



TTMD Adına Sahibi / Owner on Behalf of TTMD  
Gürkan Arı

Dergi Yayın Yönetmeni / Responsible for Publication  
Murat Çakan

Yazı İşleri Müdürü / Responsible Editorial Manager  
B. Hakkı Buyruk

#### Dergi Yayın Kurulu / Editorial Board

Emre Akay  
Zeki Aksu  
Tuba Bingöl Altıok  
Cafer Ünlü  
Suat Arzık  
Kemal Gani Bayraktar  
Mustafa Bilge  
Abdullah Bilgin  
Remzi Çelik  
Eser Çizer  
Şaban Durmaz  
Artuğ Fenercioğlu  
Hasan Heperkan  
Eren Kalafat

Dergi Yayın Sorumlusu / Publication Responsible  
Ozan YAVUZ

#### Yönetim Kurulu / Management Board

Gürkan Arı (Başkan)  
M. Bülent Özgür (Başkan Yrd)  
Baycan Sunaç (Başkan Yrd)  
Hırant Kalataş (Başkan Yrd)  
Büyüamin Ünlü (Genel Sekreter Üye)  
Murat Gürenli (Sayman Üye)  
Abdurrahman Kılıç (Üye)  
Ömer Köseli (Üye)  
Güniz Gacaner (Üye)  
Kemal Gani Bayraktar (Üye)  
Tuba Bingöl Altıok (Üye)  
Sarven Çilingiroğlu (Üye)  
Ramazan Yazgan (Üye)

73. sayının ekidir.

## Saatlik Analiz Programı Hourly Analysis Program

*Nermin KÖROĞLU ISIN, Meliha ALALOĞLU, Aziz ERDOĞAN,  
Levent ACAR*

### Özet

CARRIER Saatlik Analiz Programı (Hourly Analysis Program - HAP) mekanik tasarım mühendislerine ısıtma, soğutma, havalandırma, ve klima (HVAC) sistemleri tasarımında yardımcı, bir hesap programıdır. HAP programı iki aşamalı hesap yapar. İlk aşamada; bir binanın mekanik tesisatında kullanılacak tüm ekipmanların kapasitesini hesaplar. İkinci aşamada ise, enerji analizi yapar ve seçilen sistemin enerji maliyetini hesaplar. HAP, yük hesaplamaları için ASHRAE transfer fonksiyon yöntemini, enerji analizi için ise, 8760 saatlik detaylı enerji simülasyon yöntemini kullanır. HAP seçilen tasarımın yıllık enerji kullanımını ve enerji maliyetini HVAC ve HVAC harici sistemler için verir. Enerji analizi raporları ise alternatif HVAC sistemlerinin enerji tüketimleri ve enerji maliyetleri açısından kıyaslanıp en iyi tasarımın seçilmesinde kullanılır.

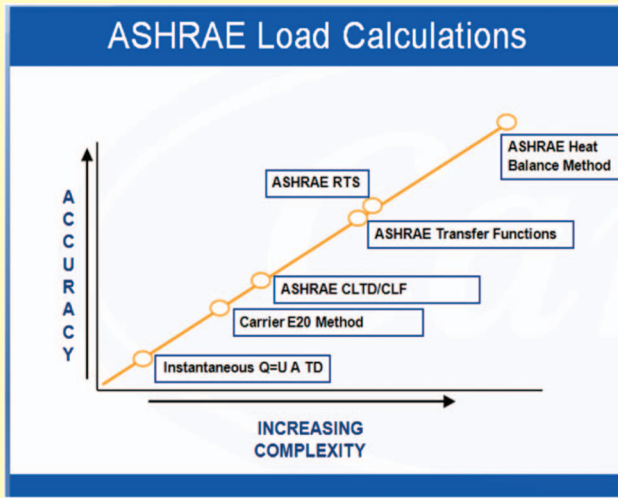
### Abstract

HAP is a computer tool which assists engineers in designing HVAC systems for commercial buildings. HAP is two tools in one. First it is a tool for estimating loads and designing systems. Second, it is a tool for simulating energy use and calculating energy costs. HAP uses the ASHRAE transfer function method for load calculations and detailed 8760 hour-by-hour energy simulation techniques for the energy analysis. HAP estimates annual energy use and energy costs for HVAC and non-HVAC energy consuming systems in a building. Results of the energy analysis are used to compare the energy use and energy costs of alternate HVAC system designs, so the best design can be chosen.

