

İklimlendirme Amaçlı Isı Kazancı Hesabı İçin Bir Yazılım

Burak ORANLIER
Yrd.Doç.Dr. Mustafa EYRİBOYUN

ÖZET

Enerji etkin bina tasarımı için değişik bina bileşenleri kullanılması durumunda, ısı kayıp ve kazançlarını hızlı bir şekilde hesaplayabilmek gereklidir. İklimlendirme projesi yapılacak binalarda ısı kazancının hesaplanması, çok sayıda tablo ve formül kullanılması nedeniyle zahmetli ve hata olasılığı yüksek bir işlem sürecini gerektirir. Bu işlemlerin bilgisayar ortamında yapılması, proje hazırlama süresini kısaltacak ve olası hataları en aza indirecektir. Sunulan çalışmada, bu amaçla geliştirilmiş bir yazılım tanıtılmaktadır. Yazılımla ısı kazancı hesabı, sekiz ayrı sekme altında sıralı olarak açılan pencereler içinde gerekli alanların doldurulmasıyla yapılmaktadır. Yazılım kullanıcı dostu olarak hazırlanmıştır. Elle veri girişi mümkün olduğunca azaltılmıştır. Hesaplarda gerekli olan tablo verileri yazılım içinde gömülü olarak bulunmaktadır. Türkiye'deki illere ait dizayn şartları da yazılımda mevcuttur. Zorunlu alanlara veri girişi unutulduğunda, kullanıcı bir mesaj kutusu ile uyarılır. Kullanıcı, işlem arasında her an Yardım düğmesine tıklayarak, HTML tabanlı yardım dosyasına ulaşabilir. Hatalı bir işlem, geri dönülerek, baştan başlamayı gerektirmeden düzeltilebilir.

Hesaplamalar, ASHRAE "Total Equivalent Temperature Differential/Time Averaging" (TETD/TA) yöntemi esas alınarak yapılmaktadır. Sonuç tablosunda Anlık Duyulur Isı Kazancı ve Anlık Gizli Isı Kazançları 24 saatlik dönem için saat saat verilmekte ve maksimum yükün olduğu saat belirlenmektedir. Saatlik ısı kazançları tablo veya grafik olarak görülebilmekte ve sonuçlar HTML formatında rapor edilip çıktısı alınabilmektedir.

Yazılımda psikrometrik diyagram modülü de bulunmaktadır. Cihaz çığ noktası sıcaklığı girildiğinde, iç ve dış dizayn şartları ile karışım oranına bağlı olarak psikrometrik çevrim diyagram üzerinde çizilmektedir. Nemli havanın özellikleri, psikrometrik diyagram üzerinde fare imlecini hareket ettirerek anında görülebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklimlendirme, ısı kazancı yazılımı, psikrometri

1. GİRİŞ

İklimlendirme sistemi kurulacak bir binada ne tür sistem uygulanacak olursa olsun önce ısı kazancı ve soğutma yükü hesaplanmalıdır. Hesaplanan bu soğutma yüküne uygun olarak istenen sistem seçilir.

Abstract:

Energy efficient building design needs rapid calculation of heat gain and loss for using different building materials. Heat gain calculation of air-conditioning design tasks for buildings is tough job and has high fault risk because of study on many tables and formulas. Using computer for this calculation reduces design time and minimizes the risk of mistake. In this study, the computer software presented which is developed for this aim. To calculate heat gain, user would fill opening cells in sequence from eight different tabulated menus. Software is prepared as user friendly. Manual data typing has reduced as possible as. Values of required tables are inserted in the software. Software enclosed also design parameters of province towns of Turkey. If it is forgot typing any value at any stage, user is warned by a message box. User can reach HTML based help file, at any time. Any fault during calculation can be corrected by returning without cancel all jobs.

Calculation based on ASHRAE "Total Equivalent Temperature Differential / Time Averaging" (TETD/TA) method. On finish report, Instantaneous Sensible Heat Gain and Instantaneous Latent Heat Gain are tabulated hourly for 24 hours period and maximum load time can be figured-out. Hourly heat gain can be seen as tabulated or as a graphic and can be reported at HTML format and printed-out.

There is also psychrometrics chart module in software. When apparatus dew point temperature typed, psychrometric cycle is drawn which is function of indoor and outdoor design conditions and mixture ratio. Properties of moist air can be seen instantaneously while moving mouse arrow on the psychrometrics chart.

Key Words:

Air-conditioning, heat gain software, psychrometry

Isı kazancı ya da soğutma yükü hesabı son derece zahmetli bir işlemdir. Çok sayıda formülle ve tablolardan alınan değerlerle hesap yapılır. Bilgisayarların ortaya çıkıp gelişmesiyle bu zahmetli işi bilgisayar yazılımları sayesinde en az hata ile ve kısa sürede yapma imkânı doğmuştur.

Türkiye’de mekanik tesisat alanında faaliyet gösteren proje firmalarınca kullanılacak Türkçe ticari yazılımların istenen sayı ve nitelikte olduğunu söylemek ne yazık ki zordur. Zaten az sayıdaki bu firmalar genellikle kendini kanıtlamış yabancı lisanslı paket programları tercih etmektedirler. Oysa bizim gibi genç nüfusun toplam nüfusa oranı yüksek olduğu toplumlarda; yazılım kendi başına bir sektör olabilecek önemdedir. Özellikle diplomalı işsizlerin oranının yüksek olduğu göz önüne alınırsa, düşük maliyetli yatırım gerektiren yazılım sektörü daha bir önemli hale gelmektedir. Sunulan yazılım, bu düşünceden hareketle lisans bitirme projesi olarak üretilmiş, amatör bir çalışmanın ürünüdür [1]. Dolayısıyla alanında tecrübeli uzmanların yıllarca emek harcıyıp ürettiği profesyonel yazılımlarla karşılaştırılması düşünülemez. Ancak yine de bir mahallin ısı kazancı ve soğutma yükünün hesabında hissedilir bir zaman kazancı yarattığı ve özellikle 24 saat için saatlere göre ısı kazancını hesapladığından, elle işlem yapmaya göre kıyaslanamaz fayda sağladığı söylenebilir.

