddeler halinde özetlendiği alt bölümlerde yer almaktadır.

4.6.1 Gölgeleme araçlarının güneş ışıınımı engelleme etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış aşamaları ve adımları

İç mekana ulaşan güneş ışıınımları en sıcak dönemde soğutma yükü oluşturmak üzere iç yüzey ve ortam sıcaklıklarını yükseltmektedir. Gölgeleme aracı tipleri, geometrik özelliklerine, güneşin konumuna bağlı olarak iç mekana ulaşan güneş ışıınımlarını farklı miktarlarda azaltmaktadırlar.

Çalışmada güneş ışıınıımı yolu ile kazanımların toplam soğutma yüklerinin oluşumunda diğer ısı kazanım bileşenlerine oranla katkısı ortaya konularak ve bu katkıya bağlı olarak farklı tipte 4 gölgeleme aracının kazanımları azaltmadaki etkinliklerinin değerlendirilmesi için Energyplus programının güneş ışıınıımı hesaplama modülleri kullanılmıştır.

Programda yüzey ısı dengesi hesap aşamalarında, gölgeleme araçlarının güneş ışıınımlarının iç ve dış yüzeylere etkiyen güneş ışıınımlarına etkisinin göz önüne alınabilmesi için iç ve dış yüzeylerde gölgeleme araçlarının etkisi ile oluşan gölgeli ve gölgesiz alanlara göre güneş ışıınıımı şiddeti ve miktarının hesaplanmasını sağlayan, [FullinteriorAndExterior] seçeneği kullanılmıştır. Program bu seçeneğe göre iç ve dış yüzeyler için güneş ışıınıımı hesaplamalarını yapmakta ve bunları her yüzeyin ısı dengesi hesabında kullanmaktadır.

Normal şartlarda iç yüzeylere belirli alanlarda yoğunlaşarak etkiyen güneş ışıınıım miktarları, programda tüm yüzey alanına düzgün dağıtılmakta ve her yüzey için tek ortalama sıcaklık değeri elde edilmektedir. Bu çalışma için bir dezavantaj

oluşturmamaktadır. İç yüzeyde direk ışıınım etkisinin oluştuğu saatlerin ve ışıınım miktarlarının artışıını kontrol etmek üzere 3D StudioViz programında benzer bina modeli oluşturularak, aynı gün için gölge analizi çalışması yürütölmüş ve döşeme yüzeyine etkiyen toplam güneş ışıınım miktarlarının belli zaman aralıklarındaki artış oranı ile 3Dstudio programından elde edilen döşemede oluşan saatlik güneşli alanların aynı zaman aralıklarındaki artış oranları karşılaştırılmak suretiyle programın gölgeli ve gölgesiz alanları göz önüne alışı test edilmiştir.

Programda yer alan [Surface:Shading:Attached] arayüzünde gölgeleme araç tipleri, koordinatları girilmek suretiyle tanımlanmıştır.

Energyplus programında binaya etkiyen güneş ışıınım şiddet ve miktarlarının hesabı için tek cam pencere tipi tanımlanmıştır. Pencerenin kapalı ve açık olduğu benzetişimler gerçekleştirilmiştir. Programda yer alan hava akım ağı, [Airflow network] modölünde pencere önünde gölgeleme araçlarının tanımlanmasında mutlaka bir cam tipinin tanımlanması zorunluluğundan dolayı pencerenin açık olduğu pozisyonların ifade edilebilmesi amacı ile geçirimsizliğı 0.99 yansıtıcılığı ise 0.00001 olan cam tipi seçilmiştir.

Pencere açık ve kapalı pozisyonlarda, tüm gölgeleme araçlı ve araçsız seçenekle için iç yüzeyleri etkiyen güneş ışıınım şiddetleri, miktarları ve pencereden kazanımlar belirlenmiştir. Gölgeleme araçlarına bağılı olarak değışen iç yüzeylerden güneş yolu ile kazanımlar, rüzgarla oluşan hava hareketi hızlarının etkisini de içeren odanın yüzeylerden taşıınım yolu ile kazanımlarının belirlenmesi ile ortaya konulmuştur.

şekil4.1 ve şekil 4.2 'de yer alan akış şemasına göre gölgeleme araçlarının güneş ışıınımı engelle etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

- 1-Energyplus programında, İstanbul ili'ne ait iklimsel verilerin ve yerleşim bilgilerinin oluşturulması.
- 2- Ele alınan örnek bina geometrisinin, yatay ve düşey yapı elemanlarının oluştuğu malzeme katmanlarının, ön cephede yer alan pencere tipinin ve ele alınan gölgeleme araç tiplerinin geometrilerinin programda tanıtılması.
- 3-Energyplus programında döşeme yüzeyine etkiyen güneş ışıınımı şiddet ve miktarlarının hesaplanması.
- 4-Döşemeye etkiyen toplam güneş ışıınım miktarlarının birim yüzeydeki saatlik artış oranlarının elde edilmesi.

4-3dStudioViz programında aynı bina için 21 Ağustos tarihi için iç yüzeye etkiyen güneşlenme analizlerinin gerçekleştirilmesi.

5-Tüm alternatifler için hesaplanmış döşemeye düşen toplam güneş ışıını miktarlarının 3dStudioViz programından elde edilen gölgesiz alanlara bölünerek gölgesiz alana düşen ışıını miktarının elde edilmesi.

6- Energyplus programından elde edilen birim döşeme alanına düşen toplam güneş ışıını miktarı artış oranı ve 3dStudioViz programından elde edilen döşemede oluşan gölgesiz alanlara etkiyen güneş ışıını miktarı artış oranlarının karşılaştırılarak Energyplus programının iç yüzeylerde oluşan gölgesiz alanları gözönüne alışıının test edilmesi.

7-Soğutma yükü hesabı sonucunda pencere açık ve kapalı pozisyonda, ele alınan 4 tip gölgeleme aracı takılı olduğı ve olmadığı durumlarda odanın yüzeylerden taşıınım yolu ile kazanım ve pencereden kazanım ve toplam yük bulgularının elde edilmesi.

8- Gölgeleme araçları takılı durumda pencere çık ve kapalı pozisyonda elde edilen verilerin, gölgeleme aracı takılı olmadığı pencere açık ve kapalı pozisyonlarda oluşan pencereden kazanım ve taşıınım yolu ile kazanım bulguları ve toplam yükler ile karşılaştırılmasının yapılması.

4.6.2 Gölgeleme araçlarının ön açıklık hacimsel debiye etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış aşamaları

Gerçekleştirilen soğutma yükü hesabında havalandırma yolu ile kazanımların elde edilmesinde gerekli olan açıklık hacimsel debilerin hesaplanmasında Energyplus programı gölgeleme araçlarının etkilerini göz ardı etmektedir.

Bu sebeple gölgeleme araçlarının, rüzgar basıncı ile iç ortama taşıınan dış ortam sıcaklığına sahip hava miktarının etkilediğı havalandırma yolu ile kazanımların ve bu kazanımların toplam yüklerin oluşumundaki katkısının ortaya konulması için farklı tipte gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık hacimsel debiler ayrıca hesaplanmış ve programa girişı sağlanmışır. Çalışmada rüzgar etkileri ile havalandırma göz önüne alındığından

$$Q(q) = C_d \cdot A \cdot V(\Delta C_p)^{0.5} \quad (4. 1)$$

formülü kullanılmışır. Formülde 'V' rüzgarın referans hızını ifade etmektedir. Rüzgar tüneline gerçekleştirilen deneysel çalışma ile bina modeline 8.6 m/s- GH' da etkiyen rüzgarın model ön yüzeyinden belli uzaklıkta ve yüksekliklerde yarattığı

hızların, ön ve arka açıklıkların yer aldığı yüzeylerde oluşturduğu basınç farklarının ele alınan gölgeleme aracı tipleri takılı durumda ölçülmesi ve bu ölçüm bulguların denklemde yerine konulması ile ön açıklık için boşaltım katsayıları hesaplanmıştır. Gölgeleme araçlarının hava akım geçirir miktarına bağlı olarak etkinliğini ortaya koyan boşaltım katsayıları ile herbir eleman takılı durumda güneye bakan ön cephe açıklığında hacimsel hava debileri elde edilmiştir.

Programda deneysel çalışma ile ölçülen, gölgeleme araçlarının etkisi ile oluşmuş ön ve arka yüzey basınç değerleri, boşaltım katsayıları, referans hızlar [Airflow Network] arayüzünde girilmiştir. Hesaplanan hacimsel hava debilerini elde edecek şekilde arka açıklık boşaltım katsayıları ve rüzgar hız profili üstel sayıları deneme yanılma yöntemi ile değiştirilmiştir. Programdan, havalandırma yolu ile oluşan hissedilen ısı kazanım ve kayıp miktarları tüm alternatif durumlar için elde edilmiştir.

Şekil4.1 ve Şekil 4.2 'de yer alan akış şemasına göre gölgeleme araçlarının açıklık hacimsel debiye etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

- 1-Rüzgar tüneline gölgeleme araçlarının takılı olduğu ve olmadığı durumlarda cepheye etkiyen 8.6 m/s rüzgar hızında gerçekleştirilen deneysel çalışma sonucu ön ve arka yüzey basınçlarının ölçülmesi ve basınç katsayılarının hesaplanması,
- 2-Rüzgar tüneline pencereye yakın hızların ölçülmesi.
- 3- Tüm ön ve arka cephe yüzeyi için ortalama basınç katsayılarının hesaplanması.
- 4- Ön ve arka pencere hizasında ortalama basınç katsayılarının hesaplanması
- 5- Gölgeleme araçları takılı olduğu ve olmadığı durumlarda ön açıklık boşaltım katsayılarının hesaplanması.
- 6- Gölgeleme araçları takılı olduğu ve olmadığı durumlarda ön açıklık hacimsel debilerin hesaplanması.
- 7-Energyplus programında, İstanbul ili'ne ait iklimsel verilerin ve yerleşim bilgilerinin oluşturulması.
- 8- Ele alınan örnek bina geometrisinin, yatay ve düşey yapı elemanlarının olduğu malzeme katmanlarının, ön cephede yer alan pencere tipinin ve ele alınan gölgeleme araç tiplerinin geometrilerinin programda tanıtılması,
- 9-Energyplus hava akım ağı, [AirflowNetwork) arayüzünde pencere açık durumların ve çapraz havalandırmanın tanımlanması.

10-Programın hava akım ağı, [AirflowNetwork] arayüzünde yer alan hız üssel sayısının değiştirilmesi ile bulunan hacimsel debilerin, deneysel çalışma sonucu elde edilen bulgularla hesaplanmış hacimsel debi değerlerine eşit oluncaya kadar deneme yanılma yöntemi ile çalıştırılması.

11-Soğutma yükü hesabı sonucunda pencere açık ve kapalı pozisyonda, ele alınan 4 tip gölgeleme aracı takılı olduğu ve olmadığı durumlarda odanın havalandırma yolu ile kazanım ve toplam yük bulgularının elde edilmesi.

12- Gölgeleme araçları takılı durumda pencere çık ve kapalı pozisyonda elde edilen verilerin, gölgeleme aracı takılı olmadığı pencere açık ve kapalı pozisyonlarda oluşan havalandırma yolu ile kazanım bulguları ve toplam yükler ile karşılaştırılmasının yapılması.

4.6.3 Gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarına etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış aşamaları

Gölgeleme araçlarının pencere önünde engel oluşturmak suretiyle mekana giren hava hareketi hızını değiştirmesi iç yüzey sıcaklıklarının değişimine buna bağlı olarak taşınım ısı transfer miktarına etkileri vardır. Mekanın yüzeylerden zorlanmış taşınım etkisi ısı kayıp ve kazanımlarını bulmak üzere gölgeleme aracı seçenekleri takılı durumda 8.6 m/s referans rüzgar hızında tüneline gerçekleştirilen model içi yüzeye yakın hız ölçüm bulguları ortalama taşınım katsayısı elde edilmesinde kullanılabilen kabul görmüş yaklaşımlardan biri olan Dreyfus (1960)'a ait denklemde yerine konularak tavan, zemin ve arka yüzey için ortalama taşınım katsayısı değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler doğal havalandırma benzetişiminde açıklık önündeki gölgeleme araçlarının etkilerini gözardı eden Energyplus programında, gölgeleme araçları takılı durumda iç yüzeye yakın hız değişimlerini ifade etmek üzere, kullanıcı tanımlı ortalama taşınım katsayılarının girişine izin veren [ConvCoeff], arayüzünde tanımlanmıştır.

Modelde pencerenin kapalı olduğu durumlar için doğal taşınım ile oluşan hava hareketlerini göz önüne alarak ortalama taşınım katsayılarını hesaplayan detaylı taşınım modülü kullanılmıştır.

Odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanım bulguları gölgeleme araçlarına bağlı olarak değişen iç hava hareketi hızları ve iç yüzeye etkiyen güneş ışınlamalarının yarattığı gölgeli ve gölgesiz alanların bileşik etkisini içermektedir.

Şekil4.1 ve Şekil 4.2 'de yer alan akış şemasına göre gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarına etkilerinin soğutma yük hesabında ele alınış adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

1-Rüzgar tüneline gölgeleme araçlarının takılı olduğu ve olmadığı durumlarda cepheye etkiyen 8.6 m/s rüzgar hızında gerçekleştirilen deneysel çalışma sonucu model içi referans noktalarda hız ölçümlerinin gerçekleştirilmesi.

2- Arka, zemin, tavan yüzeylerine yakın hızların ortalamalarının hesaplanması.

3- Bu ortalama hız değerlerinin Dreyfus,(1960) denkleminde yerine konulması ile belirtilen yüzeyle için ortalama taşınım katsayılarının hesaplanması.

7-Energyplus programında, İstanbul ili'ne ait iklimsel verilerin ve yerleşim bilgilerinin oluşturulması.

8- Ele alınan örnek bina geometrisinin, yatay ve düşey yapı elemanlarının olduğu malzeme katmanlarının, ön cephede yer alan pencere tipinin ve ele alınan gölgeleme araç tiplerinin geometrilerinin programda tanıtılması,

9- Energyplus programında [ConvCoeff], arayüzünde elde edilen değerlerin programa tanıtılması.

10-Soğutma yükü hesabı sonucunda pencere açık ve kapalı pozisyonda, ele alınan 4 tip gölgeleme aracı takılı olduğu ve olmadığı durumlarda odanın taşınım yolu ile kazanım ve toplam yük bulgularının elde edilmesi.

11- Gölgeleme araçları takılı durumda pencere açık ve kapalı pozisyonda elde edilen verilerin, gölgeleme aracı takılı olmadığı pencere açık ve kapalı pozisyonlarda oluşan odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanım bulguları ve toplam yükler ile karşılaştırılmasının yapılması.

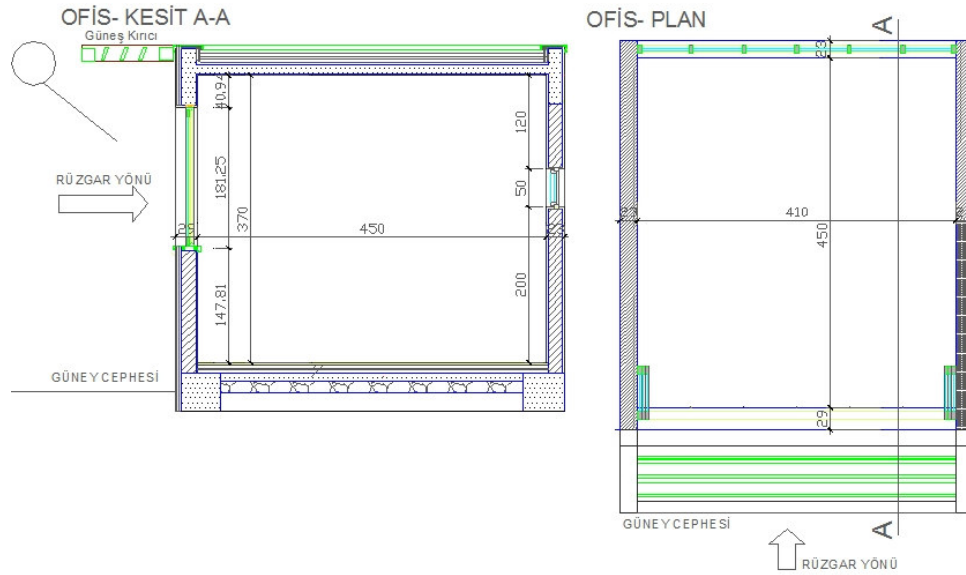
4.7 Yöntemin Pilot Bölgede Örnek Bina için Uygulanmasında Ele Alınan Değişkenler

Yöntemde ele alınan değişkenler binanın tanımlanması aşamasında; bina ve gölgeleme araç geometrileri, binaya ait kabuk bilgileri, İstanbul'a ait iklimsel veriler başlıkları altında açıklanmıştır.

4.7.1 Bina geometrisinin tanımlanması

Gölgeleme araçlarının iç mekan soğutma yüküne etkisi zemine oturan, tek katlı, iç ölçüleri 4.50*4.10 m olan bir ofis katında ele alınmıştır. ön cephede 4.10*1.80 m

boyutları ile 7.4 m² ve arka cephede 4.10*0.5 boyutları ile 2.05 m² alana sahip, mekanın çapraz havalandırılmasını sağlayan pencere açıklıkları yer almaktadır. (Şekil 4. 3). Tek odalı mekanın ön cephesi güneye bakmakta ve rüzgar cepheyeye dik olarak gelmektedir. Oda kapısı sürekli kapalıdır. Odada mobilya, aydınlatma, ofis ekipmanlarının, kullanıcıların olmadığı ve mekanın İstanbul'da düz kırsal bir alanda yer aldığı farzedilmiştir. (8.6 m/s) GH'da gölgeleme aracının yüzeye dik ve paralel yerleştirilmesi ve kanatlarının 45° ve 90° açılarına göre değiştirilmesi ile oluşturulan, boş durumla birlikte 5 alternatiflerinin pencere açık ve kapalı pozisyonlarında incelenmesi ile toplam 10 alternatif durumda, gölgeleme araçlarının optik ve termofiziksel özellikleri ihmal edilerek sadece geometrik özelliklerinin toplam soğutma yüklerine etkileri ortaya konulmuştur.



Şekil 4. 3: Ofis plan ve kesit

4.7.2 Bina kabuğuna ait girdiler

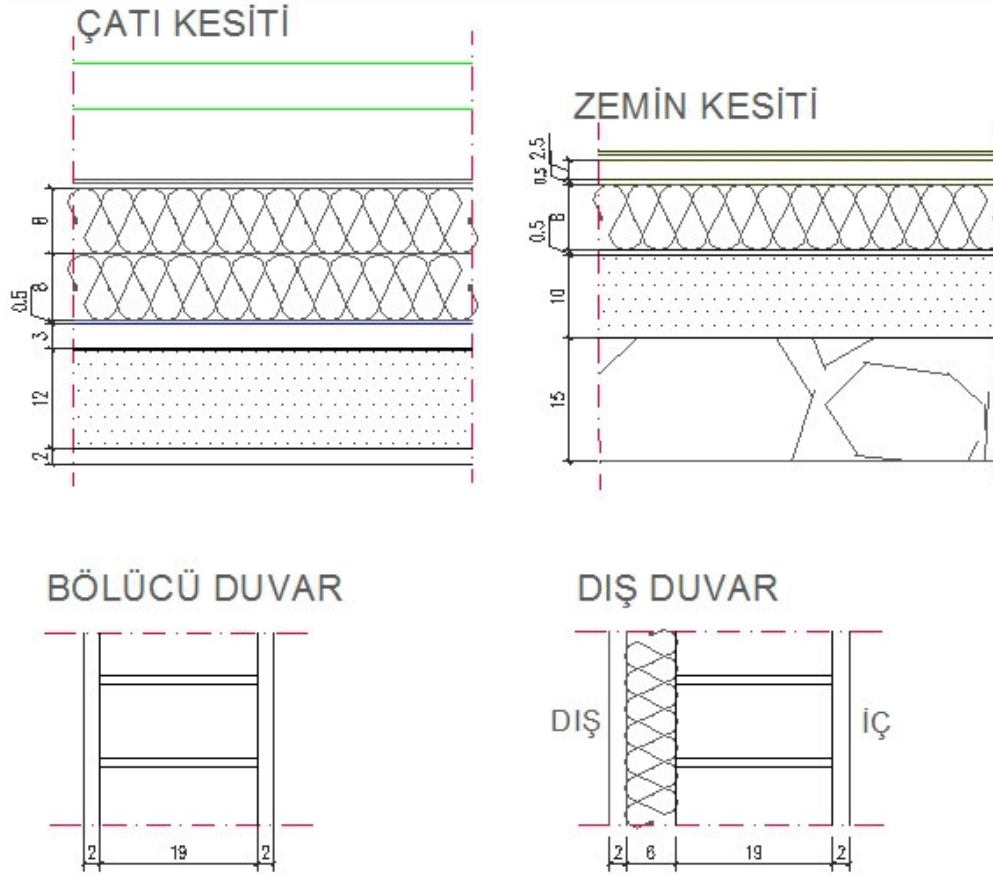
Energyplus programında iletim yolu ile ısı transferlerinin hesaplanması aşamasında kullanılmak üzere ön yüzey, arka yüzey, sağ ve sol yüzey, zemin kat ve tavan malzeme sıralaması belirlenmiştir. Bu aşamada bina modelinin ön yüzeyinde ısı geçişinin gerçekleştiği ancak diğer yüzeylerde gerçekleşmediği kabul edilmiştir. Öncelikle duvarlarda, döşeme ve çatı kullanılacak malzemeler programa tanıtılmıştır. Tanıtılan malzemelerle duvar zemin ve tavan katmanları oluşturulmuştur.

Ön cephe katmanları dıştan içe; 2 cm Çimento sıva, 6 cm extruded polistren, 19 cm tuğla duvar, 2 cm alçı sıva,

İç duvar katmanları dıştan içe; 2 cm alçı sıva, 19 cm tuğla duvar, 2 cm alçı sıva,

Çatı katmanları dıştan içe; mineral kaplı BTM polimerik örtü, 2 adet 8 cm extruded polistren, 2.5 cm şap, 3 cm eğim betonu, 12 cm beton, 2 cm alçı iç sıva,

Zemin katmanları dıştan içe; 15 cm blokaj, 10 cm grobeton, su yalıtım membranı, 10cm extruded polistren, Serbest su yalıtımı, 2.5 cm şap, 0.5 cm Pvc kaplamadan oluşmaktadır (Şekil 4. 4).

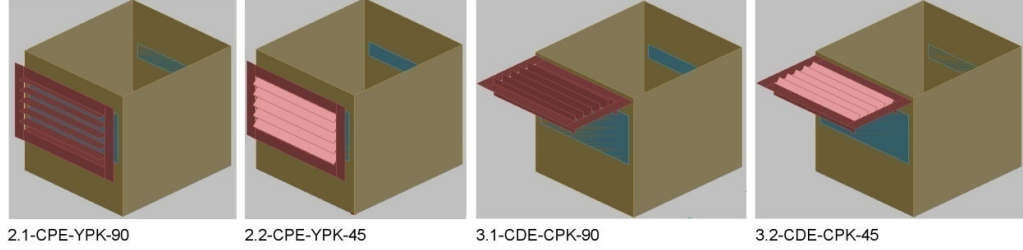


Şekil 4. 4: Ele alınan örnek binaya ait zemin, tavan, ve duvar detayları

Energyplus programı pencere önünde gölgeleme aracını ancak cam yüzey tanımlandıktan sonra kabul ettiği için iletkenliği 0.99999, yansıtıcılığı 0.00001 olan bir cam tipi tanımlanmıştır. Energyplus programı, mekana etkiyen güneş ışınımı hesaplarının yürütülüş aşamalarında cam türü tanımlanmasını gerekli kılmaktadır. Ancak pencere açık durumlarda camın olmadığı durumu oluşturmak üzere geçirgenliği 0.99999 ve yansıtıcılığı 0.00001 olan tek cam tipi seçilmiştir.

4.7.3 İncelenen gölgeleme aracı alternatifleri

Yatay kanatlara sahip gölgeleme aracının cepheye paralel, cepheye dik yerleşimlerinde, kanatların 90- 45° açık olduğu, boş durum dahil olmak üzere 5 alternatif türetilmiştir (Şekil 4. 5).



Şekil 4. 5: Gölgeleme aracının cephedeki yerleşimi ve kanat açılarının değiştirilmesi ile türetilmiş alternatifleri

Boş durumda ve 4 gölgeleme aracı takılı pozisyonda cepheye etkiyen 8.6m/s GH'da pencere açık ve kapalı durumda hava akımı ve güneş ışınlı etkileri ele alındığından, 10 farklı durum incelenmiştir. Geometrik özellikleri 5. Bölümde açıklanan gölgeleme araçları ve karşılaştırma yapılması için ele alınan boş durum dahil tüm gölgeleme araç tipleri ile ele alınan durumlar sırasıyla;

1-Bos durum-pencere açık

1-Bos durum-pencere kapalı

2.1-CPE-YPK-90-Cepheye paralel eleman-Yere paralel kanat90- pencere açık

2.1-CPE-YPK-90-Cepheye paralel eleman-Yere paralel kanat90- pencere kapalı

2.2-CPE-YPK-45-Cepheye paralel eleman-Yere paralel kanat45- pencere açık

2.2-CPE-YPK-45-Cepheye paralel eleman-Yere paralel kanat45- pencere kapalı

3.1-CDE-CPK-90-Cepheye dik eleman-Cepheye paralel kanat90-pencere açık

3.1-CDE-CPK-90-Cepheye dik eleman-Cepheye paralel kanat90-pencere kapalı

3.2-CDE-CPK-45-Cepheye dik eleman-Cepheye paralel kanat45- pencere açık

3.2-CDE-CPK-45-Cepheye dik eleman-Cepheye paralel kanat45- pencere kapalı

olarak sınıflandırılmıştır.

4.7.4 İklimsel veriler

Binanın İstanbul'da yer aldığı kabul edilmiştir. İstanbul ili için iklimsel veriler IWEC kaynaklıdır ve yaz dizayn günü olarak Energyplus programında İstanbul için hazır iklimsel verilerin yer aldığı 21 Ağustos tarihi kabul edilmiştir. Açık hava koşulları olduğu varsayılarak bulutluluk endeksi 1 alınmıştır. Bina modeli ön yüzeyinin güneşe baktığı, rüzgarın 8.6 m/s hızla sadece bu yönden geldiği kabul edilmiştir. İç ortam sınır sıcaklık değeri 21° olarak kabul edilmiştir.

İstanbul'a ait iklimsel veriler binaya dizayn gününde etki eden direk ve toplam ışı nım şiddetlerinin ve miktarlarının bulunma aşamalarına ba ğlı olarak, yüzey ısı dengesi hesaplamalarında;binaya etkiyen rüzgar şiddet ve yönüne ba ğlı olarak iç hava ısı dengesi hesaplamalarında kullanılmaktadır.

5. DENEYSEL ÇALIŞMA

Rüzgar çok değişkenli bir çevresel eleman olduğundan binayla ilişkilerini incelerken kuramsal metodlardan çok, deneysel çalışmalar yapmak, ele alınan parametrelerin değişimini incelemek açısından daha gerçekçi sonuçlara ulaştırmaktadır. Bu nedenle planlanan çalışmada; güneş kontrol elemanlarının bina içerisinde rüzgar basıncı nedeniyle oluşan bina içi hava akımına etkisi, rüzgar tüneline sabit hız, değişken konumda; güneş kontrol elemanının biçim boyut konum gibi geometrik değişkenliklerinde deneysel olarak incelenmiştir.

Ön açıklık hacimsel debileri hesaplamak üzere gereken açıklıklardaki basınç katsayıları ve ortalama taşınım katsayılarını etkileyen iç mekandaki hava hareketi hızları ölçülmüştür.

Benzetimi yapılan tek katlı ofis binasına ait geometrik özellikler, malzeme bilgileri, duvar katman oluşumu gibi bilgiler oluşturulmuştur. Rüzgar tüneline boyutları göz önüne alınarak ele alınan örnek binanın 1/12.5 ölçekli modeli ve ön açıklığı önüne gelen gölgeleme araç tipleri türetilmiştir. Rüzgar tüneline model içinde belirlenen noktalarda hız ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerden sonra bina ön ve arka cephelerinde farklı gölgeleme araç alternatifleri ile belirlenen noktalarda farklı hızlara tekabül eden yüzey basınçları ölçülmüştür.

5.1 Deneysel Çalışmada Kullanılan Araçların Tanıtımı

Çalışma gölgeleme araçlarının çapraz havalandırılan geniş açıklıklı mekanlarda soğutma yüklerine etkisinde, farklı gölgeleme araçlarının rüzgarın mekana girişindeki direnç etkisini gerçekçi biçimde ortaya koymak üzere, 8.6 m/s hıza tekabül eden %40 motor devrinde, rüzgar tüneline yerleştirilen bina modeli ve buna monte edilen farklı tipteki gölgeleme araçları ile deneysel çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada kullanılan rüzgar tüneli, basınç ve hız ölçüm ekipmanları, bina modeli ve gölgeleme aracı modelleri alt bölümlerde tanıtılmıştır.

5.1.1 Rüzgar tüneli

Araştırma deneylerinin yapıldığı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi F.Ç.K. Laboratuvarında yer alan rüzgar tüneli; açık dönüşlü-kapalı jet, Eiffel tipi bir ses altı tüneldir. Söz konusu rüzgar tüneli, emişli bir tüneldir.

Tünelde hava girişi 2.50x2.50x0.30 m. lik bir çan ağzıyla sağlanmaktadır. Akım biçimlendirme modülü 2.00x2.00x0.92 m. lik iki adettir. Bu bölümden gözlem odasına 2.00x2.00 m.lik kesitten 1.05x1.05 m.lik kare kesite 1.30 m. uzunluğunda bir adaptör ile bağlanmaktadır.

Gözlem odası 1.00x1.00x3.00 m. boyutlarında iki yan yüzü pleksiglastan, yatay yüzler suntadan yapılmıştır. Ölçüm ucunu taşıyan traversing kollarının yürütüleceği yırtıklar, düşey ve yatay yüzlerde oluşturulmuştur. Gözlem odasından 1.05x1.05 m.lik kare kesitten $r = 1.64$ m. çapındaki dairesel kesite geçişi sağlayan toplam 5.96 m. uzunluğunda difüzör bölümünün sonu, 0.52 m. çaplı fan kasnağına bir branda örtü ile bağlanmaktadır. Fan, eksenel bir fanıdır. Fanı döndüren motorun gücü 1.5 kW., devir sayısı 1450 devir/dk dır. Rüzgar tüneline F.Ç.K. Laboratuvarındaki konumuyla gösteren Şekil 5. 1' de, görülebilmektedir.



Şekil 5. 1: Tünelin genel görünümü

5.1.2 Hız deneylerinde kullanılan donanım

Gözlem odasına ait maketli yada maketsiz hız dağılımlarını elde etmek için DANTEC firması tarafından üretilmiş CTA (Sabit sıcaklık) Hot-wire (sıcak tel) tipi anemometre kullanılmıştır. Kullanılan birimler sırasıyla aşağıda verilmektedir.

-Mini CTA (DANTEC).

-"Traversing sistem"; Elle kontrol için bir adet 57 B120 motor kontrol edici ve 56 G 00 CTA "interface" bilgisayara bağlayıcı ile, ölçüm uçlarını taşıyan, iki boyutta hareketli iki koldan oluşmaktadır (DANTEC).

- "P11 ve P15 tipi probe'lar".

5.1.3 Basınç deneylerinde kullanılan donanım

"Mini CTA (DANTEC).

-Scannivalve

-Demodulator

-Capture membrane

-Transducer

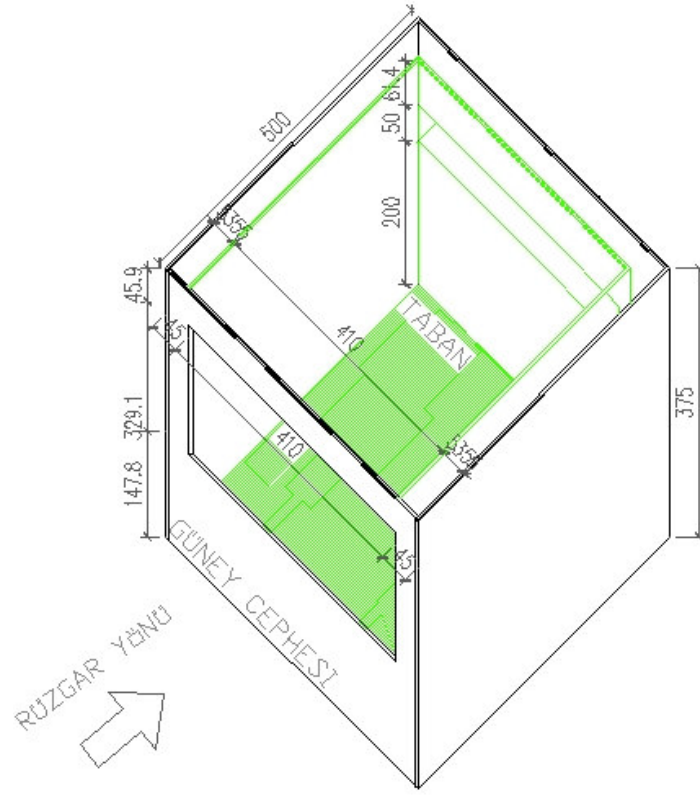
-Mathlab paket programı

5.1.4 Model ölçeği benzetişimi- model ve gölgeleme aracı boyutları

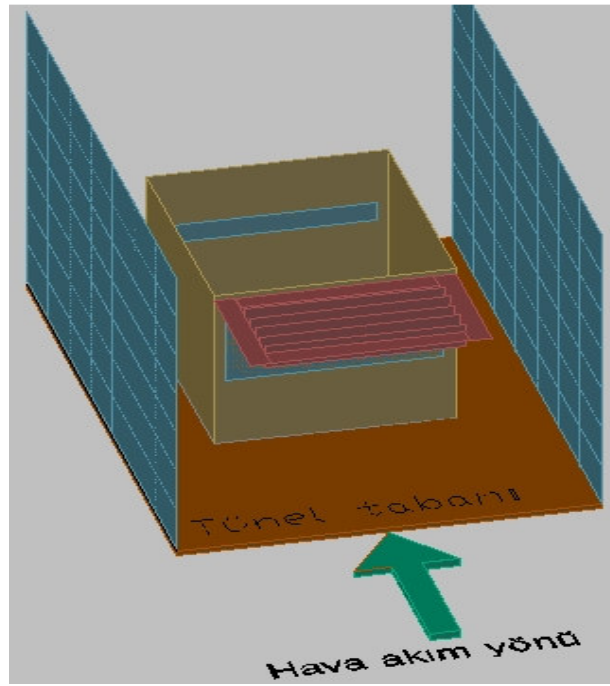
Bu aşamada boyutları ön cephe genişliği 4.10 m, derinliği 4.50 m, yüksekliği ise 3.70 m, ön cephe açıklık boyutu 4.10*1.80 m olan olan tek katlı bina iç hacmini temsil etmek üzere takılır sökölür model hazırlanmıştır. Model 1/12.5 ölçeğine göre, 40*40*30 cm boyutlarındadır. Akım görünürlülüğü sağlaması için 4 mm kalınlıkta pleksiglas malzemeden üretilmiştir (Şekil 5. 2).

Model rüzgar tüneli 1*1*1 m kesit alanına sahip gözlem odasında ortalanarak yerleştirilmiştir. Maket ön yüzeyi hava akımı yönüne gelecek şekilde rüzgar tüneline yerleştirilmiştir (Şekil 5. 3).

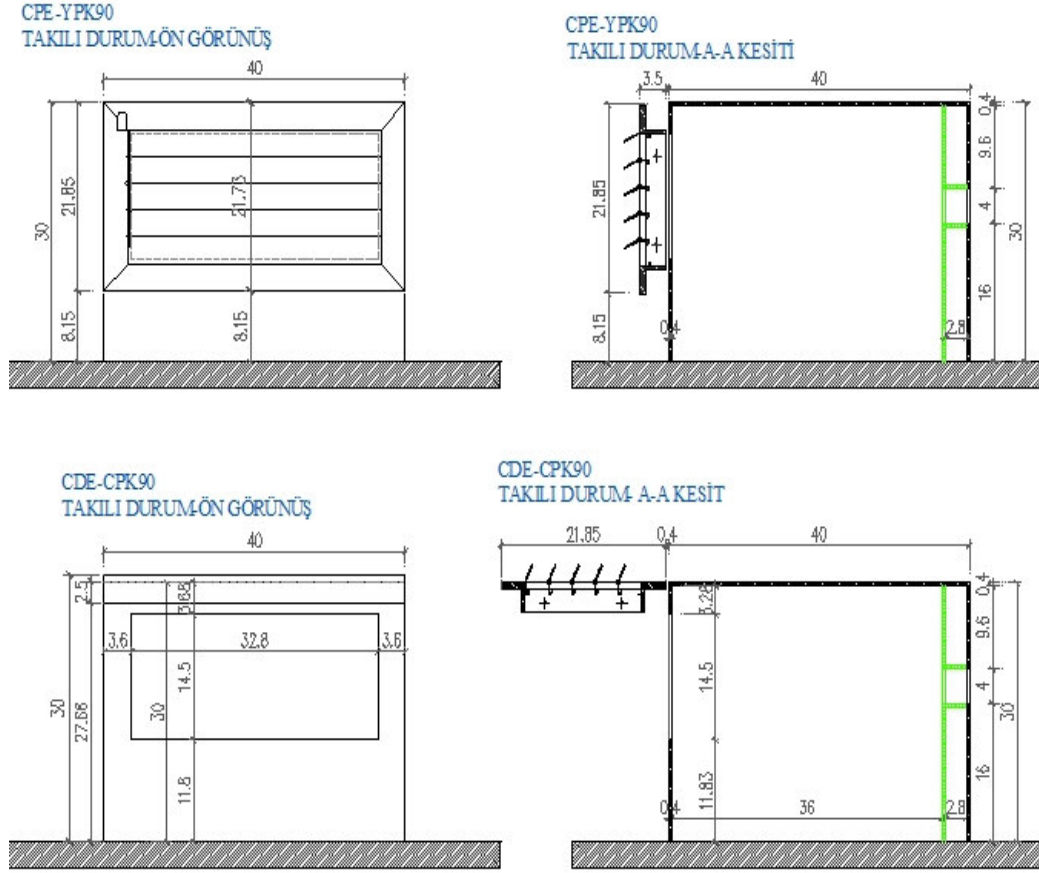
Alüminyum malzeme ile üretilmiş gölgeleme elemanı modeli, 20*40 cm boyutlarındadır. İstenilen açıya göre döndürülebilen, yatay kanatlara sahiptir. Deneyde araştırılan gölgeleme araç tipleri bu kanatların cephedeki konumu ve kanat açıklıkları ile ifade edilmiştir. Şekil 5. 4' te gölgeleme aracının cephedeki yerleşimi görülmektedir.



Şekil 5. 2: Rüzgar tüneline yerleştirilen pleksiglas model



Şekil 5. 3: Modelin tünelde yerleşimi



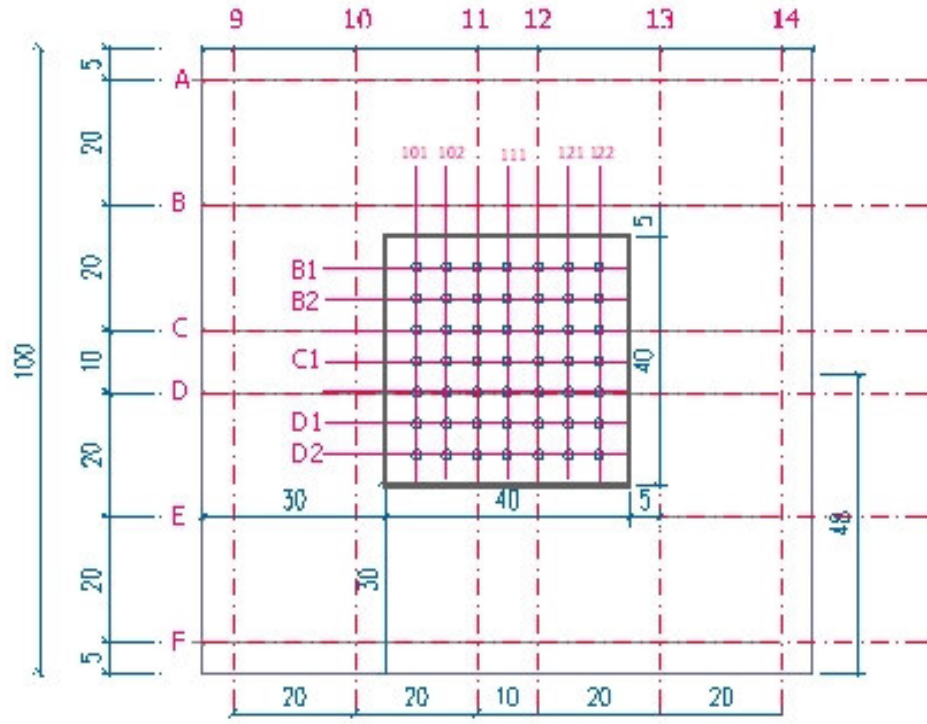
Şekil 5. 4: Gölgeleme aracının cephedeki yerleşimi

5.2 Modelde İç Hız Ölçüm Noktaları

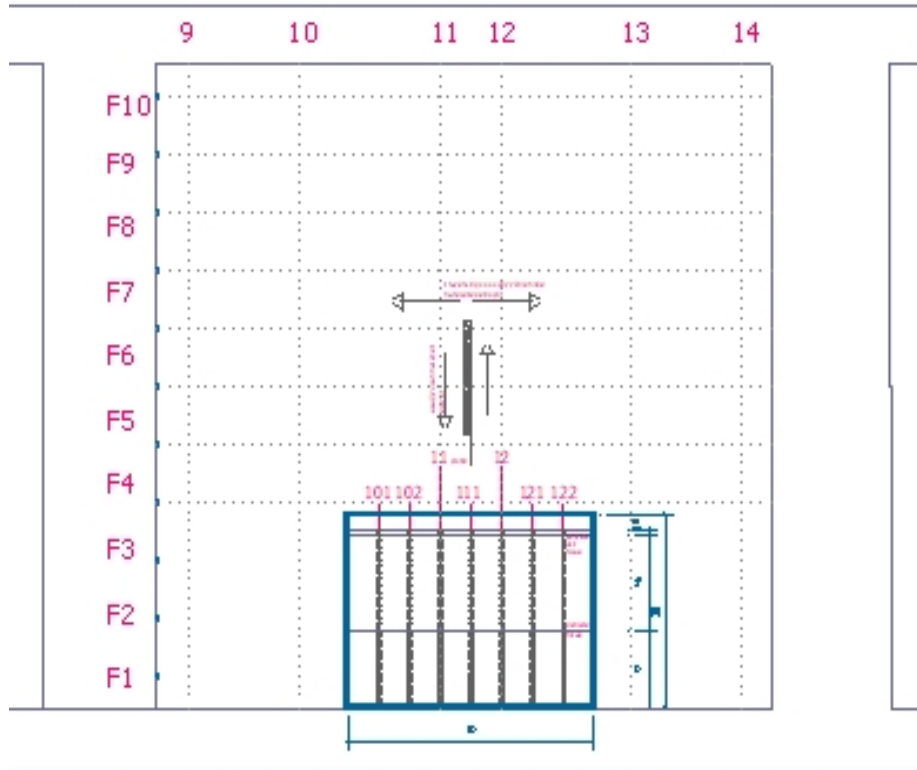
Hız ölçümlerini yapan probları taşımak ve hareketini sağlamak üzere kullanılan 'traversing unit' isimli tehzizatın maket içine istenilen yüksekliklerde girişini sağlamak üzere model tavanında toplam 49 delik açılmıştır (Şekil 5. 5).

Ölçümlerin yapıldığı noktalar C1 aksında sırasıyla c1-101, c1-11, c1-12, c1-122 isimlerini almaktadır. Seçilmiş gölgeleme aracı alternatifleri takılı durumda yükseklik boyunca yer alan 41 noktada, 'problar vasıtasıyla' hızlar ölçülmüştür.

Ölçümlerin hassas olmasını sağlamak üzere hava hareketlerinin fazla olduğu tahmin edildiği pencere altı kısımlarda ölçüm yükseklik aralıkları ilk 120 mm'ye kadar 5 mm ara ile yapılırken pencere 270 mm yüksekliğe kadar 10 mm aralıkla devam edilmiştir. Dikine ölçüm noktaları Şekil 5. 6' da görülmektedir.

