

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ISI KAZANCI HESAPLAMALARINDA CLTD/CLF İLE RTS
METOTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hasan YAVUZ**

Anabilim Dalı : Makina Mühendisliği

Programı : Isı - Akışkan

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ISI KAZANCI HESAPLAMALARINDA CLTD/CLF İLE RTS
METOTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hasan YAVUZ
(503081113)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 Mayıs 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 09 Haziran 2010

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Cem PARMAKSIZOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Salim ÖZÇELEBİ (İÜ)
Prof. Dr. Nurdil ESKİN (İTÜ)**

HAZİRAN 2010

ÖNSÖZ

Günümüzde pek çok insanın yaşamının önemli bir bölümü kapalı mekanlarda geçmektedir. İnsanların kapalı bir ortamda rahat etmesi için gerekli olan sıcaklık, nem ve temiz hava değerlerinin istenilen konfor bölgesinde olmasını sağlayan iklimlendirme sistemleridir. Bu sistemlerin kapasitelerinin belirlenmesi aşamasında temel basamaklardan bir tanesi olan soğutma yüklerinin hesaplanmasında çeşitli yöntemler mevcuttur.

Bu tez çalışmasında, Ashrae Temel El Kitabı'nda önerilmiş olan CLTD/CLF (Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı/Soğutma Yüğü Faktörü) ve RTS (Işınım Zaman Serileri) metotları incelenmiştir. İki metot, örnek bir odaya uygulanarak elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde karşılaştırılmıştır. Kullanılan çizelgeler ve katsayıların farklı olması sebebiyle farklı soğutma yüğü değerleri elde edilmiştir.

Önemini zaman içerisinde daha iyi anladığım bu konuda beni çalışmaya teşvik eden, bilgisi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren kıymetli tez danışmanım Prof.Dr. Cem PARMAKSIZOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın programlama aşamasında fikirlerine danıştığım değerli arkadaşım Mustafa ŞENOL'a, yüksek lisans tez çalışmaları ve soğutma programı hakkındaki yardımlarıyla katkıda bulunan Sertaç ERTEM'e ve hesaplama aşamalarında yol gösteren değerli arkadaşım Y.Müh. Kağan ÇALIŞKAN'a ayrıca teşekkür ederim. Bugünlerime gelmemde maddi ve manevi destekleri ile daima yanımda olan aileme de teşekkürü borç bilirim.

Mayıs 2010

Hasan Yavuz
(Makina Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
SEMBOL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. SOĞUTMA YÜKÜ HESABINDA KULLANILAN METOTLAR VE SOĞUTMA YÜKÜ KAVRAMI.....	3
2.1 Ortam Soğutma Yüğü.....	3
2.2 Soğutma Yüğü Hesabında Kullanılan Metotlar.....	4
3. SOĞUTMA YÜKÜ SICAKLIK FARKI/SOĞUTMA YÜKÜ FAKTÖRÜ METODU.....	7
3.1 Soğutma Yüğüne Etki Eden Faktörler.....	7
3.2 Yaz İklim Tesislerinde Güneşin Tesiri.....	9
4. SOĞUTMA YÜKÜ HESABINDA ORTAM BİLEŞENLERİ.....	13
4.1 Yapı Elemanlarından Olan Isı Kazancı.....	13
4.1.1 Dış duvar ve çatıdan olan ısı kazancına bağlı soğutma yüğü.....	13
4.1.2 Pencereleden olan ısı kazancına bağlı soğutma yüğü.....	20
4.1.2.1 Pencereden iletimle olan ısı kazancı.....	21
4.1.2.2 Pencereleden güneş ışıınımı ile olan soğutma yüğü.....	23
4.1.3 İç duvarlar, tavanlar, bölmeler ve zeminlerden olan ısı kazancına bağlı soğutma yüğü.....	27
4.2 Aydınlatma Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yüğü.....	27
4.3 İnsanlardan Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yüğü.....	31
4.4 Cihazlardan Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yüğü.....	33
4.5 Elektrik Motorlarından Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yüğü.....	39
4.6 Havalandırma ve Enfiltrasyondan Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yüğü.....	41
4.6.1 Havalandırma.....	41
4.6.2 Hava sızması (Enfiltrasyon).....	42
4.6.3 Soğutma yüğü hesaplarında kullanılan havalandırma ve enfiltrasyon eşitlikleri.....	42
5. IŞINIM ZAMAN SERİLERİ METODU.....	45
5.2 Kabuller ve Prensipler.....	45
5.2 Işınım Zaman Serileri Metodunun Genel İşlem Adımları.....	48
6. IŞINIM ZAMAN SERİLERİ METODUNDA ORTAM BİLEŞENLERİ.....	49
6.1 Dış Yüzeylerden Olan Isı Kazancı.....	49

6.1.1 Yatay yüzeyler.....	49
6.1.2 Düşey yüzeyler.....	49
6.1.3 Sıcaklıkların çizelge halinde verilmiş değerleri.....	49
6.1.4 Yüzeylerin rengi.....	49
6.2 İletim Zaman Serilerini Kullanarak İletimle Olan Isı Kazancının Hesaplanması.....	50
6.3 İç Yüzeylerden Olan Isı Kazancı.....	53
6.4 Soğutma Yükünün Hesaplanması.....	54
6.4.1 Güneşli durum için ısıtım zaman serileri.....	55
6.4.2 Güneşli olmayan durum için ısıtım zaman serileri.....	56
7. CLTD/CLF VE RTS METOTLARI İLE ÖRNEK BİR ODA İÇİN SOĞUTMA YÜKÜ HESAPLAMALARI.....	59
7.1 Soğutma Yükü Hesabı Yapılacak Örnek Odanın Özellikleri.....	59
7.2 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün CLTD/CLF Metoduna Göre Elle Hesaplanması.....	60
7.3 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün RTS Metoduna göre Elle Hesaplanması.....	67
7.3.1 ısıtım zaman serileri ile aydınlatma soğutma yükünün hesaplanması.....	67
7.3.2 Güneş - hava sıcaklığı, iletim zaman serileri ve ısıtım zaman serilerini kullanarak duvar soğutma yükünün bulunması.....	69
7.3.3 İletim zaman serileri ve ısıtım zaman serilerini kullanarak çatı soğutma yükünün bulunması.....	78
7.3.4 ısıtım zaman serilerini kullanarak pencere soğutma yükünün bulunması.....	81
7.3.5 ısıtım zaman serileri metoduna göre insanlar ve cihazlardan olan ısı kazancına bağlı soğutma yüklerinin bulunması.....	85
7.3.6 ısıtım zaman serileri metoduna göre havalandırma ve enfiltrasyondan olan ısı kazancına bağlı soğutma yüklerinin bulunması.....	86
8. SOĞUTMA YÜKÜ HESABI İÇİN YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ VE DOĞRULANMASI.....	89
8.1 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün SYHP_v2.0 Programı ile Hesaplanması.....	89
8.1.1 Programın kullanımı.....	89
8.1.1.1 Tasarım bilgilerinin girilmesi.....	91
8.1.1.2 Ortam özelliklerinin girilmesi.....	92
8.1.1.3 Belirli bir gün için soğutma yükünün hesaplanması.....	96
8.1.1.4 Maksimum Soğutma Yükü Hesabı.....	97
8.2 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün RTS_CL Programı ile Hesaplanması.....	99
8.3 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün Carrier Programı ile Hesaplanması.....	107
9. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	111
KAYNAKLAR.....	115
EKLER.....	117

KISALTMALAR

ASHRAE	: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CLTD	: Cooling Load Temperature Difference
CLF	: Cooling Load Factor
CTF	: Conduction Time Factor
CTS	: Conduction Time Series
HB	: Heat Balance
RTS	: Radiant Time Series
RTS_CL	: Radiant Time Series _Cooling Load
SC	: Shading Coefficient
SHG	: Solar Heat Gain
SHGF	: Solar Heat Gain Factor
SYHP_v2.0	: Sogutma Yüğü Hesap Programı Versiyon 2.0
TA	: Time Averaging
TETD	: Total Equivalent Temperature Differential
TFM	: Transfer Function Method

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Soğutma yükü hesabı için gerekli işlem adımları ve eşitlikler.....	8
Çizelge 3.2 : 21 Temmuz ve 40° kuzey enlemi için güneş-hava (sol-air) sıcaklıkları ($\alpha/h_o=0,026$).....	11
Çizelge 3.3 : 21 Temmuz ve 40° kuzey enlemi için güneş-hava (sol-air) sıcaklıkları ($\alpha/h_o=0,052$).....	12
Çizelge 3.4 : Günlük sıcaklık aralığı yüzdesi.....	12
Çizelge 4.1 : Çatı ve duvarlarda kullanılan bazı malzemelerin özellikleri.....	14
Çizelge 4.2 : Standart bazı çatılar için kod numaraları.....	15
Çizelge 4.3 : Standart bazı duvarlar için kod numaraları.....	15
Çizelge 4.4 : Çatılarda soğutma yükü hesabı için soğutma yükü sıcaklık farkı değerleri (CLTD).....	17
Çizelge 4.5 : Duvarlarda soğutma yükü hesabı için soğutma yükü sıcaklık farkı değerleri (CLTD).....	18
Çizelge 4.6 : Duvar ve çatılar için ay ve enleme göre CLTD düzeltme sayıları, kuzey enlemler için.....	19
Çizelge 4.7 : Çeşitli pencereler için ısı geçiş katsayıları.....	21
Çizelge 4.8 : Camlardan iletimle olan ısı kazancının hesaplanması için kullanılan CLTD değerleri.....	22
Çizelge 4.9 : Çeşitli pencereler için gölge katsayıları.....	24
Çizelge 4.10 : Pencereler için maksimum güneş ısı kazancı faktörü (SHGF), W/m ² , kuzey enlemler için.....	24
Çizelge 4.11 : İç gölgesiz pencereler için soğutma yükü faktörleri (CLF).....	26
Çizelge 4.12 : İç gölgeli pencereler için soğutma yükü faktörleri (CLF).....	27
Çizelge 4.13 : Aydınlatma yeri ve hava akımına bağlı 'a' katsayıları.....	29
Çizelge 4.14 : Zemin yapısı ve hava akımına bağlı olarak aydınlatmanın 'b' sınıflandırmaları.....	30
Çizelge 4.15 : Aydınlatma için soğutma yükü faktörleri (CLF).....	30
Çizelge 4.16 : İnsanlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancı.....	33
Çizelge 4.17 : İnsanlar için duyulur ısı soğutma yükü faktörleri.....	33
Çizelge 4.18 : Cihazlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancı.....	36
Çizelge 4.19 : Çeşitli ev aletlerinden olan duyulur ve gizli ısı kazancı değerleri.....	37
Çizelge 4.20 : Kirli havayı dışarı atan cihazlar için CLF değerleri.....	38
Çizelge 4.21 : Kirli havayı dışarı atamayan cihazlar için CLF değerleri.....	38
Çizelge 4.22 : Standart bazı motorlar için özellik ve ısı kazancı değerleri.....	40
Çizelge 4.23 : Maksimum motor yüklenmesi halinde motor gücü çarpım katsayıları.....	40
Çizelge 5.1 : Toplam duyulur ısı kazancının ısıtım ve taşınım yüzdeleri.....	47
Çizelge 6.1 : Duvar iletim zaman serileri (CTS).....	51
Çizelge 6.2 : Çatı iletim zaman serileri (CTS).....	53
Çizelge 6.3 : Aydınlatma için güneşli olmayan durumların ısıtım zaman serileri.....	56
Çizelge 6.4 : Aydınlatma için güneşli durumların ısıtım zaman serileri.....	57

Çizelge 7.1 : Çatı için yaz aylarında hesaplanan en yüksek CLTD’lerdeki soğutma yükleri.....	61
Çizelge 7.2 : Pencereler için yaz aylarındaki soğutma yükleri.....	62
Çizelge 7.3 : Duvarlar için yaz aylarındaki soğutma yükleri.....	63
Çizelge 7.4 : Kritik zamanın belirlenmesi için toplam soğutma yükü değerleri.....	64
Çizelge 7.5 : Seçilen kritik zaman için yapı bileşenlerinden olan soğutma yükü değerleri.....	64
Çizelge 7.6 : Örnekte tüm ısı kazançlarından hesaplanan toplam soğutma yükü.....	67
Çizelge 7.7 : Isı kazancı profili.....	68
Çizelge 7.8 : Güney duvarının ısı girişi profili.....	72
Çizelge 7.9 : Güney duvarından iletimle olan ısı kazançları.....	73
Çizelge 7.10 : Güney duvarından taşınım ile olan ısı kazançları.....	74
Çizelge 7.11 : Kuzey ve batı duvarlarının ısı girişi profilleri.....	76
Çizelge 7.12 : Kuzey ve batı duvarlarından iletimle olan ısı kazançları.....	76
Çizelge 7.13 : Kuzey ve batı duvarlarından taşınım ile olan ısı kazançları.....	77
Çizelge 7.14 : Çatının ısı girişi profili.....	79
Çizelge 7.15 : Çatıdan iletimle olan ısı kazançları.....	80
Çizelge 7.16 : Çatıdan taşınım ile olan ısı kazançları.....	80
Çizelge 7.17 : Kuzey pencerelerinden olan ısı kazançları.....	83
Çizelge 7.18 : Güney pencerelerinden olan ısı kazançları.....	83
Çizelge 7.19 : Işınım zaman serileri metoduna göre örnek oda için tüm ısı kazançlarından hesaplanan toplam soğutma yükü.....	87
Çizelge 8.1: SYHP_v2.0 programının maksimum soğutma yükünün olduğu zaman için sonuç çıktısı.....	98
Çizelge 8.2: Carrier programında örnek oda için yapılan hesapların sonuç çıktısı..	109
Çizelge 9.1: Maksimum soğutma yükleri.....	111
Çizelge 9.2: Maksimum soğutma yükünü oluşturduğu gün için saatlik soğutma yükü değerleri.....	111

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Anlık ısı kazancı ve anlık soğutma yükü arasındaki ısı akışının şematik olarak gösterilmesi.....	3
Şekil 4.1 : Aydınlatmanın soğutma yüküne ısı depolama etkisi.....	28
Şekil 5.1 : Işınım zaman serileri metodunda işlem adımları.....	46
Şekil 7.1 : Örnek oda plan resmi.....	60
Şekil 8.1 : Ana menü.....	90
Şekil 8.2 : Hesaplama kısmı penceresi.....	90
Şekil 8.3 : Tasarım bilgileri giriş penceresi.....	91
Şekil 8.4 : Ortam bilgileri giriş penceresi.....	92
Şekil 8.5 : Dış duvar ve çatı bilgileri giriş penceresi.....	93
Şekil 8.6 : Dış pencere bilgileri giriş penceresi.....	94
Şekil 8.7 : İç ortam bilgileri giriş penceresi.....	94
Şekil 8.8 : İç ortama bitişik yapı elemanları, havalandırma, enfiltrasyon.....	96
Şekil 8.9 : Belirli bir gün için soğutma yükü hesap penceresi.....	97
Şekil 8.10 : Program açılış penceresi.....	99
Şekil 8.11 : Dış duvarlar için hesap penceresi.....	100
Şekil 8.12 : Çatı için hesap penceresi.....	101
Şekil 8.13 : Dış pencereler için hesap penceresi.....	102
Şekil 8.14 : Aydınlatma için hesap penceresi.....	103
Şekil 8.15 : İnsanlar, bitişik yapı elemanları, havalandırma, enfiltrasyon motorlu cihazlar ve çeşitli cihazlar için hesap penceresi.....	104
Şekil 8.16 : RTS_CL programının maksimum soğutma yükünün olduğu zaman için sonuç çıktısı.....	106
Şekil 8.17 : Carrier programında örnek oda için iklim ve coğrafi şartların tanımlandığı pencere.....	107
Şekil 8.18 : Carrier programında örnek oda için iç ortam bileşenlerinin tanımlanması.....	108
Şekil 8.19 : Carrier Programında çalışma aralıklarının belirlenmesi.....	108
Şekil 8.20 : Carrier programında hesapların istendiği zamanın belirlenmesi.....	109

SEMBOL LİSTESİ

A	: Toplam yüzey alanı (m^2)
AST	: Yerel güneş zamanı
c, c_p	: Özgül ısı (kJ/kgK)
$c_0, \dots, c_{23}$	: İletim zaman faktörleri
CLF	: Soğutma yükü faktörü
CLTD	: Soğutma yükü sıcaklık farkı ($^{\circ}C$)
CLTD_d	: Düzeltilmiş soğutma yükü sıcaklık farkı ($^{\circ}C$)
ET	: Eşitlik zamanı (dakika)
E_d	: Düşey yüzeye gelen yayılı güneş ışıınımı (W/m^2)
E_D	: Yüzeye direkt gelen güneş ışıınımı (W/m^2)
E_{DN}	: Yüzeyin normaline dik gelen güneş ışıınımı (W/m^2)
E_r	: Yerden yansıyan güneş ışıınımı (W/m^2)
E_t	: Yüzeye gelen toplam ışıınım (W/m^2)
F	: Güneş ısı kazanç katsayısı
f	: Çatı hava akım faktörü
F_{FL}	: Akış kayıp faktörü
F_{LM}	: Motor yükü
F_{RA}	: Cihaz giriş enerjisinden ışıınımla yayılan miktar
F_{sa}	: Armatür faktörü
F_{UA}	: Cihaz kullanım faktörü
F_{ul}	: Aydınlatma kullanım faktörü
F_{UM}	: Motor kullanım faktörü
H	: Saat açısı ($^{\circ}$)
h	: Entalpi (kJ/kg)
h_0	: Dış yüzeydeki taşınım ve uzun dalga ışıınımı ile olan ısı geç katsayısı (W/m^2K)
I_T	: Yüzey üzerine düşen toplam güneş ışıınımı (W/m^2)
K	: Toplam ısı geçiş katsayısı (W/m^2K)
l	: Hava değişimi (h^{-1})
LM	: Soğutma yükü sıcaklık farkı düzeltme katsayısı
m	: Kütlesel debi (kg/h)
N	: İnsan sayısı
P	: Motor gücü (W)
Q_s	: Ortama giren hava miktarı (L/s)
q	: Isı kazancı, soğutma yükü (W)
q_d	: Duyulur ısı kazancı (W)
q_g	: Gizli ısı kazancı (W)
q_i	: Cihazın toplam katalog veya etiket gücü (W)
$q_{i,q-n}$	: Yüzey için n saat önceki iletimsel ısı girişi (W)
$q_{r,\theta}$	: Geçerli saat θ için ışıınım ısı kazancı (W)
$r_0, \dots, r_{23}$	: Işıınım zaman faktörleri
SC	: Gölge katsayısı

SHG	: Güneş enerjisi ısı kazancı (W/m^2)
SHGF	: Güneş enerjisi ısı kazancı faktörü (W/m^2)
T	: Sıcaklık ($^{\circ}C$)
T_s	: Yüzey Sıcaklığı ($^{\circ}C$)
w	: Özgül nem (kg su buharı/kg kuru hava)
Y	: Yayılı ışıınım oranı
YR	: Yüzey rengi katsayısı
Z_H	: Yön artırım katsayısı
α	: Yüzeyin güneş ışıınımı yutma katsayısı
β	: Güneş yükseklik açısı ($^{\circ}$)
ϵ	: Yüzeyin yarı küresel ışıınım yayma katsayısı
ϕ	: Bağıl nem (%)
η	: Motor verimi
Φ	: Güneş azimut açısı ($^{\circ}$)
θ	: Geliş açısı
δ	: Deklinasyon açısı ($^{\circ}$)
γ	: Yüzey azimut açısı ($^{\circ}$)
ρ	: Yoğunluk (kg/m^3)
Δh	: Entalpi farkı (kJ/kg)
ΔR	: Gökyüzü ve çevredeki cisimlerden yüzey üzerine düşen uzun dalga ışıınımı ile dış hava sıcaklığındaki siyah cismin yaydığı ısı ışıınımı arasındaki fark (W/m^2)
ΔT	: Sıcaklık farkı ($^{\circ}C$)

ISI KAZANCI HESAPLAMALARINDA CLTD/CLF İLE RTS METOTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Ortam ısı kazancı, verilen bir zamanda ortam içinde üretilen veya o ortama giren ısı miktarıdır. Ortam soğutma yükü ise bir ortamda sabit bir hava sıcaklığı sağlamak için ortamdaki çekilmesi gerekli olan ısı miktarıdır. Öyle ki herhangi bir zaman için toplam ısı kazancı mutlaka aynı zamandaki soğutma yüküne eşit olmak zorunda değildir.

Bir ortamdaki cisimlerin ve yüzeylerin ısı depolama kabiliyeti ortamın anlık ısı kazancı ve aynı andaki soğutma yükü üzerinde etkilidir. Bir ortamda ısıнын ne şekilde depolandığı ve depolanan ısı miktarının tespiti, soğutma yükü hesaplarında gerçekçi değerlere varmak açısından önemlidir.

Soğutma yükünün hesabının doğru yapılması ve bir sistem için uygun olması sistemin performansı açısından etkilidir. Soğutma yükü hesaplarına etki eden değişkenlerin sayısı çok fazladır ve genellikle bu değişkenlerin kesin olarak tanımlanması zor olup, bunların daima birbiri ile karmaşık bir ilişkisi vardır. Soğutma yükünü meydana getiren pek çok bileşenin değeri, 24 saatlik zaman dilimi içinde önemli seviyede değişir.

Soğutma yükü hesaplarında yapı bileşenlerinden, pencerelerden, sızma ve havalandırmadan, aydınlatmadan, insan ve cihazlardan kaynaklanan ısı kazançları taşıyım ve ışıyım oranlarına bağlı olarak duyulur soğutma yüklerine dönüştürülür ve bunlara gizli soğutma yükleri de eklenerek toplam soğutma yükü belirlenir. Tüm yapı tek bir zon olarak ele alınabilir fakat cihaz seçimi ve tasarımı oda oda yapılan hesaplara dayanmalıdır.

Bu tez çalışması kapsamında Ashrae Temel El Kitabı'nda konut dışı yapılar için önerilmiş olan soğutma yükü hesaplama metotlarından CLTD/CLF ve RTS metotları kapsamlı bir şekilde incelenmiş, Visual Basic programlama dilinin kullanıldığı soğutma yükü hesaplama programı oluşturularak, incelenen bir örnek oda için bu programdan elde edilen sonuçlar, elle hesaplanan sonuçlar ve aynı örnek oda için Carrier programından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

THE COMPARISON OF CLTD/CLF AND RTS METHODS IN HEAT GAIN CALCULATIONS

SUMMARY

Space heat gain is the amount of heat that is generated in the space or given to the space at the specified time. However, space cooling load is the required amount of heat that should be dissipated from the space in order to keep the space temperature constant. Thus, total heat gain at an arbitrary time should not be equal to the cooling load at that time.

Heat storage capacity of the body and surfaces in the space affects the instant heat gain and the cooling load. In order to obtain reasonable values in the cooling load calculations, heat storage characteristics of the space and the amount of stored heat should be taken into account.

The correct calculation of the cooling load and the availability of the cooling load for the system is important for the system performance. There are significant number of variables that affect the cooling load calculation and generally those variables can not be exactly defined, besides they have complicated interactions between each other. The values of the components that constitute the cooling load change considerably in a period of 24 hours.

In cooling load calculations, heat gains that are supplied by the building materials, windows, infiltration, ventilation, lighting, occupants and devices are converted to the sensible cooling loads depending on portions of radiant and convective. Thus, total cooling load is obtained by adding latent cooling load to the sensible cooling load. Entire building can be considered as a single zone but the selection and design of the devices must be referred to the calculations that are done for each room.

In this study, CLTD/CLF and RTS methods, the methods of cooling load calculation, that are recommended for nonresidential buildings in Ashrae Fundamental Handbook were examined comprehensively. For this purpose, a sample room was selected and cooling load calculation program was constructed by utilizing Visual Basic programming language. The results obtained from the code were compared with the results both calculated manually and the commercial program used by Carrier.

1. GİRİŞ

Günümüzde enerji ihtiyacının büyük bir kısmını oluşturan fosil yakıt kaynaklarının giderek azalması ve dünya nüfusunun hızla artması ile birlikte hızlı sanayileşme, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde enerji sorununun karşılanmasında önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu çerçevede ısıtma, soğutma ve havalandırma alanlarında da enerji tüketimini azaltma yollarına gidilmiştir. Bu sebeple gerek soğutma gerekse ısıtma yüklerinin doğru ve ihtiyaca yönelik olarak hesaplanması, sistem donanımlarının seçimine tesir ettiğinden, enerji tasarrufu açısından da önem taşır.

Uygarlığın ve teknolojinin gelişmesiyle insanların konfor kavramına verdikleri önem neticesinde her türlü yapının inşaatı kadar iç tesisatlarının da önemli olduğu görülmüştür. Bu durum ısıtma havalandırma mühendislerini ayrı bir mühendislik kolu haline getirmiştir. Ülkemizde de bu alanda çalışan birçok mühendis mevcut olmakla beraber, bu mühendislere destek ve yardım amaçlı dernek ve odalarda bulunmaktadır.

Isıtma, havalandırma ve iklim tesisleri konularını son çalışmaların aldığı şekle göre iki ana kısımda toplayabiliriz.

1.Hava şartlarının düzenlenmesi

2.Konfor şartlarının düzenlenmesi

Bunlardan birincisi, ortam havasının uygun sıcaklık ve nem oranında sabit tutulduğu, temiz bir ortam havasının sağlanması için yapılan tesislerdir. Bu maksatla hazırlanmış olan hava, konfor bakımından uygun olamayabilir. İkincisi, yani insanların konforu için yapılan tesisler yaz, kış ve tam (hem yaz hem de kış) iklim tesisleri olarak üç kola ayrılır.

Son yıllarda büyük yapılarda tam iklim tesisleri kurulmakta ve aynı tesisat ile hem yaz hem de kış mevsiminde konfor temin edilmektedir.

Kış iklim tesislerinde ısı yükünün hesaplanma metodu, ısıtılan ortamı çevreleyen yapı elemanlarından dışarıya doğru olan ısı kaybına dayanır. Yaz iklim tesislerinde ise soğutulan ortamda ısı akışı aksi yönde olacağından ve ortam içinde konfor

şartlarının gereği olarak iç sıcaklık dış sıcaklığın altında bir değer alacağından burada ortam için bir ısı kazancı söz konusudur. Kışın ısı kaybı hesaplarında etkili bir rol oynamayan güneş ışıınımı, yazın ısı kazancı hesaplarında etkili bir faktördür.

Soğutma yükü hesaplarında yapı bileşenlerinden (duvarlar, döşemeler, tavanlar), pencerelerden, sızma ve havalandırmadan, insan ve cihazlardan kaynaklanan ısı kazançlarının oluşturduğu toplam duyulur soğutma yükü belirlenir. Soğutma yükünün gizli ısı ile ortaya çıkan kısmı ayrıca bulunur. Tüm yapı tek bir zon olarak ele alınabilir fakat cihaz seçimi ve tasarımı oda oda yapılan hesaplara dayanmalıdır.

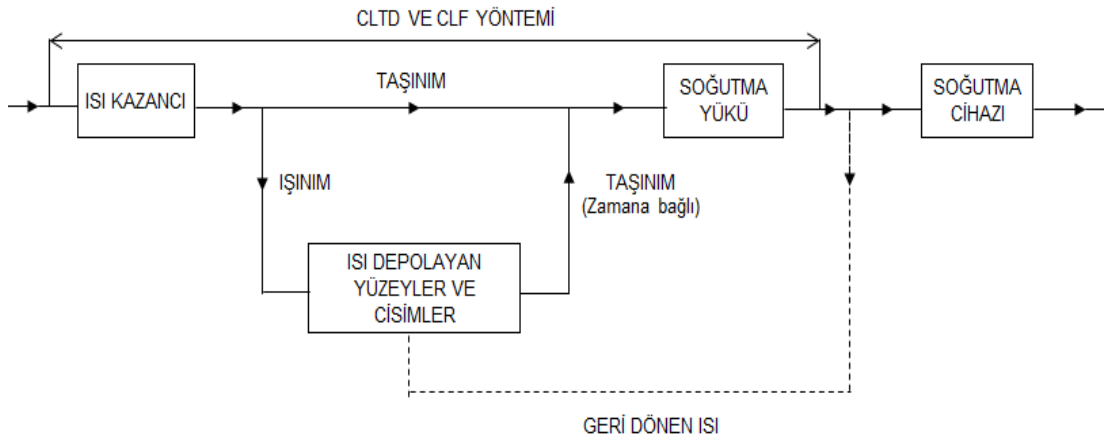
Maksimum soğutma yükü için yapılacak ay ve saat seçimi çok önemlidir. Çünkü mevcut olan birçok ısı kazancı sağlayan bileşen, günün 24 saati ve yılın 365 günü ortama farklı ısı kazançları sağlamaktadır. Bu nedenle tüm ortam bileşenleri ayrı ayrı hesaplara katılarak kritik zaman tayini yapılmalıdır. Ancak bu hesaplamalar elle yapıldığında hata yapma olasılığının fazla olmasından ve zaman kaybına sebep olduklarından bu tür işlemler için günümüz imkânları çerçevesinde bilgisayarlar kullanılmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında Ashrae Temel El Kitabı'nda konut dışı yapılar için önerilmiş olan soğutma yükü hesaplama metotlarından CLTD/CLF ve RTS metotları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Visual Basic programlama dilinin kullanıldığı bir soğutma yükü hesaplama programı oluşturulmuştur. İncelenen bir örnek oda için bu programdan elde edilen sonuçlar, elle hesaplanan sonuçlar ve aynı örnek oda için Carrier programından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2. SOĞUTMA YÜKÜ HESABINDA KULLANILAN METOTLAR VE SOĞUTMA YÜKÜ KAVRAMI

2.1 Ortam Soğutma Yüğü

Ortam soğutma yükü, bir ortamda sabit bir hava sıcaklığı sağlamak için ortamdaki çekilmesi gerekli olan ısı miktarıdır. Verilen bir zamanda ortamdaki tüm bileşenlerden alınan ısı kazançları toplamıyla hesaplanan soğutma yükü, aynı andaki ortam soğutma yüküne eşit olmak zorunda değildir. Çünkü ısı kazancı zamana göre farklı değerler aldığından maksimum olduğu an baz alınarak bulunacak olan soğutma yükü değeri ortam soğutma yükü olabilir. Ortamda ışınila olan ısı kazancı anında soğutma yüküne dönüşmez. Işınımla ısı enerjisi ilk olarak ortamı çevreleyen duvarlar, döşeme ve tavan gibi yüzeyler ile ortamda bulunan mobilyalar ve benzeri cisimler tarafından yutulur. Bu yüzeylerin ve cisimlerin sıcaklıkları, ortam havası sıcaklığından daha yüksek olduğu zaman ısı enerjilerinin bir kısmı taşınımla ortama iletilir. Bu yüzeylerin ve cisimlerin birleşik ısı depolama kapasiteleri, ışınila ısı kazancı nedeniyle yüzey sıcaklıklarında artışa neden olur ve ısı kazancının ışınila olan kısmına karşılık gelen ortam soğutma yüküne tesir eder.



Şekil 2.1 : Anlık ısı kazancı ve anlık soğutma yükü arasındaki ısı akışının şematik olarak gösterilmesi.

Ortam ısı kazancına etki eden olayların şematik gösterimi yukarıdaki gibidir. Şekilden de görüldüğü gibi soğutma yükünün bir kısmı cihaz durduğu zaman ya da soğutma cihazının aralıklı olarak çalışması durumunda ortama geri döner.

Bir ortamın ısı depolama kabiliyeti ortamın anlık ısı kazancı ve aynı andaki soğutma yükü üzerinde etkilidir. Bir ortamda ısının ne şekilde depolandığı ve depolanan ısı miktarının tespiti, soğutma yükü hesaplarında gerçekçi değerlere varmak açısından önemlidir.

2.2 Soğutma Yükü Hesabında Kullanılan Metotlar

Soğutma yükü hesabı için 1972 yılında iki yöntem kullanılarak hesaplama yapılyordu. Bunlardan iki 1967 ASHRAE Temel El Kitabında tanıtılmış olan Toplam Eş Değer Sıcaklık Farkı (TETD) yöntemidir. Bu yöntemde, ortam ısı kazancını teşkil eden her ısı kazancı bileşeni ilgili TETD değerleri kullanılarak hesaplanır ve sonuçlar birbirine eklenerek ortamın anlık ısı kazancı bulunur, bu kazanç Zamana Göre Ortalama (TA) tekniği ile anlık soğutma yükü değerlerine dönüştürülür.

İkinci yöntem ise Geçiş Fonksiyonu Yöntemidir (TFM). Prensip olarak TETD/TA yöntemi ile aynı olmasına rağmen, bu yöntem bir dizi ağırlık faktörlerini veya iletimle ısı geçiş katsayılarını çeşitli dış yüzeylere ve bu yüzeylerde ısı momentumun ısı kazancı üzerindeki etkisini hesaplara yansıtabilmek amacıyla güneş-hava sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki farka uygular.

Daha sonra TETD/TA ve TFM yöntemlerinin karşılaştırılmasını destekler bir araştırma ile Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı Yöntemi (CLTD) geliştirilmiştir. Bu araştırmanın bir parçası olarak pratikte kullanılan sistemlere TFM yöntemi uygulanarak elde edilen veriler, güneş gören duvarlardan, çatılardan ve pencerelerden iletimle olan ısı kazancından kaynaklanan soğutma yükünün doğrudan hesaplanmasını sağlayacak soğutma yükü sıcaklık farkı verilerinin bulunmasında kullanılmıştır. Ayrıca pencerelerden olan güneş ısı kazancının benzer şekilde hesaplanması ve iç ısı kaynaklarından olan yükler için soğutma yükü faktörleri (CLF) de geliştirilmiştir. CLTD ve CLF faktörleri zaman farkının opak dış yüzeylerden iletimle ısı kazancına etkisini ve ışınlama ısı kazancının, soğutma yüküne dönüşmesinde ısı depolama kabiliyetinin etkisini kapsar.

ASHRAE tarafından en son yayınlanan Temel El Kitabı (Fundamentals Handbook) yayınında soğutma yük hesabı için iki yöntem sunulmaktadır. Bunlar Isı Dengesi (Heat Balance-HB) ve Işınım Zaman Serisi (Radiant time series-RTS) yöntemleridir. Kesin çözüm olarak adlandırılan ve bugüne kadar önerilen soğutma yükü hesap yöntemlerinin temeli olan HB yöntemi, RTS'ye göre daha karmaşık olup bilgisayar kullanımını zorunlu kılmaktadır.

RTS yöntemi, HB hesap prosedüründen türetilen ve bu yöntemle doğrudan ilgili basitleştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntem, güvenilir ve daha az işleme olanak sağlayan bir yöntem ihtiyacına cevap vermek için geliştirilmiştir. RTS yöntemiyle, zon tipinin ve farklı yapıların soğutma yükü üzerindeki etkilerinin araştırılması ve karşılaştırılması kolayca sağlanabilmektedir. Bu yöntemin ASHRAE tarafından önerilen diğer yöntemlerden (TFM, TETD/TA, CLTD) en önemli farkı, iletimle ısı kazancının hesaplanmasındaki farklılıktır.

RTS yönteminde hesaplar, CLTD/SCL/CLF yöntemine göre daha fazla işlem prosedürü gerektirmektedir. Bu durum hesapların daha ayrıntılı ve iki kademeli olarak yapılmasından kaynaklanmaktadır. RTS yönteminde tablolar az ve kullanılması CLTD/SCL/CLF yöntemine göre daha kolaydır. RTS ile önce ısı kazançları ve daha sonra soğutma yükleri bulunurken, CLTD/SCL/CLF yönteminde doğrudan soğutma yükleri hesaplanmaktadır.

3. SOĞUTMA YÜKÜ SICAKLIK FARKI/SOĞUTMA YÜKÜ FAKTÖRÜ METODU

Bu yöntemde, soğutma yükü; her odanın duvar, döşeme, kapı ve tavanlarından olan ısı kazancına bağlı olarak yaz koşulları için uygun CLTD (cooling load temperature difference - soğutma yükü sıcaklık farkı) değerleri ve K toplam ısı geçiş katsayısı kullanılarak hesaplanır. CLTD değerleri yapı bileşenleri için, hem güneş enerjisinden olan ısı kazancını, hem de sıcaklık farkından dolayı iletimle olan ısı geçişini içerdiği için, tek adımda yapı bileşenlerinden kaynaklanan soğutma yükü hesabı yapılabilir.

3.1 Soğutma Yüküne Etki Eden Faktörler

Bir ortamın soğutma yükünü hesaplamak için detaylı bina tasarım bilgileri ve seçilen tasarım şartlarındaki iklim verileri gerekmektedir. Genellikle aşağıda verilen adımlar takip edilmelidir.

- 1) Binanın karakteristikleri temin edilir. Yapı malzemeleri, büyüklüğü, dış yüzey rengi ve şekli gibi hesap yapılan ortamın yapı bileşenlerinin karakteristiklerine ihtiyaç vardır. Bunlar genellikle bina planlarından elde edilir.
- 2) Binanın konumu, yerleşimi ve dış yüzeyin gölgelenmesi binaya ait plan ve detaylardan elde edilir. Bitişik binalardan kaynaklanan gölgelenme vaziyet planlarından elde edilir. Ayrıca anormal seviyede yansıyan güneş ışınımının mevcudiyeti veya binanın yanında güneş ışınımını yansıtan binalar göz ardı edilmemelidir.
- 3) Uygun hava verileri temin edilir ve ortam tasarım şartları kabul edilir. Tasarım hava verileri ve koşulları, yerel meteoroloji istasyonları tarafından veya hesap yapılan bölge için çeşitli kitapçıklarda verilen çizelgelerden elde edilir.
- 4) İç tasarım koşulları belirtilmelidir. İç ortam kuru termometre sıcaklığı, yaş termometre sıcaklığı ve havalandırma miktarı v.s. gibi iç ortam tasarım koşulları seçilmelidir.

5) Aydınlatma, kullanıcılar, cihazlar ve iç ısı yüküne ilave teşkil eden elemanlar belirtilmelidir.

6) Maksimum soğutma yükü hesabının yapılacağı ay ve gün seçilir. Sıklıkla pik yük zamanını tahmin edebilmek için farklı ay, gün ve saatteki kritik zamanlar için ayrı ayrı analiz yapılması gerekmektedir.

Yukarıda söylenen belirtmeler yapıldıktan sonra, ortam ısı kazancı bileşenleri için oluşturulmuş CLTD, CLF, SC ve SHGF gibi çizelgelerden okunan değerler yardımıyla soğutma yükü hesabı yapılır. Daha sonra bulunan maksimum soğutma yüküne göre ortama koyulması gereken soğutma cihazı seçilir.

Çizelge 3.1’de soğutma yükü hesabında, iç ve dış yapı bileşenlerinden olan ısı kazancına bağlı olarak bulunan soğutma yükü hesap formülleri, yapılması gerekenler ve kullanılacak çizelgeler özet olarak gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 : Soğutma yükü hesabı için gerekli işlem adımları ve eşitlikler.

Yükün Kaynağı	Bağıntı	Tablolar ve Notlar
Çatı	$q = K \cdot A \cdot CLTD$	Çatının toplam ısı geçiş katsayısı hesaplanır veya standart çatılar için verilen Tablo3.2 ve Tablo3.4’den çatı seçimi yapılır. Çatılar için CLTD değerleri Tablo3.4’den bulunur ve verilen tasarım şartlarına bağlı olarak düzeltilmiş CLTD değeri hesaplanır.
Dış Duvarlar	$q = K \cdot A \cdot CLTD$	Duvarın toplam ısı geçiş katsayısı hesaplanır veya standart duvarlar için verilen Tablo3.3’den duvar seçimi yapılır. Duvarlar için CLTD değerleri Tablo3.5’den bulunur ve verilen tasarım şartlarına bağlı olarak düzeltilmiş CLTD değeri hesaplanır.
Pencereler	İletim+Taşınım: $q = K \cdot A \cdot CLTD$	Pencerenin net alanı ve toplam ısı geçiş katsayısı hesaplanır. Tablo3.8’den pencerenin CLTD değerleri bulunur ve verilen tasarım şartlarına bağlı olarak düzeltilmiş CLTD değeri hesaplanır.
	Güneş ışınlımlı: $q = A \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF$	Tablo3.9’dan gölgelenme katsayısı bulunur. Tablo3.10’dan maksimum güneş ısı kazancı değeri bulunur. Pencere yönü ve bina yapısına bağlı olarak Tablo3.11 ve Tablo3.12’den soğutma yükü faktörü bulunur.
Tavan, zemin ve iç bölmeler	$q = K \cdot A \cdot \Delta T$	Toplam ısı geçiş katsayısı hesaplanır. Verilen tasarım şartları için iç ve dış sıcaklık farkı değeri hesaplanır.
Aydınlatma	$q = \text{Toplam güç} \cdot F_{ul} \cdot F_{sa} \cdot CLF$	Lamba cinsine bağlı F_{ul} kullanım faktörü yazılır. Lambanın monte durumu ve etrafındaki hava akımına bağlı bir a değeri Tablo3.13’den bulunur. Zemin yapısına bağlı bir b değeri Tablo 3.14’den bulunur. Lambanın toplam çalışma süresi ve çalışmada geçen süreye bağlı CLF değeri Tablo3.15’den bulunur.

Çizelge 3.1 (devam) : Soğutma yükü hesabı için gerekli işlem adımları ve eşitlikler.