## 1. Giriş

Yıllar boyunca, sektörümüz için çok önemli olan, ısıtma ve soğutma yük hesaplamalarının yapılmasında birçok yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerin karşılaştırılması, yöntemlerin faydaları hakkında yararlı bir bakış açısı sağlar. Hesaplama yöntemleri bilgisayarların icadından önce başlamış olmasına rağmen, HAP (Hourly Analysis Program) gibi bilgisayar yazılım programları ile hesap yapmak, gerçekçi hesap yapabilmeyi ve doğru sonuca ulaşabilmeyi sağlar.

Bu karmaşıklık ve doğruluk arasındaki ilişkiyi gösteren tabloda yer alan beş temel hesap yöntemi çoğumuz tarafından yıllar boyunca kullanılmıştır.



Isı yükleri uzun zaman önce elle ve anlık hesap yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır ki, bu yöntemde ısı kazançlarının anlık soğutma yüküne dönüştüğü varsayılmıştır. Bu yöntem basit ve hızlı olmasına rağmen, ısı depolama, radyasyon transferi gibi işlemler ihmal edildiği için güvenilirliği azdır.

Isı kazançlarının soğutma yüküne dönüşmesinde çok etkili olan, ısı depolama, radyasyon transferi gibi işlemler, ilk olarak 1960'da Carrier Sistem Dizayn El Kitabı'nda yayınlanmıştır. Bu yayında eşdeğer sıcaklık farkları (System Design Manual-SDM) ve depolama yük faktörleri (Storage Load Factors-SLF) yer almaktaydı. Bu faktörler soğutma yükü tahmininde kullanılmıştır. Yapı elemanları tarafından ısı depolamasının etkilerinin birleşimi, binanın yön ve doluluk değerinin etkileri ise 1970'lerde ASHRAE CLTD/CLF metodunda dikkate alınmıştır.

Her iki yöntem de, elle hesap işlemlerindeki gibi karmaşıklık ve doğruluk dengelemesi açısından başarılı olmasına rağmen esneklikten yoksundur. Bina yükleri; yapı, çevre ve bina kullanımını içeren, geniş ve değişik faktörlerden etkilenir. Tablo esaslı el hesabı metodu, tipik olarak temel şartları sabit ayarlamak ile hesaplanır (40° kuzey enlemi için Temmuz için yük hesaplanması gibi) ve sonra diğer koşulları elde etmeyi düzeltme faktörleri kullanılarak yapar. Sonuçta bu yaklaşım hata ve gerçekliğin azalmasına sebep olmaktadır.

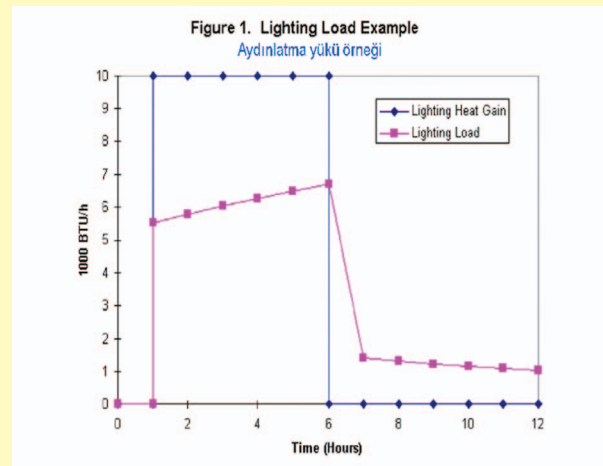
Bu yöntemler daha karmaşık yöntemler ile karşılaştırıldığında, yüklerin her tasarım uygulaması için spesifik bir şekilde hesaplanması gerekmektedir.