Ticari ve amatör olarak yerli yazılım üreten kişi ve kuruluşlar bulunmaktadır. Koyun ve Pakkan, sıcak su, soğuk su, kalorifer ve doğal gaz tesisatı boyutlandırmasını içine alan bir algoritma ve yazılım geliştirilmiştir. Yazılımda fare yardımıyla iki boyutlu ve izometrik olarak boru hattının çizilmesine imkan tanıyacak biçimde matematiksel bir algoritma hazırlanmıştır. Yazılım tamamen görsel nesne oluşturmaya dayalıdır. Yazılım ile tesisatın çizilmesi sırasında akışkan tüketim noktalarında debi pencereleri açılabilen ve kullanıcı buraya debi girmek yerine çamaşır makinası, bulaşık makinası, musluk gibi duyar noktaları kullanarak hat yüklerini gösterebilmektedir. Kalorifer tesisatı hattı üzerinde radyatör ısı yükü girmek yerine yaklaşık ısı kaybı metoduna göre

yükler, duyar noktalar yardımıyla hesaplanabilmektedir. Boruların üzerinde özel kayıp elemanları tanımlanabilmektedir. Yazılım yine çizilen hat için genleşme kabı, kazan, boyler, hidrofor hesaplarını ve radyatör yükleri ile gaz tesisatı regülatör ayar değerini hesaplayabilmektedir [2].

Bu bir ticari yazılımdır ve Koyun ve Pakkan, 2001 yılında yapılan bu Kongrenin 5.sinde yazılımı tanıttırken; “Türkiye’de Türkçe olarak hazırlandığını” söylediklerinde alıcılarda bir güvensizlik oluştuğunu ve satın almaktan vazgeçtiklerini belirtmiştir.

Selbaş ve arkadaşları Soğuk depoları için soğutma yükünün hesaplanması ve soğutma sistemi elemanlarının doğru bir şekilde seçilebilmesi amacıyla Soğutma Yükü Hesap Programı hazırlamışlardır. Yazılımın daha çok eğitim amaçlı hazırlandığı bildirilmiştir [3].

İnam ve Eyriboyun, radyan ısıtma sistemleri için bilgisayar yazılımı oluşturmuştur. Geliştirilen yazılım, farklı bina tiplerinde, hem radyan yöntem ısı kayıplarını hem de geleneksel yöntem ısı kayıplarını hesaplayabilmektedir. Ayrıca yapı bileşenlerinin ısı transfer katsayılarını hesaplamakta, mevcut ise, binanın komşu bina durumlarını göz önüne almakta, yıllık yakıt sarfiyatını hesaplamakta, radyan sistem için ortama verilen CO₂ miktarını ve gerekli havalandırma açıklıklarını hesaplamaktadır. Program temel olarak CIBSE (The Chartered Of Building Services Engineerings) kuruluşunun önerdiği hesap yöntemini kullanmaktadır. Bu yöntemin kullanım amacı, ülkemizde henüz radyan ısıtma uygulamalarında kullanılacak bir hesap yönteminin bulunmamasıdır [4].

Yukarıda özetlenenler dışında kalorifer tesisatı, klima ısı kazancı, mekanik tesisat hesabı, ısı yalıtım hesabı ve doğal gaz proje tasarımı ile ilgili yerli yazılımlar üreten firmalar da mevcuttur.

2. YAZILIMDA KULLANILAN FORMÜLLER
ASHRAE Temel El Kitabı’nın “Konut Dışı Yapılarda İklimlendirme, Soğutma ve Isıtma

Yükleri” adlı 26. Bölüm’ünde ısı kazancı hesabı yöntemleri detaylı olarak ele alınmıştır [5]. Sunulan yazılım, esas itibarıyla bu eserde verilen Toplam Eşdeğer Sıcaklık Farkı/Zaman Ortalaması (Total Equivalent Temperature Differential/Time Averaging, TETD/TA) yöntemleri üzerine kurulmuştur. Ancak Türkiye’nin illerine ait dış hava tasarım şartları, kapı ve pencerelerin çeşitleri ile bunların ısı geçirme katsayıları MMO Yayımları olan Klima Tesisatı [6] kitabından alınmıştır.

Aynı mahal için hemen hemen aynı sonucu veren değişik hesaplama yöntemleri mevcuttur [5]. Bunlar;

- TETD/TA
- TFM
- CLTD/SCL/CLF Yöntemidir. Çeviri kitapta kısaltmalar İngilizce’den aynen alınmıştır olup burada da değiştirilmemiştir:

TETD/TA : Total Equivalent Temperature Differential/Time Averaging

(Toplam Eşdeğer Sıcaklık Farkı Yöntemi)

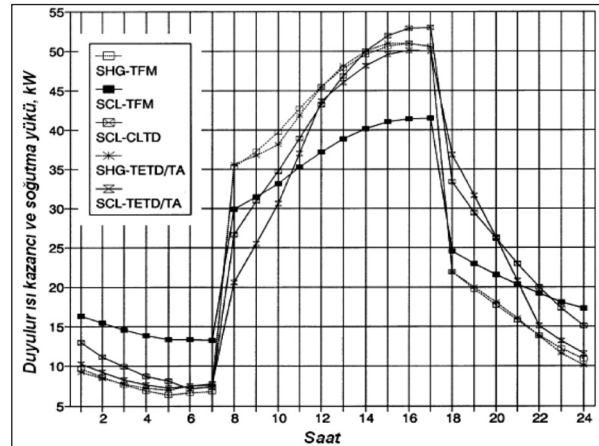
TFM : Transfer Function Methods (Geçiş Fonksiyonu Yöntemi)

CLTD/SCL/CLF: Cooling Load Temperature Difference/Solar Cooling Load Factor/Cooling Load Factor (Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı/Güneş Enerjisi Soğutma Yüğü Faktörü/Soğutma Yüğü Faktörü)

SHGF : Solar Heat Gain Factor (Güneşten Isı Kazancı Faktörü)

Sunulan yazılımda esas itibarıyla TETD/TA yöntemi kullanılmış olmakla beraber, dış ısı kazançlarının hesabında gerekli güneş-hava sıcaklığı ve 24 saat ortalama güneş-hava sıcaklığı değerlerinin hesabı TFM yöntemindeki ile aynıdır.

ASHRAE örnek binasının ısı kazancı ve soğutma yüğü her üç yöntemle hesaplandığında sonuçların Şekil 1’de görüldüğü gibi pek az değiştiği rapor edilmiştir[5]. Burada, yazılımda kullanılan TETD/TA yöntemine ait konular ve formüller verilecektir.



Şekil 1. Duyulur Isı Kazancı ve Soğutma Yüğüünün Hesaplanmasında TFM, CLTD/SCF/CLF ve TETD/TA Yöntemlerinin Karşılaştırılması [5].

Isı kazancı bileşenleri:

1. Dış ısı kazançları

- a. Çatılar ve duvarlar
- b. Pencereler
- c. Ayrıcı panolar, tavanlar, döşemeler

2. İç ısı kazançları

- a. İnsanlar
- b. Aydınlatma araçları
- c. Cihazlar

3. Havalandırma ve sızma havası

Mahallin ısı kazancına ilave olarak hava hazırlama cihazının karşılaması gereken ve cihaz seçimine esas olan soğutma yükünün hesaplanması için gerekli formüller de verilecektir.