Yükün Kaynağı	Bağıntı	Tablolar ve Notlar
İnsanlar	Duy. ısı: $q = N \cdot q_d \cdot CLF$	Tablo3.17'den insanların toplam çalışma süresi ve çalışmada geçen süreye bağlı olarak CLF değeri bulunur. Tablo3.16'da verilen aktivitelere bağlı duyulur ısı değeri seçilir.
	Gizli ısı: $q = N \cdot q_g$	Tablo3.16'da verilen aktivitelere bağlı olarak gizli ısı değeri seçilir.
Cihazlar	Duy. ısı: $q = N \cdot q_d \cdot CLF$	Tablo3.18 ve Tablo3.19'dan cihaz için q_d değeri alınır. Tablo3.20 ve Tablo3.21'den cihazın çalışma aralığına bağlı olarak CLF değeri bulunur.
	Gizli ısı: $q = q_g$	Tablo3.18 ve Tablo3.19'dan cihaz için q_g değeri alınır.
Motorlar	$q = q_d \cdot CLF$	Motorlar için verilen eşitliklerden ısı kazancı değeri bulunur. Tablo3.21'den motor çalışma aralığına bağlı olarak CLF değeri bulunur.
Havalandırma ve Enfiltrasyon	Duyulur ısı: $q_d = 1,23 \cdot Q_s \cdot \Delta T$	Ortama verilmesi gereken hava miktarı L/s cinsinden bulunur. İç ve dış hava sıcaklık farkı bulunur.
	Gizli ısı: $q_g = 3010 \cdot Q_s \cdot \Delta w$	Pencere ve kapılardan giren hava miktarı L/s cinsinden bulunur. İç ve dış hava nem oranı arasındaki fark bulunur.

3.2 Yaz İklim Tesislerinde Güneşin Tesiri

Güneşe maruz dış yüzeyler radyasyon suretiyle direkt olarak güneşten ısı alırlar. Bu nedenle yaz iklim tesislerinde soğutma yükü hesabında güneşin tesiri çok önemli bir faktördür.

Güneş ışınları, hava, su buharı, duman ve tozlar ihtiva eden atmosfer tabakalarından geçerken yayılır ve bir miktar söner. Atmosfer içindeki su buharı, ozon ve karbondioksit, radyasyonu azaltıcı etki yaparlar.

Yaz iklim tesislerinde binaların ısı kazancı hesaplanırken, güneş tesirinin ısı kazancına etkisini bulmak için güneş-hava sıcaklığı tanımından yararlanılır. Güneş-hava sıcaklığı bir dış sıcaklık tanımı olup bu sıcaklık ile yüzeyin dış sıcaklığı arasında, taşınım ile iletilen ısı miktarı; duvar yüzeyine vuran toplam ışıının bütün bileşenlerini kapsayan gökyüzü ve diğer dış çevredeki cisimler ile yüzey arasında olan ışıının ısı alışverişi ve dış havadan taşınım olan ısı alışverişi neticesinde duvar yüzeyine intikal eden ısıların toplamına eşittir.

Güneş vuran bir yüzeydeki ısı akısı güneş gören yüzeydeki enerji dengesinden şu şekilde ifade edilir.

$$\frac{q}{A} = \alpha \cdot I_t + h_o \cdot (T_o - T_s) - \varepsilon \cdot \Delta R \quad (3.1)$$

Burada;

α = Yüzeyin güneş ışınımı yutma katsayısı,

I_t = Yüzey üzerine düşen toplam güneş ışınımı (W/m^2)

h_o = Dış yüzeydeki taşınım ve uzun dalga ışınımı ile olan ısı geçiş katsayısı
($W/m^2 K$)

T_o = Dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)

T_s = Yüzey sıcaklığı ($^{\circ}C$)

ε = Yüzeyin yarıküresel ışınım yayma katsayısı

ΔR = Gökyüzü ve çevredeki cisimlerden yüzey üzerine düşen uzun dalga ışınımı ile dış hava sıcaklığındaki siyah cismin yaydığı ısı ışınımı arasındaki fark (W/m^2)

Isı geçiş miktarı, güneş-hava sıcaklığı terimi (T_e) ile ifade edilecek olursa;

$$\frac{q}{A} = h_o \cdot (T_e - T_s) \quad (3.2)$$

Eşitlik (3.1) ve (3.2)'den;

$$T_e = T_o + \frac{\alpha \cdot I_t}{h_o} - \frac{\varepsilon \cdot \Delta R}{h_o} \quad (3.3)$$

ifadesi elde edilir.

Gökyüzünden uzun dalga boylu ışınlamalar alan yatay yüzeyler için ΔR 'nin uygun değeri yaklaşık $63 W/m^2$ olur eğer $\varepsilon=1$ ve $h_o \approx 17 W/m^2K$ alınırsa uzun dalga boylu düzeltme terimi $\frac{\varepsilon \cdot \Delta R}{h_o} = -3,9^{\circ}C$ olur.

Dış yüzeyler ise gökyüzünden olduğu kadar topraktan ve çevredeki cisimlerden gelen ışınları aldığından, kesin ΔR değerlerinin tespit edilmesi zordur. Güneş ışınım akısı değeri büyükse, cisimlerin yüzeyleri genellikle dış havadan daha yüksek bir sıcaklığa ulaşır. Böylece yüzeylere gelen ışınlamalar gökyüzünün düşük emisyonuna katkıda bulunur. Bu yüzden, düşey yüzeyler için $\Delta R=0$ almak yaygın bir uygulamadır.

Güneş-hava sıcaklıkları, yatay düzlemler için $\frac{\varepsilon \cdot \Delta R}{h_o} = -3,9^{\circ}C$ ve düşey düzlemler

için $0^{\circ}C$ baz alınarak hesaplanmıştır. Güneş-hava sıcaklığı değerleri α/h_o

parametresinin iki ayrı değeri için verilmiştir. $\alpha/h_o=0,026$ değeri açık renkli yüzeyler için, $\alpha/h_o=0,052$ değeri ise koyu renkli yüzeyler için ifade edilmiştir.

Çizelge 3.2 sütun 2’de verilen saatlik hava sıcaklıkları, 21 Temmuz ve 40° kuzey enlemi için 35°C tasarım sıcaklığı ve 11,7°C sıcaklık aralığı için geçerlidir. Diğer bölge ve şartlar için uygun sıcaklıkların hesaplanması için uygun tasarım sıcaklığı ve günlük sıcaklık aralığı seçilir.

Her bir saat için Çizelge 3.4’de verilen günlük sıcaklık aralığı yüzdesi ile günlük sıcaklık aralığı çarpılır ve tasarım sıcaklığından çıkarılarak hesaplanır.

Çizelge 3.2 : 21 Temmuz ve 40° kuzey enlemi için güneş-hava (sol-air) sıcaklıkları ($\alpha/h_o=0,026$).

Hava Sıc.		Açık Renkli Yüzeyler, $a / h_o = 0.026$								
Saat	t_o (°C)	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB	YATAY
01:00	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	20,6
02:00	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	20,6
03:00	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	20,0
04:00	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	19,4
05:00	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	19,4
06:00	23,3	27,7	34,5	35,3	29,7	24,3	24,3	24,3	24,3	23,1
07:00	23,9	28,4	39,6	43,0	36,2	25,9	25,8	25,8	25,8	29,0
08:00	25,0	27,9	40,2	45,8	40,7	28,3	27,6	27,6	27,6	35,1
09:00	26,7	29,9	38,9	46,0	43,7	33,4	29,8	29,8	29,8	41,2
10:00	28,3	31,9	36,4	44,0	44,7	38,0	31,9	31,9	31,9	46,2
11:00	30,6	34,4	34,6	41,2	44,6	42,2	35,3	34,4	34,4	50,7
12:00	32,2	36,1	36,1	36,4	41,8	44,6	42,5	37,0	36,1	53,2
13:00	33,9	37,7	37,7	37,7	39,7	45,8	47,1	43,4	37,9	54,3
14:00	34,4	38,1	38,1	38,1	38,2	44,6	50,2	49,2	41,5	52,9
15:00	35,0	38,4	38,2	38,2	38,2	42,4	51,8	53,7	46,4	50,3
16:00	34,4	37,4	37,2	37,2	37,2	38,4	50,4	55,2	49,2	45,5
17:00	33,9	38,1	36,0	36,0	36,0	36,1	46,9	53,7	49,8	40,0
18:00	32,8	37,5	34,0	34,0	34,0	34,0	40,5	46,9	45,5	33,6
19:00	30,6	31,0	30,6	30,6	30,6	30,6	31,0	31,5	31,5	26,8
20:00	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	25,6
21:00	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	24,4
22:00	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	23,3
23:00	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	22,2
00:00	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	21,1
Ortalama	28,3	30,4	32,0	33,3	32,9	31,8	32,9	33,3	32,0	33,3

Çizelge 3.3 : 21 Temmuz ve 40° kuzey enlemi için güneş-hava (sol-air) sıcaklıkları ($\alpha/h_o=0,052$).

Hava Sıc.		Koyu Renkli Yüzeyler, $a / h_o = 0.052$								
Saat	t_0 (°C)	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB	YATAY
01:00	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	20,6
02:00	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	20,6
03:00	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	20,0
04:00	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	19,4
05:00	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	19,4
06:00	23,3	32,1	45,6	47,3	36,1	25,3	25,3	25,3	25,3	23,1
07:00	23,9	32,9	55,4	62,1	48,5	28,0	27,8	27,8	27,8	29,0
08:00	25,0	30,7	55,4	66,6	56,4	31,5	30,2	30,2	30,2	35,1
09:00	26,7	33,2	51,1	65,4	60,7	40,2	33,0	33,0	33,0	41,2
10:00	28,3	35,4	44,4	69,7	61,1	47,7	35,6	35,4	35,4	46,2
11:00	30,6	38,2	38,7	51,8	58,7	53,8	40,2	38,2	38,2	50,7
12:00	32,2	40,0	40,0	40,6	51,3	57,0	53,1	41,9	40,0	53,2
13:00	33,9	41,5	41,5	41,5	45,5	57,7	60,8	52,8	42,0	54,3
14:00	34,4	41,7	41,7	41,7	42,0	54,8	66,6	63,9	48,6	52,9
15:00	35,0	41,7	41,5	41,5	41,5	49,8	69,1	72,5	57,8	50,3
16:00	34,4	40,4	39,9	39,9	39,9	42,4	66,8	75,9	63,9	45,5
17:00	33,9	42,2	38,1	38,1	38,1	38,4	60,2	73,5	65,7	40,0
18:00	32,8	42,3	35,2	35,2	35,2	35,2	48,4	60,9	58,3	33,6
19:00	30,6	31,5	30,7	30,7	30,7	30,7	30,5	32,5	32,5	26,8
20:00	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	25,6
21:00	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	24,4
22:00	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	23,3
23:00	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	22,2
00:00	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	21,1
Ortalama	28,3	32,5	35,6	38,6	37,5	35,3	37,6	38,3	35,6	33,3

Çizelge 3.4 : Günlük sıcaklık aralığı yüzdesi.

Saat (h)	%	Saat (h)	%	Saat (h)	%
1	87	9	71	17	10
2	92	10	56	18	21
3	96	11	39	19	34
4	99	12	23	20	47
5	100	13	11	21	58
6	98	14	3	22	68
7	93	15	0	23	76
8	84	16	3	24	82

4. SOĞUTMA YÜKÜ HESABINDA ORTAM BİLEŞENLERİ

4.1 Yapı Elemanlarından Olan Isı Kazancı

4.1.1 Dış duvar ve çatıdan olan ısı kazancına bağlı soğutma yükü

Güneş gören çeşitli çatı ve duvarlardan iletimle geçen ısı, dış hava sıcaklığına ve gelen güneş ışınımına bağlıdır. Bu sebeple ısı kazancı hesabında kullanılmak üzere çeşitli duvar tiplerine bağlı olarak, Çizelge 3.2’de verilen güneş-hava sıcaklık değerleri de göz önünde bulundurularak dış duvar ve çatılar için sıcaklık farkı değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1’de duvar ve çatılarda kullanılan çeşitli malzemelerin ısısal özellikleri ve kod numaraları verilmiştir. Bu kod numaralarına bağlı olarak oluşturulan standart çatı ve duvarların ısısal özellikleri, fiziksel özellikleri ve grup numaraları sırasıyla Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de gösterilmektedir.

Dış duvarlardan ve çatıdan olan ısı kazancına bağlı duyulur soğutma yükü, yaz koşulları için uygun soğutma yükü sıcaklık farkı CLTD ve K toplam ısı geçiş katsayısı kullanılarak hesaplanır.

Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de belirtilen dış duvar ve çatı grup numaralarına bağlı olarak CLTD değerleri sırasıyla Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’de verilmektedir.

Hesaplar hem dış havadaki sıcaklık değişimine hem de coğrafi konumdaki değişime bağlı olan Çizelge 3.2’de ki güneş-hava sıcaklık değerlerini esas alır.

Çizelgelerde ki CLTD değerleri, 25,5°C iç ortam sıcaklığı, maksimum 35°C dış hava sıcaklığı, 29,4°C ortalama dış hava sıcaklığı ve günlük 11,6°C sıcaklık farkı alınarak 40. Kuzey enleminde 21 Temmuz günü için hesaplanmıştır.

Diğer günler için gerekli olan değerlerin hesaplanması için coğrafi özellikler ve ısı kapasiteler belirtilmelidir. Tasarım günleri için daha detaylı bilgi girişlerine ihtiyaç vardır.

Çizelge 4.1 : Çatı ve duvarlarda kullanılan bazı malzemelerin özellikleri.

Kod	Malzeme Tanımı	Kalınlık ve ısı özellikleri					
		L	k	ρ	c_p	R	Kütle
A0	Dış yüzey direnci					0.059	
A1	25 mm kaba sıva	25	0.692	1858	0.84	0.037	47.34
A2	100 mm düz tuğla	100	1.333	2002	0.92	0.076	203.5
A3	Çelik yüzey kaplama	2	44.998	7689	0.42	0	11.71
A4	12 mm cüruf	13	0	1121	1.67	0.067	10.74
A5	Dış yüzey direnci					0.059	
A6	Kaplama	13	0.415	1249	1.09	0.031	16.1
A7	100 mm kaplama tuğla	100	1.333	2002	0.92	0.076	203.5
B1	Hava boşluğu					0.160	
B2	25 mm izolasyon	25	0.043	32	0.84	0.587	0.98
B3	50 mm izolasyon	50	0.043	32	0.84	1.173	1.46
B4	75 mm izolasyon	75	0.043	32	0.84	1.760	2.44
B5	25 mm izolasyon	25	0.043	91	0.84	0.587	2.44
B6	50 mm izolasyon	50	0.043	91	0.84	1.173	4.88
B7	25 mm tahta	25	0.121	593	2.51	1.760	15.13
B8	62 mm tahta	63	0.121	593	2.51	0.524	37.58
B9	100 mm tahta	100	0.121	593	2.51	0.837	60.02
B10	50 mm tahta	50	0.121	593	2.51	0.42	30.26
B11	75 mm tahta	75	0.121	593	2.51	0.628	45.38
B12	75 mm izolasyon	75	0.043	91	0.84	1.760	6.83
B13	100 mm izolasyon	100	0.043	91	0.84	2.347	9.27
B14	125 mm izolasyon	125	0.043	91	0.84	2.933	11.71
B15	150 mm izolasyon	150	0.043	91	0.84	3.520	14.15
C1	100 mm kil kiremit	100	0.571	1121	0.84	0.178	113.7
C2	100 mm düşük yoğunlukta beton blok	100	0.381	609	0.84	0.266	61980
C3	100 mm yüksek yoğunlukta beton blok	100	0.813	977	0.84	0.125	99.06
C4	100 mm standart tuğla	100	0.727	1922	0.84	0.140	195.2
C5	100 mm yüksek yoğunlukta beton	100	1.731	2243	0.84	0.059	227.9
C6	200 mm kil kiremit	200	0.571	1121	0.84	0.352	227.9
C7	200 mm düşük yoğunlukta beton blok	200	0.571	609	0.84	0.352	123.46
C8	200 mm yüksek yoğunlukta beton blok	200	1.038	977	0.84	0.196	198.62
C9	200 mm standart tuğla	200	0.727	1922	0.84	0.279	390.4
C10	200 mm yüksek yoğunlukta beton	200	1.731	2243	0.84	0.117	455.79
C11	300 mm yüksek yoğunlukta beton	300	1.731	2243	0.84	0.176	683.2
C12	50 mm yüksek yoğunlukta beton	50	1.731	2243	0.84	0.929	113.7
C13	150 mm yüksek yoğunlukta beton	150	1.731	2243	0.84	0.088	341.6
C14	100 mm düşük yoğunlukta beton	100	0.173	641	0.84	0.587	64.9
C15	150 mm düşük yoğunlukta beton	150	0.173	641	0.84	0.860	97.6
C16	200 mm düşük yoğunlukta beton	200	0.173	641	0.84	1.173	130.3
C17	200 mm düşük yoğunlukta beton blok (dolu)	200	0.138	288	0.84	1.467	58.56
C18	200 mm yüksek yoğunlukta beton blok (dolu)	200	0.588	849	0.84	0.345	172.75
C19	300 mm düşük yoğunlukta beton blok (dolu)	300	0.138	304	0.84	2.200	92.75
C20	300 mm yüksek yoğunlukta beton blok (dolu)	300	0.675	897	0.84	0.451	273.28
E0	İç düzey direnci					0.121	
E1	20 mm sıva veya 20 mm alçı	20	0.727	1602	0.84	0.026	30.74
E2	12 mm cüruf veya taş	12	1.436	881	1.67	0.009	11.22
E3	10 mm keçe	10	0.190	1121	1.67	0.050	10.74
E4	Tavan hava boşluğu					0.176	
E5	Akustik kaplama	19	0.061	481	0.84	0.314	9.27
L=kalınlık. mm; k=ısı iletim katsayısı. W/m.K; ρ =yoğunluk. kg/m ³ ; c_p =özgül ısı.kJ/kg.K; R=ısı direnci.(m ² .K)/W Kütle=birim yüzeyel kütle.kg/m ²							

Çizelge 4.2 : Standart bazı çatılar için kod numaraları.

Çatı No	Çatının Karakteristik Özelliği	Kullanılan Malzeme Kodları
1	25 mm izolasyonlu çelik sac	A0,E2,E3,B5,A3,E0
2	25 mm izolasyonlu 25 mm tahta	A0,E2,E3,B5,B7,E0
3	100 mm hafif yoğunlukta beton	A0,E2,E3,B5,C14,E0
4	25 mm izolasyonlu 50 mm yüksek yoğunlukta beton	A0,E2,E3,B6,B7,E0
5	50 mm izolasyonlu 25 mm tahta	A0,E2,E3,B6,B7,E0
6	150 mm hafif yoğunlukta beton	A0,E2,E3,C15,E0
7	25 mm izolasyonlu 63 mm tahta	A0,E2,E3,B5,B8,E0
8	200 mm hafif yoğunlukta beton	A0,E2,E3,C16,E0
9	25 mm izolasyonlu 100 mm yüksek yoğunlukta beton	A0,E2,E3,B5,C5,E0
10	50 mm izolasyonlu 63 mm tahta	A0,E2,E3,B6,B8,E0
11	Teras çatı sistemi	A0,C12,B1,B6,E2,E3,C5,E0
12	25 mm izolasyonlu 150 mm yüksek yoğunlukta beton	A0,E2,E3,B5,C13,E0
13	25 mm izolasyonlu 100 mm tahta	A0,E2,E3,B5,B9,E0

Çizelge 4.3 : Standart bazı duvarlar için kod numaraları.

Duvar tanımı	Grup No	Kütle kg/m ²	K W/m ² .°C	Duvarı oluşturan malzemelerin kodları
100 mm düz tuğla + (Tuğla)				
Hava boşluğu+100 mm düz tuğla	C	405	2,03	A0,A2,B1,A2,E0
100 mm standart tuğla	D	440	2,36	A0,A2,C4,E1,E0
25 mm izolasyon+100 mm standart tuğla	C	440	1,00	A0,A2,C4,B2,E1,E0
Hava boşluğu+100 mm standart tuğla	C	440	1,71	A0,A2,C4,B1,E1,E0
50 mm izolasyon+100 mm standart tuğla	B	430	0,63	A0,A2,B3,C4,E1,E0
200 mm standart tuğla	B	635	1,71	A0,A2,C9,E1,E0
25 mm izolasyon+200 mm standart tuğla	A	635	0,87	A0,A2,C9,B2,E1,E0
Hava boşluğu+200 mm standart tuğla	A	635	1,38	A0,A2,C9,B1,E1,E0
100 mm düz tuğla + (Yüksek yoğunlukta beton)				
Hava boşluğu+ 50 mm beton	C	459	2,00	A0,A2,B1,C5,E1,E0
50 mm izolasyon+100 mm beton	B	474	0,66	A0,A2,B3,C5,E1,E0
Hava boşluğu+200 mm beton	A	698	0,62	A0,A2,B1,C10,E1,E0
25 mm izolasyon+200 mm beton	A	928	0,64	A0,A2,B1,C11,E1,E0
100 mm düz tuğla + (Yüksek veya düşük yoğunlukta beton blok)				
100 mm düş.yoğ.beton blok	E	303	1,81	A0,A2,C2,E1,E0
Hava boşluğu+100 mm düş.yoğ.beton blok	D	303	0,86	A0,A2,C2,B1,E1,E0
25 mm izolasyon+100 mm düş.yoğ.beton blok	D	303	1,40	A0,A2,C2,B2,E1,E0
200 mm düş.yoğ.beton blok	D	342	1,56	A0,A2,C7,A6,E0
Hava boşluğu+200 mm düş.yoğ.beton blok	C	356	1,25	A0,A2,B1,C7,E1,E0
25 mm izolasyon+200 mm düş.yoğ.beton blok	C	434	1,56	A0,A2,B2,C7,E1,E0
50 mm izolasyon+200 mm düş.yoğ.beton blok	B	434	0,55	A0,A2,B3,C7,E1,E0
50 mm izolasyon+200 mm yük.yoğ.beton blok	B	434	0,61	A0,A2,B3,C8,E1,E0
100 mm düz tuğla + (Kil kiremit)				
100 mm kiremit	D	347	2,16	A0,A2,C1,E1,E0
Hava boşluğu+100 mm kiremit	D	347	1,60	A0,A2,C1,B1,E1,E0
25 mm izolasyon+100 mm kiremit	C	347	0,96	A0,A2,C1,B2,E1,E0
200 mm kiremit	C	470	1,56	A0,A2,C6,E1,E0
Hava boşluğu+200 mm kiremit	B	470	0,81	A0,A2,C6,B1,E1,E0
25 mm izolasyon+200 mm kiremit	B	470	1,26	A0,A2,C6,B2,E1,E0
50 mm izolasyon+200 mm kiremit	A	474	0,55	A0,A2,B3,C6,E1,E0

Çizelge 4.3 (devam) : Standart bazı duvarlar için kod numaraları.

Duvar tanımı	Grup No	Kütle kg/m ²	K W/m ² .°C	Duvarı oluşturan malzemelerin kodları
Yüksek yoğunlukta beton duvar + (Kaplama)				
100 mm beton	E	308	3,32	A0,A1,C5,E1,EO
100 mm beton+ 50 mm izolasyon	D	308	0,68	A0,A1,C5,B3,E1,EO
100 mm beton+ 25 mm izolasyon	D	308	1,14	A0,A1,C5,B2,E1,EO
50 mm izolasyon + 100 mm beton	C	308	0,68	A0,A1,B6,C5,E1,EO
200 mm beton	C	532	2,78	A0,A1,C10,E1,EO
200 mm beton+ 50 mm izolasyon	B	537	0,65	A0,A1,C10,B5,E1,EO
200 mm beton+ 25 mm izolasyon	B	537	1,06	A0,A1,C10,B6,E1,EO
50 mm izolasyon + 200 mm beton	A	537	0,65	A0,A1,B3,C10,E1,EO
300 mm beton	B	762	2,39	A0,A1,C11,E1,EO
300 mm beton + izolasyon	A	762	0,64	A0,C11,B6,A6,EO
Yüksek ve düşük yoğunlukta beton blok + (Kaplama)				
100 mm blok + hava boşluğu	F	142	0,91	A0,A1,C2,B1,E1,EO
100 mm blok + 25 mm izolasyon	F	142	1,49	A0,A1,C2,B2,E1,EO
50 mm izolasyon + 100 mm blok	E	181	0,60	A0,A1,B3,C2,E1,EO
200 mm blok	E	249	2,28	A0,A1,C7,E1,EO
200 mm blok+hava boşluğu	D	200	0,85	A0,A1,C7,B1,E1,EO
200 mm blok+izolasyon	D	278	0,98	A0,A1,C7,B2,E1,EO
Kil kiremit + (Kaplama)				
100 mm kiremit	F	190	2,38	A0,A1,C1,E1,EO
100 mm kiremit + Hava boşluğu	F	190	1,72	A0,A1,C1,B1,E1,EO
100 mm kiremit + 25 mm izolasyon	E	190	0,99	A0,A1,C1,B2,E1,EO
50 mm izolasyon + 100 mm kiremit	D	195	0,63	A0,A1,B3,C1,E1,EO
200 mm kiremit	D	308	1,68	A0,A1,C6,E1,EO
200 mm kiremit + Hava boşluğu	C	308	0,86	A0,A1,C6,B1,E1,EO
200 mm kiremit + 25 mm izolasyon	C	308	1,31	A0,A1,C6,B2,E1,EO
50 mm izolasyon+200 mm kiremit	B	308	0,56	A0,A1,B3,C6,E1,EO
Metal perde duvar				
Hava boşluklu veya boşluksuz	G	24	0,52	A0,A3,B1,A3,EO
İzolasyonlu	G	29	1,31	A0,A3,B3,B12,A3,EO
Çerçeve duvar				
25 mm - 75 mm izolasyon	G	78	0,46	A0,A1,B1,E1,EO

Yukarıda anlatılanlara bağlı olarak dış duvarlar ve çatılardan olan ısı kazancı eşitlik (4.1) yardımı ile hesaplanır.

$$q=K.A.CLTD \quad (4.1)$$

K=Toplam ısı geçiş katsayısı (W/m².°C)

A=Toplam yüzey alanı (m²)

CLTD=Soğutma yükü sıcaklık farkı (°C)

Dış duvarlar ve çatılardan olan ısı kazancını hesaplamak için kullanılan eşitlik (4.1)'de q değeri watt cinsinden bulunur.

Çizelge 4.4 : Çatılarda soğutma yükü hesabı için soğutma yükü sıcaklık farkı değerleri (CLTD).

Çatı No:	Kütle kg/m ²	K W/m ² °C	Gün saati																								Max. Saat	Min. CLTD	Max. CLTD	Fark CLTD	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Asma Tavanlı Çatı																															
1	34	1,209	0	-1	-2	-2	-3	-2	3	11	19	27	34	40	43	44	43	39	33	25	17	10	7	5	3	1	14	-3	44	47	
2	39	0,965	3	2	0	-1	-2	-2	-1	2	8	15	22	29	35	39	41	41	39	35	29	21	15	11	8	5	16	-2	41	43	
3	88	1,209	5	3	1	0	-1	-2	-2	1	5	11	18	25	31	36	39	40	40	37	32	25	19	14	10	7	16	-2	40	42	
4	142	1,17	7	5	3	2	0	-1	0	2	6	11	17	23	28	33	36	37	37	34	30	25	20	16	12	10	16	-1	37	38	
		0,693																													
5	44	0,619	2	0	-2	-3	-4	-4	-4	-2	3	9	15	22	27	32	35	36	35	32	27	20	14	10	6	3	16	-4	36	40	
6	117	0,897	12	10	7	5	3	2	1	0	2	4	8	13	18	24	29	33	35	36	35	32	28	24	19	16	18	0	36	36	
7	63	0,738	16	13	11	9	7	6	4	3	4	5	8	11	15	19	23	27	29	31	31	30	27	25	22	19	19	3	31	28	
8	151	0,715	20	17	14	12	10	8	6	5	4	4	5	7	11	14	18	22	25	28	30	30	29	27	25	22	20	4	30	26	
9	254	1,136	14	12	10	8	7	5	4	4	6	8	11	15	18	22	25	28	29	30	29	27	24	21	19	16	18	4	30	26	
	254	0,681																													
10	63	0,528	18	15	13	11	9	8	6	5	5	5	7	10	13	17	21	24	27	28	29	29	27	25	23	20	19	5	29	24	
11	366	0,602	19	17	15	14	12	11	9	8	7	8	8	10	12	15	18	20	22	24	25	26	25	24	22	21	20	7	26	19	
12	366	1,09	18	16	15	12	11	10	9	8	8	9	10	12	15	17	20	22	24	25	25	25	24	22	20	19	19	8	25	17	
	366	0,664																													
13	83	0,602	21	20	18	17	15	14	13	11	10	9	9	9	10	12	14	16	18	20	22	23	24	24	23	22	22	9	24	15	
	88	0,443																													
Asma Tavanlı Çatı																															
1	44	0,761	1	0	-1	-2	-3	-3	0	5	13	20	28	35	40	43	43	41	37	31	23	15	10	7	5	3	15	-3	43	46	
	49	0,522																													
2	49	0,653	11	8	6	5	3	2	1	2	4	7	12	17	22	27	31	33	35	34	32	28	24	20	17	14	17	1	35	34	
3	97	0,761	10	8	6	4	2	1	0	0	2	6	10	16	21	27	31	34	36	36	34	30	26	21	17	13	17	0	36	36	
4	146	0,744	16	14	13	11	10	8	7	7	8	9	11	14	17	19	22	24	25	26	26	25	23	21	20	18	18	7	26	19	
5	49	0,471	14	11	9	7	5	4	3	3	4	6	10	14	18	23	27	30	31	32	31	29	26	22	19	16	18	3	32	30	
6	127	0,619	18	15	13	11	9	7	6	4	4	4	6	9	12	16	20	24	27	29	30	30	28	26	23	20	20	4	30	26	
7	73	0,545	19	18	16	14	13	12	10	9	8	8	9	10	12	14	17	19	21	23	24	25	24	23	22	21	20	8	25	17	
8	161	0,528	2	20	18	16	15	13	11	10	9	8	8	8	9	11	14	16	19	21	23	25	25	25	24	23	20	8	25	17	
9	259	0,727	17	16	15	14	13	13	12	11	11	11	12	13	15	16	18	19	20	21	21	21	21	21	20	19	18	19	11	21	10
	264	0,511																													
10	73	0,409	19	18	17	16	14	13	12	11	10	10	10	11	12	14	16	18	19	21	22	23	23	22	22	21	21	10	23	13	
11	376	0,466	17	16	16	15	15	14	13	13	13	12	12	13	13	14	15	16	16	17	18	18	19	18	18	18	21	12	19	7	
12	376	0,71	16	16	15	15	14	13	13	12	12	12	12	13	14	15	16	17	18	18	19	19	19	19	18	18	18	20	12	19	7
	376	0,499																													
13	93	0,465	20	19	19	18	17	16	15	14	14	13	12	12	12	12	13	14	15	16	18	19	20	20	20	20	23	12	20	8	
	97	0,363																													

Diğer tasarım şartları için çizelgelerden seçilen Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı (CLTD) değeri yerine Düzeltilmiş Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı (CLTD_d) değeri kullanılır. Çatı ve dış duvarlar için CLTD_d değerleri aşağıdaki ifadeler kullanılarak hesaplanır.

Çatı için;

$$CLTD_d = [(CLTD + LM).YR + (25,5 - T_R) + (T_0 - 29,4)].f \quad (4.2)$$

Dış duvar için;

$$CLTD_d = [(CLTD + LM).YR + (25,5 - T_R) + (T_0 - 29,4)] \quad (4.3)$$

Burada;

LM = Soğutma yükü sıcaklık farkı düzeltme değeri (Çizelge 4.6)

YR = Yüzey rengine bağlı bir değerdir. Duvarlarda koyu renkli yüzeyler için 1, orta renkli yüzeyler için 0,83 ve açık renkli yüzeyler için 0,63 değerindedir. Çatılarda koyu renkli yüzeyler için 1, açık renkli yüzeyler için 0,5 değerindedir.

$$T_R = \text{İç tasarım sıcaklığı (}^{\circ}\text{C)}$$

$$T_o = \text{Ortalama dış hava sıcaklığı} = \text{Maksimum dış sıcaklık} - (\text{Günlük sıcaklık farkı})/2$$

$$f = \text{Çatılar için hava akımı faktörüdür. Hava akımı yoksa 1, varsa 0,75'dir.}$$

$$29,4 = \text{Tasarım dış ortam sıcaklığı (}^{\circ}\text{C)}$$

$$25,5 = \text{İç ortam sıcaklığı (}^{\circ}\text{C)}$$

Çizelge 4.5 : Duvarlarda soğutma yükü hesabı için soğutma yükü sıcaklık farkı değerleri (CLTD).

Duvar Yönü	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max. CLTD	Min. CLTD	Max. CLTD	Fark	
Gün saati																													
A grubu duvarlar																													
KD	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11	11	22	8	11	3	
D	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	11	11	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14	22	10	14	4	
GD	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	13	13	13	13	13	22	10	13	3	
G	11	11	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	11	11	11	11	23	8	11	3	
GB	14	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	9	9	10	10	10	11	12	13	13	14	14	24	9	14	5	
B	15	15	15	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	11	11	12	13	14	14	15	1	10	15	5	
KB	12	12	11	11	11	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	11	11	1	8	12	4	
B grubu duvarlar																													
K	8	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7	7	8	8	8	8	8	24	5	8	3	
KD	11	10	10	9	9	8	7	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12	11	11	21	7	12	5	
D	13	13	12	11	10	10	9	8	8	8	9	9	10	12	13	13	14	14	15	15	15	15	15	14	14	20	8	15	7
GD	13	12	12	11	10	10	9	8	8	8	8	8	9	10	11	12	13	14	14	14	14	14	14	14	21	8	14	6	
G	12	11	11	10	9	9	8	7	7	6	6	6	6	7	8	9	10	11	11	12	12	12	12	12	23	6	12	6	
GB	15	15	14	13	13	12	11	10	9	9	8	8	7	7	8	9	10	11	13	14	15	15	16	16	24	7	16	9	
B	16	16	15	14	14	13	12	11	10	9	9	8	8	8	8	8	9	11	12	14	15	16	16	17	24	8	17	9	
KB	13	12	12	11	11	10	9	9	8	7	7	7	6	6	7	7	8	8	9	11	12	13	13	13	24	6	13	7	
C grubu duvarlar																													
K	9	8	7	7	6	5	5	4	4	4	4	4	5	5	6	6	7	8	9	9	9	9	10	9	9	22	4	10	6
KD	10	10	9	8	7	6	6	6	6	7	8	10	10	11	12	12	12	13	13	13	13	13	12	12	11	20	6	13	7
D	13	12	11	10	9	8	7	7	7	8	9	11	13	14	15	16	16	17	17	16	16	16	15	14	13	18	7	17	10
GD	13	12	11	10	9	8	7	6	7	7	9	10	12	14	15	16	16	16	16	16	16	16	15	14	13	19	6	16	10
G	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5	5	5	6	6	8	9	11	12	13	14	14	14	14	13	12	20	5	14	9
GB	16	15	14	12	11	10	9	8	7	7	6	6	6	7	8	10	12	14	16	18	18	18	18	17	22	6	18	12	
B	17	16	15	14	12	11	10	9	8	7	7	7	7	7	8	9	11	13	16	18	19	20	19	18	22	7	20	13	
KB	14	13	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5	6	6	6	7	9	10	12	14	15	15	15	22	5	15	10		
D grubu duvarlar																													
K	8	7	7	6	5	4	3	3	3	3	4	4	5	6	6	7	8	9	10	11	11	10	10	9	21	3	11	8	
KD	9	8	7	6	5	5	4	4	6	8	10	11	12	13	13	13	14	14	14	13	13	12	11	10	19	4	14	10	
D	11	10	8	7	6	5	5	5	7	10	13	15	17	18	18	18	18	18	17	17	16	15	13	12	16	5	18	13	
GD	11	10	9	7	6	5	5	5	5	7	10	12	14	16	17	18	18	18	17	17	16	15	14	12	17	5	18	13	
G	11	10	8	7	6	5	4	4	3	3	4	5	7	9	11	13	15	16	16	16	16	15	14	13	12	19	3	16	13
GB	15	14	12	10	9	8	6	5	5	4	4	5	5	7	9	12	15	18	20	21	21	20	19	17	21	4	21	17	
B	17	15	13	12	10	9	7	6	5	5	5	5	6	6	8	10	13	17	20	22	23	22	21	19	21	5	23	18	
KB	14	12	11	9	8	7	6	5	4	4	4	4	5	6	7	8	10	12	15	17	18	17	16	15	22	4	18	14	
E grubu duvarlar																													
K	7	6	5	4	3	2	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	10	11	12	12	11	10	9	8	20	2	12	10	
KD	7	6	5	4	3	2	3	5	8	11	13	14	14	14	14	14	15	14	14	13	12	11	9	8	16	2	15	13	
D	8	7	6	5	4	3	3	6	10	15	18	20	21	21	20	19	18	18	17	15	14	12	11	9	13	3	21	18	
GD	8	7	6	5	4	3	3	4	7	10	14	17	19	20	20	20	19	18	17	16	14	13	11	10	15	3	20	17	
G	8	7	6	5	4	3	2	2	2	3	5	7	10	14	16	18	19	18	17	16	14	13	11	10	17	2	19	17	
GB	12	10	8	7	6	4	4	3	3	3	4	5	7	10	14	18	21	24	25	24	22	19	17	14	19	3	25	22	
B	14	12	10	8	6	5	4	3	3	4	4	5	6	8	11	15	20	24	27	27	25	22	19	16	20	3	27	24	
KB	11	9	8	6	5	4	3	3	3	3	4	5	6	7	9	11	14	18	21	21	20	18	15	13	20	3	21	18	

Çizelge 4.5 (devam) : Duvarlarda soğutma yükü hesabı için soğutma yükü sıcaklık farkı değerleri (CLTD).

Duvar	Gün saati																								Max.	Min.	Max.	Fark
Yönü	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	CLTD	CLTD	CLTD	CLTD
F grubu duvarlar																												
K	5	4	3	2	1	1	1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	12	13	13	13	11	9	7	6	19	1	13	12
KD	5	4	3	2	1	1	3	8	13	16	17	16	16	15	15	15	15	14	13	12	10	9	7	6	11	1	17	16
D	5	4	3	2	2	1	4	9	16	21	24	25	24	22	20	19	18	17	15	13	11	10	8	7	12	1	25	24
GD	5	4	3	2	2	1	2	6	10	15	20	23	24	23	22	20	19	17	16	14	12	10	8	7	13	1	24	23
G	5	4	3	2	2	1	1	1	2	4	7	11	15	19	21	22	21	19	17	15	12	10	8	7	16	1	22	21
GB	8	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	6	10	14	20	24	28	30	29	25	20	16	13	10	18	1	30	29
B	9	7	5	4	3	2	2	2	2	3	4	6	8	11	16	22	27	32	33	30	24	19	15	12	19	2	33	31
KB	8	6	4	3	2	2	1	1	2	3	4	6	7	9	12	15	19	24	26	24	20	16	12	10	19	1	26	25
G grubu duvarlar																												
K	2	1	0	0	0	1	4	5	5	7	8	10	12	13	13	14	14	15	12	8	6	5	4	3	18	0	15	15
KD	2	1	1	0	0	5	15	20	22	20	16	15	15	15	15	14	12	10	8	6	5	4	3	9	0	22	22	
D	2	1	1	0	0	6	17	26	30	31	28	22	19	17	17	16	15	13	11	8	7	5	4	3	10	0	31	31
GD	2	1	1	0	0	3	10	18	24	27	28	27	23	20	18	16	15	13	11	8	7	6	4	3	11	0	28	28
G	2	1	1	0	0	0	1	3	7	12	17	22	25	26	24	21	17	14	11	8	7	5	4	3	14	0	26	26
GB	3	2	2	1	0	0	1	3	4	6	9	14	21	28	33	35	34	29	20	13	10	7	6	4	16	0	35	35
B	4	3	2	1	1	1	1	3	5	6	8	10	15	23	31	37	40	37	27	16	11	8	6	5	17	1	40	39
KB	3	2	1	1	0	0	1	3	4	6	8	10	12	15	20	26	31	31	23	14	10	7	5	4	18	0	31	31

Çizelge 4.6 : Duvar ve çatılar için ay ve enleme göre CLTD düzeltme sayıları, kuzey enlemler için.