Isı balans yöntemi, bina yük hesapları için bu probleme çözüm sağlamış çok titiz bir yöntemdir. Aslında ısı balans hesaplamaları, bina yükleri için, diğer yöntemlerin temelidir. Isı balans metodu tüm iletim, taşınım, radyasyon ve ısı depolama işlemlerini değerlendirir. Isı transferi ve termodinamiğin temel kanunlarını kullanarak, binada yük oluşumunu inceler.

Bina ısı transferleri, her biri için ayrı yazılmış denklemleri ile tüm yüzey ve kütle elementleri için, her işlemi içerir şekilde göz önünde bulundurulur. Tüm ısı balans denklemleri eş zamanlı çözümlenerek, oda havasına ısı transferinin toplam değeri belirlenir. Böylece odadaki ısı akışı başarılı bir şekilde değerlendirilebilir. Isı balans yöntemi ile yüksek doğruluk elde edilebilir. Ancak aynı zamanda karmaşık ve güçlü bilgisayar donanımları gerektirir. Detaylı girdiler yapılmasına ve uzun hesaplama zamanına sebep olur.

Bu yöntem alternatif bir çözüm Transfer Fonksiyonu Yöntemidir (Transfer Function Method). Yöntem ASHRAE tarafından yük hesaplama yöntemleri arasında tercih edilen bir yöntem olarak onaylanmıştır. CARRIER tarafından üretilen HAP, Sistem Dizayn Yükü, Blok Yükü, ve Blok Yük Lite programlarında kullanılmaktadır.

Transfer Fonksiyonu Yönteminde, ısı balans yönteminin basitleştirmesi için bazı matematiksel "hileler" kullanılır. Böylece verimli hesaplama zamanları, ısı balans yönteminin doğruluğundan çok ödün vermeden, daha hızlı gerçekleştirilir. Transfer Fonksiyonu işlemi hesapları ısı kaynaklarından, sıcak çevre havası, güneş radyasyonu, aydınlatmalar, insanlar vb. gibi ısı kazançlarının iletim, taşınım, radyasyon ve ısı depolama işlemlerinden geçerek nasıl yüke dönüştüğünü inceler. Böylece gerçek zamanlı olarak bir bina için dinamik ısı transferlerini hesaplar. Ayrıca özel dizayn, yapı, çevre, bina kullanım şartları için de hesaplamalar yapılır ki, hesaplamalar her değişik bina uygulamasına özelleştirilmiş olur. Bilgisayar yazılımı kullanılarak yapılması sayesinde, transfer fonksiyonları karmaşıklığı ve doğruluk arasında iyi bir uzlaşma sağlar. Program kullanılırken, Transfer Fonksiyonu Metodu kullanılarak, tüm yük kaynakları inamik ısı akışını içerir şekilde hesaplanır.



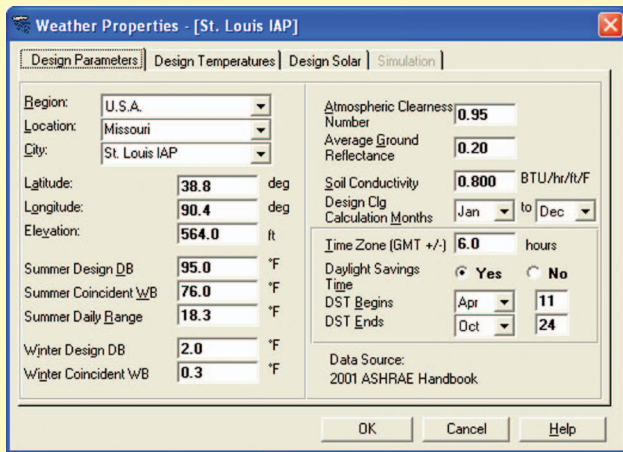
Isı havaya transfer olduktan sonra ise, bu yükün hava şartlandırma cihazı tarafından alınması gerekir. Yukarıda görülen tablodaki örnekte aydınlatma ısı kazancı ile yük hali arasındaki ilişki görülmektedir. Aydınlatmalar ilk yandığında aydınlatma ısı kazancının önemli bir bölümü bina kütlesi tarafından yutulurak tutulmaktadır. Zamanla bu depolanan ısı, binanın havasına geçer. Aydınlatmalar söndüğünde de depolanan ısı, havaya geçmeye devam eder. Böylece yükler ısı kazançlarının kesilmesinden sonra bile devam eder. Tüm ısı kaynakları bir radyant eleman olarak benzer davranışlar sergiler. Bu yükler duvarlar, çatılar, camlar, şartlandırılmayan komşu hacimleri, insanlar, aydınlatmalar ve elektrik ekipmanlarını içerir. Transfer Fonksiyonu hesaplamaları da bu dinamik işlemler için hesaplamalar yapar.

