6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 49

Örnek Bir Bina İçin Farklı Enerji Performans Programlarının Isıtma-Soğutma Yük Hesaplarının Karşılaştırılması

N. Alpay KÜREKCİ
Seyit KAPLAN

Abstract:

Heating and cooling loads of an eight storey sample building located in Ġstanbul were determined using HAP and Revit software. Two floors are used as residence, three floors as office and three floors as management offices. Three different systems were chosen in order to examine the effect of system load on heating and cooling loads and compare softwares. Radiator, 4-pipe fan coil and all air sytems were designed for residences, offices and management office, respectively. Conditions effecting calculated results such as working schedule, indoor and outdoor conditions were the identical for both softwares. Calculated results are found to be very close to each other.

Key Words:

HAP, REVIT, Heating and Cooling Loads

ÖZET

İstanbul ilinde bulunan 8 katlı örnek bir binanın ısıtma ve soğutma yükleri, HAP ve Revit programlarıyla hesaplanmıştır. Binada 2 kat konut, 3 kat ofis ve 3 kat yönetim katı olarak kullanılmaktadır. Sistem yüklerinin ısıtma ve soğutma yüklerine etkisini inceleyebilmek ve programların karşılaştırmalarını yapabilmek için, farklı üç sistem seçilmiştir. Konut, ofis ve yönetim için tasarlanan sistemler sırasıyla; radyatör, 4 borulu fan coil ve tüm havalı sistemlerdir. Hesaplamalarda sonuçlara etkisi olan iş programı, iç ve dış ortam şartları her iki program için aynı alınmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *HAP, REVIT, Isıtma-Soğutma Yükü.*

1. GİRİŞ

Sanayinin geliştiği ilk günden bugüne, enerji ihtiyacı tüm dünyada artış göstermektedir. Günümüzde insanlar konforlu ortamlarda yaşamak istemekte ve bu konforundan asla fedakârlık etmemektedir. İnsanların bu konforlu ortamları için her geçen gün daha fazla enerji kullanmak zorunda kalmaktayız. Enerjiye olan bu ihtiyaç, ülkelerin siyasi kararlarını yönetmekte, savaşlara bile sebep olmaktadır. Türkiye'de sadece 10 yılda 385 milyar dolardan daha fazla para, enerji ithal etmek için harcanmıştır. Türkiye'nin 2013 yılında ithalatının %22'si enerji ürünleri için gerçekleşmiştir. Yaklaşık olarak her 4 $ ithalatımızın, 1 $'ı enerjiye gitmektedir.

Avrupa'da binalarda kullanılan enerji, toplam enerjinin yaklaşık %40'ı civarındadır. Toplam CO_2 emisyonunun ise %30'na sebep olduğu hesaplanmaktadır [1].

Isıtma ve soğutma yüklerinin doğru bulunması, gerek cihaz kapasitelerinin tespitinde, gerekse sistem seçiminde oldukça önemlidir. Uygulamada ısıtma yükü hesapları TS 2164 [2]'e göre yapılmaktadır. Basit tabloların doldurulması veya bilgisayar programları (excel

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 50

vb.) yardımıyla ısıtma yükü hesapları yapılabilmektedir. TS 2164'te yapı elemanlarından olan iletim ve taşınım ısı kayıpları ile infiltrasyon ısı kaybı hesaplanır. Bulunan toplam ısı kayıp değeri yön, birleştirilmiş ve kat yükseklik artırımları ile çarpılarak, artırılmış ısı kayıpları bulunur. Mahallerin ısı kayıpları bulunurken, mahale doğru olan ısı kazançları hesaba katılmamaktadır. Ayrıca aydınlatma, insan, elektrikli ekipman vb. iç ısı kazançları da hesaba katılmamaktadır. Bu durum ihtiyaç miktarından çok daha fazla ısıtma kapasitesi bulunmasına, radyatör ve kazan kapasitelerinin büyük seçilmesine sebep olmaktadır. İhtiyaç miktarından büyük seçilen kazanlar çok soğuk olmayan havalarda ya dur-kalk şeklinde çalışmakta ya da birçok brülörde olan modülasyon ile alev boyunu azaltmaktadır. Özellikle dur-kalk şeklinde çalışan cihazlar ısı ihtiyacının azaldığı durumlarda çalışıp, çok kısa sürede duracaktır. Bu şekilde çalışan kazanlar çok yakıt tüketmektedir. Maalesef farklı kapasitede cihazı deneme şansı olmadığından, mevcut kazanın çok yakıt yaktığı da anlaşılamaz. Ancak başka bir bina veya daire ile karşılaştırılabilir. Ama yapılan karşılaştırma, ısı kayıpları veya kullanım koşulları farklı olduğundan, tam sonuç vermeyecektir [15].

Soğutma yükleri bulunurken yapılan en büyük hata, tüm ısı kazançlarının aynı anda geldiğini düşünmektir. Oysa doğuya bakan bir mahalde sabah saatlerinde güneşten ısı kazancı olurken, aydınlatma farklı bir saatte önemli olabilmektedir. Ayrıca insan, aydınlatma, elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısıl yükler farklı saatlerde mahal için önemli olabilmektedir. Tüm ısıl kazançların aynı anda mahale geldiği veya tam zamanlı etki ettiği düşüncesi soğutma yüklerinin gereğinden büyük hesaplanmasını sağlar. Genelde bu şekilde yapılan hesaplarda, kapasiteler 2-3 kat büyük bulunabilmektedir. Bu yöntemle seçilen soğutma grupları, gerçekte olan ısı kazançlarını çok kısa sürede karşılayabildiği için, ısıtmada olduğu gibi cihazlar dur-kalk şeklinde çalışacaktır. Bu şekilde çalışan cihaz da fazla elektrik harcayacaktır. Ayrıca büyük kapasiteli cihaz seçimi, ilk yatırım maliyetlerini de artırmaktadır [15].

Özellikle soğutma yükü hesaplarını doğru hesaplayabilmek için, tasarımcılar bilgisayar programları kullanmaktadır. Bu tür programlar kullanıcının girdiği yapı elemanlarının özelliklerini kullanarak iletim ve taşınım ile ısı kazançlarını, güneşten gelen ısı kazançlarını, aydınlatma, insan ve elektrikli cihazlardan gelen duyulur ve gizli ısıları ayrı ayrı hesaplayabilmektedir. Ayrıca programlar bu ısı yüklerinin, kullanıcının girdiği iş programına göre hangi saatler arasında etkili olacağını hesaplayarak, saatlik ısı kazanç değerlerini bulabilmektedir. İnsanların ihtiyacı ve mahaldeki kötü kokuları uzaklaştırmak için gerekli olan taze hava miktarlarını da tespit eden program, taze havadan kaynaklanan duyulur ve gizli ısıları da hesaplamaktadır. Bu ısı kazançlarına ilaveten kullanılacak sistemden kaynaklanan ısı yükleri de vardır. Kanallardan olan ısı kazançları, fan ısı yükleri, havalandırma vb. kazançlar, seçilecek sistemden dolayı oluşmaktadır. Toplam ısı kazancının hesabında bu yüklerin de hesaplanması gereklidir [15].

Kullanılan enerjinin doğru hesaplanması ve sonrasında azaltılması için değişik bilgisayar programları kullanılmaktadır [3]. Bu tür programlar enerji simülasyonu yaparak binaların enerji ihtiyaç değerlerini hesaplamakta, yapılan değişikliklerin ihtiyaç miktarına etkisini kullanıcıya sunabilmektedir.

Crawley vd. [4], son yıllarda popüler olan enerji simülasyonu yapabilen 20 ayrı programın karşılaştırmalarını yapmıştır. Karşılaştırma yaptığı programlar: BLAST, BSim, DeST, DOE-2.1E, ECOTECT, EnerWin, Energy Express, Energy-10, EnergyPlus, eQUEST ESP-r, IDA ICE, IES VE, HAP, HEED, PowerDomus, SUNREL, Tas, TRACE ve TRNSYS'dır. Bu programları, genel modelleme özellikleri, bölge yükleri, bina zarfı kazançları, güneş radyasyonu, infiltrasyon, havalandırma, multizone hava akımı, yenilebilir enerji sistemleri, elektrik sistemleri ve ekipmanları, HVAC sistemleri, HVAC ekipmanları, çevre emisyonları, ekonomik değerlendirme, raporlama, iklim veri kullanılabilirliği, sonuç, doğrulama, kullanıcı ara yüzü, diğer programlarla bağlantılar ve kullanılabilirlik kıstaslarında karşılaştırmalarını yapmıştır.

Rey vd. [5], BEA (Building Energy Analysis) prog-

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 51

ramı ile HAP ve POWERDOE programlarının karşılaştırmalarını yapmıştır. Enerji tüketiminde inşaat sektörünün önemini belirterek, enerji simülasyonu sayesinde, çevreye daha az CO_2 salımının yapılabileceğini vurgulamıştır.

Orosa vd. [6], eski ve yeni okul binaları için ölçülen ve simülasyon sonuçlarını karşılaştırmıştır. Binalarda enerjinin kaybının önemini vurgulamıştır.

BIM (Building Information Modeling) teknolojisi mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Tarihi binalar da dâhil tüm binalarda kullanılan bu teknoloji, yeni yapılarda ve yıkılıp tekrar yapılan binalarda, proje kontrolünü kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaktadır [7].