Enlem	Ay	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	Yatay
0	Aralık	-1.6	-2.7	-2.7	-2.7	-1.1	0,0	1,6	3,3	5	- 0.5
	Ocak / Kasım	-1.6	-2.7	-2.2	-2.2	- 0.5	0,0	1,1	2,2	3,8	- 0.5
	Şubat / Ekim	-1.6	-1.1	-1.1	-1.1	- 0.5	- 0.5	0,0	- 0.5	3,8	0,0
	Mart / Eylül	-1.6	0,0	0,5	- 0.5	- 0.5	-1.6	-1.6	-2.7	-4.4	0,0
	Nisan / Ağustos	2,7	2,2	1,6	0,0	-1.1	-2.7	-3.3	-4.4	-4.4	-1.1
	Mayıs / Temmuz	5,5	3,8	2,7	0,0	-1.6	-3.8	-4.4	-5.0	-4.4	-2.2
	Haziran	6,6	5,0	2,7	0,0	-1.6	-3.8	-5.0	-5.5	-4.4	-2.7
8	Aralık	-2.2	-3.3	-3.3	-3.3	-1.6	0,0	2,2	4,4	6,6	-2.7
	Ocak / Kasım	-1.6	-2.7	-3.3	-2.7	-1.1	0,0	1,6	3,3	5,5	-2.2
	Şubat / Ekim	-1.6	-2.2	-1.6	-1.6	- 0.5	- 0.5	0,5	1,1	2,2	- 0.5
	Mart / Eylül	-1.6	-1.1	- 0.5	- 0.5	- 0.5	-1.1	-1.1	-1.6	-2.2	0,0
	Nisan / Ağustos	1,1	1,1	1,1	0,0	- 0.5	-2.2	-2.7	-3.8	-3.8	- 0.5
	Mayıs / Temmuz	3,8	2,7	2,2	0,0	-1.1	-2.7	-3.8	-5.0	-3.8	-1.1
	Haziran	5,0	3,3	2,2	0,0	-1.1	-3.3	-4.4	-5.0	-3.8	-1.1
16	Aralık	-2.2	-3.3	-4.4	-4.4	-2.2	- 0.5	2,2	5	7,2	- 5.0
	Ocak / Kasım	-2.2	-3.3	-3.8	-3.8	-2.2	- 0.5	2,2	4,4	6,6	-3.8
	Şubat / Ekim	-1.6	-2.7	-2.7	-2.2	-1.1	0,0	1,1	2,7	3,8	-2.2
	Mart / Eylül	-1.6	-1.6	-1.1	-1.1	- 0.5	- 0.5	0,0	0,0	0,0	- 0.5
	Nisan / Ağustos	- 0.5	0,0	- 0.5	- 0.5	- 0.5	-1.6	-1.6	-2.7	-3.3	0,0
	Mayıs / Temmuz	2,2	1,6	1,6	0,0	- 0.5	-2.2	-2.7	-3.8	-3.8	0,0
	Haziran	3,3	2,2	2,2	0,5	- 0.5	-2.2	-3.3	-4.4	-3.8	0,0
24	Aralık	-2.7	-3.8	-5.0	-5.5	-3.8	-1.6	1,6	5	7,2	- 7.2
	Ocak / Kasım	-2.2	-3.3	-4.4	-5.0	-3.3	-1.6	1,6	5	7,2	- 6.1
	Şubat / Ekim	-2.2	-2.7	-3.3	-3.3	-1.6	- 0.5	1,6	3,8	5,5	-3.8
	Mart / Eylül	-1.6	-2.2	-1.6	-1.6	- 0.5	- 0.5	0,5	1,1	2,2	-1.6
	Nisan / Ağustos	-1.1	- 0.5	0,0	- 0.5	- 0.5	-1.1	- 0.5	-1.1	-1.6	0,0
	Mayıs / Temmuz	0,5	1,1	1,1	0,0	0,0	-1.6	-1.6	-2.7	-3.3	0,5
	Haziran	1,6	1,6	1,6	0,5	0,0	-1.6	-2.2	-3.3	-3.3	0,5
32	Aralık	-2.7	-3.8	-5.5	-6.1	-4.4	-2.7	1,1	5,0	6,6	-9.4
	Ocak / Kasım	-2.7	-3.8	-5.0	-6.1	-4.4	-2.2	1,1	5,0	6,6	-8.3
	Şubat / Ekim	-2.2	-3.3	-3.8	-4.4	-2.2	-1.1	2,2	4,4	6,1	-5.5
	Mart / Eylül	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	-1.1	- 0.5	1,6	2,7	3,8	-2.7
	Nisan / Ağustos	-1.1	-1.1	- 0.5	-1.1	0,0	- 0.5	0,0	0,5	0,5	- 0.5
	Mayıs / Temmuz	0,5	- 0.5	0,5	0,0	0,0	- 0.5	- 0.5	-1.6	-1.6	0,5
	Haziran	0,5	1,1	1,1	0,5	0,0	-1.1	-1.1	-2.2	-2.2	1,1

Çizelge 4.6 (devam) : Duvar ve çatılar için ay ve enleme göre CLTD düzeltme sayıları, kuzey enlemler için.

40	Aralık	- 3.3	- 4.4	- 5.5	- 7.2	- 5.5	-3.8	0,0	3,8	5,5	- 11.6
	Ocak / Kasım	-2.7	-3.8	- 5.5	- 6.6	- 5.0	- 3.3	0,5	4,4	6,1	- 10.5
	Şubat / Ekim	-2.7	-3.8	- 4.4	- 5.0	- 3.3	-1.6	1,6	4,4	6,6	- 7.7
	Mart / Eylül	-2.2	-2.7	-2.7	- 3.3	-1.6	0,5	2,2	3,8	5,5	- 4.4
	Nisan / Ağustos	-1.1	-1.6	-1.1	-1.1	0,0	0,0	1,1	1,6	2,2	1,6
	Mayıs / Temmuz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
	Haziran	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	- 0.5	- 0.5	1,1
48	Aralık	- 3.3	- 4.4	- 6.1	- 7.7	- 7.2	-5.5	-1.6	1,1	3,3	- 13.8
	Ocak / Kasım	- 3.3	- 4.4	- 6.1	- 7.2	- 6.1	- 4.4	- 0.5	2,7	4,4	- 13.3
	Şubat / Ekim	-2.7	-3.8	- 5.5	- 6.1	- 4.4	-2.7	0,5	4,4	6,1	- 10.0
	Mart / Eylül	-2.2	- 3.3	- 3.3	-3.8	- 2.2	- 0.5	2,2	4,4	6,1	- 6.1
	Nisan / Ağustos	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	- 0.5	0,0	2,2	3,3	3,8	-2.7
	Mayıs / Temmuz	0,0	- 0.5	0,0	0,0	0,5	0,5	1,6	1,6	2,2	0,0
	Haziran	0,5	0,5	1,1	0,5	1,1	0,5	1,1	1,1	1,6	1,1
56	Aralık	- 3.8	- 5.0	- 6.6	- 8.8	- 8.8	- 7.7	- 5.0	-2.7	-1.6	-15.5
	Ocak / Kasım	- 3.3	- 4.4	- 6.1	- 8.3	- 7.7	- 6.6	- 3.3	- 0.5	1,1	-15.0
	Şubat / Ekim	- 3.3	- 4.4	- 5.5	- 6.6	- 5.5	- 3.8	0,0	3,3	5,0	-12.2
	Mart / Eylül	-2.7	- 3.3	- 3.8	- 4.4	- 2.7	-1.1	2,2	4,4	6,6	- 8.3
	Nisan / Ağustos	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	- 0.5	0,5	2,7	3,8	5,0	- 4.4
	Mayıs / Temmuz	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	2,7	3,3	3,8	-1.1
	Haziran	1,1	0,5	1,1	0,5	1,6	1,6	2,2	2,7	3,3	0,5
64	Aralık	- 3.8	- 5.0	- 6.6	- 8.8	- 9.4	-10.0	- 8.8	- 7.7	-6.6	-16.6
	Ocak / Kasım	- 3.8	- 5.0	- 6.6	- 8.8	- 8.8	- 8.8	- 7.2	- 5.5	- 4.4	-16.1
	Şubat / Ekim	- 3.3	- 4.4	- 6.1	- 7.7	- 7.2	- 5.5	-2.2	0,5	2,2	-14.4
	Mart / Eylül	-2.7	- 3.8	- 5.0	- 5.5	- 3.8	-2.2	1,1	3,8	6,1	- 11.1
	Nisan / Ağustos	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	- 0.5	0,5	2,7	5,0	6,1	- 6.1
	Mayıs / Temmuz	0,5	0,0	0,5	0,0	1,6	2,2	3,3	4,4	5,5	-1.6
	Haziran	1,1	1,1	1,1	1,1	2,2	2,2	3,3	3,8	5,0	0,0

4.1.2 Pencereleden olan ısı kazancına bağlı soğutma yükü

Pencereler insanların dış ortamla görsel iletişimini sağlamak, güneş enerjisinin ve ışığının içeri girmesine izin vermek, zaman zaman dış havayı içeri almak ve binanın mimarisini estetik hale getirmek için yapılır. Bunlar oluşturulurken konfor şartları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Camın dış kısmına günün değişik saatlerinde farklı miktarda güneş ışınımı gelmektedir. Gelen bu ışınımın bir kısmı camdan yansır, bir kısmı camdan yutulur, büyük bir kısmı da camdan içeri girer. Ayrıca camda iç-dış sıcaklık farkı sebebi ile bir de iletimle ısı kazancı oluşur. Basit olarak cam bir malzemeden geçen ısıyı şöyle ifade edebiliriz.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{Camdan} & & \text{İç ve dış} & & \text{Camdan} & & \text{Yutulan} \\
 \text{İçeri giren} & = & \text{sıcaklık} & + & \text{ışınımına} & + & \text{güneş} \\
 \text{toplam ısı} & & \text{farkından} & & \text{ışınımına} & & \text{ışınımının} \\
 & & \text{olan ısı} & & \text{giren ısı} & & \text{içeri doğru} \\
 & & \text{akışı} & & & & \text{akışı}
 \end{array} \quad (4.4)$$

Burada; sağ taraftaki son iki terim gelen güneş ışınlamıyla ilgilidir. Sağ taraftaki ilk terim ise güneş ışınlamından bağımsız olup güneş olsa da olmasa da ortaya çıkar ve sıcaklık farkından dolayı oluşan iletimle geçen ısıyı temsil eder. Böylece yukarıdaki ifade şu şekilde yazılabilir;

$$\begin{array}{ccccc} \text{Camdan} & & \text{İletimle} & & \text{Güneş} \\ \text{içeri giren} & = & \text{olan ısı} & + & \text{ışınlamından} \\ \text{toplam ısı} & & \text{kazancı} & & \text{olan ısı} \\ & & & & \text{kazancı} \end{array} \quad (4.5)$$

Böylece pencerelerden olan ısı kazancı iki bileşene ayrılır.

1. Sıcaklık farkından dolayı oluşan iletimle olan ısı kazancı
2. Pencereden geçen veya emilen güneş enerjisi tarafından güneş ışınlamaları ile olan ısı kazancı

4.1.2.1 Pencereden iletimle olan ısı kazancı

Güneş ışığı olsa da olmasa da, ısısal iletim nedeniyle pencereden ısı akışı olur ve şu şekilde ifade edilir;

$$q = K \cdot A \cdot (T_d - T_i) \quad (4.6)$$

q = Pencereden geçen ısı (W)

K = Camın toplam ısı geçiş katsayısı (W/m²K)

A = Pencerenin net cam alanı (m²)

T_d = Dış hava sıcaklığı (°C)

T_i = İç hava sıcaklığı (°C)

Burada; T_d dış hava sıcaklığı, T_i iç hava sıcaklığından yüksek ise ısı iletiminin ortam içine doğru olacağı, diğer halde ise içeriden dışarı olacağı görülmektedir. Çok sık kullanılan pencere tiplerinin toplam ısı iletim katsayıları Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 : Çeşitli pencereler için ısı geçiş katsayıları.

Pencere cinsi	K (W/m ² .°C)
Tek camlı pencere (iç gölgesiz)	5,9
Çift camlı pencere (iç gölgesiz)	3,7
Üç camlı pencere (iç gölgesiz)	2,5
Tek camlı pencere (iç gölgeli)	4,6
Çift camlı pencere (iç gölgeli)	3,3
Üç camlı pencere (iç gölgeli)	2,3

İletimle olan ısı kazancının bulunmasında, toplam ısı iletim katsayısı iki şekilde hesaba katılır.

1. İklimlendirilen ortam ile dış ortam arasındaki uzun dalga ışıınımı ve taşınım ile ısı geçişi dikkate alınarak.
2. Pencere alanlarından iletimle olan ısı geçişi göz önüne alınarak.

Genellikle pencereden olan ısı transferiyle olan ısı kazancı, soğutma yükü sıcaklık farkı metoduna benzer bir şekilde ele alınabilir. Pencereden olan ısı transferi için soğutma yükü sıcaklık farkı değerleri Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Buna göre pencereler için soğutma yükü yine duvar ve çatılarda olduğu gibi aynı yöntem ile aşağıdaki ifade ile hesaplanabilir.

$$q=K.A.CLTD \quad (4.7)$$

Çizelge 4.8 : Camlardan iletimle olan ısı kazancının hesaplanması için kullanılan CLTD değerleri.

Güneş zamanı (saat)	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
CLTD (°C)	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	2	4	5
Güneş zamanı (saat)	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00
CLTD (°C)	7	7	8	8	7	7	6	4	3	2	2	1

Çizelge 4.8’de verilen değerler iç ortam sıcaklığı 25,5°C, maksimum dış sıcaklık 35°C ve günlük sıcaklık aralığı 11,6°C iken hesaplanmıştır. Bu çizelge 33-39 °C arası maksimum dış sıcaklık ve 9-19 °C arası günlük sıcaklık farklılıkları için geçerlidir ve günlük ortalama dış sıcaklık 29,4°C olarak sabittir.

Eğer iç ortam sıcaklığı 25,5°C’den farklı veya günlük ortalama dış sıcaklık 29,4°C’den farklı ise Düzeltilmiş Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı değerinin bulunması için şu yol izlenmelidir.

Ortam hava sıcaklığı 25,5°C’den düşük ise aradaki fark çizelgedeki değere eklenir, büyük ise aradaki fark çıkarılır. Günlük ortalama dış sıcaklık değeri 29,4°C’den düşük ise aradaki fark çizelgedeki değerden çıkarılır, büyük ise aradaki fark eklenir. Böylece hesap yapılan zaman için Düzeltilmiş Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı değeri hesaplanır. (4.5)’de verilen eşitlikte CLTD yerine CLTD_d kullanılır.

4.1.2.2 Pencereleden güneş ışıınımı ile olan soğutma yükü

Güneş enerjisinin içeri girmesi ve emilmesi ile kazanılan ısı, güneş enerjisi ısı kazancı şeklinde ifade edilir (SHG).

Sadece güneşli hava olduğu zaman soğutma yükü hesaplarında kullanılır. SHG toplam kısa dalga boylu ışıınım (I_t) ile doğru orantılıdır ve şu şekilde ifade edilir.

$$SHG = F \cdot I_t \quad (4.8)$$

Burada, F güneş ısı kazanç katsayısıdır. Her cins pencere tipi karakteristiğine ve güneş ışıının geliş açısına bağlı boyutsuz bir değerdir.

Pencere tipi, gölge yapan malzeme çeşitliliği, güneş ışıını geliş açısı ve yoğunluğuna bağlı olarak çeşitli kombinasyonlar mevcut olduğundan, bu formülün doğrudan kullanımı yapılamaz. Bunun yerine, ASHRAE tarafından pencereden olan ısı kazancı hesabı için bir metot geliştirilmiştir.

Pencereden olan ısı kazancının hesaplanması metodunda hesaplamalar çift mukavemetli, dik geliş açısında 0,86 geçirme, 0,08 yansıma ve 0,06 yutma katsayılarına sahip referans bir cam tabaka için yapılmıştır. Bu hesaplamalar için güneşle aydınlanan referans cam içerisinde olan ısı kazançları, 17 prensip yönelim için her ayın 21. gününde gündüz saatleri için elde edilen Güneş Enerjisi Isı Kazancı Faktörleri (SHGF) ile tanımlanmıştır.

Ayrıca güneş ışıınımı ile soğutma yükü hesaplarında farklı pencere tipi ve gölgeleme malzemesi için Gölge Katsayısı (SC) hesaba katılır.

SC, pencere camının referans camdan farklı olması ve mahal içinde pencere etrafında gölgeleme elemanları bulunması nedenleriyle, pencerenin yaz şartlarında ve dik geliş açısında referans pencereye göre ışıınımı azaltma etkisini temsil eden bir değerdir ve şu şekilde tanımlanmıştır.

$$SC = \frac{\text{Pencere güneş ısı kazancı}}{\text{Referans camda güneş ısı kazancı}} \quad (4.9)$$

Buna göre çeşitli pencere ve gölgeleme malzemesine bağlı olarak gölge katsayıları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 : Çeşitli pencereler için gölge katsayıları.

Pencerer Cins	Panjurlu		Perde		Tül Perde	İç Gölgesiz
	Açık	Koyu	Koyu	Açık		
Tek camlı pencere	0,55	0,64	0,59	0,25	0,39	1,00
Çift camlı pencere	0,51	0,57	0,60	0,25	0,37	0,82
Üç camlı pencere	0,51	0,57	0,60	0,25	0,37	0,58

Yukarıda anlatılanlara göre, güneş enerjisi tarafından pencereden olan ısı kazancına bağlı soğutma yükü şu şekilde hesaplanır;

$$q=A.SC.SHGF.CLF \quad (4.10)$$

Burada;

A=Pencerenin net cam alanı (m²)

SHGF=Maksimum güneş enerjisi ısı kazancı faktörü (W/m²)

SC=Gölgeleme katsayısı

Burada alan, pencerenin net cam alanıdır. Maksimum güneş enerjisi ısı kazancı faktörleri uygun enlem, ay ve yüzey yönelimi için Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Soğutma yükü faktörü değerleri, üç genel oda karakteristiği için Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12’de sırasıyla iç gölgesiz ve iç gölgeli hal için verilmiştir.

Çizelge 4.10 : Pencereler için maksimum güneş ısı kazancı faktörü (SHGF), W/m², kuzey enlemler için.

0 derece											16 derece										
	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	Yatay		K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	Yatay
Ocak	107	107	278	558	738	801	741	574	372	934	Ocak	95	95	174	464	663	770	792	704	628	782
Şubat	114	123	416	647	773	779	663	445	211	965	Şubat	104	104	303	568	729	779	735	593	486	868
Mart	120	274	536	704	764	704	536	274	120	956	Mart	110	167	441	647	745	741	622	435	293	918
Nisan	224	423	609	707	697	581	372	120	117	896	Nisan	123	312	543	681	716	644	473	243	142	912
Mayıs	357	517	640	688	634	486	252	117	117	836	Mayıs	164	416	596	688	678	565	363	142	129	890
Haziran	407	546	650	669	603	441	208	117	117	805	Haziran	208	448	612	685	653	527	312	129	129	874
Temmuz	363	517	634	672	615	470	243	120	120	820	Temmuz	174	416	590	675	663	549	350	139	133	874
Ağustos	237	423	590	681	669	552	353	123	120	871	Ağustos	129	316	530	659	691	644	451	233	145	890
Eylül	126	265	514	672	729	672	514	265	126	924	Eylül	114	158	423	618	716	707	603	423	293	890
Ekim	117	126	407	628	745	751	637	426	208	943	Ekim	104	104	300	549	704	748	710	577	473	852
Kasım	110	110	278	552	726	789	726	565	369	924	Kasım	95	95	174	457	650	760	779	694	618	776
Aralık	107	107	224	517	713	798	757	618	435	909	Aralık	91	91	129	416	625	760	801	735	669	738
4 derece											20 derece										
	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	Yatay		K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	Yatay
Ocak	104	104	249	536	722	795	514	609	445	902	Ocak	91	91	151	435	634	767	798	735	675	732
Şubat	110	110	388	628	764	782	678	480	278	550	Şubat	98	98	278	546	713	770	751	634	549	830
Mart	120	243	514	691	764	716	558	303	136	953	Mart	107	155	416	631	748	745	650	480	363	896
Nisan	174	394	596	704	704	599	398	136	120	905	Nisan	120	290	524	672	719	656	498	287	183	905
Mayıs	293	486	631	694	650	508	281	120	120	858	Mayıs	148	388	581	685	685	581	391	170	133	893
Haziran	347	517	637	678	618	464	230	120	120	830	Haziran	186	426	596	681	663	546	341	142	133	880
Temmuz	303	486	622	678	631	492	268	123	120	842	Temmuz	151	391	574	672	669	565	375	167	136	877
Ağustos	186	391	581	678	675	571	379	133	126	880	Ağustos	126	287	511	650	694	631	480	278	180	883
Eylül	123	237	492	659	729	681	536	293	139	924	Eylül	114	145	401	603	710	710	628	467	360	868
Ekim	114	114	379	609	738	754	653	467	271	928	Ekim	101	101	274	527	685	745	729	618	536	814
Kasım	107	107	249	530	713	782	732	599	439	896	Kasım	91	91	151	429	622	754	786	722	666	726
Aralık	104	104	196	495	697	789	764	650	505	874	Aralık	85	85	110	385	590	751	801	760	713	685

Çizelge 4.10 (devam) : Pencereler için maksimum güneş ısı kazancı faktörü (SHGF), W/m², kuzey enlemler için.

8 derece											24 derece										
	K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay		K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay
Ocak	101	101	224	514	707	789	764	640	511	868	Ocak	85	85	129	404	599	757	798	760	716	675
Şubat	107	107	360	609	754	782	691	521	347	928	Şubat	95	95	252	521	694	770	767	672	606	786
Mart	117	211	492	678	760	726	581	347	174	947	Mart	107	142	391	615	738	748	675	530	432	868
Nisan	139	369	581	697	710	615	423	167	123	912	Nisan	117	278	502	659	719	669	533	338	237	893
Mayıs	233	461	625	694	659	527	306	123	120	874	Mayıs	136	369	562	675	688	599	416	211	145	890
Haziran	284	489	631	685	631	445	259	123	123	849	Haziran	174	401	581	675	669	565	369	174	136	880
Temmuz	243	457	615	678	644	511	294	126	123	858	Temmuz	142	366	555	663	672	584	407	205	145	877
Ağustos	148	369	565	675	681	587	404	161	129	890	Ağustos	120	274	492	640	694	644	511	325	227	874
Eylül	120	208	470	647	726	691	555	338	177	915	Eylül	110	133	375	584	700	710	650	514	423	839
Ekim	110	110	353	590	729	754	666	505	341	909	Ekim	98	98	249	502	666	478	741	653	590	770
Kasım	104	104	224	508	694	773	735	631	505	861	Kasım	85	85	133	398	590	745	786	748	707	672
Aralık	98	98	174	470	678	776	779	678	565	836	Aralık	82	82	91	353	568	738	779	779	748	628
12 derece											28 derece										
	K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay		K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay
Ocak	98	98	199	489	685	776	779	669	574	827	Ocak	79	79	110	369	577	741	792	779	751	618
Şubat	107	107	331	587	741	782	713	558	420	902	Şubat	91	91	227	495	672	770	776	707	653	738
Mart	114	183	467	663	757	735	599	391	230	937	Mart	104	129	366	596	729	748	697	574	495	836
Nisan	126	341	562	691	716	631	448	202	126	915	Nisan	114	265	476	647	719	681	562	391	297	877
Mayıs	189	439	612	694	669	546	334	126	126	883	Mayıs	126	363	543	666	691	615	454	262	183	883
Haziran	237	470	625	685	644	508	284	126	126	864	Haziran	161	394	562	666	672	581	404	707	155	877
Temmuz	199	439	603	678	653	530	322	129	129	868	Temmuz	129	360	536	656	678	599	442	252	180	870
Ağustos	133	344	549	669	688	603	426	196	448	890	Ağustos	120	262	470	628	694	653	543	379	287	858
Eylül	117	180	448	634	722	700	574	382	230	905	Eylül	107	120	350	565	691	713	672	558	486	808
Ekim	107	107	325	568	716	751	691	543	410	883	Ekim	95	95	224	476	644	745	751	685	637	722
Kasım	101	101	199	483	675	760	767	659	565	820	Kasım	82	82	110	363	571	732	779	767	741	615
Aralık	95	95	148	445	653	764	792	704	622	789	Aralık	75	76	76	312	543	716	782	792	776	565
32 derece											48 derece										
	K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay		K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay
Ocak	76	76	91	331	552	722	786	789	776	555	Ocak	47	47	47	167	372	552	681	754	773	268
Şubat	85	85	205	470	647	764	782	732	697	685	Şubat	63	63	114	325	530	681	764	786	789	435
Mart	101	117	338	577	716	748	716	615	555	795	Mart	82	82	252	486	644	738	754	732	719	593
Nisan	114	252	461	631	716	691	590	445	363	855	Nisan	98	192	416	568	691	710	678	612	587	713
Mayıs	120	350	536	656	694	628	489	312	233	874	Mayıs	110	306	498	631	290	675	606	514	473	779
Haziran	139	385	555	656	675	596	439	262	189	871	Haziran	145	347	521	644	678	650	568	467	423	795
Temmuz	126	350	527	643	678	612	473	303	227	861	Temmuz	117	303	492	618	675	659	590	498	461	770
Ağustos	117	249	445	615	691	663	571	429	350	836	Ağustos	104	192	404	549	666	681	656	593	568	704
Eylül	104	110	325	546	678	716	688	596	540	770	Eylül	85	41	227	454	290	704	719	704	694	574
Ekim	88	88	199	451	615	738	754	710	678	672	Ekim	66	66	110	303	508	653	735	760	764	42
Kasım	76	76	91	325	546	710	773	776	767	552	Kasım	47	47	492	164	363	543	669	738	757	268
Aralık	69	69	69	265	511	688	776	795	795	498	Aralık	41	41	41	114	287	492	615	710	735	205
36 derece											52 derece										
	K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay		K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay
Ocak	69	69	76	284	524	691	779	795	795	489	Ocak	41	41	41	123	290	489	609	700	726	196
Şubat	82	82	180	439	615	754	782	754	732	628	Şubat	57	57	91	268	492	637	741	779	789	363
Mart	95	104	312	555	704	751	732	650	606	751	Mart	76	76	230	457	618	726	754	751	745	533
Nisan	110	240	454	618	710	697	618	492	426	827	Nisan	95	177	404	558	678	707	694	644	628	666
Mayıs	120	338	530	644	694	644	521	366	293	858	Mayıs	79	309	486	625	685	685	628	552	527	741
Haziran	148	372	552	647	678	612	473	312	243	861	Haziran	142	350	508	637	675	663	593	511	480	764
Temmuz	123	338	521	634	681	628	508	357	284	846	Temmuz	114	306	480	612	672	669	615	540	514	735
Ağustos	114	237	435	599	688	669	596	476	413	811	Ağustos	101	177	391	533	656	681	669	622	609	656
Eylül	98	98	300	527	663	719	704	631	590	726	Eylül	79	79	205	429	574	688	719	719	716	514
Ekim	85	85	177	420	590	726	754	729	710	615	Ekim	60	60	88	252	467	606	710	751	757	360
Kasım	69	69	76	274	514	678	767	782	782	486	Kasım	41	41	41	123	284	480	596	685	710	196
Aralık	63	63	63	218	476	644	760	798	801	429	Aralık	32	32	32	60	230	401	543	628	659	133
40 derece											56 derece										
	K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay		K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay
Ocak	63	63	63	233	486	647	760	795	801	420	Ocak	32	32	32	66	233	398	533	612	647	126
Şubat	76	76	158	407	587	738	776	770	760	568	Şubat	50	50	66	224	439	581	704	754	770	287
Mart	91	91	293	533	688	751	745	681	650	704	Mart	69	69	205	429	584	707	751	760	760	470
Nisan	107	224	441	599	707	704	640	536	486	795	Nisan	88	183	388	546	666	704	704	672	663	615
Mayıs	117	322	521	637	694	656	552	420	357	836	Mayıs	114	312	470	615	678	688	650	590	571	700
Haziran	151	357	543	647	681	628	508	366	300	842	Haziran	167	350	505	628	672	672	618	549	530	729
Temmuz	120	322	514	625	681	641	536	681	344	827	Temmuz	117	309	464	606	666	675	634	577	558	697
Ağustos	110	224	426	584	681	675	618	536	470	779	Ağustos	95	177	375	521	640	681	678	650	640	609
Eylül	95	95	274	505	640	716	713	659	631	678	Eylül	73	73	183	398	540	666	650	726	729	454
Ekim	79	79	154	388	568	710	751	745	738	558	Ekim	50	50	63	21						

Çizelge 4.10 (devam) : Pencere için maksimum güneş ısı kazancı faktörü (SHGF), W/m², kuzey enlemler için.

64 derece										
	K	KKD KKB	KD KB	DKD BKB	D B	DGD BGB	GD GB	GGD GGB	G	Yatay
Ocak	9	9	9	9	47	142	211	281	303	25
Şubat	35	35	35	136	281	454	558	637	663	142
Mart	57	57	148	357	502	640	713	745	754	331
Nisan	79	186	357	514	634	691	710	710	707	505
Mayıs	151	306	473	596	666	694	678	653	644	606
Haziran	196	360	511	609	672	681	656	618	609	640
Temmuz	155	303	467	587	653	678	666	637	631	606
Ağustos	85	183	344	495	609	666	685	685	685	502
Eylül	60	60	136	325	467	596	672	707	716	319
Ekim	35	35	35	126	262	426	527	603	628	145
Kasım	13	13	13	13	47	139	208	274	293	25
Aralık	0	0	0	0	3	15	35	44	47	3

Çizelge 4.11 : İç gölgesiz pencereler için soğutma yükü faktörleri (CLF).

Pencere Yünü	Oda Yapısı	Günlük Zaman (Saat)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
K	H	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2
	O	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
	A	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
KKD	H	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
KD	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
DKD	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
D	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
DGD	H	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
GD	H	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
GGD	H	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
G	H	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
GGB	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	A	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
GB	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
	O	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	A	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
BGB	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	O	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	A	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
B	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
	O	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
BKB	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
	O	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
KB	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
	O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
KKB	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
	O	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
YATAY	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
	O	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
	A	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
H: Hafif yapıli oda, O: Orta yapıli oda, A: Ağır yapıli oda																									

Çizelge 4.12 : İç gölgeli pencereler için soğutma yükü faktörleri (CLF).

Pencere Yönü	Günlük Zaman (Saat)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
K	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,73	0,66	0,65	0,76	0,80	0,86	0,89	0,89	0,86	0,82	0,75	0,78	0,91	0,24	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10
KKD	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,64	0,77	0,62	0,42	0,37	0,37	0,37	0,36	0,35	0,32	0,28	0,23	0,17	0,08	0,07	0,16	0,05	0,04	0,04
KD	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,56	0,76	0,74	0,58	0,37	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,2	0,16	0,12	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
DKD	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,52	0,76	0,80	0,71	0,52	0,31	0,26	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,11	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
D	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,47	0,72	0,80	0,76	0,62	0,41	0,27	0,24	0,22	0,20	0,17	0,14	0,11	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
DGD	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,41	0,67	0,79	0,8	0,72	0,54	0,34	0,27	0,24	0,21	0,19	0,15	0,12	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
GD	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,30	0,57	0,74	0,81	0,79	0,68	0,49	0,33	0,28	0,25	0,22	0,18	0,13	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
GGD	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,12	0,31	0,54	0,72	0,81	0,81	0,71	0,54	0,38	0,32	0,27	0,22	0,16	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04
G	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,09	0,16	0,23	0,38	0,58	0,75	0,83	0,80	0,68	0,50	0,35	0,27	0,19	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
GGB	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,09	0,14	0,18	0,22	0,27	0,43	0,63	0,78	0,84	0,80	0,66	0,46	0,25	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06
GB	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,07	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,38	0,59	0,75	0,83	0,81	0,69	0,45	0,16	0,12	0,10	0,09	0,07	0,06
BGB	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,07	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,23	0,44	0,64	0,78	0,84	0,78	0,55	0,16	0,12	0,10	0,09	0,07	0,06
B	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	0,31	0,53	0,72	0,82	0,81	0,61	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
BKB	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,07	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,18	0,22	0,43	0,65	0,8	0,84	0,66	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
KB	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22	0,30	0,52	0,73	0,82	0,69	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
KKB	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,11	0,17	0,22	0,26	0,30	0,32	0,33	0,34	0,34	0,39	0,61	0,82	0,76	0,17	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
YATAY	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,12	0,27	0,44	0,59	0,72	0,81	0,85	0,85	0,81	0,71	0,58	0,42	0,25	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06

4.1.3 İç duvarlar, tavanlar, bölmeler ve zeminlerden olan ısı kazancına bağlı soğutma yükü

Şartlandırılmış bir ortam farklı sıcaklıktaki bir ortama bitişik ise, bu ortamla arasında olan ısı geçişi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durum için anlık ısı geçiş miktarı şu şekilde ifade edilir;

$$q=K.A.(T_b-T_i) \quad (4.11)$$

q =Anlık ısı geçiş miktarı (W)

K =iki ortam arasındaki toplam ısı iletim katsayısı ($W/m^2.^{\circ}C$)

A =İki ortam arasındaki ayırıcı duvar alanı (m^2)

T_b =Bitişik ortamın ortalama hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)

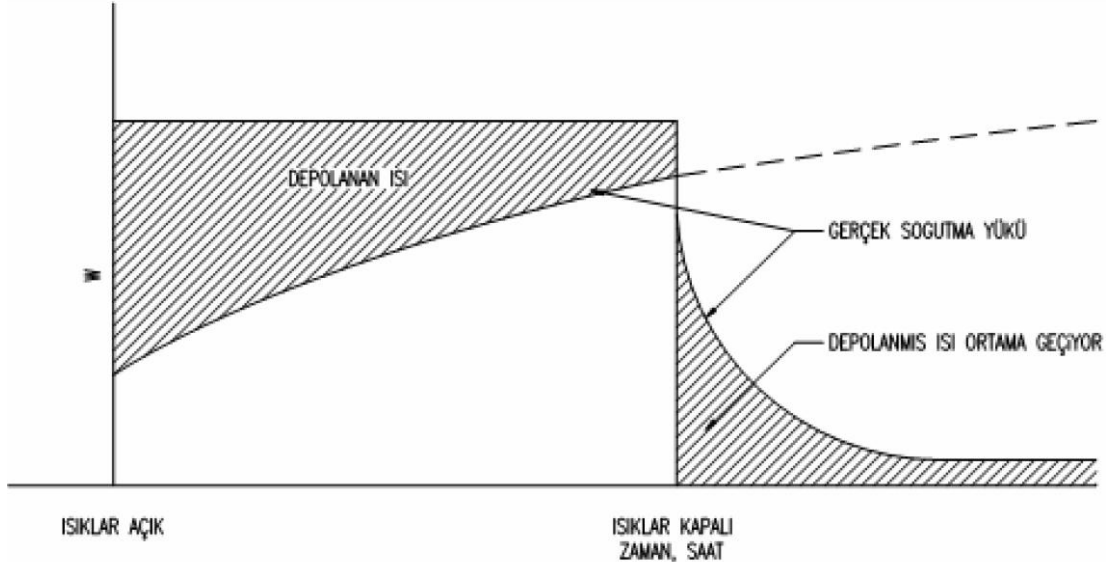
T_i =Şartlandırılmış ortamın hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)

Bitişik mahal sıcaklıkları belirtilmedikçe dış ortam sıcaklığına uygun bir değerde kabul edilebilir. Ortam zemini doğrudan toprak ile temasta veya beton bir temel üzerinde bulunuyorsa soğutma yükü hesaplarında zeminden olan ısı kazancı ihmal edilebilir.

4.2 Aydınlatmadan Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükü

Aydınlatma, ortam soğutma yüklerinin önemli bir bölümünü kapsadığından, bunun ortam ısı kazancına olan etkisinin doğru olarak tespiti gereklidir. Bu yükün hesabı diğerlerinde olduğu gibi çok açık değildir; verilen herhangi bir anda anlık ısı kazancı, anlık aydınlatma gücüne eşdeğer ısı miktarından oldukça farklı olabilir.

Aydınlatmadan gelen enerjinin sadece bir kısmı taşınım ile ısı geçişi şeklindedir ve iklimlendirme cihazları tarafından anında uzaklaştırılır. Geriye kalan kısmı ise ışınlama ile ısı geçişi şeklindedir ve bu ısı iklimlendirilen ortamı ancak duvarlar, mobilyalar, döşeme vb. tarafından yutulup tekrar serbest kalması ile etkiler. Yutulan bu enerji bir süre sonra ortam soğutma yüküne çevrilir ve bu enerjinin bir kısmı ışıklar söndürüldükten sonrada varlığını korur. Bu yüzden ki aydınlatmanın kapalı olduğu durumlarda bile aydınlatma yüklerinden söz etmek mümkündür. (Şekil 4.1)



Şekil 4.1 : Aydınlatmanın soğutma yüküne ısı depolama etkisi.

Işıkların yakılması ile denge noktası (anlık depolanan enerjinin ışınlama ile geçen aydınlatma enerjisine eşit olduğu an) arasında genellikle önemli bir zaman farkı vardır. Zaman farkının etkisi, soğutma yükü hesaplandığında göz önüne alınmalıdır, zira ortam tarafından algılanan yük, üretilen anlık ısı kazancından önemli oranda düşük olabilir ve ortam için pik yük önemli oranda etkilenebilir.

Her ne kadar önemli seviyede ilave ısı, bağlantı armatürlerinden üretilse de aydınlatmadan kaynaklanan ısıya ilk kaynağı ışık veren elemanlar veya lambalardır. Genellikle Watt birimli elektriksel aydınlatmadan olan anlık ısı kazancı miktarı şu şekilde hesaplanır.

$$Q_{el} = W \cdot F_{ul} \cdot F_{sa} \quad (4.12)$$

W (Toplam aydınlatma gücü): Genel aydınlatma ve özel kullanım için kurulan tüm aydınlatma teçhizatlarının gücünün toplamıdır.

F_{ul} (Kullanma faktörü): Soğutma yükü hesaplarının yapıldığı şartlardaki aydınlatma gücünün, toplam kurulu aydınlatma gücüne oranıdır. Mağaza gibi ticari uygulamaların soğutma yükü hesaplarında, kullanım çarpanı genellikle 1.0 değerindedir.

F_{sa} (Armatür faktörü): Bu faktör ürettikleri ısıнын sadece bir kısmını havalandıran veya şartlandırılan ortama veren floresan gibi aydınlatma cihazları için kullanılır (Tungsten dışındaki lamba teçhizatları için tanımlanmıştır). 277 V gerilim ve 32 Watt gücündeki tek lambası olan devrelerde bu faktör en fazla 2,19 alınabilir. Rapid start tipi 40 Watt lamba armatürleri için bu faktör 277 V gerilimde iki lamba için 1,18 minimum değerinden, 118 V gerilimde tek lamba için 1,30 maksimum değerine kadar değişir. Sodyum lambaları gibi floresan dışındaki endüstriyel armatürler için armatür faktörleri lamba üretici firmalarına göre 1,04 ile 1,37 arasında farklılık gösterir.

Aydınlatmadan olan soğutma yükü bütünüyle ışıklardan olan enerji yansıması değildir. Birçok çalışma, analiz ve deneyler ışık teçhizatı tipinin soğutma yüküne etkisini hava kaynağı ve dönüş tipine, mahal demirbaşlarına ve mahalın ısısal karakteristiğine bağlı olduğunu göstermiştir. Uygun soğutma yükü faktörlerinin (CLF) hesabına izin veren sayısal değerler içindeki bu parametreler formül haline getirilmiştir.

Çizelge 4.13, Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’den CLF değerini belirlemek için gerekli a değeri ve b sınıflandırması temin edilir..

Çizelge 4.13 : Aydınlatma yeri ve hava akımına bağlı ‘a’ katsayıları.

a	Döşeme yapısı	Besleme ve dönüş havası	Aydınlatma armatürü
0,45	Ağır, basit mobilyalar ile döşenmiş ortam, halı yok.	Düşük debi; tavanın altından besleme ve dönüş havası ($V < 2.5$ L/s)	Duvara içine gizli, havalandırma yok.
0,55	Sıradan mobilyalar, halı yok.	Orta/yüksek debi, tavandan veya tavanın altından besleme ve dönüş havası ($V > 2.5$ L/s)	Duvara içine gizli, havalandırma yok.
0,65	Sıradan mobilyalar, döşeme üzerinde halı olabilir.	Orta/yüksek debi; indüksiyon ünitesi veya vantilatörlü konvektör, besleme ve dönüş zeminden veya tavandaki dönüş plenumundan ($V > 2.5$ L/s)	Havalandırmalı.
0.75 veya daha yüksek	Herhangi tipte mobilyalar.	Aydınlatma armatürleri dönüş kanalı ile bağlantılı	Havalandırmalı veya dönüş hava akışı içinde serbestçe asılı.

Çizelge 4.14 : Zemin yapısı ve hava akımına bağlı olarak aydınlatmanın ‘b’ sınıflandırmaları.

Oda yapısı	Oda hava akımı ve kaynak ve dönüş tipi			
	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
50 mm ahşap döşeme	B	A	A	A
75 mm beton döşeme	B	B	B	A
150 mm beton döşeme	C	C	C	B
200 mm beton döşeme	D	D	C	C
300 mm beton döşeme	D	D	D	D

Çizelge 4.15 : Aydınlatma için soğutma yükü faktörleri (CLF).