CARRIER Saatlik Analiz Programı (Hourly Analysis Program-HAP) bina soğutma ve ısıtma yüklerini hesaplamak ve enerji simülasyonu yapmak amacı için hazırlanmış bir programdır. Program ASHRAE'nin Transfer Fonksiyonu ve Isı Çekimi yöntemlerini kullanarak hesap yapmaktadır. Ayrıca ASHRAE Standart-62'deki taze hava değerleri programda tanımlanmıştır.

## 2. İklim Verileri

İklim verileri soğutma ve ısıtma yüklerini tahmin etmekte kullanılır. Bu yüklere göre sistemdeki serpantin, fanlar, kutular vb. cihazlar boyutlandırılır.

Simülasyon iklim verileri ise Enerji Tahmini için kullanılır. Programda 600'den fazla şehrin iklim verileri bulunmaktadır. İklim verilerinin program için gerekli olan 12 ay ve 24 saatlik değişimini, kuru termometre, yaş termometre, güneş radyasyonu değerlerini hesaplar. Bu veriler ASHRAE transfer fonksiyonu yöntemi kullanarak soğutma yüklerini hesaplamada kullanılır.



**Weather Properties - [St. Louis IAP]**

Design Parameters | Design Temperatures | Design Solar | Simulation

Region: U.S.A. | Atmospheric Cleaness Number: 0.95  
 Location: Missouri | Average Ground Reflectance: 0.20  
 City: St. Louis IAP | Soil Conductivity: 0.800 BTU/hr/ft/F  
 Latitude: 38.8 deg | Design Clg Calculation Months: Jan to Dec  
 Longitude: 90.4 deg | Time Zone (GMT +/-): 6.0 hours  
 Elevation: 564.0 ft | Daylight Savings Time: Yes  
 Summer Design DB: 95.0 °F | DST Begins: Apr 11  
 Summer Coincident WB: 76.0 °F | DST Ends: Oct 24  
 Summer Daily Range: 18.3 °F  
 Winter Design DB: 2.0 °F  
 Winter Coincident WB: 0.3 °F

Data Source: 2001 ASHRAE Handbook

OK Cancel Help

Bir şehrin iklim verileri programın klasöründen seçildiğinde, bölge, konum ve şehir bilgileri birlikte girilmelidir. Bu bilgilere bağlı olarak enlem, boylam, deniz seviyesinden yükseklik, yaz kuru ve yaş termometre sıcaklıkları, günlük sıcaklık farkı, kış kuru termometre sıcaklığı, atmosfer temizlik katsayısı ve zaman farkı değerleri belirlenmiş olur. Bir şehrin iklim verileri, programın klasöründen seçilebildiği gibi kullanıcı tarafından da tanımlanabilir.

## 3. Hesaplama

HAP Programı, bina hakkındaki bilgileri ve onların HVAC ekipmanlarını, aşağıda gösterilen altı grup altında inceler.