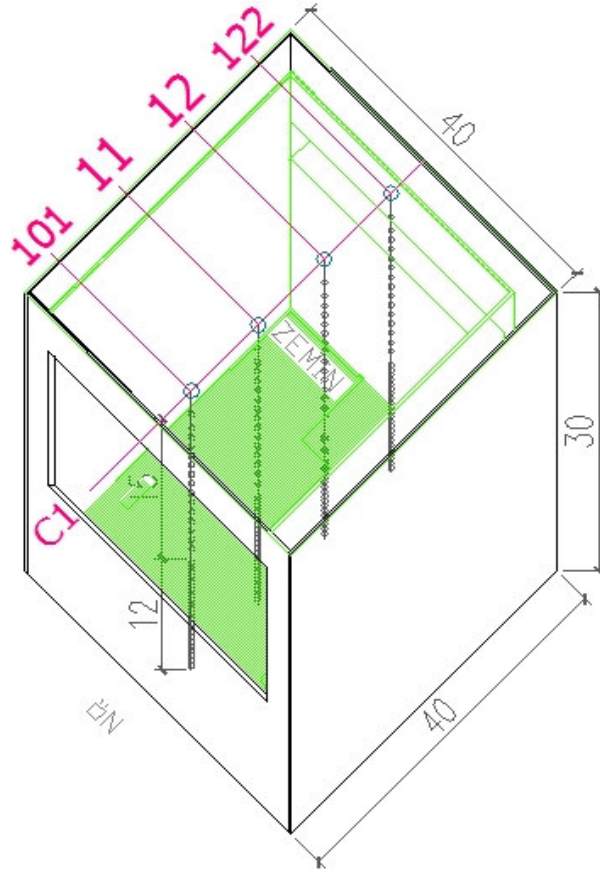


(a)



(b)

Şekil 5. 5: Ölçüm noktalarının planda ve kesitte yerleşimi



Şekil 5. 6: Maket içinde dikine ölçüm noktaları

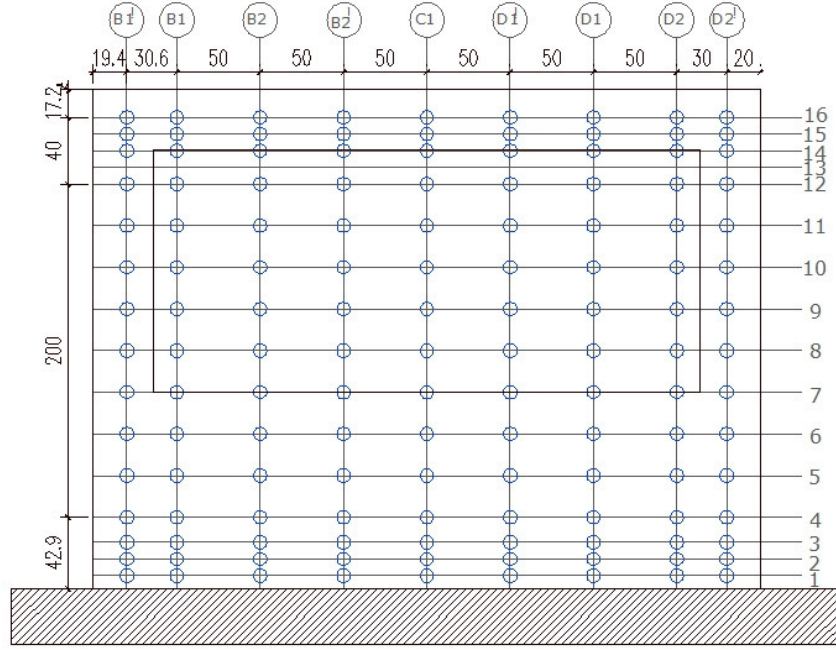
5.3 Modelde Basınç Ölçüm Noktaları

9 adet enine, 16 adet dikine noktada ön yüzey basınç ölçümlerinin gerçekleştirilmesi için hortumların tutturulduğu kapalı ön cephe elemanı monte edilmiştir (Şekil 5. 7).

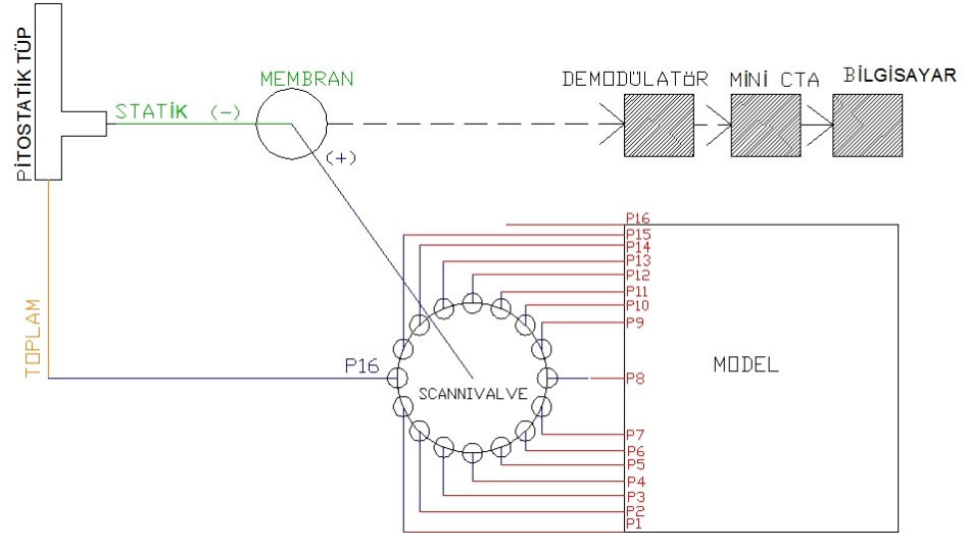
Deneyde, gölgeleme araçlarının çapraz havalandırılan geniş açıklıklı mekanlarda soğutma yüklerine etkisinde, farklı gölgeleme araçlarının mekana giren hava akım akımı miktarını ne kadar değiştirdiğini ortaya koymak üzere 8.6 m/s GH' da makette dokuz aks üzerinde belirlenen noktalarda voltaj değerleri, ölçülmüştür. Şekil 5. 8' de ölçümlerin yapıldığı deney düzeneğine ait şema görülmektedir.

Kalibrasyon dosyasından elde edilen eğriye göre voltaj değerleri basınç değerlerine (Pa) dönüştürülmüştür. Pitot tüpü toplam basınç ucu, basınç ölçere, pitot tüpü statik ucu ise membran (-) ucuna bağlanmıştır. Membranın (+) ucu ise yine basınçölçere (Scannivalve) bağlanmıştır. Cephede belirlenen her bir noktadan çıkan uçlar yine basınç ölçere bağlanmıştır. Ancak maketin en üst kısmına denk gelen 16 nolu nokta

uçları kapanmıştır. Bu şekilde Matlab adlı programda 16 nolu voltaj ölçümünde görülen değer pitot tüpü toplam basınç değeri olması sağlanmıştır.



Şekil 5.7: Ön cephede basınç ölçüm prizleri



Şekil 5.8: Deney Düzeneği

Tünel boş durumdayken referans noktadaki hız değerlerine göre 8.6 m/s değerlerine tekabül eden voltaj değerleri okunmaktadır. Bernoulli Denklemi'nde bu hız değerleri yerine konulup basınç değerleri yalnız bırakıldığında tünelde pitot tüpünün vermesi gereken yaklaşık toplam basınç değeri okunmaktadır. Her bir ölçüm sonunda okunan toplam basınç değeri, beklenen değerle tutarlılık gösterdiğinde,

pencere önüne gelen gölgeleme araçları ile yapılan ölçümlerden elde edilen voltaj değerlerinin doğruluğu test edilmiştir.

5.4 Deneysel Çalışma Bulguları

İç hız ölçümlerinden elde edilen değerlerle hesaplanan iç hız katsayıları değişimleri grafiksel olarak sunulmuştur. Ayrıca basınç ölçüm sonuçları bu bölümde değerlendirilmiştir.

5.4.1 İç hız ölçüm bulguları

5 alternatif için GH 8.6 ms^{-1} hızda model içinde yer alan ölçüm noktalarında hava akımı hızları ölçülmüştür. Hız değişimleri; gölgeleme elemanlarının bina yüzeyine göre konumları ve oluşturuldukları kanatların durumuna, deney yapılan gradyan hızlarına göre eşleştirilerek, orta aks C1 kesidinde yer alan 4 noktadaki etkileri ile oluşturulan grafiklerle sunulmuştur.

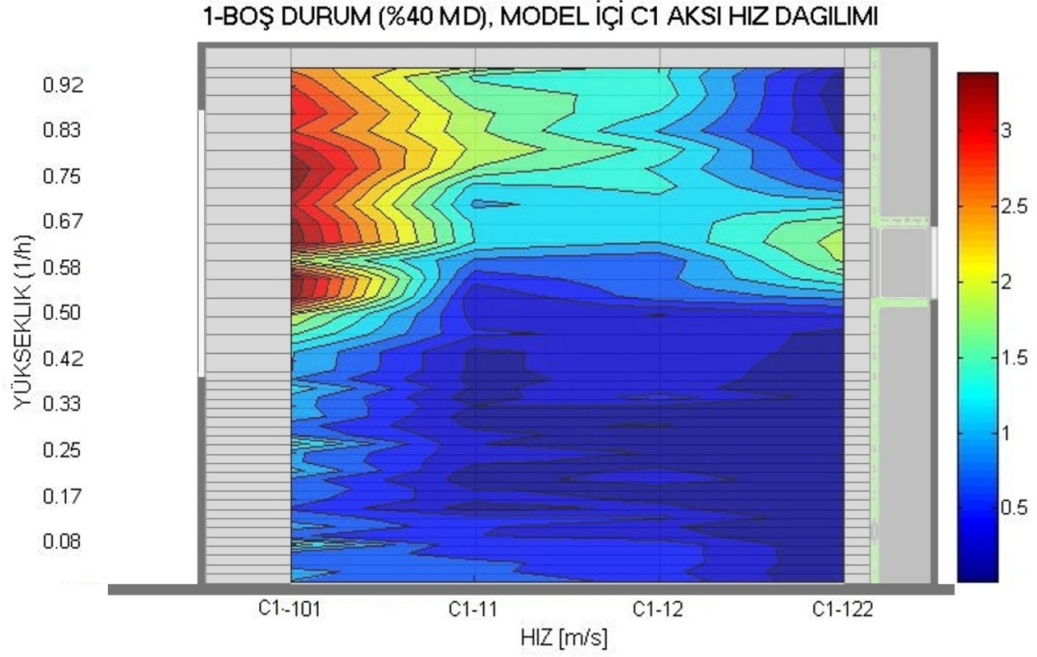
Model bina rüzgar üstü yüzeyinin simetri aksı olan C1 ölçüm aksı bulguları; gölgeleme elemanı seçeneklerinin iç hızlara etkilerini ortaya koymak bakımından öncelikle gölgeleme elemansız boş durumda bina içinde oluşan hızlar ile gölgeleme aracı alternatiflerinin cephe önüne yerleştirilmesi ile elde edilen iç hız ölçüm bulguları Mathlab programında görselleştirilmiştir.

5.4.1.1 8.6 m/s GH'da model içi referans noktalarda ölçülen hızlar

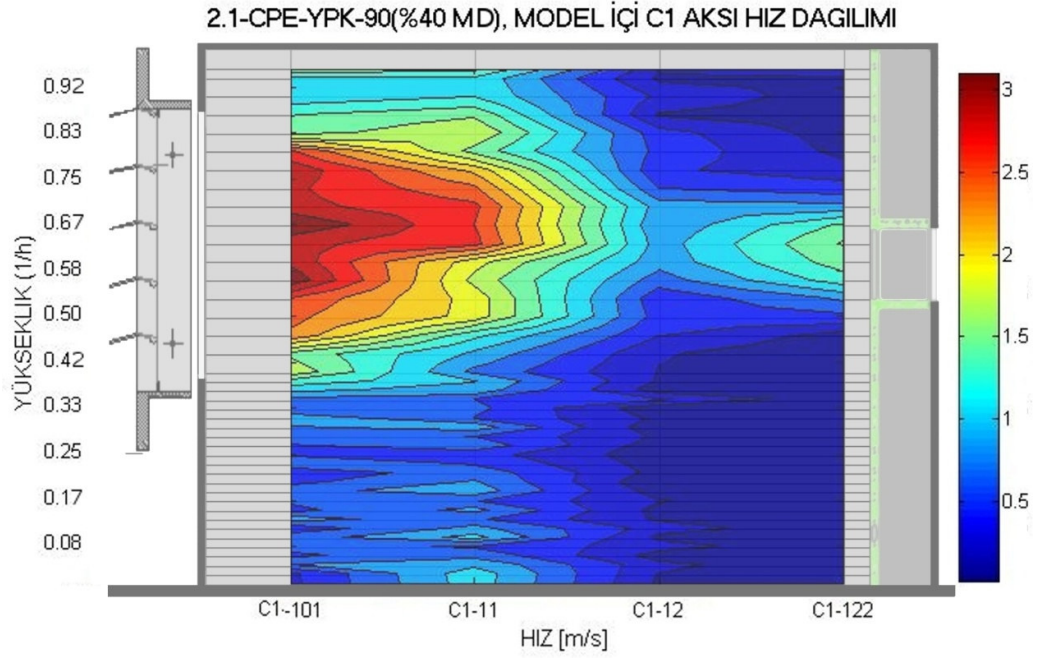
Ölçüm profillerinde 4 aksta yeralan noktalarda yükseklik boyunca 41 noktada hız değerleri, rüzgar tüneline oluşturulan 8.6 m/s GH'da ölçülmüştür. Aşağıda Mathlab programında hız ölçüm bulguları ile oluşturulmuş model içi hız dağılım grafikleri yer almaktadır.

Boş durumda ön açıklıktan giren hava akımları 3.5 m/s hızlara ulaşmakta ve arka cephede yer alan açıklıktan ortalama 2 m/s hız ile dışarı çıkmaktadır. Pencere altı kısımlarda girdaplanmalar gözlenmektedir (Şekil 5. 9).

2.1 nolu alternatifte 3 m/s ile en yüksek hızlar pencere hizasında oluşmakta ve yüksek hız dağılımlarının, gölgeleme aracının yarattığı küçük boşluk alanlardan geçen hava akımlarının 'venturi' etkisi yaratması sebebi ile boş duruma nazaran model orta akslarında da oluştuğu görülmektedir (Şekil 5. 10).



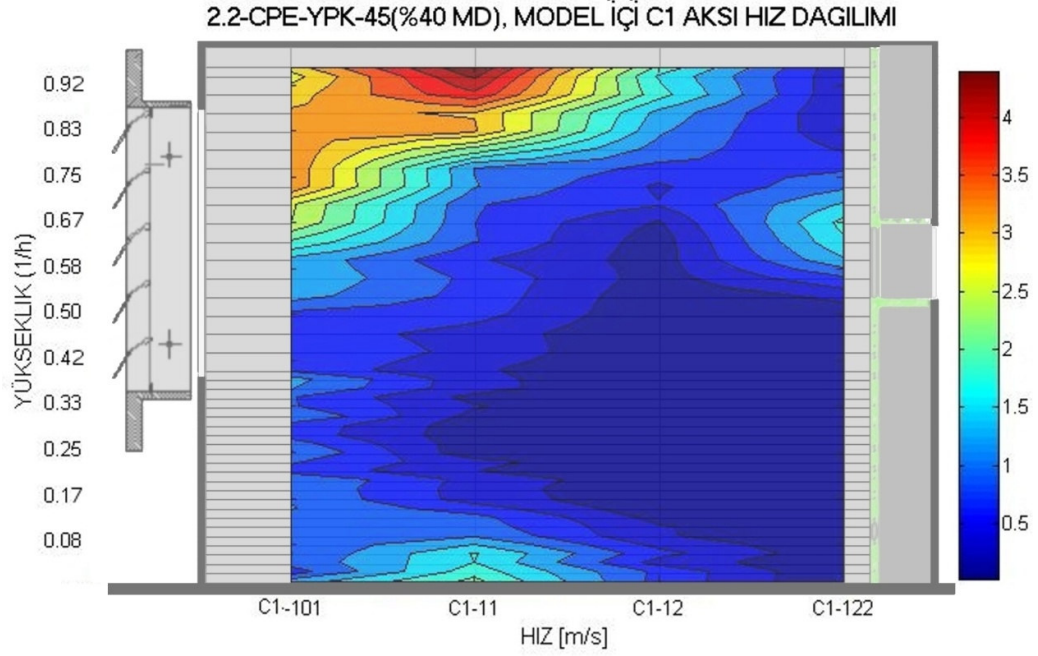
Şekil 5. 9: 1-Boş durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar (8.6 m/s GH)



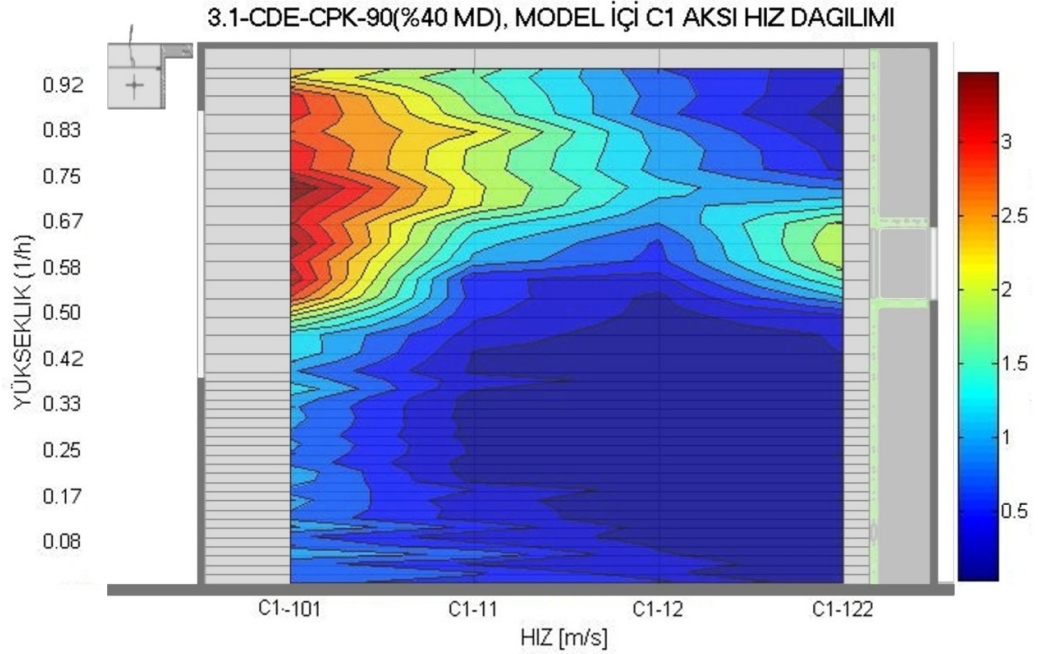
Şekil 5. 10: 2.1 nolu alternatif takılı durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar

2.2 nolu 45° yere paralel açık kanatlı, yüzeye paralel eleman takılı pozisyonda, 4 m/s 'yi aşan yüksek hız değerleri, gölgeleme aracının kanat eğiminden kaynaklanan yönlendirme etkisi ile model tavanına yakın kısımlarda ölçülmüştür (Şekil 5. 11). 90° cepheye paralel açık kanatlı, yüzeye dik eleman, [3.1] takılı pozisyonda hız

dağılımlar tavana doğru kaymış ve hızlar 2.1 nolu alternatifte göre daha yüksek hızlar ölçülmüştür (Şekil 5. 12).

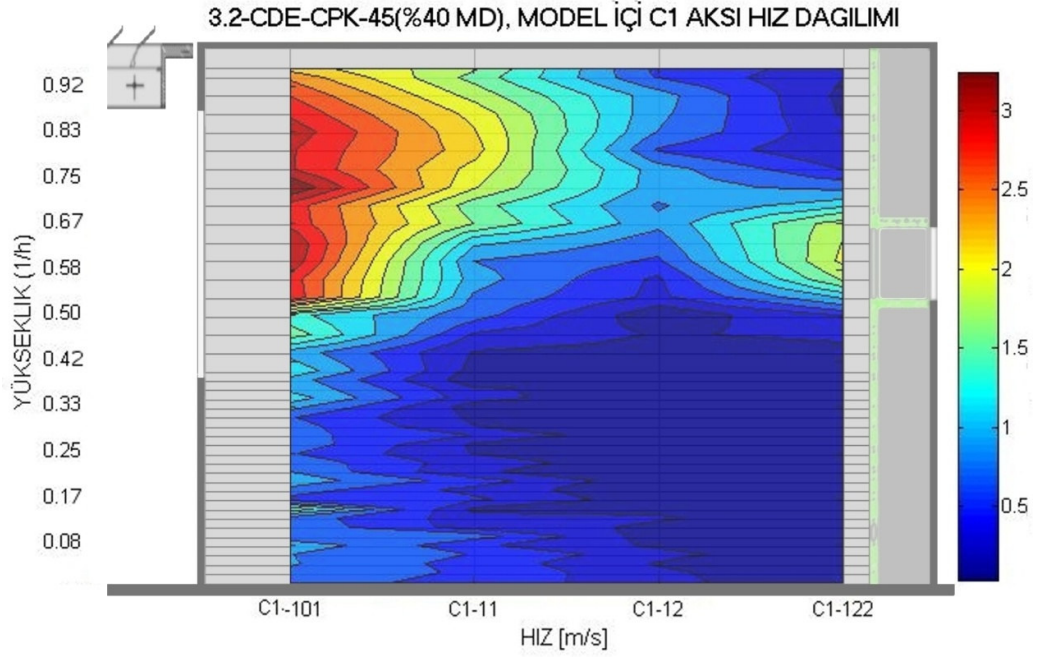


Şekil 5. 11: 2.2 nolu alternatif takılı durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar



Şekil 5. 12: 3.1 nolu alternatif takılı durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar

3.2 nolu alternatiflerde akımların pencere üst kısımlarında yoğunlaştığı ve 3 m/s 'yi aşan hızlara ulaştığı görülmektedir (Şekil 5. 13).



Şekil 5. 13: 3.2 nolu alternatif takılı durumda C1 aksı boyunca ölçülen hızlar

Ölçüm sonuçlarına göre yüzeye dik elemanların iç hızları arttırması gölgeleme araçlarının iç hızlara etkisini inceleyen çalışmalarında Chand (1971) ve Sobin (1983) tarafından da ortaya konulmuştur (Ernest, 1991). Binaya etkiyen hava akımları bina üst kısmını yalayıp geçmeden gölgeleme aracı tarafından bina içine yönlendirilmekte ve hız değerleri boş duruma nazaran artış göstermektedir.

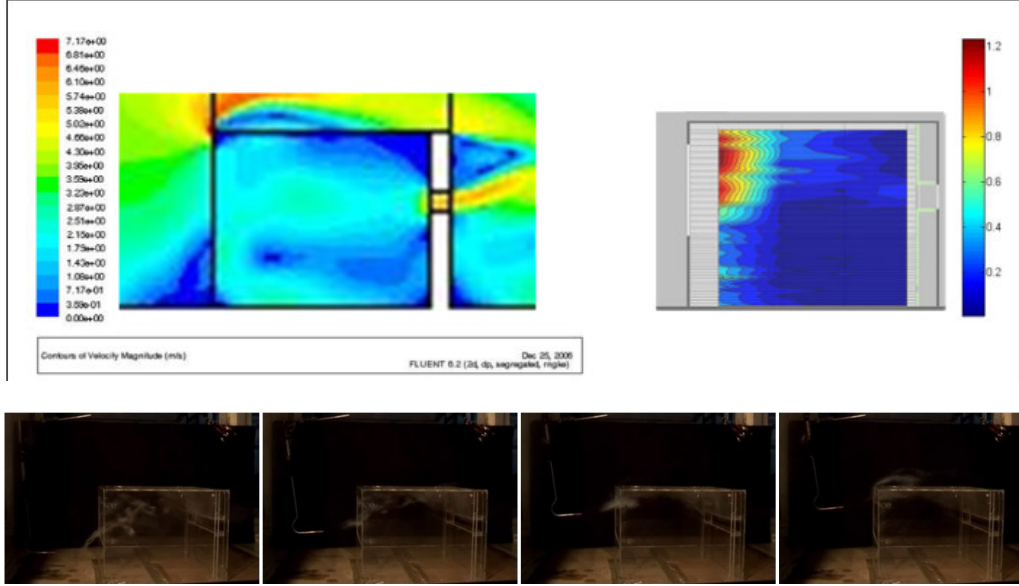
5.4.1.2 İç hava hareketi hızlarının diğer çalışmalarla karşılaştırılması

Alternatiflere bağlı olarak iç akım dağılımları rüzgar tüneline dumanla gerçekleştirilen akım görünürlülüğü deneyi, yüzeye dik, yatay kanatlı gölgeleme aracı takılı durum için 2.5 m/s GH, 8.6 m/s GH' larda gerçekleştirilmiştir (Ok ve diğ., 2008). 8.6 m/s GH hız için yapılmış CFD çalışması olmadığından, tüm alternatifler için yalnızca 2.5m/s GH için gerçekleştirilmiş CFD simülasyonlarından elde edilen akım dağılımları ve hız dağılımları karşılaştırılmıştır (Altuntaş, 2006).

Model içerisinde gerçekleştirilen 4 aks, c1-101, c1-11, c1-12, c1-122 akslarında gerçekleştirilen hız ölçümlerinde tüm alternatifler için en yüksek hızların sırasıyla c1-101, pencereye yakın aksta ve c1-11 aksında gerçekleştiği, C1- 12 aksında tüm alternatiflerde hava akımlarının durgunlaştığı gözlenmiştir. Arka pencereye yakın c1-122 aksında hızlar çapraz havalandırmaya bağlı olarak tekrar artmaktadır.

Gölgeleme aracı takılı olmadığı durumda rüzgar tüneline ölçülen hızlarla elde edilen hava akım dağılım grafikleri, dumanla gerçekleştirilen akım görünürlülük

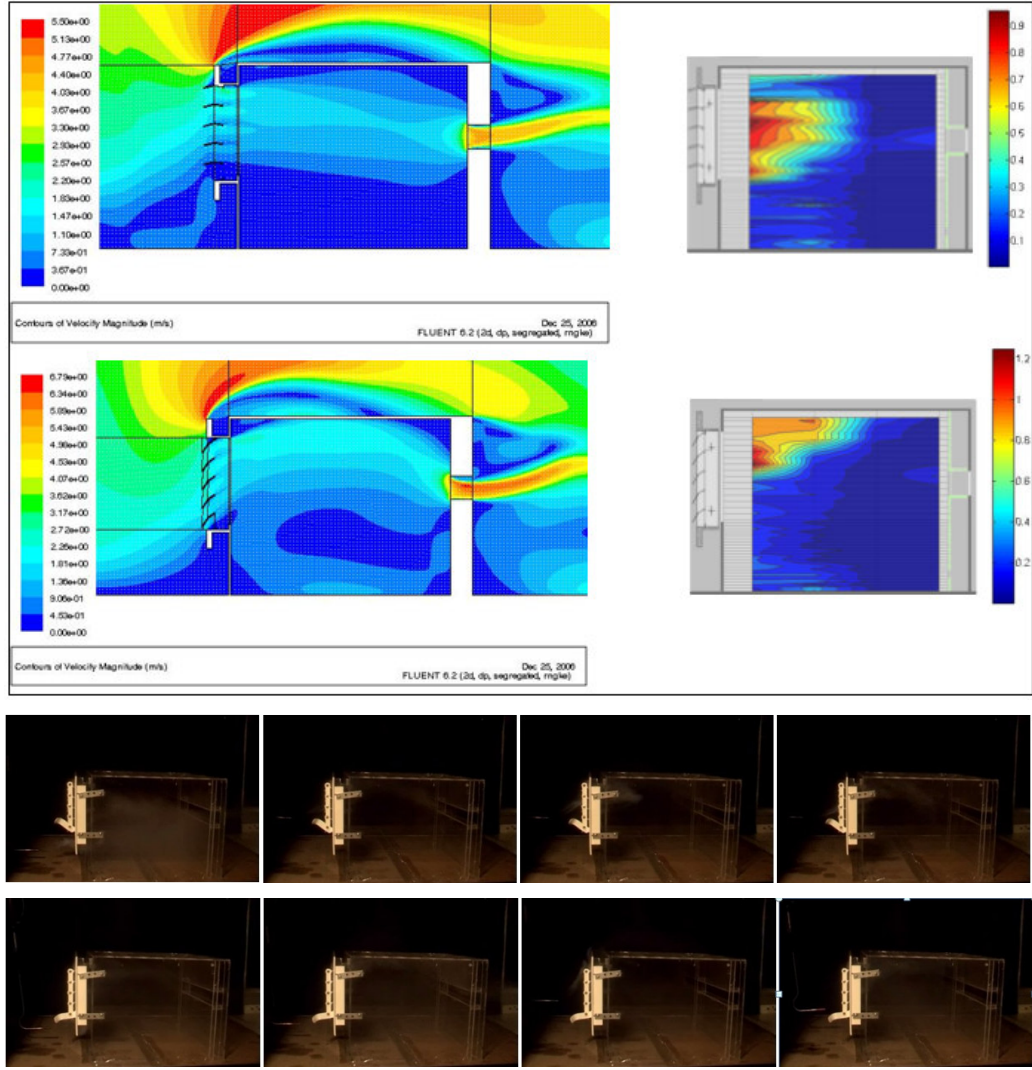
deneylerinden elde edilen görseller ve CFD simülasyonundan elde edilen hava akım dağılımları görülmektedir. Sadece c1-101 aksındaki hızlar ele alındığında, pencere hizasındaki yüksekliklerde deneysel çalışma ile elde edilen hızlar maksimum 1.3 m/s hıza ulaşırken, CFD Simülasyonunda maksimum 1.75 m/s hız değerleri görülmektedir (Şekil 5. 14).



Şekil 5. 14: Boş durum duman deneyi ve CFD simülasyon sonuçları

90° yere paralel kanatlı yüzeye paralel gölgeleme aracı takılı durumda rüzgar tüneline ölçülen hızlarla elde edilen hava akım dağılım grafikleri, dumanla gerçekleştirilen akım görünürlülük deneylerinden elde edilen görseller ve CFD simülasyonundan elde edilen hava akım dağılımları incelendiğinde c1-101 aksında, pencere hizasındaki yüksekliklerde deneysel çalışma ile elde edilen hızların maksimum 1.02 m/s hıza ulaşırken, CFD Simülasyonunda maksimum 1.1 m/s hızların oluştuğu görülmektedir.

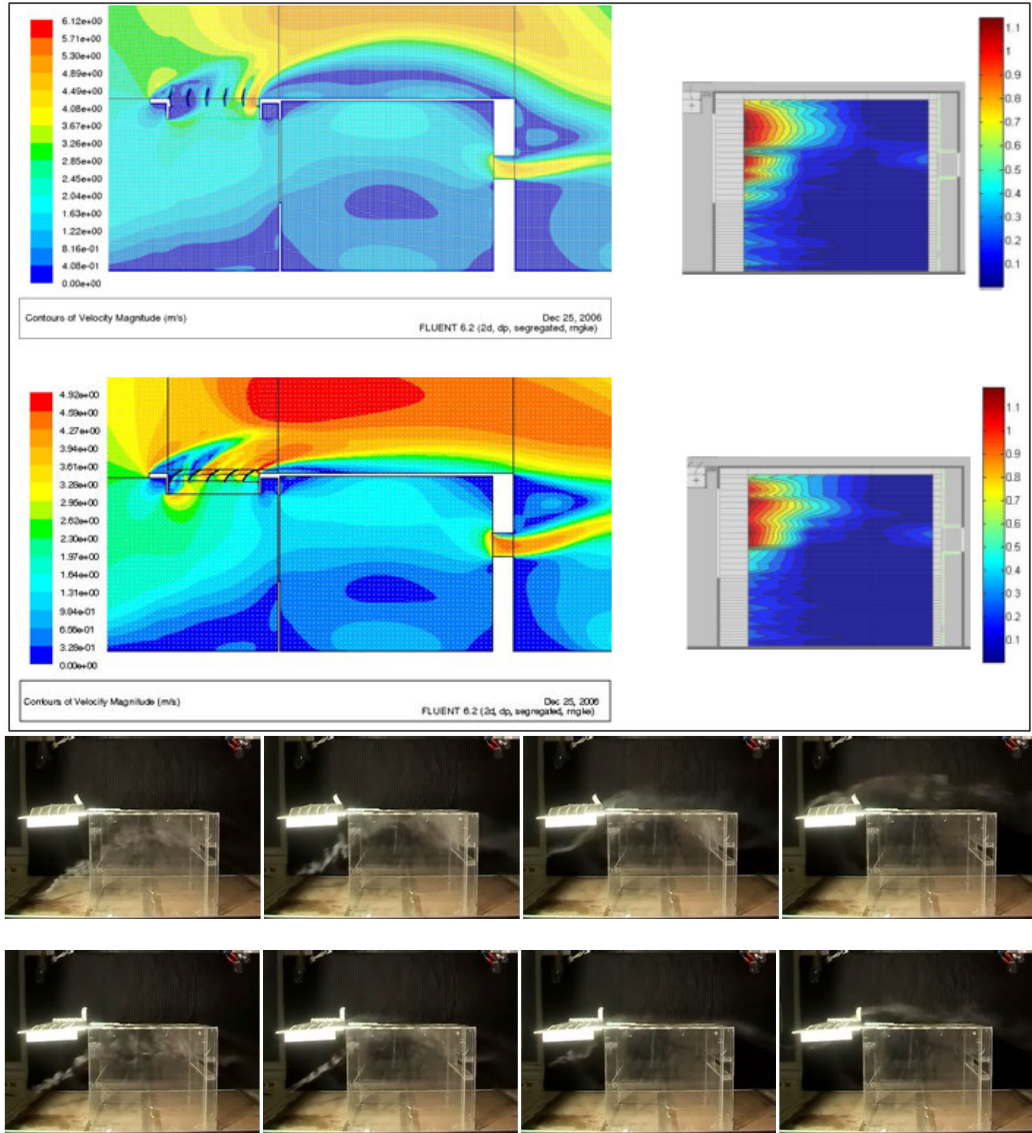
Kanatların 45° açık olduğu alternatif incelendiğinde c1-101 aksında, pencere hizasındaki yüksekliklerde deneysel çalışma ile elde edilen hızlar maksimum 1.21 m/s hıza ulaşmakta, CFD Simülasyonunda ise maksimum 1.8 m/s hız değerleri görülmektedir. Hava akımlarının kanat pozisyonu sebebi ile tavana yönelişi 3 simülasyonda da belirgin bir şekilde görülmektedir (Şekil 5. 15). Bu yönelişe bağlı olarak yüksek hız dağılımlarının tavan yüzeyine yakın bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 5. 15: 2.1 ve 2.2 alternatifleri için duman deneyi ve CFD simülasyon sonuçları

90° yüzeye paralel kanatlı yüzeye dik gölgeleme aracı takılı durumda rüzgar tüneline ölçülen hızlarla elde edilen hava akım dağılım grafikleri, dumanla gerçekleştirilen akım görünürlülük deneylerinden elde edilen görseller ve CFD simülasyonundan elde edilen hava akım dağılımları incelendiğinde c1-101 aksında, pencere hizasındaki yüksekliklerde deneysel çalışma ile elde edilen hızların maksimum 1.2 m/s hıza ulaşırken, CFD Simülasyonunda maksimum 1.22 m/s hızların olduğu görülmektedir.

Kanatların 45° açık olduğu alternatif incelendiğinde c1-101 aksında, pencere hizasındaki yüksekliklerde deneysel çalışma ile elde edilen hızlar maksimum 1.26 m/s hıza ulaşmakta, CFD Simülasyonunda ise maksimum 1.6 m/s hız değerleri görülmektedir (Şekil 5. 16).

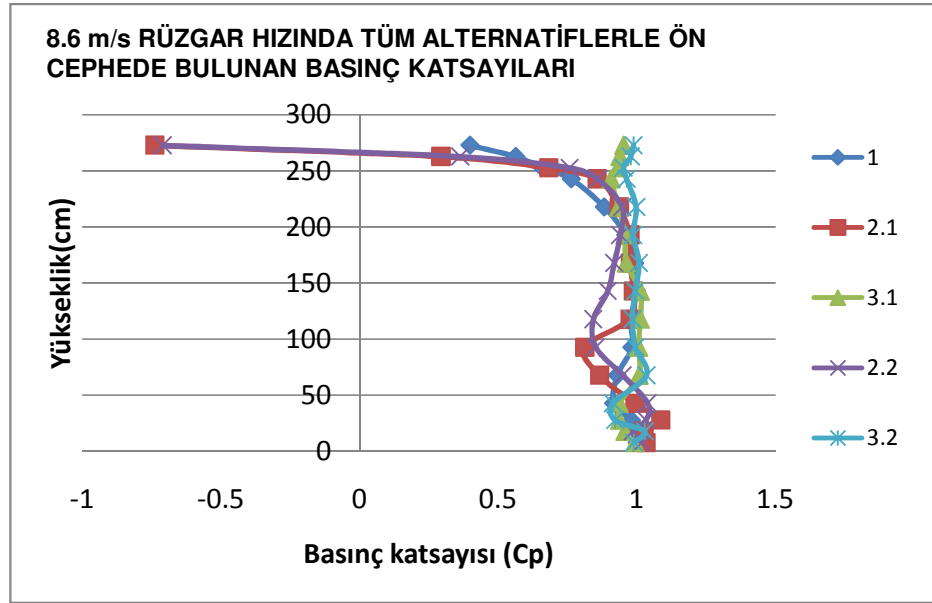


Şekil 5. 16: 3.1 ve 3.2 alternatifleri için duman deneyi ve CFD simülasyon sonuçları

5.4.2 Ön ve arka yüzey basınç ölçüm bulguları

Ölçümden elde edilen voltaj değerleri tipik pozitif basınç değerlerine dönüştürülmüş, elde edilen değerler tünel içinde rüzgar alan tarafa yerleştirilmiş pitostatik tüpten elde edilen referans dinamik basınçlara oranlanarak basınç katsayıları elde edilmiştir.

8.6 m/s GH rüzgar hızında gölgeleme araçlarının kanat açıklıklarının 90° ve 45° olduğu tüm alternatiflerde C1 aksında ön yüzey basınç katsayıları (Şekil 5. 17)'deki dağılım göstermektedir.

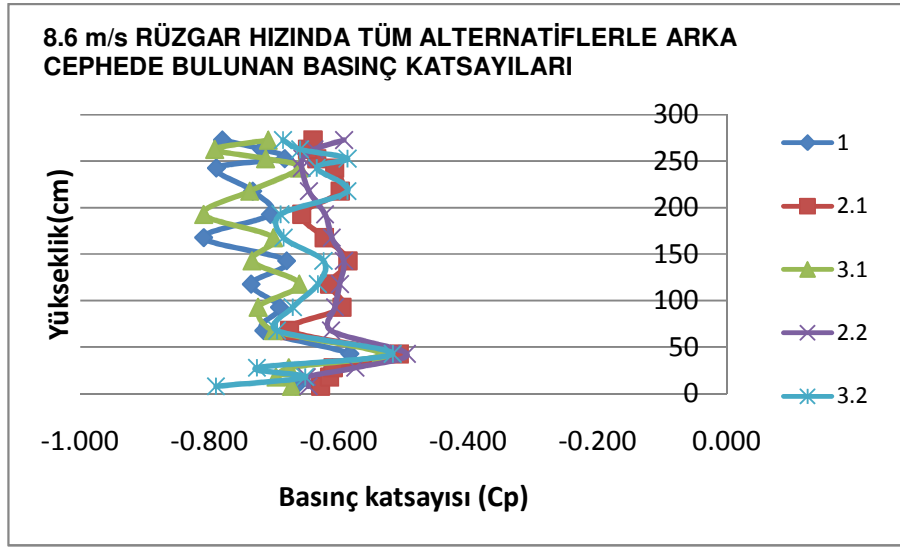


Şekil 5. 17: 8.6 m/s GH'da tüm seçenekler için model ön yüzey c1 akısında elde basınç katsayıları

Ölçüm profillerinde C_p , basınç katsayılarının, 8.6 m/s GH' da en küçük 0.40, en büyük 1,00 değerlerini aldıkları görülmektedir. Kanatların 90° açık olduğu durumda alt kısımlarda basınç katsayılarının benzer olduğu görülmektedir. C_p profillerinin üst yarısında gölgeleme elemanı, cepheye paralel yatay kanatlı tipinde özellikle son üç noktada değerlerde bir azalma söz konusudur. Profillerin en üst noktasında sıfırın altında negatif basınç katsayıları oluşmaktadır. Gölgeleme elemanı cepheye dik yatay kanatlı seçeneğinde C_p profili, hemen hemen sabit değerlerden oluşmaktadır.

8.6 m/s GH rüzgar hızında gölgeleme araçlarının kanat açıklıklarının 45° olduğu tüm alternatiflerde yüzey basınç dağılımları incelendiğinde C_p profillerinin ilk dört noktasının birbirine çok yakın değerlerden oluştuğu ve profillerin en üst noktasında sıfırın altında negatif basınç katsayıları meydana geldiği görülmektedir (Ok ve diğ., 1998).

Şekil 5. 18' de arka yüzey C1 aksında tüm alternatifler için elde edilen basınç katsayısı değişimleri görülmektedir. Rüzgar altı bölge koşullarının gerçekleştiği maket arka yüzeyinde emme kuvveti şeklinde basınç etkisi oluşmaktadır. Buna bağlı olarak tüm gölgeleme araçları takılı durum seçeneklerinde beklenildiği gibi negatif basınç katsayısı değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Ölçüm profillerinde C_p , basınç katsayılarının aldıkları değerler, 8.6 m/s GH' da -0.49 ve -0.79 arasında değişim göstermektedir.



Şekil 5. 18: 8.6 m/s GH'da tüm seçenekler için model arka yüzey C1 akısında elde basınç katsayıları

5.4.2.1 8.6 m/s GH'da model ön yüzeyinde ortalama basınç katsayıları

8.6 m/s GH'da model ön yüzeyinde farklı alternatifler için elde edilen basınç değerlerinin referans dinamik basınca oranlanması ile elde edilen basınç katsayısı değerleri görülmektedir. Tüm akslardan elde edilen basınç katsayılarının her bir alternatif için aritmetik ortalaması alınarak ön yüzey için ortalama basınç katsayısı elde edilmiştir (Tablo 5. 1).

Tablo 5. 1: 8.6 m/s GH' da model ön yüzey ortalama basınç katsayıları

ÖN CEPHE ORTALAMA BASINÇ KATSAYILARI		8.6 m/s GH
1	MAKETE TAKILI GÜNEŞ KIRICI OLMADIĞI DURUM	0.834
2.1	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 90 DERECE-AÇIK	0.700
2.2	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 45 DERECE-AÇIK	0.683
3.1	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 90 DERECE-AÇIK	0.872
3.2	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 45 DERECE-AÇIK	0.874

5.4.2.2 8.6 m/s GH'da model arka yüzeyinde ortalama basınç katsayıları

8.6 m/s GH'larda arka yüzey c1 aksında gerçekleştirilen basınç ölçümlerinden elde edilen basınç katsayılarının her bir alternatif için aritmetik ortalaması alınarak model yüzeyine etkiyen ortalama değerler bulunmuştur (Tablo 5. 2).

Tablo 5. 2: 8.6 m/s GH' da model ön yüzey ortalama basınç katsayıları

ARKA CEPHE ORTALAMA BASINÇ KATSAYILARI		8.6 m/s GH
1	MAKETE TAKILI GÜNEŞ KIRICI OLMADIĞI DURUM	-0.701
2.1	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 90 DERECE-AÇIK	-0.616
2.2	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 45 DERECE-AÇIK	-0.613
3.1	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 90 DERECE-AÇIK	-0.702
3.2	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 45 DERECE-AÇIK	-0.656

6. HESAP AŞAMALARI

Ön cephe açıklığı önünde farklı tipte gölgeleme araçları takılı durumda iç mekan soğutma yükü hesabı Energyplus programında gerçekleştirilmiştir. Program iç yüzeyler için kullanıcı tanımlı ortalama taşınım katsayısı verilerinin oluşturulmasını, hacimsel debi, açıklıklar için boşaltım katsayılarının girilmesine izin veren arayüzler içermektedir.

Farklı gölgeleme araçlarının yerleşimiyle farklı boşluk alanlarına sahip olan pencere açıklığından geçen hava akım miktarı ve hızı değişim göstermektedir. Değişen hava akım miktarı ile içeri taşınan dış sıcaklık oranı artmakta ya da azalmaktadır. Yine gölgeleme aracı etkisi ile hızı kesilen iç hava hareketlerinin etkilediği iç yüzey sıcaklıkları değişime uğramaktadır. İç mekan ısı kazanımlarından; yüzeylerden mekana taşınım ve ışınila akan ısı miktarları ve dışarıdan havalandırma yolu ile kazanılan ısı miktarları cephede yer alan gölgeleme aracı tipine göre değişim göstermektedir.

Mekanın havalandırma yol ile kazandığı ya da kaybettiği ısı miktarı içeri giren hacimsel hava akım miktarına bağlı olduğu için bu parametrenin ortaya konulmasında gölgeleme araçlarına bağlı olarak değişen pencere alan büyüklükleri önemli yer tutmaktadır.

Her gölgeleme aracı tipi için deneysel çalışma ile ölçülen pencere önü bölgesel hızlar ve ön ve arka cephe basınç farkları ile boşaltım katsayısı değerleri elde edilmiştir. Boşaltım katsayısı değerleri ile gölgeleme araçlarının ön cephede yarattığı boşluk alanları, hacimsel debi hesabında gölgeleme araç etkilerini ortaya koyan ana değişkenler olarak kullanılmıştır.

Gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarını göz önüne almayan Energyplus programında bu etkiler, rüzgar tüneline gerçekleştirilen iç hız ölçümlerinden elde edilen ortalama taşınım katsayıları ile ifade edilmiştir. Zemin, tavan ve arka duvar için iç yüzeye yakın hız ölçüm bulguları kullanılarak ortalama taşınım katsayıları Dreyfus (1960) yaklaşımı ile hesaplanmıştır.