Toplam 8 saat çalışma																									
a Katsayısı	b Sınıfı	Aydınlatma açıldıktan sonra geçen süre (saat)																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,45	A	0,02	0,46	0,57	0,65	0,72	0,77	0,82	0,85	0,88	0,46	0,37	0,3	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
	B	0,07	0,51	0,56	0,61	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
	C	0,11	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,28	0,26	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12
	D	0,14	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15
0,55	A	0,01	0,56	0,65	0,72	0,77	0,82	0,85	0,88	0,90	0,37	0,30	0,24	0,19	0,16	0,13	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
	B	0,06	0,60	0,64	0,68	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,28	0,25	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
	C	0,09	0,63	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,75	0,76	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10
	D	0,11	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,72	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,11
0,65	A	0,01	0,66	0,73	0,78	0,82	0,86	0,88	0,91	0,93	0,29	0,23	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
	B	0,04	0,69	0,72	0,75	0,77	0,80	0,82	0,84	0,85	0,22	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05
	C	0,07	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,82	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
	D	0,09	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
0,75	A	0,01	0,76	0,80	0,84	0,87	0,90	0,92	0,93	0,95	0,21	0,17	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
	B	0,03	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,15	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
	C	0,05	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05
	D	0,06	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Toplam 10 saat çalışma																									
a Katsayısı	b Sınıfı	Aydınlatma açıldıktan sonra geçen süre (saat)																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,45	A	0,03	0,47	0,58	0,66	0,73	0,78	0,82	0,86	0,88	0,91	0,93	0,49	0,39	0,32	0,26	0,21	0,17	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
	B	0,10	0,54	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,82	0,39	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	C	0,15	0,59	0,61	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,73	0,75	0,76	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16
	D	0,18	0,62	0,63	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70	0,71	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19
0,55	A	0,02	0,57	0,65	0,72	0,78	0,82	0,85	0,88	0,91	0,92	0,94	0,40	0,32	0,26	0,21	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
	B	0,08	0,62	0,66	0,69	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09
	C	0,12	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,75	0,77	0,78	0,79	0,81	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13
	D	0,15	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15
0,65	A	0,02	0,66	0,73	0,78	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,31	0,25	0,20	0,16	0,13	0,11	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02
	B	0,06	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,89	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07
	C	0,09	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10
	D	0,11	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,8	0,81	0,81	0,82	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12
0,75	A	0,01	0,76	0,81	0,84	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,22	0,18	0,14	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
	B	0,04	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,9	0,91	0,92	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05
	C	0,07	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07
	D	0,08	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,87	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09
Toplam 12 saat çalışma																									
a Katsayısı	b Sınıfı	Aydınlatma açıldıktan sonra geçen süre (saat)																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,45	A	0,05	0,49	0,59	0,67	0,73	0,78	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,51	0,41	0,33	0,27	0,22	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06
	B	0,13	0,57	0,61	0,65	0,69	0,72	0,75	0,77	0,79	0,82	0,83	0,85	0,87	0,43	0,39	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,17	0,15
	C	0,19	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79	0,8	0,81	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20
	D	0,22	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,23
0,55	A	0,04	0,58	0,66	0,73	0,78	0,82	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,42	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05
	B	0,11	0,65	0,68	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	C	0,15	0,69	0,71	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,30	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16
	D	0,18	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,80	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19
0,65	A	0,03	0,67	0,74	0,79	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,33	0,26	0,21	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
	B	0,09	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,9	0,91	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
	C	0,12	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13
	D	0,14	0,79	0,79	0,8	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15
0,75	A	0,02	0,77	0,81	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,23	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03
	B	0,06	0,81	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
	C	0,09	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,9	0,91	0,91	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09
	D	0,10	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,88	0,89	0,89	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11

Çizelge 4.15 (devam) : Aydınlatma için soğutma yükü faktörleri (CLF).

Toplam 14 saat çalışma																									
a Katsayısı	b Sınıfı	Aydınlatma açıldıktan sonra geçen süre (saat)																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,45	A	0,07	0,51	0,61	0,68	0,74	0,79	0,83	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,53	0,42	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14	0,12	0,09
	B	0,18	0,61	0,65	0,68	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,46	0,41	0,37	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20
	C	0,24	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,41	0,39	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25
	D	0,26	0,71	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,80	0,8	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28
0,55	A	0,06	0,69	0,68	0,74	0,79	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,43	0,35	0,28	0,22	0,18	0,15	0,12	0,09	0,08
	B	0,15	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,38	0,34	0,31	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16
	C	0,19	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25	0,23	0,22	0,21
	D	0,22	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23
0,65	A	0,05	0,69	0,75	0,80	0,84	0,87	0,89	0,92	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,34	0,27	0,22	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06
	B	0,11	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,29	0,26	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13
	C	0,15	0,79	0,80	0,82	0,83	0,81	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,26	0,25	0,23	0,22	0,2	0,19	0,18	0,17	0,16
	D	0,17	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18
0,75	A	0,03	0,78	0,82	0,86	0,88	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,24	0,19	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04
	B	0,08	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,08
	C	0,11	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,9	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
	D	0,12	0,87	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
Toplam 16 saat çalışma																									
a Katsayısı	b Sınıfı	Aydınlatma açıldıktan sonra geçen süre (saat)																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,45	A	0,12	0,54	0,63	0,70	0,76	0,81	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,54	0,43	0,35	0,28	0,23	0,18	0,15
	B	0,23	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,49	0,44	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26
	C	0,29	0,72	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31
	D	0,31	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,40	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33
0,55	A	0,10	0,63	0,70	0,76	0,81	0,84	0,87	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,44	0,35	0,28	0,23	0,18	0,15	0,12
	B	0,19	0,72	0,75	0,77	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24	0,21
	C	0,24	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,37	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27	0,25
	D	0,26	0,8	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27
0,65	A	0,07	0,71	0,77	0,81	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14	0,12	0,09
	B	0,15	0,78	0,81	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,31	0,28	0,25	0,23	0,20	0,18	0,16
	C	0,18	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20
	D	0,20	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,88	0,88	0,88	0,89	0,89	0,9	0,90	0,25	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21
0,75	A	0,05	0,79	0,83	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,24	0,20	0,16	0,13	0,10	0,08	0,07
	B	0,11	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12
	C	0,13	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
	D	0,14	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16

Herhangi bir zamanda aydınlatmadan olan soğutma yükü, ısı kazancı eşitliğinin (4.2)

Çizelge 4.15’deki CLF ile çarpılması yardımıyla hesaplanır.

Aydınlatma için soğutma yükü faktörleri (CLF) çizelgesi şunları kabul eder;

- İklimlendirilen ortam sıcaklığı sürekli olarak sabit bir değerdedir.
- Eğer lambalar uzun süre açık kalırsa, lambalara verilen güç ve soğutma yükü birbirine eşittir.

Eğer soğutma sistemi sadece ışıklandırmanın olduğu hallerde çalışıyorsa CLF değeri 1,0 olarak hesaba katılabilir. Eğer mahal lambalarının bir kısmı bir işletme programına, diğer kısmı başka bir işletme programına göre yakılıyorsa, her kısım ayrı ayrı incelenmelidir. Lambalar gün boyunca (24 saat) açık ise CLF değeri yine 1,0 olarak kullanılabilir.

4.3 İnsanlardan Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yüğü

İnsanlar için genel aktivite durumları ve giyime uygun olarak çevreye yaydıkları ısı ile ilgili bazı pratik değerler Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Genellikle insanlardan kaynaklanan duyulur (nefesle mahale verilen) ve gizli (deri yüzeyinden buharlaşan) ısı kazançları toplam yük içinde önemli bir yüzdeyi kapsar.

İnsan tarafından neden olunan gizli ısı kazancı, ani soğutma yükü olarak göz önünde bulundurulabilir. Ancak toplam duyulur ısı kazancı doğrudan soğutma yüküne çevrilemez.

Işınım ile yayılan miktar ilk olarak etraftaki cisimler tarafından emilir, daha sonra odanın karakteristiğine bağlı olarak ortama iletilir. Anlık duyulur soğutma yükü, insanlardan olan duyulur ısı kazancı üretimi (Çizelge 4.16) ile CLF değerinin çarpımıdır (Çizelge 4.17). Bu CLF'ler şartlandırılmış ortamda bulunan insanların zamana bağlı bir fonksiyonudur ve ortamda ilk bulunduğu andan itibaren geçen zamana bağlıdır.

Sonuçta insanlardan olan duyulur ve gizli soğutma yükü değerleri şu basit ifadelerle bulunur:

Duyulur ısı ;

$$q=N.q_d.CLF \quad (4.13)$$

Gizli ısı ;

$$q=N.q_g \quad (4.14)$$

N =İnsan sayısı

q_d =Kişi başına duyulur ısı kazancı

q_g =Kişi başına gizli ısı kazancı

Eğer ortam sıcaklığı 24 saat boyunca sabit bir sıcaklıkta tutulamıyorsa, örneğin soğutma sistemi geceleri kapatılıyorsa, yapıda depolanan duyulur ısıнын büyük bir kısmı ortamdan uzaklaştırılamayacağı için ortamda ‘kapatma yükü’ oluşur. Bu yük, sistem ertesi gün tekrar çalışmaya başladığında ortamda soğutma yükü olarak belireceğinden CLF değeri 1,0 olarak alınabilir.

Tiyatro, konferans ve konser salonu gibi insanların yoğun olduğu yerlerde duvarlara ve odadaki cisimlere ısınım ile ısı geçişi azalır. Bu gibi durumlarda yine CLF değeri 1,0 olarak alınabilir.

Çizelge 4.16 : İnsanlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancı.

		Toplam Isı (W)			
		Yetişkin Erkek	Düzeltilmiş E/K	Duyulur Isı(W)	Gizli Isı(W)
Aktivite					
Tiyatroda oturma	Tiyatro,gündüz	115	95	65	30
Tiyatroda oturma	Tiyatro,gece	115	105	70	35
Oturma,çok hafif işler	Büro,Otel,Apartman	130	115	70	45
Orta derecede büro işi	Büro,Otel,Apartman	140	130	75	55
Ayakta durma,hafif iş;yürüme	Toplu alışveriş yerleri	160	130	75	55
Yürüme,ayakta durma	Eczane,Banka	160	145	75	70
Oturma	Lokanta	145	160	80	80
Hafif tezgah işi	Fabrika	235	220	80	140
4.8 km/h hızla yürüme;hafif atölye işi	Fabrika	295	295	110	185
Bowling oynama	Bowling Salonu	440	425	170	255
Dans etme	Dans Salonu	265	250	90	160
Ağır işler	Fabrika	440	425	170	255
Ağır atölye işleri;yük taşıma	Fabrika	470	470	185	285
Atletizm	Spor Salonu	585	525	210	315

Çizelge 4.17 : İnsanlar için duyulur ısı soğutma yükü faktörleri.

Toplam saat	Ortama giriş saati																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,49	0,58	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,49	0,59	0,66	0,71	0,27	0,21	0,16	0,14	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
6	0,50	0,60	0,67	0,72	0,76	0,79	0,34	0,26	0,21	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
8	0,51	0,61	0,67	0,72	0,76	0,80	0,82	0,84	0,38	0,30	0,25	0,21	0,18	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04
10	0,53	0,62	0,69	0,74	0,77	0,80	0,83	0,85	0,87	0,89	0,42	0,34	0,28	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
12	0,55	0,64	0,70	0,75	0,79	0,81	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,45	0,36	0,30	0,25	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08
14	0,58	0,66	0,72	0,77	0,80	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,47	0,38	0,31	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11
16	0,62	0,70	0,75	0,79	0,82	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,49	0,39	0,33	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16
18	0,66	0,74	0,79	0,82	0,85	0,87	0,89	0,9	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,50	0,40	0,33	0,28	0,24	0,21

4.4 Cihazlardan Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükü

Soğutma yükü hesabında, bütün cihazlardan (elektrikli, gazlı veya buharlı) olan ısı kazancı göz önüne alınmalıdır. Cihazların uygulama şekillerinin, kullanma programlarının ve tesis montajının farklılıkları nedeniyle bu kazanç miktarı oldukça değişkendir.

Yiyecek hazırlama (pişirme) cihazları, iklimlendirme yapılan ortamlarda en yaygın olarak karşılaşılan ısı üreten cihazlardır. Bu cihazlar genellikle yemek odası veya servis alanına yerleştirilmiştir ve bir davlumbaz altına konulmuştur.

Yapılan deneyler ve araştırmalarda, endüstriyel mutfaklarda açığa çıkan ısıнын büyük bölümünün cihazların yüzeylerinden kaynaklandığı belirtilmiş ve bu cihazların yüksek etkin bir davlumbaz altına yerleştirilmesi halinde, soğutma yükünün her zaman yakacak miktarından veya aynı işi yapan benzer cihazların harcadığı enerji miktarından bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan deneylerde ısıнын

pişirme sırasında cihaz yüzeyinden öncelikle ısınlmla daha sonra taşınımmla geçtiğini ve gizli ısınlmın ihmal edilebileceğini göstermiştir.

Özet olarak; yapılan laboratuvar testleri, bütün havalandırması olan cihazlar için geçerli olan şu sonuçları ortaya çıkarmıştır:

- 1) Aletlerin dış yüzeyi ısınlmın hemen hepsini ortaya yayar.
- 2) Isı, her şeyden önce alet yüzeylerinde ve pişirme hesaplarında ısınlm enerjisindedir.
- 3) Cihaz bir davlumbaz altında bulunuyorsa taşınım ve gizli ısı değerleri ihmal edilebilir.

Isı kazancı değerini tespit etmek için, cihaz üzerinde belirtilen etiket gücü, uygun kullanma faktörleri, cihaza ait verim değerleri veya uzun süreli mühendislik tecrübelerine dayanan diğer çarpanların bulunduğu çizelgeler kullanılabilir. Cihaz yükünün tespitinde, cihazların aynı anda kullanılması ihtimali ve aynı ortama yerleştirilmiş farklı cihazların çalışması göz önüne alınmalıdır.

Davlumbazlı cihazlardan bir saatte olan maksimum ısı kazancının %32'si ısınlmlardır. Mutfaklarda açığa çıkan ısı miktarının tespitinde ısınlm faktörü olarak $F_{RA}=0,32$ önerilmiştir.

Elektrikli ve buharlı cihazlardan olan ısı kazancının hesaplanmasında kullanılan maksimum güç değeri, cihazın toplam etiket veya katalog q_i gücünün %50'si alınarak hesaplanabilir. Bunun sebebi, cihazın değişik kullanma ve termostat kontrolleri nedeniyle, kullanma faktörlerinin $F_{UA}=0,5$ olarak verilmesidir. Bu yüzden bir davlumbaz altına yerleştirilmiş genel tipten elektrikli ve buharlı cihazlar için maksimum saatlik ısı kazancı;

$$q_{duyulur}=q_i \cdot (F_{UA}) \cdot (F_{RA}) \quad (4.15)$$

veya sadece elektrikli ve buharlı cihazlar için

$$q_{duyulur}=0,16 \cdot q_i \quad (4.16)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Doğrudan gaz yakacağın yakılması ile çalışan pişirme cihazları, aynı büyüklük ve tipteki elektrikli veya buharlı ekipmanlardan daha fazla ısı güce ihtiyaç duyar. Gaz yakan cihazlar üzerinde yapılan çalışmalar, gaz yakacak kullanıldığında ihtiyaç duyulan ısı gücünün yaklaşık %60 daha fazla olduğunu göstermiştir.

Cihazlar iyi çalışan bir davlumbazın altına yerleştirilirse sadece ısınımla yayılan ısı enerjisinin soğutma yüküne ilave olduğu görülmüştür.

Davlumbaz kullanımı ile pişirme esnasında ve yakacağın yanmasından kaynaklanan yanma sonu ürünleri ile taşınım ve gizli ısı kazançları şeklinde ortama dahil olan ısı kazançları dışarı atılmakta ve mutfığa girmemektedir.

Aynı cihaz yüzey sıcaklığı için %60 daha fazla güce ihtiyaç duyması ve kullanılan davlumbaz ile yanma sonu ürünlerinin ortamdan dışarı atılması nedeniyle, doğrudan gaz yakacağın yakılması ile çalışan cihazlar için; daha önceki denklemler $F_{FL}=1,60$ yakacak kayıp faktörü (akış kayıp faktörü) ile düzeltilerek;

$$q_{duyulur}=[q_{is} \cdot (F_{UA}) \cdot (F_{RA})] / F_{FL} \quad (4.17)$$

veya doğrudan yakacak kullanan cihazlar için

$$q_{duyulur}=0,10 \cdot q_{is} \quad (4.18)$$

ifadesi elde edilir.

Cihazlardan olan gizli ısı kazancı anlıktır ve kullanım faktörü ile gizli ısı gücünün çarpımına eşittir.

$$q_{gizli}=q_{il} \cdot (F_{UA}) \quad (4.19)$$

4.15 numaralı ifadede 4.18 numaralı ifadeye kadar olan eşitlikler etkili bir hava atım cihazının altına konan elektrikli, buharlı veya gaz yakan cihazlardan çıkan ısı kazancı tahmini problemlerinin çözülmesini sağlar.

İklimlendirilen bir ortamda bulunan bütün pişirme cihazlarından olan ısı kazancı, cihazlar eğer bir davlumbazın altına monte edilmemiş ise veya doğrudan egzoz kanalına bağlı değilse, kullandığı enerji veya yakıtı bakılmaksızın saatlik kurulu gücünün %50'si (kullanma faktörü=0,5) alınmalıdır. Ortalama bir değer olarak bu ısı kazancının %66'sı duyulur, %34'ü gizli olarak kabul edilir.

Çizelge 4.18’de 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 eşitlikleri kullanılarak mutfak cihazlarından olan duyulur ve gizli ısı kazancı oranını tahmin etmek için tavsiye edilen veriler verilmiştir. Son sütunda bulunan değerler, davlumbaz altına yerleştirilen cihazlar için kullanılır.

Yemek odası içindeki ısı kazancı tahmini için her bir yemek öğününe yapılan servis işleminde yemek odasına yayılan ısı transferi 20 W olarak kabul edilir (%50’si gizli, %50’si duyulur ısıdır).

Servisi yapılan her yemek, yemek yenilen ortama %75’i duyulur, %25’i gizli ısı olmak üzere yaklaşık olarak 15 W ısı verir.

Çizelge 4.19’da çeşitli elektrik veya gazlı cihazlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancı için önerilen değerler verilmiştir.

Kullanım faktörü, üretici tarafından tavsiye edilmiş veya sahadaki verilerden elde edilmiş olmak zorundadır.

Buharlı veya elektrikli cihazlar için akış faktörü 1,0 olarak, ya da cihaz veriminin ölçümlerinden elde edilen bir faktör değeri alınarak kullanılır. Hava atma cihazı bulunmayan aletler için gizli ve duyulur ısıların hepsinin ortama verildiği kabul edilebilir.

Çizelge 4.18 : Cihazlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancı.

Üretici firmanın verdiği giriş gücü (W)	Mümkün olan max. Saatlik giriş gücü (W)	Önerilen ısı kazancı oranı (W)					Kapasitesi	Boyutları (mm) Genişlik-Derinlik Yükseklik	
		Atık havasız			Atık havalı	Cihaz cinsi			
		Duyulur	Gizli	Toplam	Duyulur				
Tezgah tipi gaz yakan cihazlar									
10550	5275	3430	1845	5275	1055	Izgara		800x500x450	
1610	735	510	225	735	145	Kahve makinası			
3225	1465	1130	335	1465	325	Su ısıtma ocağı			
2930	1465	1025	440	1465	295	Semaver	12 L	300 mm çaplı	
8790	4395	2200	2195	4395	880	Derin tava kızartıcı	7 kg yağ	350x500x450	
4415	2210	1765	445	2210	440	Besin kurutucusu			
47310	23655	15455	8200	23655	4730	Izgara kızartıcı			
7885	3945	2365	1580	3945	790	Buhar tezgahı		500x400x750	
3515	1760	1055	705	1760	350	Tost makinası			
Zemin üzerine birleşik gaz yakan cihazlar									
20510	10255	Pis hava atma mekanizması gereklidir.				2050	Kaynatıcı		600x650
19045	9525					1905	Derin tava kızartıcı	15 kg yağ	
12615	6310					1260	Fırın		
23440	11720					2345	Kızgın fırın		800x800x150
18750	9375					1875	Mutfak ocağı		800x1000
11720	5860					1170	Mutfak ocağı (fırınlı)		650x700x400
7030	3515					700	Mutfak ocağı (restoran tipi)		300x700
8790	4395					880	Mutfak ocağı (restoran tipi, fırınlı)		600x550x350

Çizelge 4.18 (devam) : Cihazlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancı.

Üretici firmanın verdiği giriş gücü (W)	Mümkün olan max. Saatlik giriş gücü (W)	Önerilen ısı kazancı oranı (W)					Kapasitesi	Boyutları (mm) Genişlik-Derinlik Yükseklik
		Atık havasız			Atık havalı	Cihaz cinsi		
		Duyulur	Gizli	Toplam	Duyulur			
Tezgah tipi elektrikli cihazlar								
785	380	292	88	380	125	Kahve makinası		
2000	1000	750	250	1000	290	Semaver	12 L	
5500	2750	820	1930	2750	880	Derin tava kızartıcı	6 kg yağ	300x550x250
2585	1260	1010	250	1260	410	Besin kurutucusu		
1100	555	335	220	555	175	Yumurta kaynatıcı	2 kupalı	250x350x650
29015	14510	9460	14510	5050	4730	Izgara,kızartıcı		
6000	3000	1935	1065	3000	940	Grill		450x500x350
5200	2610	1550	1060	2610	820	Taşınabilir ısıtıcı		450x500x350
1650	820	500	320	820	265	Kızartma ocağı		450x500x350
2200	1085	575	1060	1085	350	Tost makinası	369 dilim/s	400x400x700
2540	1230	650	580	1230	380	Ekmek kızartıcı	4 dilim	300x300x250
1650	820	490	330	820	265	Gözleme kabı		450x500x350
Buhar ısıtmalı cihazlar								
1930	965	640	325	965	290	Semaver		
5200	2600	1580	1020	2600	820	Buhar tezgahı		
10410	5205	2600	2605	5205	1640	İki katlı tencere		
155	80	48	32	80	26	Buharlı çaydanlık		
17015	8540	5700	2890	8540	2690	Levha ısıtıcı		
Zemin üzerine birleşik gaz yakan cihazlar								
16800		Pis hava atma mekanizması gereklidir.		600	Tel ızgara			900x800x950
12000	6000			1905	Izgara,fırınsız			
18000	8995			2870	Izgara,fırınlı			
12000	6000			1905	Derin tava kızartıcı	12 kg yağ		500x1000x900
22000				210	Kızartma ocağı			400x800x900
5360	2680			850	Fırın			
9680	4730			1545	Kızgın fırın			
8000	3985			1260	Mutfak ocağı			750x800x900
3600	1820			555	Mutfak ocağı (fırınlı)			
24000				920	Buharlı pişirme cihazı			900x750x175

Çizelge 4.19 : Çeşitli ev aletlerinden olan duyulur ve gizli ısı kazancı değerleri.

Cihaz	Üretici firma gücü (W)	Isı kazançları (W)			
		Duyulur	Gizli	Toplam	Açıklama
Elektrikle çalışan cihazlar					
Saç kurutma cihazı	1580	675	120	785	Üflemlerli
Saç kurutma cihazı	700	550	100	650	Sargı tipli
Fön makinası	1500	250	50	300	
Neon cihazı		28		28	
Sterilize makinası	1100	190	350	540	
Elektrikli daktilo	1760	1760		1760	Küçük, çalışırken
Elektrikli daktilo	880	880		880	Küçük, beklemede
Elektrikli daktilo	3515	3515		3515	Geniş, çalışırken
Elektrikli daktilo	1760	1760		1760	Geniş, beklemede
Gaz yakan cihazlar					
Laboratuar ocakları	880	495	125	620	Bunsen
Laboratuar ocakları	1465	820	205	1025	Fishtail
Laboratuar ocakları	1760	985	245	1230	Meeker
Gaz lambası	585	530	60	590	
Çakmak	730	265	30	295	

Hastane ve laboratuvar ekipmanları, şartlandırılmış ortamlardaki önemli ısı kazanç kaynaklarını teşkil ederler. Laboratuvar, ameliyathane ve v.b. birkaç hacim bir bölgede yoğunlaşırsa, anlık kullanım süresi ve kullanılma ihtimali dikkatle değerlendirilmelidir.

Genellikle dış ortama cephesi olan laboratuvarlarda 50 ile 220 W/m² aralığındaki ısı kazançları, bütün diğer kaynaklardan olan ısı kazancının dört katına eşittir.

Elektrikli daktilolar, hesap makineleri, postalama makineleri gibi büro makinelerinden olan ısı kazancı, bürolar için 9 ile 13 W/m², muhasebe ve satın alma bölümleri için 18 ile 22 W/m² alınabilir. Bununla beraber masaların birçoğunda bilgisayar terminali bulunan bürolarda, ısı kazancı 47 W/m² değerine kadar çıkabilir.

Bilgisayar odalarında, her bilgisayar donanımı ayrı ayrı ele alınmalıdır. Elektriksel donanımlar tarafından üretilen ısı, dijital bilgisayarlar için 240 ile 550 W/m² arasındadır.

Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de cihazlar için gerekli olan CLF (soğutma yükü faktörü) değerleri gösterilmiştir. Cihazlardan olan soğutma yükünün duyulur bölümü, duyulur ısı kazancının uygun CLF değeri ile çarpılmasıyla elde edilir.

Çizelge 4.20 : Kirli havayı dışarı atan cihazlar için CLF değerleri.

Top. çalışma zamanı	Cihazın çalışma süresi																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,27	0,40	0,25	0,18	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,28	0,41	0,51	0,59	0,39	0,30	0,24	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
6	0,29	0,42	0,52	0,59	0,65	0,70	0,48	0,37	0,3	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
8	0,31	0,44	0,54	0,61	0,66	0,71	0,75	0,78	0,55	0,43	0,35	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06
10	0,33	0,46	0,55	0,62	0,68	0,72	0,76	0,79	0,81	0,84	0,60	0,48	0,39	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08
12	0,36	0,49	0,58	0,64	0,69	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,88	0,64	0,51	0,42	0,36	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18	0,15	0,13	0,12
14	0,4	0,52	0,61	0,67	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,67	0,54	0,45	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,19	0,16
16	0,45	0,57	0,65	0,70	0,75	0,78	0,81	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,69	0,56	0,46	0,39	0,34	0,29	0,25	0,22
18	0,52	0,63	0,70	0,75	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,71	0,58	0,48	0,41	0,35	0,30

Çizelge 4.21 : Kirli havayı dışarı atamayan cihazlar için CLF değerleri.

Top. çalışma zamanı	Cihazın çalışma süresi																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,56	0,64	0,15	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,57	0,65	0,71	0,75	0,23	0,18	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
6	0,37	0,65	0,71	0,76	0,79	0,82	0,29	0,22	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
8	0,58	0,66	0,72	0,76	0,80	0,82	0,85	0,87	0,33	0,26	0,21	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
10	0,60	0,68	0,73	0,77	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,36	0,29	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05
12	0,62	0,69	0,75	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,38	0,31	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07
14	0,64	0,71	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95	0,4	0,32	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10
16	0,67	0,74	0,79	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,42	0,34	0,28	0,24	0,20	0,18	0,15	0,13
18	0,71	0,78	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98	0,43	0,35	0,29	0,24	0,21	0,18

4.5 Elektrik Motorlarından Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yüğü

İklimlendirilen ortam içinde elektrik motoru ile tahrik edilen cihazlar mevcutsa, bunların yaptığı iş sonucu ortaya çıkan ısılarda hesaba katılmalıdır. Bu hesap için genel formöl;

$$q = \left(\frac{P}{\eta} \right) \cdot F_{UM} \cdot F_{LM} \cdot CLF \quad (4.20)$$

P=Motorun gücü

η =Motorun verimi

F_{LM} =Motor yük faktörü, 1,0 veya < 1,0

F_{UM} =Motor kullanım faktörü, 1,0 veya < 1,0

Yük faktörü, motorun ısı kazancının hesaplandığı saatte ne kadar çalıştırıldığı ve tam güçte mi yoksa yarım güçte mi olduğu hususlarını dikkate alır. Eğer motor tam güçle ve daimi olarak çalışıyorsa $F_{LM}=1$ alınır.

Yukarıdaki denklemde hem motorun hem de cihazın şartlandırılan ortam içinde olduğu kabul edilir.

Eğer motor, ortamın veya hava akışının dışında ve tahrik edilen cihaz içerde ise motor verimi hesaba katılmaz ve denklem;

$$q = P \cdot F_{UM} \cdot F_{LM} \quad (4.21)$$

şeklini alır. Eğer motor, şartlandırılan ortamda veya hava akımı içinde, ancak motorun tahrik ettiği makine dışarıda ise denklem;

$$q = P \cdot \left(\frac{1-\eta}{\eta} \right) \cdot F_{UM} \cdot F_{LM} \cdot CLF \quad (4.22)$$

şeklini alır. Bu denklem, ortam içindeki havayı dışarı atan vantilatör veya akışkan pompalayan pompa içinde kullanılabilir.

Çizelge 4.22 : Standart bazı motorlar için özellik ve ısı kazancı değerleri.

Motor ile tahrik cihazının ortama göre yeri				Motor tipi	Motor devir sayısı (d/d)	Tam yükte motor verimi (%)
A	B	C	Motor etiket gücü(kW)			
Motor içerde cihaz içerde (W)	Motor dışarda cihaz içerde (W)	Motor içerde cihaz dışarda (W)				
105	35	70	0.04	Siperli Kutuplu	1500	35
170	59	110	0.06	Siperli Kutuplu	1500	35
264	94	173	0.09	Siperli Kutuplu	1500	35
340	117	223	0.12	Siperli Kutuplu	1500	35
346	188	158	0.19	Ayrık fazlı	1750	54
439	246	194	0.25	Ayrık fazlı	1750	56
621	372	249	0.37	Ayrık fazlı	1750	60
776	557	217	0.56	3-fazlı	1750	72
993	747	249	0.75	3-fazlı	1750	75
1453	1119	334	1.1	3-fazlı	1750	77
1887	1491	396	1.5	3-fazlı	1750	79
2763	2238	525	2.2	3-fazlı	1750	81
4541	3721	817	3.7	3-fazlı	1750	82
6651	5596	1066	5.6	3-fazlı	1750	84
8760	7178	1315	7.5	3-fazlı	1750	85
13009	11192	1820	11.2	3-fazlı	1750	86
17140	14913	2230	14.9	3-fazlı	1750	87
21184	18635	2545	18.6	3-fazlı	1750	88
25110	22370	2765	22.4	3-fazlı	1750	89
33401	29885	3690	30	3-fazlı	1750	89
41900	37210	4600	37	3-fazlı	1750	89
50395	44829	5538	45	3-fazlı	1750	89
62115	55962	6210	56	3-fazlı	1750	90
82918	74719	8290	75	3-fazlı	1750	90
103430	93172	10342	93	3-fazlı	1750	90

Çizelge 4.22’de çeşitli elektrik motorları için motor gücü, verimi ve motor yerine bağlı olarak çıkan ısı kazancı değerleri verilmiştir. Bu bilgiler tamamıyla kendi bünyesinde bulunan vantilatörlerle soğutulan motorların biraz daha verimli olduğuna işaret etmektedir. Eğer elektrik motor yükü, soğutma yükünün önemli bir bölümünü kapsıyorsa, motor verimi üretici firmadan temin edilmelidir. Eğer aşırı veya düşük yüklerde motor çalıştırılırsa, verim değerleri üretici firma değerlerinden sapma gösterebilir.

Çizelge 4.23 : Maksimum motor yüklenmesi halinde motor gücü çarpım katsayıları.

Watt	40-190	120-250	500-560	750 ve yukarı
AC açma	1,4	1,35	1,25	1,15
AC ve DC		1,0	1,0	1,0

Bir motorun verdiği ısı, aşırı yükleme sınırları çerçevesinde genellikle motor yükü ile orantılıdır. Çizelge 4.23'te maksimum yüklenme hali için motor gücü çarpım katsayıları verilmiştir. Yüksüz kalkışta yüksek motor hızları, sabit kayıplar ve diğer nedenler yüzünden tam yük motor verimi genellikle 1,0 kabul edilir ve eğer motorun çalışma şartları sabit ise düşük yük ve aşırı yük çalışması için bir ayarlama yapılmaz. Yarım yükteki verim değerleri ise motor üreticisinden elde edilmelidir.

Üretici firma teknik verileri aksini belirtmedikçe, motorlardan kaynaklanan ısı kazancı miktarı ısınım ve taşınım bileşenlerine eşit şekilde bölüştürülerek soğutma yükü hesaplarına dahil edilmelidir.

Motorun soğutma yükünü bulmak için Çizelge 4.21'de motorun çalışma zaman aralığına bağlı olarak bulunan soğutma yükü faktörü (CLF) ile motorun ısı kazancı değerı çarpılır.

4.6 Havalandırma ve Enfiltrasyondan Olan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükü

Bina iç hacimleri ile dış ortam arasındaki hava değişimi, havalandırma (isteğe bağlı olarak kontrol edilen) ve hava sızması (istek dışı ve kontrol edilemeyen) olarak ikiye ayrılır. Dış hava çoğu zaman iç havadaki kirleticileri seyreltmek için kullanılır ve bu dış havanın ısıtılması veya soğutulması için gereken enerji, kayda değer bir miktarda bir hacim şartlandırma yükü teşkil eder.

4.6.1 Havalandırma

Dış ortam havası havalandırma amacı ile şartlandırılan ortamlara verilmelidir. Çünkü ortamda minimum seviyede bir dış havanın (taze hava) bulunması gereklidir. Özellikle denizaltı, sığınak vb. hacimleri sınırlı olan ortamlarda dış hava ihtiyacı maksimum seviyededir. Bu gibi yerlerde en azından 0,5 L/s'lik dış havanın kişi başına sağlanması gereklidir.

Yerel standartlar ve yönetmelikler havalandırma konusunda umumi mahaller ve endüstriyel uygulamalar için gerekli hava debilerini vermektedirler. Ayrıca çalışma yerlerine göre minimum hava gereksinimleri de ASHRAE standartlarında mevcuttur.

Havalandırma ve gerekli dış havanın, ısı kazancı ve soğutma yüküyle olan ilişkisi ilk olarak iç ve dış tasarım şartlarının sabit olduğu halde açıklanabilmektedir. Gerekli dış hava öncelikle ortamdaki kişi sayısına, malzemeye, koku ve duman çıkaran

cihazlara bağıdır. Ancak endüstriyel tesislerde ve laboratuvar sistemlerinde gerekli olan dış hava, atık havayı karşılamak için daha çok miktardadır.

4.6.2 Hava sızması (Enfiltrasyon)

Hava sızması çatlaklardan, aralıklardan ve diğer istek dışı açıklıklardan gerçekleşen kontrolsüz hava akışıdır. İç veya dışa hava sızması ve doğal havalandırma rüzgara, iç-dış hava sıcaklıkları farkına ve cihazların çalışmasına bağlı olan basınç farkları sebebiyle gerçekleşir. Hava değişiminin şiddeti basınç farkı ile doğru orantılı ve giriş yolları mukavemeti ile ters orantılıdır.

İç ve dış hava sıcaklıklarının ve dolayısı ile yoğunluklarının farklı oluşu nedeniyle meydana gelen hava değişimlerine binaların baca tesiri denir. Isıtılan binalarda hava aşağıdan girip yukarıdan çıkar, soğutulan binalarda ise aksi yönde hareket eder. Burada izah edilen enfiltrasyon ve eksfiltrasyonun tam olarak hesap edilmesi çok zordur; zira bu binaların cinsine, rüzgarın değişikliklerine, civar binaların vaziyetine, dış sıcaklığın değişmesine ve cebri havalandırma yapılıp yapılmadığına göre, şayet yapılıyorsa bununda şekline göre değişir.

Soğutma sezonu için, enfiltrasyon hesapları genellikle kapılar ve pencereler ile sınırlıdır. Bununla beraber çok katlı ticari binalarda dış havanın binanın en tepesinden emildiği, zemininden ise dışarı atıldığı göz önüne alınabilir.

4.6.3 Soğutma yükü hesaplarında kullanılan havalandırma ve enfiltrasyon eşitlikleri

Havalandırma ve enfiltrasyon sonucu havanın özgül hacmi fark edilir seviyede değiştiğinden, hacim yerine kütle esasına göre hesaplar yapıldığında daha doğru sonuçlar elde edilir. Her ne kadar hacim değerleri serpantinlerin, vantilatörlerin, kanalların vb. seçiminde gerekli ise de bu durumlarda standart şartlardaki ölçümlere dayanan hacim değerleri doğru sonuçlar elde etmek için kullanılabilir. ASHRAE'ye göre 101,325 kPa basınçta 21°C kuru hava ve 16°C doyma sıcaklığına karşı gelen standart kuru havanın yoğunluğu 1,2 kg kuru hava/m³ (0,83 m³/kg kuru hava) değerindedir.

Havalandırma ve enfiltrasyon ile ortama ilave olan ısıyla beraber soğutma yükü, ısı kazancı ortam havası tarafından hemen hissedildiği için enfiltrasyon ve havalandırma ile olan ısı kazancına eşdeğerdir (hem duyulur hem de gizli ısı kazancı).

Watt olarak toplam ısı kazancı, verilen standart akış debisinin Q_s , entalpi farkı Δh ile çarpımından bulunur.

$$q_{\text{toplam}} = 1,2 \cdot Q_s \cdot \Delta h \quad (4.23)$$

$1,2 = \text{kg/m}^3$ olarak hava yoğunluğudur.

Duyulur ısı : Watt olarak duyulur ısı kazancı, standart şartlarda ortama verilen hava debisinin Q_s , kuru termometre sıcaklığını Δt kadar değiştiren ısı miktarıdır.

$$q_{\text{duyulur}} = 1,2 \cdot (1,006 + 1,84 \cdot w) \cdot Q_s \cdot \Delta T \quad (4.24)$$

$1,006$ = Kuru havanın özgül ısısı (kJ/kgK)

w = Özgül nem [kg (su buharı) / kg (kuru hava)]

$1,84$ = Su buharının özgül ısısı (kJ/kgK)

Çoğu iklimlendirme probleminde yaklaşık olarak $w=0,01$ değeri bulunduğundan duyulur ısı kazancı;

$$q_{\text{duyulur}} = 1,23 \cdot Q_s \cdot \Delta T \quad (4.25)$$

ifadesinden bulunur.

Gizli ısı : Watt olarak gizli ısı kazancı, standart şartlarda ortama verilen hava debisinin Q_s , özgül neminin değişimine (Δw) karşılık gelir.

$$q_{\text{gizli}} = 1,2 \cdot 2500 \cdot Q_s \cdot \Delta w = 3000 \cdot Q_s \cdot \Delta w \quad (4.26)$$

Bu ifadede 2500 kJ/kg değeri 24°C sıcaklıkta %50 bağıl nemdeki su buharının entalpisi ile 10°C sıcaklıktaki suyun entalpisi arasındaki farktır.

5. IŞINIM ZAMAN SERİLERİ METODU

Işınım zaman serileri metodu (RTS), ısı dengesi (HB) metodundan türetilen, soğutma yükü hesaplamaları tasarımının uygulanması için basitleştirilmiş bir metottur. Bu metot, geçiş fonksiyonu metodu (TFM), soğutma yükü sıcaklık farkı/soğutma yükü faktörü (CLTD/CLF) metodu ve toplam eşdeğer sıcaklık farkı/zamana göre ortalama (TETD/TA) metodu gibi diğer bütün basitleştirilmiş metotların yerini alır.

Güvenilir ve daha az işleme olanak sağlayan bir yöntem ihtiyacına cevap vermek için geliştirilen Işınım zaman serileri metodu (RTS), iteratif hesaplamalar içermemektedir ve her bileşenin toplam soğutma yüküne katkısını ölçer. Bununla beraber kullanıcılara sonuçlar üzerinde farklı yapı ve zon tiplerini kıyaslama ve inceleme olanağı sunar. Işınım zaman serileri (RTS) metodunun bu karakteristikleri, soğutma yükü hesabı süresince mühendislik değerlendirmelerini uygulamak için kolaylık sağlar.

Işınım zaman serileri metodu (RTS), pik yük tasarım hesapları için elverişlidir fakat tabiatındaki kabullerin sınırlamasından dolayı yıllık enerji simülasyonları için kullanılmamalıdır.

Konseptteki basitliğe rağmen, Işınım zaman serileri metodu (RTS) pratik olarak elle hesap yapabilmek için oldukça uzun hesaplamalar içerir. Bilgisayarla yapılan hesap çizelgeleri ile kolay bir şekilde hesaplama süreci sağlanır.

5.1 Kabuller ve Prensipler

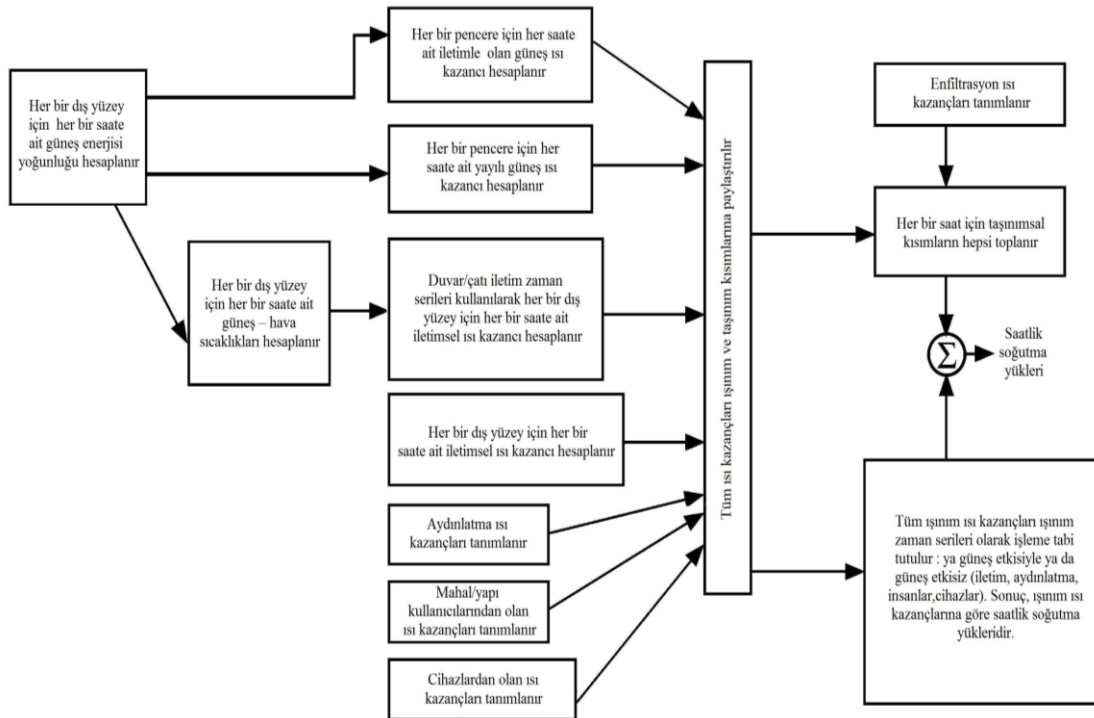
Soğutma yükleri tasarımı, sürekli - periyodik şartların varsayımı üzerine kuruludur. Başka bir ifadeyle, tasarım gününün havası, doluluk oranı ve ısı kazancı şartları ile önceki günlerinkiler özdeştir. Yükler, 24 saatlik özdeş bir prensibe göre tekrar eder. Bu şekilde, belirli bir saatte belirli bir bileşenden olan ısı kazancı, önceki 24 saat ile aynıdır. Bu kabul, ısı dengesi (HB) metodundan türetilen Işınım zaman serileri metodu (RTS) için ana ilkedir.