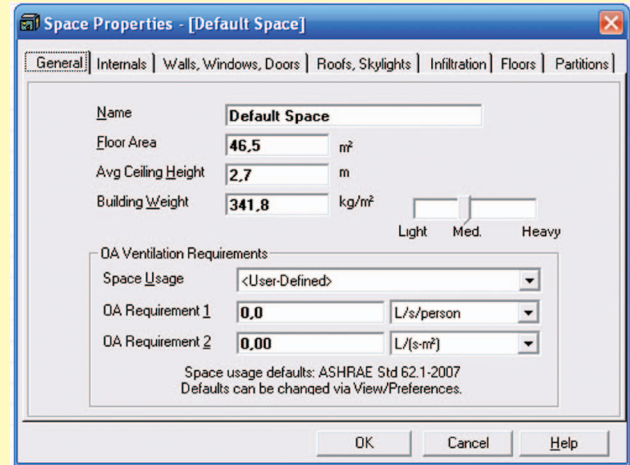
### 3.1. Elementler

Elementler binanın yapı elemanları ile, binanın ısı kayıp ve kazançlarını hesaplamada kullanılan tüm bileşenlerdir. Bunlar, aydınlatma, elektrikli cihazlar, insan, çeşitli iç ısı kaynakları, duvar, cam, kapı, çatı, tepe camı, enfiltrasyon, döşeme ve ara bölmelerdir. Bir element ısı iletimine etki eden özellikleri ile tanımlanır. Örneğin duvar için katmanlar, yön ve alan bilgileri gibi.

### 3.2. Mahaller (Space)

Mahaller binanın hesap edilen en küçük alanıdır. Birkaç elementin birleşmesinden oluşur. Örneğin duvar, çatı, pencere, iç yükler vb. elementlerden gelen ısı yüklerinin toplanmasını sağlar. Mahal tanımı esnekler. En basit anlamda mahal bir oda, bazı uygulamalarda bir grup oda, hatta bir bina bile olabilir. Her bir proje için en fazla 2500 mahal girilebilir.

Programda mahal girişleri aşağıda gösterilen tablolar üzerinden gerçekleştirilir.



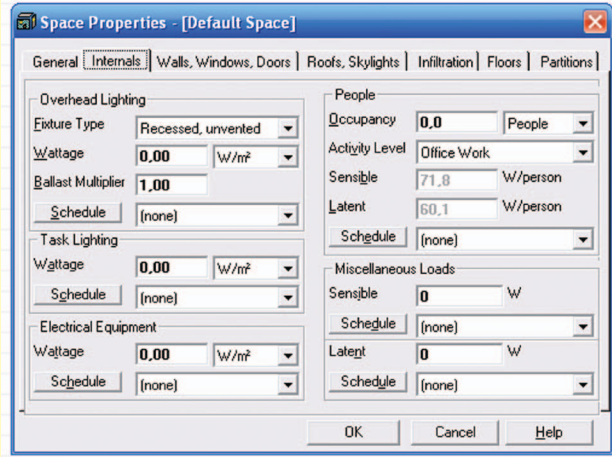
**Space Properties - [Default Space]**

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

Name: Default Space  
 Floor Area: 46.5 m²  
 Avg Ceiling Height: 2.7 m  
 Building Weight: 341.8 kg/m²  
 Light Med. Heavy  
 OA Ventilation Requirements:  
 Space Usage: <User-Defined>  
 OA Requirement 1: 0.0 L/s/person  
 OA Requirement 2: 0.00 L/s/m²  
 Space usage defaults: ASHRAE Std 62.1-2007  
 Defaults can be changed via View/Preferences.

OK Cancel Help

Yukarıdaki tabloda, mahalli tanımlayan anahtar değerler girilir. Mahallenin adı, alanı, ortalama tavan yüksekliği, bina ağırlığı, dış hava ihtiyacı gibi. Ortalama tavan yüksekliği değeri enfiltrasyon hesabında kullanılır. Dış hava, ASHRAE 62'deki mahallere göre tanımlanabilir veya kullanıcının kendi tanımladığı değerler olarak girilir.