BIM teknolojisi bina tasarımında farklı bakış açıları getirmiştir. Binayı sadece kullanım ve işlevsellik açısından değil, terör saldırısı olduğunda sistem dizaynının etkileri de incelenebilmektedir [8]. Binada yangın esnasında bina sakinlerinin çıkış senaryoları da yine bu teknolojik yazılımlar ile incelebilmektedir [9, 10]. Ayrıca mimaride yol planlaması temel bir sorundur. Kapalı ve açık gezinti ve acil tahliye yollarının iki boyutlu tasarlanması bazı yapısal sıkıntılar doğururken, BIM teknolojilerini kullanarak üç boyutlu tasarlanabilmektedir [10].

BIM teknolojisi yapı güvenliği konusunda da kullanılmaktadır. Güvenlik tehlikelerini tespit etmek, kullanıcılara önleyici tedbirler önermek konularında BIM teknolojisi kullanılmaktadır [11].

Ülkemizde soğutma hesap yüklerinin hesaplanması için en yaygın program HAP (Hourly Analysis Program)'dır. Bu program hesaplarını saatlik olarak tekrarladığı için, sonuçlarının doğruluğu daha güvenilir bulunmaktadır.

Son yıllarda BIM teknolojisi ile gündeme gelen mimar, inşaat, makine ve elektrik mühendisliğinden oluşan dört disiplinin projelerde birbirlerinden haberdar çalışması, bu platformda çalışacak programları gündeme getirmiştir. Ülkemizde bu programların en tanınmışı Revit'tir. Revit, dört disiplinin de kullanabileceği hem 3 boyutlu çizim hem de hesap yapabilen bir programdır.

Tasarımcılar genelde çizimlerini Revit gibi 3 boyutlu çizim yapan bir programda çizmekte, özellikle soğutma yüklerini de HAP programı ile bulmaktadırlar. Revit programının yaptığı hesaplar, güvensiz bulunmaktadır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, BIM teknolojilerinin öneminin her geçen gün arttığı görülmektedir. Projelendirme safhalarında BIM teknolojilerinin kullanılması, yapıların tüm ömürleri boyunca karşılaşılabilecek sorunları, alınacak tedbirlerle azaltabilmektedir. Bu nedenle bu tür yazılımların ilerde daha da yaygınlaşması kaçınılmazdır.

Literatürler incelendiğinde HAP ile Revit programlarının kapsamlı örnek bir proje için karşılaştırmalarının yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışmada HAP ile Revit programlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Alınan örnek bir bina için hem ısıtma hem de soğutma yükleri bulunmuş, aralarındaki farklar çıkarılarak karşılaştırmaları yapılmıştır. Karşılaştırmada farklı zonlar için farklı sistemler seçilmiştir.

2. REVİT İLE ISITMA VE SOĞUTMA YÜKÜ HESABI

Revit'te ısıtma-soğutma yükü hesaplarının doğru bir şekilde yapılabilmesi için, yapının mimari modelinin doğru çizilmesi gerekir. Revit mantığında akıllı objelerin bulunması ve bunların tamamen bir sistem olarak çalışmasına yönelik bir program olduğu için, akıllı objelerin parametreleri ve malzemeler programa doğru bir şekilde girilmeli, programın hatalı sonuç vermesinin önüne geçilmelidir. Büyük projelerde ısıtma-soğutma yükü hesabının doğru bir şekilde değerlendirilmesi için, yapının mimari çizimine ve objelere büyük önem verilmesi, Revit'i kullanan mimarların hatasız çalışması gerekmektedir. Revit'te analyze-space (mahal analizi) kısmı kullanılarak mahaller, space (mahal) olarak tanımlanır. Burada space olarak tanımlanan mahaller için ısıtma, soğut-

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 52

ma, ısıtma ve soğutma, şartlandırılmayan mahal gibi seçenekler karşımıza çıkmaktadır. Şartlandırılan ve şartlandırılmayan mahallerin tamamı space (mahal) olarak tanımlanmalı ve condition type (koşul türü) kısmından mahal şartlandırma seçeneği girilmelidir. Space olarak girilen mahallerde space type (mahal tipi) kısmı bulunmaktadır, bu kısımdan mahalin kullanım amacı verilen opsiyonlarda seçilir (açık ofis, kapalı ofis, otel lobisi vb.). Bu space haline gelen tanımlanmış mahaller için, mahalin kullanım amacına uygun olarak kişi başına düşen m^2, insanlardan kaynaklanan duyulur ve gizli ısı yükleri, aydınlatma ve ekipmanlardan kaynaklanan ısı yükleri, asma tavana aydınlatmadan ısı geçiş oranı gibi hesaplamalarda kullanılacak olan veriler yer almaktadır. Bunların yanında bu mahalde yaşayan insanların ve bu mahalde kullanılan aydınlatma ve ekipmanlarının çalışma saatleri schedule (program) olarak ayrı ayrı verilmektedir. Burada verilen tüm değerler manuel olarak istenildiği takdirde değiştirilebilmektedir. Bu şekilde bütün mahaller ve özellikleri çizim üzerinde tek tek girildikten sonra Revit'te analyze (analiz), reports (raporlar), heating and cooling loads (ısıtma ve soğutma yükleri) menüsü seçilir ve geri kalan parametreler burada tamamlanır. Bu kısımda genel olarak binanın kullanım amacı, konumu, toprak alanının hangi kata denk geldiği, binanın eski veya yeni oluşu, binada ısıtma-soğutma için kullanılacak sistemin seçimi, yapı elemanlarının tanımlanması, binanın infiltrasyon sınıfı gibi parametrelerin girişi bulunmaktadır. Building type (bina tipi) kısmında ofis, otel, müze, hastane vb. opsiyonlar sunulmaktadır. Location (yer) kısmında ise internet üzerinden yapının tam olarak konumunu belirleyebilmekte veya önceden belirlenmiş olan ülke ve şehir opsiyonları kullanılabilmektedir. Aynı zamanda dış hava dizayn şartları, atmosfer temizlik katsayısı gibi faktörler de buradan belirlenebilmektedir. Building construction (bina yapı elemanları) kısmında ise çatı, dış duvar, iç duvar, tavan, döşeme, kapı, iç pencere, dış pencere, çatı penceresi (skylight) opsiyonları bulunmakta ve buradan tüm bina yapı elemanlarının değerleri girilmektedir. Building infiltration class (bina sızıntı sınıfı) kısmında ise 4 seçenek bulunmakta (none, loose, medium, tight) ve bu opsiyonlardan birinin seçilmesi gerekmektedir. Burada seçilen değerlere göre mahallerin infiltrasyon değerleri yük olarak hesaba katılmaktadır. Analyze (analiz), reports (rapor), heating and cooling loads (ısıtma ve soğutma yükü), details (ayrıntılar) girildiği takdirde mahaller için zonlamalar yapılabilmekte ve bu zonların ısıtma-soğutma set point (ayar) değerleri girilmektedir. Yine sisteme girecek olan ısıtma-soğutma havası sıcaklıkları, gerekli olan taze hava miktarı bu bölümden ayarlanabilmektedir. Hesaplamalar için yapılması gereken tüm değerler girildikten sonra, ısıtma ve soğutma kaybı hesabı yaptırılır ve rapor şeklinde bu Revit'in içinde saklanır. Mimarisi doğru bir şekilde çizilmiş yapıda, iç duvar, dış duvar, iç pencere, dış pencere, çatı vb. tüm yapı elemanlarını (akıllı objeleri), Revit kendi tanımakta ve buna göre hesap yapmaktadır.

3. HAP İLE ISITMA VE SOĞUTMA YÜKÜ HESABI

HAP programında ilk önce mahalleri oluşturan yapı elemanları oluşturulur. Dış ve iç duvarlar, pencereler, kapılar, çatı vb. yapı elemanları programın kütüphanesine girilir. İstenirse önceden HAP ile yapılmış bir projeden de bu bilgiler alınabilir. Bu yapı elemanları kullanılarak programda mahaller oluşturulur. Mahallerin alanları, duvar ölçüleri ve pencere ölçüleri kullanıcı tarafından seçilmektedir. Kullanıcıların bir çizim programından hesapla bulduğu değerleri HAP programına girerken hassas olmaları, yuvarlatma hataları yapmamaları ve hatalı boyutlar girmemesi gerekir. İstenen mahaller seçilerek zonlar (bölgeler) oluşturulur. Kullanıcı istediği mahalleri, istediği zonun içinde tanımlayabilir. HAP programı herhangi bir çizim programını okuyarak mahalleri tanıması veya zonları oluşturması yapamaz. Bunun yapılabilmesinin tek yolu, mimari çizimin yapıldığı programın gbxml dosyası oluşturabilmesidir. HAP gbxml uzantılı dosyaları okuyabilmektedir. Bu formatta çıktı verebilen bir programda yapılan çizimlerden alınacak gbxml uzantılı proje, HAP programında okutularak mimari ve mahal bilgileri programa tanıtılabilir.

HAP programında her zona farklı sistem seçilebilir. HAP programının üstün olduğu bir başka yön de sistemlerin çokluğudur. Türkiye'de genelde yaygın kul-

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 53

lanılan birkaç sistem var iken, özellikle ABD'de kullanılan farklı sistemler, bu program aracılığı ile denenebilir.

Toplam soğutma yükü, zon soğutma yükü ve sistem yüklerinden oluşur. Sistem yükü, seçilecek sisteme özgü hesaplanan yüklerdir. Fan, havalandırma ve kanal ısı kazançları sistem yüküne güzel bir örnektir.

Tasarımcının seçeceği herhangi bir sistem, binanın kullanım amacına göre doğru ya da yanlış olabilir. Hatalı bir sistem seçimi, binaların ekonomik ömürleri boyunca fazla enerji tüketilmesine neden olur.

Tasarımcılar proje aşamasında, binanın kullanım amacına göre farklı sistemler deneyebilir. İhtiyaç olan enerji miktarını çıkarabilir. Sistem bazlı karşılaştırma yapabilir. Hesaplamalara ilk yatırım maliyetleri de katılarak her bina için optimum sistem seçimi yapılabilir.