Soğutma yükü hesapları, bina ısı geçişi süreçlerinde iki tane zaman gecikmesi etkisini ele alır;

- (1) Büyük opak dış yüzeylere (duvarlar, çatılar ve zeminler) doğru olan iletimle ısı kazancının gecikmesi
- (2) Işınımla ısı kazancının soğutma yüklerine dönüşümünün gecikmesi

İç ortam ve dış ortam havaları arasındaki sıcaklık farklarından dolayı dış duvarlar ve çatılar ısıyı iletir. Güneş enerjisi dış duvarlar tarafından emilir, sonra iletim yoluyla binanın iç kısmına aktarılır.

Duvar ve çatı yapı malzemelerinin ısı ve kütle kapasitesi nedeniyle iç yüzeyde ısı kazancı haline gelen dışarıdan ısı girişinde önemli miktarda bir zaman gecikmesi vardır. Isı kaynaklarının çoğu, enerjisini ışıınım ve taşınımın karışımı şeklinde odalara transfer eder. Isı kazancının taşınımsal kısmı direkt olarak soğutma yükü haline gelir. Işınımsal kısım ilk olarak odanın iç yüzeyleri tarafından absorbe edilir ve daha sonra yüzeylerden taşınım ile transfer edilerek soğutma yükü haline gelir. Böylece, ışıınım ısı kazançları gecikmiş bir zaman periyodu boyunca soğutma yükleri haline gelir.



Şekil 5.1 : Işınım zaman serileri metodunda işlem adımları.

Çizelge 5.1, Işınım zaman serileri (RTS) metodunun genel bir görüntüsünü verir. Işınım zaman serileri (RTS) metodunda güneş ışıınımı, pencerelerden iletilen güneş ısı kazancı, güneş-hava sıcaklığı ve enfiltrasyon hesapları daha önceki basitleştirilmiş metotlar olan geçiş fonksiyonu metodu (TFM) ve toplam eşdeğer sıcaklık farkı/zamana göre ortalama (TETD/TA) metodu ile tam olarak aynıdır. Önceki basitleştirilmiş metotlardan farklı olduğu önemli bölümler;

- İletimsel ısı kazancı hesabı
- Toplam ısı kazançlarındaki ışıınım ve taşıınım oranları
- Işınım ısı kazançlarının soğutma yüklerine dönüşümü

Işınım zaman serileri (RTS) metodu, iletim zaman gecikmesi ve ışıınım zaman gecikmesinin her ikisini de 24 saatlik zaman serileri ile saatlik ısı kazançlarının çarpımı şeklinde açıklar. Aslında zaman serileri çarpımı, ısı kazancını zamanın tamamına dağıtır. Işınım zaman faktörleri ve iletim zaman faktörleri olarak adlandırılan katsayı serileri, ısı dengesi (HB) metodu kullanılarak türetilir. Işınım zaman faktörleri, geçerli saat boyunca soğutma yükü haline gelen önceki bir ışıınım ısı kazancının oranını yansıtır. Aynı şekilde iletim ısı kazancıda, geçerli saat boyunca içeride ısı kazancı haline gelen çatı ve duvarların dış yüzeyindeki daha önceki bir ısı kazancının oranını yansıtır. Bu tanımlardan ışıınım ve iletim zaman serilerinin toplamının %100 olmak zorunda olduğu anlaşılır. Bu seriler, bir yapıdaki zaman gecikmesi tesirini kolayca kıyaslamak amacıyla kullanılabilir. Yük tahminindeki seçenekleri kıyaslama, mühendislere daha doğru değerlendirmeler yapabilme ve daha fazla bilgi edinme imkânı verir.

Çizelge 5.1 : Toplam duyulur ısı kazancının ışıınım ve taşıınım yüzdeleri.

Isı Kazancı Kaynakları	Işınım Isısı, %	Taşıınım Isısı, %
İletimle olan güneş ışıınımı, iç gölgesiz	100	0
Camdan içeri giren güneş ışıınımı, iç gölgesi	63	37
Yutulan (pencerelerden) güneş ışıınımı	63	37
Floresan lambalar, asılı, menfezsiz	67	33
gömülü, geri dönüş havasına havalandırmalı	59	41
gömülü, taze hava ve geri dönüş havasına havalandırmalı	19	81
Akkor lambalar	80	20
İnsanlar	Çizelge 4.16'ya bakınız	
İletim, dış duvarlar	63	37
dış çatı malzemeleri	84	16
Enfiltrasyon ve Havalandırma	0	100
Motorlar ve cihazlar (Çizelge 4.18 - 4.20'ye bakınız)	20 - 80	80 - 20

5.2 Işınım Zaman Serileri Metodunun Genel İşlem Adımları

Işınım zaman serileri (RTS) metodu ile her yük bileşeninin (aydınlatma, insanlar, duvarlar, çatılar, pencereler, cihazlar vb.) soğutma yükü hesabı için genel prosedür şu şekildedir;

- 1) Tasarım günü için bileşen ısı kazançlarının 24 saatlik profili hesaplanır (İletim için ilk hesaplama, iletim zaman serilerinin uygulanması vasıtasıyla iletim zaman gecikmesi için yapılır).
- 2) Isı kazançları ışınsal ve taşınımsal yüzdelerine ayrıştırılır.
- 3) Soğutma yüküne dönüşümde zaman gecikmesini hesaplamak için ısı kazancının ışınsal kısmına uygun ışınsal zaman serileri uygulanır.
- 4) Her soğutma yükü bileşeninin her saatindeki soğutma yükünü tanımlamak için ısı kazancının taşınımsal kısmı ve gecikmiş ışınsal kısmı toplanır.

Her bileşenin her saat için soğutma yüklerinin hesaplanmasından sonra, her saat için toplam soğutma yükünü bulabilmek amacıyla bileşenlerin soğutma yükleri toplanır ve iklimlendirme sisteminin tasarımı için pik yükün olduğu saat seçilir. Özellikle güneye bakan (güney enlemlerindeki kuzeye bakan) pencerelerde, pik yükün meydana geldiği ayı belirlemek için yaza göre kış aylarında daha yüksek olan pik oda soğutma yüklerine bağlı olarak aynı süreç çeşitli tasarım ayları için tekrarlanır.

6. IŞINIM ZAMAN SERİLERİ METODUNDA ORTAM BİLEŞENLERİ

6.1 Dış Yüzeylerden Olan Isı Kazancı

Opak dış yüzeylerden olan ısı kazancı, pencere alanlarından olduğu gibi ısı gradyeninden ve güneş ışınlamından hesaplanır. Temel olarak bu hesaplama, duvarın veya çatının yapısı ve kütlesinin bir fonksiyonu olarak farklılık gösterir. Çünkü bu faktörler iletimle ısı geçişinin miktarını etkiler.

6.1.1 Yatay yüzeyler

Yatay yüzeyler sadece gökyüzünden uzun dalga ışınlamı alacağından, ΔR için uygun olan değer 63 W/m^2 olup, eğer $\varepsilon=1$ ve $h_0=17 \text{ (W/m}^2\text{.K)}$ alınırsa, uzun dalga düzeltme terimi 4 K olarak bulunur (Bliss 1961).

6.1.2 Düşey yüzeyler

Düşey yüzeyler gökyüzünün yanı sıra, çevredeki binalar ve topraktan gelen uzun dalga ışınlamını da aldığından, kesin ΔR değerlerinin tespit edilmesi zordur. Güneş ışınlamı akısı değeri büyükse, karasal cisimlerin yüzeyleri genellikle dış ortam hava sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklara ulaşır; dolayısıyla bu cisimlerden olan uzun dalga ışınlamı gökyüzünün düşük yayma oranı ile telafi edilir. Bu nedenle $\Delta R=0$ olarak almak düşey yüzeyler için yaygın bir uygulamadır.

6.1.3 Sıcaklıkların çizelge halinde verilmiş değerleri

“Yaz İklim Tesislerinde Güneşin Tesiri” bölümündeki güneş – hava sıcaklıkları, $\varepsilon.\Delta R/h_0$ değerinin yatay düzlemler için 4 K, düşey düzlem için 0 K alınması ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar için kullanılan toplam güneş yoğunluğu değerleri, güneş açıları denklemlerinden hesaplanır.

6.1.4 Yüzeylerin rengi

Güneş – hava sıcaklığı değerleri “Yaz İklim Tesislerinde Güneşin Tesiri” bölümünde α/h_0 parametresinin iki değeri için verilmektedir. 0,026 değeri açık renkli yüzeyler

için, 0,052 ise (koyu renkli yüzeyler veya açık rengi kalıcı olarak sağlanamayan herhangi bir yüzey için) maksimum değeri ifade etmektedir.

6.2 İletim Zaman Serilerini Kullanarak İletimle Olan Isı Kazancının

Hesaplanması

Işınım zaman serileri (RTS) metodunda, dış duvarlardan ve çatılardan iletimle olan ısı kazancı, iletim zaman serileri (CTS) kullanılarak hesaplanır. Çatı ve duvarın dış yüzeyindeki iletimsel ısı girişi, bilinen iletim denklemi ile tanımlanır.

$$q_{i,q-n} = K.A.(t_{e,q-n} - t_{rc}) \quad (6.1)$$

Burada;

$q_{i,q-n}$ = yüzey için n saat önceki iletimsel ısı girişi, W

K = yüzey için toplam ısı geçiş katsayısı, W/m².K

A = yüzey alanı, m²

$t_{e,q-n}$ = n saat önceki güneş – hava sıcaklığı, °C

t_{rc} = tahmin edilen sabit oda sıcaklığı, °C

Duvarlar veya çatılardan iletimle olan ısı kazancı, geçerli saatler ve önceki 23 saat için iletimsel ısı girişleri kullanılarak hesaplanabilir. Bu ifadeler doğrultusunda iletim zaman serileri:

$$q_q = c_0.q_{i,q} + c_1.q_{i,q-1} + c_2.q_{i,q-2} + c_3.q_{i,q-3} + + c_{23}.q_{i,q-23} \quad (6.2)$$

Burada;

q_q = yüzey için saatlik iletimsel ısı kazancı, W

$q_{i,q}$ = geçerli saat için ısı girişi, W

$q_{i,q-n}$ = n saat önceki ısı girişi, W

$c_0, c_1, \dots, c_{23}$ = iletim zaman faktörleri

Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2, temsili duvar ve çatı tipleri için iletim zaman faktörlerini içermektedir. Çizelgelerdeki bu değerler, her örnek çatı yapısı ve duvar için ilk başta hesaplanan iletim geçiş fonksiyonlarından elde edilmiştir.

İletim zaman faktörleri, farklı duvar ve çatı yapıları arasında gecikme zamanı karakteristiklerinin kıyaslanmasına imkân verir. Tasarım soğutma yükü hesaplarında periyodik tepki faktörlerini (ve bunun sonucu olarak iletim zaman serileri – CTS) kullanarak hesaplanan ısı kazançları, tahmini sürekli periyodik şartlar için iletim geçiş fonksiyonlarını kullanarak hesaplanan ısı kazançları ile özdeşdir.

Çizelge 6.1 : Duvar iletim zaman serileri (CTS).

Duvar Numarası =	PERDE DUVARLAR			DİKME DUVARLAR				DCYS			TUĞLA DUVARLAR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U-Faktör, W/(m ² ·K)	0.428	0.429	0.428	0.419	0.417	0.406	0.413	0.668	0.305	0.524	0.571	0.377	0.283	0.581	0.348	0.628	0.702	0.514	0.581	0.389
Toplam R	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.4	1.5	3.3	1.9	1.7	2.7	3.5	1.7	2.9	1.6	1.4	1.9	1.7	2.6
Kütle, kg/m ²	31.0	20.9	80.0	25.5	84.6	25.6	66.7	36.6	38.3	130.9	214.1	214.7	215.8	290.6	304.0	371.7	391.5	469.3	892.2	665.1
Isı Kapasite, kJ/(m ² ·K)	30.7	20.4	67.5	24.5	73.6	32.7	61.3	36.7	38.8	120.6	177.8	177.8	177.8	239.1	253.5	320.9	312.7	388.4	784.9	580.5
Saat	İletim Zaman Faktörleri, %																			
0	18	25	8	19	6	7	5	11	2	1	0	0	0	1	2	2	1	3	4	3
1	58	57	45	59	42	44	41	50	25	2	5	4	1	1	2	2	1	3	4	3
2	20	15	32	18	33	32	34	26	31	6	14	13	7	2	2	2	3	3	4	3
3	4	3	11	3	13	12	13	9	20	9	17	17	12	5	3	4	6	3	4	4
4	0	0	3	1	4	4	4	3	11	9	15	15	13	8	5	5	7	3	4	4
5	0	0	1	0	1	1	2	1	5	9	12	12	13	9	6	6	8	4	4	4
6	0	0	0	0	1	0	1	0	3	8	9	9	11	9	7	6	8	4	4	5
7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	7	7	9	9	7	7	8	5	4	5
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	5	5	7	8	7	7	8	5	4	5
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	4	6	7	7	6	7	5	4	5
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	3	5	7	6	6	6	5	4	5
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	2	4	6	6	6	6	5	5	5
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	3	5	5	5	5	5	5	5
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	2	4	5	5	4	5	5	5
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	2	4	5	5	4	5	5	5
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	3	4	4	3	5	4	4
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	3	4	4	3	5	4	4
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	2	3	4	3	4	4	4
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	3	3	2	4	4	4
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	3	3	2	4	4	4
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	3	2	4	4	4
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	1	4	4	4
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	1	4	4	3
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4	3
Toplam Yüzdelik Oran	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Duvarı Oluşturan Malzemelerin Kodları	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01
	F09	F08	F10	F08	F10	F11	F07	F06	F06	F06	M01	M01	M01	M01	M01	M01	M01	M01	M01	M01
	F04	F04	F04	G03	G03	G02	G03	I01	I01	I01	F04	F04	F04	F04	F04	F04	F04	F04	F04	F04
	I02	I02	I02	I04	I04	I04	I04	G03	G03	G03	I01	G03	I01	I01	M03	I01	I01	I01	I01	M15
	F04	F04	F04	G01	G01	G04	G01	F04	I04	M03	G03	I04	G03	M03	I04	M05	M01	M13	M16	I04
	G01	G01	G01	F02	F02	F02	F02	G01	G01	F04	F04	G01	I04	F02	G01	G01	F02	F04	F04	G01
	F02	F02	F02	0	0	0	0	F02	F02	G01	G01	F02	G01	0	F02	F02	0	G01	G01	F02
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F02	F02	0	F02	0	0	0	0	F02	F02	0
Duvar Numarası Açıklamaları																				
1.	Spandrel cam, yalıtım levhası, alçı levha										11.	Tuğla, yalıtım levhası, astar, alçı levha								
2.	Metal duvar levha, yalıtım levhası, alçı levha										12.	Tuğla, astar, camyünü/taşıyünü, alçı levha								
3.	25 mm taş, yalıtım levhası, alçı levha										13.	Tuğla, yalıtım levhası, astar, camyünü/taşıyünü, alçı levha								
4.	Metal duvar levha, astar, camyünü/taşıyünü, alçı levha										14.	Tuğla, yalıtım levhası, 200 mm hafif beton duvar üniteleri								
5.	25 mm taş, astar, camyünü/taşıyünü, alçı levha										15.	Tuğla, 200 mm hafif beton duvar üniteleri, camyünü/taşıyünü, alçı levha								
6.	Ahşap kaplama, astar, camyünü/taşıyünü, 13 mm ahşap										16.	Tuğla, yalıtım levhası, 200 mm ağır beton duvar üniteleri, alçı levha								
7.	25 mm dış cephe sıvası, astar, camyünü/taşıyünü, alçı levha										17.	Tuğla, yalıtım levhası, tuğla								
8.	DCYS, yalıtım levhası, astar, alçı levha										18.	Tuğla, yalıtım levhası, 200 mm hafif beton, alçı levha								
9.	DCYS, yalıtım levhası, astar, camyünü/taşıyünü, alçı levha										19.	Tuğla, yalıtım levhası, 300 mm ağır beton, alçı levha								
10.	DCYS, yalıtım levhası, astar, 200 mm hafif beton duvar üniteleri, alçı levha										20.	Tuğla, 200 mm ağır beton, camyünü/taşıyünü, alçı levha								

Çizelge 6.1 (devam) : Duvar iletim zaman serileri (CTS).

Duvar Numarası =	BETON BLOK DUVAR						ÖNCE DEN DÖKME VE YERİNDE DÖKME BETON DUVARLAR									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
U-Faktör, W/(m ² ·K)	0.383	0.335	0.414	1.056	0.834	0.689	0.673	0.418	0.434	0.650	0.387	0.467	0.434	0.266	3.122	
Toplam R	2.6	3.0	2.4	0.9	1.2	1.5	1.5	2.4	2.3	1.5	2.6	2.1	2.3	3.8	0.3	
Kütle, kg/m ²	108.8	108.8	224.3	94.3	107.1	168.9	143.9	144.6	262.5	291.8	274.7	488.1	469.9	698.9	683.2	
Isıl Kapasite, kJ/(m ² ·K)	98.1	98.1	204.4	83.8	96.1	151.3	124.7	124.7	220.8	247.3	233.0	441.5	425.2	631.6	615.2	
Saat	İletim Zaman Faktörleri, %															
0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	2	1	3	1	2	1	
1	4	1	2	11	3	1	10	8	1	2	2	3	2	2	2	
2	13	5	8	21	12	2	20	18	3	3	3	4	5	3	4	
3	16	9	12	20	16	5	18	18	6	5	6	5	8	3	7	
4	14	11	12	15	15	7	14	14	8	6	7	6	9	5	8	
5	11	10	11	10	12	9	10	11	9	6	8	6	9	5	8	
6	9	9	9	7	10	9	7	8	9	6	8	6	8	6	8	
7	7	8	8	5	8	8	5	6	9	6	7	5	7	6	8	
8	6	7	7	3	6	8	4	4	8	6	7	5	6	6	7	
9	4	6	6	2	4	7	3	3	7	6	6	5	6	6	6	
10	3	5	5	2	3	6	2	2	7	5	6	5	5	6	6	
11	3	4	4	1	3	6	2	2	6	5	5	5	5	5	5	
12	2	4	3	1	2	5	1	2	5	5	5	4	4	5	4	
13	2	3	2	1	2	4	1	1	4	5	4	4	4	5	4	
14	2	3	2	0	1	4	1	1	4	4	4	4	3	4	4	
15	1	3	2	0	1	3	1	1	3	4	3	4	3	4	3	
16	1	2	1	0	1	3	0	1	2	4	3	4	3	4	3	
17	1	2	1	0	1	2	0	0	2	3	3	4	2	4	3	
18	1	2	1	0	0	2	0	0	1	3	2	4	2	4	2	
19	0	1	1	0	0	2	0	0	1	3	2	3	2	3	2	
20	0	1	1	0	0	2	0	0	1	3	2	3	2	3	2	
21	0	1	1	0	0	2	0	0	1	3	2	3	2	3	1	
22	0	1	1	0	0	1	0	0	1	3	2	3	1	3	1	
23	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	2	2	1	3	1	
Toplam Yüzdelik Oran	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Duvarı Oluşturan Malzemelerin Kodları	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	
	M03	M08	F07	M08	M08	M09	M11	M11	M11	F06	M13	F06	M15	M16	M16	
	I04	I04	M05	F02	F04	F04	I01	I04	I02	I01	I04	I02	I04	I05	F02	
	G01	G01	I04	—	G01	G01	F04	G01	M11	M13	G01	M15	G01	G01	—	
	F02	F02	G01	—	F02	F02	G01	F02	F02	G01	F02	G01	F02	F02	—	
—	—	F02	—	—	—	—	F02	—	—	F02	—	F02	—	—	—	
Duvar Numarası Açıklamaları																
21. 200 mm hafif beton duvar üniteleri, camyünü/taşyünü, alçı levha								29. 100 mm hafif beton, yalıtım levhası, 100 mm hafif beton								
22. Dolgu maddeli 200 mm hafif beton duvar üniteleri, camyünü/taşyünü, alçı levha								30. DCYS, yalıtım levhası, 200 mm hafif beton, alçı levha								
23. 25 mm dış cephe sıvası, 200 mm ağır beton duvar üniteleri, camyünü/taşyünü, alçı levha								31. 200 mm hafif beton, camyünü/taşyünü, alçı levha								
24. Dolgu maddeli 200 mm hafif beton duvar üniteleri								32. DCYS, yalıtım levhası, 200 mm ağır beton, alçı levha								
25. Dolgu maddeli 200 mm hafif beton duvar üniteleri, alçı levha								33. 200 mm ağır beton, camyünü/taşyünü, alçı levha								
26. Dolgu maddeli 300 mm hafif beton duvar üniteleri, alçı levha								34. 300 mm ağır beton, camyünü/taşyünü, alçı levha								
27. 100 mm hafif beton, yalıtım levhası, alçı levha								35. 300 mm ağır beton								
28. 100 mm hafif beton, camyünü/taşyünü, alçı levha																

Çizelge 6.2 : Çatı iletim zaman serileri (CTS).

	EĞİMLİ ÇATILAR						AHŞAP DÖŞEME		METAL DÖŞEME ÇATILAR						BETON ÇATILAR					
Çatı Numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
U-Faktör, W/(m²·K)	0.249	0.227	0.255	0.235	0.239	0.231	0.393	0.329	0.452	0.370	0.323	0.206	0.297	0.304	0.296	0.288	0.315	0.313	0.239	
Toplam R	4.0	4.4	3.9	4.2	4.2	4.3	2.5	3.0	2.2	2.7	3.1	4.9	3.4	3.3	3.4	3.5	3.2	3.2	4.2	
Kütle, kg/m²	26.7	21.0	14.0	34.7	55.5	34.9	48.9	55.9	23.9	30.9	25.0	27.2	57.6	149.2	214.3	279.3	360.7	474.5	362.3	
Isıl Kapasite, kJ/(m²·K)	26.6	16.4	12.3	47.0	73.5	47.0	75.6	79.7	28.6	32.7	28.6	32.7	57.2	134.9	190.1	245.2	333.2	437.4	331.1	
Saat	İletim Zaman Faktörleri, %																			
0	6	10	27	1	1	1	0	1	18	4	8	1	0	1	2	2	2	3	1	
1	45	57	62	17	17	12	7	3	61	41	53	23	10	2	2	2	2	3	2	
2	33	27	10	31	34	25	18	8	18	35	30	38	22	8	3	3	5	3	6	
3	11	5	1	24	25	22	18	10	3	14	7	22	20	11	6	4	6	5	8	
4	3	1	0	14	13	15	15	10	0	4	2	10	14	11	7	5	7	6	8	
5	1	0	0	7	6	10	11	9	0	1	0	4	10	10	8	6	7	6	8	
6	1	0	0	4	3	6	8	8	0	1	0	2	7	9	8	6	6	6	7	
7	0	0	0	2	1	4	6	7	0	0	0	0	5	7	7	6	6	6	7	
8	0	0	0	0	0	2	5	6	0	0	0	0	4	6	7	6	6	6	6	
9	0	0	0	0	0	1	3	5	0	0	0	0	3	5	6	6	5	5	5	
10	0	0	0	0	0	1	3	5	0	0	0	0	2	5	5	6	5	5	5	
11	0	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	1	4	5	5	5	5	5	
12	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1	3	5	5	4	5	4	
13	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3	4	5	4	4	4	
14	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	3	4	4	4	4	3	
15	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	2	3	4	4	4	3	
16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	3	4	3	4	3	
17	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	3	4	3	4	3	
18	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	2	
19	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	2	
20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	2	
21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	2	
22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3	2	2	2	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	
Çatıyı Oluşturan Malzemelerin Kodları	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	F01	
	F08	F08	F08	F12	F14	F15	F13	F13	F13	F13	F13	F13	M17	F13	F13	F13	F13	F13	F13	
	G03	G03	G03	G05	G05	G05	G03	G03	G03	G03	G03	G03	F13	G03	G03	G03	G03	G03	M14	
	F05	F05	F05	F05	F05	F05	I02	I02	I02	I02	I02	I03	G03	I03	I03	I03	I03	I03	F05	
	I05	I05	I05	I05	I05	I05	G06	G06	F08	F08	F08	I03	I03	M11	M12	M13	M14	M15	I05	
	G01	F05	F03	F05	F05	F05	F03	F05	F03	F05	F03	F08	F08	F03	F03	F03	F03	F03	F16	
	F03	F16	—	G01	G01	G01	—	F16	—	F16	—	—	F03	—	—	—	—	—	F03	
	—	F03	—	F03	F03	F03	—	F03	—	F03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Çatı Numarası Açıklamaları																			
	1. Metal çatı, camyünü/taşyünü, alçı levha										11. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, metal döşeme									
2. Metal çatı, camyünü/taşyünü, akustik asma tavan										12. Membran, koruyucu kaplama, ilave yalıtım levhaları, metal döşeme										
3. Metal çatı, camyünü/taşyünü										13. 50 mm beton balast çatı, membran, koruyucu kap., yalıtım lev., metal döş.										
4. Bitümlü kiremit, ağaç kaplama, camyünü/taşyünü, alçı levha										14. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, 100 mm hafif beton										
5. Arduaz taşı veya yassı tuğla, ağaç kaplama, camyünü/taşyünü, alçı levha										15. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, 150 mm hafif beton										
6. Ağaç kiremit, ağaç kaplama, camyünü/taşyünü, alçı levha										16. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, 200 mm hafif beton										
7. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, ağaç döşeme										17. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, 150 mm ağır beton										
8. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, ağaç döşeme, akustik asma tavan										18. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, 200 mm ağır beton										
9. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, metal döşeme										19. Membran, 150 mm ağır beton, camyünü/taşyünü, akustik asma tavan										
10. Membran, koruyucu kaplama, yalıtım levhası, metal döşeme, akustik asma tavan																				

6.3 İç Yüzeylerden Olan Isı Kazancı

Şartlandırılan bir ortam, farklı sıcaklıktaki bir ortama bitişik ise bu ortamlar arasında olan ısı geçişi göz önüne alınmalıdır. Bu durum için anlık ısı geçişi;

$$q = K.A.(t_b - t_i) \quad (6.3)$$

Bitişik ortamın ortalama hava sıcaklığı (t_b), şartlandırılmış ortam sıcaklığından oldukça farklı olabilir. Bir mutfak veya kazan dairesindeki sıcaklık, dış ortam hava sıcaklığından 8 ila 25 K daha yüksek olabilir. Hiçbir veri bilinmiyorsa ve bitişik

ortam ısı kaynağı ihtiva etmiyorsa, ayrıca bu ortamda önemli seviyede güneş kaynaklı ısı kazancı mevcut değilse, muhtemel sıcaklık farkı ($t_b - t_i$) dış ortam kuru termometre sıcaklığı ile şartlandırılan ortam kuru termometre sıcaklığı arasındaki farktan 3 K çıkarılarak bulunabilir. Bazı hallerde bitişik ortam sıcaklıkları, dış hava sıcaklığına veya dış ortamdan daha yüksek sıcaklıklara karşılık gelebilir.

6.4 Soğutma Yükünün Hesaplanması

Anlık soğutma yükü, verilen bir noktada zaman içerisinde zon havasına taşınan ısı enerjisinin oranıdır. Soğutma yükünün hesabı, yüzeyler, mobilyalar, bölmeler ve zon içerisindeki diğer kütleler arasında olan ısıtım alışverişi nedeniyle karmaşıktır. Isı kazancı kaynaklarının çoğu, enerjiyi hem ısıtım hem de taşınım yoluyla transfer ederler. ısıtım yoluyla olan ısı transferi, kolayca ölçülemeyen, zamana bağlı bir süreç ortaya koyar. ısıtım, zon içerisindeki ısı kütleler tarafından absorbe edilir ve daha sonra taşınım yoluyla ortama aktarılır. Bu süreç, bir zaman gecikmesi ve azaltma etkisi yaratır. Diğer taraftan ise enerjinin taşınım ile transfer edilen kısmının, ısı kazancının olduğu zamanda direkt olarak soğutma yükü haline geldiği kabul edilir.

Isı dengesi (HB) yöntemleri, yüzeylerin sıcaklıkları ve ısıtım yayma kabiliyetlerine dayanarak yüzeyler arasındaki ısıtım alışverişini hesaplar. Fakat ısı dengesi yöntemleri; iç yüklerin, insanların, aydınlanmanın, cihazların ve diğer ekipmanların ısıtım alışverişindeki dağılımını genel olarak tahmini ısıtım /taşınım oranına dayanarak tanımlar. ısıtım zaman serileri (RTS) metodu, her çeşit yüzeyden anlık taşınım ve ısıtım ile olan ısı transferinin eş zamanlı çözümünün yerine, duvar ve çatıların iletimsel ısı kazancının tahmini ısıtım/taşınım oranını temel alarak ısı dengesi yöntemini oldukça basitleştirir. Belirli bir saatteki her yük bileşeni (lambalar, insanlar, çatılar, pencereler, duvarlar, cihazlar vb.) için soğutma yükü, geçerli saat ve önceki 23 saat için ısıtım ısı kazançlarının ertelenmiş zaman kısmının ilavesi ile geçerli saatteki ısı kazancının taşınımsal kısmının toplamıdır.

Çizelge 5.1, ısı kazancı bileşenlerinin taşınımsal ve ısıtım kısımlara paylaşımına dair tavsiyeleri ihtiva eder. ısıtım zaman serileri (RTS), saatlik ısı kazancının ısıtım kısmını, ısıtım zaman faktörlerini kullanarak saatlik soğutma yüklerine dönüştürür. ısıtım zaman faktörleri (RTS), mevcut ve önceki ısı kazançlarına dayanarak geçerli saat için soğutma yükünü hesaplamak amacıyla kullanılır. ısıtım zaman serileri

(RTS) belirli bir zon için zonun zamana bağlı tepkisini ısıtım enerjisinin tek bir sinyaline verir. Seriler, her saat için zon havasına taşınan ısıtım sinyalinin oranını gösterir. Buradan hareketle; r_0 terimi, geçmiş saat içerisindeki mevcut r_1 saatinde zon havasına taşınan ısıtım sinyalinin oranını temsil eder. Bu şekilde elde edilen ısıtım zaman serileri, aşağıdaki denkleme göre saatlik ısı kazançlarının ısıtım kısmını, saatlik soğutma yüklerine dönüştürmek için kullanılır;

$$Q_{r,\theta} = r_0 \cdot q_{r,\theta} + r_1 \cdot q_{r,\theta-1} + r_2 \cdot q_{r,\theta-2} + r_3 \cdot q_{r,\theta-3} + \dots + r_{23} \cdot q_{r,\theta-23} \quad (6.4)$$

Burada;

$Q_{r,\theta}$ = Geçerli saat θ için ısıtım soğutma yükü, W

$q_{r,\theta}$ = Geçerli saat θ için ısıtım ısı kazancı, W

$q_{r,\theta-n}$ = n saat önceki ısıtım ısı kazancı, W

$r_0, r_1, r_2, \dots, r_{23}$ = ısıtım zaman faktörleri

Geçerli saatteki toplam soğutma yükünü belirlemek için ısıtım zaman serileri ve denklem (6.4) kullanılarak hesaplanan ısıtım soğutma yüküne, taşınım kısmında dahil edilir. ısıtım zaman faktörleri (RTS), ısı dengesi (HB) metoduna dayanan bir ısı dengesi tarafından üretilir. Teorik olarak her eşsiz zon ve her eşsiz ısıtım enerjisi dağılım fonksiyonu kabulü için ısıtım zaman faktörlerinin ayrı bir serilerine ihtiyaç duyulur. Yaygın tasarım uygulamalarının çoğunda, ısıtım zaman serileri değişimi öncelikle yapının bir uçtan bir uca iriliğine, ağırlığına ve ısıtım ısı kazançlarının etkilediği yüzeylerin ısı elastikliğine bağlıdır.

ısıtım zaman serileri (RTS) metodunda bir ünite ısı kazancı sinyali, 24 saatlik bir periyot için yükleri elde etmek amacıyla kullanılır. ısı kazancı sinyali, bir ünite sinyali olduğu müddetçe meydana gelen yükler, ısıtım zaman serileri katsayılarına denktir. İki farklı ısıtım zaman serileri (RTS) kullanılır.

6.4.1 Güneşli durum için ısıtım zaman serileri

Direkt iletilen güneş ısı kazancı içindir (ısıtım enerjisinin sadece zemin ve döşemelere dağıtıldığı kabul edilir).

6.4.2 Güneşli olmayan durum için ısıtım zaman serileri

Bütün ısı kazancı tipleri içindir (ısıtım enerjisinin bütün iç yüzeylere eşit olarak dağıtıldığı kabul edilir).

Güneşli olmayan durum için ısıtım zaman serileri, ısıtım ısı kazançlarını insanlar, lambalar, cihazlar, duvarlar, çatılar ve zeminlerden tahsis eder. Ayrıca bu tip seriler, iç gölgeleme (güneşlikler, perdeler vb.) ile beraber pencerelerden olan direkt ve yayılı güneş ısı kazançları içinde kullanılabilir. Bu yüzeylerden olan ısıtımın tüm oda yüzeylerine daha homojen dağıtıldığı kabul edilir. Aydınlatma için orta ve ağır yoğunluktaki yapılara ait temsili güneşli ve güneşli olmayan durumların ısıtım zaman serileri verileri Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4'den temin edilir. Daha fazla hassasiyet istenen veya karakteristik zonlarla uygun biçimde kararlılık gösteremeyen durumlarda, ısı dengesi (HB) metodu kullanılarak ihtiyaca göre düzenlenmiş ısıtım zaman serileri (RTS) değerleri hesaplanabilir. ısıtım zaman serileri (RTS), ortamdaki çevreye olan ısı transferini hesaplayamaz ve bu nedenle daha yüksek soğutma yükleri ortaya çıkarır.

Çizelge 6.3 : Aydınlatma için güneşli olmayan durumların ısıtım zaman serileri.

%	Hafif						Normal						Yoğun						İç Bölgeler					
	Hafif			Normal			Normal			Yoğun			Yoğun			Hafif			Normal			Yoğun		
	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif	Hafif
CAM	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
SAAT	Isıtım Zaman Faktörü, %																							
0	47	50	53	41	43	46	46	49	52	31	33	35	34	38	42	22	25	28	46	40	46	31	33	21
1	19	18	17	20	19	19	18	17	16	17	16	15	9	9	9	10	9	9	19	20	18	17	9	9
2	11	10	9	12	11	11	10	9	8	11	10	10	6	6	5	6	6	6	11	12	10	11	6	6
3	6	6	5	8	7	7	6	5	5	8	7	7	4	4	4	5	5	5	6	8	6	8	5	5
4	4	4	3	5	5	5	4	3	3	6	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	3	6	4	5
5	3	3	2	4	3	3	2	2	2	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	2	4	4	4
6	2	2	2	3	3	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	4	4	4	2	3	2	4	3	4
7	2	1	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3	3	4	4	4	2	2	1	3	3	4
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	3	3	3	4	3	3	1	1	1	3	3	4
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	2	3	3	3	1	1	1	2	3	3
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	3	3
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	3	3
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	1	2	3
13	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	2	1	1	1	1	2	3
14	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	2	2	1	0	1	1	2	3
15	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	1	1	2	3
16	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	1	1	2	3
17	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	1	1	2	2
18	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	0	0	1	1	2	2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2	2	2	0	0	1	0	2	2
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	2	0	0	0	0	2	2
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	2	0	0	0	0	2	2
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	1	2
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	1	2
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Çizelge 6.4 : Aydınlatma için güneşli durumların ışınlım zaman serileri.

% CAM	Hafif						Normal						Yoğun					
	Hahh			Hahsız			Hahh			Hahsız			Hahh			Hahsız		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
SAAT	Işınım Zaman Faktörü, %																	
0	53	55	56	44	45	46	52	54	55	28	29	29	47	49	51	26	27	28
1	17	17	17	19	20	20	16	16	15	15	15	15	11	12	12	12	13	13
2	9	9	9	11	11	11	8	8	8	10	10	10	6	6	6	7	7	7
3	5	5	5	7	7	7	5	4	4	7	7	7	4	4	3	5	5	5
4	3	3	3	5	5	5	3	3	3	6	6	6	3	3	3	4	4	4
5	2	2	2	3	3	3	2	2	2	5	5	5	2	2	2	4	4	4
6	2	2	2	3	2	2	2	1	1	4	4	4	2	2	2	3	3	3
7	1	1	1	2	2	2	1	1	1	4	3	3	2	2	2	3	3	3
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	3	3	3
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	3	3	3
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	3	3	2
12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2
13	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2
14	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2
15	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
16	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
17	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
18	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

7. CLTD/CLF VE RTS METOTLARI İLE ÖRNEK BİR ODA İÇİN SOĞUTMA YÜKÜ HESAPLAMALARI

7.1 Soğutma Yükü Hesabı Yapılacak Örnek Odanın Özellikleri

Örnek olarak ele alınan, Şekil 7.1’de plan resmi gösterilen, Tekirdağ’da bulunan tek katlı bir iş yerinin örnek odası için elle her iki metot ile soğutma yükü hesabı yapılmıştır. Örnek odaya doğudan bitişik olan şartlandırılmış ortamların sıcaklıkları dış hava sıcaklığına eşdeğer kabul edilmiştir.

Yer: Tekirdağ 40° Kuzey enlemine yakın bir yerde bulunmaktadır.

İç tasarım koşulları: $KT=25^{\circ}\text{C}$, $YT=18^{\circ}\text{C}$, iç hava nem oranı (w_i)=0,0102 kg/kg

Dış tasarım koşulları: $KT=33^{\circ}\text{C}$, $YT=25^{\circ}\text{C}$, dış hava nem oranı (w_d)=0,0167 kg/kg, günlük sıcaklık aralığı= 9°C

Duvarların yapısı: 100 mm düz tuğla ve 200 mm beton blokluk koyu renkli duvar

Pencerelerin yapısı: Çift camlı ve koyu panjurlu açılmaz pencere

Çatının yapısı: 50 mm betonarme, 25 mm izolasyonlu asma tavansız koyu renkli çatı

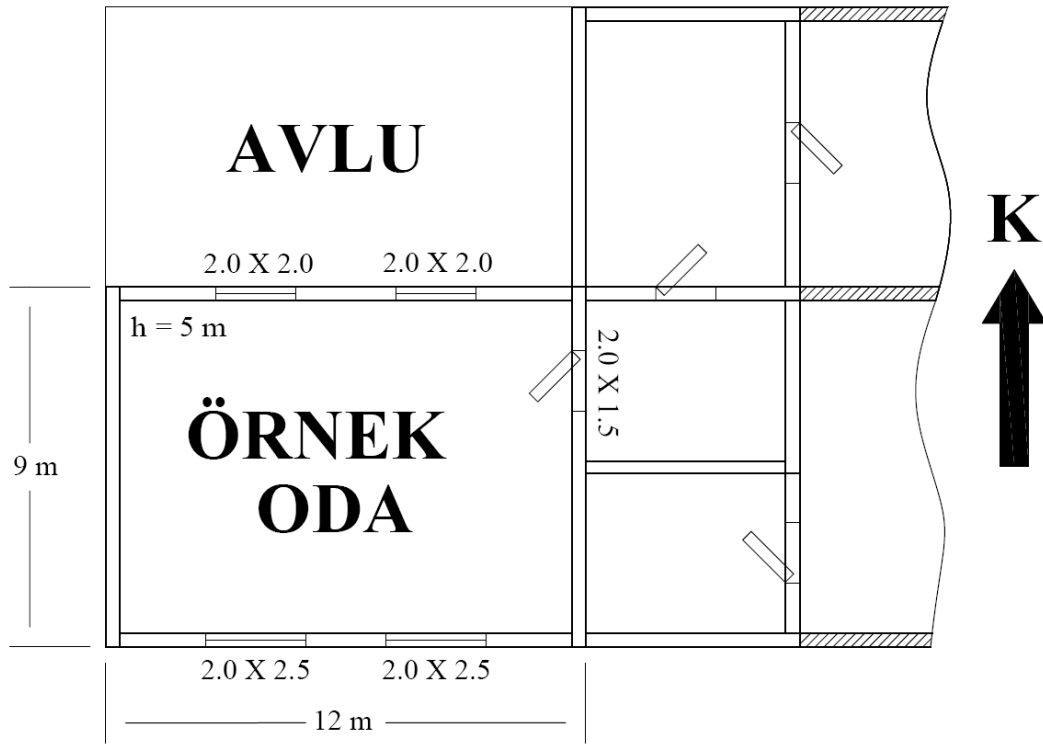
Kapının yapısı: Ahşap kapı

Zeminin yapısı: 100 mm zemin üstü beton zemin

Aydınlatma: 6000 W tungsten lamba ile 8:00’dan 20:00’a kadar aydınlatma yapılıyor. Lambalar serbest asılı ve ortam hava akımı orta şiddettedir.