2.1. Dış ısı kazançları

Bina ya da mahallin dış ortamla arasında bulunan her türlü yapı bileşeninden olan ısı kazançlarını ifade eder. Pencerelerin saydam cam kısımlarında farklılık göstermekle beraber çatı, duvar, pencere, ayırıcı panolar, tavanlar ve döşemeden iletim ve taşınım birlikte olan ısı kazancı için esas olarak Eşitlik 1 kullanılır.

$$q = UA(\Delta T) \quad (W) \quad (1)$$

Burada ΔT sıcaklık farkı binanın değişik bölümleri için değişik değerler alır. Hesaplardan kullanılan hesaplanmış bazı sıcaklık değerleri:

$$t_e = t_o + \alpha I_l / h_o - \alpha \delta R / h_o \quad (\text{K veya } ^\circ\text{C}) \quad (2)$$

$$t_{ea} = t_{oa} + \alpha / h_o (I_{DT}/24) - \alpha \delta R / h_o \quad (\text{K veya } ^\circ\text{C}) \quad (3)$$

TFM’da yüzey renk faktörü (α/h_o) değeri açık renk yüzeyler için 0,026; koyu renkli yüzeyler için 0,052 olarak verilmiştir.

2.1.1. Çatılar ve Duvarlar

$$q = UA(TETD) \quad (\text{W}) \quad (4)$$

$$TETD = t_{ea} - t_i + \lambda(t_{ed} - t_{ea}) \quad (\text{K veya } ^\circ\text{C}) \quad (5)$$

Bu formüllerdeki değerler [5] no’lu yayındaki tablolardan yazılım içine alınmıştır.

2.1.2. Pencereleden Isı Kazancı

Pencerelerin saydam kısımlarından güneş ışımasını ile ısı kazancı olur. İlave olarak camın ısıyı iletmesi ve her iki yüzeyinde taşınım olması sonucunda taşınım- la geçen ısı kazancı da hesaplanmalıdır. Taşınım- la ısı kazancı,

$$q = UA(t_o - t_i) \quad (\text{W}) \quad (6)$$

Eşitliği ile hesaplanır. Güneş ışımasını ile ısı kazancı ise;

$$q = A(SC)(SHGF) \quad (\text{W}) \quad (7)$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

2.1.3. Ayırıcı Panolar, Tavanlar ve Döşemelerden Isı Kazancı

İç duvarları ayıran panolar, tavan ve döşemelerden ısı kazancı,

$$q = UA(t_b - t_i) \quad (\text{W}) \quad (8)$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

2.2. İç Isı Kazançları

Bir mahalde bulunan insanlar, aydınlatma araçları ve

her türlü elektrikli cihazlar ortama ısı yayarlar. İnsanlar bedensel aktivite derecelerine bağlı olarak hem duyulur, hem gizli ısı yayar. Elektrikli cihazların bazıları yalnız duyulur ısı yayarken bazıları da (çay makinası, buharlı ütü vb.) hem duyulur hem gizli ısı yayarlar. Cihazların ortama verdikleri ısı, çalışma süreleri ile orantılıdır. Dolayısıyla cihazların etiketlerinde yazılı güçleri değil kullanma faktörleri de dikkate alınarak verdikleri ısı, kazanç olarak hesaplanmalıdır.

2.2.1 İnsanlardan Isı Kazançları

Kapalı bir ortamda bulunan insanların, sahip oldukları aktivite derecesine göre iç ortama verdiği duyulur ve gizli ısı miktarları tablolar halinde verilmiştir. Bu değerler, hesap anında mahalde bulunan kişi sayısı ile çarpılarak ısı kazanç değerleri hesaplanmış olur.

Duyulur ısı kazancı:

$$q_{duyulur} = N \times \text{duyulur ısı kazancı} \quad (\text{W}) \quad (9)$$

$$q_{gizli} = N \times \text{gizli ısı kazancı} \quad (\text{W}) \quad (10)$$

Burada N ortamda bulunan insan sayısını ifade eder.

2.2.2. Aydınlatma Araçlarından Isı Kazançları

$$q_{el} = N \times W \times F_{ul} \times F_{sa} \quad (\text{W}) \quad (11)$$

Armatür faktörü farklı olan akkor telli ve floresan lambalar ayrı ayrı hesaba katılır.

2.2.3. Cihazlardan Isı Kazançları

Gücü P ve verimi EF olarak bilinen bir cihazdan ısı kazancı:

$$q_p = P \times E_F \quad (\text{W}) \quad (12)$$

Bunun dışında elektrikli ve buharlı cihazlardan ısı kazancı:

$$q_{duyulur} = q_{is} \times F_{UA} \times F_{RA} \quad (\text{W}) \quad (13)$$

$$q_{gizli} = q_{il} \times F_{UA} \quad (\text{W}) \quad (14)$$

Kullanım ve ışınlım değeri bilinmediği durumlarda duyulur ve gizli ısı kazancı değerleri, katalog değerlerinin %50'si olarak alınabilir.

2.3. Havalandırma ve Sızma (Enfiltrasyon)

Havası ile Isı Kazançları

İster havalandırma ister sızıntı havası olsun her iki durumda da dış ve iç ortam havası arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle duyulur ısı, nem oranı farkı nedeniyle de gizli ısı kazancı olacaktır.

$$q_{duyulur} = 1,23 Q (t_o - t_i) \quad (W) \quad (15)$$

$$q_{gizli} = 3010 Q (W_o - W_i) \quad (W) \quad (16)$$

$$q_{total} = 1,20 Q (H_o - H_i) \quad (W) \quad (17)$$

Katsayıların açıklaması:

1,23 : $W = 0.01$ ($kg_{nem}/kg_{kuru\ hava}$) değeri için özgül ısı, ($kJ/kg \cdot K$)

3010 : ortalama sıcaklık ve nem oranı için (yoğunlukxentalpi) değerini temsil eder, (kJ/m^3)

1,20 : hava yoğunluğu, (kg/m^3)

2.4. Soğutma Yüğü

Yazılımda duyulur soğutma yüğü hesabı için kullanılan formüller:

$$q_{duyulur} = (q_{cf} + q_{arf} + q_c) \quad (W) \quad (18)$$

$$q_{cf} = q_{s,1}(1-rf_1) + q_{s,2}(1-rf_2) + \dots + q_{s,n}(1-rf_n) \quad (W) \quad (19)$$

$$q_{arf} = \sum_{\gamma=h_{a+1-0}}^{\theta} \frac{(q_{s,1} \times rf_1 + q_{s,2} \times rf_2 + \dots + rf_n)_{\gamma}}{\theta} \quad (W) \quad (20)$$

$$q_c = q_{sc,1} + q_{sc,2} + q_{sc,\beta} \quad (W) \quad (21)$$

Eşitlik 19 ve 20'nin payındaki son terimler ASHRAE Fundamentals'ın 1993 [5] ve 1997 basımlarında[7] faklıdır.