Türkiye'de hatalı sistem seçimi nedeniyle zarar eden oteller, işletmeler, ofisler bulunmaktadır. Özellikle soğutma yüklerinin büyük olduğu işletmelerde ilk yatırımı ucuz olması nedeniyle seçilen split klimalar, kullanım esnasında fazla enerji harcamakta ve işletmenin zarar etmesine neden olmaktadır.

4. HESAPLAMALAR

4.1 Bina Hakkında Genel Bilgiler

Örnek bina 8 katlı olup, İstanbul ilindedir. Toplam şartlandırılan alanı 2.376 m^2 ve net hacmi 7.603 m^3'dür. Mahal yüksekliği içten içe 3,2 m'dir. Tasarlanan yapı içerisinde 3 adet zon ve her zon içerisinde 50 adet mahal bulunmaktadır. Binada ilk 2 kat konut (692 m^2), sonraki 3 kat ofis (842 m^2) ve son 3 kat yönetim katı (842 m^2) olarak kullanılacaktır.

Bina toprak zemine oturmaktadır ve üstü kullanılmayan beşik çatıdır.

Binada mahal yerleşimi Şekil 1 ve 2'de görüldüğü gibidir. Binayı oluşturan duvarlar 3 cm iç-dış sıva, 30 cm tuğla ve 4 cm yalıtım malzemesinden oluşmaktadır. Yalıtımın yeri, cinsi, kalınlığı, diğer yapı elemanlarının özellikleri değiştikçe hesaplar farklılık göstermektedir. Bu nedenle iki programda da yapı elemanlarının yeri, kalınlığı ve malzemesi aynı seçilmiştir. İçten dışa doğru: iç sıva, tuğla, yalıtım malzemesi ve dış sıva şeklinde sıralama yapılmıştır.

Pencerelerin toplam ısı transfer katsayısı 1,455 W/m^2K ve dış kapı toplam ısı transfer katsayısı 4,1165 W/m^2K olan çift camlı metal doğramalar seçilmiştir.

Binaya ait tüm yapı elemanlarının toplam ısı transfer katsayıları Tablo 1'de özetlenmiştir. HAP ve Revit programlarında bu özellikler ortak olarak girilmiştir.

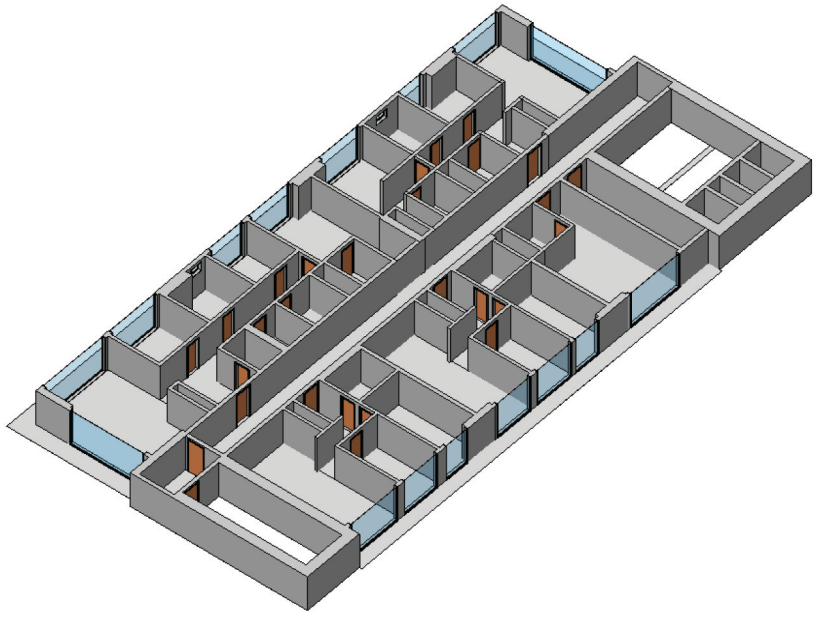
Tablo 1. Yapı Elemanlarının Toplam Isı Transfer Katsayısı

Bina Yapı Elemanları	U (W/m^2K)
Çatı	0,3300
Dış Duvar	0,4380
İç Duvar	1,5936
Taban	0,9290
Dış Kapı	4,1165
Dış Pencere	1,4554
İç Pencere	3,6898

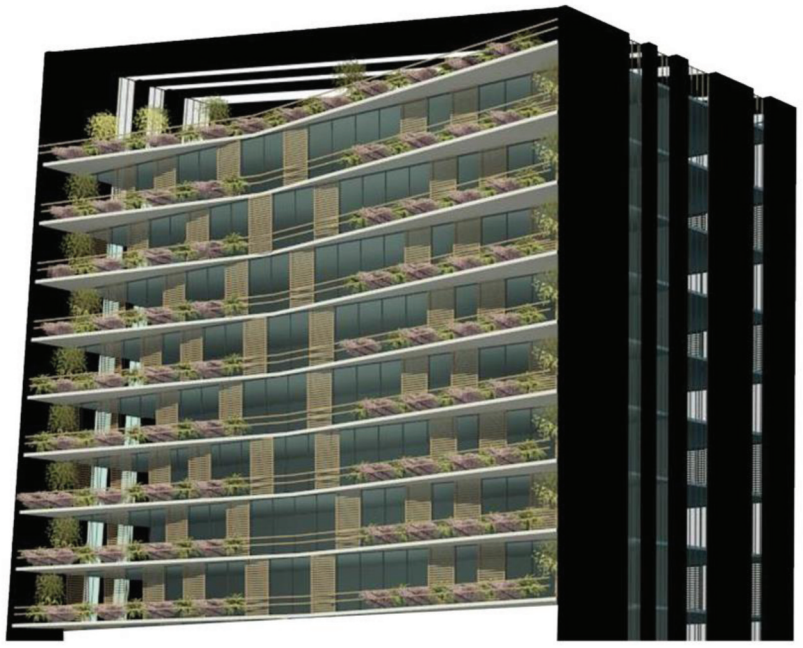


Şekil 1. Hesaplamalarda Kullanılan Bina Modeli

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 54



(a)



(b)

Şekil 2. Revit ile Çizilen 3 Boyutlu a) Kat Planı b) Bina Projesi

4.2. Tasarım Koşulları

4.2.1. Dış Hava Tasarım Şartları

Dış hava şartı binanın bulunduğu bölgeye göre değişiklik göstermektedir. Bina İstanbul'dadır. Tasarlanan bina modelin, dış hava tasarımında önemli olan bilgi ve parametreler her iki programın veri tabanında bulunmaktadır. Her iki programın varsayılan (default) değerleri farklı olabilmektedir. Bu farklılıklar hesap sonuçlarını etkilemektedir. Hesap sonuçlarını karşılaştırabilmek amacıyla, programlara manuel olarak değerler girilmiştir. İstanbul ili için 41,1° enlem ve 29° boylam koordinatları olarak ayarlanmıştır. Rakım olarak 36,9 m, yazın kuru ve yaş termometre sıcaklıkları sırasıyla 32 °C ve 21,1 °C, kışın -2,4 °C

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 55

ve -5,7 °C değerleri, günlük sıcaklık farkı 8,2 °C olarak programlara girilmiştir. Tablo 2'de programların varsayılan değerleri ve programlara girilen değerleri görülmektedir.

Atmosferik temizlik katsayısı 1, bina çevresinin yansıtıcılık katsayısı 0,20 ve bina çevresindeki toprağın ısı iletim katsayısı 0,8 W/mK olarak programlara girilmiştir. Hesaplamalar Ocak-Aralık arası toplam 12 ay için yapılmıştır.

4.2.2. İç Hava Tasarım Şartları

Konut zonu için radyatör, ofis zonu için 4 borulu fan-coil + sabit hava debili sistem, yönetim zonu için sabit tam havalı ısıtma ve soğutma düşünülmüştür.

Tablo 3'de konut, ofis ve yönetim zonlarındaki seçilen sistemleri ve bu zonlardaki termostat ayar (set) değerleri verilmiştir. Bu değerlere göre programlara kayıp ve kazanç hesaplaması yaptırılmıştır. Çizelgede bahsi geçen default zonu ofis/yönetim WC'leri, fotokopi odaları, kat holleri, şaftlar, merdiven boşlukları vb. gibi iklimlendirilmeyen mahalleri içeren zondur. Bu zona ait belirtilen sıcaklar ise amaçlanan maksimum ve minimum değerlerdir. Bu değerlere göre partitions (şartlandırılmayan bölüm) kısmından kazanç ve kayıp hesaplanacaktır.

Zonların kullanım amaçları farklı olması nedeniyle farklı bir iş programı hem HAP hem de Revit programına girilebilir. Fakat ofis ile yönetim zonlarının birbirleriyle karşılaştırmasını yapabilmek amacıyla tüm zonların iş programı (schedule) değerleri aynı seçilmiştir ve her iki programa da aynı değerler girilmiştir. Buna göre 00:00-24:00 saatleri arası insan, aydınlatma ve ekipman iş programı %100 olarak tespit edilmiştir.

4.3. Soğutma Yükü Hesapları

Programların hesapladığı soğutma yükü, genel olarak aşağıdaki ısı yüklerinden oluşmaktadır:

- Dış duvar ve çatıdan gelen yükler
- İç duvar ve bölmelerden (şartlandırılmayan mahaller), tavan ve döşemelerden gelen yükler
- Pencerelerden (camlardan) gelen radyasyon ve transmisyon yükleri
- İnfiltrasyonla (sızıntıyla) gelen yükler
- İnsanlardan gelen duyulur ve gizli yükler
- Aydınlatmadan gelen yükler
- Elektrikli ve diğer ekipmanlardan gelen yükler şeklindedir.