Cihazlar: 2,2 kW güce sahip motorlarla tahrik edilen cihazlar 08:00’dan 20:00’a kadar çalışıyor. Motor verimi %81 ve motor yükü %100’dür.

İnsanlar: Ortamda 10 kişi 08:00’dan 20:00’a kadar hafif iş çalışması yapıyor.



Şekil 7.1 : Örnek oda plan resmi.

7.2 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün CLTD/CLF Metoduna Göre Elle Hesaplanması

Yapı bileşenlerinin ısısal ve boyutsal özellikleri;

Ortalama dış sıcaklık ; $T_o = [\text{Mak. dış sıcaklık} - (\text{Günlük sıc. aralığı})/2] = 28,2^\circ\text{C}$

Çatı	; $K=1,17 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$A=108 \text{ m}^2$	
Kuzey duvarı	; $K=1,56 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$A=52 \text{ m}^2$	
Güney duvarı	; $K=1,56 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$A=50 \text{ m}^2$	
Doğu duvarı	; $K=1,56 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$A=42 \text{ m}^2$	
Batı duvarı	; $K=1,56 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$A=45 \text{ m}^2$	
Kuzey pencereleri	; $K=3,3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$A=8 \text{ m}^2$	$SC=0,57$
Güney pencereleri	; $K=3,3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$A=10 \text{ m}^2$	$SC=0,57$
İç kapı	; $K=3,4 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$A=3 \text{ m}^2$	

Çizelgeler yardımı ile elle yapılan bir maksimum soğutma yükü hesaplamasında ilk olarak maksimum değere ulaşılacak ay ve saati tahmin etmemiz gerekir. Soğutma yükü hesaplarında yapı bileşenlerinden olan ısı kazançlarında güneşin etkisi çok büyük olduğundan verilen bu örnekte soğutma yüküne etki eden bileşenin çatı olduğunu kabul edebiliriz. Çatı için Çizelge 4.4'te 4 numaralı çatı tipine göre verilen soğutma yükü sıcaklık farkı değerlerinden en yüksek değerdeki saatler seçilir ve düzeltilmesi yapılır. Seçilen saatler için çatıdan olan soğutma yükleri hesaplanır.

Yaz ayları Haziran, Temmuz ve Ağustos için saat 13:00'dan 19:00'a kadar Çizelge 4.4'den CLTD değerleri kullanılarak Çizelge 4.6'daki düzeltme sayılarının da yardımıyla hesaplama yapılır. 4.2 eşitliğinden bulunan $CLTD_d$ değerleri 4.1 eşitliğinde yerine konularak soğutma yükleri W cinsinden hesaplanır.

Haziran ayı saat 13:00 için Çizelge 4.4'den $CLTD=28^\circ C$ için hesaplama yapılarak;

$$CLTD_d = [(CLTD + LM).YR + (25,5 - T_R) + (T_0 - 29,4)].f \quad (7.1)$$

$$CLTD_d = [(28 + 1,1).1 + (25,5 - 25) + (28,5 - 29,4)].1 = 28,7 \quad (7.1a)$$

$$q = K.A.CLTD_d = 1,17.108.28,7 = 3626,53 \text{ W} \quad (7.2)$$

değerleri bulunur. Diğer saatler içinde hesaplamalar yapılarak Çizelge 7.1 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.1 : Çatı için yaz aylarında hesaplanan en yüksek CLTD'lerdeki soğutma yükleri.

Haziran ayı için								
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Çatı	$CLTD_d$	28.7	33.7	36.7	37.7	37.7	34.7	30.7
	$q=KACLTD_d(W)$	3626.53	4258.33	4637.41	4763.77	4763.77	4384.69	3879.25
Temmuz ayı için								
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Çatı	$CLTD_d$	28.1	33.1	36.1	37.1	37.1	34.1	30.1
	$q=KACLTD_d(W)$	3550.72	4182.52	4561.60	4687.96	4687.96	4308.88	3803.44
Ağustos ayı için								
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Çatı	$CLTD_d$	29.2	34.2	37.2	38.2	38.2	35.2	31.2
	$q=KACLTD_d(W)$	3689.71	4321.51	4700.59	4826.95	4826.95	4447.87	3942.43

Yukarıdaki çizelgeden de görüldüğü gibi çatı için en yüksek soğutma yükünün saat 16:00 ve 17:00'da olduğu anlaşıyor.

40° Kuzey enlemi için Çizelge 4.8'den ve pencere yapısına bağlı olarak Çizelge 4.10'dan yılın en sıcak ayları Haziran, Temmuz ve Ağustos olarak alınıp bu üç ay içerisinde en kritik olan ay tespit edilmelidir. Bu tespitin yapılabilmesi için pencerelerin yönüne bağlı olarak maksimum güneş ısı kazancı faktörü hesap yapılan ay için seçilir. Daha sonra pencere yönü ve yukarıda çatı için yaptığımız saatler için soğutma yükü faktörleri Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'den alınarak SHGF ve CLF değerleri hesaplanır. Son olarak 4.10 eşitliğinden pencerelerden güneşe bağlı olan soğutma yükleri seçilen saatler için hesaplanır.

Saat 13:00 ve Haziran ayı için Çizelge 4.10'dan SHG değeri kuzey pencereleri için 151 güney pencereleri için 300 olarak bulunur.

Örnekte iç gölgelemeden bahsedildiğinden Çizelge 4.12'den saat 13:00'da kuzey pencereleri için CLF değeri 0.89, güney pencereleri için 0.8 olarak bulunur. Kuzey ve güney pencereleri için 4.10 eşitliği kullanılarak soğutma yükleri hesaplanır.

$$q=A \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF \quad (7.3)$$

Kuzey penceresi için;

$$q=8.0,57.151.0,89=613 \text{ W} \quad (7.3a)$$

Güney penceresi için;

$$q=10.0,57.300.0,8=1368 \text{ W} \quad (7.3b)$$

Saat 13:00 ve Haziran ayı için pencerelerden güneşle olan toplam soğutma yükü $q=1981 \text{ W}$ olarak bulunur. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında pencereler için diğer saatlerdeki hesaplamalar Çizelge 7.2'de verilmiştir.

Çizelge 7.2 : Pencereler için yaz aylarındaki soğutma yükleri.

Haziran ayı için								
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Kuzey Pen.	$q=A \cdot SC \cdot SHG \cdot CLF \text{ (W)}$	613	592	565	516	537	627	165
Güney Pen.	$q=A \cdot SC \cdot SHG \cdot CLF \text{ (W)}$	1368	1163	855	599	462	325	188
Toplam :		1981	1755	1420	1115	999	952	353

Çizelge 7.2 (devam) : Pencereleer için yaz aylarındaki soğutma yükleri.

Temmuz ayı için								
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Kuzey Pen.	$q=A \cdot SC \cdot SHG \cdot CLF (W)$	487	471	449	410	427	498	131
Güney Pen.	$q=A \cdot SC \cdot SHG \cdot CLF (W)$	1569	1333	980	686	529	373	216
Toplam :		2056	1804	1429	1096	956	871	347
Ağustos ayı için								
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Kuzey Pen.	$q=A \cdot SC \cdot SHG \cdot CLF (W)$	446	431	411	376	391	456	120
Güney Pen.	$q=A \cdot SC \cdot SHG \cdot CLF (W)$	2143	1822	1340	938	723	509	295
Toplam :		2589	2253	1751	1314	1114	965	415

Duvar içinde benzer olarak; 40° Kuzey enlemi için belirtilen duvar tipine göre Çizelge 4.5'den bulunan CLTD değerlerinin yardımıyla Çizelge 4.6'dan CLTD_d değerleri hesaplanarak bulunan değerler 4.3 eşitliğinde kullanılır ve Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için soğutma yükleri W cinsinden hesaplanır. Haziran ayı saat 13:00 için Çizelge 4.5'den kuzey duvarları için D grubuna göre CLTD=5°C için hesaplama yapılarak;

$$CLTD_d = [(CLTD + LM).YR + (25,5 - T_R) + (T_0 - 29,4)].f \quad (7.4)$$

$$CLTD_d = [(5 + 0,5).1 + (25,5 - 25) + (28,5 - 29,4)].1 = 5,1 \quad (7.4a)$$

$$q = K.A.CLTD_d = 1,56.52.5,1 = 413,712 \text{ W} \quad (7.5)$$

değerleri bulunur. Diğer saatler içinde hesaplamalar yapılarak Çizelge 7.3 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.3 : Duvarlar için yaz aylarındaki soğutma yükleri.

Haziran ayı için								
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Kuzey Duvar	CLTD _d	5.1	6.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1
	$q=KACLTD_d (W)$	413.71	494.83	494.83	575.95	657.07	738.19	819.31
Güney Duvar	CLTD _d	6.1	8.1	10.1	12.1	14.1	15.1	15.1
	$q=KACLTD_d (W)$	475.8	631.8	787.8	943.8	1099.8	1177.8	1177.8
Batı Duvar	CLTD _d	6.1	6.1	8.1	10.1	13.1	17.1	20.1
	$q=KACLTD_d (W)$	428.22	428.22	568.62	709.02	919.62	1200.42	1411
Toplam:		1317.73	1554.85	1851.25	2228.77	2676.49	3116.41	3408.13
Temmuz ayı için								
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Kuzey Duvar	CLTD _d	4.6	5.6	5.6	6.6	7.6	8.1	9.6
	$q=KACLTD_d (W)$	373.15	454.27	454.27	535.39	616.51	657.07	778.75
Güney Duvar	CLTD _d	7.1	9.1	11.1	13.6	15.1	16.1	16.1
	$q=KACLTD_d (W)$	553.8	709.8	865.8	1060.8	1177.8	1255.8	1255.8
Batı Duvar	CLTD _d	5.6	5.6	7.6	9.1	12.6	16.6	19.6
	$q=KACLTD_d (W)$	393.12	393.12	533.52	638.82	884.52	1165.32	1375.9
Toplam:		1320.07	1557.19	1853.59	2235.01	2678.83	3078.19	3410.47

Çizelge 7.3 (devam) : Duvarlar için yaz aylarındaki soğutma yükleri.

		Ağustos ayı için						
Saat		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Kuzey Duvar	CLTD _d	3.5	4.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5
	q=KACLTD _d (W)	283.92	365.04	365.04	446.16	527.28	608.4	689.52
Güney Duvar	CLTD _d	8.8	10.8	12.8	14.8	16.8	17.8	17.8
	q=KACLTD _d (W)	686.4	842.4	998.4	1154.4	1310.4	1388.4	1388.4
Batı Duvar	CLTD _d	5.6	5.6	7.6	9.6	12.6	16.6	19.6
	q=KACLTD _d (W)	393.12	393.12	533.52	673.92	884.52	1165.32	1375.9
Toplam:		1363.4	1600.6	1896.96	2274.5	2722.2	3162.12	3453.8

Son olarak; pencereler, duvarlar ve çatı için saat 13:00'dan saat 19:00'a kadar hesaplanan soğutma yükleri toplanırsa en yüksek soğutma yüküne Ağustos ayı saat 17:00'da ulaşıldığı görülür (Çizelge 7.4). Bu durumda Ağustos ayı saat 17:00'yi kritik zaman kabul edebiliriz. Buna göre yapı elemanlarından olan soğutma yükleri hesap edilerek Çizelge 7.5 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.4 : Kritik zamanın belirlenmesi için toplam soğutma yükü değerleri.

Saat	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Haziran ayı için							
Toplam (W) :	6925.3	7568.2	7908.66	8107.5	8439.3	8453.1	7640.4
Temmuz ayı için							
Toplam (W) :	6926.8	7543.7	7844.19	8019	8322.8	8258.07	7560.9
Ağustos ayı için							
Toplam (W) :	7642.2	8175.1	8348.55	8415.4	8663.2	8574.99	7811.3

Çizelge 7.5 : Seçilen kritik zaman için yapı bileşenlerinden olan soğutma yükü değerleri.

Yapı Bileşenleri	Net Alan m ²	K değeri W/m ² .°C	Δt °C	CLTD _d °C	CLTD için tablolar	SC	SHGF W/m ²	CLF	Soğutma Yüğü (W)
Çatı	108	1.17		38.2	Tablo 3.4				4827
Güney duvarı	50	1.56		16.8	Tablo 3.5				1310
Batı duvarı	45	1.56		12.6	Tablo 3.5				885
Kuzey duvarı	52	1.56		6.5	Tablo 3.5				527
Doğu duvarı	42	1.56	8						524
Kuzey pencere	8	3.3		6.6	Tablo 3.8	0.57	110	0.78	565
Güney pencere	10	3.3		6.6	Tablo 3.8	0.57	470	0.27	941
Doğu kapısı	3	3.4	8						82

Zemin, toprak ile temas halinde olduğu için zeminden olan ısı kazancı ihmal edilmiştir.

Aydınlatmanın sağladığı ısı kazancına bağlı soğutma yükü faktörü, lambaların 12 saat yandığı ve saat 17:00'a kadar 9 saat çalıştığı göz önüne alınarak, Çizelge 4.13 ve

Çizelge 4.14'den alınan a ve b değerlerinin yardımıyla Çizelge 4.15'den bulunur. Örnekte lambalar serbest asılı olduklarından a değeri 0,75 ve 100 mm beton zemine ve ortam hava akımını da orta derece kabul ederek b değeri de 'B' olarak bulunur. Tungsten lambalar için özel tolerans faktörü 1 olarak alınarak, 4.12 eşitliğinden soğutma yükü hesaplanır.

$$q=6000.0,92.1=5520 \text{ W} \quad (7.6)$$

İnsanlardan olan soğutma yükü hesabında; hafif çalışma için Çizelge 4.16'dan duyulur ısı=70 W, gizli ısı=45 W değerleri bulunur.

Çizelge 4.17'den toplam 12 saat çalışma ve saat 17:00'a kadar 9 saatlik bir çalışma yapıldığı göz önüne alınarak duyulur ısı soğutma yükü faktörü 0,81 olarak bulunur. 4.13 ve 4.14 eşitliklerinden insanlardan olan duyulur ve gizli soğutma yükü;

$$q_d=10.70.0,88=616 \text{ W} \quad (7.7)$$

$$q_g=10.45=450 \text{ W} \quad (7.8)$$

olarak hesaplanır.

Ortamda 2,2 kW gücünde motorla tahrik edilen cihazlar bulunmaktadır. Motor ortam içerisinde ve tahrik edilen cihazlarda ortam içerisinde olduklarından motorlu cihazlardan olan soğutma yükü; 4.20 eşitliğinden bulunan ısı kazancı değeri, Çizelge 4.21'den 12 saat çalışma ve saat 17:00'a kadar 9 saatlik bir çalışma göz önüne alınarak bulunan duyulur ısı soğutma yükü faktörüyle çarpılarak bulunur.

$$q = \left(\frac{P}{\eta} \right) \cdot F_{UM} \cdot F_{LM} \cdot CLF = \frac{2,2}{0,81} \cdot 1.1.0,89 = 2,417 \text{ kW} = 2417 \text{ W} \quad (7.9)$$

Ortamda bulunan insanlar için havalandırma oranı kişi başına 10 L/s'dir. 10 kişi için toplam havalandırma 100 L/s olarak bulunur.

Pencereler açılmaz olduklarından pencere enfiltrasyon miktarı 0 kabul edilir. Yalnızca iç kapının her açılışında 3 m³ havanın yer değiştirdiği ve saatte 10 kişinin ortama girip çıktığı kabul edilerek toplam enfiltrasyon miktarı (10x3x1000)/3600=8,3 L/s olarak bulunur. Bu bilgiler doğrultusunda 4.23 ve 4.25 eşitliklerinden havalandırma ve enfiltrasyondan olan soğutma yükleri hesaplanır.

Havalandırma ve enfiltrasyon hesapları yapılırken saat 17:00'daki dış sıcaklık değeri gerekmektedir.

Saat 17:00 için;

$$\begin{aligned} \text{Dış sıcaklık} &= \text{Tasarım kuru termometre sıcaklığı} - (\text{Günlük sıcaklık aralığı} \times \text{yüzde}) \\ &= 33 - (9,0,1) = 32,1^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Buradaki yüzde değeri saat 17:00 için Çizelge 3.4'den alınmaktadır.

Havalandırma için;

$$q_d = 1,23 \cdot Q_s \cdot \Delta T = 1,23 \cdot 100 \cdot (32,1 - 25) = 873 \text{ W} \quad (7.10)$$

$$q_g = 3010 \cdot Q_s \cdot \Delta w = 3010 \cdot 100 \cdot (0,0167 - 0,0102) = 1957 \text{ W} \quad (7.11)$$

Enfiltrasyon için;

$$q_d = 1,23 \cdot Q_s \cdot \Delta T = 1,23 \cdot 8,3 \cdot (32,1 - 25) = 73 \text{ W} \quad (7.12)$$

$$q_g = 3010 \cdot Q_s \cdot \Delta w = 3010 \cdot 8,3 \cdot (0,0167 - 0,0102) = 162 \text{ W} \quad (7.13)$$

olarak bulunur.

Örnek için yapılan tüm hesaplamalar ve toplam soğutma yükü Çizelge 7.6'da verilmiştir.

Çizelge 7.6 : Örnekte tüm ısı kazançlarından hesaplanan toplam soğutma yükü.

	Kuru Termometre Sıcaklığı (°C)	Yaş Termometre Sıcaklığı (°C)	Nem Oranı (kg/kg)
Dış tasarım koşulları	33	25.0	0.0167
İç tasarım koşulları	25.0	18.0	0.0102
Fark	8		0.0065
Saat 17:00 için duyulur soğutma yükü			Watt
Çatı ve dış duvarlar			
Çatı			4827
Güney duvarı			1310
Kuzey duvarı			527
Batı duvarı			885
Pencereler			
Kuzey pencereleri			565
Güney pencereleri			941
Bitişik duvarlar			
Doğu duvarı			524
Doğu duvarındaki kapı			82
İç kaynaklar			
İnsanlar			616
Tungsten lambalar			5520
Motorlu cihazlar			2417
Havalandırma ve Enfiltrasyon			
Havalandırma			873
Enfiltrasyon			73
Toplam duyulur soğutma yükü			19160
Saat 17:00 için gizli soğutma yükü			Watt
İnsanlar			450
Havalandırma			1957
Enfiltrasyon			162
Toplam gizli soğutma yükü			2569
Mahalin toplam soğutma yükü			21729

7.3 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün RTS Metoduna göre Elle Hesaplanması

7.3.1 Işınım zaman serileri ile aydınlatma soğutma yükünün hesaplanması

Hesaplamaları yapılacak örnek odaya ait veriler “Soğutma Yükü Hesabı Yapılacak Örnek Odanın Özellikleri” başlığı altında Bölüm 7.1’de bulunmaktadır. Yapılacak olan hesaplamalar, soğutma yükü hesabı yapan metotların kıyaslanabilmesi amacı ile aynı özellikler kullanılarak yapılacaktır.

Lambaların 12 saat yandığı ve 7:00 - 19:00 arası çalıştığı kabulüne göre denklem (4.12) kullanılarak saatlik ısı kazançları hesaplanır.

$$Q_{el}=W.F_{ul}.F_{sa} \quad (7.14)$$

Çizelge 7.7 : Isı kazancı profili.

Anlık Isı Kazancı	Çalışma Oranı (%)	Isı kazancı Değeri (Watt)
q ₁	0	0
q ₂	0	0
q ₃	0	0
q ₄	0	0
q ₅	0	0
q ₆	0	0
q ₇	100	6000
q ₈	100	6000
q ₉	100	6000
q ₁₀	100	6000
q ₁₁	100	6000
q ₁₂	100	6000
q ₁₃	100	6000
q ₁₄	100	6000
q ₁₅	100	6000
q ₁₆	100	6000
q ₁₇	100	6000
q ₁₈	100	6000
q ₁₉	0	0
q ₂₀	0	0
q ₂₁	0	0
q ₂₂	0	0
q ₂₃	0	0
q ₂₄	0	0

Çizelge 5.1’den aydınlatma ısı kazancı profilinin taşınımsal kısmı için % 41 değeri seçilerek hesaplama yapılır.

$$Q_{c,17}=(6000).(\%41)=2460 \text{ W} \quad (7.15)$$

Soğutma yükünün ısıtım kısmı şu şekilde hesaplanır;

$$Q_{r,17}=r_0.(0,59).q_{17} + r_1.(0,59).q_{16} + r_2.(0,59).q_{15} + r_3.(0,59).q_{14} + r_4.(0,59).q_{13} + r_5.(0,59).q_{12} + r_6.(0,59).q_{11} + r_7.(0,59).q_{10} + r_8.(0,59).q_9 + r_9.(0,59).q_8 + r_{10}.(0,59).q_7 + r_{11}.(0,59).q_6 + r_{12}.(0,59).q_5 + r_{13}.(0,59).q_4 + r_{14}.(0,59).q_3 + r_{15}.(0,59).q_2 + r_{16}.(0,59).q_1 + r_{17}.(0,59).q_{24} + r_{18}.(0,59).q_{23} + r_{19}.(0,59).q_{22} + r_{20}.(0,59).q_{21} + r_{21}.(0,59).q_{20} + r_{22}.(0,59).q_{19} + r_{23}.(0,59).q_{18} \quad (7.16)$$

Çizelge 6.3'ten, normal yoğunlukta ve halısız zemin için uygun olan ısıtım zaman faktörlerinin kullanılmasıyla mevcut saate ait aydınlatmadan ısıtım ile olan ısı soğutma yükü elde edilir.

$$\begin{aligned}
 Q_{r,17} = & (0,33).(0,59).(6000) + (0,16).(0,59).(6000) + (0,1).(0,59).(6000) + \\
 & (0,07).(0,59).(6000) + (0,05).(0,59).(6000) + (0,04).(0,59).(6000) + \\
 & (0,03).(0,59).(6000) + (0,03).(0,59).(6000) + (0,02).(0,59).(6000) + \\
 & (0,02).(0,59).(6000) + (0,02).(0,59).(6000) + (0,02).(0,59).(0) + (0,01).(0,59).(0) + \\
 & (0,01).(0,59).(0) + (0,01).(0,59).(0) + (0,01).(0,59).(0) + (0,01).(0,59).(0) + \\
 & (0,01).(0,59).(0) + (0,01).(0,59).(0) + (0,01).(0,59).(0) + (0,01).(0,59).(0) + \\
 & (0,01).(0,59).(0) + (0,01).(0,59).(0) + (0).(0,59).(6000) = 3079,8 \text{ W} \quad (7.16a)
 \end{aligned}$$

Tasarım saatindeki toplam aydınlatma soğutma yükü;

$$Q_{\text{light},17} = Q_{c,17} + Q_{r,17} \quad (7.17)$$

$$Q_{\text{light},17} = 2460 + 3079,8 = 5540 \text{ W} \quad (7.17a)$$

Toplam aydınlatma yükünün %20'sinin geri dönen hava akımı tarafından absorbe edildiği kabul edilirse, odaya olan net aydınlatma soğutma yükü;

$$Q_{\text{light-room},17} = Q_{\text{light},17} \cdot (\%80) \quad (7.18)$$

$$Q_{\text{light-room},17} = 5540 \cdot (0,80) = 4432 \text{ W} \quad (7.18a)$$

7.3.2 Güneş - hava sıcaklığı, iletim zaman serileri ve ısıtım zaman serilerini kullanarak duvar soğutma yükünün bulunması

21 Temmuz günü saat 13:00 için gerekli ortam özellikleri ve duvar soğutma yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak değişkenler;

$$\text{Dış hava sıcaklığı} = 33,9^\circ\text{C}$$

$$\text{Berraklık numarası} = 1.0$$

$$\text{Zemin yansıtma değeri} = \rho_g = 0,2$$

$$\text{Koyu renkli yüzeyler} = \alpha / h_0 = 0,052$$

$$\text{Yatay yüzeyler} = \varepsilon \cdot \Delta R / h_0 = 0$$

$$\text{Eşitlik zamanı, (dakika)} = ET = - 6,2$$

Deklinasyon açısı = $\delta = 20,6^\circ$

$$A = 1093,5 \text{ W/m}^2$$

$$B = 0,186$$

$$C = 0,138$$

Yerel güneş zamanı = AST;

$$AST = LST + ET/60 + (LSM - LON)/15 \quad (7.19)$$

$$AST = 15 + (-6,2/60) + [(75 - 27,11)/15] = 18,1 \quad (7.19a)$$

Saat açısı = H;

$$H = 15 \cdot (AST - 12) \quad (7.20)$$

$$H = 15 \cdot (18,1 - 12) = 91,5^\circ \quad (7.20a)$$

Güneş yükseklik açısı = β ;

$$\sin \beta = \cos L \cdot \cos \delta \cdot \cos H + \sin L \cdot \sin \delta \quad (7.21)$$

$$\sin \beta = \cos (40) \cdot \cos (20,6) \cdot \cos (91,5) + \sin (40) \cdot \sin (20,6) \quad (7.21a)$$

$$\sin \beta = 0,207389 \quad (7.21b)$$

$$\beta = \sin^{-1} (0,207389) \rightarrow \beta = 11,97^\circ \quad (7.21c)$$

Güneş azimut açısı = Φ ;

$$\cos \Phi = [(\sin \beta \cdot \sin L - \sin \delta) / (\cos \beta \cdot \cos L)] \quad (7.22)$$

$$\cos \Phi = [(\sin (11,97) \cdot \sin (40) - \sin (20,6)) / (\cos (11,97) \cdot \cos (40))] \quad (7.22a)$$

$$\cos \Phi = -0,2916 \quad (7.22b)$$

$$\Phi = \cos^{-1} (-0,2916) \rightarrow \Phi = 106,954^\circ \quad (7.22c)$$

Yüzey azimut açısı = γ ;

$$\gamma = \Phi - \Psi \quad (7.23)$$

$$\gamma = 106,954 - 60 = 46,954^\circ \quad (7.23a)$$

Geliş açısı = θ ;

$$\cos \theta = \cos \beta \cdot \cos \gamma \cdot \sin \Sigma + \sin \beta \cdot \cos \Sigma \quad (7.24)$$

$$\cos \theta = \cos (11,97) \cdot \cos (46,954) \cdot \sin (90) + \sin (11,97) \cdot \cos (90) \quad (7.24a)$$

$$\cos \theta = 0,6677433 \quad (7.24b)$$

$$\theta = \cos^{-1} (0,6677433) \rightarrow \theta = 48,1^\circ \quad (7.24c)$$

Yüzeyin normaline dik gelen güneş ışınlamı = E_{DN} ;

$$E_{DN} = [A/\exp(B/\sin \beta)].CN \quad (7.25)$$

$$E_{DN} = [1093,5/\exp(0,186/\sin (11,97))].(1,0) \quad (7.25a)$$

$$E_{DN} = 446 \text{ W/m}^2 \quad (7.25b)$$

Yüzeye direkt gelen güneş ışınlamı = E_D ;

$$E_D = E_{DN} \cdot \cos \theta \quad (7.26)$$

$$E_D = 446 \cdot \cos (48,1) \quad (7.26a)$$

$$E_D = 298 \text{ W/m}^2 \quad (7.26b)$$

Yayıllı ışınlam oranı (düşey yüzeydeki yayılı ışınlam/yatay yüzeydeki yayılı ışınlam)= Y ;

$$Y = 0,55 + 0,437 \cdot \cos \theta + 0,313 \cdot \cos^2 \theta \quad (7.27)$$

$$Y = 0,55 + 0,437 \cdot \cos (48,1) + 0,313 \cdot \cos^2 (48,1) = 0,982 \quad (7.27a)$$

Düşey yüzeye gelen yayılı güneş ışınlamı = E_d ;

$$E_d = C \cdot Y \cdot E_{DN} \quad (7.28)$$

$$E_d = (0,138)(0,982)(446) = 60,5 \text{ W/m}^2 \quad (7.28a)$$

Yerden yansıyan güneş ışınlamı = E_r ;

$$E_r = E_{DN} \cdot (C + \sin \beta) \cdot p_g \cdot (1 - \cos \Sigma)/2 \quad (7.29)$$

$$E_r = (446) \cdot [0,138 + \sin (11,97)] \cdot (0,2) \cdot [1 - \cos (90)]/2 = 15,5 \text{ W/m}^2 \quad (7.29a)$$

Yüzeye gelen toplam ışınlım = E_t ;

$$E_t = E_D + E_d + E_r \quad (7.30)$$

$$E_t = 298 + 60,5 + 15,5 = 374 \text{ W/m}^2 \quad (7.30a)$$

Güneş – hava sıcaklığı = T_e ;

$$t_e = t_0 + \alpha E_t / h_0 - \varepsilon \Delta R / h_0 \quad (7.31)$$

$$t_e = 33.9 + (0.052).(374) - 0 = 53,4^\circ\text{C} \quad (7.31a)$$

Koyu renkli dış yüzeye sahip olan güneye bakan duvar için 24 saatlik ısı girişi profili, 6.1 eşitliğinden hesaplanır. Her saat için 3.3 eşitliğinden hesaplanan güneş – hava sıcaklıkları ve saatlik ısı girişi değerleri Çizelge 7.8’de bulunmaktadır.

$$q_{i,q-n} = K.A.(t_{e,q-n} - t_{rc}) \quad (7.32)$$

Güney duvarının ısısal ve boyutsal özellikleri;

$$K=1,56 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A=50 \text{ m}^2$$

Çizelge 7.8 : Güney duvarının ısı girişi profili.

Isı Girişleri	Güneş-Hava Sıcaklıkları (° C)	Değerler (W)
$q_{i,1}$	24,4	499,2
$q_{i,2}$	24,4	499,2
$q_{i,3}$	23,9	460,2
$q_{i,4}$	23,3	413,4
$q_{i,5}$	23,3	413,4
$q_{i,6}$	25,3	569,4
$q_{i,7}$	28	780
$q_{i,8}$	31,5	1053
$q_{i,9}$	40,2	1731,6
$q_{i,10}$	47,7	2316,6
$q_{i,11}$	53,8	2792,4
$q_{i,12}$	57	3042
$q_{i,13}$	57,7	3096,6
$q_{i,14}$	54,8	2870,4

Çizelge 7.8 (devam) : Güney duvarının ısı girişi profili.

Isı Girişleri	Güneş-Hava Sıcaklıkları (° C)	Değerler (W)
$q_{i,15}$	49,8	2480,4
$q_{i,16}$	42,4	1903,2
$q_{i,17}$	38,4	1591,2
$q_{i,18}$	35,2	1341,6
$q_{i,19}$	30,7	990,6
$q_{i,20}$	29,4	889,2
$q_{i,21}$	28,3	803,4
$q_{i,22}$	27,2	717,6
$q_{i,23}$	26,1	631,8
$q_{i,24}$	25	546

24 saatlik süreç için ısı girişlerinin hesaplanmasının ardından duvar ısı kazancı hesaplanır. Bunun için iletim zaman serileri (CTS) kullanılır.

Çizelge 6.1'den mevcut yapıya mimari açıdan en yakın duvar yapısı, 16 numaralı duvardır. Seçilen duvar yapısına ait duvar iletim zaman serilerinin 6.2 eşitliğinde karşılık gelen terimlere eklenmesi ile güney duvarından iletimle olan ısı kazançları hesaplanır. Elde edilen değerler ile Çizelge 7.9 oluşturulmuştur.

$$q_n = C_0 \cdot q_{i,1} + C_1 \cdot q_{i,24} + C_2 \cdot q_{i,23} + C_3 \cdot q_{i,22} + C_4 \cdot q_{i,21} + C_5 \cdot q_{i,20} + C_6 \cdot q_{i,19} + C_7 \cdot q_{i,18} + C_8 \cdot q_{i,17} + C_9 \cdot q_{i,16} + C_{10} \cdot q_{i,15} + C_{11} \cdot q_{i,14} + C_{12} \cdot q_{i,13} + C_{13} \cdot q_{i,12} + C_{14} \cdot q_{i,11} + C_{15} \cdot q_{i,10} + C_{16} \cdot q_{i,9} + C_{17} \cdot q_{i,8} + C_{18} \cdot q_{i,7} + C_{19} \cdot q_{i,6} + C_{20} \cdot q_{i,5} + C_{21} \cdot q_{i,4} + C_{22} \cdot q_{i,3} + C_{23} \cdot q_{i,2} \quad (7.33)$$

Çizelge 7.9 : Güney duvarından iletimle olan ısı kazançları.

Isı Kazancı	CTS (%)	Isı kazancı Değeri (Watt)
q_1	2	1581,7
q_2	2	1532,7
q_3	2	1474,8
q_4	4	1413,7
q_5	5	1347,8
q_6	6	1277,2
q_7	6	1207,5
q_8	7	1135
q_9	7	1071,7

Çizelge 7.9 (devam) : Güney duvarından iletimle olan ısı kazançları.

Isı Kazancı	CTS (%)	Isı kazancı Değeri (Watt)
q ₁₀	6	1024,9
q ₁₁	6	996,3
q ₁₂	6	996,5
q ₁₃	5	1033,4
q ₁₄	5	1101,2
q ₁₅	5	1192,2
q ₁₆	4	1298,9
q ₁₇	4	1408,5
q ₁₈	4	1508,1
q ₁₉	3	1763,8
q ₂₀	3	1637,4
q ₂₁	3	1665,3
q ₂₂	2	1669
q ₂₃	2	1653,7
q ₂₄	1	1622,1

Işınım zaman serileri (RTS) kullanılarak duvar soğutma yükü hesaplanır. Duvar için toplam soğutma yükü, ısınım ve taşınım yoluyla oluşan yüklerin toplanması ile hesaplanır. Taşınım kısmı, Çizelge 5.1’den seçilen duvarlar için taşınım oranının, hesaplanan saat için duvar ısı kazancıyla çarpılması sonucu elde edilir. Güney duvarından taşınım ile olan ısı kazançları kullanılarak Çizelge 7.10 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.10 : Güney duvarından taşınım ile olan ısı kazançları.

Taşınım Isı Kazancı	Taşınım Oranı	Isı kazancı Değeri (Watt)
Q _{c,1}	0,37	585,3
Q _{c,2}	0,37	567,1
Q _{c,3}	0,37	545,7
Q _{c,4}	0,37	523,1
Q _{c,5}	0,37	498,7
Q _{c,6}	0,37	472,6
Q _{c,7}	0,37	446,8
Q _{c,8}	0,37	420
Q _{c,9}	0,37	396,6
Q _{c,10}	0,37	379,3
Q _{c,11}	0,37	368,7
Q _{c,12}	0,37	368,8
Q _{c,13}	0,37	382,4

Çizelge 7.10 (devam): Güney duvarından taşınım ile olan ısı kazançları.

Taşınım Isı Kazancı	Taşınım Oranı	Isı kazancı Değeri (Watt)
$Q_{c,14}$	0,37	407,5
$Q_{c,15}$	0,37	441,2
$Q_{c,16}$	0,37	480,6
$Q_{c,17}$	0,37	521,2
$Q_{c,18}$	0,37	558
$Q_{c,19}$	0,37	652,7
$Q_{c,20}$	0,37	605,9
$Q_{c,21}$	0,37	616,2
$Q_{c,22}$	0,37	617,6
$Q_{c,23}$	0,37	611,9
$Q_{c,24}$	0,37	600,2

Soğutma yükünün ışıyım kısmı; mevcut saat ve geçmiş 23 saat için iletimsel ısı kazançları, Çizelge 5.1’den seçilen duvarlar için ışıyım oranları ve Çizelge 6.3’ten seçilen ışıyım zaman serileri (RTS) kullanılarak 6.4 eşitliğinden hesaplanır.

$$Q_{r,17}=r_0.(0,63).q_{17} + r_1.(0,63).q_{16} + r_2.(0,63).q_{15} + r_3.(0,63).q_{14} + r_4.(0,63).q_{13} + r_5.(0,63).q_{12} + r_6.(0,63).q_{11} + r_7.(0,63).q_{10} + r_8.(0,63).q_9 + r_9.(0,63).q_8 + r_{10}.(0,63).q_7 + r_{11}.(0,63).q_6 + r_{12}.(0,63).q_5 + r_{13}.(0,63).q_4 + r_{14}.(0,63).q_3 + r_{15}.(0,63).q_2 + r_{16}.(0,63).q_1 + r_{17}.(0,63).q_{24} + r_{18}.(0,63).q_{23} + r_{19}.(0,63).q_{22} + r_{20}.(0,63).q_{21} + r_{21}.(0,63).q_{20} + r_{22}.(0,63).q_{19} + r_{23}.(0,63).q_{18} \quad (7.34)$$

$$Q_{r,17} = (0,33).(0,63).(1408,5) + (0,16).(0,63).(1298,9) + (0,1).(0,63).(1192,2) + (0,07).(0,63).(1101,2) + (0,05).(0,63).(1033,4) + (0,04).(0,63).(996,5) + (0,03).(0,63).(996,3) + (0,03).(0,63).(1024,9) + (0,02).(0,63).(1071,7) + (0,02).(0,63).(1135) + (0,02).(0,63).(1207,5) + (0,02).(0,63).(1277,2) + (0,01).(0,63).(1347,8) + (0,01).(0,63).(1413,7) + (0,01).(0,63).(1474,8) + (0,01).(0,63).(1532,7) + (0,01).(0,63).(1581,7) + (0,01).(0,63).(1622,1) + (0,01).(0,63).(1653,7) + (0,01).(0,63).(1669) + (0,01).(0,63).(1665,3) + (0,01).(0,63).(1637,4) + (0,01).(0,63).(1763,8) + (0).(0,63).(1508,1) \quad (7.34a)$$

$$Q_{r,17} = 811,8 \text{ W} \quad (7.34b)$$

Tasarım saatindeki toplam duvar soğutma yükü (güney duvarı);

$$Q_{\text{wall},s} = Q_{c,17} + Q_{r,17} = 521,2 + 811,8 = 1333 \text{ W} \quad (7.34c)$$

Aynı işlem adımlarının kuzey ve batı duvarları için tekrarlanması ile Çizelge 7.11, Çizelge 7.12 ve Çizelge 7.13 oluşturulmuştur.

Tasarım saati için kuzey, güney ve batı duvarlarının soğutma yüklerinin toplanması ile duvarlardan olan toplam soğutma yükü bulunur.

Çizelge 7.11 : Kuzey ve batı duvarlarının ısı girişi profilleri.

Isı Girişleri	Güneş-Hava Sıcaklıkları (° C)	Değerler (W)	
		Batı Duvarı	Kuzey Duvarı
Q _{i,1}	24,4	449,3	519,2
Q _{i,2}	24,4	449,3	519,2
Q _{i,3}	23,9	414,2	478,6
Q _{i,4}	23,3	372,1	429,9
Q _{i,5}	23,3	372,1	429,9
Q _{i,6}	25,3	512,5	592,2
Q _{i,7}	28	702	811,2
Q _{i,8}	31,5	947,7	1095,1
Q _{i,9}	40,2	1558,4	1800,9
Q _{i,10}	47,7	2084,9	2409,3
Q _{i,11}	53,8	2513,2	2904,1
Q _{i,12}	57	2737,8	3163,7
Q _{i,13}	57,7	2786,9	3220,5
Q _{i,14}	54,8	2583,4	2985,2
Q _{i,15}	49,8	2232,4	2579,6
Q _{i,16}	42,4	1712,9	1979,3
Q _{i,17}	38,4	1432,1	1654,8
Q _{i,18}	35,2	1207,4	1395,3
Q _{i,19}	30,7	891,5	1030,2
Q _{i,20}	29,4	800,3	924,8
Q _{i,21}	28,3	723,1	835,5
Q _{i,22}	27,2	645,8	746,3
Q _{i,23}	26,1	568,6	657,1
Q _{i,24}	25	491,4	567,8

Çizelge 7.12 : Kuzey ve batı duvarlarından iletimle olan ısı kazançları.

Isı Kazancı	CTS (%)	Isı kazancı Değeri (Watt)	
		Batı Duvarı	Kuzey Duvarı
Q ₁	2	1423,5	1645
Q ₂	2	1379,4	1593,9
Q ₃	2	1328,5	1533,7
Q ₄	4	1272,3	1470,2

Çizelge 7.12 (devam) : Kuzey ve batı duvarlarından iletimle olan ısı kazançları.

Isı Kazancı	CTS (%)	Isı kazancı Değeri (Watt)	
		Batı Duvarı	Kuzey Duvarı
q ₅	5	1213	1401,7
q ₆	6	1149,5	1328,3
q ₇	6	1086,8	1255,8
q ₈	7	1021,5	1180,4
q ₉	7	964,5	1114,5
q ₁₀	6	922,4	1065,8
q ₁₁	6	896,6	1036,1
q ₁₂	6	896,8	1036,3
q ₁₃	5	930	1074,7
q ₁₄	5	991	1145,2
q ₁₅	5	1072,9	1239,8
q ₁₆	4	1169	1350,8
q ₁₇	4	1267,6	1464,8
q ₁₈	4	1357,3	1568,4
q ₁₉	3	1425,4	1647,1
q ₂₀	3	1473,6	1702,9
q ₂₁	3	1498,7	1731,8
q ₂₂	2	1502,1	1735,7
q ₂₃	2	1488,3	1719,8
q ₂₄	1	1460	1687

Çizelge 7.13 : Kuzey ve batı duvarlarından taşınım ile olan ısı kazançları.