Space Properties - [Default Space]

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

Overhead Lighting  
 Fixture Type: Recessed, unvented  
 Wattage: 0.00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier: 1.00  
 Schedule: (none)

Task Lighting  
 Wattage: 0.00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule: (none)

Electrical Equipment  
 Wattage: 0.00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule: (none)

People  
 Occupancy: 0.0 People  
 Activity Level: Office Work  
 Sensible: 71.0 W/person  
 Latent: 60.1 W/person  
 Schedule: (none)

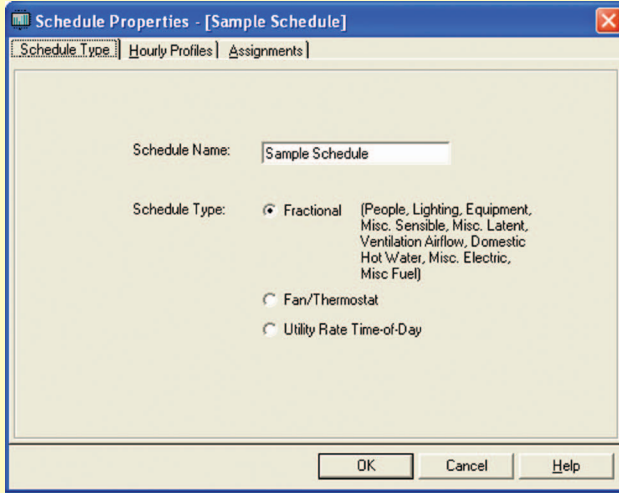
Miscellaneous Loads  
 Sensible: 0 W  
 Latent: 0 W  
 Schedule: (none)

OK Cancel Help

Yukarıdaki tabloda mahal içindeki ısı kaynakları ile ilgili bilgiler tanımlanır. Bunların içinde en önemli yeri bina işletim programı (Schedule) tutar. Bina işletim programı, aydınlatmanın ne sıklıkta kullanıldığı, insanların ne kadar süre mahalde buldukları gibi bilgileri içerir. Bina işletim programı sayısı limitsizdir.

Diğer tablolarda ise, duvar, cam, kapı, çatı, tepe camı, sızıntı, döşeme ve ara bölmelere ait bilgiler girilir.

### **İşletme Programları (Schedules)**



Schedule Properties - [Sample Schedule]

Schedule Type | Hourly Profiles | Assignments

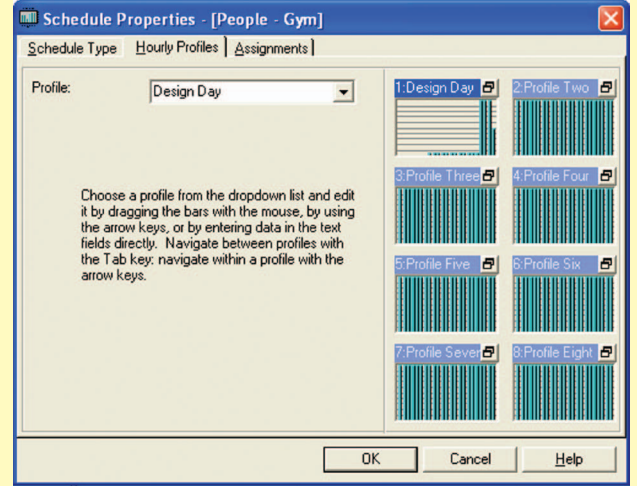
Schedule Name: Sample Schedule

Schedule Type:  Fractional (People, Lighting, Equipment, Misc. Sensible, Misc. Latent, Ventilation Airflow, Domestic Hot Water, Misc. Electric, Misc Fuel)  
 Fan/Thermostat  
 Utility Rate Time-of-Day

OK Cancel Help

İşletim programı tipleri

- Kısmi iç yükler için işletme programı (insan, aydınlatma, cihazlar, çeşitli yükler, taze hava vb.)
- Fan/termostat işletme programı,
- Değişken elektrik fiyatları işletme programı.



Schedule Properties - [People - Gym]

Schedule Type | Hourly Profiles | Assignments

Profile: Design Day

1: Design Day 2: Profile Two  
 3: Profile Three 4: Profile Four  
 5: Profile Five 6: Profile Six  
 7: Profile Seven 8: Profile Eight

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.