Tablo 2. Dış Hava Tasarım Şartları

	HAP (Varsayılan Değerler)	REVIT (Varsayılan Değerler)	Programlara Girilen Değerler
Bölge	Avrupa		Avrupa
Ülke	Türkiye	Türkiye	Türkiye
Şehir	İstanbul	İstanbul	İstanbul
Enlem	41,1°	41,0186°	41,1°
Boylam	29°	28,9647°	29°
Rakım	36,9 m	-	36,9 m
Yaz KT	30 °C	32 °C	32 °C
Yaz YT	21,1 °C	25 °C	21,1 °C
Kış KT	-3,3 °C	-2,4 °C	-2,4 °C
Kış YT	-5,7 °C	-	-5,7 °C
Günlük Sıcaklık Farkı	8,5 °C	8 °C	8,2 °C

4.3.1. İnsanlardan Gelen Duyulur ve Gizli Isı Yükleri

Yapıda bulunan mahaller için girilen insan sayısı, mahalin kullanım

Tablo 3. Bina İçi Mahallerin Tasarım Şartları

Zon İsimleri	İklimlendirme Sistemi	Isıtma (°C)	Soğutma (°C)
Konut Zonu	Radyatör	21	-
Ofis Zonu	Fan-coil + Sabit Hava Debili Sistem (CAV)	21	24
Yönetim Zonu	Sabit Hava Debili Sistem (CAV)	21	24
Default Zonu	-	30	15

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 56

amacı gözetilerek her iki programa da eşit şekilde girilmiştir. Konut zonunda 2 kat mevcuttur. 1. katta 26 mahal ve toplamda 53 insan bulunmaktadır. 2. katta ise 24 mahal ve toplamda 50 insan bulunmaktadır.

Ofis zonunda 3 kat mevcuttur. 1. ve 2. katların her birinde 20 mahal ve toplamda 106 insan bulunmaktadır. 3.katta 10 mahal ve toplamda 27 insan bulunmaktadır.

Yönetim zonunda 3 kat mevcuttur. 1. ve 2. katların her birinde 20 mahal ve toplamda 106 insan bulunmaktadır. 3. katta 10 mahal ve toplamda 27 insan bulunmaktadır.

Programlarda farklı aktiviteler ve mahal tipleri için insanlardan kaynaklanan gizli ve duyulur ısıya ait farklı varsayılan değerler bulunmaktadır. Bu farklılığı ortadan kaldırmak ve kıyaslamayı daha sağlıklı yapabilmek için, HAP programında bulunan varsayılan değerler Revit programına manuel olarak girilmiştir.

Programlara girilen insandan kaynaklanan duyulur ve gizli ısı yükleri Tablo 4'de verilmiştir.

4.3.2. Aydınlatma ve Ekipman Isı Yükleri

HAP ve Revit programında mahallerin kullanım amaçlarına göre aydınlatma ve ekipmanlardan gelen farklı yük değerleri seçilebilmektedir. Kıyaslamanın daha doğru yapılabilmesi için ASHRAE 90.1-2007 ve CIBSE Guide A standartlarında yer alan değerler ele alınmış ve her iki programa da aşağıda belirtilen yük değerleri girilmiştir.

4.3.3 İnfiltrasyon Isı Yükleri

İnfiltrasyon ısı kayıplarının bulunmasında Revit dört adet alternatif verirken, HAP programı kullanıcının seçimine bırakmaktadır. Değerlerin ortak olabilmesi için her iki program da aynı değerler girilmiştir. İnfiltrasyon hesaplarında programlara girilen değer Tablo 6'da verilmiştir.

4.3.4 Havalandırma Isı Yükü

Taze hava miktarlarında HAP ve Revit, ASHRAE standartlarına göre değerlendirilmektedir. ASHRAE standartları taze hava miktarlarını her revizyonunda

Tablo 4. İnsanlardan Kaynaklanan Duyulur ve Gizli Isı Yükleri

Mahal İsimleri	Duyulur Isı (W/kişi)	Gizli Isı (W/kişi)
Konut	67,4	35,2
Ofis	71,8	60,1
Yönetim	82,1	79,1

Tablo 6. İnfiltrasyon (Sızıntı) Hava Debisi Isı Yükleri

Mahal İsimleri	İnfiltrasyon Hava Debisi (L/s)
Konut, Ofis, Yönetim	3,2

Tablo 5. Aydınlatma ve Ekipmanlardan Kaynaklanan Isı Yükleri

Mahal Tipi	Aydınlatmadan Kaynaklanan Isı Yükleri (W/m^2)	Ekipmanlardan Kaynaklanan Isı Yükleri (W/m^2)
Konut Yaşam Alanları	23	7
Mutfaklar	13	10
Konut Odaları	12	5
Koridorlar	5	5
WC/Banyolar	10	5
Ofis/ Yönetim Personel Odaları	12	15
Toplantı Salonları	15	5

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 57

azaltmayı tercih ettiğinden, bu değerler hala tartışma konusudur. Bu yüzden yapılan projelerde optimum değerler bulmak için CIBSE gibi standartlara da başvurulmaktadır. İki programda da taze hava debisi ortalama olarak kişi başına 10 L/s alınmıştır. Konut zonunda havalandırma yapılmadığı için, bu zonun mahallerinde taze hava miktarı 0 L/s kişi olarak alınmıştır.

4.4. Genel Sistem Seçimleri

Modellenen bina 3 zona ayrılmıştır. Bu zonlardan konut zonu için yalnızca radyatör sistemi düşünülmüştür. Ofis zonu için 4 borulu fan-coil ve sabit hava debili (CAV) havalandırma sistemi birlikte alınmıştır. Yönetim zonu için de ısıtma, soğutma ve havalandırma için tüm havalı sabit debili sistem her iki programa da girilmiştir. Programlara veri girişi yapılırken zonların aynı mahalleri içermesine dikkat edilmiştir. Sistem boyutlandırmasında ofis zonu için ısıtmada kullanılan besleme sıcaklığı 27 °C, soğutmada kullanılan besleme sıcaklığı 18 °C, yönetim zonu için ısıtmada kullanılan besleme sıcaklığı 27 °C soğutmada kullanılan besleme sıcaklığı 18 °C olarak iki programda da aynı şekilde girilmiştir.

5. HESAPLANAN ISITMA VE SOĞUTMA YÜKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hesaplar sonucu ortaya çıkan ısıtma-soğutma yükleri Tablo 7-8 ve 9'da verilmiştir. Tablo 7, konut zonun toplam ısıtma yükleri iken, Tablo 8 ve Tablo 9 sırasıyla ofis ve yönetim zonlarının ısıtma ve soğutma yüklerini göstermektedir. Fark hesapları yapılırken eşitlik 1 kullanılmıştır.

$$\%\text{Fark} = \left| \frac{Q_{HAP} - Q_{Revit}}{Q_{HAP}} \right| \text{x } 100 \qquad (1)$$

Konut zonuna bakıldığında, oluşturulan sisteminin toplam ısıtma yükü Revit ile 22.315 W, HAP ile 21.614 W hesaplandığı görülmüştür. Tek tek ısı kazançları incelendiğinde, pencere, dış duvar, çatı, dış kapı, partition, aydınlatma, elektrik ekipmanı, insanlar ve infiltrasyondan kaynaklanan soğutma yükü toplamı programlarda birbirine oldukça yakındır. Bu zonda havalandırma bulunmadığı için herhangi bir program çıktısı bulunmamaktadır.

Ofis zonu için bakıldığında oluşturulan sistemin toplam ısıtma yükü Revit 67.016 W, HAP 65.847 W olarak hesaplamaktadır. Tek tek ısı kazançları incelendiğinde, pencere, dış duvar, çatı, dış kapı, partition, aydınlatma, elektrik ekipmanı, insanlar ve infiltrasyondan kaynaklanan soğutma yükü toplamı programlarda birbirine oldukça yakındır.

Ofis zonunda havalandırma dâhil edilmeden sadece mahal yükleri karşılaştırıldığında ise ısıtma yükü; Revit 28.471 W, HAP 28.524 W olarak görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere sistemsel odaklı karşılaştırmada çıkan farkın, havalandırmadan olduğu anlaşılmaktadır. İleri zamanlarda Revit programının sistem kısmında yapılacak olası iyileştirmelerin bu farkı giderebileceği düşünülmektedir.

Ofis zonunda oluşturulan sistemin toplam soğutma yükü Revit'te 122.802 W, HAP'da ise 113.111 W olarak hesaplanmıştır. Her iki programda da sistemin maksimum soğutma yükü zamanı Ağustos 15:00'tir. Tek tek ısı kazançları incelendiğinde, dış duvar, çatı, dış kapı, partition, aydınlatma, elektrik ekipmanı, insanlar ve infiltrasyondan kaynaklanan soğutma yükü toplamı programlarda birbirine oldukça yakındır.

Ofis zonunda havalandırma ve fan ısısı dâhil edilmeden sadece mahal yükleri karşılaştırıldığında ise soğutma yükü; Revit'te 98.341 W, HAP'da ise 83319 W olarak hesaplanmıştır. Fan ısısının Revit'ten HAP ile aynı değerde girildiği göz önünde bulundurulursa, aradaki bu farkın havalandırmadan ve pencereden gelen soğutma yükü sebebiyle oluştuğu gözlemlenmektedir. Havalandırmadan gelen farklılığın Revit programının sistem tasarımında fazla opsiyona sahip olmamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Pencerelerde ise Revit programının HAP'a göre yaklaşık %45 oranında daha fazla soğutma yükü hesaplaması, pencerelerden olan solar ısı kazancı bakımından iki program arasında ciddi bir fark olduğunu işaret etmektedir.