Gizli Soğutma Yüğü

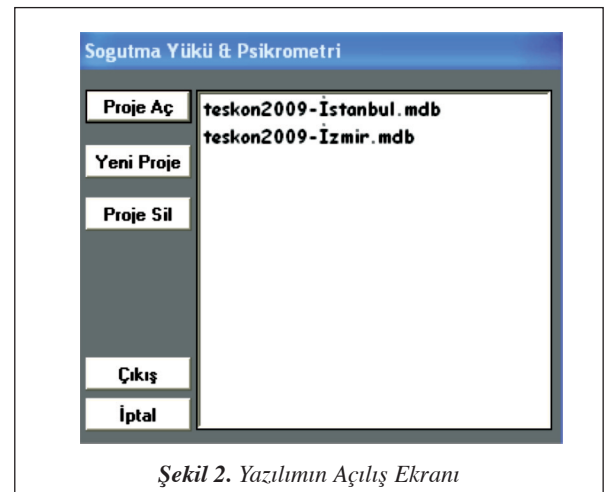
$$q_{gizli} = q_{l,1} + q_{l,2} + q_{l,\beta} \quad (W) \quad (22)$$

3. YAZILIMIN TANITIMI

Yukarıda yazılımda kullanılan formüller verilmiştir.

Burada ise yazılımın mimarisi tanıtılacaktır. Yazılım alanındaki gelişmeler, bilgisayar hakkında hiçbir ön bilgisi olmayan kişilerin dahi yazılımları kolayca kullanabilmesine olanak sunar hale gelmiştir. Bunun için yazılımlarda kullanıcıyı yönlendiren ikonlar, gerekli yerde ulaşılabilen yardım dosyaları gibi kolaylaştırıcı unsurlar yazılıma dahil edilmektedir. Sunulan yazılımda da bu tür unsurlara yer verilmiş olup, kullanıcı dostu olarak tabir edilen bir yazılım oluşturulmaya çalışılmıştır.

Mühendislik yazılımlarından beklenen bir özellik de yarım kalan bir çalışmaya daha sonra kalındığı yerden devam edilebilmesi ya da bitmiş bir proje çalışmasında daha sonra değişiklikler yapılabilmesidir. Sunulan yazılım (program) çalıştırıldığında var olan bir projenin mi açılacağı, yoksa yeni bir projeye mi başlanacağı sorulmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Yazılımın Açılış Ekranı

Var olan proje açılıp üzerinde gerekli düzeltme veya değişiklikler yapılabilir. "Yeni Proje" seçeneği tıklandığında Şekil 3'de görülen form açılır. Burada projeyi hazırlayan, projenin adı, adresi, türü, tasarım tarihi gibi bilgilerin girilmesi istenir. Bunun yanında aynı form üzerinde projenin uygulanacağı il seçildiğinde, o ile ait enlem, boylam, rakım ve sıcaklık bilgileri otomatik olarak ilgili hücrelere atanır.

Şekil 3'deki form üzerinde 8 farklı sekme görülmektedir.

Bunlar sırasıyla;

- Genel,
- İklim mahalleri,
- Yapı bileşenleri,
- İnsanlar,
- Aydınlatma,
- Elektriksel Yükler,
- Dış Hava,

➤ Soğutma Yüğü sekmeleridir.

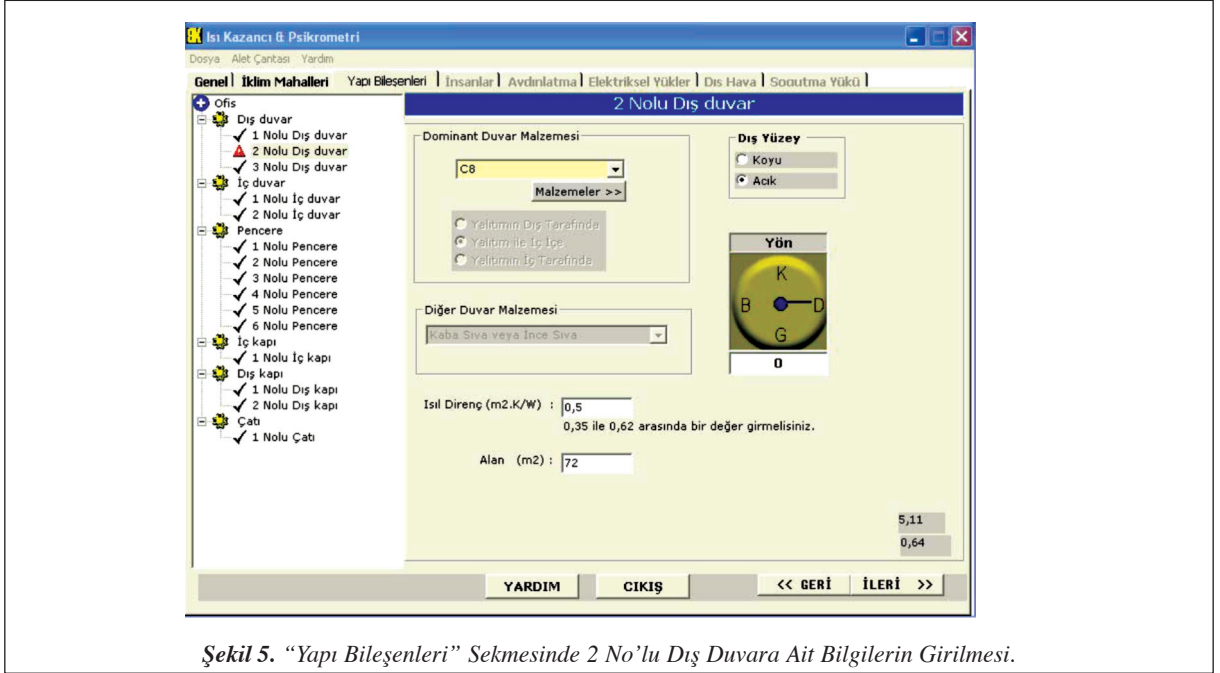
Her sekme altında açılan form üzerinde doldurulması gereken bilgiler doldurulduğunda “İleri” tuşuna tıklanarak sonraki sekmeye ait formun açılması sağlanmış olur. Şekil 4’te “İklim Mahalleri” sekmesine ait pencere görülmektedir.