OK Cancel Help

Her bölüm için sekiz profil girilebilir. Bu profiller tasarım ve enerji simülasyonu olmak üzere her ikisi için de kullanılır.

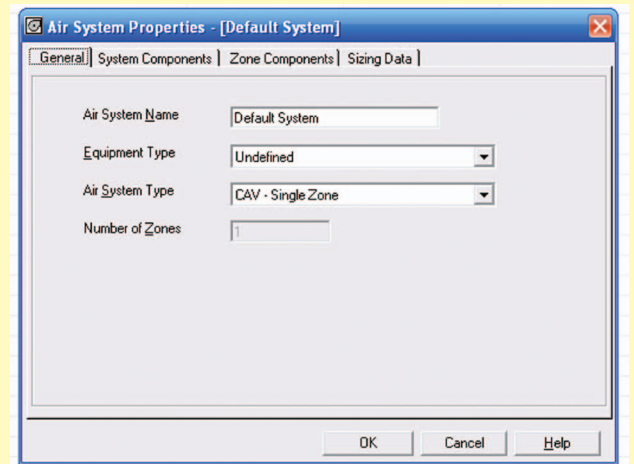
### **3.3. Bölgeler (Zones)**

Tek termostatla kontrol edilen bir mahal veya bir grup mahallin toplamıdır. Bazı sistemlerde her odada bir termostat bulunur. Bu durumda her mahal bir zon olarak tanımlanır. Bazı durumlarda ise bir grup mahal, termostatın bulunduğu mahallin şartlarına göre şartlandırılır.

### **3.4. Hava Sistemleri (Air Systems)**

Binanın bir bölgesinin soğutma ve ısıtmasını sağlayan cihaz ve kontrol elemanlarıdır. Bir hava sistemi bir veya daha fazla zona hizmet eder. Her zonda bulunan termostat, o zonun hava sıcaklığının kontrolünü sağlar. Hava sistemlerine örnek olarak, klima santralleri, paket çatı tipi cihazlar, paket dik tip üniteler, split sistemler, paket DX fan koil, hidronik fan koil, su kaynaklı ısı pompası, vb. verilebilir.

HAP Programı, Sistem dizayn yükü hesabında, aşağıdaki tabloda görünen dört bölümdeki bilgileri kullanır. Bunlar genel, sistem bileşenleri, zon bileşenleri ve sistem boyutlandırma bilgileridir.



Air System Properties - [Default System]

General | System Components | Zone Components | Sizing Data

Air System Name: Default System

Equipment Type: Undefined

Air System Type: CAV - Single Zone

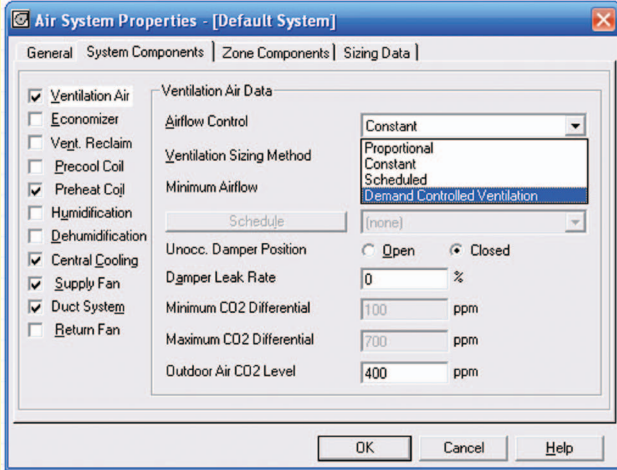
Number of Zones: 1

OK Cancel Help

### 3.4.1. Taze Hava Miktarı için Kontrol Yöntemleri

Taze hava yükü, sistem yükleri arasında en çok ısı kazancı getiren faktördür. Bu durumda taze havanın ne miktarda iç ortama sağlanması gerektiği çok önemli bir konu olup, iç ortam kalitesi ile enerji ekonomisi arasında bir denge sağlamalıdır. HAP Programı içeri alınacak taze hava miktarı için belli kontroller içerir. Bu kontrollerin seçimi tasarım kabullerine ve sisteme göre değişebilir. Ayrıca raporlardan da zonlardaki taze hava miktarları incelenerek başlangıçtaki seçim değiştirilebilir.