Yönetim zonu için bakıldığında oluşturulan sistemin toplam ısıtma yükü; Revit'te 68.508 W, HAP'da ise 66.780 W'tır. Tek tek ısı kazançları incelendiğinde, pencere, dış duvar, çatı, dış kapı, partition, aydınlat-

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 58

ma, elektrik ekipmanı, insanlar ve infiltrasyondan kaynaklanan soğutma yükü toplamı programlarda birbirine oldukça yakındır.

Yönetim zonunda havalandırma dâhil edilmeden sadece mahal yükleri karşılaştırıldığında ise ısıtma yükü; Revit'te 29963 W, HAP'da 29848 W olarak hesaplanmıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere sistemsel odaklı karşılaştırmada çıkan farkın havalandırmadan olduğu kesinleşmiştir.

Yönetim zonunda oluşturulan sistemin toplam soğutma yükü Revit'te 124.029 W, HAP'da ise 114.234 W olarak hesaplanmıştır. Her iki programda da sistemin maksimum soğutma yükü zamanı Ağustos 15:00'tir. Tek tek ısı kazançları incelendiğinde, dış duvar, çatı, dış kapı, partition, aydınlatma, elektrik ekipmanı, insanlar ve infiltrasyondan kaynaklanan soğutma yükü toplamı programlarda birbirine yakındır.

Yönetim zonunda havalandırma ve fan ısısı dâhil edilmeden sadece mahal yükleri karşılaştırıldığında ise soğutma yükü; Revit'te 99,565 W, HAP'da ise 82,591 W olarak hesaplanmıştır. Fan ısısı için Revit ile HAP'a aynı değerler girildiği göz önünde bulundurulursa, aradaki bu farkın havalandırmadan ve pencereden gelen soğutma yükü sebebiyle oluştuğu gözlemlenmektedir. Havalandırmadan gelen farklılığın Revit programının sistem tasarımında fazla opsiyona sahip olmamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Pencerelerde ise Revit programının HAP prog-

Tablo 7. Konut Zonunun Isıtma ve Soğutma Yükleri

KONUT ZONU							
Isı Yükleri	Komponentler	Soğutma Yükü			Isıtma Yükü		
		HAP	Revit	Fark	HAP	Revit	Fark
		W	W	%	W	W	%
Zon Isı Yükleri	Duvar	-	-	-	2633	2410	8,47
	Pencere	-	-	-	7859	7984	1,59
	Kapı	-	-	-	0	0	-
	Çatı	-	-	-	0	0	-
	Çatı Penceresi	-	-	-	0	0	-
	Taban	-	-	-	2024	0	100,00
	Partition	-	-	-	6530	9293	42,31
	İnfiltrasyon	-	-	-	2568	2628	2,34
	Aydınlatma	-	-	-	0	0	-
	Elektrikli Ekipman	-	-	-	0	0	-
	İnsan	-	-	-	0	0	-
	Toplam Mahal Yükleri	-	-	-	21614	22315	3,24
Sistem Isı Yükleri	Fan	-	-	-	0	0	-
	Havalandırma	-	-	-	0	0	-
	Toplam Sistem Yükü				20553	22315	8,57
Toplam Isı Yükleri	Toplam Zon Yükü	-	-	-	21614	22315	3,24
	Toplam Şartlandırma Yükü	-	-	-	20553	22315	8,57

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 59

Yönetim zonu için bakıldığında oluşturulan sistemin toplam ısıtma yükü Revit'te 68508 W, HAP'da ise 66.780 W'tır. Tek tek ısı kazançları incelendiğinde, pencere, dış duvar, çatı, dış kapı, partition, aydınlatma, elektrik ekipmanı, insanlar ve infiltrasyondan kaynaklanan soğutma yükü toplamı programlarda birbirine oldukça yakındır.

Yönetim zonunda havalandırma dâhil edilmeden sadece mahal yükleri karşılaştırıldığında ise ısıtma yükü; Revit'te 29963 W, HAP'da 29848 W olarak hesaplanmıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere sistemsel odaklı karşılaştırmada çıkan farkın havalandırmadan olduğu kesinleşmiştir.

Yönetim zonunda oluşturulan sistemin toplam soğutma yükü; Revit'te 124.029 W, HAP'da ise 114234 W olarak hesaplanmıştır. Her iki programda da sistemin maksimum soğutma yükü zamanı Ağustos 15:00'tir. Tek tek ısı kazançları incelendiğinde, dış duvar, çatı, dış kapı, partition, aydınlatma, elektrik ekipmanı, insanlar ve infiltrasyondan kaynaklanan soğutma yükü toplamı programlarda birbirine yakındır.

Yönetim zonunda havalandırma ve fan ısısı dâhil edilmeden sadece mahal yükleri karşılaştırıldığında ise soğutma yükü; Revit'te 99.565 W, HAP'da ise 82.591 W olarak hesaplanmıştır. Fan ısısı için Revit ile HAP'a aynı değerler girildiği göz önünde bulundurulursa, aradaki bu farkın havalandırmadan ve pencereden gelen soğutma yükü sebebiyle oluştuğu gözlemlenmektedir. Havalandırmadan gelen farklılığın Revit programının sistem tasarımında fazla opsiyona sahip olmamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Pencerelerde ise Revit programının HAP programına göre %50,74 oranında daha fazla soğutma yükü hesaplaması, pencerelerden olan solar ısı kazancı bakımından iki program arasında ciddi bir fark olduğunu işaret etmektedir.

Yukarıdaki datalardan anlaşılacağı üzere sistem odaklı yapılan karşılaştırmalarda, ısıtma hesapların-

Tablo 8. Ofis Zonunun Isıtma ve Soğutma Yükleri

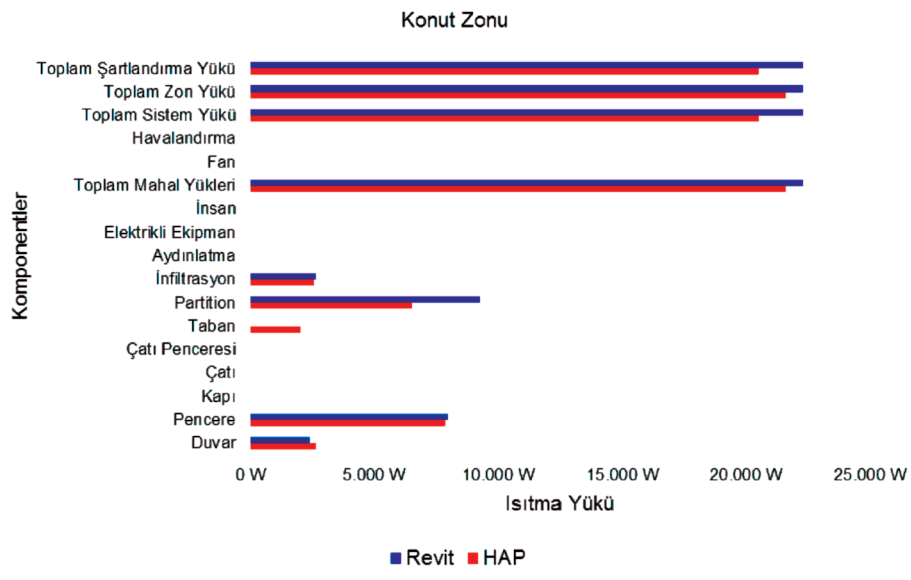
OFİS ZONU							
Isı Yükleri	Komponentler	Soğutma Yükü			Isıtma Yükü		
		HAP	Revit	Fark	HAP	Revit	Fark
		W	W	%	W	W	%
Zon Isı Yükleri	Duvar	1077	1563	45,13	3113	2888	7,23
	Pencere	34846	50439	44,75	13104	13295	1,46
	Kapı	0	0	-	0	0	-
	Çatı	0	0	-	0	0	-
	Çatı Penceresi	0	0	-	0	0	-
	Taban	0	0	-	0	0	-
	Partition	8692	8526	1,91	8665	8526	1,60
	İnfiltrasyon	2493	1680	32,61	3642	3762	3,29
	Aydınlatma	10238	10203	0,34	0	0	-
	Elektrikli Ekipman	8305	8261	0,53	0	0	-
	İnsan	17668	17669	0,01	0	0	-
	Toplam Mahal Yükleri	83319	98341	18,03	28524	28471	0,19
Sistem Isı Yükleri	Fan	5036	5036	0,00	0	0	-
	Havalandırma	24756	19425	21,53	37323	38545	3,27
	Toplam Sistem Yükü	29792	24461	17,89	37323	38545	3,27
Toplam Isı Yükleri	Toplam Zon Yükü	113111	122802	8,57	65847	67016	1,78
	Toplam Şartlandırma Yükü	106880	122802	14,90	67279	67016	0,39

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 60

da aradaki farkın havalandırma yoluyla, soğutma hesapları için ise havalandırma ve pencereler yoluyla meydana geldiği anlaşılmaktadır. Sistemler göz ardı edilip sadece zon yükleri kıyaslandığında ise ısıtma yüklerinin neredeyse aynı olduğu, soğutma yüklerinin ise pencerelerden gelen yük farklığı nedeniyle Revit programında daha fazla olduğu görülmüştür. Soğutma hesabında ise sistemlerin maksimum yük zamanlarının her iki programda da aynı çıkması göze çarpan önemli bir detay olmuştur.