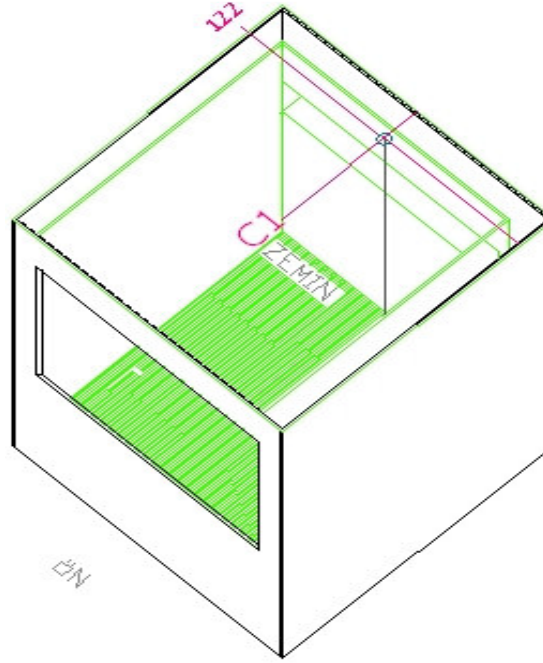
6.1 Gölgeleme Aracı Tipine Göre Değişen İç Yüzey Ortalama Taşınım Katsayılarının Hesaplanması

Ortalama taşınım katsayıları, farklı gölgeleme aracına sahip açıklıklardan rüzgar basıncı ile iç mekana giren hava hareketi hızının etkisini ortaya koymaktadır. Deneysel ölçüm sonuçları ile elde edilen hızlarla bulunan ortalama hız değerlerine göre iç yüzeyleri etkileyen ortalama taşınım katsayıları hesaplanmıştır.

6.1.1 Arka yüzey ortalama taşınım katsayısı hesap bulguları

Arka yüzeye en yakın c1-122 nolu ölçüm noktasında yükseklik boyunca 41 noktada ölçüm yapılmıştır (Şekil 6. 1). Her bir alternatifin 8.6 m/s referans hızda meydana getirdiği iç arka yüzeye yakın hava hareketi hızları ölçülmüştür (Tablo 6. 1).

Elde edilen hız değerleri yerine koyularak her alternatif için arka iç yüzey ortalama taşınım katsayısı hesaplanmıştır (Tablo 6. 2). Şekil 6. 2' de sırasıyla tüm alternatifler için model arka iç yüzey için hesaplanmış ortalama taşınım katsayısı değerleri grafik üzerinde görülmektedir.



Şekil 6. 1: Arka yüzey ortalama taşınım katsayısı hesabında kullanılan ölçüm noktaları

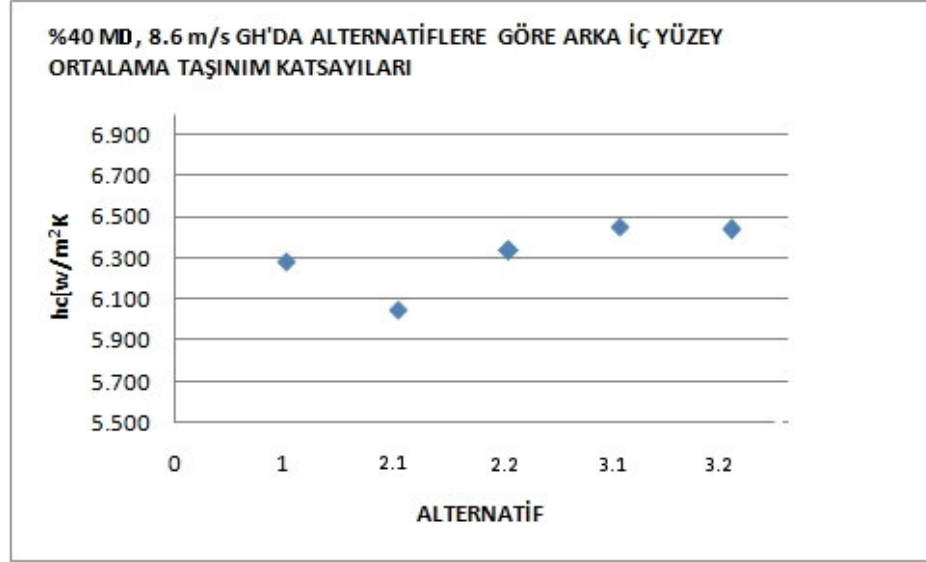
Arka iç yüzeyde en yüksek ortalama taşınım katsayıları sırasıyla 3.1, 3.2, 2.2, alternatiflerinde hesaplanmıştır. Sırasıyla 1, boş durum ve 2.1, nolu yüzeye paralel gölgeleme aracı takılı durumda en düşük değerlerini almıştır.

Tablo 6. 1: C1-122 Noktasında tüm alternatifler için 8.6 m/s GH'da ölçülen hızlar

8.6 m/s GH 'da ARKA YÜZEY'DE ÖLÇÜLEN HIZLAR (m/s)																						
Nokta No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	C1-122-BOŞ DURUM	0.019	0.034	0.049	0.048	0.050	0.064	0.078	0.074	0.057	0.103	0.024	0.080	0.046	0.115	0.064	0.094	0.110	0.099	0.073	0.095	0.131
2-1	C1-122-YÜZEYEPARALEL	0.033	0.023	0.021	0.038	0.041	0.030	0.027	0.055	0.045	0.033	0.058	0.035	0.068	0.039	0.028	0.064	0.084	0.102	0.048	0.059	0.080
	ELEMEN YERE PARALEL																					
2-2	C1-122-YÜZEYEPARALEL	0.037	0.031	0.068	0.106	0.099	0.136	0.108	0.115	0.118	0.137	0.134	0.101	0.102	0.123	0.115	0.105	0.122	0.162	0.127	0.085	0.085
	ELEMEN YERE PARALEL																					
3-1	C1-122-YÜZEYEDİK ELEMEN	0.106	0.035	0.052	0.049	0.070	0.096	0.067	0.048	0.063	0.084	0.069	0.082	0.062	0.118	0.106	0.159	0.166	0.095	0.078	0.125	0.103
	YÜZEYE PARALEL KANAT90																					
3-2	C1-122-YÜZEYEDİK ELEMEN	0.053	0.049	0.060	0.040	0.096	0.080	0.066	0.055	0.061	0.107	0.087	0.046	0.119	0.073	0.102	0.085	0.111	0.113	0.152	0.205	0.140
	YÜZEYE PARALEL KANAT45																					
Nokta No		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
1	C1-122-BOŞ DURUM	0.095	0.156	0.134	0.182	0.176	0.467	0.988	1.552	1.855	1.912	1.775	1.272	0.753	0.507	0.329	0.213	0.154	0.076	0.165	0.382	
2-1	C1-122-YÜZEYEPARALEL	0.101	0.112	0.143	0.076	0.148	0.577	0.873	1.361	1.556	1.678	1.486	0.917	0.509	0.321	0.169	0.126	0.119	0.117	0.203	0.352	
	ELEMEN YERE PARALEL																					
2-2	C1-122-YÜZEYEPARALEL	0.119	0.103	0.125	0.140	0.111	0.181	0.383	0.869	1.438	1.713	1.852	1.512	1.112	0.850	0.572	0.403	0.355	0.361	0.389	0.386	
	ELEMEN YERE PARALEL																					
3-1	C1-122-YÜZEYEDİK ELEMEN	0.111	0.217	0.126	0.267	0.284	0.476	1.170	1.653	2.012	2.087	1.944	1.384	0.889	0.447	0.395	0.253	0.145	0.229	0.287	0.350	
	YÜZEYE PARALEL KANAT90																					
3-2	C1-122-YÜZEYEDİK ELEMEN	0.198	0.118	0.191	0.197	0.292	0.482	1.139	1.780	2.011	1.963	1.887	1.273	0.807	0.461	0.287	0.309	0.233	0.203	0.259	0.379	
	YÜZEYE PARALEL KANAT45																					

Tablo 6. 2: 8.6 m/s GH'da tüm alternatifler için hesaplanan arka iç yüzey ortalama taşınım katsayıları

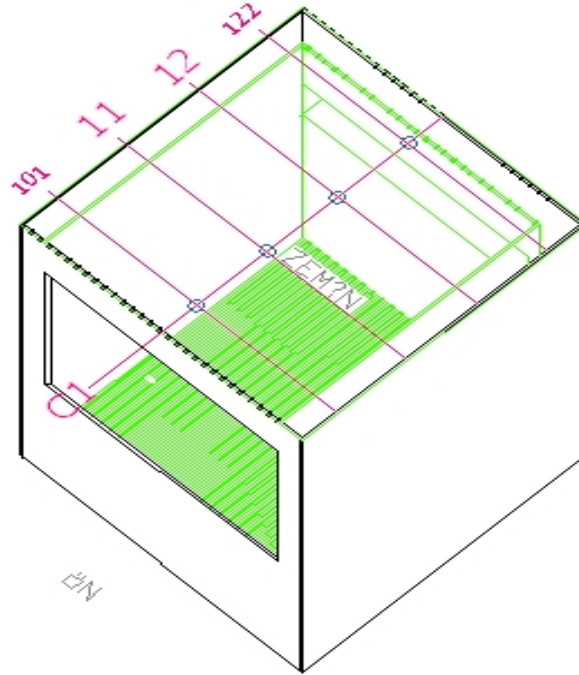
8.6m/s GH' da ARKA YÜZEY'DE HESAPLANAN ORTALAMA TAŞINIM KATSAYILARI																						
Nokta No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	C1-122-BOŞ DURUM	5.068	5.122	5.176	5.173	5.180	5.230	5.281	5.266	5.205	5.371	5.086	5.288	5.166	5.414	5.230	5.338	5.396	5.356	5.263	5.342	5.472
2-1	C1-122-YÜZEYEPARALEL																					
	ELEMEN YERE PARALEL	5.119	5.083	5.076	5.137	5.148	5.108	5.097	5.198	5.162	5.119	5.209	5.126	5.245	5.140	5.101	5.230	5.302	5.367	5.173	5.212	5.288
2-2	C1-122-YÜZEYEPARALEL																					
	ELEMEN YERE PARALEL	5.133	5.112	5.245	5.382	5.356	5.490	5.389	5.414	5.425	5.493	5.482	5.364	5.367	5.443	5.414	5.378	5.439	5.583	5.457	5.306	5.306
3-1	C1-122-YÜZEYEDİK ELEMEN																					
	YÜZEYE PARALEL KANAT90	5.382	5.126	5.187	5.176	5.252	5.346	5.241	5.173	5.227	5.302	5.248	5.295	5.223	5.425	5.382	5.572	5.598	5.342	5.281	5.450	5.371
3-2	C1-122-YÜZEYEDİK ELEMEN																					
	YÜZEYE PARALEL KANAT45	5.191	5.176	5.216	5.144	5.346	5.288	5.238	5.198	5.220	5.385	5.313	5.166	5.428	5.263	5.367	5.306	5.400	5.407	5.547	5.738	5.504
Nokta No		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	ORT
1	C1-122-BOŞ DURUM	5.342	5.562	5.482	5.655	5.634	6.681	8.557	10.587	11.678	11.883	11.390	9.579	7.711	6.825	6.184	5.767	5.554	5.274	5.594	6.375	6.286
2-1	C1-122-YÜZEYEPARALEL																					
	ELEMEN YERE PARALEL	5.364	5.403	5.515	5.274	5.533	7.077	8.143	9.900	10.602	11.041	10.350	8.301	6.832	6.156	5.608	5.454	5.428	5.421	5.731	6.267	6.050
2-2	C1-122-YÜZEYEPARALEL																					
	ELEMEN YERE PARALEL	5.428	5.371	5.450	5.504	5.400	5.652	6.379	8.128	10.177	11.167	11.667	10.443	9.003	8.060	7.059	6.451	6.278	6.300	6.400	6.390	6.334
3-1	C1-122-YÜZEYEDİK ELEMEN																					
	YÜZEYE PARALEL KANAT90	5.400	5.781	5.454	5.961	6.022	6.714	9.212	10.951	12.243	12.513	11.998	9.982	8.200	6.609	6.422	5.911	5.522	5.824	6.033	6.260	6.454
3-2	C1-122-YÜZEYEDİK ELEMEN																					
	YÜZEYE PARALEL KANAT45	5.713	5.425	5.688	5.709	6.051	6.735	9.100	11.408	12.240	12.067	11.793	9.583	7.905	6.660	6.033	6.112	5.839	5.731	5.932	6.364	6.437



Şekil 6. 2: 8.6 m/s GH'da tüm alternatifler için arka yüzey ortalama taşınım katsayıları

6.1.2 Tavan ortalama taşınım katsayısı hesap bulguları

Tavan yüzeyine en yakın c1-101, c1-11, c1-12, c1-122 nolu ölçüm noktalarında ölçüm yapılmıştır (Şekil 6. 3). Her bir alternatifin 8.6 m/s referans rüzgar hızlarında meydana getirdiği hava hareketi hızları ölçülmüştür (Tablo 6. 3).



Şekil 6. 3: Tavan yüzeyi ortalama taşınım katsayısı hesabında kullanılan ölçüm noktaları

Tablo 6. 3: 8.6 m/s GH'da tüm alternatiflerde tavan yüzeyine en yakın 41.noktalarda ölçülen hız değerleri

	GÖLGELEME ELEMANI ADI	8.6 m/s GH'da TÜM ALTERNATİFLERİN MODEL TAVANINA YAKIN 41. NOKTASINDA ÖLÇÜLEN HIZLAR, [m/s]				
		C1-101t	C1-11t	C1-12t	C1-122t	Ortalama
1	BOŞ DURUM	2.619	2.026	1.438	0.382	1.616
2-1	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT90	1.626	1.521	0.291	0.352	0.948
2-2	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT45	3.087	4.678	2.01	0.386	2.540
3-1	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT90	2.464	1.83	0.724	0.35	1.342
3-2	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT45	2.287	1.793	0.612	0.379	1.268

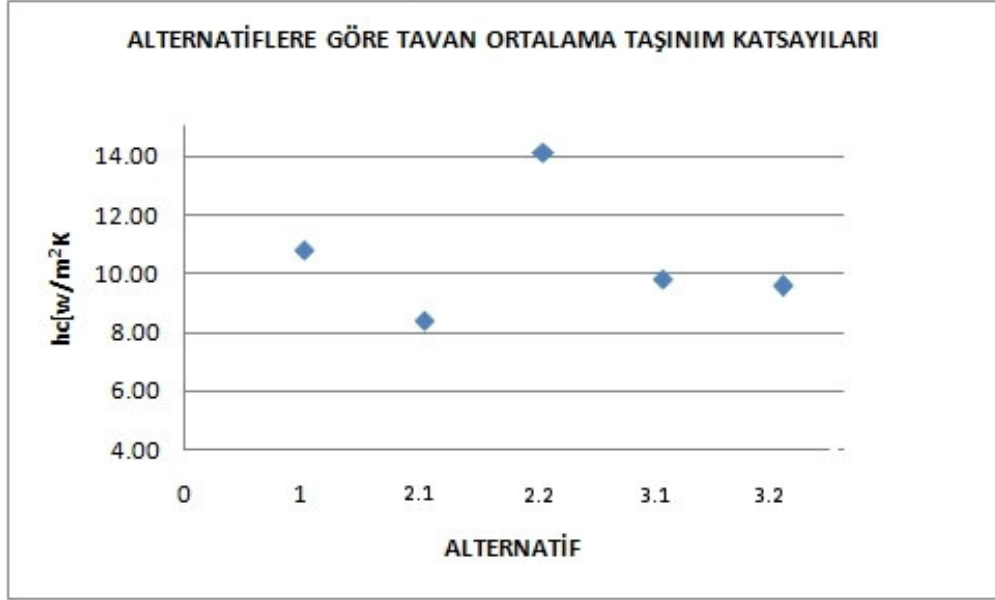
8.6 m/s gradyan hızda tavana yakın en yüksek hızlar sırasıyla yere paralel 45° kanat açıklıklı, yüzeye paralel gölgeleme aracı takılı durum, gölgeleme araçsız durum, yüzeye paralel 90° kanat açıklıklı, yüzeye dik eleman takılı durum, yüzeye paralel 45° kanat açıklıklı, yüzeye dik eleman takılı durumda ölçülmüştür.

Bu değerlerle tavan için ortalama taşınım katsayıları elde edilmiştir. Tablo 6. 4' te tüm ölçüm noktalarında elde edilen ortalama taşınım katsayısı değerleri görülmektedir.

Tablo 6. 4: 8.6 m/s GH'da tüm alternatiflerde tavan yüzeyine en yakın 41.noktalarda hesaplanan ortalama taşınım katsayıları

	GÖLGELEME ELEMANI ADI	8.6 m/s GH'da MODEL TAVANINA YAKIN 41. NOKTASINDA ORTALAMA TAŞINIM KATSAYILARI, [W/m²K]				
		C1-101t	C1-11t	C1-12t	C1-122t	Ortalama
1	BOŞ DURUM	14.428	12.294	10.177	6.375	10.819
2-1	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT90	10.854	10.476	6.048	6.267	8.411
2-2	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT45	16.113	21.841	12.236	6.390	14.145
3-1	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT90	13.870	11.588	7.606	6.260	9.831
3-2	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT45	13.233	11.455	7.203	6.364	9.564

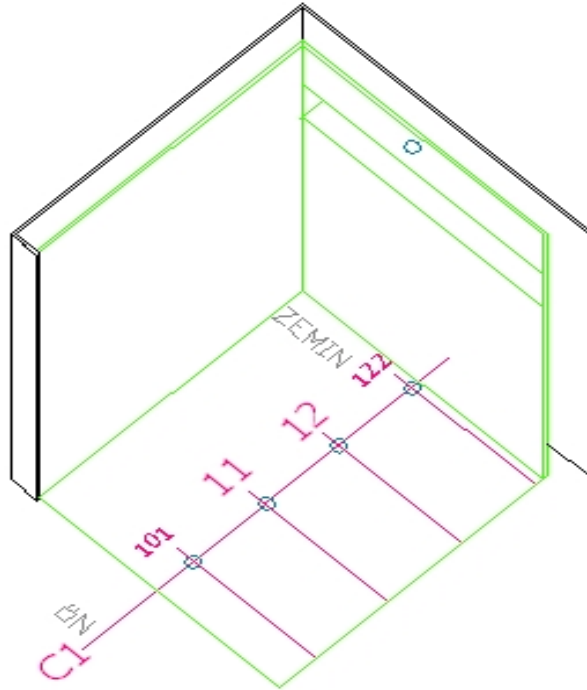
Şekil 6. 4' te tüm alternatifler için model tavanında hesaplanmış ortalama taşınım katsayısı değerlerinin değişimleri grafikte karşılaştırılmıştır. Tavanda en yüksek ortalama taşınım katsayıları sırasıyla 2.2, 1, 3.1, alternatiflerinde hesaplanmıştır. Sırasıyla 2.1, yüzeye paralel 90° kanat açıklıklı ve 3.2, yüzeye dik 45° kanat açıklıklı gölgeleme araçları takılı durumda en düşük değerlerini almıştır.



Şekil 6. 4: 8.6 m/s GH'da tüm alternatifler için model tavanına yakın 41. noktalarda hesaplanan ortalama taşınım katsayıları

6.1.3 Zemin ortalama taşınım katsayısı hesap bulguları

Zemin yüzeyine en yakın noktada bulunan c1-101, c1-11, c1-12, c1-122 nolu ölçüm noktalarında ölçüm yapılmıştır (Şekil 6. 5). Her bir alternatifin 8.6 m/s GH'da meydana getirdiği hava hareketi hızları ölçülmüştür (Tablo 6. 5).



Şekil 6. 5: Zemin yüzeyi ortalama taşınım katsayısı hesabında kullanılan ölçüm noktaları

Tablo 6. 5: 8.6 m/s GH'da tüm alternatiflerde zemin yüzeyine en yakın noktalarda ölçülen hızlar

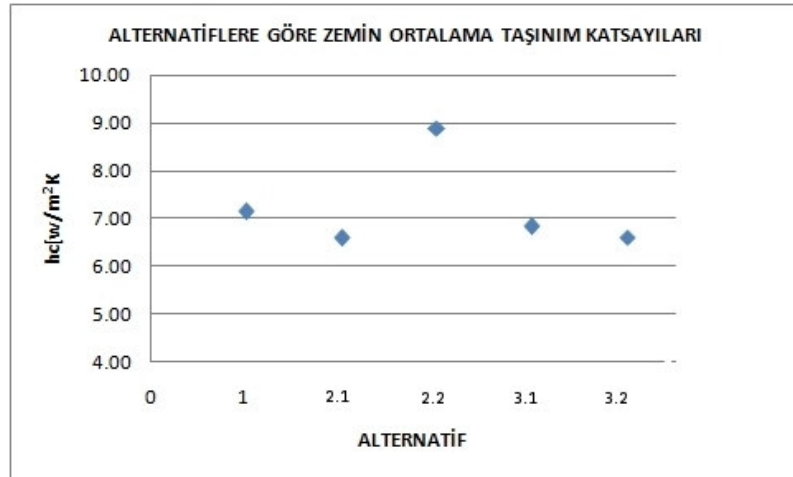
	GÖLGELEME ELEMANI ADI	8.6 m/s GH'da TUM ALTERNATİFLERİN MODEL ZEMİNİNE YAKIN 1. NOKTASINDA ÖLÇÜLEN HIZLAR				
		C1-101t	C1-11t	C1-12t	C1-122t	Ortalama
1	BOŞ DURUM	0.917	0.791	0.646	0.019	0.593
2-1	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT90	0.384	1.151	0.195	0.033	0.441
2-2	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT45	1.324	2.145	0.798	0.037	1.076
3-1	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT90	0.793	0.592	0.530	0.106	0.505
3-2	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT45	0.776	0.603	0.332	0.053	0.441

Elde edilen hızlar ile zemin için ortalama taşınım katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 6. 6).

Tablo 6. 6: 8.6 m/s GH'da tüm alternatiflerde zemin yüzeyine en yakın noktalarda hesaplanan ortalama taşınım katsayıları

	GÖLGELEME ELEMANI ADI	8.6 m/s GH'da MODEL ZEMİNİNE YAKIN 1. NOKTASINDA HESAPLANAN ORTALAMA TAŞINIM KATSAYILARI				
		C1-101t	C1-11t	C1-12t	C1-122t	Ortalama
1	BOŞ DURUM	8.301	7.848	7.326	5.068	7.136
2-1	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT90	6.382	9.144	5.702	5.119	6.587
2-2	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT45	9.766	12.722	7.873	5.133	8.874
3-1	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT90	7.855	7.131	6.908	5.382	6.819
3-2	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT45	7.794	7.171	6.195	5.191	6.588

(Şekil 6. 6) 'da sırasıyla tüm alternatifler için model zemininde hesaplanmış ortalama taşınım katsayısı değerleri karşılaştırılmıştır.

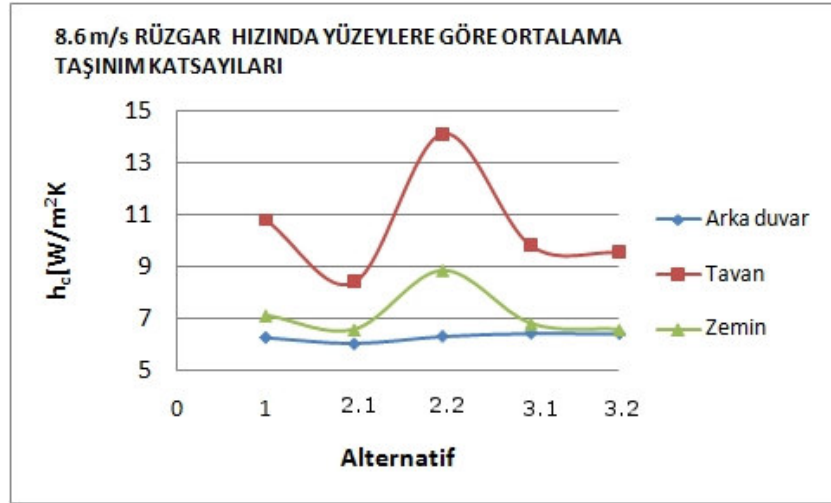


Şekil 6. 6: 8.6 m/s GH'da tüm alternatifler için model zeminine yakın 1. noktalarda hesaplanan ortalama taşınım katsayıları

8.6 m/s GH' da en yüksek ortalama taşınım katsayıları sırasıyla 2.2, yere paralel 45° kanat açıklıklı yüzeye paralel gölgeleme aracı takılı durumda, 1, gölgeleme araçsız durumda, 3.2, yüzeye paralel 45° kanat açıklıklı yüzeye dik gölgeleme aracı takılı durumda hesaplanmıştır.

Taşınım ile ısı transferi bölgesel hava akımları ile zamana bağlı olarak bina içinde yüzeyden yüzeye farklılık göstermektedir (Beausoleil-Morrison, 2002). Dreyfus (1960) doğal taşınımın etkilediği ortalama taşınım katsayılarının hesabında dikey yüzeyler için 1, zemin için 0.67, tavan için 1.33 değerinde düzeltme faktörleri önermiştir. Aynı ayırımın TS 825 (2000) binalarda ısı yalıtım yönetmeliğinde de göz önüne alınmaktadır.

Çalışmada yüzeylere yakın iç hızların ölçülmesi ile elde edilen zorlamalı taşınım ile oluşan ortalama taşınım katsayılarının yüzeyden yüzeye değişimleri grafikte görülmektedir (Şekil 6. 7).



Şekil 6. 7: Yüzeylere göre ortalama taşınım katsayısı değişimleri

Elde edilen sonuçlara göre ortalama taşınım katsayısı değerleri sırasıyla tavanda ve zeminde en yüksek değerlerini almakta, en düşük değerler arka duvarlarda gerçekleşmektedir.

6.2 Gölgeleme Aracı Takılı Durumda Ön Açıklık Hacimsel Debisinin hesaplanması

Açıklıktan geçen hava akım miktarları, sürtünme ve daralma etkilerini ifade eden boşaltım katsayısına, açıklık alanına, yüzeye etki eden referans hıza ve ön arka yüzey basınç farklarına dayanmaktadır. Pencereden geçen hacimsel hava akım

miktarlarının bulunmasında kullanılan bu parametrelerin elde ediliş aşamaları alt başlıklarda incelenmiştir.

6.2.1 Gölgeleme aracı tipine bağlı ön açıklık boşaltım katsayısının hesaplanması

Alçak katlı binalar için havalandırma açıklıklarından geçen hava akımları özellikle yaz döneminde rüzgar kaynaklıdır. Açıklığa etki eden hava akımları pencere geometrisi, sürtünme ve contraction etkilerine bağlı olarak içeri girerken azalmaktadır (Flourentzou, F., 1998). Oluşan bu kayıp doğal havalandırmada boşaltım katsayısı ile ifade edilmektedir. Farklı tipte açıklıklar için ASHRAE' de standart değerler kullanılmaktadır. Boşaltım katsayısı değeri aşağıdaki denklem ile belirlenmektedir.

$$C_d = \frac{V_0}{V_z \cdot \sqrt{C_{p1} - C_{p2}}} \quad (6.1)$$

V_0 = bölgesel hız

V_z = referans hız

C_{p1} = önaçıklığa etki eden basınçlar

C_{p2} = arka açıklığa etki eden basınçlar

Geniş engelsiz açıklıklar için 0.6 ile 1 değerleri arasında değişmektedir (Karava, 2006). Aynsley ve diğ.,(1977)' ye ait kaynakta boşaltım katsayısı değerleri 4 tip açıklık tanımına göre 0.5 ile 0.90 değerleri arasında değişim göstermektedir. Ancak literatürde gölgeleme araçları olduğu durumlarda ön açıklık için kullanılan boşaltım katsayısı değerlerine rastlanmamıştır.

Ele alınan modelde tek giriş açıklığı ve tek çıkış açıklığı bulunmaktadır. Rüzgarla oluşan çapraz havalandırmada boşaltım katsayısı açıklık geometrisine giriş ve çıkış açıklıkları çevresindeki akım alanlarının biçimine bağlıdır. Önüne gelen gölgeleme aracı tipine göre ön açıklık farklı boşaltım katsayısı değeri almaktadır. Rüzgarla oluşan havalandırma için bir giriş açıklığında boşaltım katsayısı

$$C_{dinlet} = \frac{Q}{A \cdot V \cdot (C_{pw} - C_{pin})^{0.5}} = \frac{u}{V \cdot (C_{pw} - C_{pin})^{0.5}} \quad (6.2)$$

Q =Açıklıktan geçen hava akım miktarı

A =Açıklık alanı

V =Referans rüzgar hızı

C_{pw} =Rüzgar alan Cephede basınç katsayısı

C_{pin} =İki açıklıklı binalar için belirlenmiş iç basınç katsayısı

u =Açıklıkta ölçülen hız

bağıntısı ile elde edilebilir. Geniş açıklıklar için(pencere, kapı);

$$C_{pin} = \frac{C_{p2} + (\alpha^2 \cdot C_{p1})}{1 + \alpha^2} \quad (6.3)$$

Küçük açıklıklar için;

$$C_{pin} = \frac{C_{p2} + \beta \times C_{p1}}{1 + \beta} \quad (6.4)$$

C_{p1}=Açıklık 1'de dış basınç katsayısı

C_{p2}=Açıklık 2'de dış basınç katsayısı

$$\alpha = \frac{A1}{A2} \quad (6.5)$$

A1=Giriş açıklığı

A2=Çıkış açıklığı

$\beta = 1/4$, (Düzgün dağılımlı küçük açıklıklar için)

kabulü ile elde edilmiştir (Karava ve diğ., 2006). Bu yaklaşımla elde edilen boşaltım katsayıları ile Aynsley ve diğ. (1977)' de yer alan boşaltım katsayısı hesabı arasındaki farkın Karava ve diğ. (2006)'nın çalışmasında açıklığın boyutlarının farklı şekilde ele alınması olduğu görülmektedir. İki boşaltım katsayısı sonuçları karşılaştırıldığında tüm açıklıklar için hesaplanan boşaltım katsayısı değerleri arasında uyum gözlenmesine rağmen, çalışmada açıklık boyutları, hava akımı girişinde gölgeleme araçlarının etkisini ortaya koyan önemli bir parametre olarak kabul edildiğinden geniş açıklık ve küçük açıklık kavramından yola çıkarak boşaltım katsayısı hesaplaması yapan Karava ve diğ. (2006)'ne ait yaklaşım kullanılarak hacimsel debi hesabında gerekli olan boşaltım katsayıları tüm durumlarda ön açıklık için hesaplanmıştır.

6.2.1.1 Boşaltım katsayısı hesabı- ön, arka cephe ortalama basınç katsayısı bulguları

Yaklaşımda boşaltım katsayıları ön yüzey dışında ve içinde oluşan basınç farklarından yola çıkılarak hesaplandığı için öncelikle cephede gölgeleme aracı takılı durumda ön yüzey ve arka yüzeyde basınç ölçümleri gerçekleştirilmiş ve ölçüm

bulguları ile ön ve arka cephe ortalama basınç katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 6. 7). Aynı şekilde arka, ön pencere hizası ortalama basınç katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 6. 8).

Tablo 6. 7: 8.6 m/ GH'da ön cephe ve ön cephe pencere hizası ortalama basınç katsayıları

ÖN CEPHE ORTALAMA BASINÇ KATSAYILARI			ÖN CEPHE PENCERE ORTALAMA BASINÇ KATSAYILARI		
1	MAKETE TAKILI GÜNEŞ KIRICI OLMADIĞI DURUM	0.834	1	MAKETE TAKILI GÜNEŞ KIRICI OLMADIĞI DURUM	0.832
2.1	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 90	0.700	2.1	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 90	0.782
2.2	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 45	0.683	2.2	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 45	0.692
3.1	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 90	0.872	3.1	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 90	0.880
3.2	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 45	0.874	3.2	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 45	0.889

Tablo 6. 8: Tüm arka cephe ve arka pencere hizası ortalama basınç katsayıları

ARKA CEPHE ORTALAMA BASINÇ KATSAYILARI			ARKA CEPHE PENCERE HİZASI ORTALAMA BASINÇ KATSAYILARI		
1	MAKETE TAKILI GÜNEŞ KIRICI OLMADIĞI DURUM	-0.701	1	MAKETE TAKILI GÜNEŞ KIRICI OLMADIĞI DURUM	-0.757
2.1	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 90	-0.616	2.1	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 90	-0.640
2.2	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 45	-0.613	2.2	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 45	-0.616
3.1	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 90	-0.702	3.1	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 90	-0.755
3.2	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 45	-0.656	3.2	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 45	-0.688

6.2.1.2 Boşaltım katsayısı hesabı- Ön açıklık boşluk alanları

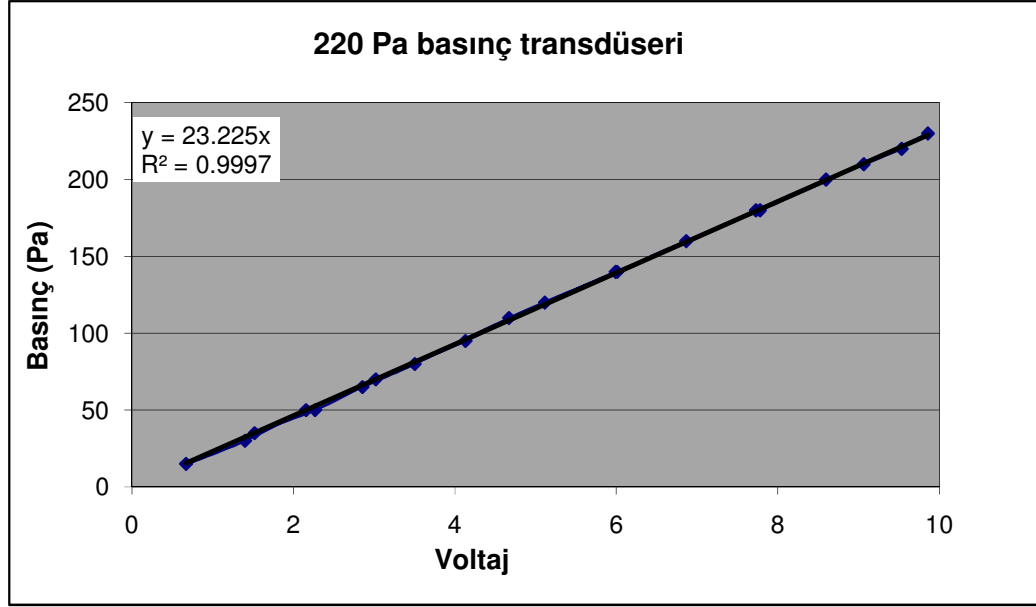
Her bir gölgeleme elemanı takılı durumda açıklık etkinlik alanı farklılaşmaktadır. Ön cepheye dik olarak bakıldığında gölgeleme araçlarının açıklık üzerindeki izdüşümlerine göre oluşan boşluk alanları kullanılmıştır (Tablo 6. 9).

Tablo 6. 9: Gölgeleme araçları ile değişen ön pencere boşluk alanları

Gölgeleme araç tipi		Ön pencere boşluk alan, (m ²)	Ön pencere boşluk alan, (m ²)	Ön pencere boşluk yüzdesi, (%)
1	Boş durum	0.048	7.4	100
2.1	CPE-YPK90	0.041	6.611	87
2.2	CPE-YPK45	0.011	1.768	22
3.1	CDE-CPK90	0.048	7.4	100
3.2	CDE-CPK45	0.048	7.4	100

6.2.1.3 Boşaltım katsayısı hesabı- referans hızların hesaplanması

İfadede yer alan cepheye etkiyen referans hız değerleri ön yüzey basınç ölçümleri esnasında 50 cm referans yükseklikte yer alan pitot tüpünün toplam basınç ucunda ölçülen voltaj değerleri (Şekil 6. 8) 'de yer alan kalibrasyon eğrisine ait denklemle basınç değerlerine dönüştürülmüştür. Bu değerler 'Bernoulli denklemi'nde yerine koyularak basınç ölçümleri esnasında referans noktadan etki eden hızlar elde edilmiştir (Tablo 6. 10).



Şekil 6. 8: Basınç ölçümlerinde kullanılan kalibrasyon doğrusu

Tablo 6. 10: Referans noktada elde edilen hızlar

GÖLGELEME ELEMANI ADI		50 cm YÜKSEKLİKTE REFERANS NOKTADAN ALTERNATİFLERE GÖRE MODEL ÖN YÜZEYİNE ETKİYEN DIŞ REFERANS HIZLAR		
		Rüzgar tüneline 50 cm yükseklikte ölçülen voltaj	Rüzgar tüneline 50 cm yükseklikte ölçülen basınçlar[Pa] 23.225X	Rüzgar tüneline 50 cm yükseklikte referans hızlar[m/s] $\sqrt{(2\Delta P/\rho)}$
1	Boş durum	1.989	46.195	8.609
2-1	CPE-YPK90	1.982	46.024	8.595
2-2	CPE-YPK45	2.005	46.551	8.644
3-1	CDE-CPK90	2.031	47.167	8.701
3-2	CDE-CPK45	1.991	46.219	8.613
Ortalama Referans Hız				8.6 m/s

6.2.1.4 Boşaltım katsayısı hesabı- pencere yakınında oluşan bölgesel hızların hesaplanması

Ön pencereye etkiyen ortalama hız değerleri rüzgar tüneline model içinde ön yüzeye 5 cm uzaklıkta c1-11 ölçüm noktasında yükseklik boyunca yer alan 41 noktada elde edilen hız ölçümlerinden elde edilmiştir. Pencere yakınında oluşan ortalama bölgesel hızlar; model ön iç yüzeye yakın pencere hizasında ölçülen hızların etki ettikleri yüzey alanındaki dağılımlarına bağlı olarak alansal geometrik ortalamaları alınarak bulunmuştur. (Tablo 6. 11)' de tüm durumlarda açıklığa etki eden ortalama hızların elde edilişi görülmektedir. Bu değerlerin hesaplanma aşamaları EK_C' de yer almaktadır.

Tablo 6. 11: Ön pencerede oluşan ortalama lokal hızlar

	8.6 m/s GH'da GÖLGELEME ARAÇLARI TAKILI DURUMDA ÖN PENCEREDE OLUŞAN LOKAL HIZLAR [m/s]	
1	BOŞ DURUM	3.208
2-1	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT90	2.441
2-2	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT45	2.426
3-1	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT90	3.096
3-2	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT45	2.922

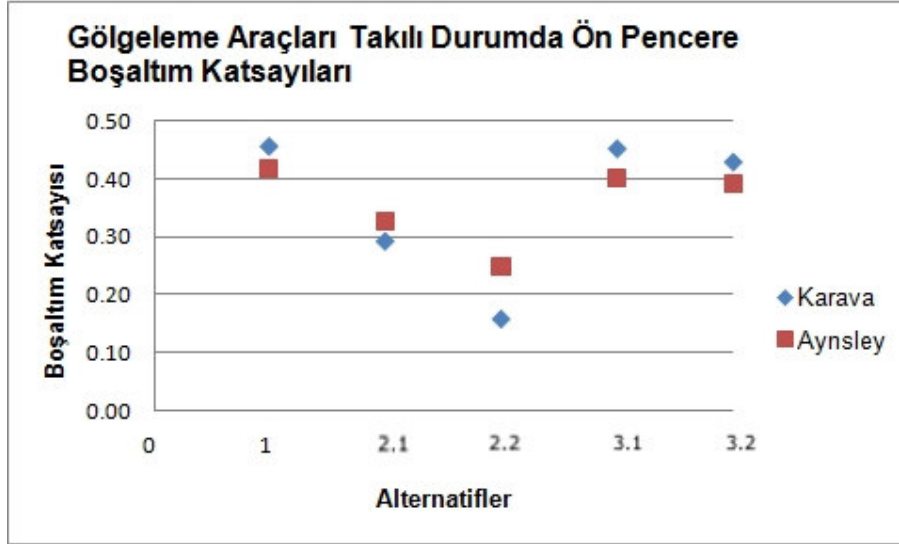
6.2.1.5 Boşaltım katsayısı hesap bulguları

Karava ve diğ. 2006 yaklaşımında ön yüzey arka yüzey basınç farkları, ön cepheye etkiyen referans hızlar, lokal hızlar, ön-arka açıklık oranları kullanılarak; Aynsley ve diğ. 1977 yaklaşımında ön yüzey arka yüzey basınç farkları, ön cepheye etkiyen referans hızlar, lokal hızlar ve ön- arka açıklık oranları ile bulunan boşaltım katsayısı düzeltme katsayısı faktörleri kullanılarak her bir gölgeleme elemanı takılı durumda ön pencere açıklığı için boşaltım katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 6. 12). EK_E'de boşaltım katsayısı hesap tablosu yer almaktadır. Her iki yaklaşımda da değerlerin birbirlerine yakın olmakla beraber büyük açıklıklarda Karava ve diğ. 2006 yaklaşımı ile hesaplanan boşaltım katsayılarının, Aynsley ve diğ. 1977 yaklaşımı ile hesaplanan değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Küçük açıklıklarda ise bunun tersi olarak Aynsley ve diğ. 1977'nin yaklaşımı ile bulunan boşaltım katsayılarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Tablo 6. 12: Boş ve gölgeleme araçlı, ön pencere boşaltım katsayısı değerleri

No	8.6 m/s GH'da Gölgeleme Araçları Takılı Durumda Ön Pencere Boşaltım Katsayıları		
	Gölgeleme Aracı Tipi	Karava	Aynsley
1	BOŞ DURUM	0.456	0.416
2-1	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT90	0.292	0.327
2-2	YÜZEYE PARALEL ELEMAN YERE PARALEL KANAT45	0.157	0.249
3-1	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT90	0.452	0.400
3-2	YÜZEYE DİK ELEMAN YÜZEYE PARALEL KANAT45	0.429	0.390

Şekil 6. 9' da 8.6 m/s referans hızda, gölgeleme aracı değişimleri ile ön pencerede hesaplanan boşaltım katsayısı değerleri grafik üzerinde karşılaştırılmıştır.



Şekil 6. 9: 6 m/s GH'da farklı gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık için Aynsley ve diğ. (1977) ve Karava (2006) yaklaşımları ile hesaplanmış boşaltım katsayılarının karşılaştırılması

Grafikte de görüldüğü gibi her iki hesap prosedüründe de en yüksek boşaltım katsayısı pencere önünde hiçbir engel elemanın yer almadığı 1 nolu alternatifte hesaplanmıştır. Ardından en yüksek boşaltım katsayıları; 3.1, yüzeye dik, 90° açık kanatlı gölgeleme aracı takılı durum, 3.2, yüzeye dik, 45° açık kanatlı gölgeleme aracı takılı durum, 2.1, yüzeye paralel, 90° kanat açıklıklı gölgeleme aracı takılı durumlarda elde edilmiştir. En düşük boşaltım katsayısı değeri en küçük boşluk alanına sahip 2.2, yüzeye paralel, 45° kanat açıklıklı gölgeleme aracı takılı durumda bulunmuştur.

6.2.2 Ön açıklık hacimsel debi hesabı bulguları

Ön pencere hacimsel debisi; hesaplanmış boşaltım katsayıları, gölgeleme aracı takılı durumda etkin pencere alanı, ön ve iç yüzey basınç farkları, cepheye etkiyen ortalama lokal hızlar ve cepheye etkiyen referans hıza bağlı olarak 4.2 nolu denklemle hesaplanmıştır. Elde edilen hacimsel debiler (Tablo 6. 13) 'de yer almaktadır. Tabloda aynı zamanda Aynsley ve diğ. (1977) yaklaşımına göre hesaplanmış hacimsel debiler yer almaktadır.

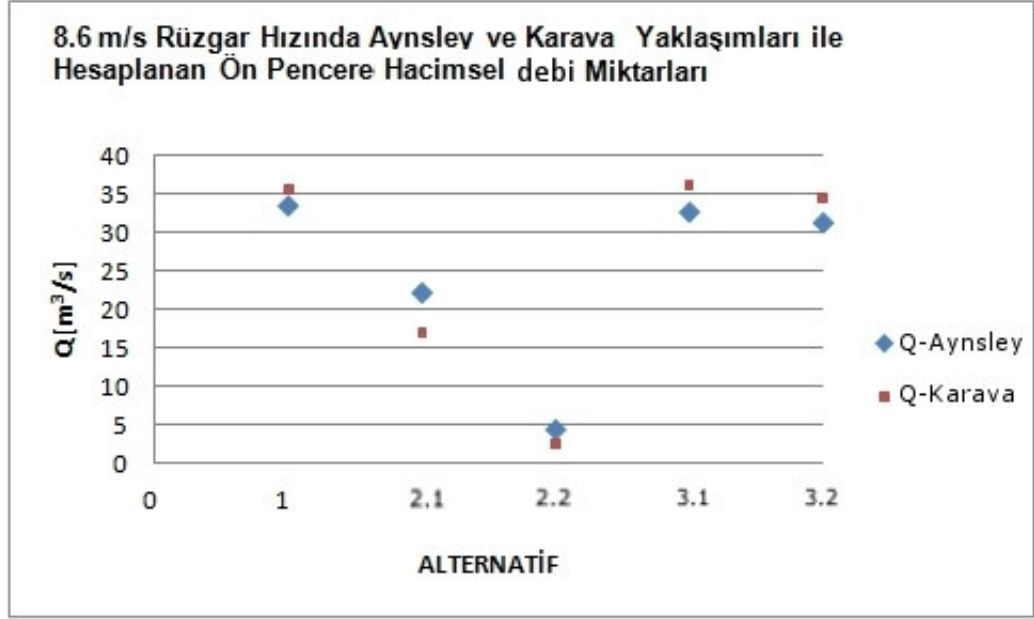
Şekil 6. 10' da görülebileceği gibi her iki hesap prosedüründe de en yüksek hacimsel debi miktarı 3.1, yüzeye dik, 90° açık kanatlı gölgeleme aracı takılı durumda hesaplanmıştır. Diğer alternatifler sırasıyla; pencere önünde hiçbir engel elemanın yer almadığı 1 nolu alternatif, 3.2, yüzeye dik, 45° açık kanatlı gölgeleme aracı takılı durum, 2.1, yüzeye paralel, 90° kanat açıklıklı gölgeleme aracı takılı durum, şeklinde sıralanmaktadır. En düşük hacimsel debi miktarı değeri en küçük boşluk alanına sahip 2.2, yüzeye paralel, 45° kanat açıklıklı gölgeleme aracı takılı durumda bulunmuştur. Boşaltım katsayısı değerlerinin sıralaması ile hava akım miktarlarının sıralanışı benzerlik göstermektedir. Ancak 3.1 nolu alternatifte gölgeleme aracının yönlendirme etkisine bağlı olarak 1 nolu alternatifle benzer açıklık alanına sahip olmasına rağmen daha fazla hava akım miktarı girişine izin verdiği görülmektedir.