Şekil 3. Yeni Proje Açılış Sayfası

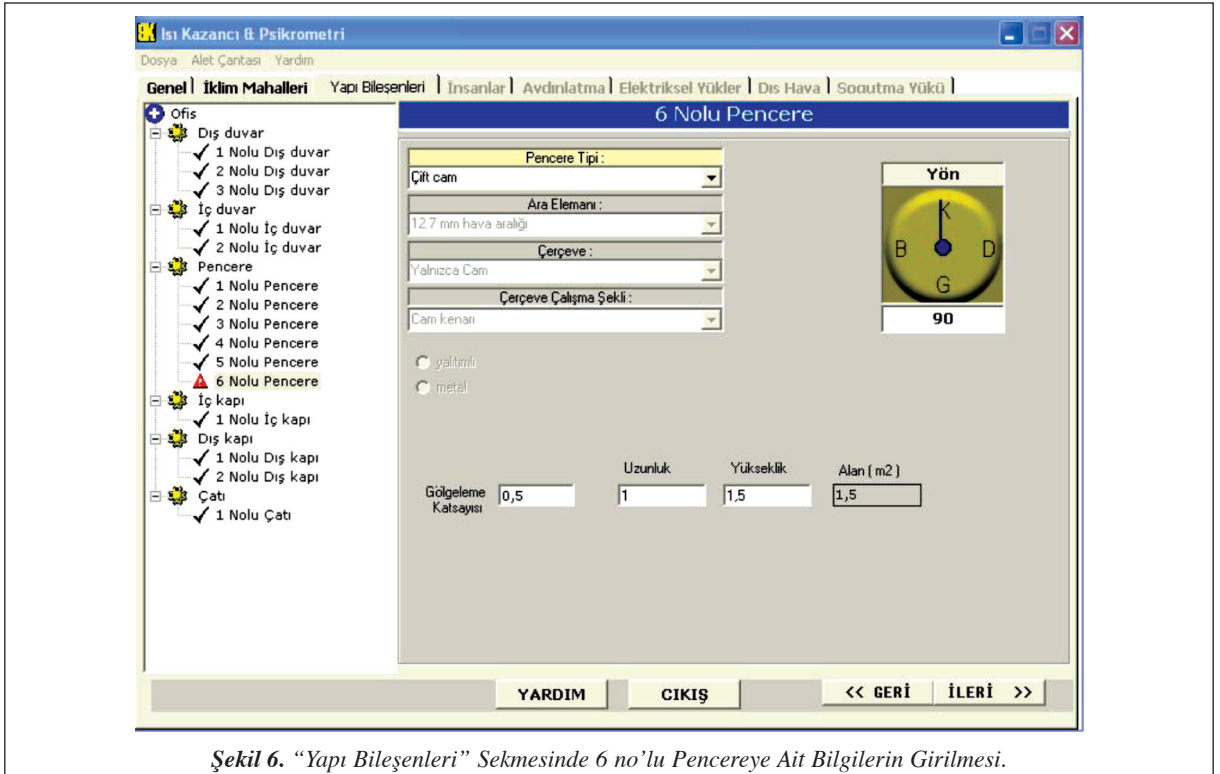
Şekil 4. “İklim Mahalleri” Sekmesine Ait Pencereye Ait Ekran Görüntüsü

Şekil 4'te görülen menüde iklimlendirilecek hacmin cinsi (salon, ofis, atölye vs.), boyutları, yapı bileşenleri ve sayıları girilmelidir. Bir sonraki sekmede ise seçilen duvar, kapı, pencere gibi bileşenleri yönleri ile yapı kodları gibi bilgiler girilir (Şekil 5).

Aşağıdaki şekillerde (Şekil 6-10) yazılımın diğer sekmelerinden örnekler verilmiştir.



Şekil 5. “Yapı Bileşenleri” Sekmesinde 2 No’lu Dış Duvara Ait Bilgilerin Girilmesi.



Şekil 6. “Yapı Bileşenleri” Sekmesinde 6 no’lu Pencereye Ait Bilgilerin Girilmesi.

Isı Kazancı & Psikrometri

Dosya Alet Çantası Yardım

Genel İklim Mahalleri Yapı Bileşenleri İnsanlar Aydınlatma Elektriksel Yükler Dış Hava Soğutma Yüğü

Ofis

Yapılan Aktivite

Tiyatroda oturuyor, gece
Oturuyor, çok hafif işler (bürolar, oteller, apa
Orta derecede büro işi (bürolar, oteller, apart
Ayakta, hafif iş yürüme (Toplu alışveriş yerle
Yürüme, ayakta durma (Eczane, banka)
Oturma (lokanta)
Hafif tezgah işi (fabrika)
Dans
4,8 km/h hızla yürüme; hafif atölye işleri

Erkek Kadın Çocuk

İnsan sayısı:

Önerilen Isılar:

DI 75 GI 55 TOPLAM 130

Giriş: 08:00 Süre: 09

TEMİZLE SİL EKLE

Aktivite	Cinsiyet	Sayı	DI	GI	Giriş	Süre
Orta derecede büro işi (bü...	Erkek	85	75	55	08:00	9

YARDIM ÇIKIŞ << GERİ İLERİ >>

Şekil 7. "İnsanlar" Sekmesinde Aktivite, Kadın, Erkek Sayısı İle Giriş Saati ve Faaliyet Süresi Girilmektedir.

Isı Kazancı & Psikrometri

Dosya Alet Çantası Yardım

Genel İklim Mahalleri Yapı Bileşenleri İnsanlar Aydınlatma Elektriksel Yükler Dış Hava Soğutma Yüğü

Ofis

Aydınlatma Türü

Floresan Akkor

Adet:

Ballast faktörü:

Güç (W) :

Açılış Saati:

Kullanım Süresi:

TEMİZLE SİL EKLE

Tür	Adet	Açılış Saati	Kullanım Süresi	Güç (W)	Ballast Faktörü
Floresan	360	08:00	9	1,2	40
Akkor	40	00:00	24	1	100

YARDIM ÇIKIŞ << GERİ İLERİ >>

Şekil 8. "Aydınlatma" Sekmesinde Lamba Tipi, Adedi, Açılış Saati ve Faaliyet Süresi Girilmektedir.

Şekil 9. "Elektriksel Yükler" Sekmesinde Mutfak ve Hastane Cihazları Gibi Cihazların Gücü, Adedi, Açılış Saati ve Faaliyet Süresi Girilmektedir.

Şekil 10. "Dış Hava" Sekmesinde Söz Konusu Hacmin Çalışma Saatleri ve Hava Debileri Girilmektedir.