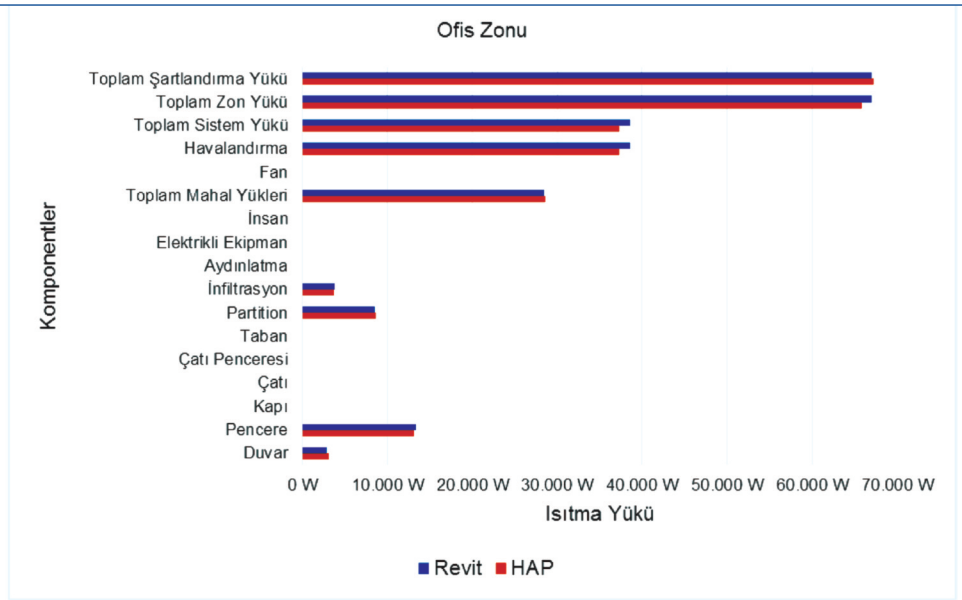
Tablo 9. Yönetim Zonunun Isıtma ve Soğutma Yükleri

YÖNETİM ZONU							
Isı Yükleri	Komponentler	Soğutma Yükü			Isıtma Yükü		
		HAP	Revit	Fark	HAP	Revit	Fark
		W	W	%	W	W	%
Zon Isı Yükleri	Duvar	1077	1567	45,50	3113	2899	6,87
	Pencere	33462	50439	50,74	13104	13295	1,46
	Kapı	0	0	-	0	0	-
	Çatı	557	1220	-	1327	1475	-
	Çatı Penceresi	0	0	-	0	0	-
	Taban	0	0	-	0	0	-
	Partition	8629	8526	1,19	8665	8526	1,60
	İnfiltrasyon	2655	1682	36,65	3639	3768	3,54
	Aydınlatma	10238	10201	0,36	0	0	-
	Elektrikli Ekipman	8305	8261	0,53	0	0	-
	İnsan	17668	17669	0,01	0	0	-
	Toplam Mahal Yükleri	82591	99565	20,55	29848	29963	0,39
Sistem Isı Yükleri	Fan	5039	5039	0,00	0	0	-
	Havalandırma	26604	19425	26,98	36932	38545	4,37
	Toplam Sistem Yükü	31643	24464	22,69	36932	38545	4,37
Toplam Isı Yükleri	Toplam Zon Yükü	114234	124029	8,57	66780	68508	2,59
	Toplam Şartlandırma Yükü	109057	124029	13,73	66055	68508	3,71

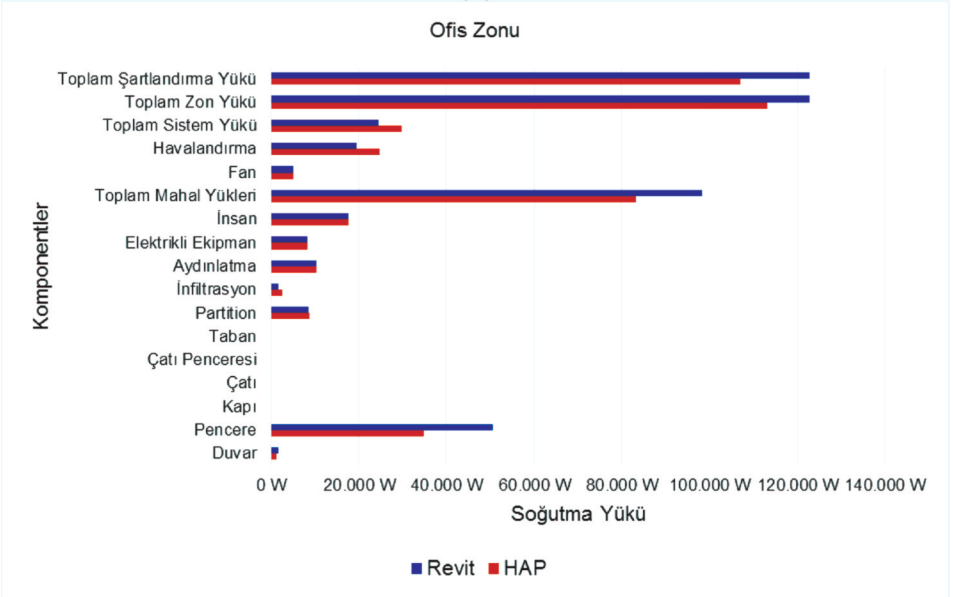


Şekil 3. Revit ve HAP ile Hesaplanan Konut Zonunun Isıtma Yükleri

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 61



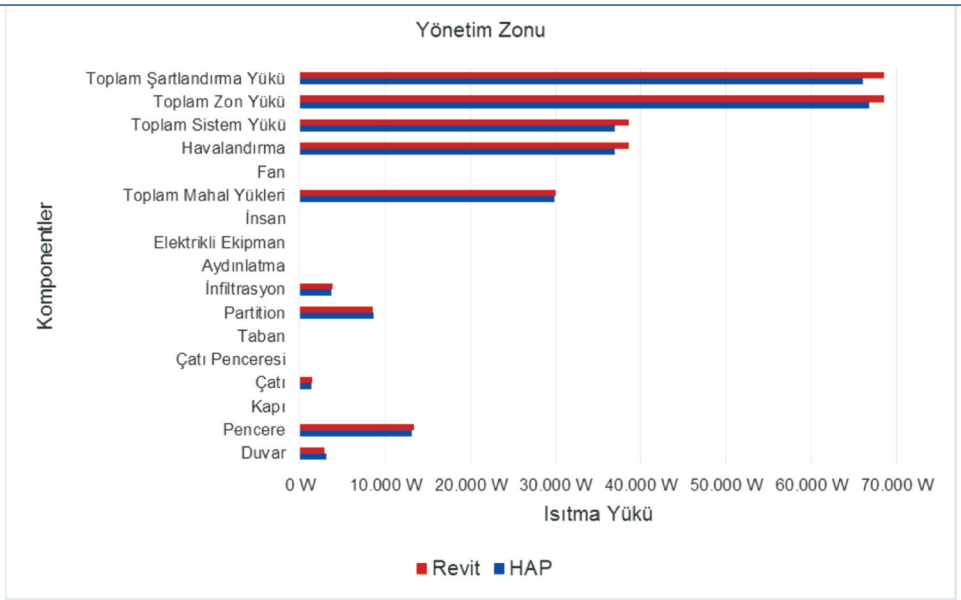
(a)



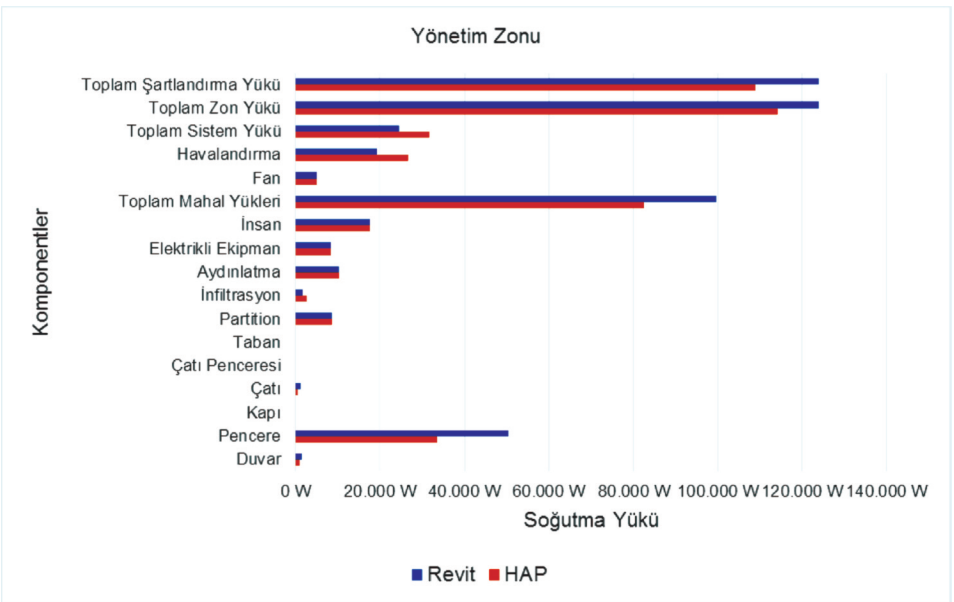
(b)

Şekil 4. Revit ve HAP ile Hesaplanan Ofis Zonunun (a) Isıtma, (b) Soğutma Yükleri

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 62



(a)



(b)

Şekil 5. Revit ve HAP ile Hesaplanan Yönetim Zonunun (a) Isıtma, (b) Soğutma Yükleri

SONUÇ

İstanbul ilinde toplam 2.376 m² kullanım alanlı, 8 katlı bir binanın ısıtma ve soğutma yükleri HAP ve Revit programlarıyla bulunmuş ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Binada farklı sistemlerin karşılaştırılabilmesi için 3 farklı zon olduğu düşünülmüştür. İlk 2 katı 692 m² kullanım alanlı konut zonu olup, bu zonun 1. katında 26 mahal, 2. katında 24 mahal vardır. Sonraki 3 kat 842 m² kullanım alanlı ofis zonu olarak düşünülmüştür. Ofis zonun ilk iki katında 20 mahal ve 3. katında 10 mahal vardır. Son 3 kat 842 m² kullanım alanlı yönetim zonu olarak düşünülmüştür. Yönetim zonun ilk iki katında 20 mahal ve son katında 10 mahal vardır. Binanın farklı zonlarında farklı sistemler seçilerek, sistem bazlı bir karşılaştırma yapılmak istenmiştir. Bunun için konut zonu radyatörle ısıtma, ofis zonu 4 borulu fan-coille ısıtma ve soğutma ayrıca sabit debili havalandırma

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:50 Page 63

(CAV), yönetim zonu ise sabit debili tüm havalı sistem ile ısıtma ve soğutma yapıldığı her iki programa da girilmiştir.