Tablo 6. 13: 8.6 m/s GH'da farklı gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık hacimsel debi miktarları bulguları

	u_{ort} m^2/s	V_{ref} m^2/s	C_d	A m^2	$C_{p1}-C_{p2}$	$(C_{p1}-C_{p2})^{1/2}$	$Q_{Aynsley}$ m^3/s
1	3.208	8.600	0.416	7.431	1.589	1.261	33.512
2.1	2.441	8.600	0.327	6.611	1.422	1.192	22.170
2.2	2.426	8.600	0.249	1.768	1.308	1.144	4.330
3.1	3.096	8.600	0.400	7.431	1.635	1.279	32.686
3.2	2.922	8.600	0.390	7.431	1.577	1.256	31.299

	u_{ort} m^2/s	V_{ref} m^2/s	C_d	A m^2	$C_{pw}-C_{pin}$	$(C_{pw}-C_{pin})^{1/2}$	Q_{Karava} m^3/s
1	3.208	8.600	0.456	7.431	1.497	1.224	35.690
2.1	2.441	8.600	0.292	6.611	1.056	1.027	17.035
2.2	2.426	8.600	0.157	1.768	1.037	1.019	2.426
3.1	3.096	8.600	0.452	7.431	1.578	1.256	36.310
3.2	2.922	8.600	0.429	7.431	1.595	1.263	34.642

Q değerleri geniş açıklılarda Aynsley yaklaşımı ile daha küçük değerler alırken açıklık boyutu küçüldükçe daha büyük hacimsel debi değerlerinin olduğu görülmektedir.



Şekil 6. 10: 8.6 m/s GH'da farklı gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık için hesaplanmış hacimsel debi miktarlarının karşılaştırılması

Gölgeleme araçlarının etkinliğini ortaya koymada temelde aynı hesap prosedürü ile yola çıkmalarına ve değerlerin benzer olmasına rağmen, küçük ve büyük açıklıklar için ayrı ifadeler kullanması sebebi ile Karava (2006)'nın yaklaşımı ile elde edilen değerler Energyplus soğutma yükü hesabında kullanılmıştır.

7. SOĞUTMA YÜKÜ HESABI BULGULARI

Belli bir zaman aralığında mekana giren ya da mekan içerisinde oluşan ısı, mekan ısı kazanımı olarak adlandırılmaktadır. İklimlendirilen mekanda sabit hava sıcaklığı sağlamak üzere mekandan atılması gereken ısı oranı soğutma yükünü oluşturmaktadır. Mekan soğutma yükü hesabı,

1-Opak yüzeylerden (duvar, zemin, tavan, ve kapılardan) ısı kazanımları,

2-Saydam cam yüzeylerden ısı kazanımları,

3-Sızıntı ve havalandırmayla oluşan ısı kazanımları,

4-Mekan kullanıcılarının yarattığı ısı kazanımları ile oluşan toplam hissedilir soğutma yüklerini belirlemektedir (ASHRAE., 2005)

Gölgeleme araçları opak yüzeylerden ısı kazanımları, havalandırma yolu ile ısı kazanımları, pencerelerden ısı kazanımları bunlara bağlı olarak toplam yükleri değiştirmektedir. Farklı tipte elemanların referans duruma göre toplam hissedilen ısı kazanımlarını ve toplam yükleri değiştirme miktarlarına bağlı olarak etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmada, kazanım bileşenlerinin bulunması için Energyplus'ta, 8.6 m/s rüzgar hızları için 10 adet ve ayrıca iç ortam sıcaklıklarını elde etmek üzere ayrıca pencere açık pozisyonda, boş durum, [1SİM2]; yere paralel 90° açık kanatlı, cepheye paralel eleman takılı durum, [2.1SİM4]; yere paralel 45° açık kanatlı, cepheye paralel eleman takılı durum, [2.2SİM8]; cepheye paralel 90° açık kanatlı, cepheye dik eleman takılı durum, [3.1SİM11]; cepheye paralel 45° açık kanatlı, cepheye dik eleman takılı durum, [3.2SİM14]; pencere kapalı pozisyonda, , boş durum, [1SİM1]; yere paralel 90° açık kanatlı, cepheye paralel eleman takılı durum, [2.1SİM6]; yere paralel 45° açık kanatlı, cepheye paralel eleman takılı durum, [2.2SİM7]; cepheye paralel 90° açık kanatlı, cepheye dik eleman takılı durum, [3.1SİM10]; cepheye paralel 45° açık kanatlı, cepheye dik eleman takılı durum, [3.2SİM113] olarak adlandırılan benzetişimlerle toplam 20 soğutma yükü hesabı gerçekleştirilmiştir (Tablo 7. 1).

Tablo 7. 1: 8.6 m/s rüzgar hızları için yapılan tüm soğutma yükü benzetişimleri

GÜNEŞ ve HAVA AKIMI GEÇİRİŞ MİKTARLARI İLE DEĞİŞEN HİSSEDİLEN SOĞUTMA YÜKLERİNE BAĞLI OLARAK GÖLGELEME ARAÇLARININ ETKİNLİĞİNİ ORTAYA KOYMAK İÇİN GERÇEKLEŞTİRİLMİŞ SİMÜLASYONLAR										
Simülasyon Kodu	Gölgeleme Aracı Kodu	Gölgeleme Aracı Tipi	Pencere Pozisyon	Güneş Işınım Etkileri	İç yüzey Ortalama Taşınım Katsayısı Girişi	İç Ortam ve Yüzey Sıcaklıkları	Odanın Yüzeylerden Taşınım Yolu ile Isı Kazanım Çıktısı	Odanın Ön Pencereden Kazanım Çıktısı	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımları Çıktısı	Mekanda Oluşan Toplam Soğutma Yükü Çıktısı
1 SIM1	1	Gölgeleme Aracı Yok	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
2 SIM2	1	Gölgeleme Aracı Yok	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
3 SIM3-ac.pen.	1	Gölgeleme Aracı Yok	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
4 SIM3-kap.pen.	1	Gölgeleme Aracı Yok	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
5 SIM4	2.1	Yüzeye Paralel Eleman Yere Paralel Kanat 90° kanat	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
6 SIM5-ac.pen.	2.1	Yüzeye Paralel Eleman Yere Paralel Kanat 90° kanat	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
7 SIM5-kap.pen.	2.1	Yüzeye Paralel Eleman Yere Paralel Kanat 90° kanat	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
8 SIM6	2.1	Yüzeye Paralel Eleman Yere Paralel Kanat 90° kanat	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
9 SIM7	2.2	Yüzeye Paralel Eleman Yere Paralel Kanat 45° kanat	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
10 SIM8	2.2	Yüzeye Paralel Eleman Yere Paralel Kanat 45° kanat	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
11 SIM9-ac.pen.	2.2	Yüzeye Paralel Eleman Yere Paralel Kanat 45° kanat	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
12 SIM9-kap.pen.	2.2	Yüzeye Paralel Eleman Yere Paralel Kanat 45° kanat	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
13 SIM10	3.1	Yüzeye Dik Eleman Yüzeye Paralel Kanat 90° kanat	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
14 SIM11	3.1	Yüzeye Dik Eleman Yüzeye Paralel Kanat 90° kanat	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
15 SIM12-ac.pen.	3.1	Yüzeye Dik Eleman Yüzeye Paralel Kanat 90° kanat	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
16 SIM12-kap.pen.	3.1	Yüzeye Dik Eleman Yüzeye Paralel Kanat 90° kanat	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
17 SIM13	3.2	Yüzeye Dik Eleman Yüzeye Paralel Kanat 45° kanat	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					
18 SIM14	3.2	Yüzeye Dik Eleman Yüzeye Paralel Kanat 45° kanat	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
19 SIM15-ac.pen.	3.2	Yüzeye Dik Eleman Yüzeye Paralel Kanat 45° kanat	Açık	Var	Kullanıcı Tanımlı					
20 SIM15-kap.pen.	3.2	Yüzeye Dik Eleman Yüzeye Paralel Kanat 45° kanat	Kapalı	Var	Energyplus Detaylı taşınım prosedürü					

Referans durum olarak kabul edilen; 1SİM3kap.pen- pencere kapalı gölgeleme araçsız durum ile pencere kapalı gölgeleme araçlı durumlarda; 1SİM3ac.pen- pencere açık gölgeleme araçsız durumlar ile pencere açık gölgeleme araçlı durumlarda oluşan mekan ısı kazanım ve oluşturdukları toplam yük miktarları arasındaki farkları gölgeleme araçları yaratmaktadır. Bu alternatif durumlarda gerçekleştirilen soğutma yükü hesap bulguları EK_F' de yer almaktadır.

Mekanın pencerelerden kazanımları ve kayıpları, yüzeylerden taşınım yolu ile kazanım ve kayıpları, havalandırma yolu ile hissedilen ısı kazanım ve kayıpları toplanarak gölgeleme araçlarının etkin olduğu toplam hissedilen kazanımlar ve mekanda tüm ısı kazanım bileşenlerinin etkisi ile oluşan toplam soğutma yükleri elde edilmiş ve belirli zaman aralıklarındaki ortalama değerleri ile oluşturulan grafikler üzerinde bu değerlerin referans durumlara göre farkları karşılaştırılarak gölgeleme araçlarının soğutma yükleri açısından etkinlikleri değerlendirilmiştir.

Çalışmada gölgeleme araçsız [1SİM3kap.pen], [1SİM3ac.pen], ve gölgeleme araçlı [2.1SİM5ac.pen], [2.1SİM5kap.pen], [2.2SİM9kap.pen], [2.2SİM9ac.pen], [3.1SİM12kap.pen], [3.1SİM12ac.pen], [3.2SİM15kap.pen], [3.2SİM15ac.pen] durumlarının her biri için cepheye etkiyen 8.6 m/s hızda (Tablo 7. 2) 'de görülen sonuçlar ile gölgeleme araç etkinlikleri değerlendirilmiştir.

Tablo 7. 2: 8.6 m/s rüzgar hızları için yapılan tüm soğutma yükü benzetişimleri

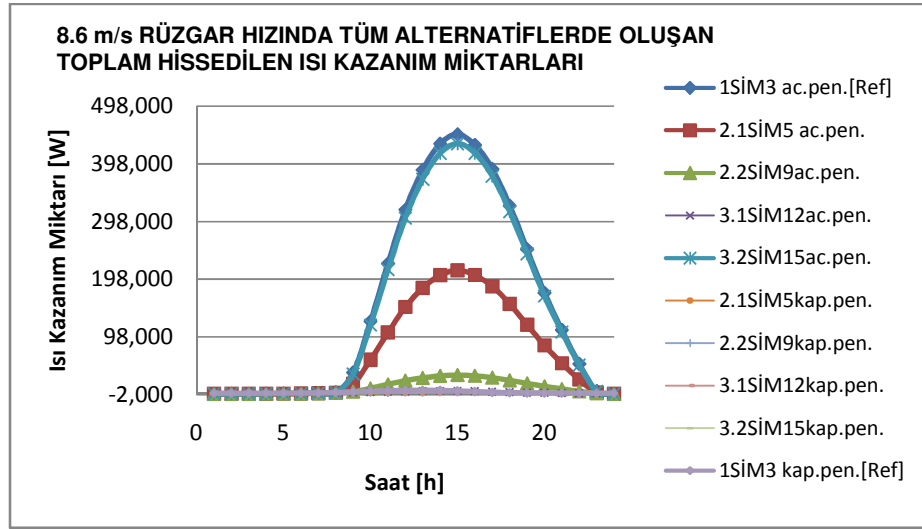
	Odanın Yüzeylerden taşınım yolu ile kazanım çıktısı	Odanın ön pencereden kazanım çıktısı	Odanın havalandırma yolu ile hissedilen ısı kazanımları çıktısı	Mekanda oluşan toplam soğutma yükü çıktısı	Gölgeleme araçlarının soğutma yükleri açısından etkinlikleri, (a,b,c,d için)		
	a	b	c	d	08:00-18:00	08:00-18:00	19:00-24:00
1	1SİM3kap.pen			1SİM3kap.pen	*SİM3kap.pen-1SİM3kap.pen	*SİM3kap.pen-1SİM3kap.pen	*SİM3kap.pen-1SİM3kap.pen
2	2.1SİM5kap.pen			2.1SİM5kap.pen			
3	2.2SİM9kap.pen			2.2SİM9kap.pen			
4	3.1SİM12kap.pen			3.1SİM12kap.pen			
5	3.2SİM15kap.pen			3.2SİM15kap.pen			
6	1SİM3ac.pen			1SİM3ac.pen	*SİM3ac.pen-1SİM3ac.pen	*SİM3ac.pen-1SİM3ac.pen	*SİM3ac.pen-1SİM3ac.pen
7	2.1SİM5ac.pen			2.1SİM5ac.pen			
8	2.2SİM9ac.pen			2.2SİM9ac.pen			
9	3.1SİM12ac.pen			3.1SİM12ac.pen			
10	3.2SİM15ac.pen			3.2SİM15ac.pen			

Alt bölümlerde her alternatif durum için ısı kazanımları ve toplam yükler grafiklerle ortaya konulmuştur.

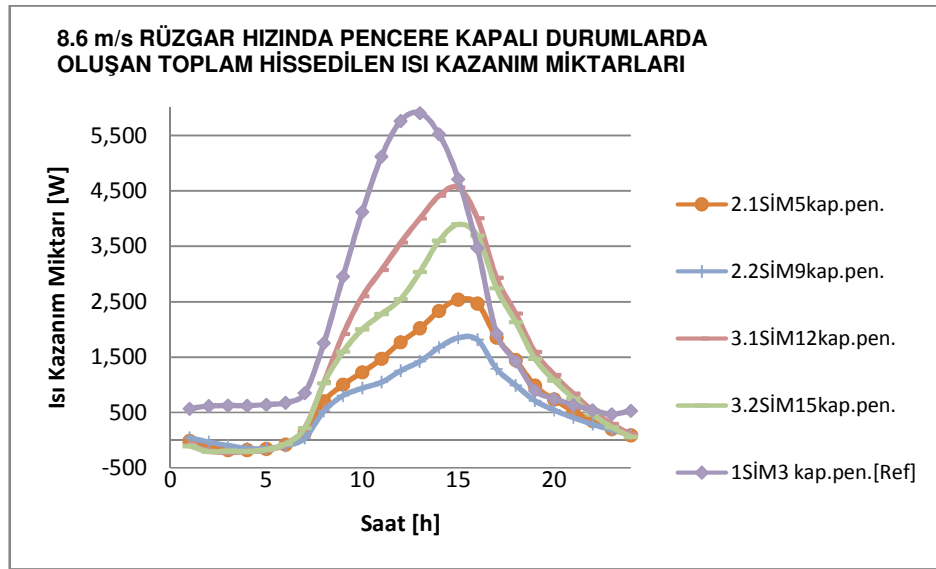
7.1 Mekanda Gölgeleme Araçlarının Etkisi Ortaya Koyan Isı Kazanımları

Energypus programında mekanın havalandırma yolu ile kazanım ve kayıpları, pencereden kayıp ve kazanımları, opak yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımları hesaplanabilmektedir (Energypus, Engineering Reference, 2006).

Çalışmada odanın gölgeleme araçlarının etkilediği ısı kazanım bileşenleri toplamı ile ifade edilen toplam hissedilen kazanımlar tüm alternatifler için hesaplanmıştır. Her simülasyondan elde edilen odanın yüzeylerden taşınım ile kazanım ve kayıpları, havalandırma yolu ile hissedilen kazanımları ve kayıpları, pencereden kazanımları ve kayıpları tüm saatler için toplanmıştır. Sonuçlar Şekil 7. 1'de görülmektedir.



Şekil 7. 1: 8.6 m/s rüzgar hızında mekanda toplam hissedilen kazanım miktarları



Şekil 7. 2: Pencere kapalı durumda mekanda toplam hissedilen kazanım miktarları

En yüksek toplam hissedilen kazanımların pencerenin açık olduğu gölgeleme araçsız durumda olduğu görülmektedir. Daha sonra en yüksek kazanımların sırasıyla 3.2SİM15ac.pen, 2.1SİM5ac.pen, 2.2SİM9ac.pen'de, en düşük kazanımın 2.2SİM9kap.pen. ve 2.1SİM5kap.pen alternatiflerinde olduğu görülmektedir (Şekil 7. 2).

8.6 m/s rüzgar hızında gün içerisinde pencere kapalı durumların pencere açık durumlara göre toplam hissedilen kazanımları belirgin bir şekilde azalttığı görülmektedir. Tüm alternatifler toplam hissedilen kazanımları pencere açık duruma göre farkları açısından karşılaştırıldığında gölgeleme aracı etkilerinin pencere açık durumda pencereyi en çok kapatan gölgeleme aracı tiplerine bağlı olarak değişim göstermektedir. 1SİM3ac.pen. alternatifinde hesaplanan toplam hissedilen kazanımları en çok azaltan alternatifler birbirine çok yakın değerlerle tüm pencere kapalı durumlar olarak görülmektedir. Sırasıyla toplam hissedilen kazanımları en çok azaltan pencere açık alternatifleri ise 2.2SİM9ac.pen., 2.1SİM5ac.pen., 3.2SİM5ac.pen. şeklinde sıralanmaktadır.

7.1.1 Gölgeleme araçlarının pencerede oluşturdukları boşluklardan güneş ısı kazanımlarına etkisi

Gölgeleme araçlarının açık pencere önüne yerleştirilmesi ile içeri giren güneş ısı kazanım miktarı azalmaktadır. Mekanda güneş ısı kazanımı etkisi ile oluşan kazanımlar Energyplus programında [1SİM3kap.pen.], [1SİM3ac.pen.], [2.1SİM5kap.pen.], [2.1SİM5ac.pen.], [2.2SİM9kap.pen.], [2.2SİM9ac.pen.], [3.1SİM12kap.pen.], [3.1SİM12ac.pen.], [3.2SİM15kap.pen.], [3.2SİM15ac.pen.] durumları için yapılan soğutma yükü hesabı sonunda; odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımları ve pencereden kazanımları bulguları ile incelenmiştir. Odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımları rüzgar hız etkilerini de içermektedir. İç yüzeylere direk güneş ısı kazanımı etki eden saatler tüm benzetişimler için;

Dış pencerelerden iç yüzeyler üzerine gelen direk güneş ısı kazanım miktarı [W], dış pencerelerden iç yüzeyler üzerine gelen direk güneş ısı kazanım şiddeti [W/m^2] bulguları ile elde edilmiştir. Isı dengesi hesap prosedüründeki yüzeylerde düzgün sıcaklık dağılımı kabulüne bağlı olarak program iç yüzeylerin aldığı direk ısı kazanımı iç yüzeye eşit dağıtmaktadır. Energyplus'ın iç yüzeylerin güneşlenmesinde gölgeleme araçlarının etkisini göz önüne almasını ortaya koymak üzere, 3dStudio VIZ programı ile aynı model için gölge analizi çalışması gerçekleştirilmiş ve direk ısı kazanım etkisi ile döşemede oluşan saatlik gölgesiz alanlar hesaplanmıştır. Energyplus'tan elde edilen

güneş ışınım şiddet ve miktarları ile 9:00 ve 15:00 saatleri arasında zemin yüzeyine gelen toplam direk ışınım miktarı bulunmuştur (Tablo 7. 3).

Tablo 7. 3: Energyplus'ta elde edilen net toplam direk ışınım miktarları ve 3DstudioViz'da bulunan gölgesiz alanlar

Tarih/Zaman	Toplam Direk Güneş Işınımı				
	1SİM1	2.1SİM4	2.2SİM8	3.1SİM11	3.2SİM14
08/21 09:00:00	10,329.37	4,227.25	4,221.20	10,329.37	10,329.37
08/21 10:00:00	85,838.41	1,883.75	1,866.67	18,993.93	8,828.58
08/21 11:00:00	245,599.53	167.58	165.77	19,157.42	1,656.49
08/21 12:00:00	419,413.43	104.11	104.92	22,507.78	0.00
08/21 13:00:00	305,883.66	50.26	46.91	19,936.18	605.36
08/21 14:00:00	128,734.48	1,366.54	1,349.68	20,497.48	7,122.86
08/21 15:00:00	25,262.31	4,149.59	4,154.74	14,871.95	14,884.97

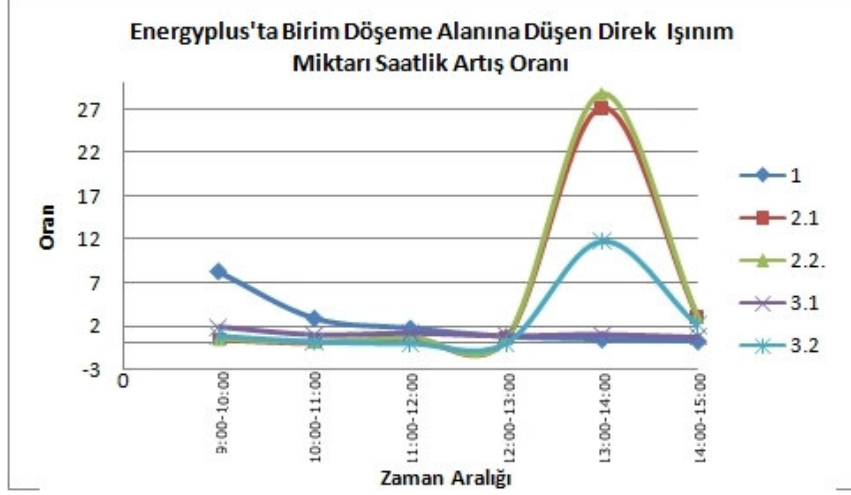
Tarih/Zaman	3DStudioViz'da Bulunan Döşemede Oluşan Gölgesiz Alanlar				
	1SİM1	2.1SİM4	2.2SİM8	3.1SİM11	3.2SİM14
08/21 09:00:00	1.68	0.08	0.08	0.38	0.21
08/21 10:00:00	2.49	0.06	0.06	0.40	0.03
08/21 11:00:00	3.15	0.10	0.10	0.44	0.01
08/21 12:00:00	2.73	0.08	0.08	0.42	0.00
08/21 13:00:00	1.95	0.08	0.09	0.44	0.14
08/21 14:00:00	1.04	0.11	0.11	0.29	0.28
08/21 15:00:00	0.13	0.09	0.07	0.13	0.12

Tablo 7. 4: Energyplus ve 3DstudioViz'da döşemeye düşen ışınım miktarları

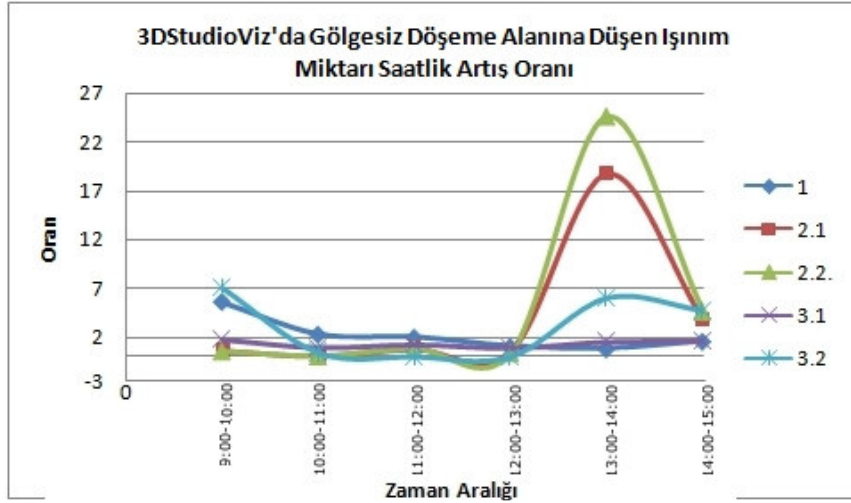
Tarih/Zaman	ENERGYPLUS - Döşeme Birim Alanına Düşen Direk Işınım Miktarı				
	1	2.1	2.2.	3.1	3.2
08/21 09:00:00	430.39	176.14	175.88	430.39	430.39
08/21 10:00:00	3,576.60	78.49	77.78	791.41	367.86
08/21 11:00:00	10,233.31	6.98	6.91	798.23	69.02
08/21 12:00:00	17,475.56	4.34	4.37	937.82	0.00
08/21 13:00:00	12,745.15	2.09	1.95	830.67	25.22
08/21 14:00:00	5,363.94	56.94	56.24	854.06	296.79
08/21 15:00:00	1,052.60	172.90	173.11	619.66	620.21

Tarih/Zaman	3DSudioViz -Gölgesiz Döşeme Alanına Düşen Direk Işınım Miktarı				
	1	2.1	2.2.	3.1	3.2
08/21 09:00:00	6,161.02	50,707.04	51,943.47	27,126.98	50,127.39
08/21 10:00:00	34,466.59	30,917.69	29,111.48	47,803.42	350,179.78
08/21 11:00:00	78,032.25	1,635.86	1,620.83	43,330.16	137,839.69
08/21 12:00:00	153,698.02	1,251.39	1,326.80	53,056.06	
08/21 13:00:00	157,084.42	666.69	512.13	45,515.48	4,272.44
08/21 14:00:00	124,026.47	12,527.60	12,606.16	69,548.27	25,536.95
08/21 15:00:00	192,079.20	47,523.81	58,507.08	111,369.37	119,838.15

Bulunan değerler Energyplus'ta tüm alana eşit yayıldığı için zemin alanına bölünüp birim alana düşen ışıınım miktarı bulunmuştur. Aynı değerler 3DstudioViz programı ile zemin için bulunan gölgesiz alanlara bölünmüştür ve gölgesiz alana düşen ışıınım miktarları hesaplanmıştır (Tablo 7. 4). Energyplus ve 3DstudioViz'da bulunan birim alandaki ışıınım miktarlarının saatlik artış oranları karşılaştırılmıştır ve benzer oldukları görülmüştür (Şekil 7. 3 ve Şekil 7. 4).



Şekil 7. 3: Energyplus'ta birim döşeme alanına düşen ışıınım miktarı saatlik değişim oranlarının karşılaştırılması



Şekil 7. 4: 3DStudioViz'da gölgesiz döşeme alanına düşen ışıınım miktarı saatlik değişim oranı karşılaştırması

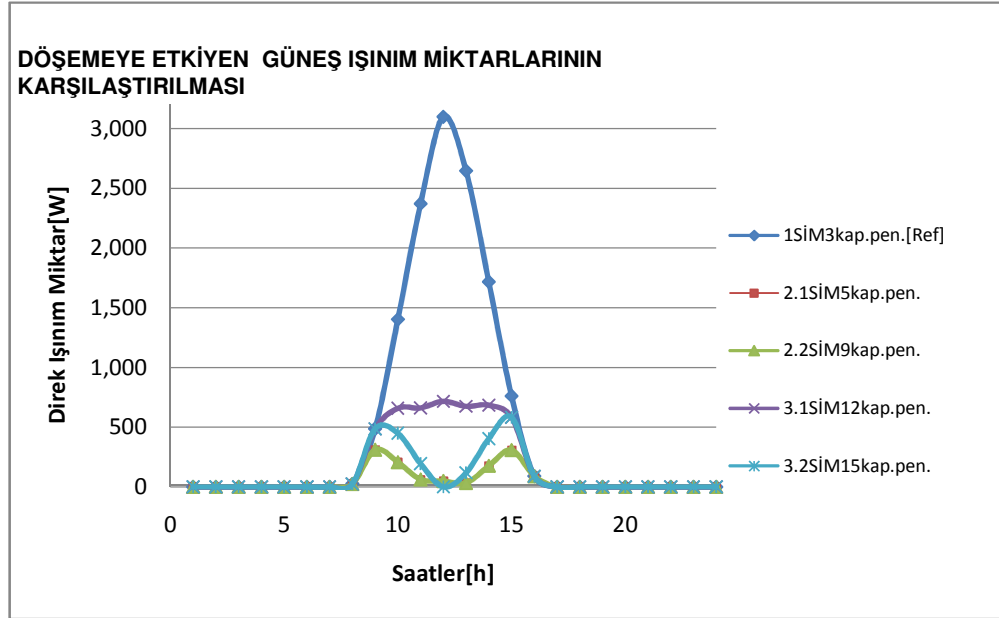
7.1.1.1 İç opak yüzeylerden güneş yolu ile kazanım bulguları

Energyplus programında tüm iç duvarlar için dış pencereden iç yüzeylere gelen direk güneş ışıınım miktarı, direk güneş ışıınım şiddetleri pencere açık ve pencere kapalı tüm alternatifler için bulunmuştur. Her iki durumda da iç yüzeylere etkiyen güneş ışıınım miktarları aynı olduğundan pencere kapalı alternatifleri arasında

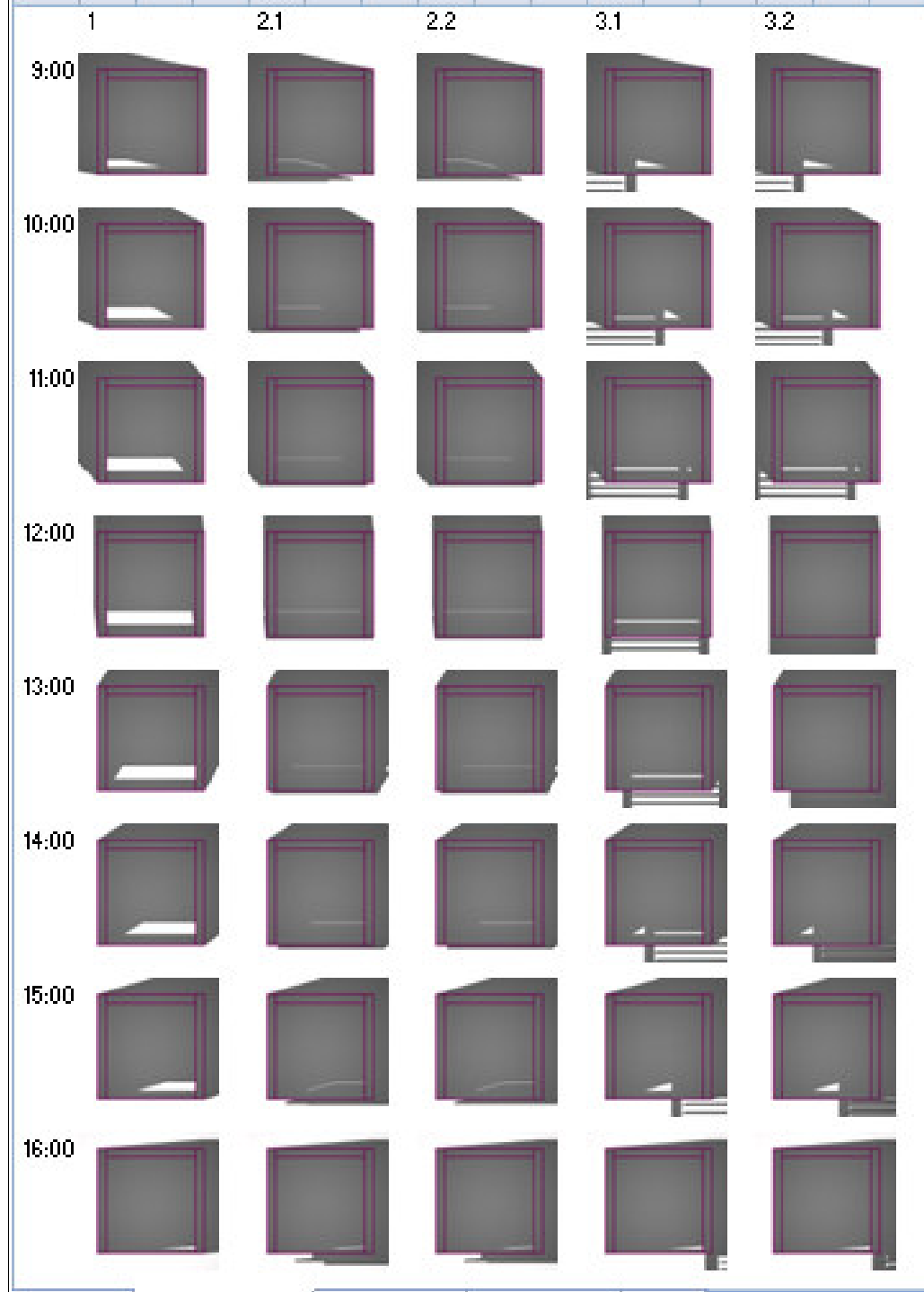
karşılaştırma yapılmıştır. Döşemeye etkiyen güneş ışıını miktarları en fazla pencere kapalı gölgeleme araçsız durumda, daha sonra sırasıyla 3.1SİM12kap.pen, 3.2 SİM15kap.pen. alternatiflerinde gerçekleşmiştir. 2.2SİM9kap.pen. ve 2.1 SİM5kap.pen. alternatiflerine güneş ışıını miktarlarının daha az ve eşit olduğu görölmektedir (Şekil 7. 5). Aynı durum gölge analizleri ile elde edilen görseller karşılaştırıldığında da gözlenmektedir (Şekil 7. 6).

Batı yönüne bakan iç duvara etkiyen güneş ışıını miktarları gün içerisinde en fazla pencere açık ve kapalı durum gölgeleme araçsız durumda, daha sonra sırasıyla 3.1, 3.2 alternatiflerinde gerçekleşmiştir. 2.2 ve 2.1 güneş ışıını miktarlarının daha az ve eşit olduğu görölmektedir (Şekil 7. 7). Aynı durum gölge analizler sonuçlarından elde edilen görseller karşılaştırıldığında da gözlenmektedir 3Dviz programında gerçekleştirilen gölge analizlerinde batı yönüne bakan iç duvar yüzeyinde oluşan gölgesi ve gölgesiz alanlar EK_G' de yer almaktadır.

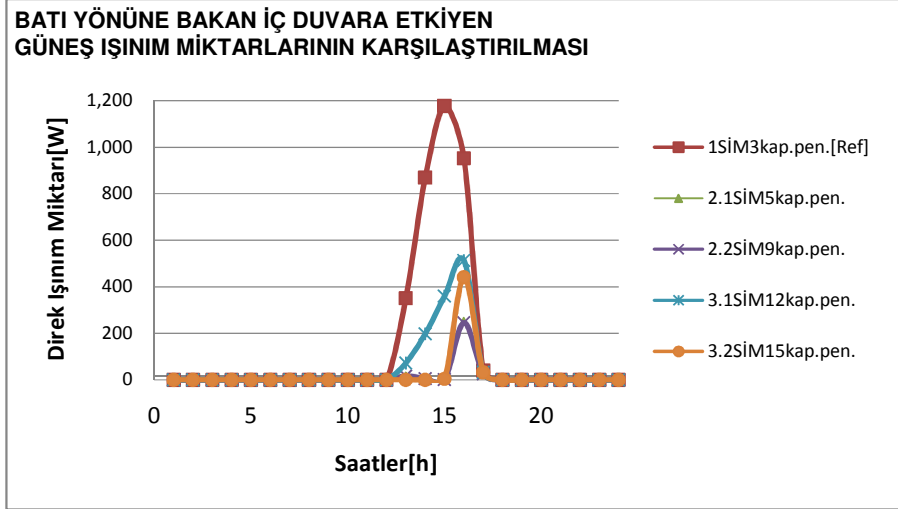
Doğu yönüne bakan iç duvara etkiyen güneş ışıını miktarları en fazla pencere açık ve kapalı durum gölgeleme araçsız durumda, ve sırasıyla 3.1, 3.2 nolu gölgeleme araçları takılı durumda oluşmuştur. 2.2 ve 2.1 takılı durumda güneş ışıını miktarlarının daha az ve eşit olduğu görölmektedir (Şekil 7. 8). Aynı durum EK_G' de yer alan gölge analizleri ile elde edilen görseller karşılaştırıldığında da gözlenmektedir.



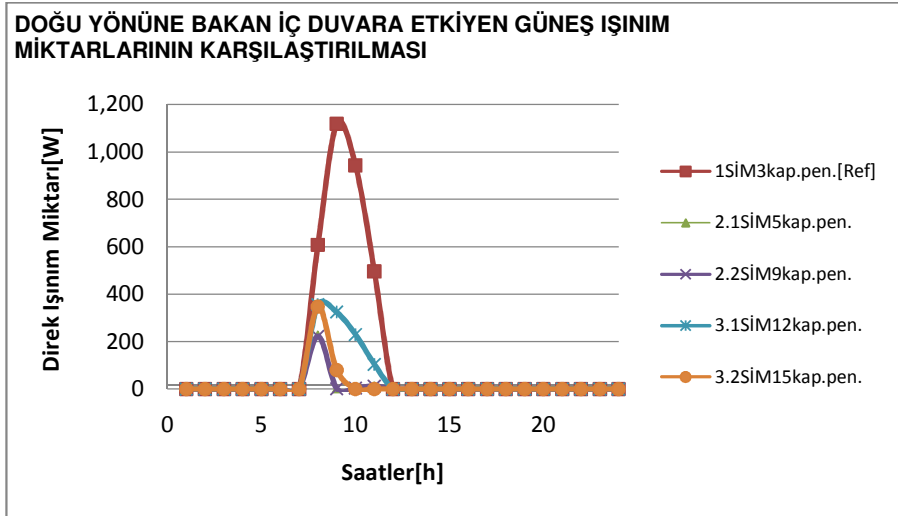
Şekil 7. 5: Döşemeye etkiyen güneş ışıını miktarları



Şekil 7. 6: 3dViz ile döşemedeki gölgeli/güneşli alanların saatlik değişimi



Şekil 7. 7: Batı yönüne bakan iç duvara etkiyen güneş ışıını miktartarı



Şekil 7. 8: Doğu yönüne bakan iç duvara etkiyen güneş ışıını miktartarı

İç opak yüzeylerden direk ışıını etki eden yüzeylerdeki sıcaklık artışı ve iç yüzeylere etki eden rüzgar etkisi ile oluşan iç hava hareketi hızlarının bileşke etkisi oda havasının yüzeylerden taşınım yolu ile kazanım bulgularının yer aldığı ile 7.1.3. bölümünde sunulmuştur.

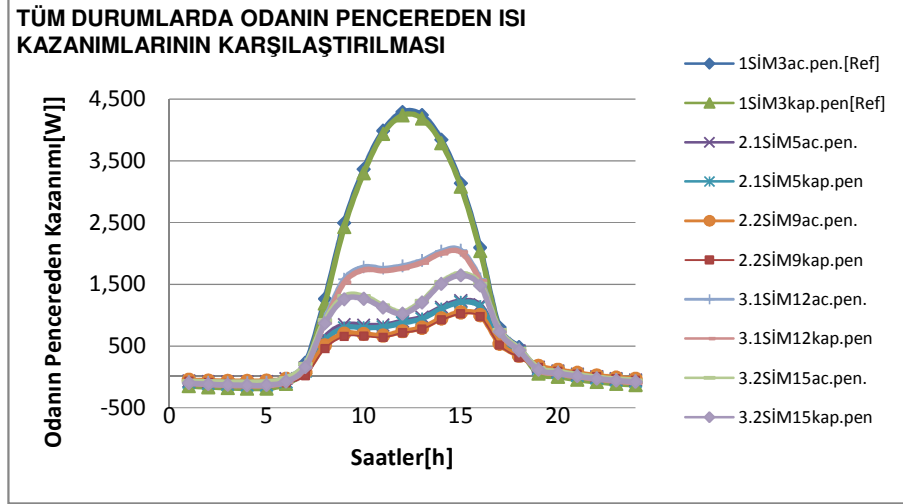
7.1.1.2 Ön pencereden güneş yolu ile kazanım bulguları

Mekanın ön pencereden güneş kazanımları sonuçları;

- 1- Gölgeleme aracı yok, pencere kapalı/açık, güneş ışıını içeriye etki ediyor,
- 2- Gölgeleme aracı var, pencere kapalı/açık, güneş ışıını içeriye etki ediyor,

kabullerine göre elde edilmiştir. Gölgeleme elemansız ve gölgeleme elemanı takılı durumda tüm alternatifler için saatlik pencereden kazanımlar grafikte

karşılaştırıldığında en fazla kazanımların sırasıyla 1SİM3ac.pen ve 1SİM3kap.pen, 3.1SİM12ac.pen, 3.1SİM12kap.pen, 3.2SİM15ac.pen, 3.2SİM15kap.pen, 2.1SİM5ac.pen, 2.1SİM5kap.pen' de, en az kazanımın 2.2SİM9ac.pen ve 2.2SİM9kap.pen alternatiflerinde gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 7. 9).



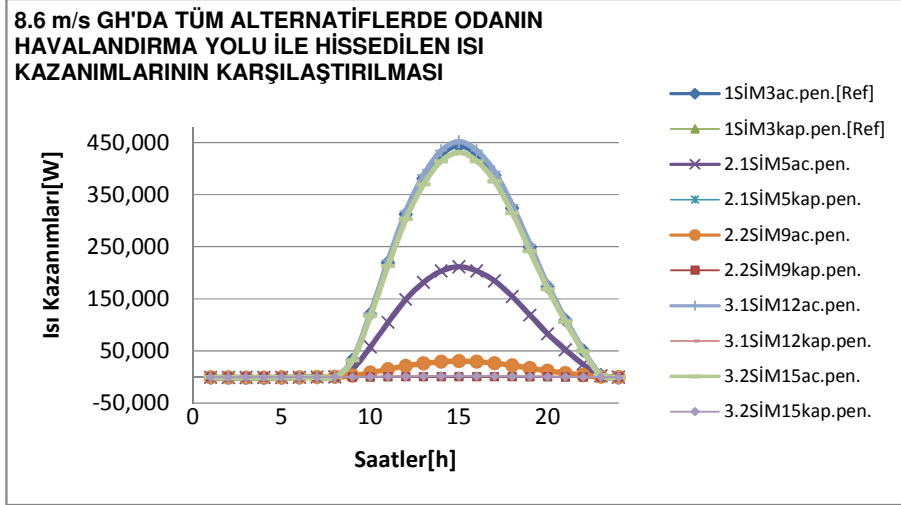
Şekil 7. 9: Tüm durumlarda odanın pencereden kazanımı

7.1.2 Gölgeleme araçlarının hava akım geçirilişine bağlı olarak mekan ısı kazanımlarına etkisini ortaya koyan bulgular

Energyplus programı açıklıktan giren hacimsel hava akım miktarında gölgeleme araçlarının etkisini göz ardı etmektedir. Farklı gölgeleme aracı tipleri için deneysel çalışma sonucu hacimsel hava akım miktarını hesaplamak üzere boşaltım katsayıları elde edilmiştir. Hesaplanan hacimsel debi, boşaltım katsayıları, referans hız ve basınç verileri girilerek Energyplus programında havalandırma yolu ile ısı kazanımları elde edilmiştir. Energyplus programında havalandırma yolu ile hissedilen ısı kazanımları ve kayıpları,

- 1- Gölgeleme aracı yok, pencere açık/kapalı, güneş ışınımı içeriye etki ediyor,
- 2- Gölgeleme aracı var, pencere açık/kapalı, güneş ışınımı içeri etki ediyor, kabullerine göre elde edilmiştir.

8.6 m/s rüzgar hızında odanın havalandırma yolu ile en fazla hissedilen ısı kazanımının sırasıyla 3.1SİM12ac.pen, 1SİM3ac.pen, 3.2SİM15ac.pen, 2.1SİM5ac.pen, en az 2.2SİM9ac.pen. durumlarında gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 7. 10).