Taşınım Isı Kazancı	Taşınım Oranı	Isı kazancı Değeri (Watt)	
		Batı Duvarı	Kuzey Duvarı
Q _{c,1}	0,37	526,7	608,6
Q _{c,2}	0,37	510,4	589,7
Q _{c,3}	0,37	491,5	567,5
Q _{c,4}	0,37	470,7	544
Q _{c,5}	0,37	448,8	518,6
Q _{c,6}	0,37	425,3	491,5
Q _{c,7}	0,37	402,1	464,6
Q _{c,8}	0,37	377,9	436,7
Q _{c,9}	0,37	356,9	412,4
Q _{c,10}	0,37	341,3	394,3
Q _{c,11}	0,37	331,7	383,3
Q _{c,12}	0,37	331,8	383,4

Çizelge 7.13 (devam): Kuzey ve batı duvarlarından taşınım ile olan ısı kazançları.

		Isı kazancı Değeri (Watt)	
Taşınım Isı Kazancı	Taşınım Oranı	Batı Duvarı	Kuzey Duvarı
$Q_{c,13}$	0,37	344,1	397,6
$Q_{c,14}$	0,37	366,7	423,7
$Q_{c,15}$	0,37	397	458,7
$Q_{c,16}$	0,37	432,5	499,8
$Q_{c,17}$	0,37	469	542
$Q_{c,18}$	0,37	502,2	580,3
$Q_{c,19}$	0,37	527,4	609,4
$Q_{c,20}$	0,37	545,2	630,1
$Q_{c,21}$	0,37	554,5	640,8
$Q_{c,22}$	0,37	555,8	642,2
$Q_{c,23}$	0,37	550,7	636,3
$Q_{c,24}$	0,37	540,2	624,2

Tasarım saatindeki toplam duvar soğutma yükü (batı duvarı);

$$Q_{wall,w} = Q_{c,17} + Q_{r,17} = 469 + 729,6 = 1199 \text{ W} \quad (7.35)$$

Tasarım saatindeki toplam duvar soğutma yükü (kuzey duvarı);

$$Q_{wall,n} = Q_{c,17} + Q_{r,17} = 542 + 843 = 1385 \text{ W} \quad (7.36)$$

7.3.3 İletim zaman serileri ve ışıyım zaman serilerini kullanarak çatı soğutma yükünün bulunması

Asma tavansız koyu renkli çatı için 24 saatlik ısı giriş profili, 6.1 eşitliğinden hesaplanır. Her saat için 3.3 eşitliğinden hesaplanan güneş – hava sıcaklıkları ve saatlik ısı girişi değerleri Çizelge 7.14’de bulunmaktadır.

$$q_{i,q-n} = K.A.(t_{e,q-n} - t_{rc}) \quad (7.37)$$

Çatının ısısal ve boyutsal özellikleri;

$$K=1,17 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A=108 \text{ m}^2$$

Çizelge 7.14 : Çatının ısı girişi profili.

Isı Girişleri	Güneş-Hava Sıcaklıkları (° C)	Değerler (W)
Q _{i,1}	24,4	809
Q _{i,2}	24,4	809
Q _{i,3}	23,9	745,8
Q _{i,4}	23,3	670
Q _{i,5}	23,3	670
Q _{i,6}	25,3	922,7
Q _{i,7}	28	1264
Q _{i,8}	31,5	1706,4
Q _{i,9}	40,2	2806
Q _{i,10}	47,7	3754
Q _{i,11}	53,8	4525
Q _{i,12}	57	4929,5
Q _{i,13}	57,7	5018
Q _{i,14}	54,8	4651,5
Q _{i,15}	49,8	4019,5
Q _{i,16}	42,4	3084
Q _{i,17}	38,4	2578,5
Q _{i,18}	35,2	2174
Q _{i,19}	30,7	1605,2
Q _{i,20}	29,4	1441
Q _{i,21}	28,3	1301,9
Q _{i,22}	27,2	1162,9
Q _{i,23}	26,1	1023,9
Q _{i,24}	25	884,8

Çatıdan olan ısı kazancını bulabilmek Çizelge 6.2'den uygun çatı tipi seçilir. Örnek oda için beton çatılar grubundaki 14 numaralı çatı tipi seçilerek 6.2 eşitliğinden ısı kazancı hesaplanır. Çizelge 6.2'den seçilen çatı tipinin iletim zaman serilerinin kullanılması ile hesaplanan iletimle olan ısı kazançları değerleri Çizelge 7.15'de verilmiştir.

$$Q_n = C_0 \cdot Q_{i,1} + C_1 \cdot Q_{i,24} + C_2 \cdot Q_{i,23} + C_3 \cdot Q_{i,22} + C_4 \cdot Q_{i,21} + C_5 \cdot Q_{i,20} + C_6 \cdot Q_{i,19} + C_7 \cdot Q_{i,18} + C_8 \cdot Q_{i,17} + C_9 \cdot Q_{i,16} + C_{10} \cdot Q_{i,15} + C_{11} \cdot Q_{i,14} + C_{12} \cdot Q_{i,13} + C_{13} \cdot Q_{i,12} + C_{14} \cdot Q_{i,11} + C_{15} \cdot Q_{i,10} + C_{16} \cdot Q_{i,9} + C_{17} \cdot Q_{i,8} + C_{18} \cdot Q_{i,7} + C_{19} \cdot Q_{i,6} + C_{20} \cdot Q_{i,5} + C_{21} \cdot Q_{i,4} + C_{22} \cdot Q_{i,3} + C_{23} \cdot Q_{i,2} \quad (7.38)$$

Çizelge 7.15 : Çatıdan iletimle olan ısı kazançları.

Isı Kazancı	CTS (%)	Isı kazancı Değeri (Watt)
q ₁	1	2165,9
q ₂	2	2001,7
q ₃	8	1845,2
q ₄	11	1702,8
q ₅	11	1569,4
q ₆	10	1449,3
q ₇	9	1351,6
q ₈	7	1289,2
q ₉	6	1275,9
q ₁₀	5	1331
q ₁₁	5	1484
q ₁₂	4	1737,5
q ₁₃	3	2065,5
q ₁₄	3	2420,7
q ₁₅	3	2758,5
q ₁₆	2	3026,6
q ₁₇	2	3189,2
q ₁₈	2	3226,8
q ₁₉	1	3173,2
q ₂₀	1	3055,5
q ₂₁	1	2885,7
q ₂₂	1	2697,5
q ₂₃	1	2516,2
q ₂₄	1	2338,1

Çatı için toplam soğutma yükü, ısıtım ve taşınım yoluyla oluşan yüklerin toplanması ile hesaplanır. Taşınım kısmı, Çizelge 5.1'den seçilen çatı için taşınım oranının, hesaplanan saat için çatı ısı kazancıyla çarpılması sonucu elde edilir. Çatıdan taşınım ile olan ısı kazançları, Çizelge 7.16'da verilmiştir.

Çizelge 7.16 : Çatıdan taşınım ile olan ısı kazançları.

Taşınım Isı Kazancı	Taşınım Oranı	Isı kazancı Değeri (Watt)
Q _{c,1}	0,16	346,5
Q _{c,2}	0,16	320,3
Q _{c,3}	0,16	295,2
Q _{c,4}	0,16	272,4
Q _{c,5}	0,16	251,1
Q _{c,6}	0,16	231,9
Q _{c,7}	0,16	216,3

Çizelge 7.16 (devam) : Çatıdan taşınım ile olan ısı kazançları.

Taşınım Isı Kazancı	Taşınım Oranı	Isı kazancı Değeri (Watt)
$Q_{c,8}$	0,16	206,3
$Q_{c,9}$	0,16	204,1
$Q_{c,10}$	0,16	213
$Q_{c,11}$	0,16	237,4
$Q_{c,12}$	0,16	278
$Q_{c,13}$	0,16	330,5
$Q_{c,14}$	0,16	387,3
$Q_{c,15}$	0,16	441,4
$Q_{c,16}$	0,16	484,3
$Q_{c,17}$	0,16	510,3
$Q_{c,18}$	0,16	516,3
$Q_{c,19}$	0,16	507,7
$Q_{c,20}$	0,16	488,9
$Q_{c,21}$	0,16	461,7
$Q_{c,22}$	0,16	431,6
$Q_{c,23}$	0,16	402,6
$Q_{c,24}$	0,16	374

Çatı soğutma yükünün ısıtım kısmı, Çizelge 6.3'ten çatı için seçilen ısıtım zaman serilerinin 6.4 eşitliğinde yerlerine yazılması ile hesaplanır. Çatı için toplam soğutma yükü, ısıtım ve taşınım yoluyla oluşan yüklerin toplanması ile hesaplanır.

Tasarım saatindeki toplam çatı soğutma yükü;

$$Q_{\text{roof}} = Q_{c,17} + Q_{r,17} = 510,3 + 4416,7 = 4927 \text{ W} \quad (7.39)$$

7.3.4 ısıtım zaman serilerini kullanarak pencere soğutma yükünün bulunması

Öncelikle pencereler için 24 saatlik ısı kazancı profili hesaplanır. Bulunan değerler, ısıtım ve taşınım ile olan ısı kazancı şekline bağlı olarak sınıflandırılır, sonra tasarım saati için soğutma yükü bileşenlerinin taşınım ve ısıtım kısımları toplanarak toplam pencere soğutma yükü bulunur.

Çift camlı ve koyu panjurlu açılmaz pencere için geliş açısına bağlı olarak güneş enerjisi ısı kazancı katsayısı (SHGC) hesaplanır ve ısı kazancı denklemlerinde yerine yazılır.

Referans değerler örnek oda karakteristiğine uymadığı için Çizelge 4.10'dan seçilen değerler kullanılarak interpolasyon yöntemi ile istenilen SHGC elde edilir.

$$\frac{40 - 50}{40 - 48,1} = \frac{0,46 - 0,44}{0,46 - \text{SHGC}(48,1)} \quad (\text{İnterpolasyon}) \quad (7.40)$$

$$\text{SHGC}(\theta) = \text{SHGC}(48,1) = 0,444 \quad (7.41)$$

$$\langle \text{SHGC} \rangle_D = \langle T_{1,2} \rangle_D + N_1 \cdot \langle A_{1:(1,2)}^f \rangle_D + N_2 \cdot \langle A_{2:(1,2)}^f \rangle_D \quad (7.42)$$

$$\langle \text{SHGC} \rangle_D = \langle T_{1,2} \rangle_D + \left(\frac{U}{h_0} \right) \cdot \langle A_{1:(1,2)}^f \rangle_D + \left(\frac{h_0 - U}{h_0} \right) \cdot \langle A_{2:(1,2)}^f \rangle_D \quad (7.43)$$

$$\langle \text{SHGC} \rangle_D = 0,297 + \left(\frac{3,3}{17} \right) \cdot 0,376 + \left(\frac{17 - 3,3}{17} \right) \cdot 0,07 \quad (7.43a)$$

$$\langle \text{SHGC} \rangle_D = 0,426 \quad (7.43b)$$

Tasarım saati için direkt güneş ışıınımı ısı kazancı q_b :

$$q_{b,17} = A \cdot E_D \cdot \text{SHGC}(\theta) \cdot \text{IAC} \quad (7.44)$$

$$q_{b,17} = 8.298.0,444.0,72 \quad (7.44a)$$

$$q_{b,17} = 762 \text{ W} \quad (7.44b)$$

Tasarım saati için yayılı güneş ışıınımı ısı kazancı q_d :

$$q_{d,17} = A \cdot (E_d + E_r) \cdot \langle \text{SHGC} \rangle_D \cdot \text{IAC} \quad (7.45)$$

$$q_{d,17} = 8 \cdot (60,5 + 15,5) \cdot 0,426 \cdot 0,72 \quad (7.45a)$$

$$q_{d,17} = 187 \text{ W} \quad (7.45b)$$

Tasarım saati için iletimle olan ısı kazancı q_c :

$$q_{c,17} = K \cdot A \cdot (T_d - T_i) \quad (7.46)$$

$$q_{c,17} = 3,3 \cdot 8 \cdot (33 - 25) \quad (7.46a)$$

$$q_{c,17} = 211 \text{ W} \quad (7.46b)$$

Pencerelerden olan ısı kazançları için diğer saatlerdeki hesaplamalar Çizelge 7.17 ve Çizelge 7.18'de verilmiştir.

Çizelge 7.17 : Kuzey pencerelerinden olan ısı kazançları.

Saat	(SHGC) _D	Isı Kazançları (W)		
		q _b	q _d	q _c
1	1,377	2154	603	335
2	0,872	1876	382	327
3	0,704	1644	308	319
4	0,619	1543	271	304
5	0,569	1466	249	296
6	0,535	1444	234	290
7	0,511	1241	224	282
8	0,493	1174	216	277
9	0,479	1111	210	272
10	0,468	1014	205	267
11	0,459	920	201	259
12	0,451	865	197	256
13	0,445	820	195	249
14	0,439	798	192	247
15	0,434	791	190	227
16	0,430	778	188	216
17	0,426	762	187	211
18	0,423	705	185	193
19	0,420	690	184	174
20	0,417	676	183	202
21	0,415	632	182	223
22	0,413	604	181	252
23	0,411	590	180	286
24	0,409	554	179	311

Çizelge 7.18 : Güney pencerelerinden olan ısı kazançları.

Saat	(SHGC) _D	Isı Kazançları (W)		
		q _b	q _d	q _c
1	1,377	2693	753	419
2	0,872	2345	477	409
3	0,704	2055	385	399
4	0,619	1929	339	380
5	0,569	1832	311	370
6	0,535	1804	293	363

Çizelge 7.18 (devam) : Güney pencerelerinden olan ısı kazançları.

Saat	(SHGC) _D	Isı Kazançları (W)		
		q _b	q _d	q _c
7	0,511	1551	280	353
8	0,493	1468	270	347
9	0,479	1388	262	340
10	0,468	1268	256	333
11	0,459	1150	251	323
12	0,451	1081	247	320
13	0,445	1026	243	311
14	0,439	998	240	309
15	0,434	989	238	284
16	0,430	972	235	271
17	0,426	953	233	264
18	0,423	882	232	241
19	0,420	863	230	218
20	0,417	845	228	253
21	0,415	790	227	278
22	0,413	755	226	315
23	0,411	738	225	357
24	0,409	693	224	389

Örnekte iç gölgeleme olduğundan, direkt güneş ışınlamı ısı kazancı Çizelge 5.1’den seçilen %63 oranında etki eder ve ışınlam ısı kazançlarını soğutma yüklerine dönüştürmek için Çizelge 6.4’ten örnek yapıya uygun olarak seçilen ışınlam zaman faktörleri kullanılır.

Pencereye direkt gelen güneş ışınlamı için tasarım saatindeki kuzey ve güney pencerelerinden olan ışınlam soğutma yükleri sırasıyla;

$$Q_{b,17} = r_0 \cdot q_{b,17} + r_1 \cdot q_{b,16} + r_2 \cdot q_{b,15} + r_3 \cdot q_{b,14} + r_4 \cdot q_{b,13} + r_5 \cdot q_{b,12} + r_6 \cdot q_{b,11} + r_7 \cdot q_{b,10} + r_8 \cdot q_{b,9} + r_9 \cdot q_{b,8} + r_{10} \cdot q_{b,7} + r_{11} \cdot q_{b,6} + r_{12} \cdot q_{b,5} + r_{13} \cdot q_{b,4} + r_{14} \cdot q_{b,3} + r_{15} \cdot q_{b,2} + r_{16} \cdot q_{b,1} + r_{17} \cdot q_{b,24} + r_{18} \cdot q_{b,23} + r_{19} \cdot q_{b,22} + r_{20} \cdot q_{b,21} + r_{21} \cdot q_{b,20} + r_{22} \cdot q_{b,19} + r_{23} \cdot q_{b,18} \quad (7.47)$$

$$Q_{b,17} = (0,29) \cdot (762) + (0,15) \cdot (778) + (0,1) \cdot (791) + (0,07) \cdot (798) + (0,06) \cdot (820) + (0,05) \cdot (865) + (0,04) \cdot (920) + (0,03) \cdot (0) + (0,03) \cdot (0) + (0,03) \cdot (0) + (0,02) \cdot (0) + (0,02) \cdot (0) + (0,02) \cdot (0) + (0,01) \cdot (0) + (0,01) \cdot (0) + (0,01) \cdot (0) + (0,01) \cdot (0) + (0,01) \cdot (0) + (0,01) \cdot (0) + (0,01) \cdot (0) + (0) \cdot (0) + (0) \cdot (690) + (0) \cdot (705) = 602 \text{ W} \quad (7.47a)$$

$$Q_{b,17} = (0,29).(953) + (0,15).(972) + (0,1).(989) + (0,07).(998) + (0,06).(1026) + (0,05).(1081) + (0,04).(1150) + (0,03).(0) + (0,03).(0) + (0,03).(0) + (0,02).(0) + (0,02).(0) + (0,02).(0) + (0,01).(0) + (0,01).(0) + (0,01).(0) + (0,01).(0) + (0,01).(0) + (0,01).(0) + (0,01).(0) + (0).(0) + (0).(863) + (0).(882) = 753 \text{ W} \quad (7.47b)$$

şeklinde hesaplanır.

Tasarım saatindeki toplam pencere soğutma yükü (kuzey penceresi);

$$Q_{\text{window}} = (Q_b).(0,63) + (q_{\text{diffuse} + \text{conductive}}).(0,37) + (q_{\text{radiant}}) \quad (7.48)$$

$$Q_{\text{window}} = (602).(0,63) + (187+211).(0,37) + (203) = 730 \text{ W} \quad (7.48a)$$

Tasarım saatindeki toplam pencere soğutma yükü (güney penceresi);

$$Q_{\text{window}} = (753).(0,63) + (233+264).(0,37) + (248) = 906 \text{ W} \quad (7.48b)$$

7.3.5 Işınım zaman serileri metoduna göre insanlar ve cihazlardan olan ısı kazancına bağlı soğutma yüklerinin bulunması

İnsanlardan olan soğutma yükü hesabında; hafif çalışma için Çizelge 4.16'dan duyulur ısı=70 W, gizli ısı=45 W değerleri bulunur. 4.13 ve 4.14 eşitliklerinin RTS metoduna uyarlanması ile insanlardan olan duyulur ve gizli soğutma yükleri hesaplanır.

Duyulur ısı ;

$$Q_d = N.q_d \quad (7.49)$$

$$Q_d = 10.70 = 700 \text{ W} \quad (7.49a)$$

Gizli ısı ;

$$Q_g = N.q_g \quad (7.50)$$

$$Q_g = 10.45 = 450 \text{ W} \quad (7.50a)$$

Ortamda 2,2 kW gücünde motorla tahrik edilen cihazlar bulunmaktadır. Motor, ortam içerisinde ve tahrik edilen cihazlarda ortam içerisinde olduklarından 4.20 eşitliğini kullanarak RTS metoduna göre motorlu cihazlardan olan soğutma yükü;

$$q = \left(\frac{P}{\eta} \right) \cdot F_{UM} \cdot F_{LM} = \frac{2,2}{0,81} \cdot 1,1 = 2,716 \text{ kW} = 2716 \text{ W} \quad (7.51)$$

olarak hesaplanır.

7.3.6 Işınım zaman serileri metoduna göre havalandırma ve enfiltrasyondan olan ısı kazancına bağlı soğutma yüklerinin bulunması

Havalandırma ve enfiltrasyondan olan ısı kazancına bağlı soğutma yüklerinin hesaplanmasında önceki yöntemlere göre bir değişiklik yoktur. Bu nedenle Bölüm 7.3’de havalandırma ve enfiltrasyon için yapılan hesaplar kullanılacaktır.

Havalandırmadan olan soğutma yükleri;

$$q_d = 1,23 \cdot Q_s \cdot \Delta T = 1,23 \cdot 100 \cdot (32,1 - 25) = 873 \text{ W} \quad (7.52)$$

$$q_g = 3010 \cdot Q_s \cdot \Delta w = 3010 \cdot 100 \cdot (0,0167 - 0,0102) = 1957 \text{ W} \quad (7.53)$$

Enfiltrasyondan olan soğutma yükleri;

$$q_d = 1,23 \cdot Q_s \cdot \Delta T = 1,23 \cdot 8,3 \cdot (32,1 - 25) = 73 \text{ W} \quad (7.54)$$

$$q_g = 3010 \cdot Q_s \cdot \Delta w = 3010 \cdot 8,3 \cdot (0,0167 - 0,0102) = 162 \text{ W} \quad (7.55)$$

olarak bulunur.

Örnek için RTS metodu ile yapılan tüm hesaplamalar ve toplam soğutma yükü Çizelge 7.19’da verilmiştir.

Çizelge 7.19 : Işınım zaman serileri metoduna göre örnek oda için tüm ısı kazançlarından hesaplanan toplam soğutma yükü.

	Kuru Termometre Sıcaklığı (°C)	Yaş Termometre Sıcaklığı (°C)	Nem Oranı (kg/kg)
Dış tasarım koşulları	33	25.0	0.0167
İç tasarım koşulları	25.0	18.0	0.0102
Fark	8		0.0065
Saat 17:00 için duyulur soğutma yükü			Watt
Çatı ve dış duvarlar			
Çatı			4927
Güney duvarı			1333
Kuzey duvarı			1385
Batı duvarı			1199
Pencereler			
Kuzey pencereleri			730
Güney pencereleri			906
Bitişik duvarlar			
Doğu duvarı			524
Doğu duvarındaki kapı			82
İç kaynaklar			
İnsanlar			700
Tungsten lambalar			5540
Motorlu cihazlar			2716
Havalandırma ve Enfiltrasyon			
Havalandırma			873
Enfiltrasyon			73
Toplam duyulur soğutma yükü			20988
Saat 17:00 için gizli soğutma yükü			Watt
İnsanlar			450
Havalandırma			1957
Enfiltrasyon			162
Toplam gizli soğutma yükü			2569
Mahalin toplam soğutma yükü			23557

8. SOĞUTMA YÜKÜ HESABI İÇİN YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ VE DOĞRULANMASI

Tez kapsamında yapılan bilgisayar programı Işınım Zaman Serileri metoduna göre hesaplama yapan RTS_CL programıdır. Ayrıca iki metot arasında daha net kıyaslama yapabilmek ve elde edilen sonuçları doğrulayabilmek amacıyla SYHP_v2.0 ve Carrier programları kullanılmıştır.

Bilgisayarda ısı kazancı hesabı yapan birbirinden bağımsız birçok program bulunmaktadır. Bunlar içerisinde birçok konuda hesap yapabilen, Carrier firmasının kendisi için çıkardığı program en iyilerinden birisidir.

Isı kazancına bağlı soğutma yükünün bilgisayarla hesabı için, bir önceki bölümde anlatılan ısı kazancı hesabı yöntemleri ve formülleri kullanılarak tasarlama yapılmış ve program oluşturulmuştur. Bu program Microsoft firmasının Visual Basic 6.0 programlama dili kullanılarak hazırlanmıştır.

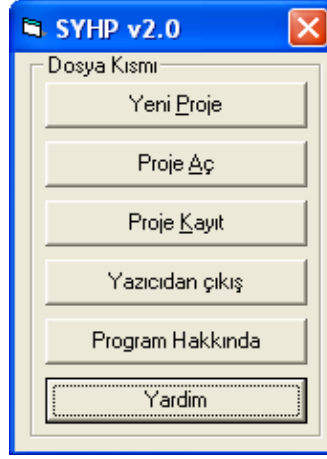
Programın çalışması için en az 32 MB hafızalı Pentium tabanlı bir bilgisayar ve Windows 98 ve üstü işletim sistemi gerekmektedir. Ekran çözünürlüğü de en az 800 x 600 pixel'e ayarlı olmalıdır.

Bu bölümde 7.1 konu başlığı altında özellikleri verilen ve Ashrae tabloları kullanılarak elle soğutma yükü hesabı yapılan örnek oda için, yazılan programın kullanılması da anlatılarak soğutma yükü hesabı yapılmıştır.

8.1 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün SYHP_v2.0 Programı İle Hesaplanması

8.1.1 Programın kullanımı

Program ilk çalıştırıldığında karşımıza Dosya Kısmı'nın oluşturduğu Ana Menü penceresi çıkmaktadır (Şekil 8.1).



Şekil 8.1: Ana menü.

Bu pencerede bulunan seçeneklerin işlevleri aşağıda belirtilmiştir.

Yeni Proje : Yeni bir projeye başlamak ve eski verilerin sıfırlanması için kullanılır.

Proje Aç : Hafızaya daha önce kaydedilmiş bir projeyi programa çağırmak için kullanılır.

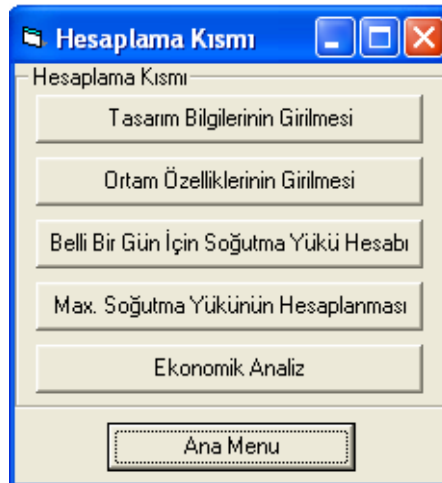
Proje Kayıt : Yapılmış olan yeni proje değerlerinin dosya halinde saklanması için kullanılır.

Yazıcıdan Çıkış : Programda yapılmış olan proje sonuçlarının yazıcıdan alınması için kullanılır.

Program Hakkında : Programı hazırlayanlar hakkında bilgi verir.

Yardım : Programın kullanılması ve programın menüleri hakkında bilgiler içerir.

İncelediğimiz örnek odanın ısı kazancı hesabını yaptırmak için gerekli veri girişinin yapılması ve soğutma yükünün hesaplanması için ana menüden Yeni Proje seçeneğine girilerek Hesaplama Kısmı penceresine ulaşılır (Şekil 8.2).



Şekil 8.2: Hesaplama kısmı penceresi.

Bu pencerede bulunan seçeneklerin işlevleri aşağıda belirtilmiştir.

Tasarım Bilgilerinin Girilmesi : Hesaba başlamadan önce projenin yapıldığı bölgenin yaz iklim şartları, iç ortam şartları, cihaz çalışma aralıkları gibi tasarım koşullarının belirtildiği kısımdır.

Ortam Özelliklerinin Girilmesi : Bina yapı bileşenleri, insanlar, aydınlatma, cihazlar, enfiltrasyon ve havalandırma gibi ısı kazancına etki eden tüm bileşenlerin tanımlandığı kısımdır.

Belirli Bir Gün İçin Soğutma Yüğü Hesabı : Tasarım şartları ve ortam özellikleri tam olarak belirtilen ortamın belli bir ay ve saat için soğutma yüğü hesabının yapıldığı kısımdır.

Maksimum Soğutma Yüğü Hesaplanması : Tasarım şartları ve ortam özellikleri tam olarak belirtilen ortamın maksimum soğutma yüğü hesaplandığı kısımdır.

8.1.1.1 Tasarım bilgilerinin girilmesi

Isı kazancı hesabı için öncelikle binanın bulunduğu şehrin kuru ve yaş termometre sıcaklığı, dış hava özgül nem ve entalpisi, iç ortam sıcaklığı, iç ortam özgül nem ve entalpisi gibi bilgilerin programa tanıtılması gerekmektedir. Bunun için hesaplama kısmında Tasarım Bilgilerinin Girilmesi seçeneğine basılarak tasarım bilgileri penceresi açılmalıdır (Şekil 8.3).

Tasarım Bilgilerinin Girilmesi

Proje Adı : Örnek Oda Projesi

Bulunduğu yer : Tekirdağ

Enlem : 41 ° Kuzey

Yaş Termo Sıcaklığı: (°C) 25

Kuru Termo Sıcaklığı: (°C) 33

Özgül Nem Oranı : (gr/kg) 16.7

Dış Hava Entalpisi : (kJ/kg) 75.76

Günlük Sıcaklık Farkı: (°C) 9.0

İç Ortam Sıcaklığı : (°C) 25

İç ortam özgül nem : (gr/kg) 10.2

İç ortam entalpisi : (kJ/kg) 50.97

Çalışma Aralığı 1

00:00	☐	12:00	☒
01:00	☐	13:00	☒
02:00	☐	14:00	☒
03:00	☐	15:00	☒
04:00	☐	16:00	☒
05:00	☐	17:00	☒
06:00	☐	18:00	☒
07:00	☐	19:00	☒
08:00	☒	20:00	☐
09:00	☒	21:00	☐
10:00	☒	22:00	☐
11:00	☒	23:00	☐

Tamam İptal

Şekil 8.3: Tasarım bilgileri giriş penceresi.

Bu pencerede örnek projede verilen Tekirdağ ili için yanlarında açıklaması olan kutucuklara bilgi girişı yapılır.

Türkiye’de ki şehirlerin yaz iklim şartlarındaki dış hava özellikleri program veri tabanına önceden tanımlandığından, bulunduğu yer kısmındaki kutucukta seçilen şehre göre dış hava bilgileri otomatik olarak kutucuklara gelir.

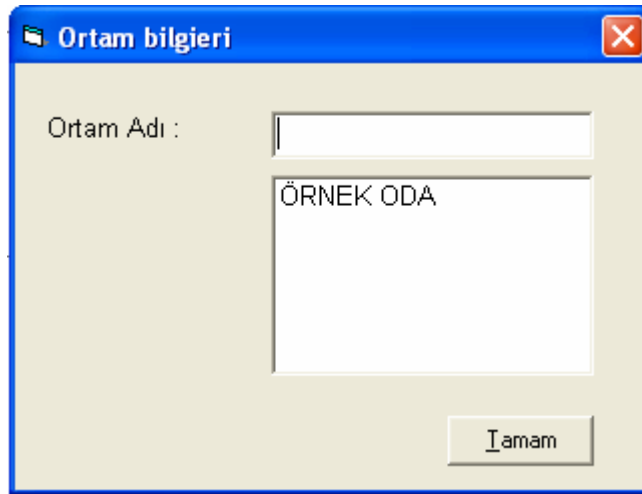
Projede cihazlar, insanlar ve aydınlatma bilgileri için belirtilen zaman aralıklarının ayarlanması için çalışma aralığının tanımlanması gerekmektedir.

Örnek oda için daha önce verildiği üzere 08:00 ile 20:00 saatleri arasında 12 saatlik çalışma aralığı tanımlanır.

Tasarım bilgilerinin girişı yapıldıktan sonra tamam tuşuna basılarak Hesaplama Kısmı menüsüne dönülür.

8.1.1.2 Ortam özelliklerinin girilmesi

Ortam özelliklerinin girilmesi seçeneğine gelindiğinde karşımıza ilk olarak ortam bilgilerinin girileceği, ortam adının isimlendirildiği pencere çıkar (Şekil 8.4).



Şekil 8.4: Ortam bilgieri giriş penceresi.

Ortam adı belirtilip tamam tuşuna basıldıktan sonra karşımıza dış duvar ve çatı bilgilerinin girişinin yapılacağı pencere gelir (Şekil 8.5).

Örnek proje için ortam adı Örnek Oda olarak isimlendirilmiştir.

Güneş ve Geçirgenlik (DUVAR ve ÇATI) / ÖRNEK ODA

YÖNÜ	DUVAR CİNSİ	ALAN (m2)	Max. CLTD (°C)	K - DEĞERİ (W/m2.°C)	RENGİ
K	100mm Düz Tuğla+200mm DÜŞ.	52	11	1.56	Koyu
B	100mm Düz Tuğla+200mm DÜŞ.	45	23	1.56	Koyu
G	100mm Düz Tuğla+200mm DÜŞ.	50	16	1.56	Koyu
		0	0	0	
		0	0	0	

ÇATININ CİNSİ

25mm izolas. 50mm yüksek ağırl. beton	108	37	1.170	Koyu
---------------------------------------	-----	----	-------	------

☐ Çatıda Pozitif Hava Akımı Mevcut

İleri > İmam İptal

Şekil 8.5: Dış duvar ve çatı bilgileri giriş penceresi.

Dış duvarlar için ilk sütundaki liste kutucuğundan duvar yönü belirtilir. İkinci sütundaki liste kutucuğundan duvar cinsi programa tanımlanan standart duvarlardan seçilebileceği gibi kullanıcı tarafından da tanımlanabilir. Burada belirlenen duvar cinsine göre toplam ısı geçiş katsayısı beşinci sütunda gözükür.

Üçüncü sütuna duvarın toplam yüzey alanı m^2 olarak girilir. Seçilen duvar yönü ve duvar cinsine göre bulunan soğutma yükü sıcaklık farkı değeri, program tarafından önceden yüklenen veriler içinden seçilerek dördüncü sütunda gözükür.

Son olarak altıncı sütundaki liste kutucuğundan dış duvarlar için renk tanımı olarak koyu, hafif veya açık seçilir.

Çatı için liste kutucuğundan uygun çatı cinsi belirtilir. Seçilen çatıya göre soğutma yükü sıcaklık farkı ve toplam ısı geçiş katsayısı otomatik olarak üçüncü ve dördüncü sütundaki kutucuklara yazılır.

İkinci kutucuğu da çatının toplam alanı m^2 olarak girilir. En son sütundaki liste kutucuğundan ise duvarlarda olduğu gibi çatı için renk tanımlaması yapılır. Eğer çatıda pozitif hava akımı mevcut ise sol alttaki kutucuk işaretlenmelidir.

Örnek proje için dış duvar ve çatı bilgilerinin daha önceki bölümde verilen bilgiler doğrultusunda programa girişi yapıldıktan sonra ileri tuşuna basılarak, pencere tanımlamalarının yapılacağı pencereye gidilir (Şekil 8.6).

Güneş ve Geçirgenlik (PENCERE) / ÖRNEK ODA

YÖNÜ	PENCERE CİNSİ	ALAN (m ²)	GÖLGE FAK.	K (W/m ² .K)	
K	Çift camlı ve Koyu Panjurlu	8	0.57	3.3	☒ İç Gölge
G	Çift camlı ve Koyu Panjurlu	10	0.57	3.3	☒ İç Gölge
		0	0	0	☐ İç Gölge
		0	0	0	☐ İç Gölge
		0	0	0	☐ İç Gölge
DAM		0	0	0	☐ İç Gölge

< Geri İleri > Tamam İptal

Şekil 8.6: Dış pencere bilgileri giriş penceresi.

Dış pencereler için ilk sütundaki liste kutucuğundan pencere yönü belirtilir. İkinci sütundaki liste kutucuğundan pencere cinsi seçilir ve buna bağlı olarak pencere toplam ısı geçiş katsayısı beşinci sütunda ve gölge faktörü de dördüncü sütunda gözükür. Daha sonra üçüncü sütuna pencerenin toplam yüzey alanı girilir. Son olarak pencereler iç gölgeli ise son sütundaki kutucuk işaretlenir. Dam penceresi tanımlanması için de yön kavramı dışında dış pencereler için yapılan işlemler uygulanır. Örnek proje için dış pencere bilgilerinin programa girişi yapıldıktan sonra ileri tuşuna basılarak iç ortam bilgilerinin girileceği pencereye gidilir (Şekil 8.7).

İÇ ORTAM YÜKLERİ / ÖRNEK ODA

İNSANLAR

Kişi Sayısı	Aktivite Derecesi	Duyulur Isı (W)	Gizli Isı (W)	Günlük Çalışma Aralığı
10	Oturma, çok hafif işler (Büro, Otel, Apartman)	70	45	Çalışma Aralığı 1
0		0	0	

AYDINLATMA

Toplam Watt	Lamba Cinsi	Işık durumu/Hava akımı	Zemin Bilgisi/Hava akımı	Günlük Çalışma Aralığı
6000	Tungsten	Serbest asılı, havalandırılmalı/ort.	75mm Beton / Orta	Çalışma Aralığı 1
0				

ÇEŞİTLİ CİHAZLAR

Cihaz Türü	Duyulur Isı (W)	Gizli Isı (W)	Cihaz Sayısı	Günlük Çalışma Aralığı
	0	0	0	
	0	0	0	

MOTORLU CİHAZLAR

Motor Tipi	Gücü (kW)	Verimi (%)	Yükü (%)	Motor Yeri	Tahrik edilen cihazın yeri	Günlük Çalışma Aralığı
Üç fazlı motor (2.2kW)	2.2	81	100	İçerde	İçerde	Çalışma Aralığı 1

< Geri İleri > Tamam İptal

Şekil 8.7: İç ortam bilgileri giriş penceresi.

Bu pencerede ortam içerisinde ısı kazancına tesir eden insan, aydınlatma ve cihazlar için bilgi girişinin yapıldığı kısımlar mevcuttur.

İlk kısımda mahalde bulunan insanlar için bilgi girişi yapılmaktadır. İlk sütuna mahaldeki insan sayısı girilir, ikinci sütundaki liste kutucuğunda mahaldeki insanların aktivasyon derecesi belirtilmektedir.

Belirtilen aktivasyon derecesine göre insanlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancı değerleri kutucuklara otomatik olarak gelir.

Son olarak mahaldeki insanların çalışma aralığı son sütundaki kutucuktan seçilir.

İkinci kısımda mahalin aydınlatma bilgilerinin girişi yapılmaktadır. Bu kısımda ilk sütuna mahalde kullanılan aydınlatmanın toplam çektiği elektrik gücü girişi yapılır, hemen yanındaki liste kutucuğunda ise aydınlatma lambasının cinsi belirtilir.

Üçüncü sütunda lambanın mahal içerisindeki durumu ve etrafındaki hava akımı belirtilir. Dördüncü sütunda da mahalin zemin yapısı ve hava akımı gücü seçilir.

Son sütunda ise lambaların çalışma aralığı belirtilir.

Üçüncü kısımda mahalde bulunan çeşitli ısı veren cihaz bilgilerinin girişi yapılmaktadır. İlk sütunda cihaz türü belirtilir ve buna bağlı olarak duyulur ve gizli ısı değerleri otomatik olarak kutucuklara gelir. Dördüncü sütuna cihaz sayısı girilir ve son sütunda yine çalışma aralığı belirtilir.

Son kısımda mahaldeki elektrik motoru ile tahrik edilerek çalışan cihazların bilgilerinin girişi yapılmaktadır.

İlk sütunda seçilen motor cinsine göre motor gücü ve verimi değerleri kutucuklarda otomatik olarak görünür.

Motorun çalışma yükü dördüncü sütunda belirtilir. Beşinci ve altıncı sütunlardan motorun ve cihazın mahale göre yeri belirtilir. Son olarak yine çalışma aralığı tanımlanır.

Örnek proje için açıklamalar doğrultusunda iç ortamda ısı kazancına tesir eden bileşenler için bilgi girişi yapıldıktan sonra ileri tuşuna basarak, mahaldeki enfiltrasyon ve havalandırma bilgisi ile iç mahallere bitişik yapı elemanlarının bilgilerinin girileceği pencereye gidilir (Şekil 8.8).

İÇ ORTAM BİLEŞENLERİ / ÖRNEK ODA

Enfiltrasyon / Havalandırma

Havalandırma için ortama verilmesi gereken hava miktarı (L/s): Çalışma Aralığı 1

Enfiltrasyon ile ortama giren hava miktarı (L/s):

İç mahallere bitişik yapı elemanları

İç duvar/Tavan/Çatı Pen. Cinsi	K (W/m ² *K)	Alan (m ²)	Bitişik mahal sic. (°C)
Doğu Duvarı	1.56	42	33
Kapı	3.4	3	33
	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0

< Geri Tamam İptal

Şekil 8.8: İç ortama bitişik yapı elemanları, havalandırma, enfiltasyon.

Bu pencere iki ayrı kısımdan oluşmaktadır. İlk olarak üst kısımda havalandırma için gerekli hava miktarı ile pencere ve kapılardan enfiltasyon ile giren hava miktarları L/s cinsinden kutucuklara girilir.

İkinci kısımda ise iç mahal ile bitişik mahaller arasında kalan yapı elemanlarının bilgi girişi yapılmaktadır. İlk liste kutucuğundan, iç duvar, tavan, iç kapı veya zemin için yapı malzemesi cinsi seçilir ve buna bağlı olarak toplam ısı geçiş katsayısı ikinci sütunda otomatik olarak görünür. Son sütundaki kutucuğa ise bitişik mahalin sıcaklığı girilir.

Örnek proje için bu penceredeki veri girişi tamamlandıktan sonra tamam tuşuna basılarak hesaplama kısmı penceresine dönülür. Tasarım bilgileri ve ortam özellikleri girilen mahalin soğutma yükü hesabına geçilebilir. Bunun için hesaplama kısmı penceresinden belirli bir gün için soğutma yükü hesabı ya da maksimum soğutma yükü hesabı tuşlarından birisine basılarak işlem gerçekleştirilir.

8.1.1.3 Belirli bir gün için soğutma yükünün hesaplanması

Hesaplama kısmından bu seçeneğe basıldığında karşımıza aşağıdaki pencere çıkmaktadır (Şekil 8.9).

Soğutma Yüğü Hesabı / Ortam adı: ÖRNEK ODA

Ay : Ağustos Saat : 17

Hesapla İleri > < Geri

Aydınlatma

Toplam Watt	Tolerans değeri	CLF	Duyulur Soğ. Yüğü
6000	1	0.92	5520.
0	0	0	.