Revit'te toprak kotundan gelmesi gereken ısıtma yükü hesaplanamamıştır. Bunun yerine iklimlendirilen en alt katın altında iklimlendirilmeyen bir mahal oluşturulmuştur ve toprak kotundan gelmesi gereken bu yük partitions olarak hesaplanmıştır.

HAP programında zonlar oluşturulurken en fazla 50 mahalden bir zon yapılabilmektedir. Bu durum zon oluştururken sıkıntı oluşturmaktadır.

HAP programı daha fazla sistem seçmeye imkân verirken, Revit programında daha az sistem alternatifi vardır.

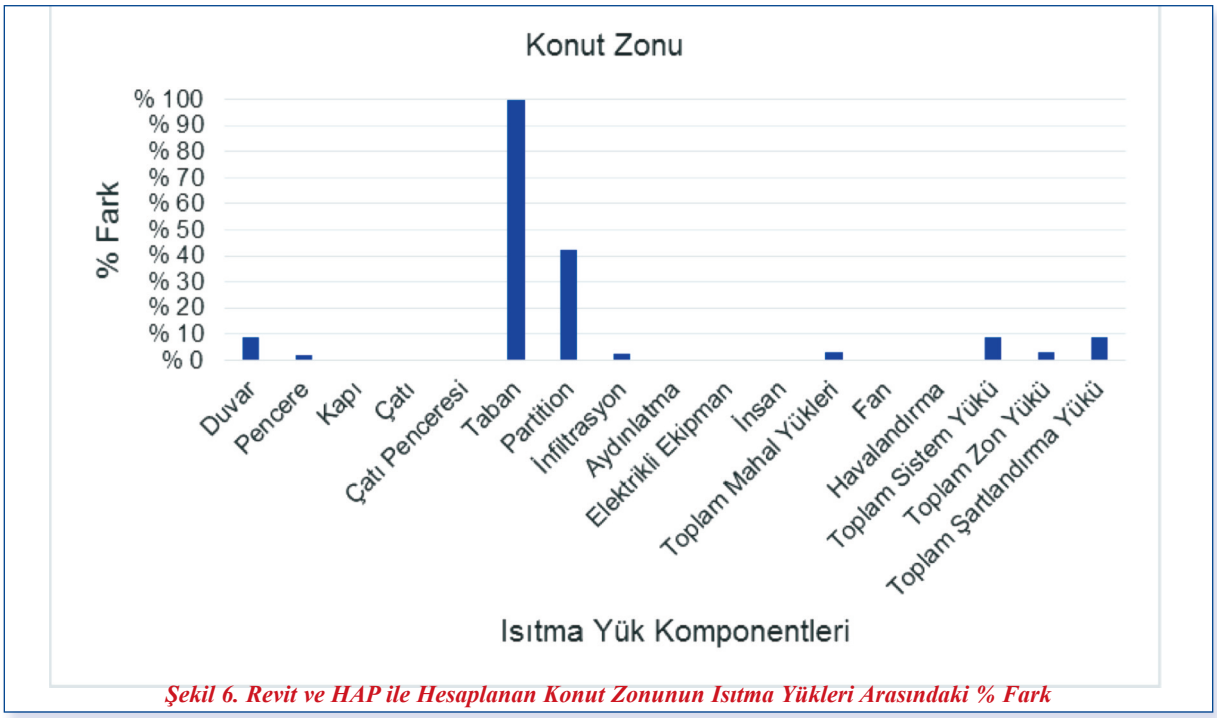
Konut zonunda sadece ısıtma yükleri hesaplanmıştır. Toplam mahal ısıtma yükleri ve toplam zon yükleri karşılaştırıldığında iki programın arasındaki fark %3,24'dür. HAP programı termostat ayar düzeltmesi yaparak toplam şartlandırma yükü hesaplamaktadır. Toplam şartlandırma yüklerini karşılaştırdığımızda fark %8,57 olarak bulunmuştur (Şekil 6).

Ofis zonunda iki programla hesaplanan ısıtma yükleri karşılaştırıldığında: Toplam mahal yüklerindeki fark %0,19, sistem ısı yüklerindeki fark %3,27, toplam zon yüklerindeki fark %1,78 ve toplam şartlandırma yüklerindeki fark %0,39 olarak bulunmuştur (Şekil 7a).

Ofis zonunda soğutma yükleri karşılaştırıldığında: Toplam mahal yüklerindeki fark %18,03, sistem ısı yüklerindeki fark %17,89, toplam zon yüklerindeki fark %8,57 ve toplam şartlandırma yüklerindeki fark %14,90 olarak bulunmuştur (Şekil 7b).

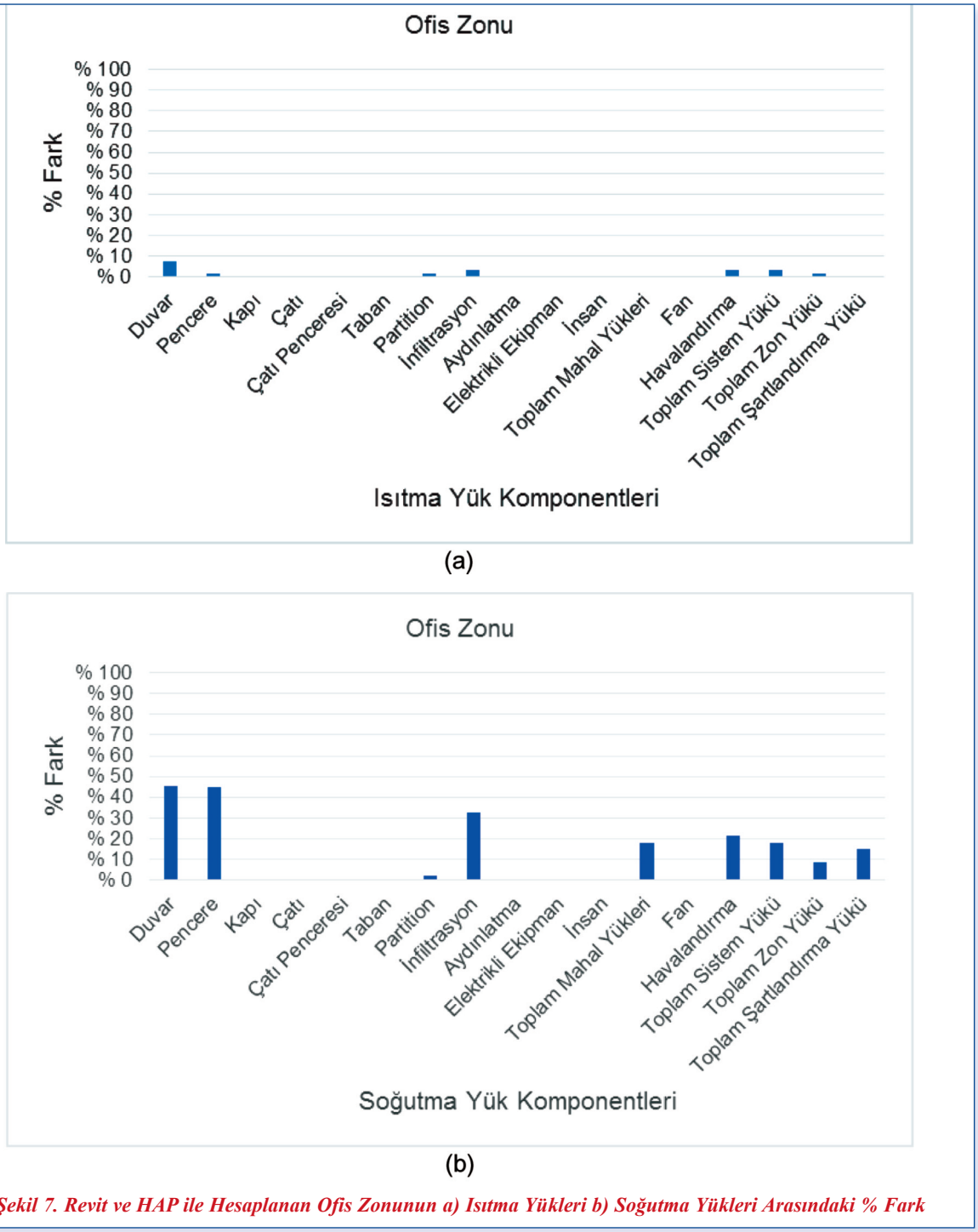
Yönetim zonunda iki programla hesaplanan ısıtma yükleri karşılaştırıldığında: Toplam mahal yüklerindeki fark %0,39, sistem ısı yüklerindeki fark %4,37, toplam zon yüklerindeki fark %2,59 ve toplam şartlandırma yüklerindeki fark %3,71 olarak bulunmuştur (Şekil 8a).