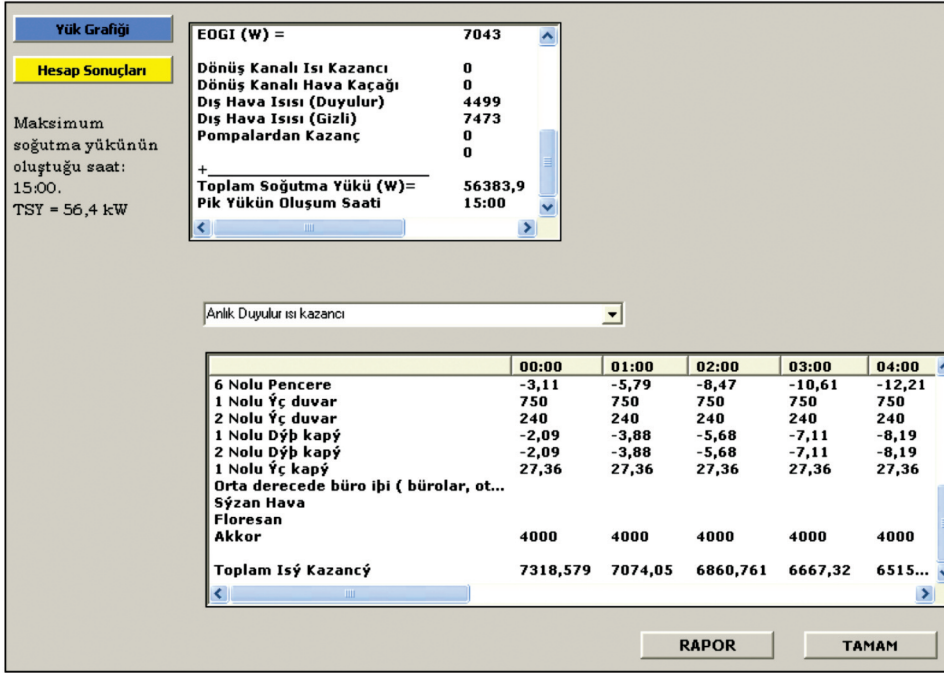
Kullanıcı gerek duyduğunda yazılımın Yardım menüsünden yararlanabilir. “Yardım” menüsüne ait örnek bir sayfa Şekil 11 verilmiştir.

Son sekme (Soğutma Yüğü) geldiğinde (Şekil 12), “SOĞUTMA YÜKÜNÜ HESAPLA” düğmesi-

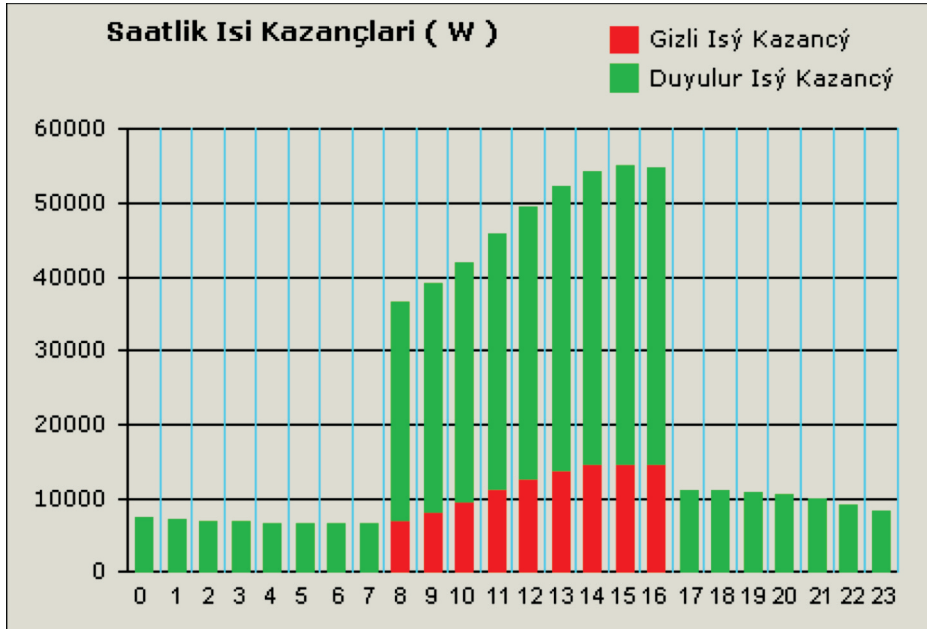
ne tıklandığında; Şekil 13’deki pencere açılır. Burada binanın bileşenlerine ait soğutma yüğü değerleri saat saat tablo halinde görünmektedir. İstenirse “Yük Grafiğı” düğmesine tıklanarak sonuçlar grafik halinde de görüntülenebilir (Şekil 14).

Şekil 11. Yardım Menüünden “Aydınlatma” Bölümüne Ait Yardım Penceresi.

Şekil 12. “Soğutma Yüğü” Sekmesi Altında Açılan Pencere Görüntüsü.



Şekil 13. "Soğutma Yüğü" Sekmesi Altında Açılan Pencere Görüntüsü.



Şekil 14. Soğutma Yüğüne Saatlere Göre Grafik Olarak Gösterilmesi.

Şekil 12’de verilen penceredeki “Psikrometrik Diyagram” düğmesine tıklanırsa Şekil 15’de verilen diyagram çizilir. Burada çizilen diyagram İstanbul’un rakım değeri olan 40 m içindir. Seçilen yere bağlı olarak çizilen diyagram ve değerler değişmektedir.

4. YAZILIM İLE UYGULAMA ÖRNEĞİ

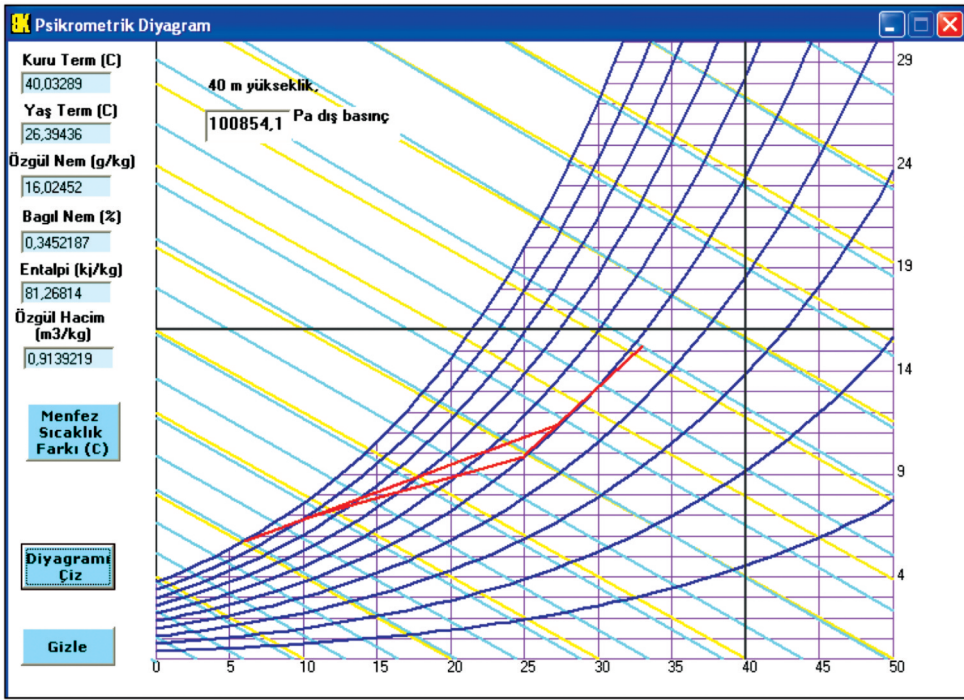
Şekil 16’da şematik kat planı görülen binaya ait yer hariç [5] no’lu kaynaktan alınan veriler:

Yer: İstanbul.