Şekil 7. 10: Tüm alternatiflerde odanın havalandırma yolu ile hissedilen kazanımları

7.1.3 Gölgeleme araçlarının etkisi ile değişen odanın yüzeylerden taşınım yolu ile ısı kazanımlar ve kayıplarına ait bulgular

Gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarına etkisini gözardı eden Energyplus programında, deneysel çalışma sonucu model iç yüzeylerine yakın noktalarda elde edilen hızlar ile hesaplanan ortalama taşınım katsayısı değerleri girilmiştir. Gölgeleme araçlarının iç hava hareketi hızlarına etkisinin ortalama taşınım katsayıları ile ortaya konulması ile yüzeylerden havaya taşınım yolu ile ısı akışı sonuçları elde edilmiştir. Energyplus programında yüzeylerden havaya taşınım yolu ile ısı kazanımı raporu;

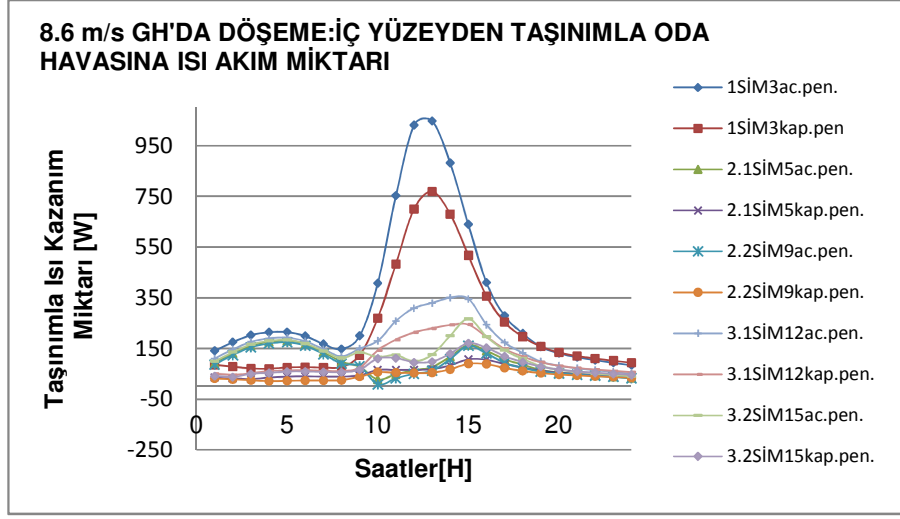
- 1.Gölgeleme aracı yok, pencere açık/kapalı, güneş ışıını içeriye etki ediyor,
- 2.Gölgeleme aracı var, pencere açık/kapalı, güneş ışıını içeri etki ediyor kabullerine göre elde edilmiştir.

[1SİM3ac.pen], [2.1SİM5ac.pen], [2.2SİM9ac.pen], [3.1SİM12ac.pen], [3.2SİM15ac.pen.], [1SİM3kap.pen], [2.1SİM5kap.pen], [2.2SİM9kap.pen], [3.1SİM12kap.pen], [3.2SİM15kap.pen.] durumlarında mekanın iç yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımları döşeme, tavan, arka iç duvar için karşılaştırılmıştır.

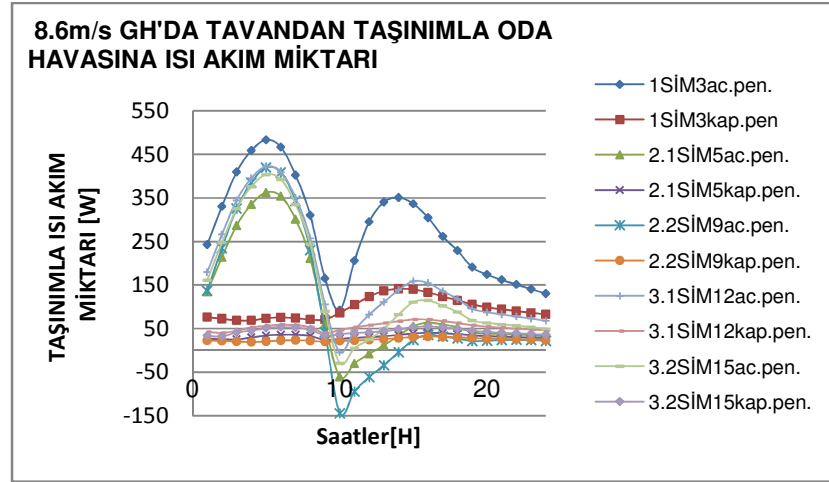
Cepheye 8.6 m/s rüzgar hızı etki ettiği durumda gün içerisinde ortamın döşeme, tavan, arka duvar yüzeyinden taşınım ile ısı kazanımının en yüksek olduğu seçenekler sıralanmıştır.

Döşemeden odaya taşınım yolu ile ısı akım miktarı [1SİM3ac.pen.], [1SİM3kap.pen.], [3.1SİM12ac.pen], [3.1SİM12kap.pen], [3.3 SİM15ac.pen],

[3.3 SİM15kap.pen] şeklinde gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 7. 11). Diğer seçeneklerde birbirine yakın kazanım değerleri elde edilmiştir.



Şekil 7. 11: 8.6 m/s rüzgar hızında tüm alternatiflerde odanın zeminden taşınım ile ısı kazanımları

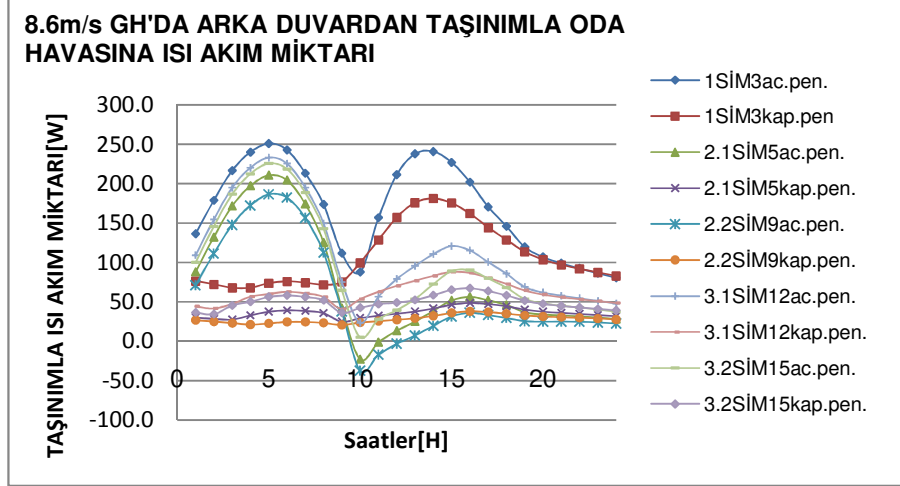


Şekil 7. 12: 8.6 m/s rüzgar hızında tüm alternatiflerde odanın tavadan taşınım ile ısı kazanımları

Tavandan odaya taşınım yolu ile ısı akım miktarı sabah saatlerinde farklılaşmaktadır ve kazanımların çoktan aza doğru [1SİM3ac.pen.], [2.2SİM9ac.pen.], [3.1SİM12ac.pen.], [3.2SİM15ac.pen.], [2.1SİM5ac.pen.] şeklinde gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 7. 12). Gün içerisinde [2.2SİM9ac.pen.] alternatifi en düşük kazanımı sağlamaktadır.

Arka duvardan odaya taşınım yolu ile ısı akım miktarı sabah saatlerinde farklılaşmaktadır ve kazanımların çoktan aza doğru [1SİM3ac.pen.], [3.1SİM12ac.pen.], [3.2SİM15ac.pen.], [2.1SİM5ac.pen.], [2.2SİM9ac.pen.] şeklinde

gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 7. 13). Gün içerisinde ise sıralamada [1SİM3ac.pen.] en fazla kazanımın olduğu alternatif olmaya devam ederken, onu sırasıyla [1SİM3kap.pen.], [3.1SİM12ac.pen.], [3.1SİM12kap.pen.] alternatifleri takip etmektedir.



Şekil 7. 13: 8.6m/s rüzgar hızında tüm alternatiflerde odanın arka duvardan taşınım ile ısı kazanımları

7.2 Mekanda Oluşan Toplam Isıl Yükler

Hissedilen ısı kazanımlar mekana iletim, taşınım, ışıınım yolu ile direk eklenmektedir. Dış yüzeylerden ve çatılardan, tavan, döşeme, iç bölücü duvarlardan iletim yolu ile; dış havanın havalandırma veya mekana sızmasının yarattığı enerji transferi ile; yine iletim yolu ile; yüzeylerden (duvar, zemin, tavan ve kapılar), saydam yüzeylerden güneş ışıınım etkileri ile; kullanıcılar ve mekanda yer alan ekipmanlar vasıtasıyla oluşan kazanımların tümü toplam hissedilen kazanımları oluşturmaktadır(ASHRAE2005).

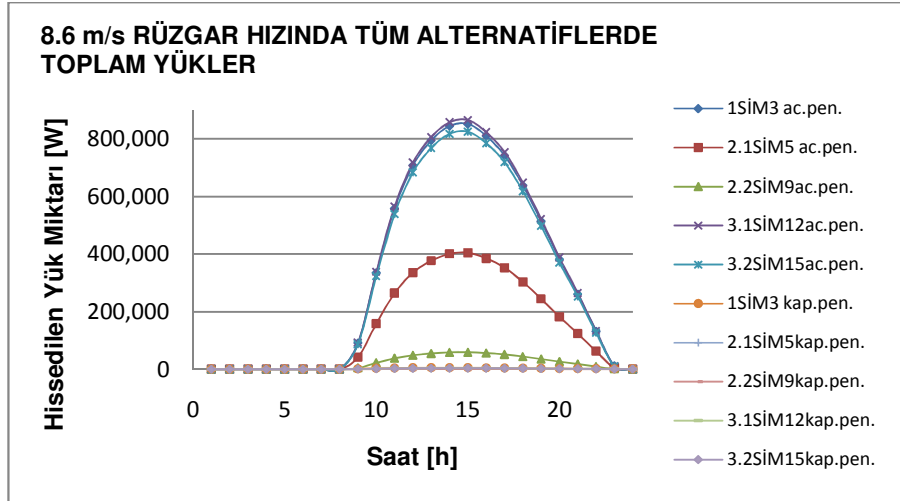
Bu kazanımların oluşturduğu toplam hissedilen yükler dışında mekana nem girişi ile oluşan hissedilmeyen yüklerin de toplanması ile soğutma yükü hesabında tüm ısı kazanımlarından toplam soğutma yükleri elde edilmektedir. Sabit hava sıcaklığı sağlamak üzere mekandan atılması gereken ısı miktarı olarak tanımlanan soğutma yükleri, anlık tüm kazanımların toplamına eşit olmayabilir.

Ele alınan soğutma yükü hesabında gölgeleme araçlarının iç opak yüzeylerde emilen direk güneş ışıınımlarına etkisi, içeri giren hava akım miktarları ile iç ortam sıcaklığına etkisi, iç opak yüzeylere etkiyen iç hava hareketi hızlarına etkileri ana parametrelerdir. Sadece bu üç parametreye bağlı olarak oluşan toplam hissedilen kazanımlar bulunmuştur. Tüm parametrelerin oluşturduğu kazanımların yarattığı

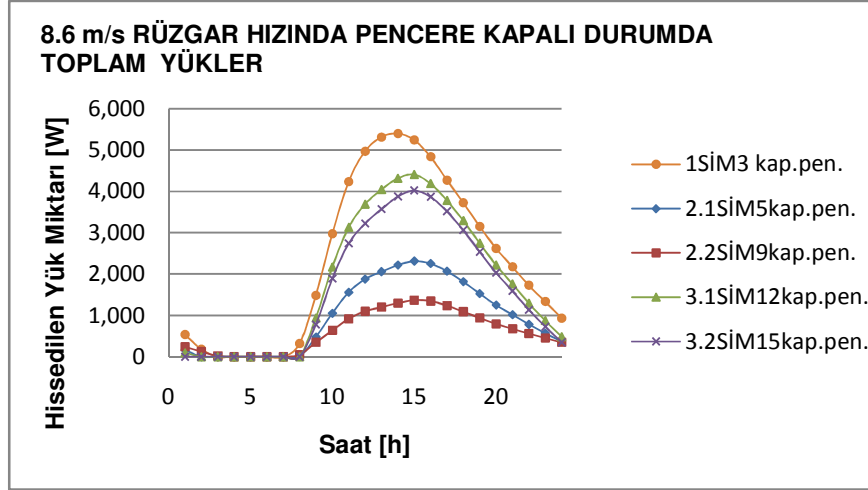
toplam yükler, bu üç parametreye ait kazanımları da içermektedir. Tüm alternatiflerde gölgeleme araçlarının iç kazanımlara etkisini yansıtan bu parametrelerin toplam yükler içindeki değişimi gölgeleme araçlarının değerlendirilmesini sağlamaktadır. Toplam soğutma yükleri Energyplus programında hesaplanmıştır.

Ön açıklık önünde gölgeleme aracına sahip karşılıklı açıklıklarla rüzgarla doğal havalandırılan bir mekanda oluşan soğutma yükü hesabında, 21° olarak kabul edilen iç ortam konfor sıcaklığı üzerine çıkan saatlerde oluşan yüklerin elde edilmesi için Energyplus programında [Purchased air] objesi tanımlanmıştır. İçeriye etkiyen güneş ışıınımı, dış ortamdan iç ortama giren havanın sıcaklığı, dış ortamdan iç ortama giren hava hızına bağlı olarak iç yüzeylerdeki soğuma miktarı ile iç ortam sıcaklığı değişim göstermektedir. 'Purchased air' sisteminin bu saatlerde sıcaklığı tekrar 21°'ye indirmek üzere soğutmada harcadığı enerji miktarı ısı yükleri oluşturmaktadır. Grafikte tüm alternatifler için hesaplanan toplam soğutma yük miktarları karşılaştırılmıştır.

Gün içerisinde toplam soğutma yükü, cepheye etkiyen 8.6 m/s rüzgar hızında en fazla, sırasıyla [3.1SİM12ac.pen.], [1SİM3ac.pen.], [3.2SİM15ac.pen.], [2.1SİM5ac.pen.], [2.2SİM9ac.pen.] (Şekil 7. 14) durumlarında olduğu görülmektedir. Pencere kapalı alternatiflerinde oluşan yüklerin pencere açık durumlara göre daha az olduğu görülmektedir. Pencere açık durumda havalandırma yolu ile kazanımlar etkinken, pencere kapalı durumda yükleri güneş yolu ile kazanımlar etkilemektedir.



Şekil 7. 14: 8.6 m/s rüzgar hızında tüm alternatiflerin toplam yükleri



Şekil 7. 15: 8.6 m/s rüzgar hızında pencere kapalı durumda toplam yükler

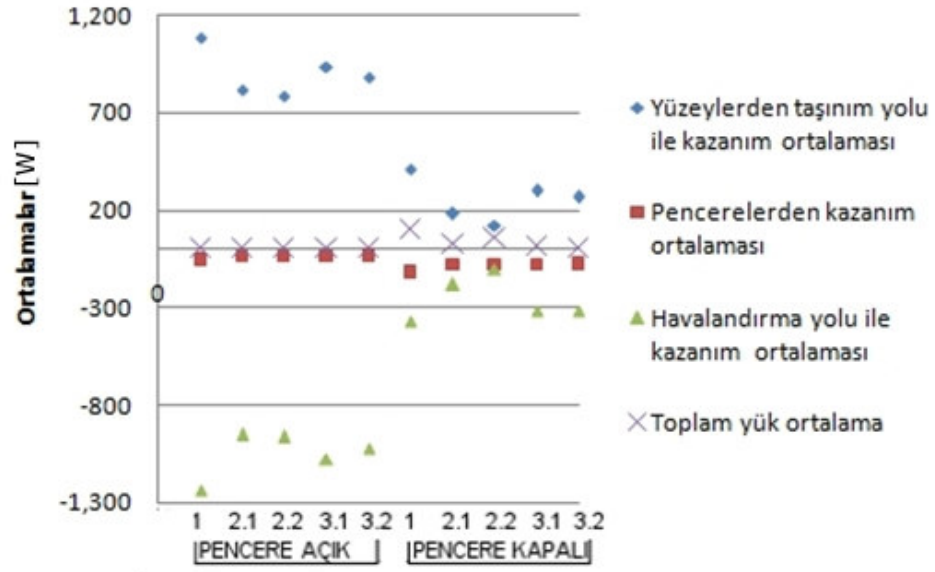
Sadece pencere kapalı durumda oluşan yükler yüksekten alçağa doğru [1.SİM3kap.pen], [3.1.SİM12kap.pen], [3.2.SİM15kap.pen], [2.1 SİM5kap.pen], [2.2.SİM9kap.pen] şeklinde sıralandığı görülmektedir (Şekil 7. 15).

7.3 Gölgeleme Araçlarının Güneş Işınım ve Hava Akım Geçiriş Etkisi ile Oluşan Toplam Yüklere Bağlı Olarak Etkinliği

Gölgeleme araçlarının etkilediği odanın yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımları ve kayıpları, havalandırma yolu ile kazanımları ve kayıpları, pencerelerden kazanımları ve kayıpları olarak adlandırılan 3 hissedilen ısı kazanım bileşeninin toplamı bulunmuştur. Bu parametrelere bağlı olarak elde edilen toplam hissedilen kazanımların 21 ağustos tarihinde 01:00-07:00, 08:00-18:00, 19:00-24:00 zaman aralıklarındaki ortalamaları tüm alternatifler için grafikler üzerinde karşılaştırılmıştır. Boş durumla karşılaştırılan kazanım bileşeni değerlerinin azalması gölgeleme araçlarının etkisi ile kazanımların azaldığı anlamına gelmektedir. Kazanımı en az olan gölgeleme araçlı alternatif diğer alternatiflere göre üstün konuma geçmektedir.

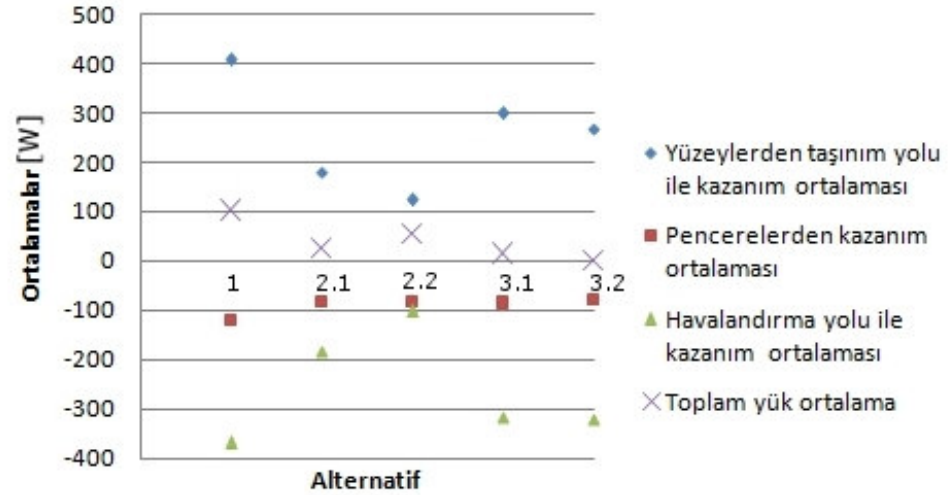
Şekil 7. 16a' da 21 ağustos tarihinde sabah 01.00 ile 07:00 saatleri arasında pencere açık durumda yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımların yüklerin oluşmasında etkin olduğu görülmektedir. Taşınım yolu ile kazanımları en çok azaltan alternatifler sırasıyla 2.2, 2.1, 3.2, 3.1 olarak sıralanmaktadır. 2.2 nolu alternatifin etkisi ile pencere boşluk alanı azalmakta ve açıklıktan geçen hava akım miktarı da düşmektedir. Doğal havalandırmanın etkisi ile soğutma sağlanan bu saatlerde içeri giren hava akım miktarını en çok azaltan alternatif olarak 2.2 dezavantaj sağlamaktadır. Pencere açık durumda bu saatlerde havalandırma yolu ile soğutmada dezavantaj sağlayan diğer alternatifler sırasıyla 2.1,3.2, 3.2' dir.

01:00-07:00 saatleri arası hissedilen kazanımların ve toplam yüklerin ortalamaları



(a)

Pencere kapalı-01:00-07:00 saatleri arası hissedilen kazanımların ve toplam yüklerin ortalamaları



(b)

Şekil 7. 16: 01:00-07:00 saatleri arasında pencere açık ve kapalı durumda toplam yükler açısından gölgeleme araçlarının etkinliği

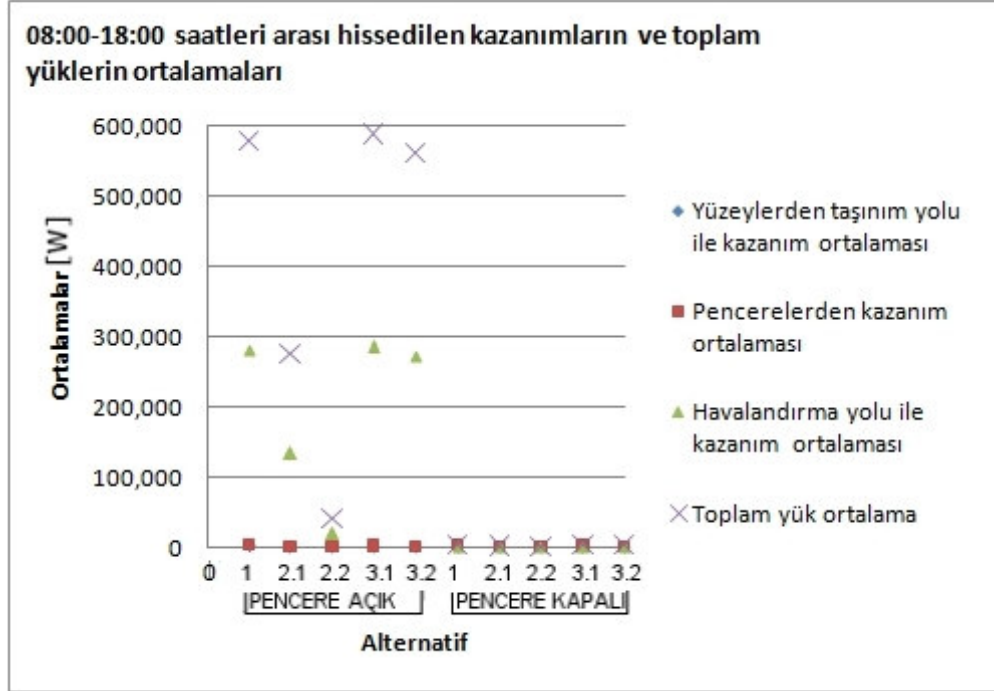
Şekil 7. 16b' de 21 ağustos tarihinde sabah 01.00 ile 07:00 saatleri arasında yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımların yüklerin oluşmasında etkin olduğu görülmektedir. Yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımları en çok azaltan gölgeleme aracı tipi, pencere kapalı durumda 2.2 nolu alternatiftir. Pencere kapalı durumda 2.2 nolu alternatif dışında ısı yükleri azaltan alternatifler 2.1, 3.2, 3.1 olarak sıralanmaktadır.

Şekil 7. 17a 'da pencere açık durumda 08:00-18:00 saatleri arasında havalandırma yolu ile kazanımların yüklerin oluşmasında etkin olduğu görülmektedir. Gün içerisinde dış ortam sıcaklığının iç ortam sıcaklığından yüksek olması sebebi ile içeri giren hava akım miktarına bağlı olarak iç ortam sıcaklığı yükselmektedir. Bu durumda içeri giren hava akım miktarlarını en çok azaltan gölgeleme araçları kazanımların azalmasında avantaj sağlamaktadır. 2.2 nolu alternatifle mekanın hissedilen kazanımları diğer alternatiflere göre daha az olduğundan oluşan ısı yüklerinde en az miktardadır. Pencere açık durumda ısı yükleri azaltan diğer alternatifler 2.1, 3.2, 3.1 olarak sıralanmaktadır.

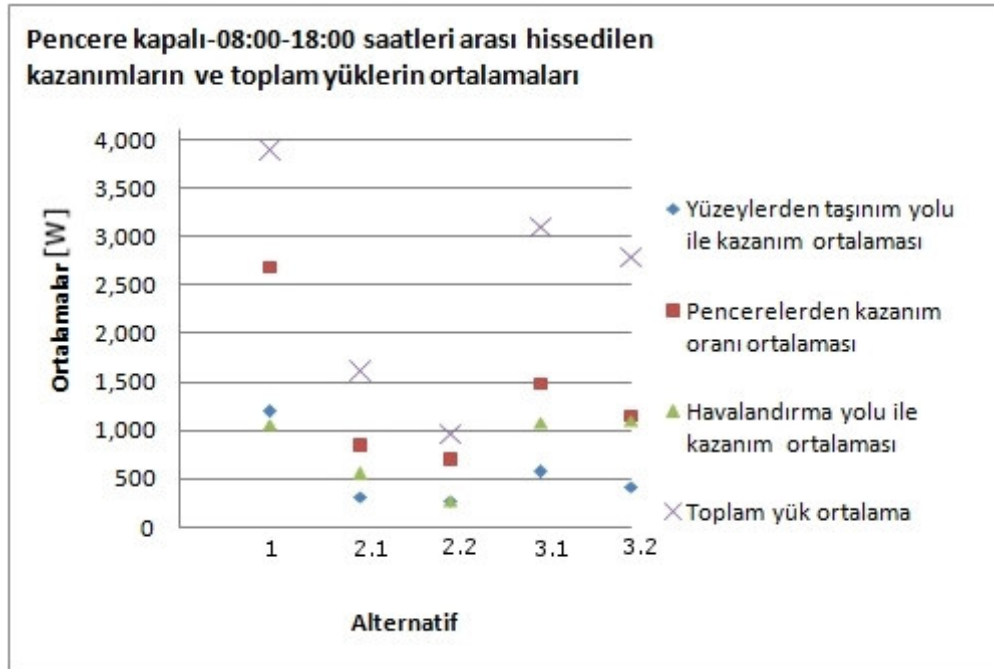
Şekil 7. 17b'de 21 ağustos tarihinde sabah 08.00 ile 18:00 saatleri arasında pencere kapalı durumda toplam yüklerin pencere açık duruma göre belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Bu saatlerde tüm kazanımlar birbirine yakın değerlerden oluşmasına rağmen pencereden kazanımların yüklerin oluşmasında etkin rol oynadığı görülmektedir. Gün içerisinde cepheye etkiyen güneş ışınımını azaltmada en etkin gölgeleme aracı 2.2 nolu alternatiftir. Isı yükleri azaltan diğer alternatifler sırasıyla 2.1, 3.2, 3.1'dir.

Şekil 7. 18a' da 21 ağustos tarihinde 19:00 ile 24:00 saatleri arasında pencere açık durumda havalandırma yolu ile kazanımlar ön plan çıkmaktadır. Bu saatler arasında pencere açık durumda kazanımları azaltmada en etkin elemanların sırasıyla 2.2 2.1, 3.2, 3.1 olduğu görülmektedir.

Şekil 7. 18b' de 21 ağustos tarihinde 19:00 ile 24:00 saatleri arasında pencere kapalı durumda yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımlar toplam yüklerin oluşumunda en etkin kazanım bileşenidir. Bu bileşene bağlı olarak kazanımların azalmasında en etkin elemanın 2.2 nolu alternatif olduğu görülmektedir. Bu alternatiften sonra en az kazanım sağlayan alternatifler 2.1, 3.2, 3.1 şeklinde sıralanmaktadır.

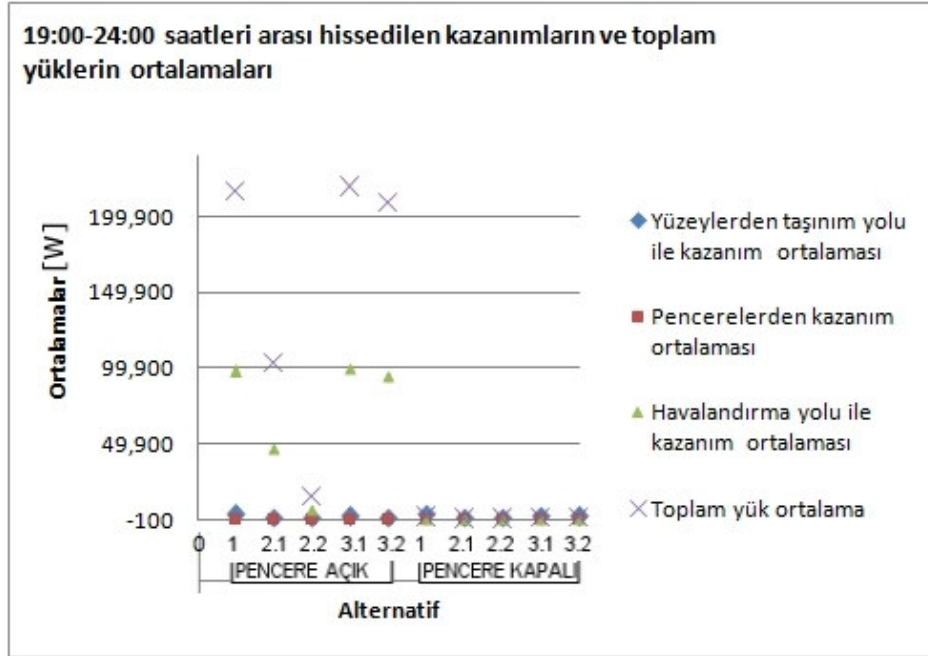


(a)

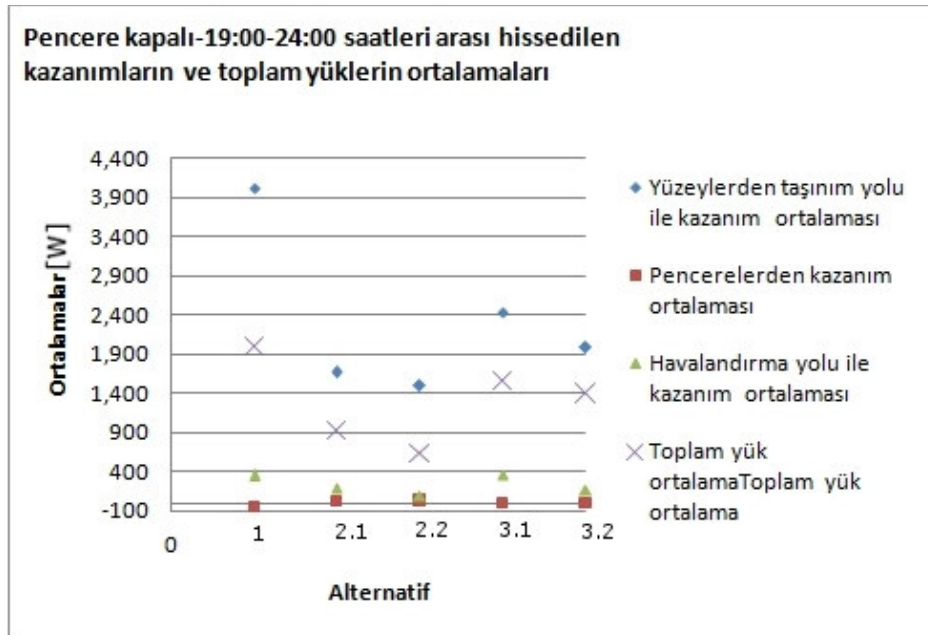


(b)

Şekil 7. 17: 08:00-18:00 saatleri arasında pencere açık ve kapalı durumda toplam yükler açısından gölgeleme araçlarının etkinliği



(a)



(b)

Şekil 7. 18: 19:00-24:00 saatleri arasında pencere açık ve kapalı durumda toplam yükler açısından gölgeleme araçlarının etkinliği

8. SONUÇLAR

Çalışmada pencere açık ve kapalı durumda gölgeleme araçlarının cephedeki konum ve geometrilerindeki farklılıklar ile değişen odanın iç yüzeylerden taşınım yolu ile kazanım, havalandırma yolu ile hissedilen ısı kazanım, pencereden kazanım bileşenlerinin ve mekanda oluşan toplam yüklerin gölgeleme araçsız durumda oluşan kazanım ve yüklere göre değişimlerinin karşılaştırılması ile gölgeleme araçlarının etkinlikleri ortaya konulmuştur. Bu kazanım bileşenlerinin gün içerisinde farklı zaman dilimlerindeki ağırlıklarının değiştiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak, gölgeleme araçlarının etkilediği, toplam yükleri en fazla katkısı olan kazanım bileşenleri günün saatine ve pencere açık ve kapalı durumlara göre değişim göstermektedir. Örneğin gün içerisinde havalandırma yolu ile kazanımların etkin olduğu saatlerde dış hava girişini en çok engelleyen gölgeleme araçlarının kazanımları ve toplam yükleri azaltmada etkin olduğu görülmektedir. Gece saatlerinde ise doğal havalandırma yolu ile soğutma sağlanmasında havalandırmayı engellemeyen eleman tipleri avantajlı duruma geçmektedir.

Soğutma istenen dönemde güneş yolu ile ısı kazanımlarının engellenmesinde kullanılan dış gölgeleme araçlarının, doğal havalandırmaya etkilerinin de göz önüne alındığı çalışmada, gerçekleştirilen soğutma yükü hesaplamalarında bina ön cephesine tüm saatlerde 8.6 m/ s hızda rüzgar etki ettiği kabul edilmiştir. Buna bağlı olarak;

08:00-18:00 saatleri arasında pencere açık durumda dış hava sıcaklığının havalandırma ile iç ortama taşınması ile oluşan kazanımların toplam yüklerin oluşumunda en büyük katkıyı sağladığı görülmektedir. Yüzeye paralel yatay kanatlı elemanın 45° kanat açıklığına bağlı olarak oluşturduğu pencere boşluk alanından giren hava akım miktarları ve direk güneş ışıınım miktarları azaldığından hissedilen kazanımlar ve toplam yüklerde azalmaktadır.

19:00-24:00 saatlerinde toplam yükler gündüz saatlerine göre azalmakta ve havalandırma yolu ile kazanımlar etkinliğini sürdürmektedir. Bu saatlerde de 2.2 nolu, yere paralel 45° açık kanatlı, cepheye paralel elemanın havalandırma yolu ile kazanımları azaltmada en etkin seçenek olduğu görülmektedir.

01:00- 07:00 saatleri arasında dış ortam sıcaklığı düşmektedir. ESD'de havalandırma yolu ile soğutmadan faydalanan bu saatlerde 2.2 nolu, yere paralel 45° açık kanatlı, cepheye paralel alternatif içeri giren iç ortamdan daha soğuk havayı engellemesi ve içeri giren hava akım miktarını düşürmesi sebebi ile dezavantajlı duruma geçmektedir. Bu saatlerde havalandırmayı en az kesen gölgeleme aracı tipleri sırasıyla 3.1 nolu, cepheye paralel 90° açık kanatlı yüzeye dik; 3.2 nolu, cepheye paralel 90° açık kanatlı yüzeye dik; 2.1 nolu, yere paralel 90° açık kanatlı, cepheye paralel alternatiflerdir. Gece saatlerinde sonuçlarında gösterdiği gibi günlük toplam soğutma yükünü en aza indirmek için gece saatlerinde hava akışına engel teşkil etmemek üzere gölgeleme araçlarının sabit elemanlardan ziyade konumları değişebilir, hareketli tiplerinin tercih edilmesi avantaj sağlamaktadır.

08:00-18:00 saatleri arasında pencere kapalı durumda güneş yolu ile kazanımların toplam yüklerin oluşumunda etkin olduğu görülmektedir. Bu kazanım bileşenine bağlı olarak kazanımların en az olduğu, yere paralel 45° açık kanatlı cepheye paralel 2.2 nolu alternatiftir. Kazanımları arttırma sırasına göre diğer alternatifler 2.1 nolu, yere paralel 90° açık kanatlı, cepheye paralel; 3.2 nolu, cepheye paralel 45° açık kanatlı yüzeye dik; 3.1 nolu, cepheye paralel 90° açık kanatlı yüzeye dik elemanlar olarak sıralanmaktadır.

19:00-24:00 saatleri arasında taşınım yolu ile kazanımlar etkinleşmeye başlamaktadır. Taşınım yolu ile kazanımları azaltmada en etkin gölgeleme aracı tipinin yere paralel 45° açık kanatlı cepheye paralel 2.2 nolu alternatif olduğu gözlenmiştir. Diğer alternatifler 2.1 nolu, yere paralel 90° açık kanatlı, cepheye paralel; 3.2 nolu, cepheye paralel 45° açık kanatlı yüzeye dik; 3.1 nolu, cepheye paralel 90° açık kanatlı yüzeye dik alternatifler şeklinde sıralanmaktadır. 01:00-07:00 saatlerinde taşınım yolu ile kazanımların azalmasına rağmen en etkin kazanım bileşeni olmaya devam ettiği görülmektedir.

01:00-07:00 saatleri arasında doğal havalandırma yolu ile soğutmanın pencere açık, gölgeleme aracı takılı olmadığı durumda maksimum miktarda sağlandığı kabul edildiğinde bu etkiyi en az azaltan gölgeleme aracı tipi avantajlı hale gelmektedir. Pencere kapalı durumda havalandırma etkileri olmayıp sadece sera etkisi ve doğal taşınımın oluşturduğu yüzeylerden taşınım yolu ile kazanımlar toplam yükleri arttıran kazanım bileşeni olarak ön plana çıkmakta ve bu etkiyi referans duruma göre en az arttıran eleman etkin hale gelmektedir. 08:00- 18:00 saatleri arasında güneşlenme ve havalandırma etkilerine bağlı olarak referans duruma göre kazanımları azaltan elemanlar avantajlı hale gelmektedir.

Yaklaşımında elde edilen bulgulara göre toplam yüklerin oluşumunda etkin olan kazanım bileşenlerini azaltmada günün belli saatlerinde avantajlı olan elemanlar, farklı zaman dilimlerinde dezavantajlı hale gelebilmektedir. Bu sebeple dış yüzeyde hareketli gölgeleme araç tiplerinin seçilmesi ile gün içerisinde tüm saatlerde iç konfor koşullarının sağlanması mümkün olabilecektir.

Yaklaşım farklı iklim bölgelerinde soğutma enerjisi korunumu amacı ile optimum gölgeleme aracı alternatiflerinin seçiminde gerektiğinde farklı ısı kazanım bileşenlerinin de göz önüne alınması ile uygulanması mümkündür. Tüm iklim bölgeleri için, gölgeleme araçlarının o bölgede etkin olan ısı kazanım bileşenlerine göre etkinliklerinin ortaya konulması ve yöntemin farklı gölgeleme araç tipleri için de uygulanıp tasarımı ve uygulama alanlarına zaman geçirilmeden yansıtılması enerji tasarrufunun her zamankinden daha fazla gereksinim duyulduğu günümüzde enerji etkin bina tasarımlarına katkıda bulunacaktır.

8.1 Yöntemin Getirdiği Yenilikler

Çalışmada gölgeleme araçlarının soğutma yükleri açısından etkinliğinin değerlendirilmesinde;

- 1- Gölgeleme araçlarının odanın yüzeylerden taşınım yolu ile ısı kazanımlarına, havalandırma yolu ile hissedilen kazanımlarına, pencereden kazanımlara etkisinin göz önüne alınması,
- 2- Gölgeleme araçlarının odanın yüzeylerden taşınım yolu ile ısı kazanım, havalandırma yolu ile hissedilen kazanım, pencereden kazanım etkilerinin günün farklı zaman dilimlerindeki değişimlerinin göz önüne alınması,
- 3- Direkt güneş ışınımının iç opak yüzeylerde gölgeleme araçlarının geometrilerine bağlı olarak oluşturdukları gölgesiz alanların yarattığı ısı kazanımların odanın taşınım yolu ile ısı kazanım bileşeni ile, dış yüzeylere etkiyen güneş ışınımları etkisi ile oluşan gölgeli ve gölgesiz alanların etkilediği ısı kazanımların , pencereden kazanım bileşeni ile göz önüne alınması,
- 4- Energyplus programından elde edilen iç yüzeye etkiyen saatlik toplam güneş ışınım miktarı artış oranlarının, 3dStudioVIZ programında gerçekleştirilen gölge analizlerinden elde edilen döşeme yüzeyinde oluşan güneşli alanların saatlik artış oranları ile karşılaştırılmasıyla Energyplus programının iç yüzey güneşlenme verilerinin test edilmesi,

- 5- Rüzgar etkisi ile oluşan hava akımlarının gölgeleme araçlarının geometrilerine bağlı olarak iç yüzeylere yakın kısımlarda değişen hızlarının yarattığı ısı kayıp ve kazanımların göz önüne alınması,
- 6- Bu hızların deneysel çalışma sonucu elde edilen hızlarla hesaplanan ortalama taşınım katsayıları ile ortaya konulması,
- 7- Hissedilen havalandırma yolu ile kazanımların hesaplanmasında gölgeleme araçlarının etkisini ortaya koyan boşaltım katsayılarının göz önüne alınmış olması bu konulardaki çalışmalara ilave katkılar sağlayan yenilikler olarak sıralanabilir.

8.2 İleriye Dönük Yapılması Gereken Çalışmalar

Tezde ihmal edilen gölgeleme araçlarının optik ve termofiziksel özelliklerinin de mekan ısı kazanımlarına ve toplam yüklere etkisinin ilerideki çalışmalarda göz önüne alınması gerekmektedir.

Tezde hava akımlarının ve güneş ışınımının sadece güney cephesinden etki ettiği kabul edilmiştir. Rüzgar tüneline belli bir rüzgar hızı için gerçekleştirilen ölçüm sonuçları tüm saatler için kullanılmıştır. Ancak gün içerisinde binaya etkiyen rüzgar hızları ve yönleri zamana göre değişim göstermektedir. Pencere yönlendirilişinin enerji kazanımı ve iç ortam sıcaklık değişimlerine büyük etkisi bulunmaktadır. Farklı yönlerde pencere önünde gölgeleme aracı takılı olduğu ve açık pencerelerden çapraz havalandırmanın gerçekleştirildiği durumlarda enerji kazanımı ve iç ortam sıcaklık değişimlerinin karşılaştırıldığı bir çalışma ile karşılaşılmadığından ileride gerçekleştirilecek çalışmalarda bu etkilerin göz önüne alınması için farklı rüzgar hızları ve yönleri ile yapılacak deneysel çalışmalarla; CFD programları ile yürütülen çalışmalarla daha gerçekçi sonuçların elde edilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca günlük sabit ve ortalama rüzgar hızlarına göre soğutma yükü hesabı gerçekleştiren Energyplus programına değişim gösteren hızların girişini sağlamak üzere ek modül geliştirilebilir.

Tezde gölgeleme araçlarının etkinlikleri tek iklim bölgesi koşullarına göre ele alınmıştır. Farklı iklim koşullarında değişim gösteren bina güneşlenme ve havalandırma miktarlarına bağlı olarak iklim bölgelerine göre gölgeleme araçlarının etkinlikleri farklılaşacaktır. Aynı çalışmanın farklı iklim bölgesi koşullarına göre gerçekleştirilmesi ile bu iklim bölgelerinde kullanılacak optimum gölgeleme araç tiplerinin seçimi ile ilgili genel sonuçlar elde edilebilecektir.

Tezde binada karşılıklı açıklıklara bağlı olarak çapraz havalandırmanın gerçekleştiği kabul edilmiştir. Günümüzde kentsel yerleşimler çoğunlukla ayrıık nizamda, simetrik çok sayıda daire tipini aynı katta barındıran büyük blok bina tiplerinden oluşmaktadır. Bu tip binalarda hacim organizasyonuna bağlı olarak çapraz havalandırmadan ziyade tek açıklıkla sağlanan havalandırma şekli zorunlu hale gelmektedir. Aynı çalışmanın cephesinde gölgeleme aracı takılı durumda sadece tek açıklıktan havalandırılan binalar için farklı iklim bölge koşulları ve farklı cephe yönlendirmeleri göz önüne alınarak yapılması ile konu ilgili genel sonuçların arttırılması sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Allard, F.,** 1992. Natural ventilation in buildings, *a design handbook*, European comission. Directorate general for energy altener program, James*James.
- Altuntaş, E.,** 2006. The Effect of Exterior Shading Devices in Flow Mechanism of Building Facade, *M.sc Thesis*, İ.T.Ü. Institute of Science and Technology.
- Anon,** 2006. ENERGYPLUS-*Getting started reference*, The Board of The University of Illionis University and The University of California through the Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Anon,** 2006. ENERGYPLUS- *Engineering Reference*, The Board of The University of Illionis University and The University of California through the Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Argiriou, A. A., Balaras, C. A. ve Lykoudis, S. P.,** 2002. Single-sided ventilation of buildings through shaded large openings, *Energy*, Vol. **27**, no. 2, pp. 93-115.
- ASHRAE,** 1993. Nonresidential Air-Conditioning cooling and heating load, Handbook SI Edition, *American Society of heating, Refrigerating and air conditioning engineer*, Inc.
- ASHRAE,** 2005. Heat balance (HB) method, Handbook SI Edition, *American Society of heating, Refrigerating and air conditioning engineer*, Inc.
- ASHRAE,** 2005. Radiant time series (RTS) method, *Handbook SI Edition, American Society of heating, Refrigerating and air conditioning engineer*, Inc.
- Awbi, H. B.,** 1998. Chapter 7- Ventilation, *Architecture:Comfort and Energy, Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 2, pp. 157-188.
- Awbi, H. B.,** 1998. Calculation of convective heat transfer coefficients of room surfaces for natural convection, *Energy and Buildings*, Vol. **28**, pp. 219-227
- Aynsley, R. M., Melbourne, W. and Vickery, B.J.,** 1977. *Architectural Aerodynamics, Wind Tunnel Testing Techniques*, Applied Science Pub., London
- Beausoleil-Morrison, I.,** (2002), The adaptive simulation of convective heat transfer at internal building surfaces, *Building and Environment*, Vol. **37**, pp. 791 – 806

- Bilgen, E.**, 1994. Experimental Study of Thermal Performance of Automated Venetian Blind Window Systems. *Solar Energy*, Vol.**52**. No. 1. pp. 3-7.
- Borges, A. R.J. and Saraiva, J.A.G.**, 1983. Ventilation rates of two communicating low rise buildings as affected by terrain roughness, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol.**15**, pp. 39-46.
- Breitenbach, J., Lart, S., Längle, I. and Rosenfeld, J. L. J.**, 2001. Optical and thermal performance of glazing with integral venetian blinds, *Energy and Buildings*, Vol. **33**, no. 5, pp. 433-442
- Çengel, A.Y. and Boles, M. A.**, 1994. *Thermodynamics, An Engineering Approach*. Second Edition, McGraw-hill, Inc. p. 96.
- Chang, W. R.**, 2006. Effect of Porous Hedge on Cross Ventilation of a Residential Building, *Building and Environment*, Vol. **41**, no. 5, pp. 549-556.
- Chantrasrisalai, C. and Fisher, D.E.**, 2004. Comparative analysis of one dimensional slat type blind models, SimBuild 2004, *IBPSA-USA National Conference*, Boulder.
- Chiang, C., Chen, N., Chou, P., Li, Y. and Lien, I.**, 2005. A study on the influence of horizontal louvers on natural ventilation in a dwelling unit, *Proceeding of the 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, 4-9 September, Beijing, China.
- Cho, S., Shin, K. and Zaheer-Uddin, M.**, 1995. The effect of slat angle of windows with venetian blinds on heating and cooling loads of buildings in South Korea, *Energy*, Vol. **20**, no. 12, pp. 1225-1236
- Choinere, Y., Tanaka, H., Munroe, J. A. and Suchorski-Tremblay, A.**, 1992. Prediction of wind induced ventilation for livestock housing, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol.**41-44**, pp. 2563-2574
- Collins, M.**, 2004. Convective heat transfer coefficients from an internal window surface and adjacent sunlit Venetian blind, *Energy and Buildings*, Vol.**36**, no. 3, pp. 309-318
- Cook, J.**, (1989). *"Passive Cooling." Solar Heat Technologies: Fundamentals and Applications Series*. Vol. 8, MIT Press.
- Dascalaki, E., Santamouris, M. and Asimakopoulos, D. N.**, 1999. on the use of deterministic and intelligent techniques to predict the air velocity distribution on external openings in single-sided natural ventilation configurations, *Solar Energy*, Vol. **66**, no. 3, pp. 223-243.
- Datta, G.**, 2001. Effect of fixed horizontal louver shading devices on thermal performance of building by TRNSYS simulation, *Renewable Energy*, Vol. **23**, no. 3-4, pp. 497-507.
- Dreyfus, J.**, 1960. *Le confort dans L'habitat-En pays tropical*. Paris; Eyrolles edutour.