Yönetim zonunda soğutma yükleri karşılaştırıldığında: Toplam mahal yüklerindeki fark %20,55, sistem ısı yüklerindeki fark %22,69, toplam zon yüklerindeki fark %8,57 ve toplam şartlandırma yüklerindeki fark %13,72 olarak bulunmuştur (Şekil 8b).



Şekil 6. Revit ve HAP ile Hesaplanan Konut Zonunun Isıtma Yükleri Arasındaki % Fark

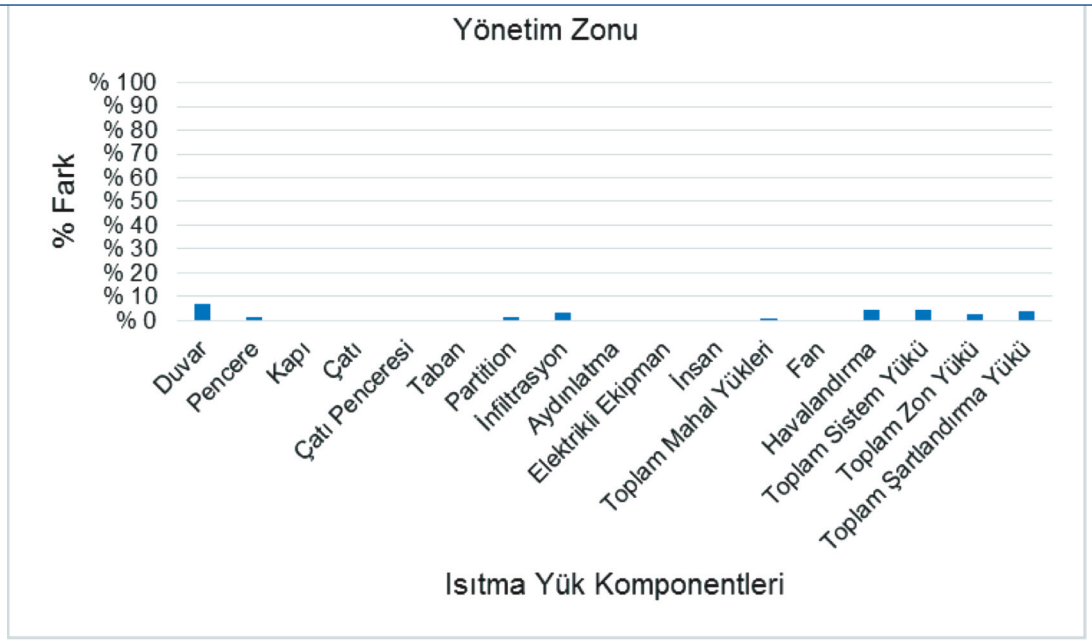
6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:51 Page 64



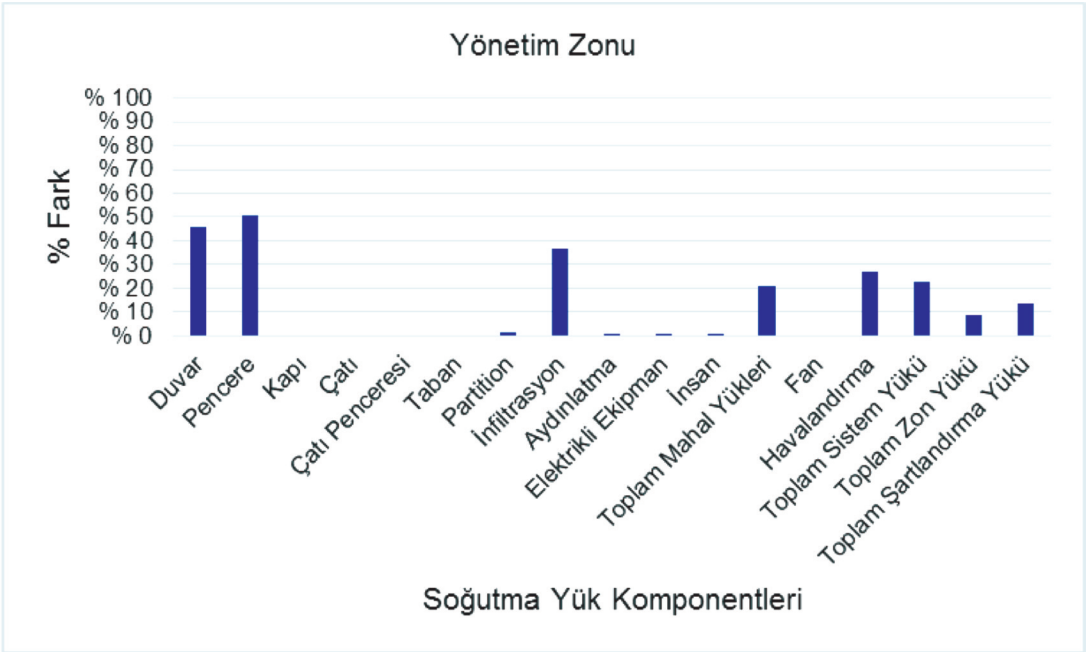
Şekil 7. Revit ve HAP ile Hesaplanan Ofis Zonunun a) Isıtma Yükleri b) Soğutma Yükleri Arasındaki % Fark

Zonların ısıtma yükleri arasında fark, oldukça azdır (%0,19-8,57). Isıtma yükleri detaylı incelendiğinde bu farkın da duvar ve havalandırma yüklerinden gelen yüklerin farklılıklardan kaynaklandığı görülür. Zonlara ait soğutma yükleri arasındaki fark ise ısıtma yüklerine göre nispeten daha fazladır (%8,57-22,69). Soğutmada toplam yük ile zon yükü arasında meydana gelen bu farklılık, duvarlardan, pencerelerden, infiltrasyondan ve havalandırmadan gelen yüklerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. HAP havalandırma soğutma yüklerini Revit programına göre daha fazla hesaplamaktadır.

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:51 Page 65



(a)



(b)

Şekil 8. Revit ve HAP ile Hesaplanan Yönetim Zonunun a) Isıtma Yükleri b) Soğutma Yükleri Arasındaki % Fark

Soğutma yüklerinin maksimum olduğu zaman Ağustos 15:00 olarak hesaplanmıştır.

HAP ve Revit programları ısıtma yüklerini birbirlerine çok yakın hesaplarken, soğutma yüklerinde komponentler arasında %50'lere varan hatalar olsa bile, toplam şartlandırma yüklerini makul farklar ile bulabilmektedir.

Fan-coil + sabit debili havalandırma sistemi seçilen ofis zonunda toplam şartlandırma soğutma yükü iki program arasında %14,90 fark ile hesaplanırken,

6alpay kurekci:Sablon 20.08.2015 10:51 Page 66

sabit debili tam havalı sistem seçilen yönetim zonunda bu fark %13,72 olarak hesaplanmıştır.

Her iki program da eksik yanlarını tamamlamaları durumunda, mühendisler için vazgeçilmez programlar olacaklardır.

KAYNAKLAR

[1] Gökçe, H. U., Gökçe, K. U., "Holistic System Architecture for Energy Efficient Building Operation", Sustainable Cities and Society 6, 77–84, 2013.

[2] TS 2164, Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları, 1983.

[3] Gökçe, H. U., Gökçe, K. U., "Multi-Dimensional Energy Monitoring, Analysis and Optimization System for Energy Efficient Building Operations", Sustainable Cities and Society 10, 161-173, 2014.

[4] Crawley, D. B., Hand, J. W., Kummert, M., Griffith, B. T., "Contrasting the Capabilities of Building Energy Performance Simulation Programs", Building and Environment, 43, 661-673, 2008.

[5] Rey, F. J., Velasco, E., Varela, F., "Building Energy Analysis (BEA): A Methodology to Assess Building Energy Labelling", Energy and Buildings 39, 709-716, 2007.

[6] Orasa, J. A., Oliveira, A. C., "Software Tools for HVAC Research", Advances in Engineering Software, 42, 846-851, 2011.

[7] Cheng, J. C. P., Ma, L. Y. H., "A BIM-based System for Demolition and Renovation Waste Estimation and Planning", Waste Management, 33, 1539-1551, 2013.

[8] Thompson, B. P., Bank, L. C., "Use of System Dynamics as a Decision-Making Tool in Building Design and Operation", Building and Environment, 45, 1006-1015, 2010.

[9] Abolghasemzadeh, P., "A Comprehensive Method for Environmentally Sensitive and Behavioral Microscopic Egress Analysis in Case of Fire in Buildings", Safety Science, 59, 1-9, 2013.

[10] Lin, Y. H., Liu, Y. S, Gao, G., Han, X. G., Lai, C. Y., Gu, M., "The IFC-Based Path Planning for 3D indoor Spaces", Advanced Engineering Informatics 27, 189–205, 2013.

[11] Zhang, S., Teizer, J., Lee, J. K., Eastman, C. M., Venugopal, M., "Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules", Automation in Construction, 29, 183-195, 2013.

[12] Genceli, O., Parmaksızoğlu, C., Kalorifer Tesisatı, MMO Yayınları, Yayın No:353/7, 2013.

[13] HAP 4.80 Tutorials, 2014.

[14] Revit Tutorials, 2014.

[15] Kürekçi, N. A., Kaplan, S., "Isıtma-Soğutma Yüklerinin HAP ve Revit Programlarıyla Hesaplanması", Tesisat Mühendisliği 141, 5-15, 2014.