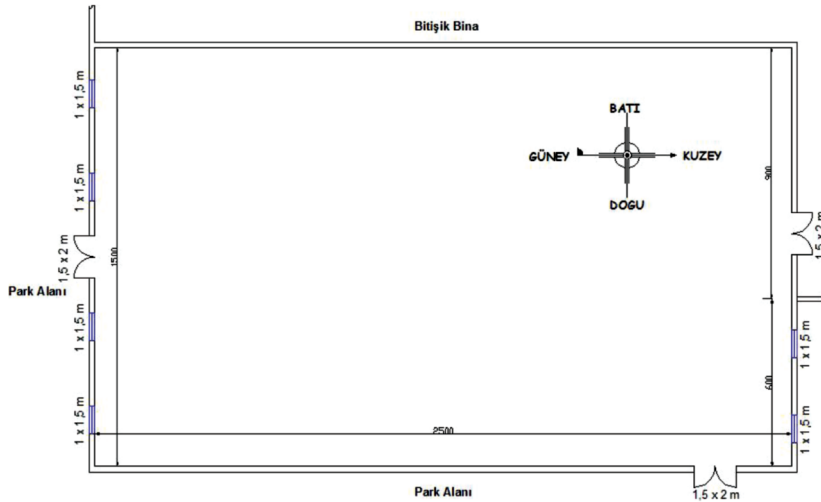
Güney Duvarı

100 mm açık renkli kaplama tuğla, 200 mm tuğla, 16 mm alçı sıva, 6 mm sıva üzerine yapıştırılmış kontraplak panel ($U=1,36 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ veya $R=0,755 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$).

Dominant yapı elemanı C9 ve “Entegre Kütle” için olan tablodan Tabaka 14.



Şekil 15. Yazılımın 40 m Rakım İçin Çizdiği Psikrometrik Diyagram.



Şekil 16. Örnek Hesaplama İçin Esas Alınan Bina Kat Planı [5].

Dış tabaka A2 veya A7

İç Tabaka E1 (kontrplak panelin etkisi ihmal edilmiştir.)

R değeri aralığı 6.

Bu verilerle Duvar Grup sayısı 24, zaman farkı 11,29 saat ve efektif azaltma faktörü 0,23 olarak bulunur.

Doğu Duvarı ve Kuzey Duvarının Dış Atmosfere Açık Kısmı

200 mm açık renkli ağır konstrüksiyon beton blok, duvarda 16 mm sıva ($U=2,73 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ veya $R=0,366 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$).

Dominant yapı elemanı C8, iç yüzey E1

Batı Duvarı ve Bu Duvara Bitişik Kuzeye Bakan Ayırıcı İç Duvar

325 mm tuğla, sıva yok ($U=1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ veya $R=0,713 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$).

Çatı

50 mm yüksek yoğunlukta beton, 50 mm esnemez çatı yalıtım malzemesi, iki kat su sızdırmaz çatı yalıtım malzemesi ile kaplanmış çatma çatı ve koyu renkli çakıllı çatı kaplaması, asma tavansız çatı ($U=0,51 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ veya $R=1,96 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$)

Döşeme

100 mm zemin üzeri beton döşeme

Lambalar

Floresan: 40 W'lık 360 adet lamba, 08:00-17:00 saatleri arasında açık. Akkor: 100 W'lık 40 adet lamba, 24 saat açık.

İnsanlar

85 kişi (erkek), 08:00-17:00 saatleri arasında, orta derecede büro işi yapıyor.

Bölüm 3'te yazılımın tanıtılması için verilen ekran görüntüleri örnek hesaplama için kullanılan binaya ait değerleri içerdiğinden burada tekrar verilmeyecektir.

Şekil 13'te görülen ekranda "RAPOR" düğmesine tıklandığında; pik yükün olduğu saate ait değerler rapor edilmektedir. İstenirse, bu raporun çıktısı yazıcıdan kağıda alınabilir. Şekil 17'de raporun bir kısmı görülmektedir. Örnek bina için Şekil 13'ten en yüksek ısı kazancının saat 15:00'te, 56.4 kW olarak gerçekleştiği görülmektedir.

PİK YÜKÜN OLUŞTUĞU SAATTEKİ ISI KAZANCI ve SOĞUTMA YÜKLERİ		
Isı Kaynağı Bileşenleri :	Duyulur Isı Kazancı	Gizli Isı Kazancı
Ofis	--	--
1 Holu Dış duvar	235,93	
2 Holu Dış duvar	1173,33	
1 Holu Çatı	4299,2	
1 Holu Pencere (Işınım)	101,6	
1 Holu Pencere	61,2	
2 Holu Pencere (Işınım)	101,6	

Şekil 17. Pik Yükün Oluştugu Saat İçin Rapor Görüntüsü.

SONUÇ

İklimlendirme için ısı kazancı ve soğutma yükü hesabı yapmak üzere oluşturulan bir yazılım tanıtılmıştır. Yazılım MS Visual Basic 6.0 ile derlenmiştir. Bir öğrenci çalışması olarak ticari kaygı veya reklam amacı gütmemektedir.

Bilgi üretiminin ve paylaşımının çok hızlı gerçekleştiği günümüzde, üretilen bir yazılımın da sürekli güncellenmesi gerekmektedir. Nitekim bu yazılımda kullanılan formülasyon, ASHRAE Fundamentals 2005'te [8] değiştirilmiş; Işınım Zaman Serisi Metoduna (Radiant Time Series -RTS- Method) geçilmiştir. Bir yazılımın sürekli güncellenmesi ve hatta yeniden yazılması ancak bu işten geçimini sağlayabilecek profesyonel ekiplerce yapılması gereken bir iştir.