- Dutt, A. J., Dear, R.J. and Krishnan, P.,** 1992. Full scale and model investigation of natural ventilation and thermal comfort, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol.**41-44**, pp. 2599-2609.
- Eftekhari, M. M., Marjanovic, D. L. and Pinnock, J.D.,** 2003. Airflow distribution in and around a single sided naturally ventilated room, *Building and Environment*, Vol. **38**, no. 3, pp. 389-397.
- El-Refaie, M. F.,** 1987. Performance analysis of external shading devices, *Building and Environment*, Vol. **22**, no. 4, pp. 269-284.
- Emmel, M. G., Abadie, M.O., Mendes, N.,** 2007. New external convective heat transfer coefficient correlations for isolated low-rise buildings, *Energy and Buildings*, Vol. **39**, pp. 335-342.
- Ernest, D. R.,** 1991. Predicting wind induced indoor air motion, occupant comfort and cooling loads in naturally ventilated buildings. *PhD Thesis*, University of California –Berkeley.
- Etzion, Y.,** 1992. An improved solar shading design tool, *Building and Environment*, Vol. **27**, no.3, pp. 297-303.
- Evola, G. and Popov, V.,** 2006. Computational Analysis of Wind Driven Natural Ventilation in Buildings, *Energy and Buildings*, Vol. **38**, pp. 491-501.
- Fang, X.,** 2000. A Study of the U-Factor of the Window with a High-Reflectivity Venetian Blind, *Solar Energy*, Vol. **68**, no. 2, pp. 207-214.
- Florides, G. A., Tassou, S.A., Kalogirou, S.A. and Wrobel, L.C.,** 2002. Review of solar and low energy cooling technologies for buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. **6**, no. 6, pp. 557-572.
- Flourentzou, F.,** 1998. Natural Ventilation for Passive Cooling: Measurement of Discharge Coefficients, *Energy and Buildings*, Vol. **27**, no. 3, pp. 283-292.
- Fohanno, S. and Polidori, G.,** 2006. Modelling of natural convective heat transfer at an internal surface, *Energy and Buildings*, Vol. **38**, pp. 548–553
- Ford, B., Patel, N., Zaveri P. and Hewitt, M.,** 1998. Cooling without air conditioning : The Torrent Research Centre, Ahmedabad, India, *Renewable Energy*, Vol. **15**, no. 1-4, pp. 177-182.
- Foster, M. and Oreszczyn, T.,** 2001. Occupant control of passive systems: the use of Venetian blinds. *Building and Environment*, Vol. **36**, no. 2, pp. 149-155.
- Geankoplis, C. J.,** 1993. *Transport Processes and unit operations*. Third Edition, Prentice-Hall International, Inc. p.237.
- Givoni, B.,** 1998. *Climate considerations in building and urban design*, Wiley, New York.

- Graça, G. C., Chen, Q., Glicksman, L. R. and Norford, L. K.**, 2002. Simulation of wind-driven ventilative cooling systems for an apartment building in Beijing and Shanghai, *Energy and Buildings*, Vol. **34**, no. 1, pp. 1-11.
- Graça, G. C. and Linden P F.**, 2003. Simplified modeling of cross ventilation airflow, Preprint *ASHRAE Transactions*, vol.109 no.1, paper presented at the ASHRAE Winter Meeting, Chicago, January 2003 - 14 pages, 7 figs, 19 refs,
- Guillemin, A. and Molteni, S.**, 2002. An energy-efficient controller for shading devices self-adapting to the user wishes, *Building and Environment*, Vol. **37**, no. 11, pp. 1091-1097.
- Hagishima, A., Tanimoto, J.**, 2003. Field measurements for estimating the convective heat transfer coefficient at building surfaces, *Building and Environment*, Vol. **38**, pp.873-881.
- Hertig, J. A.**, 1986. Peak Pressure Coefficient Distribution Around Low-rise Buildings, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **23**, pp. 211-222.
- Hien, W. N.**, 2003. Effects of External Shading Devices on Daylighting and Natural Ventilation, *8th International IBPSA Conference*, Eindhoven, Netherlands, August 11-14.
- Ho, T. C. E., Surry D., Morrish, D. and Kopp, G.A.**, 2005. The UWO contribution to the NIST aerodynamic database for wind loads on low buildings: Part 1. Archiving format and basic aerodynamic data, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **93**, pp. 1-30.
- Holmes, J. D.**, 1986. Wind Loads on low-rise buildings: *The structural and environmental effects of wind on buildings and structures*, Chapter 12, Faculty of Engineering, Monash University, Melbourne, Australia
- Hunn, B. D., Grasso, M. M., Jones, J. W. and Hitzfelder, J.D.**, 1993. Effectiveness of Shading Devices on Buildings in Heating-Dominated Climates. *ASHRAE Transactions*, Vol. **99**, Part.1, pp. 207-222.
- Jiang, Y. and Chen, Q.**, 2001. Study of natural ventilation in buildings by large eddy simulation, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **89**, no. 13, pp. 1155-1178
- Jorge, J., Puigdomènech, J. and Cusidó, J. A.**, 1993. A practical tool for sizing optimal shading devices, *Building and Environment*, Vol. **28**, no. 1, pp. 69-72.
- Karava, P., Stathopoulos, T. and Athienitis, A. K.**, 2007. Wind Induced Natural Ventilation Analysis, *Solar Energy*, Vol. **81**, no. 1, pp. 20-30.
- Katayama T., Tsutsumi, J. and Ishii, A.**, 1992. Full-scale measurements and wind tunnel tests on cross-ventilation, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **44**, no. 1-3, pp. 2553-2562

- Kato, S., Murakami, S., Mochida, A., Akabayashi, S. and Tominaga, Y.,** 1992. Velocity-pressure Field of Cross Ventilation with Open Windows Analyzed by Wind Tunnel and Numerical Simulation, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **44**, no. 1-3, pp. 2575-2586.
- Kato, S., Murakami, S., Takahashi, T. and Gyobu, T.,** 1997. Chained analysis of wind tunnel test and CFD on cross ventilation of large-scale market building, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **67-68**, pp. 573-587.
- Kaygusuz, K.,** 2002. Renewable and sustainable energy use in Turkey: a review, *Renewable Energy*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. **6**, no. 4, pp. 339-366.
- Kindangen, J., Krauss, G. and Depecker, P.,** 1997. Effects of roof shapes on wind-induced air motion inside buildings, *Building and Environment*, Vol. **32**, no. 1, pp. 1-11.
- Koinakis, C. J.,** 2005. The Effect of the Use of Openings on Interzonal air flows in Buildings: an Experimental and Simulation Approach, *Energy and Buildings*, Vol. **37**, no. 8, pp. 813-823.
- Kuhn, T. E., Bühler, C. and Platzer, W. J.,** 2001. Evaluation of overheating protection with sun-shading systems, *Solar Energy*, Vol. **69**, no. 6, pp. 59-74.
- Levitan, M. L. and Mehta, K. C.,** 1992. Texas Tech field experiments for wind loads part 1: building and pressure measuring system, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **43**, no. 1-3, pp. 1565-1576.
- Li, Y., Delsante, A. and Symons, J.,** 2000. Prediction of Natural Ventilation in Buildings with Large Openings, *Building and Environment*, Vol. **35**, no. 3, pp. 191-206.
- Loveday, D. L., Taki, A. H.,** 1996. Convective heat transfer coefficients at a plane surface on a full-scale building facade, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. **39**, no. 8, pp. 1729-1742.
- Maas, J., Hensen, J. L. M. and Roos, A.,** 1994. Ventilation and energy flow through large vertical openings in buildings, in *Proc. 15th AIVC Conference "The Role of Ventilation"*, Buxton (UK), vol. 1, p. 290-301, IEA Air Infiltration and Ventilation Centre, Coventry (UK).
- Marsh, A.,** 2003. Computer optimised shading design, The 8th International IBPSA Conference, Eindhoven, Netherlands, August 11-14.
- Melaragno, M.,** 1982. *Wind in Architectural and Environmental Design*, Van Nostrand Reinhold.
- Mochida, A., Yoshino, H., Takeda, T., Kakegawa, T. and Miyauchi, S.,** 2005. Methods for Controlling Airflow in and Around a Building under Cross Ventilation to improve Indoor Thermal Comfort, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **93**, no. 6, pp. 437-449.

- Mochida, A., Yoshino, H., Miyauchi, S. and Mitamura, T.,** 2006. Total Analysis of Cooling effects of Cross Ventilation Affected by Microclimate Around a Building, *Solar Energy*, Vol. **80**, no.4, pp. 371-382
- Ok,V., Çakan, M., Özgünler, M., Kavurmacıoğlu, L., Bayraktar, T. N. ve Yaşa,E.,** 2008. Güneş kontrol elemanlarının, bina yüzeyinde rüzgar etkisi ile oluşacak ısı taşınım ve basınç katsayılarına etkisinin deneysel olarak incelenmesi" *Rapor*, İ.T.Ü. ARAŞTIRMA FONU, Proje No: 11_00_180
- Okada, H. and Ha, Y.,** 1992. Comparison of wind tunnel and full scale pressure measurement tests on the Texas Tech building, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **41-44**, pp. 1601-1612
- Olgay, A. and Olgay, V.,** 1957. Solar Control and Shading Devices, Princeton University Press, Princeton.
- Olgay, A. and Olgay, V.,** 1963. *Design with climate : bioclimatic approach to architectural regionalism*, Princeton University Press, Princeton
- Pedersen, C. O., Fisher, D. E. and Liesen, R. J.,** 1997. Development of a heat balance procedure for calculating cooling loads, *ASHRAE Transactions*, Vol. **103**, part 2, pp. 459-468.
- Pfrommer, P., Lomas, K. J., and Kupke,C.,** 1996. Solar radiation transport through slat-type blinds: A new model and its application for thermal simulation of buildings, *Solar Energy*, Vol. **57**, no. 2, pp. 77-91.
- Pindado, S. and Meseguer, J.,** 2003. Wind tunnel study on the influence of different parapets on the roof pressure distribution of low-rise buildings, *Journal of wind engineering and industrial aerodynamics*, Vol. **91**, no. 9, pp. 1133-1139
- Posner, J. D.,** 2003. Measurement and Prediction of Indoor air flow in a model room, *Energy and Buildings*, Vol. **35**, no.5, pp. 515-526.
- Prianto, E. and Depecker P.,** 2002. Characteristic of airflow as the effect of balcony, opening design and internal division on indoor velocity: A case study of traditional dwelling in urban living quarter in tropical humid region, *Energy and Buildings*, Vol. **34**, no. 4, pp. 401-409.
- Rheault, S. and Bilgen,E.,** 1990. Experimental study of full-size automated venetian blind windows, *Solar Energy*, Vol. **44**, no. 3, pp. 157-160.
- Richards, P.J. Hoxey, R. P. and Short, L. J.,** 2001. Wind pressures on a 6m cube *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **89**, no. 14-15, pp. 1553-1564.
- Rousseau, P. G. and Mathews, E. H.,** 1996. A new integrated design tool for naturally ventilated buildings, *Energy and Buildings*, Vol. **23**, no. 3, pp. 231-236

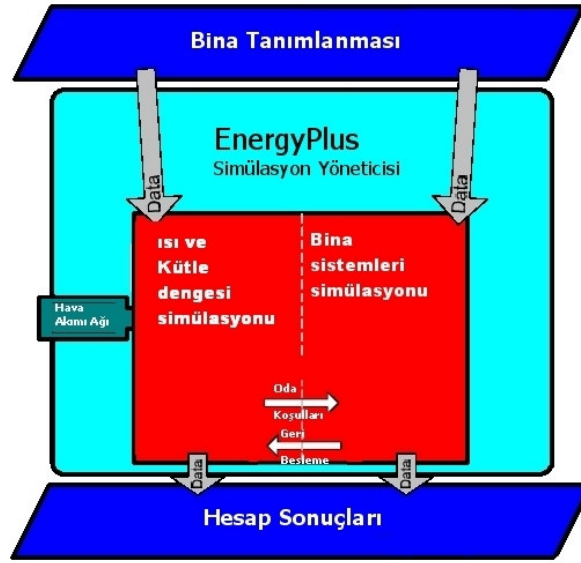
- Schaelin, A., Van Der Maas, J. and Masen, A.,** 1992. Simulation of airflow through large openings in Buildings , *ASHRAE Transactions*, Vol. **98**, part2, pp. 319-328
- Schmidt, D. and Maas, A.,** 1999. Experimental and theoretical case study on cross ventilation, *Phd Thesis*, Department of Construction Physics, University of Kassel, Sweden.
- Schnieders, J., Eicker, A. and Heidt, F.D.,** 1997. SOMBRERO - Shadow Calculations on Arbitrarily Oriented Surfaces as a Preprocessor for Simulation Programs. *Proceedings 5th International IBPSA Conference "Building '97"*, September 8-10, Prague, Czech Republic, Vol. **1**, p. 363-368.
- Sciuto, S.,** 1998. SOLAR CONTROL: An integrated approach to solar control techniques, *Renewable Energy*, Vol. **15**, no. 1-4, pp. 368-376.
- Seifert, J., Li, Y., Axley, J. and Rösler, M.,** 2006. Calculation of Wind-driven Cross Ventilation in Buildings with Large Openings, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **94**, no.12, pp. 925-947
- Shahid, H. and Naylor, D.,** 2005. Energy performance assessment of a window with a horizontal Venetian blind, *Energy and Buildings*, Vol. **37**, pp. 31-39.
- Sharples, S.,** 1984. Full-scale measurements of convective energy losses from exterior building surfaces, *Building and Environment*, Vol. **19**, no. 8, pp. 836-843.
- Surry, D.,** 1992. Wind tunnel simulation of the Texas Tech building, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **41-44**, pp. 1613-1614
- Swami, M. V. and Chandra, S.,** 1988. Correlations for Pressure Distribution on buildings and calculation of natural ventilation Airflow, *ASHRAE Transactions*, 94, (pt1), p. 243-266
- Tamura, T., Kikuchi, H. and Hibi, K.,** 2003. Quasi-static wind load combinations for low and middle rise buildings, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **91**, pp. 1635-1646
- TS 825.,** 2000. Binalarda ısı yalıtım yönetmeliği, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, ANKARA*
- Tsangrassoulis, A., Santamouris, M. ve Asimakopoulos, D. N.,** 1997. On the air flow and radiation transfer through partly covered external building openings, *Solar Energy*, Vol. **61**, no. 6, pp. 355-367.
- Tsutsumi, J., Katayama, T., Ishii, A., Ping, H. Ve Hayashi, T.,** 1996. Investigation and numerical simulation of the wind effects on thermal comfort in a house, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol. **60**, pp. 267-280
- Utzinger, D. M. ve Klein, S. A.,** 1979., A method of estimating monthly average solar radiation on shaded receivers, *Solar Energy*, Vol. **23**, no. 5, pp. 369-378

- Wall, M. and Wallentén, P.,** 1999. Performance of Shading Devices in Buildings. A Collaboration between Lund University and Nordic Manufacturers. *5th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries*. Chalmers University of Technology, Göteborg (Sweden).
- Wallentén, P., Kvist, H. and Dubois, M. C.,** (2000). ParaSol-LTH: A User-friendly Computer Tool to Predict the Energy Performance of Shading Devices. *International Building Physics Conference*, September, Eindhoven (Holland).
- Woloszyn, V. M.,** 1999. Airflow through large vertical openings in multizone modeling, *IBPSA*, September 13-15, Kyoto, Japan
- Yener, K. A.,** 1996. Pencerelerde uygulanan gölgeleme araçlarının tasarımında iklimsel ve görsel konfor koşullarının sağlanması amacıyla kullanılabilir bir yaklaşım, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, Z.,** 1983. İklimsel konfor sağlanması ve yoğunlaşma kontrolünde optimum performans gösteren yapı kabuğunun hacim konumuna ve boyutlarına bağlı olarak belirlenmesinde kullanılabilir bir yaklaşım, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yu, H., Hou, C. ve Liao, C.,** 2002. SE-Structuresband Envionment:Scale Model Analysis of Opeining Effectiveness for Wind-induced Natural Ventilation Openings, *Biosystems Engineering*, Vol. **82**,no. 2, pp. 199-207.
- Yuguo, Li., Delsante, A. ve Symons, J.,** 2000. Prediction of natural ventilation in buildings with large openings, *Building and Environment*, Vol. **35**, pp. 191-206
- Zeren, L.,** 1959. *Mimaride Güneş Kontrolü*, İstanbul, Fakülteler Matbaası.
- Zhaia, Z. and Chenb, Q.,** 2004. Numerical determination and treatment of convective heat transfer coefficient in the coupled building energy and CFD simulation, *Building and Environment*, Vol. **39**, pp. 1001 – 1009

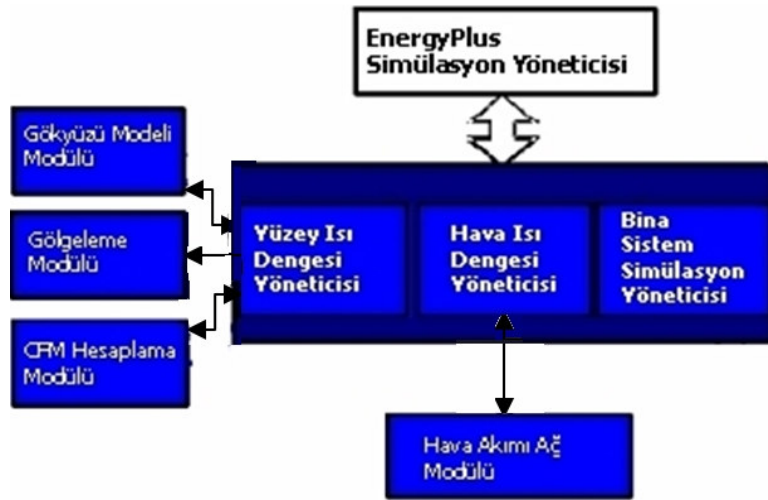
EKLER

EK A: Energyplus programı alt modülleri

EK A



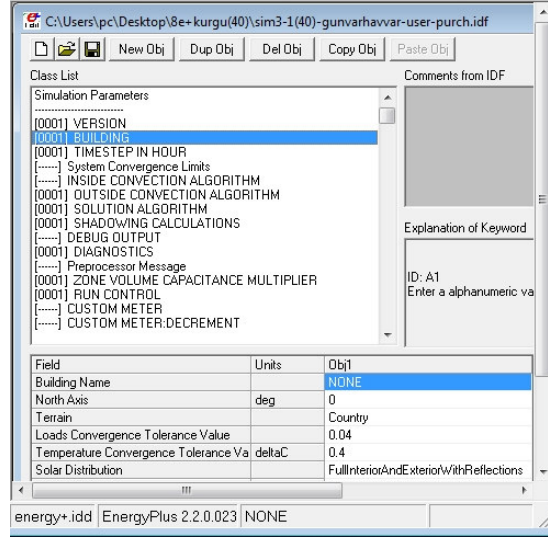
Şekil A. 1: Energyplus programının ana kurgusu



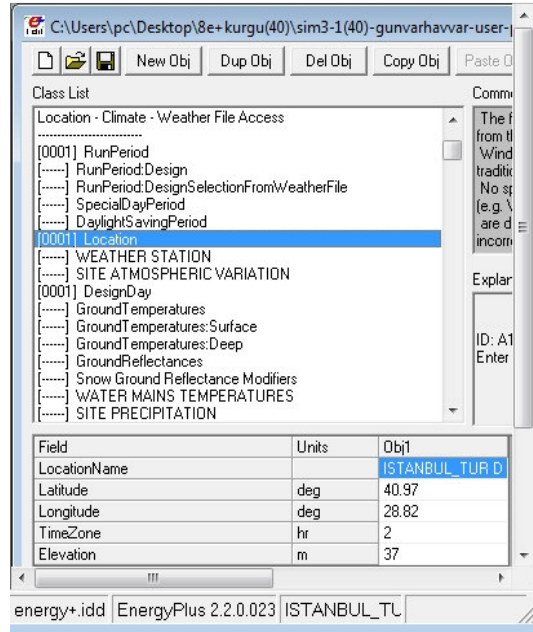
Şekil A. 2: Energyplus programı ara modülleri

EK B: Energyplus programında gölgeleme araçlarının etkinlik değerlendirilmesinde kullanılan arayüzler

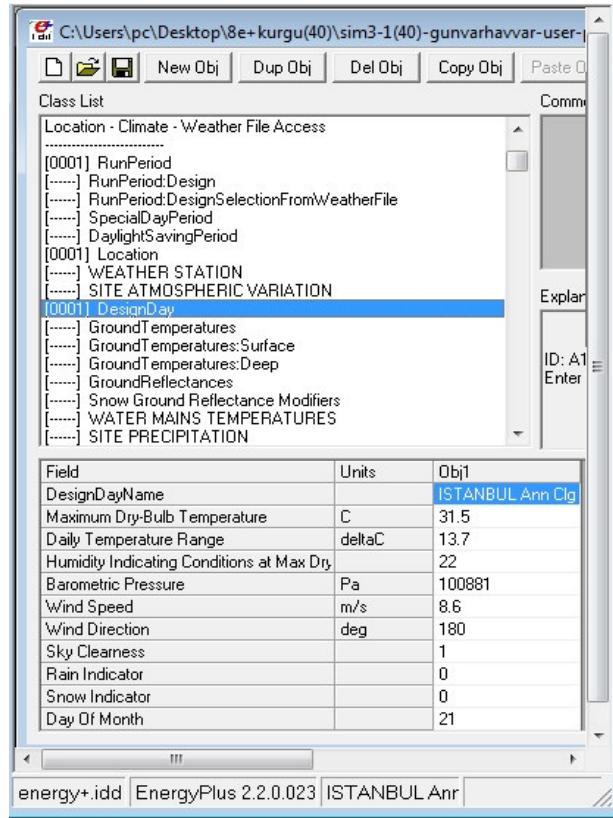
EK B



Şekil B. 1: Bina arazi koşulları ve güneş ışınımlarının etkilendiği yüzeylerin belirtildiği arayüz



Şekil B. 2: Binanın yer aldığı enlem boylam bilgilerinin belirtildiği arayüz



Şekil B. 3: Bina yerleşimine ait iklimsel verilerin belirtildiği arayüz

C:\Users\pc\Desktop\8e+ kurgu(40)\sim12-3.1(40)-gunvarhavvar-user-purch.idf

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [.....] ZONE LIST
- [.....] ZONE GROUP
- [0001] SurfaceGeometry
- [0006] Surface:HeatTransfer
- [0002] Surface:HeatTransfer:Sub
- [.....] Surface:HeatTransfer:InternalMass
- [.....] Surface:Shading:Detached:Fixed
- [.....] Surface:Shading:Detached:Building
- [0010] Surface:Shading:Attached
- [.....] Shading Surface Reflectance
- [.....] WindowShadingControl
- [.....] WindowFramesAndDivider
- [.....] WindowGapAirflowControl
- [.....] StormWindow

Comments from IDF

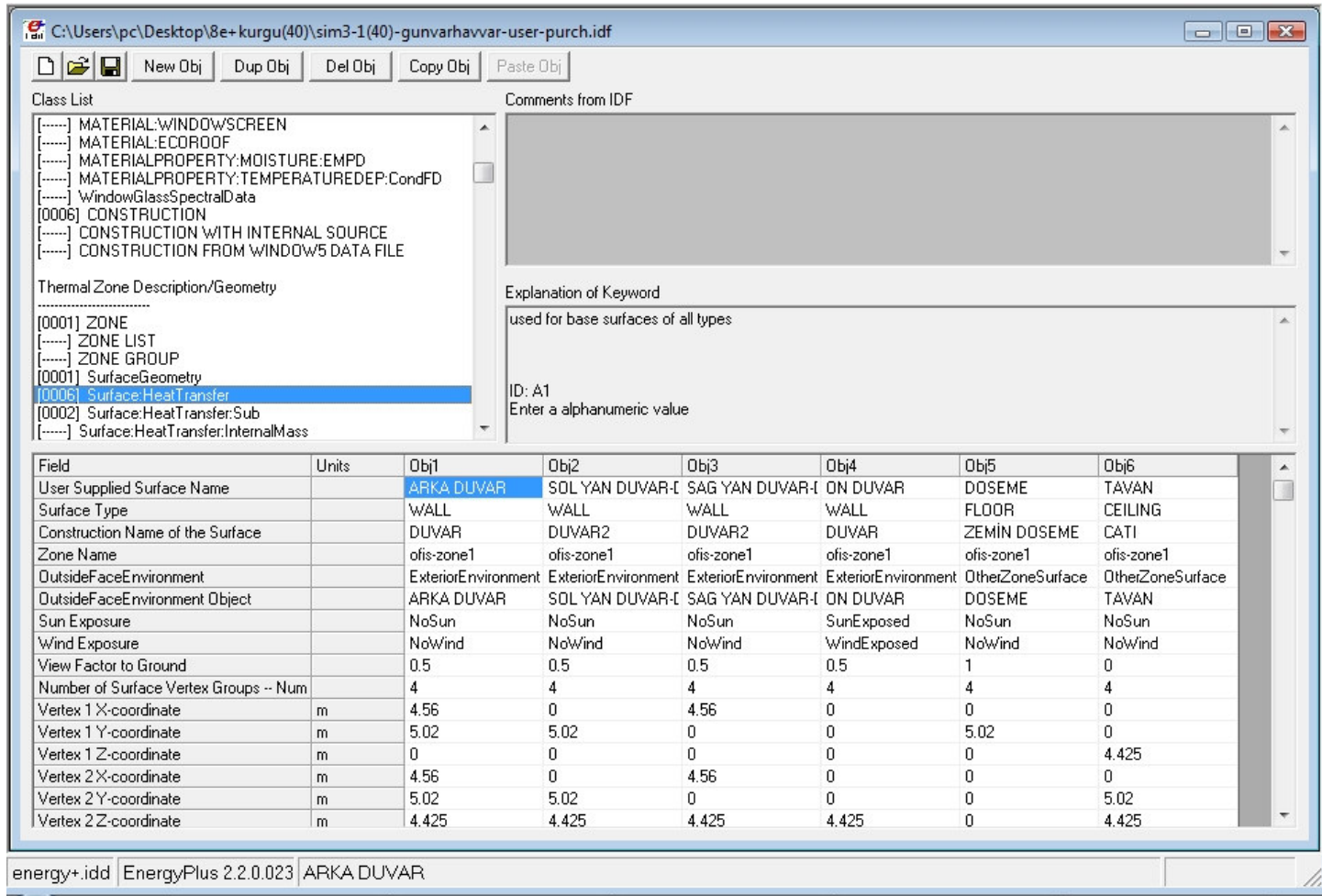
Explanation of Keyword

used For fins, overhangs, elements that shade the building, are attached to the building but are not part of the heat transfer calculations

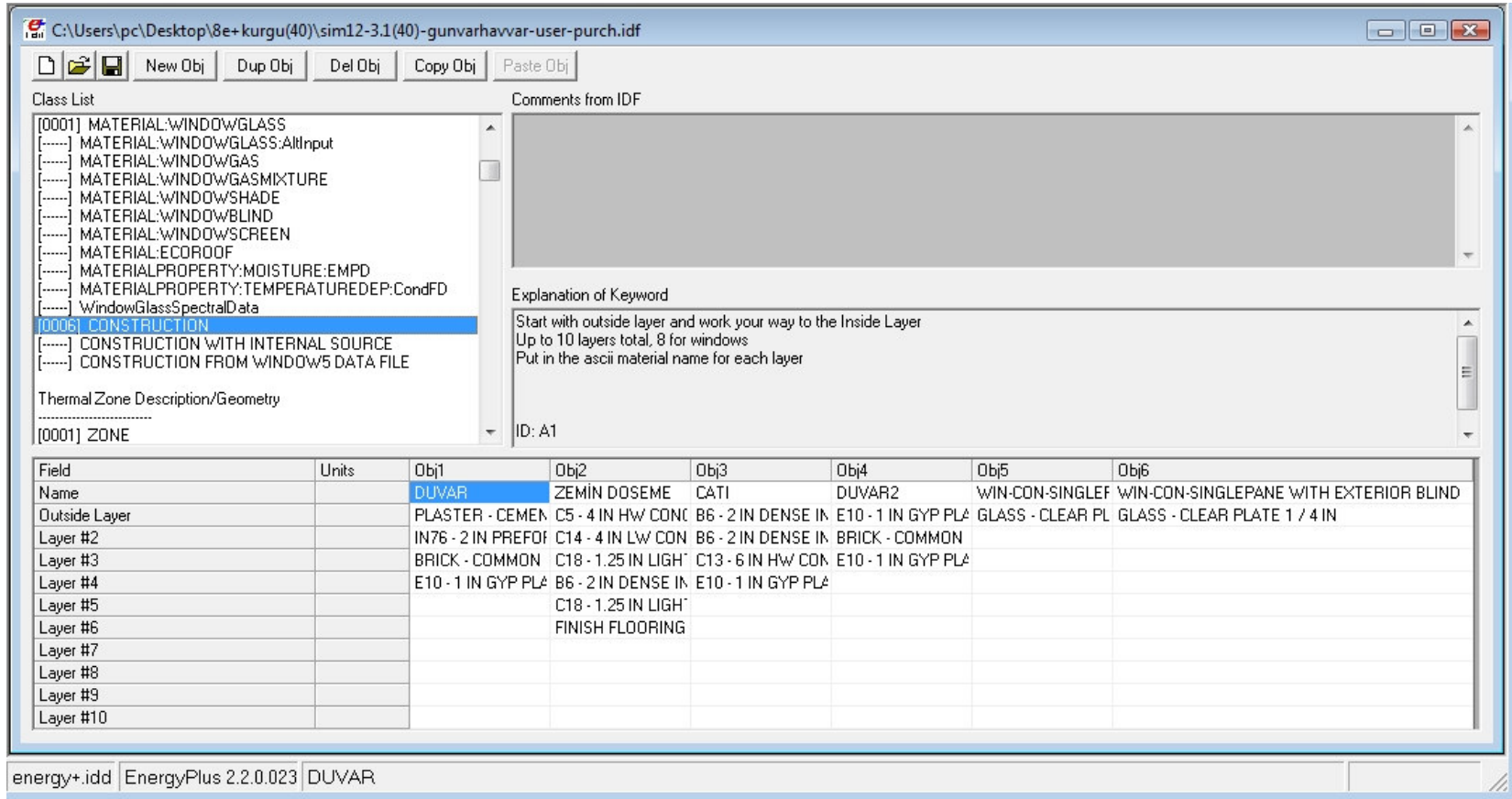
Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10
User Supplied Surface Name		dik konsol-1	dik konsol-2	dik konsol-3	dik konsol-4	dik konsol-5	dik konsol-6	dik konsol-7	dik konsol-8	dik konsol-9	dik konsol-10
Base Surface Name		ON DUVAR	ON DUVAR	ON DUVAR	ON DUVAR	ON DUVAR	ON DUVAR	ON DUVAR	ON DUVAR	ON DUVAR	ON DUVAR
TransSchedShadowSurf		ShadingTransmittan	ShadingTransmittan	ShadingTransmittan	ShadingTransmittan	ShadingTransmittan	ShadingTransmittan	ShadingTransmittan	ShadingTransmittan	ShadingTransmittan	ShadingTransmittan
Number of Surface Vertex Groups -- Num		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Vertex 1 X-coordinate	m	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.16	0.4	0.4
Vertex 1 Y-coordinate	m	-2.73125	-2.73125	-2.33125	-1.945	-1.55875	-1.1725	-0.78064	-2.73125	-0.4	-0.4
Vertex 1 Z-coordinate	m	4.2736	4.2736	3.8361	4.1111	4.1111	4.1111	4.1111	4.2736	3.8361	4.2736
Vertex 2 X-coordinate	m	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.16	0.4	0.4
Vertex 2 Y-coordinate	m	0	-2.33125	-2.33125	-1.945	-1.55875	-1.1725	-0.78064	0	-0.4	0
Vertex 2 Z-coordinate	m	4.2736	4.2736	4.496914	4.496914	4.496914	4.496914	4.496914	4.2736	4.2736	4.2736
Vertex 3 X-coordinate	m	0.4	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.56	4.16	4.16
Vertex 3 Y-coordinate	m	0	-2.33125	-2.33125	-1.945	-1.55875	-1.1725	-0.78064	0	-0.4	0
Vertex 3 Z-coordinate	m	4.2736	4.2736	4.496914	4.496914	4.496914	4.496914	4.496914	4.2736	4.2736	4.2736
Vertex 4 X-coordinate	m	0.4	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.56	4.16	4.16
Vertex 4 Y-coordinate	m	-2.73125	-2.73125	-2.33125	-1.945	-1.55875	-1.1725	-0.78064	-2.73125	-0.4	-0.4
Vertex 4 Z-coordinate	m	4.2736	4.2736	3.8361	4.1111	4.1111	4.1111	4.1111	4.2736	3.8361	4.2736

energy+.idd | EnergyPlus 2.2.0.023 | dik konsol-1

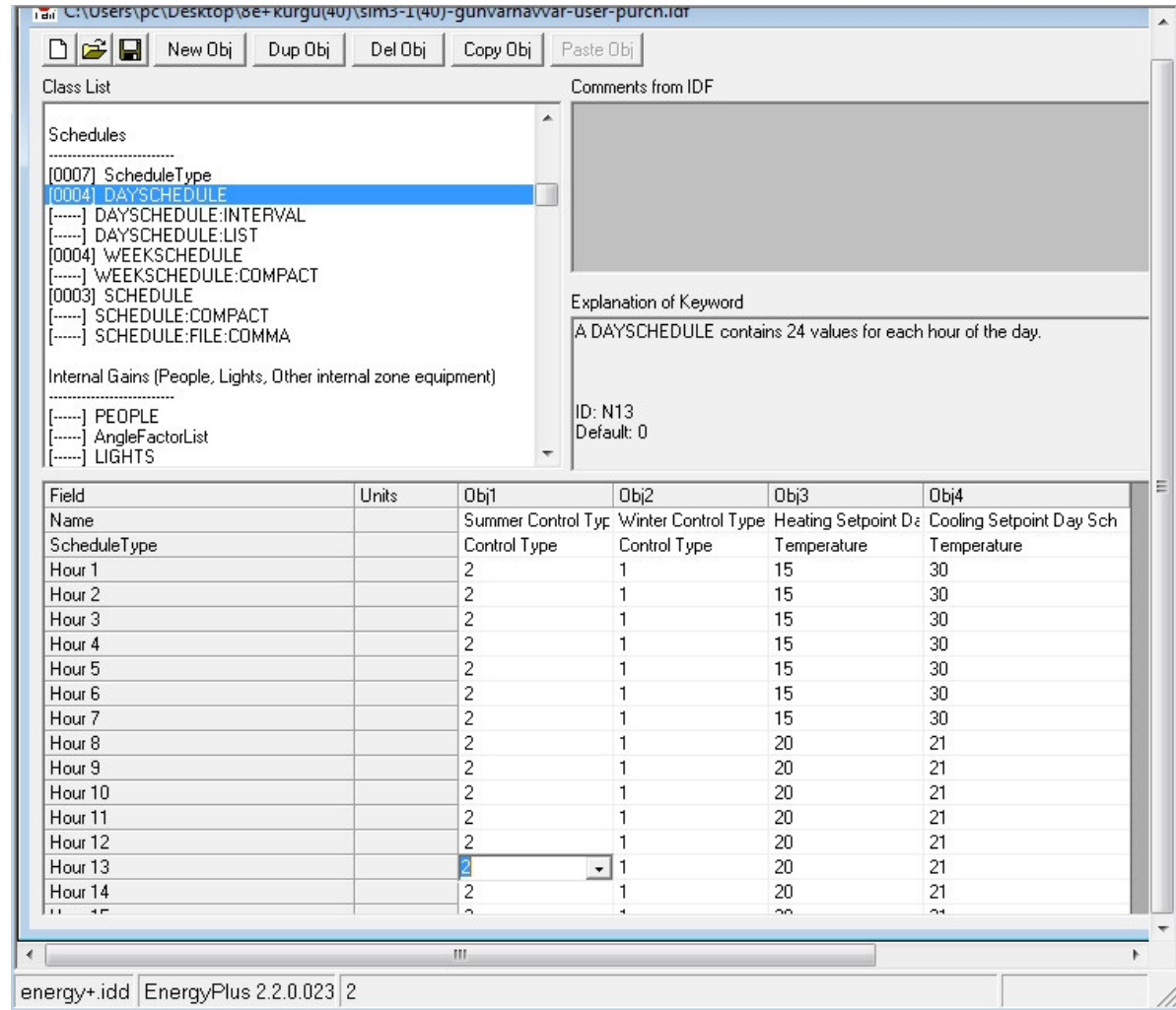
Şekil B. 4: Bina ön yüzeyinde yer alan gölgeleme araçları kordinatlarının belirtildiği arayüz



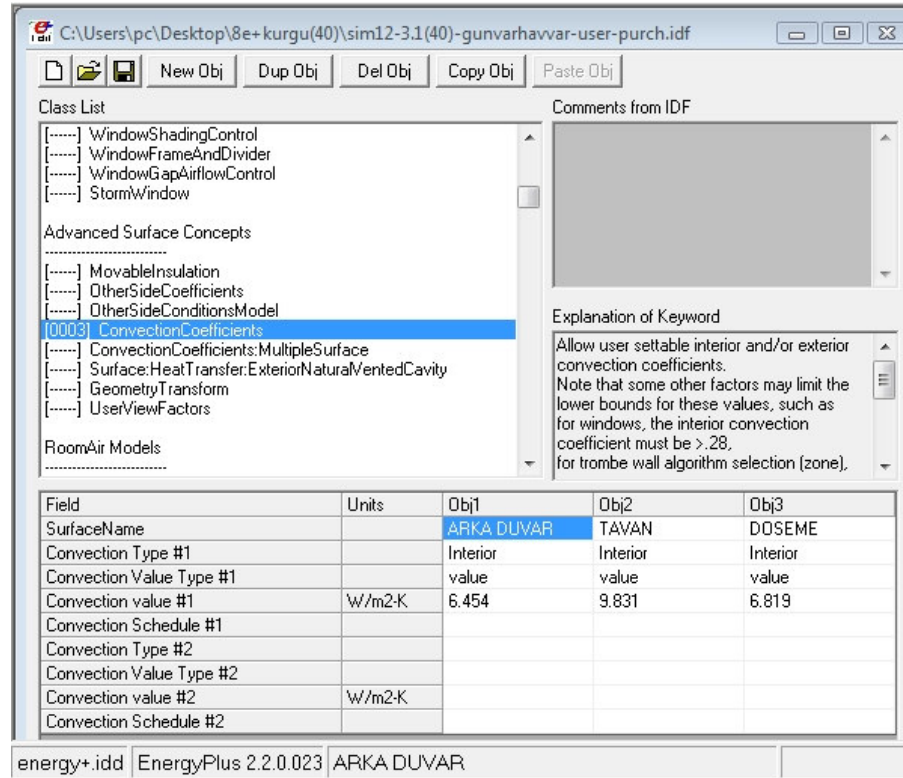
Şekil B. 5: Bina yüzey kordinatlarının belirtildiği arayüz



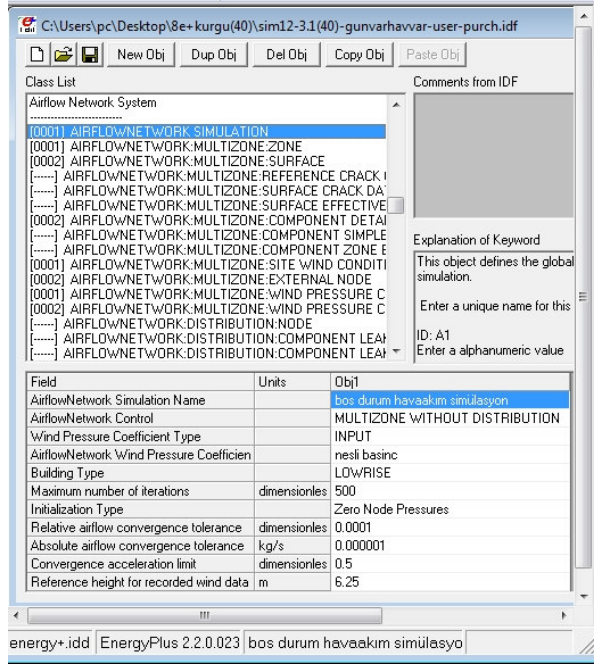
Şekil B. 6: Duvar katmanlarının belirtildiği arayüz



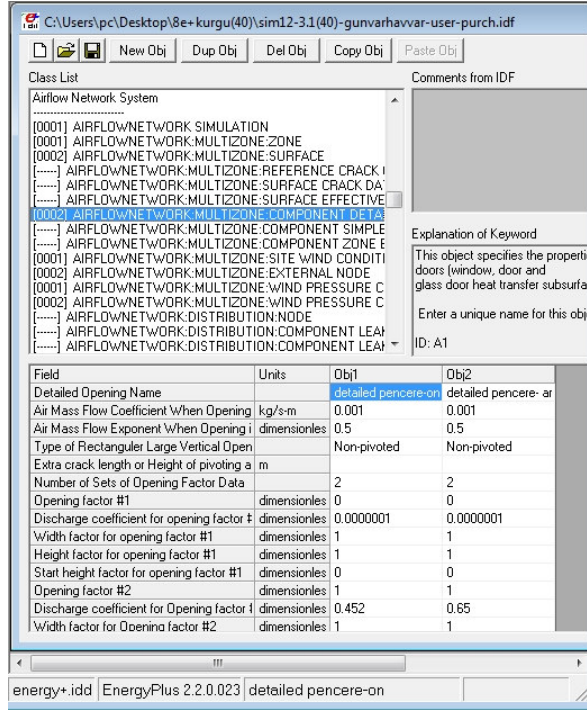
Şekil B. 7: Yaz ve kış döneminde bina iç konfor şartlarının belirtildiği arayüz



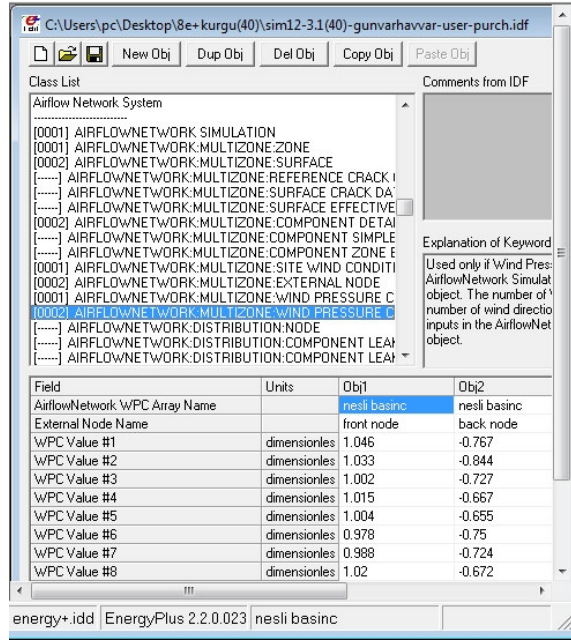
Şekil B. 8: İç yüzey ortalama taşınım katsayılarının belirtildiği arayüz



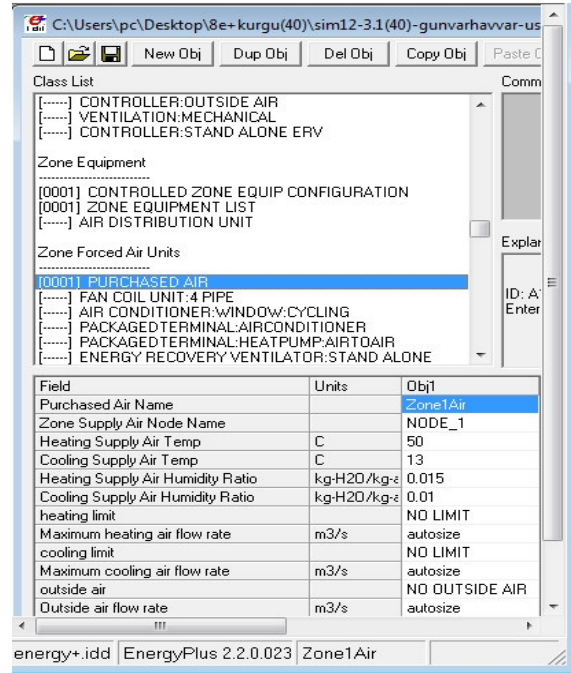
Şekil B. 9: Doğal havalandırmada pencereye etkiyen referans hızların belirtildiği arayüz.