Dış duvar ve Çatı

Yön	CLTD (°C)	K (W/m²K)	Alan (m²)	Soğutma Yüğü
K Duvarı	6.5	1.56	52	527.28
B Duvarı	12.6	1.56	45	884.52
G Duvarı	16.8	1.56	50	1310.4
Çatı	38.2	1.17	108	4826.952

Dış Pencere

Yön	CLTD (°C)	K (W/m²K)	Alan (m²)	SHGF (W/m²)	CLF	Soğ. Yüğü
K Pen.	6.6	3.3	8	110	0.78	565.488
G Pen.	6.6	3.3	10	470	0.27	941.13
Çatı Pen.	0	0	0	0	0	.

İnsanlar

Kişi sayısı	CLF	Duyulur Soğ. Yüğü	Gizli Soğ. Yüğü
10	0.88	616.	450.
0			

Cihaz ve Motorlar

Cihazlar	CLF	Duyulur Soğ. Yüğü	Gizli Soğ. Yüğü
0			
0			

Motorlar

CLF	Duyulur Soğ. Yüğü
0.89	2417.284

Enfiltrasyon / Havalandırma

Enfiltrasyon :	Duyulur Soğ. Yüğü	Gizli Soğ. Yüğü
	72.484	162.39
Havalandırma :	873.3	1956.5

İç duvar / Tavan / Zemin

1. bitişik bileşen	Duyulur Soğ. Yüğü
524.16	
2. bitişik bileşen	81.6
3. bitişik bileşen	.
4. bitişik bileşen	.
5. bitişik bileşen	.
6. bitişik bileşen	.

Toplam Soğutma Yüğü

Top. Duy. Soğ. Yüğü (W)	Top. Gizli Soğ. Yüğü (W)	TOPLAM (W)
19160.598	+ 2568.89	= 21729.488

Şekil 8.9: Belirli bir gün için soğutma yüğü hesap penceresi.

Bu pencerede hesabın yapılmasının istendiği ay ve saat belirtildikten sonra hesapla tuşuna basılarak program içerisinde tanımlanmış tablo ve formüller yardımı ile toplam soğutma yüğü değeri sağ alt köşede görülmektedir.

Bu pencerede yer alan ileri ve geri tuşları birden fazla mahal girişi yapılmış ise bu mahallerin soğutma yüğü değerlerini görmek için kullanılmaktadır.

8.1.1.4 Maksimum Soğutma Yüğü Hesabı

Tasarım bilgileri ve ortam özellikleri tam olarak girilen bir mahalin maksimum soğutma yüğü değerinin bulunması için, hesaplama kısmı penceresinden bu seçenek seçilmelidir. Bu tuşa basıldığında program verilen koşullara bağlı olarak her ay ve her saat için soğutma yüğü değerlerini kontrol eder.

Program, hesaplama işlemini bitirdikten sonra maksimum soğutma yükünün olduğu ay ve saati Şekil 8.9'da görülen menüde ay ve saat kutucuğuna yazar.

Sonuçları görmek için hesapla tuşuna basmak yeterlidir.

Örnek oda için Şekil 8.9 aynı zamanda maksimum soğutma yükünün gerçekleştiği ay ve saati gösteren penceredir. Bu sonuçlara düzenli bir bilgisayar çıktısı olarak ulaşabilmek için Ana Menü'deki yazıcıdan çıkış bölümüne tıklayarak sonuçlarını görmek istediğimiz zamanı belirtmemiz yeterlidir (Çizelge 8.1).

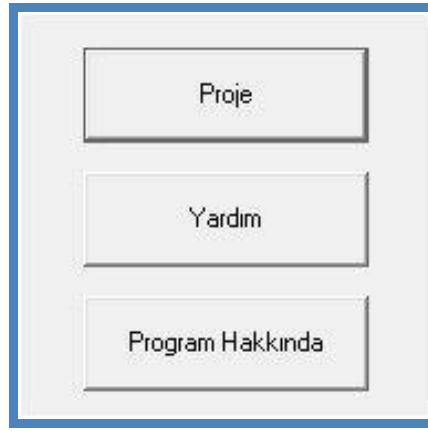
Çizelge 8.1: SYHP_v2.0 programının maksimum soğutma yükünün oluştuğu zaman için sonuç çıktısı.

İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi		SOĞUTMA YÜKÜ HESABI			SAYFA : 1 ORTAM :ÖRNEK ODA ENLEM : 41 °Kuzey AY :Ağustos SAAT :17
	KURU TERMO. SIC.(°C)	YAŞ TERMO. SIC.(°C)	ÖZGÜL NEM (g/kg)		
DIŞ HAVA :	33	25	16.7		
İÇ HAVA :	25		10.2		
DUYULUR ISI KAZANCINA BAĞLI DUYULUR SOĞUTMA YÜKLERİ					
DIŞ DUVARLAR VE ÇATI	YÖN	ALAN (m2)	K (W/m2. °C)	CLTD	SOĞUTMA YÜKÜ (W)
DUVAR	K	52	1.56	6.5	527.29
DUVAR	B	45	1.56	12.6	884.52
DUVAR	G	50	1.56	16.8	1310.4
DUVAR					
DUVAR					
ÇATI		108	1.17	38.2	4825.952
DIŞ PENCERELER	YÖN	ALAN (m2)	K (W/m2. °C)	CLTD / SHGxCLF	SOĞUTMA YÜKÜ (W)
PENCERE	K	8	3.3	6.6 85.8	565.488
PENCERE	G	10	3.3	6.6 126.9	941.13
PENCERE					
PENCERE					
PENCERE					
DAM PENCERE					
İÇ YAPI BİLEŞENLERİ		ALAN (m2)	K (W/m2. °C)	SIC. FARKI (°C)	SOĞUTMA YÜKÜ (W)
1. YAPI BİLEŞENİ		42	1.56	8	524.16
2. YAPI BİLEŞENİ		3	3.4	8	81.6
3. YAPI BİLEŞENİ					
4. YAPI BİLEŞENİ					
5. YAPI BİLEŞENİ					
6. YAPI BİLEŞENİ					
İÇ ORTAM BİLEŞENLERİ				CLF	SOĞUTMA YÜKÜ (W)
İNSAN	10 Kişi x		70 W x	.88	616
İNSAN					
AYDINLATMA	6000 W x		1 x	.92	5520
AYDINLATMA					
CİHAZ					
CİHAZ					
MOTOR-MAKİNA	2716.05 W x			.89	2417.294
ENFİLTASYON	8.3 L/s x		1.23 x	8 °C	81.805
HAVALANDIRMA	100 L/s x		1.23 x	8 °C	985.6
GİZLİ ISI KAZANCINA BAĞLI GİZLİ SOĞUTMA YÜKLERİ					SOĞUTMA YÜKÜ (W)
İNSAN	10 Kişi x		45 W		450
İNSAN					
CİHAZ					
CİHAZ					
ENFİLTASYON	8.3 L/s x		3010 x	.0065	162.39
HAVALANDIRMA	100 L/s x		3010 x	.0065	1958.5
TOPLAM DUYULUR SOĞ. YÜKÜ (W)		TOPLAM GİZLİ SOĞ. YÜKÜ (W)		TOPLAM SOĞUTMA YÜKÜ (W)	
19168.6		2568.89		21729.49	

8.2 Özellikleri Verilen Örnek Odaanın Soğutma Yükünün RTS_CL Programı İle Hesaplanması

Işınım zaman serileri metoduna göre bilgisayar ortamında soğutma yükü hesabı yapmak amacıyla oluşturulan RTS_CL programını çalıştırılabilmek için program dosyasının bulunduğu klasör içerisindeki Calculation.exe isimli uygulamadan yararlanılır.

Program ilk açıldığında karşımıza gelen pencerede bulunan seçenekler, hesaplamalar öncesindeki seçimleri içerir (Şekil 8.10).



Şekil 8.10: Program açılış penceresi.

Bu pencerede bulunan seçeneklerin işlevleri aşağıda belirtilmiştir.

Proje : Işınım zaman serileri metoduna göre soğutma yükü hesaplamalarının yapılması işlevinin başlangıcıdır. İşlem adımlarının takip edilmesi ve gerekli program verilerinin girilmesi ile istenilen soğutma yükü hesabı gerçekleştirilir. İncelenen örnek oda projesi için kolaylık sağlamak amacıyla ısı ve yapısal özellikler ön tanımlı olarak kaydedilmiştir.

Yardım : Programda bulunan kısaltmalar, simgeler ve genel prosedür ile ilgili açıklamaları içerir.

Program Hakkında : Programı hazırlayanlar ile ilgili bilgileri verir.

Hesaplamalara başlamak amacıyla Proje seçeneğinin seçilmesi ile ilk olarak dış duvarlar için hesap penceresi karşımıza çıkar (Şekil 8.11).

Duvar Tipleri Tuğla, yalıtım levhası, 200 mm ağır beton duvar üniteleri, alçı levha

Işınım Zaman Serileri Güneşsiz, normal yoğunlukta yapı, halısız zemin, cam oranı (%50)

Değerler

K	1.56	W/m ² K
Batı Duvarı Alanı	45	m ²
Kuzey Duvarı Alanı	52	m ²
Güney Duvarı Alanı	50	m ²
T _o	18	°C
Taşınım Isısı Oranı	0.37	(%/100)
Işınım Isısı Oranı	0.63	(%/100)

Şekil 8.11: Dış duvarlar için hesap penceresi.

Bu pencerede bulunan Duvar Tipleri seçiminde RTS metoduna göre 35 adet farklı duvar yapısı programa tanıtılmıştır. Duvarlar için ısı kazancı ve ısı giriş profilinin hesaplanmasında kullanılan Işınım Zaman Serileri, yapının bulunduğu ortamın koşullarına, zemin yapısına, yapının yoğunluk durumuna ve mevcut cam oranına bağlı olarak programa tanıtılmıştır. Buradan, örnek oda için uygun olan duvar tipi seçilerek işleme devam edilmiştir.

Değerler bölümünde K ısı geçiş katsayısının W/m².°C birimine göre değeri yazılır. Yönlere göre her duvar alanı toplanarak o yöne ait olan toplam alan m² cinsinden yazılır. T_o iç ortam tasarım sıcaklığı °C cinsinden yazılır.

Isı kazancının taşınım ve ısınım oranının soğutma yüküne etkisini belirleyen Taşınım Isısı Oranı ve Işınım Isısı Oranı yüzdelik değerlerinin (değer/100) şeklinde girilmesi ile dış duvarlardan olan soğutma yükünün hesaplanmasında ihtiyaç duyulan program bilgileri girişi tamamlanır.

İleri tuşuna basılarak çatı için soğutma yükü hesabına geçilir.

Çatıdan olan soğutma yükünün hesaplanması aşamasında ilk olarak programa önceden tanıtılmış olan uygun çatı tipi seçilir (Şekil 8.12).

Şekil 8.12: Çatı için hesap penceresi.

Çatı için hesap penceresinde bulunan Çatı Tipleri sekmesi, RTS metoduna göre farklı malzemeler ve tasarım koşullarına cevap verebilecek nitelikte 19 adet çatı örneğini içerir. Işınım Zaman Serileri sekmesinde çatının şekline, yönüne, donanımlarına ve bulunulan ortama bağlı olarak seçim yapılır.

Değerler bölümünün içeriği ile değer giriş birimleri, Dış duvarlar hesap penceresindeki Değerler bölümü ile benzerdir. Burada tek bir alan söz konusu olduğundan A ile ifade edilmiştir.

İleri tuşuna basılarak dış pencereler için soğutma yükü hesabına geçilir.

Dış pencerelerden olan soğutma yükünün hesaplanması aşamasında fazla sayıda değişken veri girişi bulunmaktadır (Şekil 8.13). Bu aşamada istenilen değerler, ısı ve yapısal özelliklere ilave olarak coğrafi özellikleri ve zamana bağlı değişimleri gerektirmektedir. Bu pencerede bulunan değerleri elde edebilmek için gerekli olan çizelgeler sabit medya ortamında (Cd) “Ek B” olarak adlandırılan klasör içerisinde bulunmaktadır.

LST	15	A	1093.5	W/m2	Çalışma Aralığı <table border="1"> <tr><td>00:00</td><td>☐</td><td>12:00</td><td>☒</td></tr> <tr><td>01:00</td><td>☐</td><td>13:00</td><td>☒</td></tr> <tr><td>02:00</td><td>☐</td><td>14:00</td><td>☒</td></tr> <tr><td>03:00</td><td>☐</td><td>15:00</td><td>☒</td></tr> <tr><td>04:00</td><td>☐</td><td>16:00</td><td>☒</td></tr> <tr><td>05:00</td><td>☐</td><td>17:00</td><td>☒</td></tr> <tr><td>06:00</td><td>☐</td><td>18:00</td><td>☒</td></tr> <tr><td>07:00</td><td>☐</td><td>19:00</td><td>☒</td></tr> <tr><td>08:00</td><td>☐</td><td>20:00</td><td>☐</td></tr> <tr><td>09:00</td><td>☐</td><td>21:00</td><td>☐</td></tr> <tr><td>10:00</td><td>☐</td><td>22:00</td><td>☐</td></tr> <tr><td>11:00</td><td>☒</td><td>23:00</td><td>☐</td></tr> </table>	00:00	☐	12:00	☒	01:00	☐	13:00	☒	02:00	☐	14:00	☒	03:00	☐	15:00	☒	04:00	☐	16:00	☒	05:00	☐	17:00	☒	06:00	☐	18:00	☒	07:00	☐	19:00	☒	08:00	☐	20:00	☐	09:00	☐	21:00	☐	10:00	☐	22:00	☐	11:00	☒	23:00	☐
00:00	☐	12:00	☒																																																		
01:00	☐	13:00	☒																																																		
02:00	☐	14:00	☒																																																		
03:00	☐	15:00	☒																																																		
04:00	☐	16:00	☒																																																		
05:00	☐	17:00	☒																																																		
06:00	☐	18:00	☒																																																		
07:00	☐	19:00	☒																																																		
08:00	☐	20:00	☐																																																		
09:00	☐	21:00	☐																																																		
10:00	☐	22:00	☐																																																		
11:00	☒	23:00	☐																																																		
ET	-6.2	B	0.186																																																		
LSM	75	C	0.138																																																		
LON	27.11	T ₁₂	0.297																																																		
L	40	A ₁	0.376																																																		
δ	20.6	A ₂	0.07																																																		
Ψ	60	K	3.3	W/m2K																																																	
Σ	90	Ho	17																																																		
CN	1	IAC	0.72																																																		
pg	0.2																																																				
Işınım Isısı Oranı	0.63	(%/100)	Kuzey Pencere Alanı	8	m2																																																
Taşınım Isısı Oranı	0.37	(%/100)	Güney Pencere Alanı	10	m2																																																
Işınım Zaman Serileri	Güneşli, normal yoğunlukta yapı, halısız zemin, cam oranı (%50)																																																				
Geri		İleri																																																			

Şekil 8.13: Dış pencereler için hesap penceresi.

Dış pencereler için yapılacak hesaplamalar aşamasında ekranda gösterilen ve programın açılış bölümünde bulunan yardım sekmesinde detaylı açıklamaları yer alan simgeler, pencerelere gelen güneş ışınları ile ilgili verileri temsil etmektedir. Güneş açıları, hesabı yapılan mahalin bulunduğu bölgenin boylamı, enlemi, yerel saati, güneş alma süresi, yerin yansıtma oranı ve bunlara bağlı olarak elde edilen katsayılar belirtilen yerlere yazılır.

Güneş ışınlarının pencerelere aktif olarak gelme süresi ve bu sürenin soğutma yüküne etkisi, hesap ekranında bulunan Çalışma Aralığı bölümünde yer alan saatlik işaretlemeler vasıtasıyla belirlenir.

Pencere alanları m² cinsinden ve tüm cam sınırlarını kapsayacak şekilde aynı yöne ait toplam alan olarak yazılmalıdır.

İleri tuşuna basılarak aydınlatma için soğutma yükü hesabına geçilir.

Aydınlatmadan olan soğutma yükünün hesap penceresi çalışma aralığı, değerler ve uygun ışınlam zaman serileri seçimi olmak üzere üç kısımdan oluşur (Şekil 8.14).

Çalışma Aralığı	
00:00	☐
01:00	☐
02:00	☐
03:00	☐
04:00	☐
05:00	☐
06:00	☐
07:00	☒
08:00	☒
09:00	☒
10:00	☒
11:00	☒
12:00	☒
13:00	☒
14:00	☒
15:00	☒
16:00	☒
17:00	☒
18:00	☒
19:00	☐
20:00	☐
21:00	☐
22:00	☐
23:00	☐

Değerler	
Taşınım Isısı Oranı	0.41 (x/100)
Işınlam Isısı Oranı	0.59 (x/100)
Aydınlatma Gücü	6000 Watt

Işınlam Zaman Serileri: Güneşsiz, normal yoğunlukta yapı, halısız zemin, cam oranı (%50)

Geri İleri

Şekil 8.14: Aydınlatma için hesap penceresi.

Toplam Watt alanına, mahalde kullanılan aydınlatmanın toplam çektiği elektrik gücü yazılır. Aydınlatmadan olan soğutma yüküne, ısı kazancının ışınlam ve taşınım bakımından etkisini belirlemek için Taşınım Isısı Oranı ve Işınlam Isısı Oranı isimli alanlara uygun değerler (değer/100) şeklinde yazılır.

Lambaların açık kaldığı süre boyunca ortama aktarılan enerjinin ışınlamla olan ısı geçişi ile yapı elemanları tarafından yutulması nedeniyle lambaların kapatılmasından sonra, yapı elemanları tarafından yutulan enerji ortama geri verilir. Aydınlatmanın toplam soğutma yüküne net etkisini elde edebilmek için Çalışma Aralığı kısmından lambaların açık kaldığı saatler seçilir.

İleri tuşuna basılarak diğer ısı kazancı kaynaklarından olan soğutma yükü hesaplamalarına geçilir.

Diğer ısı kazancı kaynaklarından olan soğutma yüklerinin hesap penceresi insanlar, çeşitli cihazlar, motorlu cihazlar, enfiltrasyon/havalandırma ve iç mahallere bitişik yapı elemanları olmak üzere beş kısımdan oluşur (Şekil 8.15).

İNSANLAR		Duyulur Isı (W)	Gizli Isı (W)
Kişi Sayısı	Aktivite Derecesi		
10	Oturma, çok hafif işler (Büro, Otel, Apartman)	70	45

ÇEŞİTLİ CİHAZLAR	Duyulur Isı (W)	Gizli Isı (W)	Cihaz Sayısı
Cihaz Türü			

MOTORLU CİHAZLAR	Güçü (kW)	Verimi (%)	Yükü (%)	Motor Yeri	Tahrik edilen cihazın yeri
Motor Tipi					
Üç fazlı motor (2.2kW)	2.2	81	100	İçerde	İçerde

Enfiltrasyon / Havalandırma	Enfiltrasyon ile ortama giren hava miktarı (L/s)
Havalandırma için ortama verilmesi gereken hava miktarı (L/s)	
100	8.3

İç mahallere bitişik yapı elemanları			
İç duvar/Tavan/Çatı Pen. Cinsi	K (W/m ² K)	Alan (m ²)	Sıcaklık Farkı (°C)
Doğu Duvarı	1.56	42	8
Kapı	3.4	3	8

Geri
İleri

Şekil 8.15: İnsanlar, bitişik yapı elemanları, havalandırma, enfiltrasyon, motorlu cihazlar ve çeşitli cihazlar için hesap penceresi.

İlk kısımda, mahalde bulunan insanlar için bilgi girişi yapılmaktadır. İlk sütuna mahaldeki insan sayısı girilir ve ikinci sütundaki liste kutucuğundan mahaldeki insanların aktivasyon derecesi belirtilir. Belirtilen aktivasyon derecesine göre insanlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancı değerleri üçüncü ve dördüncü kutucuklara otomatik olarak gelir.

İkinci kısımda, mahalde bulunan çeşitli ısı veren cihaz bilgilerinin girişi yapılmaktadır. İlk sütunda cihaz türü belirtilir ve buna bağlı olarak duyulur ve gizli ısı değerleri otomatik olarak kutucuklara gelir. Dördüncü sütuna cihaz sayısı girilir.

Üçüncü kısımda, mahaldeki elektrik motoru ile tahrik edilerek çalışan cihazların bilgilerinin girişi yapılmaktadır. İlk sütunda seçilen motor cinsine göre motor gücü ve verimi değerleri sırasıyla ikinci ve üçüncü sütunlarda otomatik olarak görünür.

Motorun çalışma yükü dördüncü sütunda belirtilir. Beşinci ve altıncı sütunlardan motorun ve cihazın mahale göre yeri belirtilir.

Dördüncü kısımda mahaldeki enfiltrasyon ve havalandırma bilgisi yer almaktadır. Havalandırma için gerekli hava miktarı ile pencere ve kapılardan enfiltrasyon ile giren hava miktarları L/s cinsinden kutucuklara girilir.

Beşinci kısımda ise iç mahal ile bitişik mahaller arasında kalan yapı elemanlarının bilgi girişi yapılmaktadır. İlk liste kutucuğundan iç duvar, tavan, iç kapı veya zemin için yapı malzemesi cinsi seçilir ve buna bağlı olarak toplam ısı geçiş katsayısı ikinci sütunda otomatik olarak görünür. Son sütundaki kutucuğa ise bitişik mahal için sıcaklık farkı girilir.

İleri tuşuna basılarak her saat için bütün ısı kaynaklarından olan duyulur soğutma yükleri, gizli soğutma yükleri ve toplam soğutma yüklerinin yer aldığı pencereye geçilir.

Duyulur Soğutma Yüğü															Toplam Soğutma Yüğü (W)
Saatler	Duvarlar (W)			Pencereler (W)		Çatı (W)	Aydınlatma (W)	İnsanlar (W)	Motorlu Cihazlar (W)	Enfiltrasyon (W)	Havalandırma (W)	Bitişik Yapı Elemanları (W)	Çeşitli Cihazlar (W)	Toplam Duyulur Soğutma Yüğü	
	Kuzey	Güney	Batı	Kuzey	Güney										
00:00	1666,17	1602,09	1441,88	454,01	568,27	3180,24	0,00	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	10462	13030
01:00	1634,28	1571,42	1414,28	435,74	544,96	2996,80	0,00	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	10145	12713
02:00	1593,97	1532,66	1379,40	421,88	527,95	2815,26	0,00	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	9818	12386
03:00	1547,97	1488,43	1339,59	413,06	516,61	2640,72	0,00	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	9494	12062
04:00	1495,49	1437,97	1294,17	403,61	505,27	2473,11	0,00	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	9158	11726
05:00	1438,21	1382,89	1244,60	394,79	494,56	2321,66	0,00	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	8824	11392
06:00	1379,17	1326,13	1193,52	390,38	488,89	2188,97	0,00	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	8515	11083
07:00	1316,24	1265,62	1139,05	385,97	483,22	2086,13	3628,20	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	15269	17837
08:00	1257,90	1209,51	1088,56	376,52	471,25	2029,33	4194,60	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	15591	18159
09:00	1209,25	1162,74	1046,47	367,70	459,91	2035,16	4548,60	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	15793	18361
10:00	1172,18	1127,10	1014,39	362,66	454,24	2129,44	4796,40	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	16021	18589
11:00	1155,35	1110,92	999,82	510,71	638,83	2323,51	4973,40	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	16675	19243
12:00	1164,61	1119,82	1007,83	576,86	721,36	2605,11	5115,00	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	17274	19842
13:00	1197,98	1151,90	1036,71	616,55	771,76	2934,19	5221,20	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	17893	20461
14:00	1250,87	1202,76	1082,48	643,64	805,15	3271,99	5327,40	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	18547	21115
15:00	1323,25	1272,36	1145,12	664,43	830,98	3569,84	5398,20	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	19168	21736
16:00	1404,43	1350,41	1215,37	679,55	850,51	3792,29	5469,00	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	19726	22294
17:00	1485,67	1428,53	1285,67	685,85	858,07	3933,17	5539,80	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	20180	22748
18:00	1556,95	1497,07	1347,36	690,26	863,74	4000,27	5610,60	700,00	2716,05	72,60	874,72	605,76	0,00	20530	23098
19:00	1617,84	1555,61	1400,05	695,30	870,04	3988,20	2017,80	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	13693	16261
20:00	1662,86	1598,91	1439,02	585,05	732,07	3884,34	1486,80	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	12937	15505
21:00	1686,43	1621,57	1459,41	528,35	661,51	3730,28	1168,20	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	12404	14972
22:00	1694,23	1629,07	1466,16	493,07	617,41	3556,21	955,80	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	11961	14529
23:00	1686,37	1621,51	1459,36	471,02	589,69	3370,50	814,20	0,00	0,00	72,60	874,72	605,76	0,00	11561	14129

Gizli Soğutma Yüğü

İnsanlar (W)

450

Çeşitli Cihazlar (W)

0

Havalandırma (W)

1956,5

Enfiltrasyon (W)

162,3895

Toplam (W)

2568

Geri

Kapat

Şekil 8.16: RTS_CL programının maksimum soğutma yükünün oluştuğu zaman için sonuç çıktısı

8.3 Özellikleri Verilen Örnek Odanın Soğutma Yükünün Carrier Programı ile Hesaplanması

Carrier programı kullanılarak soğutma yüklerinin hesabı aşağıdaki adımlarla şekillerde gösterilmiştir.

İklim ve coğrafi özellikler Şekil 8.17’de verilmiş olan menüden tanımlanır. Veri tabanında bulunmayan yerlere ait özellikler elle girilebilir.

Soğutma yükü hesabı yapılacak olan mahal için gün ışığından yararlanma seçenekleri sekmeler halinde seçilebilir.

The screenshot shows the 'Weather Properties' dialog box for 'Tekirdag'. The 'Design Parameters' tab is active. The dialog is divided into two main sections. The left section contains location and climate data: Region (Middle East), Location (Turkey), City (Tekirdag), Latitude (41.0 deg), Longitude (-27.5 deg), Elevation (55.0 m), Summer Design DB (33.0 °C), Summer Coincident WB (25.0 °C), Summer Daily Range (9.0 °K), Winter Design DB (-6.0 °C), and Winter Coincident WB (-7.0 °C). The right section contains atmospheric and solar data: Atmospheric Clearness Number (1.00), Average Ground Reflectance (0.20), Soil Conductivity (1.385 W/m/K), Design Clg Calculation Months (Jan to Dec), Time Zone (GMT +/-) (-2.0 hours), Daylight Savings Time (Yes/No), DST Begins (Apr 1), and DST Ends (Oct 31). At the bottom, the Data Source is listed as 'User Modified'. The dialog has OK, Cancel, and Help buttons.

Parameter	Value	Unit
Region	Middle East	
Location	Turkey	
City	Tekirdag	
Latitude	41.0	deg
Longitude	-27.5	deg
Elevation	55.0	m
Summer Design DB	33.0	°C
Summer Coincident WB	25.0	°C
Summer Daily Range	9.0	°K
Winter Design DB	-6.0	°C
Winter Coincident WB	-7.0	°C
Atmospheric Clearness Number	1.00	
Average Ground Reflectance	0.20	
Soil Conductivity	1.385	W/m/K
Design Clg Calculation Months	Jan to Dec	
Time Zone (GMT +/-)	-2.0	hours
Daylight Savings Time	Yes	
DST Begins	Apr 1	
DST Ends	Oct 31	
Data Source	User Modified	

Şekil 8.17: Carrier programında örnek oda için iklim ve coğrafi şartların tanımlandığı pencere.

Sonraki adım ise (Şekil 8.18) hacim bilgilerinin girilmesidir ki bunlar duvar, pencere ve kapı gibi mahal yapı bileşenleri ile mahal içinde bulunan cihazlar, insanlar, aydınlatma gibi ayrıntılardır. Aynı pencerenin diğer seçim alanlarından enfiltrasyon ve bitişik hacim sıcaklık özellikleri de verilebilir. Kullanıcı tanımlı değerleri belirtmeden uygun ön tanımlı değerler ile isteğe bağlı olarak işlem yapılabilir.

Space Properties - [ÖRNEK ODA]

General **Internals** Walls, Windows, Doors Roofs, Skylights Infiltration Floors Partitions

Overhead Lighting

Fixture Type: Free hanging

Wattage: 6000.0 Watts

Ballast Multiplier: 1.00

Schedule: Lighting

Task Lighting

Wattage: 0.00 W/m²

Schedule: (none)

Electrical Equipment

Wattage: 2200.0 Watts

Schedule: Motor

People

Occupancy: 10.0 People

Activity Level: User-defined

Sensible: 70.0 W/person

Latent: 45.0 W/person

Schedule: People

Miscellaneous Loads

Sensible: 0 W

Schedule: (none)

Latent: 0 W

Schedule: (none)

OK Cancel Help

Şekil 8.18: Carrier programında örnek oda için iç ortam bileşenlerinin tanımlanması.

İnsanlar, aydınlatma ve motorlar için günlük çalışma aralığı belirlenir (Şekil 8.19).

Schedule Properties - [Lighting]

Schedule Type Hourly Profiles Assignments

Profile: Profile One

Choose a profile from the dropdown list and edit it by dragging the bars with the mouse, by using the arrow keys, or by entering data in the text fields directly. Navigate between profiles with the Tab key; navigate within a profile with the arrow keys.

1: Profile One 2: Profile Two

3: Profile Three 4: Profile Four

5: Profile Five 6: Profile Six

7: Profile Seven 8: Profile Eight

OK Cancel Help

Şekil 8.19: Carrier Programında çalışma aralıklarının belirlenmesi.

Bütün özellikler tanımlandıktan sonra, soğutma yükü hesaplamasının yapılacağı aşağıdaki pencereye gidilir (Şekil 8.20).

Reports	Table	Graph	Time Specifications		
System Sizing Summary	☒	--	--	--	--
Zone Sizing Summary	☒	--	--	--	--
System Load Summary	☒	--	☒ Peak	--	--
Zone Load Summary	☒	--	☒ Peak	--	--
Space Load Summary	☒	--	☒ Peak	--	--
Hourly Air System Loads	☒	☒	January	To	Decembe
Hourly Zone Loads	☒	☒	January	To	Decembe
System Psychrometrics	☒	☒	☒ Peak	--	--

Buttons: Restore Defaults, Print..., Preview..., Cancel, Help

Şekil 8.20: Carrier programında hesapların istendiği zamanın belirlenmesi.

Carrier programının hesapladığı sonuçlar Çizelge 8.2’de görüldüğü gibi çizelge halinde raporlanır. Burada en yüksek soğutma yüküne ulaşılan zaman için sonuçlar gösterilmiştir.

Çizelge 8.2: Carrier programında örnek oda için yapılan hesapların sonuç çıktısı.

DESIGN COOLING			
COOLING DATA AT Aug 1600			
COOLING OA DB / WB 33,0 °C / 25,0 °C			
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	18 m ²	1857	-
Wall Transmission	147 m ²	3483	-
Roof Transmission	108 m ²	4369	-
Window Transmission	18 m ²	345	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-
Partitions	45 m ²	533	-
Ceiling*	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	6000 W	5396	-
Task Lighting	0 W	0	-
Electric Equipment	2200 W	2022	-
People	10	542	450
Infiltration	-	80	135
Miscellaneous	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	18627	585

Çizelge 8.2 (devam) : Carrier programında örnek oda için yapılan hesapların sonuç çıktısı.

DESIGN COOLING			
COOLING DATA AT Aug 1600			
COOLING OA DB / WB 32,7 °C / 24,9 °C			
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Zone Conditioning	-	18843	585
Plenum Wall Load	0%	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-
Exhaust Fan Load	0 L/s	0	-
Ventilation Load	100 L/s	788	1932
Ventilation Fan Load	0 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	173	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-
>> Total System Loads	-	19804	2517
Terminal Unit Cooling	-	19804	2521
Terminal Unit Heating	-	0	-
>> Total Conditioning	-	19804	2521

Hesabı yapılan örnek oda için Carrier programında teras tipi çatı ele alındığından “ceiling” hesap bölümü 0 m² olarak işlenmiştir.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında örnek bir oda için farklı metotlar ile yapılan soğutma yükü hesaplarından elde edilen sonuçlar kullanılarak Çizelge 9.1 oluşturulmuştur.

Çizelge 9.1: Maksimum soğutma yükleri.

Maksimum Soğutma Yükü	Zaman (Ay-Saat)	Duyulur Soğutma Yükü (W)	Gizli Soğutma Yükü (W)	Toplam Soğutma Yükü (W)
CLTD/CLF için el ile yapılan hesaplama	Ağustos - Saat : 17	19160	2569	21729
RTS için el ile yapılan hesaplama	Ağustos - Saat : 17	20988	2569	23557
SYHP_v2.0 Programı	Ağustos - Saat : 17	19160	2569	21729
RTS_CL Programı	Ağustos - Saat : 18	20530	2568	23098
Carrier Programı	Ağustos - Saat : 16	19804	2521	22325

Çizelge 9.1’den görüldüğü gibi örnek oda için yılın tüm zamanlarında CLTD/CLF VE RTS metotları için elle, SYHP_v2.0 programı, RTS_CL programı ve Carrier programı ile yapılan hesaplamalarda maksimum soğutma yükü Ağustos ayında çıkmıştır. Saat olarak ise, Carrier programıyla yapılan hesaplamalarda elle yapılan hesaplamalara ve SYHP_v2.0 programına göre 1 saatlik bir farkla Ağustos ayı saat 16:00, RTS_CL programıyla yapılan hesaplamalarda ise Ağustos ayı saat 18:00 itibari ile maksimum yüküne ulaşılmıştır.

Çizelge 9.2, örnek oda için yapılan hesaplamalarda maksimum soğutma yükünün olduğu gün için 24 saatlik soğutma yükü değerlerini göstermektedir.

Çizelge 9.2: Maksimum soğutma yükünü oluşturduğu gün için saatlik soğutma yükü değerleri.

Saat	RTS Metodu (kW)	CLTD/CLF Metodu (kW)	RTS_CL (kW)	SYHP_v2.0 (kW)	Carrier HAP (kW)
00:00	12,8	12,7	13,0	12,7	1,4
01:00	12,5	12,3	12,7	12,3	0,9
02:00	12,3	11,9	12,4	11,9	0,0
03:00	12,2	11,8	12,1	11,8	0,0
04:00	11,4	11,0	11,7	11,0	0,0

Çizelge 9.2 (devam) : Maksimum soğutma yükünü oluşturduğu gün için saatlik soğutma yükü değerleri.

Saat	RTS Metodu (kW)	CLTD/CLF Metodu (kW)	RTS_CL (kW)	SYHP_v2.0 (kW)	Carrier HAP (kW)
05:00	11,3	10,6	11,4	10,6	0,0
06:00	10,8	10,1	11,1	10,1	0,0
07:00	18,3	17,2	17,8	17,2	0,0
08:00	18,4	18,1	18,2	18,1	14,9
09:00	18,7	18,3	18,4	18,3	15,8
10:00	18,8	18,6	18,6	18,6	16,1
11:00	19,6	19,3	19,2	19,3	18,2
12:00	20,3	20,1	19,8	20,1	18,6
13:00	20,2	19,8	20,5	19,8	20,5
14:00	21,8	20,7	21,1	20,7	21,0
15:00	22,8	21,0	21,7	21,0	21,6
16:00	23,2	21,2	22,3	21,2	22,3
17:00	23,6	21,7	22,7	21,7	21,7
18:00	22,1	20,9	23,1	20,9	21,6
19:00	16,8	16,0	16,3	16,0	21,0
20:00	14,9	14,4	15,5	14,4	3,3
21:00	14,2	13,3	15,0	13,3	3,1
22:00	13,9	13,0	14,5	13,0	2,5
23:00	13,7	12,6	14,1	12,6	1,9

En düşük toplam soğutma yükü SYHP_v2.0 programı ve CLTD/CLF metodu için el ile yapılan hesaplamalara göre elde edilmiştir. En yüksek toplam soğutma yükü RTS metoduna göre el ile yapılan hesaplama göre elde edilmiştir.

Carrier programında hesaplama yöntemi olarak, bilgisayar kullanımı esaslı bir yöntem olan Geçiş Fonksiyonu Yöntemi (TFM) kullanılmaktadır. SYHP_v2.0 programı ise Geçiş Fonksiyonu Yönteminin bir yaklaşımı ve basitleştirilmiş şekli olan CLTD/CLF yöntemine göre hesaplama yapmaktadır.

Geçiş Fonksiyonu Yönteminde, ısı kazancı hesabı için güneş-hava sıcaklığı ile iç sıcaklık arasındaki farkın kullanılması ve ısı kazancını soğutma yüküne dönüştürürken salon geçiş fonksiyonlarının kullanılması diğer yöntemlere göre önemli bir değişiklik arz eder.

RTS metodunda yapılan hesaplamalar, CLTD/CLF metoduna göre daha fazla işlem ve kabuller gerektirmektedir. RTS metodu ile önce ısı kazançları ve sonra soğutma yüklerinin bulunmasından dolayı çift aşamadan oluşan daha detaylı hesaplamalar

yapılmaktadır. CLTD/CLF metodu ise doğrudan soğutma yükünü hesaplayan tek bir aşamadan oluşmaktadır.

Kullanılan metotlarla elde edilen toplam soğutma yükleri arasında bulunan önemli farkların temel nedenleri; yapılan kabuller, kullanılan katsayılar ve düzeltme faktörleri, metotlara ait tablolarda yer alan yapı elemanlarının, malzemelerinin ve termodinamik özelliklerinin yapılan projeye uygun olmamasıdır.

Farklı soğutma yükü hesaplama programları ile daha fazla örnek çalışmalar yapılarak soğutma yükü hesaplama metotları arasındaki farklar daha iyi anlaşılabilir.

Soğutma yükü hesaplanan örnek mahal için programdan elde edilen sonuçların, o mahalin bulunduğu ortamda yapılan deneysel ölçümler ile bulunan sonuçlarla karşılaştırılması yapılabilir.

RTS_CL programına yıllık enerji sarfıyatı, iklimlendirme sistemleri için cihaz seçimi ve işletme maliyetleri gibi menülerin eklenmesi ile daha kapsamlı çözümler sunan bir program elde edilebilir.

Binalarda enerji verimliliği yönetmeliklerine ve yeşil bina anlayışını uygun olarak malzeme, sistem ve yalıtım kriterleri sekmesi programa dahil edilebilir.

KAYNAKLAR

- Altıparmak, Ö.D.**, 1999. Binalarda Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükünün Bilgisayarla Hesabı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ASHRAE**, 1989. Fundamentals Handbook, Air Conditioning Cooling Load, Inc.,chapter 26, pp. 26.1-26.62, Atlanta.
- ASHRAE**, 1989. Fundamentals Handbook, Fenestration, Inc.,chapter 27, pp. 27.1-27.38, Atlanta.
- ASHRAE**, 2001. Fundamentals Handbook, Fenestration, Inc.,chapter 30, pp. 30.8-30.54, Atlanta.
- ASHRAE**, 2001. Fundamentals Handbook, Nonresidential Cooling and Heating Load Calculation Procedures, Inc.,chapter 29, pp. 29.1-29.40, Atlanta.
- ASHRAE**, 2009. Fundamentals Handbook, Nonresidential Cooling and Heating Load Calculation Procedures, Inc.,chapter 18, pp. 18.20-18.49, Atlanta.
- Aybers N.**, 1978. Isıtma Havalandırma ve İklim Tesisleri, Dizerkonca Matbaası, İstanbul.
- Bulut, H., Durmaz, A.F., Aktacir, M.A.**, 2006. İklimlendirme Sistemleri İçin Soğutma Yükü Hesap Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *VII. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu*, 4-10, İstanbul.
- Ertem, S.**, 2006. Konut Dışı Yapılarda İklimlendirme Santrallerinin Tasarımı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Genceli, O.F.**, 1995. Isıtma Havalandırma ve İklimlendirme Yardımcı Tablolar, İTÜ Makine Fakültesi Ofset Atölyesi, İstanbul.
- Genceli, O.F. (Editör)**, 1998. ASHRAE Temel El Kitabı, Konut Dışı Yapılarda İklimlendirme, Soğutma ve Isıtma Yükleri, *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği*, Teknik Yayın No:2, Bölüm 26, Cem Ofset, İstanbul.
- Genceli, O.F. (Editör)**, 1998. ASHRAE Temel El Kitabı, Pencere Tasarımı, *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği*, Teknik Yayın No:2, Bölüm 27, Cem Ofset, İstanbul.
- Jamieson, T., Iqbal, K.**, 1999. Microsoft Visual Basic 6.0 Fundamentals, Microsoft Press, Washington.
- Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları.**, 1997. *Makine Mühendisleri Odası*, Yayın No:84, İstanbul.
- Schramek E.R.**, 2003. Isıtma ve Klima Tekniği El Kitabı, *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği*, Teknik Yayın No:11, Doğa Yayıncılık, İstanbul.

Tunç, M., 1998. Visual Basic 5.0 Temelleri ve Mühendislik Uygulamaları, Beta Yayıncılık, İstanbul.

Uralcan İ.Y. (Editör), 2002. Klima Tesisatı, *Makine Mühendisleri Odası*, Yayın No:296-2, Ankara.

Url-1 < <http://www.fallingrain.com/world/TU/59/a/M/> >, alındığı tarih 21.01.2010.

Url-2 < <http://hvac-talk.com/vbb/> >, alındığı tarih 16.03.2010.

EKLER

EK A : Bilgisayar Programı (CD içerisinde)

EK B : Program kullanımında gerekli olan seçim çizelgeleri (CD içerisinde)

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Hasan Yavuz

Doğum Yeri ve Tarihi: Manisa 28.10.1986

Elektronik Posta: hasanyavuz86@yahoo.com

Lisans Üniversite: Sakarya Üniversitesi