Ülkemizde yerli yazılım sektörünün gelişmesi için yeterli insan potansiyeli olduğu söylenebilir. Ancak çetin yarış ortamında yazılım üreticilerinin ayakta kalabilmesi için üretilen yazılımların uluslararası pazara sunulması kaçınılmazdır. Bunun için de yazılımların içeriği kadar görşelliği ve kullanıcı dostu olması önemlidir. Yazılımda kullanılan terminolojinin de kullanıcı için zorluk çıkarmaması önemlidir. Yerli yazılım üretiminin önündeki engellerden biri telif haklarına yeterli özenin gösterilmemesi, yazılımın kolayca çoğaltılarak dağıtılabilmesi ise bir diğeri de firmaların yerli yazılım kullanma konusundaki tereddütleridir. Bu noktada özellikle mühendisler arasında ortak bir dil oluşturulmasının önemine değinmek gerekir. Ülkemizde iklimlendirme konusunda referans sayılabilecek ortak bir yayın bulunmamaktadır. ASHRAE yayınlarının çevirisine dayalı kitaplarda ise çok sayıda formül ve yazım hatası bulunmaktadır. Dolayısıyla bu kaynaklara dayalı olarak üretilen yazılımların hatalı sonuç üretme riski ortaya çıkmaktadır.

SEMBOLLER

A	: ısı transfer alanı m ²
E _F	: elektrikli cihazın verimi %
F _{RA}	: ışınım faktörü %
F _{sa}	: armatür faktörü %
F _{UA}	: kullanım faktörü %
F _{ul}	: kullanma faktörü %

h _a	: soğutma yükü hesabının yapıldığı saat (1'den 24'e kadar)
H _i	: iç ortam havasına ait entalpi kJ/kgk. hava
H _o	: dış ortam havasına ait entalpi kJ/kgk. hava
I _{DT}	: toplam günlük güneş ısı kazancı (tablodan alınır) W/m ²
I _t	: toplam güneş enerjisi (=1,15 × (SHGF) olup, SHGF tablodan alınır) W / m ²
N	: kişi sayısı veya aydınlatma armatürlerinin sayısı adet
P	: elektrikli cihazın gücü W
q	: ısı miktarı W
Q	: ASHRAE Standart 62'den havalandırma debisi veya sızan hava debisi Litre/s
q _{arf}	: n yük elemanı için saatlik duyulur ısı kazancı ortalama ışınım oranı W
q _c	: β yük elemanının sadece taşınım ile olan saatlik duyulur ısı kazancı miktarı (hesapların yapıldığı saat için) W
q _{cf}	: n yük elemanı için hesapların yapıldığı saat için duyulur ısı kazancının taşınım bileşeni W
q _{duyulur}	: duyulur ısı kazancı W
q _{el}	: aydınlatma araçlarından olan ısı kazancı W
q _{il}	: cihazın kataloğunda verilen gizli ısı kazancı W
q _{is}	: cihazın kataloğunda verilen duyulur ısı kazancı W
q _i	: β yük bileşenlerinden olan saatlik gizli ısı kazancı (hesapların yapıldığı saat için) W
q _p	: elektrikli cihazdan ısı kazancı W
q _{s,1}	: 1,...,n yük bileşenlerinden olan saatlik (hesapların yapıldığı saat için) duyulur ısı kazancı W
q _{total}	: havalandırma veya sızma havasından olan toplam ısı kazancı W
rf ₁	: yük elemanı 1,...,n için saatlik duyulur ısı kazancı ışınım oranı
SC	: gölgeleme katsayısı
t _b	: bitişik ortam sıcaklığı °C
t _e	: güneş-hava sıcaklığı °C
t _{ea}	: 24 saat ortalama güneş-hava sıcaklığı °C
t _{eδ}	: hesaplama saatinden δ saat önceki güneş-hava sıcaklığı °C
t _i	: iç tasarım kuru termometre sıcaklığı °C
t _o	: hesap anındaki kuru termometre sıcaklığı °C
t _o	: 24 saat ortalama güneş-hava sıcaklığı °C
t _o	: dış ortam sıcaklığı °C
U	: toplam ısı geçiş katsayısı W/m ² -K
W	: aydınlatma armatürlerinin her birinin gücü W
W _i	: iç ortam nem oranı kgnem/kgk.hava
W _o	: dış ortam nem oranı kgnem/kgk.hava
α	: yüzey yutma katsayısı
α/η _o	: yüzey renk faktörü; açık renk yüzeyler için 0,15; koyu renkli yüzeyler için 0,30'dir.
γ	: hesaplama saatlerinden biri
λ	: azaltma faktörü %
θ	: duyulur ısı kazancı ortalama ışınım oranının bulunduğu saat sayısı
εδR/h _o	: uzun dalga ışınım faktörü (yatay yüzeyler için -3,9 °C, düşey yüzeyler için 0 °C) °C

KISALTMALAR

TETD / TA	: Total Equivalent Temperature Differential / Time Averaging (Toplam Eşdeğer Sıcaklık Farkı / Zaman Ortalaması)
TFM	: Transfer Function Methods (Geçiş Fonksiyonu Yöntemi)
CLTD	: Cooling Load Temperature Difference (Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı)
SHGF	: Solar Heat Gain Factor (Güneşten Isı Kazancı Faktörü)
SCL	: Solar Cooling Load Factor (Güneş Enerjisi Soğutma Yüğü Faktörü)
CLF	: Cooling Load Factor (Soğutma Yüğü Faktörü)

KAYNAKLAR

- [1] ORANLIER, B., “Isı kazancı Hesabı İçin Bilgisayar Yazılımı”, Bitirme Projesi, ZKÜ, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, 2003.
- [2] KOYUN, A. ve PAKKAN, A. D., “Tesisat Projeleri İçin Geliştirilen Bir Algoritma”, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, İzmir, 2001
- [3] SELBAŞ, R. ve ark., “Soğutma Yüğü Hesaplamaları İçin Alternatif Bir Yazılım”, İklim2005, Ulusal İklimlendirme Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 25-27 Şubat 2005, Antalya.
- [4] İNAM, B. ve EYRİBOYUN, M., “Radyant Isıtma Sistemleri için Bir Bilgisayar Yazılımı”, VII. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, CD-Kitap, Mayıs 2006, İstanbul.
- [5] ASHRAE Temel El Kitabı, “Konut Dışı Yapılarda İklimlendirme, Soğutma ve Isıtma Yüğüleri”, Çeviren: Nurdil ESKİL, Osman GENCELİ, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayınları: 2, Ankara, 1998.
- [6] Klima Tesisatı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayınları, MMO/2001/296, Ankara, 2001.
- [7] ASHRAE Handbook 1997: Fundamentals, “Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations”, Atlanta, USA, 1997
- [8] ASHRAE Handbook 2005: Fundamentals, “Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations”, Editor: Mark S. Owen, Atlanta, USA, 2005 Teknolojik Araştırma Bildirisi