Şekil B. 10: Ön ve arka açıklık boşaltım katsayılarının belirtildiği arayüz.



Şekil B. 11: Ön ve arka yüzey basınç katsayılarının belirtildiği arayüz.



Şekil B. 12: Soğutma yükü hesabı için aktif sistem tanımlanması

EK C: Pencere önünde gölgeleme araçlarının etkisi ile oluşan ortalama hızlar

EK C

Tablo C. 1: Gölgeleme aracı takılı olmadığı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi

1-boş durum										8.6m/s GH									
yükseklik	ölçülen hızlar(ui)	y/H	y		x	Ai	Σui*Ai	Toplam A	Σui*Ai/Toplam A (uort)	pencere boşluk alan									
0			cm	m	m	m ²		m ²		m ²									
								7.431	3.208										
147.8125	1.149	0.39		0	4.1	0.000	0.000												
162.5	1.635	0.43	14.6875	0.146875	4.1	0.602	0.985												
193.75	3.562	0.52	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.564												
225	3.566	0.60	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.569												
256.25	3.201	0.68	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.101												
287.5	3.328	0.77	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.264												
312.5	3.203	0.83	25	0.25	4.1	1.025	3.283												
325	3.050	0.87	12.5	0.125	4.1	0.513	1.563												
329.0625	3.050	0.88	4.0625	0.040625	4.1	0.167	0.508												
			181.25			7.431	23.837												

Tablo C. 2: 90° açık kanatlı yüzeye paralel eleman, (2.1) takılı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi

2.1- yüzeye paralel eleman 90 derece açık kanat										8.6 m/s GH									
yükseklik	ölçülen hızlar(ui)	y/H	y		x	Ai	Σui*Ai	Toplam A	Σui*Ai/Toplam A (uort)	pencere boşluk alan									
0			cm	m	m	m ²		m ²		m ²									
								7.431	2.441	6.611									
147.8125	1.812	0.39		0	4.1	0.000	0.000												
162.5	2.441	0.43	14.6875	0.146875	4.1	0.602	1.470												
193.75	2.672	0.52	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.424												
225	2.939	0.60	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.766												
256.25	2.945	0.68	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.773												
287.5	2.705	0.77	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.466												
312.5	1.446	0.83	25	0.25	4.1	1.025	1.482												
325	1.115	0.87	12.5	0.125	4.1	0.513	0.571												
329.0625	1.115	0.88	4.0625	0.040625	4.1	0.167	0.186												
			181.25			7.431	18.137												

Tablo C. 3: 45° açık kanatlı yüzeye paralel eleman, (2.2) takılı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi

2.2- yüzeye paralel eleman 45 derece açık kanat						8.6 m/s GH				
yükseklik	ölçülen hızlar(ui)	y/H	y		x	Ai	Σui*Ai	Toplam A	Σui*Ai/Toplam A (uort)	pencere boşluk alan
0			cm	m	m	m ²		m ²		m ²
								7.431	2.426	1.768
147.8125	0.802	0.39		0	4.1	0.000	0.000			
162.5	0.801	0.43	14.6875	0.146875	4.1	0.602	0.482			
193.75	1.304	0.52	31.25	0.3125	4.1	1.281	1.671			
225	2.029	0.60	31.25	0.3125	4.1	1.281	2.600			
256.25	2.693	0.68	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.450			
287.5	3.419	0.77	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.381			
312.5	3.262	0.83	25	0.25	4.1	1.025	3.344			
325	3.098	0.87	12.5	0.125	4.1	0.513	1.588			
329.0625	3.098	0.88	4.0625	0.040625	4.1	0.167	0.516			
			181.25			7.431	18.031			

Tablo C. 4: 90° açık kanatlı yüzeye dik eleman, (3.1) takılı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi

3.1- yüzeye dik eleman 90 derece açık kanat						8.6 m/s GH				
yükseklik	ölçülen hızlar(ui)	y/H	y		x	Ai	Σui*Ai	Toplam A	Σui*Ai/Toplam A (uort)	pencere boşluk alan
0			cm	m	m	m ²		m ²		m ²
								7.431	3.096	7.431
147.8125	0.982	0.39		0	4.1	0.000	0.000			
162.5	1.339	0.43	14.6875	0.14688	4.1	0.602	0.806			
193.75	2.999	0.52	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.842			
225	3.571	0.60	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.575			
256.25	3.419	0.68	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.381			
287.5	3.172	0.77	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.064			
312.5	3.149	0.83	25	0.25	4.1	1.025	3.228			
325	3.108	0.87	12.5	0.125	4.1	0.513	1.593			
329.0625	3.108	0.88	4.0625	0.04063	4.1	0.167	0.518			
			181.25			7.431	23.007			

Tablo C. 5: 45° açık kanatlı yüzeye dik eleman, (3.2) takılı durumda ön açıklığa yakın kısımda bölgesel hızların elde edilişi

3.2- yüzeye dik eleman 45 derece açık kanat						8.6 m/s GH				
yükseklik	ölçülen hızlar(ui)	y/H	y		x	Ai	$\Sigma u_i \cdot A_i$	Toplam A	$\Sigma u_i \cdot A_i / \text{Toplam A}$ (ortalama hız)	pencere boşluk alan
0			cm	m	m	m ²		m ²		m ²
								7.431	2.922	7.431
147.8125	1.282	0.39		0	4.1	0.000	0.000			
162.5	1.687	0.43	14.6875	0.14688	4.1	0.602	1.016			
193.75	3.002	0.52	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.846			
225	3.253	0.60	31.25	0.3125	4.1	1.281	4.168			
256.25	2.956	0.68	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.787			
287.5	3.057	0.77	31.25	0.3125	4.1	1.281	3.917			
312.5	2.992	0.83	25	0.25	4.1	1.025	3.067			
325	2.816	0.87	12.5	0.125	4.1	0.513	1.443			
329.0625	2.816	0.88	4.0625	0.04063	4.1	0.167	0.469			
			181.25			7.431	21.713			

EK D: Model ön ve arka yüzeylerinde ölçülen voltajlar ile hesaplanan basınç katsayıları

EK D

Tablo D. 1: Model ön yüzeyinde B1, B2, B2', C1, D1', D1, D2 akslarında ölçülen voltaj değerleri ile hesaplanan basınç katsayıları

MAKETE TAKILI GÜNEŞ KIRICI OLMADIĞI DURUM							YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 90 DERECE-AÇIK							YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 45 DERECE-AÇIK						
1							2.1							2.2						
B ₁	B ₂	B ₂ '	C ₁	D ₁ '	D ₁	D ₂	B ₁	B ₂	B ₂ '	C ₁	D ₁ '	D ₁	D ₂	B ₁	B ₂	B ₂ '	C ₁	D ₁ '	D ₁	D ₂
0.827	0.862	0.939	1.002	0.998	0.790	0.835	0.706	0.912	1.004	1.032	0.993	0.945	0.683	0.747	0.940	0.984	1.018	0.994	0.931	0.771
0.800	0.908	0.941	0.975	0.928	0.938	0.877	0.656	0.956	0.958	1.025	0.983	0.907	0.677	0.657	0.926	0.999	0.986	0.972	0.906	0.704
0.795	0.883	0.943	0.981	1.001	0.771	0.874	0.696	0.946	1.005	1.085	0.915	0.883	0.694	0.679	0.950	1.006	1.033	0.976	0.910	0.717
0.899	0.852	0.967	0.917	0.965	0.832	0.878	0.667	0.869	0.903	0.993	0.959	0.867	0.694	0.681	0.955	1.002	1.039	0.986	0.865	0.741
0.870	0.908	0.938	0.930	0.946	0.845	0.869	0.404	0.873	0.920	0.865	0.810	0.793	0.456	0.687	0.945	0.907	0.949	0.838	0.897	0.649
0.946	0.975	0.959	0.983	0.958	0.883	0.871	0.340	0.772	0.740	0.812	0.781	0.701	0.416	0.367	0.787	0.821	0.852	0.823	0.727	0.591
0.996	0.972	0.976	0.978	0.974	0.917	0.886	0.895	0.847	0.973	0.975	0.929	0.896	0.812	0.363	0.832	0.889	0.843	0.841	0.780	0.755
0.996	0.981	1.003	1.000	0.984	0.924	0.922	0.971	0.850	0.963	0.987	0.966	0.911	0.930	0.757	0.884	0.914	0.895	0.895	0.842	0.844
0.955	0.953	0.989	0.993	0.981	0.891	0.898	0.807	0.901	0.972	0.977	0.964	0.926	0.948	0.848	0.917	0.958	0.919	0.928	0.915	0.861
0.906	0.901	0.934	0.961	0.925	0.922	0.855	0.873	0.910	0.947	0.975	0.967	0.982	0.934	0.723	0.918	0.951	0.940	0.935	0.962	0.903
0.891	0.825	0.879	0.883	0.852	0.844	0.799	0.828	0.913	0.895	0.936	0.926	0.904	0.830	0.600	0.960	0.933	0.947	0.922	0.906	0.784
0.850	0.765	0.759	0.764	0.754	0.765	0.690	0.723	0.869	0.807	0.856	0.780	0.743	0.744	-0.538	0.921	0.801	0.859	0.799	0.791	0.707
0.646	0.670	0.672	0.659	0.664	0.672	0.610	0.536	0.811	0.578	0.682	0.609	0.646	0.646	-0.924	0.846	0.600	0.758	0.679	0.702	0.602
0.649	0.573	0.617	0.564	0.566	0.576	0.560	0.092	0.534	-0.318	0.293	0.138	0.309	0.471	-0.429	0.563	-0.310	0.363	0.181	0.391	0.317

YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 90 DERECE-AÇIK							YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 45 DERECE-AÇIK						
3.1							3.2						
B ₁	B ₂	B ₂ '	C ₁	D ₁ '	D ₁	D ₂	B ₁	B ₂	B ₂ '	C ₁	D ₁ '	D ₁	D ₂
0.692	0.896	0.922	0.993	0.960	0.804	0.636	0.696	0.893	0.923	0.990	0.970	0.846	0.620
0.756	0.909	0.975	0.957	0.932	0.851	0.582	0.632	0.913	0.974	1.028	0.968	0.835	0.598
0.730	0.903	0.959	0.937	0.965	0.832	0.625	0.700	0.939	0.928	0.922	0.926	0.849	0.555
0.767	0.913	0.977	0.937	0.929	0.800	0.657	0.677	0.908	0.934	0.914	0.893	0.847	0.582
0.739	0.907	0.923	1.008	0.876	0.814	0.612	0.683	0.949	0.952	1.035	0.964	0.871	0.605
0.812	0.978	0.946	1.006	0.957	0.828	0.685	0.808	0.976	0.958	0.995	0.959	0.853	0.623
0.830	0.991	0.984	1.013	0.977	0.866	0.729	0.827	0.908	0.948	0.984	0.974	0.933	0.724
0.829	0.941	0.947	1.013	0.968	0.892	0.776	0.815	0.970	0.959	0.995	0.966	0.955	0.722
0.879	0.943	0.957	0.962	0.955	0.897	0.727	0.836	0.928	0.971	1.008	0.967	0.946	0.704
0.784	0.956	0.937	0.957	0.935	0.902	0.759	0.779	0.906	0.969	0.987	0.937	0.920	0.749
0.777	0.889	0.929	0.935	0.912	0.842	0.740	0.777	0.899	0.958	0.997	0.928	0.887	0.786
0.775	0.726	0.914	0.907	0.908	0.828	0.739	0.758	0.695	0.924	0.963	0.905	0.901	0.769
0.739	0.935	0.909	0.932	0.908	0.858	0.750	0.774	0.909	0.913	0.952	0.926	0.913	0.721
0.777	0.906	0.924	0.939	0.910	0.905	0.760	0.796	0.951	0.913	0.978	0.935	0.922	0.755

Tablo D. 2: Model arka yüzeyinde C1 aksında ölçülen voltaj değerleri ile hesaplanan basınç katsayıları

BASINÇ ÖLÇÜM NOKTALARI	MAKETE TAKILI GÜNEŞ KIRICI OLMADIĞI DURUM	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 90	YÜZEYE PARALEL GÜNEŞ KIRICI, YERE PARALEL KANAT 45	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 90	YÜZEYE DİK GÜNEŞ KIRICI, YÜZEYE PARALEL KANAT 45
	1	2.1	2.2	3.1	3.2
C1-1	-0.667	-0.628	-0.647	-0.673	-0.790
C1-2	-0.616	-0.614	-0.650	-0.697	-0.652
C1-3	-0.610	-0.609	-0.574	-0.677	-0.727
C1-4	-0.583	-0.507	-0.495	-0.534	-0.517
C1-5	-0.716	-0.676	-0.612	-0.701	-0.696
C1-6	-0.692	-0.595	-0.606	-0.725	-0.671
C1-7	-0.736	-0.614	-0.599	-0.661	-0.632
C1-8	-0.681	-0.586	-0.592	-0.734	-0.624
C1-9	-0.809	-0.622	-0.611	-0.701	-0.686
C1-10	-0.706	-0.658	-0.621	-0.809	-0.690
C1-11	-0.733	-0.598	-0.646	-0.738	-0.587
C1-12	-0.789	-0.606	-0.658	-0.661	-0.634
C1-13	-0.684	-0.634	-0.656	-0.713	-0.587
C1-14	-0.719	-0.648	-0.638	-0.792	-0.660
C1-15	-0.780	-0.640	-0.592	-0.709	-0.686

EK E: Farklı tipte gölgeleme araçları takılı durumda ön açıklık boşaltım katsayılarının hesaplanması

EK E

Tablo E. 1: Ön açıklık boşaltım katsayılarının hesaplanması

8.6 m/s GH'da GÖLGELEME ARACI DEĞİŞİKLİKLERİNE BAĞLI OLARAK ÖN AÇIKLIKTAKI OLUŞAN BOŞALTIM KATSAYILARININ HESAPLANMASI																						
			C _{p2}	C _{p1}	C _{p1} -C _{p2}	β	A1	A2	α	α ²	α2*C _{p1}	α2+1	β*C _{p1}	β+1	C _{pin} =(C _{p2} +α2*C _{p1})/ (1+α2)	C _{pin} =(C _{p2} +β*C _{p1})/ (1+β)	U	A1	V _{ref}	C _{pw}	C _{pw} -C _{pin}	(C _{pw} -C _{pin}) ^{0.5}
C1 AKSI	1	BOŞ DURUM	-0.757	0.832	1.589		0.048	0.016	2.900	8.410	6.997	9.410			0.663		3.208	7.431	8.600	0.834	1.497	1.224
	2.1	2.1-CPE-YPK-90	-0.640	0.782	1.422	0.250							0.196	1.250		-0.356	2.441	6.611	8.600	0.700	1.056	1.027
	2.2	2.2-CPE-YPK-45	-0.616	0.692	1.308	0.250							0.173	1.250		-0.354	2.426	1.768	8.600	0.683	1.037	1.019
	3.1	3.1-CDE-CPK-90	-0.755	0.880	1.635		0.048	0.016	2.900	8.410	7.401	9.410			0.706		3.096	7.431	8.600	0.872	1.578	1.256

EK F: Farklı tipte gölgeleme araçları takılı durumda yürütülen benzetişimler

EK F

Tablo F. 1: 8.6 m/s rüzgar hızında, pencere açık ve gölgeleme aracı takılı olmadığı durum [1SİM3ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman		Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)	İç Hava Sıcaklığı [C](Saat)																	
					Oda Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kazanımı[W](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kaybı[W](Saat)	PENCEREDEN NET ISI KAZANIMI[W](Saat)	ARKA DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı	OFİS1-ARKADUVA R-PENCERE:İç Yüzey Taşınımı	SOL YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı	SAG YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı	ON DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı	OFİS1-ONDUVAR PENCERE: İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı	DOSEME:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	TAVAN:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı	Odanın Taşınımı j=d+e+f+g+ğ+h+++	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı [W](Saat)	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı	Odanın Havalandırma Yolu ile Net Hissedilen Isı Kazanımı	Purchased Sistem Hissedilen Sogutma Yük Miktarı[W](Saat)	Purchased Sistem Toplam Sogutma Yük Miktarı[W](Saat)
					a	b	a-b=c	d	e	f	g	ğ	h	i	j	k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m	
08/21 01:00	8.6	180	19.6	19.6	0.0	107.5	-107.5	136.4	-3.1	76.3	81.7	53.1	-8.4	140.6	242.9	719.5	0.0	1,213.9	-1,213.9	0.0	0.0	-601.9
08/21 02:00	8.6	180	18.9	18.9	0.0	115.9	-115.9	178.8	-2.6	95.0	99.9	66.9	-6.8	175.3	330.7	937.3	0.0	1,435.8	-1,435.8	0.0	0.0	-614.4
08/21 03:00	8.6	180	18.3	18.4	0.0	119.1	-119.1	216.7	-2.0	112.0	116.5	80.0	-5.1	202.9	409.8	1,130.8	0.0	1,532.8	-1,532.8	0.0	0.0	-521.1
08/21 04:00	8.6	180	17.9	18.0	0.0	118.6	-118.6	240.0	-1.7	121.1	125.1	88.5	-4.1	214.3	459.3	1,242.3	0.0	1,545.6	-1,545.6	0.0	0.0	-421.9
08/21 05:00	8.6	180	17.8	17.8	0.0	111.3	-111.3	251.1	-1.4	123.0	126.7	92.8	-3.0	214.9	483.4	1,287.5	0.0	1,386.5	-1,386.5	0.0	0.0	-210.3
08/21 06:00	8.6	180	18.1	18.1	0.0	36.2	-36.2	242.9	-1.2	113.5	116.6	89.2	-1.8	199.0	466.8	1,225.0	0.0	1,031.6	-1,031.6	0.0	0.0	157.3
08/21 07:00	8.6	180	18.8	18.8	227.0	0.0	227.0	213.3	-1.3	91.2	93.9	75.7	-0.8	167.9	402.6	1,042.4	63.7	599.0	-535.2	0.0	0.0	734.2
08/21 08:00	8.6	180	20.0	20.0	1,262.0	0.0	1,262.0	173.7	-1.3	97.9	65.9	56.1	0.9	147.9	310.4	851.4	148.7	119.0	29.7	0.0	0.0	2,143.1
08/21 09:00	8.6	180	21.8	21.0	2,495.0	0.0	2,495.0	111.6	-1.2	113.8	30.2	31.0	3.1	200.0	165.4	653.9	33,039.5	0.0	33,039.5	32,965.0	90,570.4	36,188.4
08/21 10:00	8.6	180	23.8	21.0	3,365.7	0.0	3,365.7	87.8	0.5	123.3	13.9	19.3	8.7	407.8	92.6	753.8	120,922.3	0.0	120,922.3	121,676.1	334,320.1	125,041.8
08/21 11:00	8.6	180	26.2	21.0	3,987.2	0.0	3,987.2	156.9	2.9	142.2	41.9	34.2	27.5	753.4	206.0	1,365.0	219,825.0	0.0	219,825.0	221,190.0	557,598.2	225,177.2
08/21 12:00	8.6	180	28.3	21.0	4,290.7	0.0	4,290.7	211.5	10.7	129.7	70.5	49.3	60.0	1,032.0	295.4	1,859.1	312,263.4	0.0	312,263.4	314,122.5	707,253.4	318,413.1
08/21 13:00	8.6	180	30.0	21.0	4,242.4	0.0	4,242.4	237.9	16.7	127.1	112.9	59.6	87.2	1,048.4	340.7	2,030.5	381,157.4	0.0	381,157.4	383,187.9	794,061.6	387,430.3
08/21 14:00	8.6	180	31.1	21.0	3,842.6	0.0	3,842.6	240.8	20.9	127.3	176.3	63.6	106.3	882.4	350.9	1,968.6	426,872.5	0.0	426,872.5	428,841.1	844,099.2	432,683.7
08/21 15:00	8.6	180	31.5	21.0	3,137.4	0.0	3,137.4	227.0	22.8	123.0	236.9	62.6	114.8	640.0	336.6	1,763.6	443,993.8	0.0	443,993.8	445,757.4	851,266.4	448,894.8
08/21 16:00	8.6	180	31.1	21.0	2,093.1	0.0	2,093.1	202.0	21.7	114.0	247.6	58.6	110.2	410.5	304.7	1,469.3	426,948.8	0.0	426,948.8	428,418.2	809,553.2	430,511.3
08/21 17:00	8.6	180	30.1	21.0	799.9	0.0	799.9	170.6	18.4	101.9	171.0	53.5	95.8	279.4	261.8	1,152.3	387,012.0	0.0	387,012.0	388,164.3	741,406.0	388,964.2
08/21 18:00	8.6	180	28.6	21.0	480.8	0.0	480.8	145.9	13.3	91.7	124.9	49.9	73.3	209.7	229.2	938.0	323,962.9	0.0	323,962.9	324,900.8	637,208.2	325,381.6
08/21 19:00	8.6	180	26.8	21.0	97.4	0.0	97.4	119.7	8.3	81.1	101.0	47.0	49.3	157.3	191.2	754.9	248,997.8	0.0	248,997.8	249,752.6	513,004.2	249,850.0
08/21 20:00	8.6	180	25.1	21.0	42.6	0.0	42.6	107.0	3.9	74.6	88.4	44.9	27.6	131.4	174.4	652.4	173,550.5	0.0	173,550.5	174,202.9	381,449.7	174,245.5
08/21 21:00	8.6	180	23.5	21.0	0.0	3.4	-3.4	98.9	0.9	70.1	80.5	43.3	11.8	115.8	162.4	583.7	109,339.1	0.0	109,339.1	109,922.8	259,975.6	109,919.4
08/21 22:00	8.6	180	22.2	21.0	0.0	43.4	-43.4	92.4	-0.8	65.4	73.7	41.6	0.6	104.0	151.5	528.4	50,689.8	0.0	50,689.8	51,218.2	131,087.5	51,174.8
08/21 23:00	8.6	180	21.1	21.0	0.0	71.4	-71.4	86.4	-2.2	59.9	66.7	39.8	-2.8	93.5	140.8	482.1	3,586.0	0.0	3,586.0	4,068.1	11,177.7	3,996.7
08/21 24:00	8.6	180	20.3	20.3	0.0	95.0	-95.0	80.6	-4.1	53.6	59.3	37.8	-10.9	83.8	130.6	430.7	4.4	952.5	-948.0	0.0	0.0	-612.4

Tablo F. 2: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve gölgeleme aracı takılı olmadığı durum [1SiM3kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman	Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)	İklim Verileri ve Enerji Akışı (Saat)																																					
				Oda Hava Sıcaklığı [C](Saat)		Odanın Pencereden Isı Kazanımı[W](Saat)		Odanın Pencereden Isı Kaybı[W](Saat)		PENCEREDEN NET ISI KAZANIMI[W](Saat)		ARKA DUVAR:İç Yüzey Taşınımıla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)		OFİS1-ARKADUVA R-PENCERE:İç Yüzey Taşınımıla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)		SOL YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımıla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)		SAG YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımıla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)		ON DUVAR:İç Yüzey Taşınımıla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)		OFİS1-ONDUVAR:PENCERE:İç Yüzey Taşınımıla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)		DOŞEME:İç Yüzey Taşınımıla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)		TAVAN:İç Yüzey Taşınımıla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)		Odanın Taşınımıla Yüzeylerden Net Kazanımı[W]		Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı [W](Saat)		Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı		Odanın Havalandırma Yolu ile Net Hissedilen Isı		Purchased Sistem Hissedilen Sogutma Yık		Purchased Sistem Toplam Sogutma Yık		TOPLAM HİSSEDİLEN KAZANIM[W](Saat)	
				a	b	a-b=c	d	e	f	g	ğ	h	i	i	j=d+e+f+g+ğ+h+++i	k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m																				
08/21 01:00	8.6	180	19.6	21.0	0.0	148.8	76.4	-3.3	91.0	96.3	69.6	-11.5	85.2	76.9	480.7	0.0	235.2	-235.2	245.6	536.8	96.8																				
08/21 02:00	8.6	180	18.9	21.0	0.0	167.0	72.2	-4.9	81.2	85.7	66.1	-18.3	78.2	73.2	433.5	0.0	348.5	-348.5	85.0	181.3	-82.0																				
08/21 03:00	8.6	180	18.3	20.9	0.0	181.2	67.9	-6.3	71.1	75.0	62.5	-24.8	71.3	69.4	386.0	0.0	419.2	-419.2	0.0	0.0	-214.4																				
08/21 04:00	8.6	180	17.9	20.6	0.0	189.8	68.0	-7.1	66.1	69.6	62.3	-28.3	70.0	69.4	370.1	0.0	441.3	-441.3	0.0	0.0	-261.1																				
08/21 05:00	8.6	180	17.8	20.4	0.0	187.7	73.6	-6.7	67.6	70.7	66.0	-27.0	75.3	74.1	393.8	0.0	434.1	-434.1	0.0	0.0	-228.1																				
08/21 06:00	8.6	180	18.1	20.4	0.0	114.9	76.0	-6.0	65.4	68.1	66.8	-23.4	76.5	76.2	399.5	0.0	391.3	-391.3	0.0	0.0	-106.6																				
08/21 07:00	8.6	180	18.8	20.7	148.5	0.0	148.5	74.3	-5.2	59.1	61.4	62.9	-18.5	74.4	74.6	383.0	0.0	318.8	-318.8	0.0	0.0	212.7																			
08/21 08:00	8.6	180	20.0	21.0	1,187.0	0.0	1,187.0	71.7	-3.9	85.0	54.5	56.3	-11.4	77.7	71.2	400.9	0.0	165.6	-165.6	143.1	317.3	1,422.3																			
08/21 09:00	8.6	180	21.8	21.0	2,428.4	0.0	2,428.4	75.5	-1.2	147.3	55.3	54.1	0.3	123.8	71.5	526.6	126.7	0.0	126.7	653.3	1,488.0	3,081.6																			
08/21 10:00	8.6	180	23.8	21.0	3,302.2	0.0	3,302.2	99.6	2.0	208.2	79.4	66.8	5.0	269.9	86.9	817.7	464.2	0.0	464.2	1,281.9	2,974.5	4,584.1																			
08/21 11:00	8.6	180	26.2	21.0	3,937.2	0.0	3,937.2	128.4	7.0	223.7	110.6	83.4	38.9	483.5	105.3	1,180.6	843.9	0.0	843.9	2,024.5	4,238.0	5,961.7																			
08/21 12:00	8.6	180	28.3	21.0	4,237.8	0.0	4,237.8	157.2	14.5	209.6	144.2	101.1	71.6	699.8	124.0	1,522.1	1,198.6	0.0	1,198.6	2,720.7	4,972.3	6,958.5																			
08/21 13:00	8.6	180	30.0	21.0	4,186.4	0.0	4,186.4	175.9	21.0	207.1	193.3	113.1	100.3	768.9	136.8	1,716.5	1,463.0	0.0	1,463.0	3,179.6	5,316.3	7,366.0																			
08/21 14:00	8.6	180	31.1	21.0	3,786.0	0.0	3,786.0	181.0	25.5	206.8	262.5	117.1	120.3	680.0	141.7	1,734.8	1,638.5	0.0	1,638.5	3,373.4	5,401.0	7,159.4																			
08/21 15:00	8.6	180	31.5	21.0	3,082.3	0.0	3,082.3	175.2	27.3	200.1	324.8	115.0	128.7	517.6	140.0	1,628.7	1,704.2	0.0	1,704.2	3,332.9	5,246.5	6,415.1																			
08/21 16:00	8.6	180	31.1	21.0	2,040.7	0.0	2,040.7	161.8	25.9	187.4	332.0	108.8	123.5	356.5	133.5	1,429.4	1,638.5	0.0	1,638.5	3,068.0	4,838.2	5,108.7																			
08/21 17:00	8.6	180	30.1	21.0	750.7	0.0	750.7	144.2	22.3	170.7	246.5	101.3	107.9	253.7	123.9	1,170.4	1,485.0	0.0	1,485.0	2,655.5	4,275.4	3,406.1																			
08/21 18:00	8.6	180	28.6	21.0	434.3	0.0	434.3	128.6	16.8	156.5	192.8	95.6	84.2	196.4	115.1	985.9	1,242.8	0.0	1,242.8	2,228.7	3,727.4	2,663.0																			
08/21 19:00	8.6	180	26.8	21.0	52.9	0.0	52.9	113.5	11.3	142.0	163.7	90.7	58.9	157.5	105.9	843.5	955.0	0.0	955.0	1,798.6	3,154.9	1,851.4																			
08/21 20:00	8.6	180	25.1	21.0	0.0	0.3	-0.3	103.5	6.5	132.3	147.4	87.1	35.8	134.3	99.5	746.3	665.6	0.0	665.6	1,411.9	2,623.0	1,411.6																			
08/21 21:00	8.6	180	23.5	21.0	0.0	45.3	-45.3	96.9	3.0	125.3	136.7	84.0	18.6	120.1	94.9	679.5	419.3	0.0	419.3	1,098.8	2,175.4	1,053.5																			
08/21 22:00	8.6	180	22.2	21.0	0.0	83.6	-83.6	91.8	0.5	118.2	127.3	81.1	6.0	110.0	90.7	625.7	194.4	0.0	194.4	820.1	1,729.2	736.6																			
08/21 23:00	8.6	180	21.1	21.0	0.0	112.5	-112.5	87.2	-0.7	110.5	118.0	78.0	-1.5	101.6	86.8	579.8	13.8	0.0	13.8	593.6	1,336.2	481.1																			
08/21 24:00	8.6	180	20.3	21.0	0.0	131.5	-131.5	82.9	-1.8	101.9	108.1	74.8	-4.4	94.1	82.9	538.5	0.0	121.9	-121.9	416.5	935.3	285.1																			

Tablo F. 3: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere açık ve yere paralel 90o kanatlı, cepheye paralel gölgeleme aracı takılı durum [2.1SİM5.ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tablo F. 4: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve yere paralel 90° kanatlı, cepheye paralel gölgeleme aracı takılı durum [2.1SiM5.kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman	Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Oda Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kazanımı[W](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kaybı[W](Saat)	PENCEREDEN NET ISI KAZANIMI[W](Saat)	ARKA DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1:ARKADUVA R-PENCERE:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SOL YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SAG YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	ON DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1-ONDUVAR:PENCERE:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	DOSEME:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	TAVAN:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	Odanın Taşınımı Yüzeylerden Net Kazanımı[W]	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı	Odanın Havalandırma Yolu ile Net Hissedilen Isı Kazanımı	Purchased Sistem Hissedilen Sogutma Miktarı[W](Saat)	Purchased Sistem Toplam Sogutma Yuku[W](Saat)	TOPLAM HISSEDELEN KAZANIMI[W](Saat)
				a	b	a-b=c	d	e	f	g	ğ	h	i	i	j=d+e+f+g+ğ+h+i+i	k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m	
08/21 01:00	8.6	180	19.6	21.0	0.0	101.7	-101.7	30.2	-5.3	42.1	42.8	30.9	-7.9	34.6	27.4	194.9	0.0	122.6	-122.6	72.4	164.8	-29.3
08/21 02:00	8.6	180	18.9	21.0	0.0	116.9	-116.9	28.3	-6.8	36.3	36.9	29.4	-14.1	31.0	26.1	167.1	0.0	177.7	-177.7	0.0	0.0	-127.5
08/21 03:00	8.6	180	18.3	20.7	0.0	128.3	-128.3	27.6	-8.0	31.7	32.2	28.7	-19.4	29.0	25.7	147.5	0.0	203.8	-203.8	0.0	0.0	-184.6
08/21 04:00	8.6	180	17.9	20.5	0.0	134.3	-134.3	32.8	-8.2	34.0	34.5	32.6	-20.8	34.4	30.2	169.5	0.0	218.6	-218.6	0.0	0.0	-183.3
08/21 05:00	8.6	180	17.8	20.3	0.0	132.8	-132.8	37.5	-8.0	35.4	35.8	35.9	-20.0	38.6	34.4	189.6	0.0	218.1	-218.1	0.0	0.0	-161.3
08/21 06:00	8.6	180	18.1	20.3	0.0	84.2	-84.2	39.2	-7.3	33.3	33.7	36.7	-16.9	39.4	36.4	194.4	0.0	193.7	-193.7	0.0	0.0	-83.5
08/21 07:00	8.6	180	18.8	20.5	90.4	0.0	90.4	38.5	-6.3	28.9	29.2	34.6	-11.7	38.4	36.2	187.7	0.0	148.9	-148.9	0.0	0.0	129.2
08/21 08:00	8.6	180	20.0	20.9	591.4	0.0	591.4	35.7	-4.6	33.0	23.1	30.1	-4.7	38.6	33.7	184.9	0.0	76.6	-76.6	2.9	6.7	699.7
08/21 09:00	8.6	180	21.8	21.0	796.2	0.0	796.2	24.7	-2.7	15.9	9.7	19.8	2.9	43.0	24.2	137.4	66.1	0.0	66.1	203.3	475.9	999.7
08/21 10:00	8.6	180	23.8	21.0	798.0	0.0	798.0	29.4	0.8	15.5	12.4	21.2	11.5	64.6	27.1	182.6	242.0	0.0	242.0	424.7	1,048.6	1,222.6
08/21 11:00	8.6	180	26.2	21.0	807.8	0.0	807.8	32.3	3.1	16.9	14.5	21.7	38.3	64.6	29.1	220.6	440.1	0.0	440.1	660.7	1,557.9	1,468.5
08/21 12:00	8.6	180	28.3	21.0	876.2	0.0	876.2	35.0	8.9	19.2	17.4	22.3	66.8	65.0	31.0	265.6	625.2	0.0	625.2	890.9	1,877.0	1,767.0
08/21 13:00	8.6	180	30.0	21.0	941.9	0.0	941.9	37.7	13.8	23.0	22.4	23.6	91.5	67.7	33.0	312.6	763.3	0.0	763.3	1,075.9	2,056.5	2,017.8
08/21 14:00	8.6	180	31.1	21.0	1,103.6	0.0	1,103.6	41.6	17.4	29.9	29.6	26.1	109.4	82.8	35.8	372.6	854.9	0.0	854.9	1,227.5	2,216.5	2,331.2
08/21 15:00	8.6	180	31.5	21.0	1,208.8	0.0	1,208.8	46.3	19.3	39.4	39.0	29.7	118.5	106.7	39.1	437.9	889.2	0.0	889.2	1,327.2	2,311.9	2,536.0
08/21 16:00	8.6	180	31.1	21.0	1,139.1	0.0	1,139.1	48.6	18.9	47.6	60.1	32.5	116.0	105.0	40.6	469.4	854.9	0.0	854.9	1,324.3	2,253.4	2,463.4
08/21 17:00	8.6	180	30.1	21.0	631.7	0.0	631.7	47.2	16.7	51.9	62.6	33.6	104.1	88.3	39.7	444.1	774.8	0.0	774.8	1,218.9	2,067.0	1,850.5
08/21 18:00	8.6	180	28.6	21.0	395.4	0.0	395.4	44.3	12.6	54.2	59.2	34.2	83.9	74.6	37.8	400.7	648.3	0.0	648.3	1,049.0	1,814.3	1,444.5
08/21 19:00	8.6	180	26.8	21.0	131.5	0.0	131.5	40.1	8.0	53.9	56.7	34.3	60.3	62.3	35.0	350.8	498.1	0.0	498.1	848.9	1,526.1	980.4
08/21 20:00	8.6	180	25.1	21.0	71.7	0.0	71.7	37.5	3.9	54.2	56.2	34.3	38.1	54.2	33.2	311.6	347.1	0.0	347.1	658.7	1,250.2	730.4
08/21 21:00	8.6	180	23.5	21.0	22.6	0.0	22.6	35.9	1.0	54.5	55.9	34.3	21.2	49.0	32.0	283.8	218.7	0.0	218.7	502.5	1,016.4	525.1
08/21 22:00	8.6	180	22.2	21.0	0.0	35.6	-35.6	34.6	-0.7	53.5	54.6	33.9	8.6	45.0	30.9	260.5	101.4	0.0	101.4	361.9	781.0	326.3
08/21 23:00	8.6	180	21.1	21.0	0.0	65.2	-65.2	33.3	-1.9	50.9	51.9	33.2	0.4	41.5	29.8	239.1	7.2	0.0	7.2	246.3	568.6	181.1
08/21 24:00	8.6	180	20.3	21.0	0.0	85.2	-85.2	31.8	-3.7	47.1	47.8	32.3	-1.8	38.0	28.6	220.1	0.0	63.6	-63.6	156.5	365.2	71.3

Tablo F. 5: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere açık ve yere paralel 45° kanatlı, cepheye paralel gölgeleme aracı takılı durum [2.2SiM9.ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman	Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Oda Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Oda İçerisi Isı Kazanımı[W](Saat)	Oda İçerisi Isı Kaybı[W](Saat)	PENCEREDEN NET ISI KAZANIMI[W](Saat)	AFKA DUVAR-İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1-ARKADUVA R-PENCEREİ-İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SOL YAN DUVAR-İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SAG YAN DUVAR-İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	ON DUVAR-İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1-ONDUVAR-PENCEREİ-İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	DOSEME-İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	TAVAN-İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	j=d+e+f+g+h+i+ı	Oda İçerisi Isı Kazanımı[W]	Oda İçerisi Isı Kaybı[W]	Oda İçerisi Isı Kazanımı[W]	Purchased Sistem Hissedilen Sogutma Miktarı[W](Saat)	Purchased Sistem Toplam Sogutma Miktarı[W](Saat)	TOPLAM HISSEDİLEN KAZANIMI[W](Saat)
				a	b	a-b=c	d	e	f	g	ğ	h	ı	i			k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m
08/21 01:00	8.6	180	19.6	19.9	0.0	51.5	-51.5	71.2	-4.6	37.7	38.4	24.6	-1.8	86.5	136.9	389.0	0.0	864.5	-864.5	0.0	0.0	-527.0
08/21 02:00	8.6	180	18.9	19.3	0.0	63.5	-63.5	111.2	-4.1	53.5	54.1	35.9	-2.0	124.2	235.4	608.1	0.0	1,101.9	-1,101.9	0.0	0.0	-557.3
08/21 03:00	8.6	180	18.3	18.8	0.0	69.4	-69.4	147.7	-3.7	68.6	69.2	47.3	-1.5	154.7	325.3	807.7	0.0	1,222.9	-1,222.9	0.0	0.0	-484.6
08/21 04:00	8.6	180	17.9	18.4	0.0	70.6	-70.6	172.3	-3.3	78.1	78.7	55.6	-0.8	169.9	385.7	936.2	0.0	1,262.1	-1,262.1	0.0	0.0	-396.5
08/21 05:00	8.6	180	17.8	18.2	0.0	64.5	-64.5	186.5	-2.9	82.2	82.7	60.8	0.4	174.6	419.8	1,004.1	0.0	1,141.1	-1,141.1	0.0	0.0	-201.5
08/21 06:00	8.6	180	18.1	18.3	0.0	36.7	-36.7	182.3	-2.5	76.5	76.9	59.7	1.9	160.9	408.7	964.4	0.0	822.5	-822.5	0.0	0.0	105.1
08/21 07:00	8.6	180	18.8	18.9	76.2	0.0	76.2	156.5	-2.3	59.4	59.8	50.7	2.9	127.7	343.1	798.0	18.7	365.9	-347.2	0.0	0.0	527.0
08/21 08:00	8.6	180	20.0	19.9	507.9	0.0	507.9	112.4	-1.9	45.8	35.0	35.2	2.1	90.0	230.1	548.7	285.1	6.6	278.5	0.0	0.0	1,335.1
08/21 09:00	8.6	180	21.8	21.0	698.4	0.0	698.4	38.0	-1.6	9.9	4.3	13.6	6.0	79.3	42.2	191.7	2,283.1	0.0	2,283.1	1,619.7	4,449.3	3,173.2
08/21 10:00	8.6	180	23.8	21.0	693.1	0.0	693.1	-37.4	-0.8	-13.0	-15.9	0.0	6.6	8.0	-143.5	-196.1	8,254.8	0.0	8,254.8	8,058.8	22,142.5	8,751.9
08/21 11:00	8.6	180	26.2	21.0	667.4	0.0	667.4	-17.2	2.0	-9.7	-11.9	0.2	36.9	31.6	-94.2	-62.2	15,027.1	0.0	15,027.1	14,964.8	37,949.2	15,632.2
08/21 12:00	8.6	180	28.3	21.0	737.7	0.0	737.7	-3.3	6.8	-6.8	-8.1	1.1	66.0	49.9	-60.6	45.1	21,375.9	0.0	21,375.9	21,421.0	48,376.5	22,158.7
08/21 13:00	8.6	180	30.0	21.0	794.1	0.0	794.1	7.3	11.7	-3.4	-3.7	2.2	91.1	61.6	-33.8	133.0	26,118.7	0.0	26,118.7	26,251.7	54,464.4	27,045.8
08/21 14:00	8.6	180	31.1	21.0	945.3	0.0	945.3	19.6	15.3	0.7	0.5	3.9	109.3	108.5	-3.7	253.9	29,270.6	0.0	29,270.6	29,524.6	58,128.7	30,469.9
08/21 15:00	8.6	180	31.5	21.0	1,042.6	0.0	1,042.6	31.4	17.1	2.9	2.6	6.3	118.3	160.4	24.0	363.1	30,452.8	0.0	30,452.8	30,816.0	58,793.8	31,858.6
08/21 16:00	8.6	180	31.1	21.0	997.8	0.0	997.8	36.2	16.7	9.5	17.0	8.5	115.6	130.4	36.0	369.8	29,278.2	0.0	29,278.2	29,647.9	55,906.3	30,645.7
08/21 17:00	8.6	180	30.1	21.0	535.3	0.0	535.3	33.2	14.5	13.9	22.1	9.8	103.7	92.9	32.3	322.2	26,525.9	0.0	26,525.9	26,848.1	51,151.1	27,383.4
08/21 18:00	8.6	180	28.6	21.0	338.1	0.0	338.1	29.5	10.6	17.2	21.3	10.7	83.5	73.2	27.6	273.6	22,186.1	0.0	22,186.1	22,459.7	43,936.7	22,797.8
08/21 19:00	8.6	180	26.8	21.0	175.5	0.0	175.5	25.5	6.3	19.8	22.1	11.6	60.2	58.5	21.8	225.8	17,035.0	0.0	17,035.0	17,260.8	35,360.2	17,436.4
08/21 20:00	8.6	180	25.1	21.0	113.0	0.0	113.0	24.9	2.5	22.3	23.9	12.4	38.3	51.3	22.6	198.2	11,860.9	0.0	11,860.9	12,059.1	26,332.3	12,172.1
08/21 21:00	8.6	180	23.5	21.0	62.7	0.0	62.7	25.0	0.0	24.1	25.3	13.0	21.7	46.6	24.0	179.7	7,465.5	0.0	7,465.5	7,645.2	18,025.9	7,707.9
08/21 22:00	8.6	180	22.2	21.0	19.8	0.0	19.8	24.8	-0.2	24.6	25.6	13.3	9.1	42.3	24.5	163.9	3,458.0	0.0	3,458.0	3,621.9	9,238.7	3,641.7
08/21 23:00	8.6	180	21.1	21.0	0.0	13.2	-13.2	23.9	-3.0	23.6	24.4	13.2	0.8	37.4	23.8	144.3	244.4	0.0	244.4	388.7	1,067.9	375.4
08/21 24:00	8.6	180	20.3	20.5	0.0	35.2	-35.2	22.4	-5.1	21.3	22.0	12.9	-2.1	32.2	22.3	126.1	0.0	570.1	-570.1	0.0	0.0	-479.2

Tablo F. 6: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve yere paralel 45° kanatlı, cepheye paralel gölgeleme aracı takılı durum [2.2SiM9.kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman	Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)		a	b	a-b=c	d	e	f	g	ğ	h	i	i	j=d+e+f+g+ğ+h+i	k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m
08/21 01:00	8.6	180	19.6	21.0	0.0	73.3	-73.3	26.5	-5.4	38.4	39.0	28.6	-4.3	31.4	23.3	177.6	0.0	61.0	-61.0	116.6	241.0	43.3
08/21 02:00	8.6	180	18.9	21.0	0.0	92.7	-92.7	24.9	-6.9	33.0	33.6	27.2	-10.3	28.1	22.2	151.7	0.0	90.3	-90.3	61.3	123.9	-31.3
08/21 03:00	8.6	180	18.3	21.0	0.0	108.0	-108.0	23.0	-8.3	27.1	27.6	25.6	-15.9	24.6	20.9	124.6	0.0	113.8	-113.8	10.8	21.4	-97.2
08/21 04:00	8.6	180	17.9	20.9	0.0	118.9	-118.9	20.9	-9.5	21.1	21.5	23.8	-20.6	21.1	19.6	98.0	0.0	126.1	-126.1	0.0	0.0	-147.0
08/21 05:00	8.6	180	17.8	20.7	0.0	119.6	-119.6	22.4	-9.6	19.2	19.5	24.8	-21.2	22.2	21.2	98.4	0.0	125.8	-125.8	0.0	0.0	-147.1
08/21 06:00	8.6	180	18.1	20.7	0.0	95.3	-95.3	24.4	-8.9	17.8	18.1	26.0	-17.9	23.9	23.2	106.5	0.0	112.2	-112.2	0.0	0.0	-101.0
08/21 07:00	8.6	180	18.8	20.8	18.9	0.0	18.9	24.4	-7.7	14.7	14.9	25.0	-12.2	23.7	23.6	106.3	0.0	86.6	-86.6	0.0	0.0	38.6
08/21 08:00	8.6	180	20.0	21.0	456.3	0.0	456.3	23.2	-5.7	19.2	11.0	22.3	-4.2	24.9	22.6	113.4	0.0	43.2	-43.2	26.8	54.2	526.4
08/21 09:00	8.6	180	21.8	21.0	652.1	0.0	652.1	20.5	-2.8	12.0	6.4	18.6	4.9	38.9	20.1	118.8	32.9	0.0	32.9	158.8	345.9	803.7
08/21 10:00	8.6	180	23.8	21.0	659.3	0.0	659.3	23.7	0.8	10.5	7.8	19.3	16.5	56.4	22.2	157.2	120.6	0.0	120.6	275.4	638.4	937.1
08/21 11:00	8.6	180	26.2	21.0	639.1	0.0	639.1	25.4	2.9	10.8	8.6	19.3	43.1	54.2	23.4	187.7	219.5	0.0	219.5	407.2	914.6	1,046.4
08/21 12:00	8.6	180	28.3	21.0	712.5	0.0	712.5	27.1	8.7	12.0	10.4	19.6	72.0	53.2	24.7	227.7	312.1	0.0	312.1	539.8	1,097.9	1,252.3
08/21 13:00	8.6	180	30.0	21.0	770.3	0.0	770.3	29.0	13.4	14.8	14.2	20.4	96.9	54.6	26.2	269.6	381.3	0.0	381.3	650.9	1,196.8	1,421.2
08/21 14:00	8.6	180	31.1	21.0	922.3	0.0	922.3	32.0	17.0	20.3	20.0	22.6	115.0	67.9	28.4	323.3	427.3	0.0	427.3	750.6	1,292.6	1,672.9
08/21 15:00	8.6	180	31.5	21.0	1,019.4	0.0	1,019.4	35.8	18.9	28.3	28.0	25.8	124.1	90.0	30.9	381.9	444.5	0.0	444.5	826.4	1,367.3	1,845.8
08/21 16:00	8.6	180	31.1	21.0	974.0	0.0	974.0	37.8	18.5	35.8	47.2	28.3	121.5	88.5	32.2	409.8	427.3	0.0	427.3	837.1	1,347.2	1,811.1
08/21 17:00	8.6	180	30.1	21.0	511.9	0.0	511.9	36.9	16.2	40.4	50.4	29.4	109.5	73.3	31.4	387.5	387.1	0.0	387.1	774.7	1,234.5	1,286.6
08/21 18:00	8.6	180	28.6	21.0	315.6	0.0	315.6	34.9	12.2	43.5	48.2	30.1	88.9	61.7	30.0	349.4	323.8	0.0	323.8	673.2	1,088.3	988.8
08/21 19:00	8.6	180	26.8	21.0	153.8	0.0	153.8	32.6	7.7	45.4	48.1	30.6	65.1	53.0	28.4	311.0	248.6	0.0	248.6	559.6	935.9	713.4
08/21 20:00	8.6	180	25.1	21.0	90.9	0.0	90.9	31.3	3.7	47.3	49.2	31.0	42.3	47.3	27.3	279.4	173.1	0.0	173.1	452.5	793.0	543.4
08/21 21:00	8.6	180	23.5	21.0	43.3	0.0	43.3	30.5	0.9	48.5	49.9	31.1	25.7	43.5	26.6	256.6	109.0	0.0	109.0	365.6	676.5	408.9
08/21 22:00	8.6	180	22.2	21.0	0.1	0.0	0.1	29.7	-0.8	48.2	49.3	31.0	12.4	40.3	25.8	235.8	50.5	0.0	50.5	286.3	559.9	286.5
08/21 23:00	8.6	180	21.1	21.0	0.0	33.0	-33.0	28.8	-2.1	46.2	47.1	30.5	3.2	37.3	25.0	215.9	3.6	0.0	3.6	219.5	454.4	186.5
08/21 24:00	8.6	180	20.3	21.0	0.0	55.7	-55.7	27.6	-3.9	42.8	43.5	29.6	-1.6	34.3	24.1	196.5	0.0	31.6	-31.6	164.8	346.6	109.1

Tablo F. 7: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere açık ve cepheye paralel 90° kanatlı, cepheye dik gölgeleme aracı takılı durum [3.1SiM12.ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman																								
	Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Oda Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kazanımı[W](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kaybı[W](Saat)	PENCEREDEN NET ISI KAZANIM[W](Saat)	AFKA DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1:AFKADUVA R-PENCERE:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SOL YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SAG YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	ÖN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1:ONDUVAR PENCERE: İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	DOSEME:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	TAVAN:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	Odanın Taşınımı Yüzeylerden Net Kazanımı[W]	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı [W](Saat)	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı	Odanın Havalandırma Yolu ile Net Hissedilen Isı Kazanımı	Purchased Sistem Hissedilen Sogutma Yük Miktarı[W](Saat)	Purchased Sistem Toplam Sogutma Yük Miktarı[W](Saat)	TOPLAM HİSSEDİLEN KAZANIM[W](Saat)		
				a	b	a-b=c	d	e	f	g	ğ	h	i	i	j=d+e+f+g+ğ+h+i	k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m			
08/21 01:00	8.6	180	19.6	19.6	0.0	78.9	-78.9	109.1	-3.6	57.5	59.7	36.9	-3.9	110.2	179.8	545.8	2.3	1,017.8	-1,015.5	0.0	0.0	-548.7		
08/21 02:00	8.6	180	18.9	18.9	0.0	88.0	-88.0	154.3	-3.0	76.8	78.9	50.7	-1.7	146.7	266.3	769.0	0.0	1,242.5	-1,242.5	0.0	0.0	-561.5		
08/21 03:00	8.6	180	18.3	18.4	0.0	93.2	-93.2	194.8	-2.4	94.8	96.7	64.1	-1.7	176.2	344.7	967.1	0.0	1,350.6	-1,350.6	0.0	0.0	-476.6		
08/21 04:00	8.6	180	17.9	18.0	0.0	93.7	-93.7	220.1	-2.0	105.1	106.8	73.2	-1.4	189.9	395.3	1,087.1	0.0	1,377.0	-1,377.0	0.0	0.0	-383.6		
08/21 05:00	8.6	180	17.8	17.8	0.0	87.2	-87.2	233.0	-1.6	108.5	110.1	78.2	-0.4	192.7	422.0	1,142.5	0.0	1,236.8	-1,236.8	0.0	0.0	-181.4		
08/21 06:00	8.6	180	18.1	18.1	0.0	24.1	-24.1	225.5	-1.4	100.3	101.6	75.7	0.6	178.4	409.5	1,090.2	0.0	905.2	-905.2	0.0	0.0	161.0		
08/21 07:00	8.6	180	18.8	18.8	209.1	0.0	209.1	194.9	-1.4	79.1	80.2	63.2	1.4	147.7	350.4	915.5	67.5	498.1	-430.6	0.0	0.0	694.1		
08/21 08:00	8.6	180	20.0	20.0	934.4	0.0	934.4	149.3	-1.4	70.2	52.0	44.3	3.4	119.2	257.3	694.2	185.2	39.3	146.0	0.0	0.0	1,774.6		
08/21 09:00	8.6	180	21.8	21.0	1,580.6	0.0	1,580.6	74.9	-1.5	42.1	15.6	19.3	5.6	149.7	105.7	411.4	33,616.6	0.0	33,616.6	33,339.1	91,598.2	35,608.5		
08/21 10:00	8.6	180	23.8	21.0	1,778.1	0.0	1,778.1	23.3	-0.1	18.4	2.1	5.1	8.9	180.4	-3.9	234.2	123,033.3	0.0	123,033.3	123,267.5	338,692.8	125,045.7		
08/21 11:00	8.6	180	26.2	21.0	1,756.3	0.0	1,756.3	56.4	1.4	24.0	5.4	9.9	31.1	258.4	46.3	432.9	223,659.0	0.0	223,659.0	224,091.9	565,294.1	225,848.2		
08/21 12:00	8.6	180	28.3	21.0	1,796.2	0.0	1,796.2	78.9	8.3	24.9	13.1	13.6	60.9	309.1	82.4	591.2	317,705.5	0.0	317,705.5	318,296.7	717,315.9	320,093.0		
08/21 13:00	8.6	180	30.0	21.0	1,884.2	0.0	1,884.2	95.5	13.3	28.9	24.0	16.9	86.0	329.6	111.3	705.5	387,796.8	0.0	387,796.8	388,502.3	805,888.8	390,386.5		
08/21 14:00	8.6	180	31.1	21.0	2,034.7	0.0	2,034.7	110.5	17.1	36.4	42.3	20.5	104.2	350.6	139.0	820.6	434,306.0	0.0	434,306.0	435,126.6	857,252.8	437,161.3		
08/21 15:00	8.6	180	31.5	21.0	2,051.7	0.0	2,051.7	120.7	19.1	45.2	68.3	24.0	113.3	345.8	159.0	895.4	451,724.9	0.0	451,724.9	452,620.3	864,997.6	454,672.0		
08/21 16:00	8.6	180	31.1	21.0	1,585.3	0.0	1,585.3	115.2	18.7	49.8	94.4	25.2	110.7	243.9	154.6	812.3	434,384.2	0.0	434,384.2	435,196.6	822,799.4	436,781.9		
08/21 17:00	8.6	180	30.1	21.0	760.9	0.0	760.9	100.2	16.1	49.7	76.9	24.6	98.2	173.6	136.2	675.6	393,753.9	0.0	393,753.9	394,429.5	753,687.4	395,190.4		
08/21 18:00	8.6	180	28.6	21.0	454.9	0.0	454.9	85.6	11.8	48.1	61.2	24.1	77.3	132.5	118.2	559.0	329,608.9	0.0	329,608.9	330,167.9	647,751.8	330,622.8		
08/21 19:00	8.6	180	26.8	21.0	135.3	0.0	135.3	68.7	7.2	44.9	52.6	23.5	53.9	98.6	95.7	445.1	253,339.6	0.0	253,339.6	253,784.6	521,442.9	253,920.0		
08/21 20:00	8.6	180	25.1	21.0	77.0	0.0	77.0	61.8	3.1	43.4	48.8	23.3	32.1	82.0	87.8	382.3	176,578.4	0.0	176,578.4	176,960.7	387,601.7	177,037.7		
08/21 21:00	8.6	180	23.5	21.0	28.5	0.0	28.5	57.7	0.4	42.6	46.7	23.1	15.8	72.2	82.8	341.3	111,247.6	0.0	111,247.6	111,588.8	263,997.5	111,617.3		
08/21 22:00	8.6	180	22.2	21.0	0.0	13.1	-13.1	54.5	-0.9	41.0	44.2	22.7	3.9	64.5	78.1	308.0	51,575.0	0.0	51,575.0	51,882.9	132,833.1	51,869.8		
08/21 23:00	8.6	180	21.1	21.0	0.0	43.4	-43.4	51.2	-2.8	38.2	40.8	22.1	-2.4	57.5	73.2	277.8	3,648.7	0.0	3,648.7	3,926.5	10,788.5	3,883.1		
08/21 24:00	8.6	180	20.3	20.3	0.0	65.0	-65.0	47.7	-4.6	34.2	36.5	21.2	-6.2	50.8	68.0	247.6	8.1	748.5	-740.4	0.0	0.0	-557.7		

Tablo F. 8: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve cepheye paralel 90° kanatlı, cepheye dik gölgeleme aracı takılı durum [3.1SiM12.kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman	Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Oda Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kazanımı[W](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kaybı[W](Saat)	PENCEREDEN NET ISI KAZANIMI[W](Saat)	ARKA DUVAR: İç Yüzey Taşınımla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1-ARKADUVAR-PENCERE:İç Yüzey Taşınımla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SOL YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SAG YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	ON DUVAR:İç Yüzey Taşınımla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1-ONDUVAR-PENCERE: İç Yüzey Taşınımla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	DOSEME:İç Yüzey Taşınımla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	TAVAN:İç Yüzey Taşınımla Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	Odanın Taşınımlı Yüzeylerden Net Kazanımı[W]	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı [W](Saat)	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı [W](Saat)	Odanın Havalandırma Yolu ile Net Hissedilen Isı Kazanımı	Purchased Sistem Hissedilen Soğutma Yükü	Purchased Sistem Toplam Soğutma Yükü	TOPLAM HISSEDİLEN KAZANIM[W](Saat)
				a	b	a-b=c	d	e	f	g	ğ	h	i	i	j=d+e+f+g+ğ+h+i+i	k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m	
08/21 01:00	8.6	180	19.58	21.00	0.00	108.93	-108.93	44.21	-4.65	57.06	59.15	40.71	-8.86	50.07	42.31	280.01	0.00	239.54	-239.54	40.46	95.49	-68.46
08/21 02:00	8.6	180	18.89	20.74	0.00	127.87	-127.87	41.58	-6.15	50.01	51.79	38.74	-15.26	45.42	40.23	246.35	0.00	311.44	-311.44	0.00	0.00	-192.96
08/21 03:00	8.6	180	18.34	20.47	0.00	140.25	-140.25	47.51	-6.56	52.96	54.55	43.11	-17.71	51.52	45.15	270.52	0.00	357.36	-357.36	0.00	0.00	-227.09
08/21 04:00	8.6	180	17.93	20.15	0.00	146.37	-146.37	56.53	-6.38	59.14	60.60	49.68	-17.63	60.71	52.83	315.48	0.00	374.39	-374.39	0.00	0.00	-205.28
08/21 05:00	8.6	180	17.80	19.97	0.00	144.61	-144.61	59.90	-6.31	58.44	59.73	51.98	-17.38	62.35	56.22	324.93	0.00	365.97	-365.97	0.00	0.00	-185.66
08/21 06:00	8.6	180	18.07	19.99	0.00	83.12	-83.12	62.69	-5.60	57.08	58.23	53.41	-13.98	63.94	59.07	334.83	0.00	323.69	-323.69	0.00	0.00	-71.97
08/21 07:00	8.6	180	18.75	20.25	150.47	0.00	150.47	60.79	-4.79	50.76	51.76	49.91	-9.65	61.42	57.74	317.93	0.00	252.56	-252.56	0.00	0.00	215.84
08/21 08:00	8.6	180	19.99	20.82	878.13	0.00	878.13	56.18	-3.54	60.32	42.95	42.88	-3.70	60.78	53.31	309.17	0.00	139.99	-139.99	0.00	0.00	1,047.32
08/21 09:00	8.6	180	21.77	21.00	1,528.47	0.00	1,528.47	40.94	-2.30	51.87	23.74	28.49	2.12	73.48	39.37	257.72	129.13	0.00	129.13	386.38	938.17	1,915.32
08/21 10:00	8.6	180	23.82	21.00	1,732.28	0.00	1,732.28	53.43	1.39	65.21	34.80	34.22	10.28	142.58	47.03	388.93	472.87	0.00	472.87	861.80	2,170.24	2,594.08
08/21 11:00	8.6	180	26.15	21.00	1,720.36	0.00	1,720.36	62.75	4.50	67.86	43.85	38.46	39.20	184.32	52.89	493.83	859.64	0.00	859.64	1,353.44	3,132.14	3,073.84
08/21 12:00	8.6	180	28.34	21.00	1,761.49	0.00	1,761.49	70.31	10.71	66.96	52.54	42.21	68.70	212.96	58.00	582.38	1,220.99	0.00	1,220.99	1,803.37	3,691.15	3,564.86
08/21 13:00	8.6	180	29.99	21.00	1,849.79	0.00	1,849.79	76.71	15.87	70.91	65.75	45.82	94.11	229.13	62.64	660.94	1,490.33	0.00	1,490.33	2,151.27	4,045.80	4,001.06
08/21 14:00	8.6	180	31.08	21.00	2,000.46	0.00	2,000.46	82.88	19.71	79.39	87.17	49.92	112.57	242.31	67.29	741.24	1,669.11	0.00	1,669.11	2,410.35	4,317.04	4,410.81
08/21 15:00	8.6	180	31.50	21.00	2,017.27	0.00	2,017.27	87.76	21.75	89.05	116.11	53.86	121.90	244.04	71.14	805.62	1,735.99	0.00	1,735.99	2,541.61	4,409.19	4,558.89
08/21 16:00	8.6	180	31.08	21.00	1,550.92	0.00	1,550.92	86.61	21.32	93.24	143.43	54.71	119.25	195.54	71.02	785.12	1,669.11	0.00	1,669.11	2,454.24	4,188.75	4,005.15
08/21 17:00	8.6	180	30.13	21.00	727.91	0.00	727.91	80.17	18.65	91.61	122.22	53.28	106.31	148.11	67.42	687.77	1,512.73	0.00	1,512.73	2,200.49	3,783.70	2,928.40
08/21 18:00	8.6	180	28.62	21.00	423.29	0.00	423.29	72.66	14.10	88.27	102.84	51.86	84.76	117.93	63.03	595.45	1,266.00	0.00	1,266.00	1,861.45	3,294.09	2,284.74
08/21 19:00	8.6	180	26.84	21.00	104.97	0.00	104.97	64.40	9.19	82.98	91.59	50.37	60.49	95.19	57.89	512.08	972.85	0.00	972.85	1,484.93	2,747.85	1,589.90
08/21 20:00	8.6	180	25.06	21.00	47.68	0.00	47.68	59.10	4.79	79.88	85.86	49.26	37.83	81.20	54.51	452.43	678.01	0.00	678.01	1,130.43	2,218.48	1,178.11
08/21 21:00	8.6	180	23.55	21.00	0.00	0.37	-0.37	55.81	1.67	77.70	82.21	48.33	20.58	72.64	52.21	411.16	427.18	0.00	427.18	838.34	1,760.64	837.96
08/21 22:00	8.6	180	22.18	21.00	0.00	39.95	-39.95	53.23	-0.39	74.71	78.31	47.26	8.06	66.44	50.17	377.79	198.06	0.00	198.06	575.85	1,295.03	535.91
08/21 23:00	8.6	180	21.08	21.00	0.00	70.91	-70.91	50.83	-1.21	70.46	73.41	45.94	-0.08	61.20	48.16	348.71	14.01	0.00	14.01	362.72	876.44	291.81
08/21 24:00	8.6	180	20.26	21.00	0.00	97.56	-97.56	48.45	-3.10	65.05	67.53	44.35	-1.07	56.47	46.14	323.82	0.00	124.22	-124.22	199.60	483.31	102.05

Tablo F. 9: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere açık ve cepheye paralel 45° kanatlı, cepheye dik gölgeleme aracı takılı durum [3.2SiM15.ac.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

Tarih/Zaman	Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Oda Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kazanımı[W](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kaybı[W](Saat)	PENCEREDEN NET ISI KAZANIMI[W](Saat)	ARKA DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1-ARKADUVA R-PENCERE:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SOL YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SAG YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	ON DUVAR:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1-ONDUVAR PENCERE: İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	DOSEME:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	TAVAN:İç Yüzey Taşınımı Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	Odanın Taşınımı Yüzeylerden Net Kazanımı[W]	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı [W](Saat)	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kaybı[W](Saat)	Odanın Havalandırma Yolu ile Net Hissedilen Isı Kazanımı [W]	Purchased Sistem Hissedilen Soğutma Yük Miktarı[W](Saat)	Purchased Sistem Toplam Soğutma Yük Miktarı[W](Saat)	TOPLAM HİSSEDİLEN KAZANIMI[W](Saat)
				a	b	a-b=c	d	e	f	g	ğ	h	i	j=d+e+f+g+ğ+h+i	k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m		
08/21 01:00	8.6	180	19.58	19.60	0.00	74.66	-74.66	99.96	-3.76	51.85	52.94	31.74	-3.71	99.29	161.21	489.52	3.15	952.35	-949.19	0.00	0.00	-534.33
08/21 02:00	8.6	180	18.89	18.92	0.00	83.77	-83.77	145.68	-3.15	71.27	72.30	45.42	-1.32	135.96	247.18	713.34	0.00	1,176.87	-1,176.87	0.00	0.00	-547.30
08/21 03:00	8.6	180	18.34	18.37	0.00	89.53	-89.53	186.61	-2.50	89.43	90.39	58.81	-1.70	165.83	325.34	912.22	0.00	1,288.32	-1,288.32	0.00	0.00	-465.63
08/21 04:00	8.6	180	17.93	17.96	0.00	90.24	-90.24	212.44	-2.10	100.15	101.01	68.08	-1.30	180.08	376.24	1,034.60	0.00	1,319.11	-1,319.11	0.00	0.00	-374.75
08/21 05:00	8.6	180	17.80	17.82	0.00	83.87	-83.87	225.75	-1.73	103.95	104.73	73.32	-0.27	183.66	403.69	1,093.11	0.00	1,185.57	-1,185.57	0.00	0.00	-176.34
08/21 06:00	8.6	180	18.07	18.09	0.00	22.48	-22.48	218.66	-1.48	96.16	96.84	71.08	0.74	170.20	392.47	1,044.67	0.00	863.06	-863.06	0.00	0.00	159.13
08/21 07:00	8.6	180	18.75	18.76	209.78	0.00	209.78	188.50	-1.52	75.49	76.06	59.08	1.42	140.48	335.48	875.00	68.18	467.43	-399.24	0.00	0.00	685.53
08/21 08:00	8.6	180	19.99	19.98	916.84	0.00	916.84	142.78	-1.51	66.16	48.30	40.59	3.51	112.14	244.19	656.17	205.19	38.00	167.20	0.00	0.00	1,740.21
08/21 09:00	8.6	180	21.77	21.00	1,304.43	0.00	1,304.43	64.65	-1.57	26.45	11.96	15.86	5.80	135.12	89.93	348.20	32,061.37	0.00	32,061.37	31,736.16	87,194.13	33,714.00
08/21 10:00	8.6	180	23.82	21.00	1,306.09	0.00	1,306.09	4.89	-0.31	0.74	-2.07	1.53	8.62	116.69	-29.61	100.47	117,336.44	0.00	117,336.44	117,436.91	322,672.48	118,743.00
08/21 11:00	8.6	180	26.15	21.00	1,155.65	0.00	1,155.65	27.90	1.72	1.95	0.72	4.27	30.62	124.07	5.01	196.26	213,291.70	0.00	213,291.70	213,487.96	538,635.10	214,643.61
08/21 12:00	8.6	180	28.34	21.00	1,050.53	0.00	1,050.53	39.41	7.60	3.94	1.87	5.33	59.58	99.43	24.64	241.81	302,963.80	0.00	302,963.80	303,205.61	683,458.78	304,256.14
08/21 13:00	8.6	180	29.99	21.00	1,230.18	0.00	1,230.18	53.57	12.36	7.79	5.92	6.97	83.84	125.39	50.15	345.99	369,789.25	0.00	369,789.25	370,135.23	767,991.66	371,365.41
08/21 14:00	8.6	180	31.08	21.00	1,533.49	0.00	1,533.49	72.41	15.98	15.43	13.68	10.05	101.72	200.44	82.63	512.35	414,128.88	0.00	414,128.88	414,641.22	817,082.72	416,174.72
08/21 15:00	8.6	180	31.50	21.00	1,672.04	0.00	1,672.04	89.07	18.03	25.84	24.44	13.99	111.08	267.33	110.77	660.54	430,734.52	0.00	430,734.52	431,395.06	824,577.74	433,067.10
08/21 16:00	8.6	180	31.08	21.00	1,506.55	0.00	1,506.55	89.98	17.73	33.44	53.10	16.20	108.83	197.53	114.62	631.44	414,202.70	0.00	414,202.70	414,834.14	784,395.67	416,340.69
08/21 17:00	8.6	180	30.13	21.00	758.72	0.00	758.72	79.73	15.47	36.15	52.73	16.60	97.11	143.22	102.19	543.20	375,467.16	0.00	375,467.16	376,010.36	718,557.42	376,769.08
08/21 18:00	8.6	180	28.62	21.00	453.05	0.00	453.05	68.03	11.37	36.65	44.14	16.73	76.83	109.86	87.96	451.58	314,310.74	0.00	314,310.74	314,762.32	617,570.80	315,215.37
08/21 19:00	8.6	180	26.84	21.00	142.02	0.00	142.02	53.46	6.83	35.08	39.26	16.68	53.61	80.59	68.81	354.32	241,590.16	0.00	241,590.16	241,944.48	497,146.96	242,086.50
08/21 20:00	8.6	180	25.06	21.00	82.95	0.00	82.95	47.99	2.84	34.79	37.61	16.80	32.01	66.53	63.11	301.69	168,395.40	0.00	168,395.40	168,697.09	369,525.63	168,780.04
08/21 21:00	8.6	180	23.55	21.00	33.96	0.00	33.96	45.08	0.20	34.88	36.97	16.95	15.82	58.19	59.87	267.96	106,095.75	0.00	106,095.75	106,363.71	251,653.55	106,397.67
08/21 22:00	8.6	180	22.18	21.00	0.00	8.01	-8.01	42.72	-0.80	34.01	35.65	16.91	3.98	51.67	56.73	240.87	49,188.14	0.00	49,188.14	49,429.01	126,560.17	49,421.00
08/21 23:00	8.6	180	21.08	21.00	0.00	38.54	-38.54	40.23	-2.97	31.88	33.21	16.61	-2.38	45.77	53.31	215.66	3,479.95	0.00	3,479.95	3,695.62	10,154.17	3,657.08
08/21 24:00	8.6	180	20.26	20.28	0.00	60.38	-60.38	37.36	-4.84	28.61	29.71	16.06	-6.06	39.97	49.49	190.29	9.01	681.17	-672.16	0.00	0.00	-542.25

Tablo F. 10: 8.6 m/s rüzgar hızında, ön pencere kapalı ve cepheye paralel 45° kanatlı, cepheye dik gölgeleme aracı takılı durum [3.2SİM15.kap.pen]'de oluşan hissedilen kazanımlar ve toplam yükler

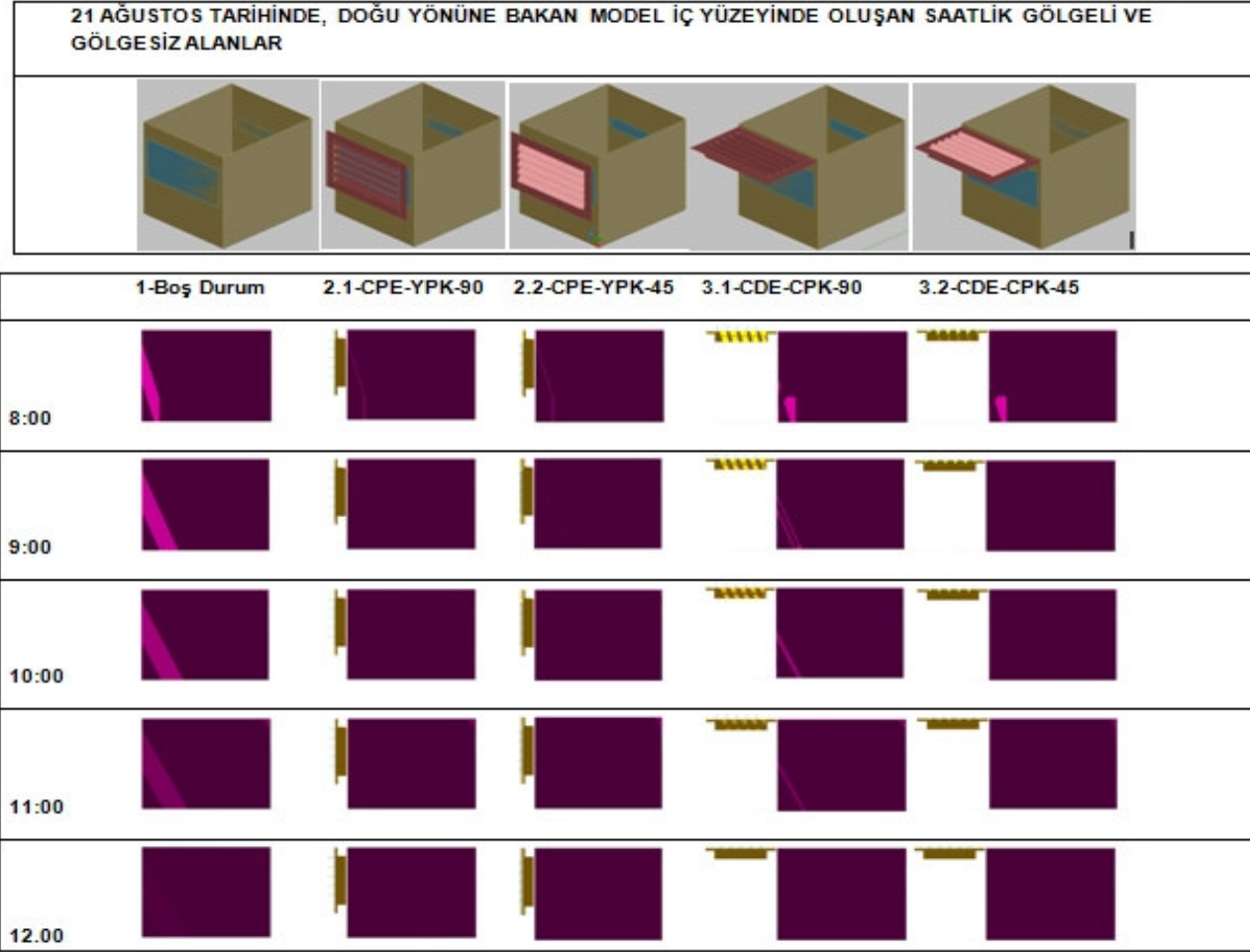
Tarih/Zaman	Rüzgar Hızı [m/s](Saat)	Rüzgar Yönü (Saat)	Dış Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Oda Hava Sıcaklığı [C](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kazanımı[W](Saat)	Odanın Pencereden Isı Kaybı[W](Saat)	PENCEREDEN NET ISI KAZANIM[W](Saat)	ARKA DUVAR:İç Yüzey Taşınım Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1:ARKADUVAR-PENCERE:İç Yüzey Taşınım Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SOL YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınım Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	SAG YAN DUVAR:İç Yüzey Taşınım Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	ÖN DUVAR:İç Yüzey Taşınım Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	OFİS1-ONDUVAR-PENCERE: İç Yüzey Taşınım Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	DOSEME:İç Yüzey Taşınım Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	TAVAN:İç Yüzey Taşınım Geçen Isı Miktarı [W](Saat)	Odanın Taşınım Yüzeylerden Net Kazanımı[W]	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı [W](Saat)	Odanın Havalandırma Yolu ile Hissedilen Isı Kazanımı [W]	Purchased Sistem Hissedilen Sığıtma Yük Miktarı[W](Saat)	Purchased Sistem Toplam Sığıtma Yük	TOPLAM HİSSEDİLEN KAZANIM[W](Saat)	
				a	b	a-b=c	d	e	f	g	g	h	i	j=d+e+f+g+h+i	k	l	k-l=m	s	p	t=c+j+m		
08/21 01:00	8.6	180	19.58	21.13	0.00	101.74	-101.74	36.50	-5.06	48.34	49.37	33.32	-9.14	40.88	34.21	228.42	0.00	229.47	-229.47	0.00	0.00	-102.79
08/21 02:00	8.6	180	18.89	20.71	0.00	120.89	-120.89	34.38	-6.53	42.17	43.05	31.81	-15.48	37.00	32.60	199.01	0.00	285.69	-285.69	0.00	0.00	-207.56
08/21 03:00	8.6	180	18.34	20.39	0.00	131.99	-131.99	45.41	-6.30	51.55	52.37	40.06	-15.81	49.59	41.65	258.50	0.00	322.22	-322.22	0.00	0.00	-195.70
08/21 04:00	8.6	180	17.93	20.14	0.00	139.04	-139.04	50.23	-6.61	52.94	53.67	43.56	-17.37	53.26	46.07	275.75	0.00	341.65	-341.65	0.00	0.00	-204.95
08/21 05:00	8.6	180	17.80	19.93	0.00	136.94	-136.94	56.30	-6.24	55.56	56.22	47.92	-16.10	58.50	51.62	303.79	0.00	337.66	-337.66	0.00	0.00	-170.82
08/21 06:00	8.6	180	18.07	19.93	0.00	77.34	-77.34	58.18	-5.64	53.31	53.89	48.78	-13.10	58.96	53.83	308.21	0.00	297.76	-297.76	0.00	0.00	-66.89
08/21 07:00	8.6	180	18.75	20.20	155.32	0.00	155.32	56.32	-4.82	47.15	47.65	45.45	-8.86	56.57	52.60	292.06	0.00	228.73	-228.73	0.00	0.00	218.65
08/21 08:00	8.6	180	19.99	20.77	864.61	0.00	864.61	51.96	-3.53	56.27	39.28	38.82	-2.95	56.13	48.48	284.47	0.00	120.39	-120.39	0.00	0.00	1,028.69
08/21 09:00	8.6	180	21.77	20.99	1,256.32	0.00	1,256.32	36.12	-2.26	34.97	19.71	24.40	2.78	66.42	34.36	216.50	125.47	0.00	125.47	320.00	781.00	1,598.28
08/21 10:00	8.6	180	23.82	21.00	1,263.93	0.00	1,263.93	42.54	1.16	32.32	24.44	26.24	9.92	109.88	37.70	284.21	454.63	0.00	454.63	739.77	1,888.43	2,002.77
08/21 11:00	8.6	180	26.15	21.00	1,123.45	0.00	1,123.45	47.06	3.84	32.73	28.28	27.48	37.93	111.85	40.45	329.63	826.08	0.00	826.08	1,154.56	2,739.42	2,279.15
08/21 12:00	8.6	180	28.34	21.00	1,020.61	0.00	1,020.61	49.08	9.68	33.90	30.81	27.69	66.34	95.16	41.98	354.63	1,173.26	0.00	1,173.26	1,527.72	3,225.13	2,548.50
08/21 13:00	8.6	180	29.99	21.00	1,202.09	0.00	1,202.09	52.34	14.42	38.51	36.09	29.19	90.53	98.07	44.55	403.69	1,432.06	0.00	1,432.06	1,835.70	3,570.59	3,037.83
08/21 14:00	8.6	180	31.08	21.00	1,505.99	0.00	1,505.99	58.45	18.05	48.15	46.10	32.99	108.43	129.78	49.00	490.96	1,603.68	0.00	1,603.68	2,094.62	3,876.65	3,600.62
08/21 15:00	8.6	180	31.50	21.00	1,643.89	0.00	1,643.89	65.40	20.17	60.68	59.14	37.92	117.99	171.19	53.87	586.37	1,667.96	0.00	1,667.96	2,254.32	4,022.60	3,898.21
08/21 16:00	8.6	180	31.08	21.00	1,477.43	0.00	1,477.43	67.34	19.94	68.87	92.80	40.30	115.97	152.62	55.33	613.17	1,603.69	0.00	1,603.69	2,216.86	3,869.01	3,694.29
08/21 17:00	8.6	180	30.13	21.00	730.36	0.00	730.36	63.71	17.61	70.89	89.85	40.25	104.02	119.35	53.18	558.86	1,453.40	0.00	1,453.40	2,012.26	3,519.59	2,742.62
08/21 18:00	8.6	180	28.62	21.00	425.73	0.00	425.73	58.23	13.32	70.22	78.70	39.81	83.21	96.37	49.85	489.72	1,216.48	0.00	1,216.48	1,706.20	3,060.28	2,131.93
08/21 19:00	8.6	180	26.84	21.00	115.65	0.00	115.65	51.59	8.56	67.10	71.80	39.09	59.35	77.83	45.64	420.96	934.80	0.00	934.80	1,355.76	2,540.05	1,471.41
08/21 20:00	8.6	180	25.06	22.70	57.50	0.00	57.50	47.42	4.29	65.57	68.72	38.60	36.97	66.26	42.95	370.79	651.48	0.00	651.48	1,022.28	2,031.90	1,079.77
08/21 21:00	8.6	180	23.55	23.28	8.61	0.00	8.61	44.92	1.29	64.57	66.90	38.20	19.86	59.16	41.19	336.09	410.46	0.00	410.46	746.55	1,589.69	755.16
08/21 22:00	8.6	180	22.18	22.63	0.00	31.30	-31.30	42.94	-0.60	62.60	64.42	37.62	7.53	53.99	39.63	308.13	190.31	0.00	190.31	498.45	1,138.19	467.15
08/21 23:00	8.6	180	21.08	21.99	0.00	62.48	-62.48	41.08	-1.62	59.26	60.74	36.74	-0.40	49.60	38.07	283.49	13.46	0.00	13.46	296.95	729.75	234.47
08/21 24:00	8.6	180	20.26	21.51	0.00	82.42	-82.42	39.14	-3.47	54.66	55.89	35.59	-2.21	45.53	36.47	261.59	0.00	119.36	-119.36	142.23	350.96	59.81

Tablo F. 11: Gölgeleme araçsız ve takılı durumlarda, güneş ışınımı ve 8.6 m/s rüzgar hızına bağlı olarak iç ortam sıcaklıklarının gün içerisindeki saatlik değişimleri

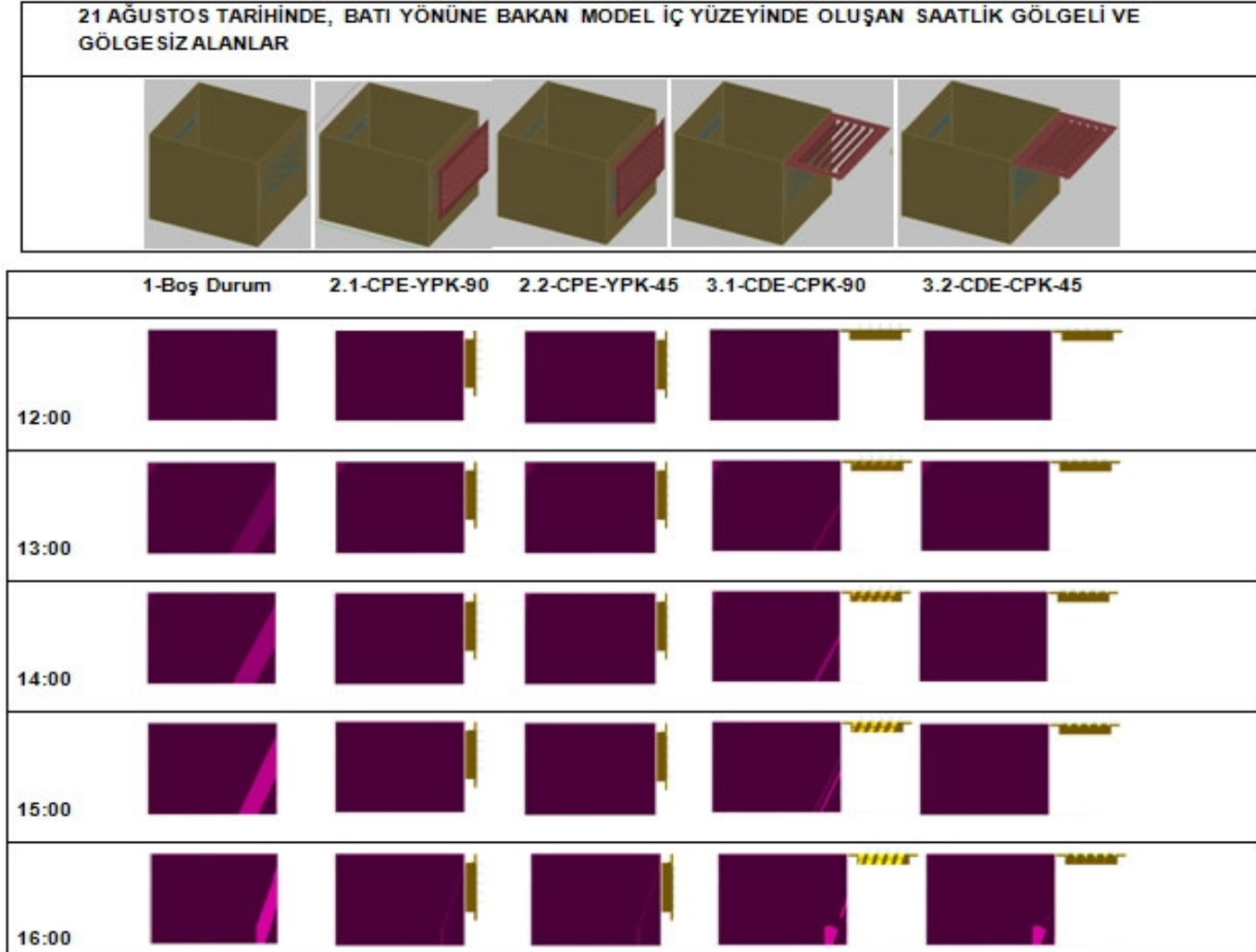
Tarih/Zaman	PENCERE KAPALI POZİSYON					PENCERE AÇIK POZİSYON				
	1SİM1	2.1SİM6	2.2SİM7	3.1SİM10	3.2SİM13	1SİM2	2.1SİM4	2.2SİM8	3.1SİM11	3.2SİM14
08/21 01:00:00	23.75	22.04	22.47	21.14	21.95	19.62	19.62	19.91	19.62	19.61
08/21 02:00:00	23.32	21.73	22.22	20.60	21.53	18.94	18.94	19.24	18.93	18.93
08/21 03:00:00	22.91	21.35	21.99	20.14	21.14	18.39	18.39	18.69	18.38	18.38
08/21 04:00:00	22.58	21.11	21.77	19.76	20.84	17.98	17.98	18.27	17.97	17.97
08/21 05:00:00	22.32	20.89	21.61	19.55	20.63	17.84	17.84	18.10	17.83	17.83
08/21 06:00:00	22.24	20.84	21.54	19.61	20.62	18.10	18.10	18.31	18.10	18.10
08/21 07:00:00	22.39	21.01	21.59	19.98	20.85	18.78	18.78	18.91	18.77	18.77
08/21 08:00:00	22.90	21.44	21.88	20.80	21.39	20.00	20.00	20.03	20.00	20.00
08/21 09:00:00	23.96	22.21	22.29	22.11	22.37	21.77	21.76	21.67	21.76	21.76
08/21 10:00:00	25.38	23.21	22.96	23.69	23.54	23.81	23.80	23.60	23.81	23.80
08/21 11:00:00	27.11	24.31	23.54	25.57	24.87	26.13	26.11	25.76	26.12	26.12
08/21 12:00:00	28.94	25.25	24.17	27.18	26.01	28.32	28.28	27.83	28.30	28.29
08/21 13:00:00	30.22	25.98	24.62	28.40	26.85	29.96	29.92	29.42	29.93	29.93
08/21 14:00:00	30.87	26.55	25.06	29.29	27.55	31.05	31.01	30.51	31.03	31.02
08/21 15:00:00	30.98	26.96	25.36	29.76	28.01	31.46	31.43	30.98	31.45	31.44
08/21 16:00:00	30.57	27.08	25.52	29.63	28.08	31.06	31.03	30.69	31.05	31.04
08/21 17:00:00	29.90	26.82	25.40	29.05	27.73	30.11	30.09	29.86	30.10	30.10
08/21 18:00:00	29.03	26.39	25.12	28.04	27.11	28.62	28.60	28.50	28.61	28.61
08/21 19:00:00	27.91	25.69	24.77	26.79	26.26	26.85	26.84	26.87	26.84	26.84
08/21 20:00:00	26.88	24.96	24.32	25.41	25.32	25.08	25.07	25.20	25.07	25.07
08/21 21:00:00	26.08	24.18	23.94	24.18	24.30	23.58	23.57	23.76	23.57	23.57
08/21 22:00:00	25.38	23.44	23.45	23.18	23.53	22.22	22.21	22.46	22.21	22.21
08/21 23:00:00	24.79	22.90	23.08	22.36	22.93	21.13	21.12	21.40	21.12	21.12
08/21 24:00:00	24.29	22.48	22.80	21.72	22.44	20.31	20.30	20.59	20.30	20.30

EK G: 21 Ağustos tarihinde batıya ve doğuya bakan model iç yüzeylerinde oluşan saatlik gölgeli ve gölgesiz alanlar

EK G



Şekil G. 1: 21 Ağustos tarihinde doğu yönüne bakan model iç yüzeyinde saatlik gölgeli ve gölgesiz alanlar



Şekil G. 2: 21 Ağustos tarihinde batı yönüne bakan model iç yüzeyinde saatlik gölgeli ve gölgesiz alanlar

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında İstanbul'da doğdu. Kocaeli Özel Seymen Lisesi'ni bitirdi. 1996 yılında Eskişehir Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nden mezun oldu. 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Yüksek Lisans programını bitirdi. 1996- 1997 yılları arasında Beta İnşaat' ta teknik ofiste yardımcı mimar, 1997-2001 yılları arasında Yüksel inşaat firması'nda Teknik ofis şefi olarak, 2002-2005 yılları arasında Beykent Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak görev yaptı. 2002 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü Yapı Bilimleri Doktora Programına başladı.