Bu kontroller 4 gruba ayrılır :



#### 3.4.1.1. Oransal Kontrol

Değişken debili hava sistemleri (VAV) için kullanılır. Taze hava miktarı üfleme havası içinde belli bir oranda vardır. Bu durumda ısıtma-soğutma koşulları arasında üfleme debilerinde olan farklar taze hava miktarına da yansıtacaktır. Ayrıca, bu kontrol seçildiğinde minimum taze hava miktarı belirlemek gereklidir. Üfleme havası düşük olsa bile taze hava miktarını o oranda kısmının doğru olmayacağı koşullar için gereklidir. Bir mahal kullanılmaz iken VAV damperinin açık olup olmadığı bilgisini ve damper sızıntı oranını da girmek gerekmektedir.

Bu kontrolde dış hava CO2 miktarı da önemli bir girdidir. Özel kirli bölgelerde içeri alınan taze hava miktarı yeterli miktarda olmayabilir ve taze hava oranını değiştirmemiz gerekebilir.

#### 3.4.1.2. Sabit Debili Kontrol

Odadaki üfleme havası debisine bağlı kalmaksızın taze hava debisinin sabit olmasını sağlayan kontroldür. Burada yine damper sızıntı oranını ve kullanılmayan halde damper konumunu belirtmek gereklidir. Eğer bu kontrol VAV sistemi ile kullanılacak ise VAV taze hava damperinin iç ortama hep aynı miktarda taze havayı sağlayabilecek şekilde hassas kontrolü gerekecektir.

#### 3.4.1.3. Programlı Kontrol

Taze havanın iç ortama alınması önceden belirlenmiş saatlik bir iş programına göre yapılır. Burada girilen iş programı önemlidir. Toplam hava miktarının belirli bir yüzdesi olarak saatlere bölünmesi ve oransal belirtilmesi gerekmektedir.

### 3.4.1.4. Talep Kontrollü Havalandırma

Karbondioksit (CO2) sensörleri aracılığı ile olur. İncelenen iki değer iç havada üretilen CO2 miktarı ile dış havanın verileridir.

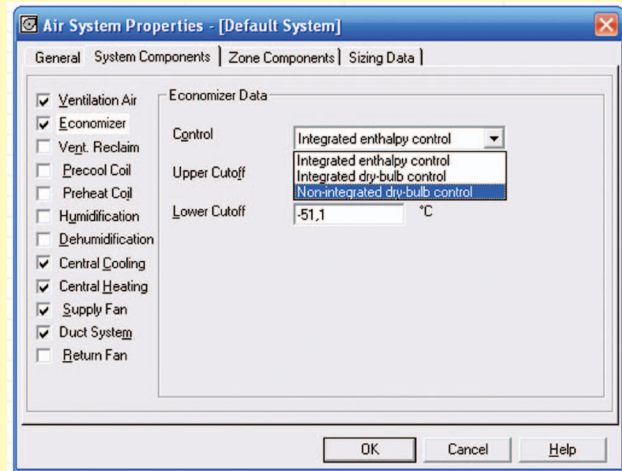
Her mahal içerisindeki insanlar tarafından üretilen CO2 miktarı insan sayısı, aktivite derecesi, metabolik hız gibi belli kriterlere bağlıdır. HAP Programı, havanın CO2 oranını her mahal için saatlik simüle eder. Burada dikkat edilen nokta iç ve dış mahal arasındaki CO2 miktarının farkıdır. Bu farkın en az ve en çok seviyesini tasarımcı tayin eder.

Daha sonra ise mahallerin raporları incelenip bu aralıkta kalıp kalmadıklarına bakılır. Bu sonuç tasarımcının dizayn değerini değiştirebilecek niteliktedir. Nitekim, eğer mahallerde CO2 miktarı belirlenen en az seviyeye çok yakın seyir ediyor ise tasarımcı taze hava miktarını azaltmaya yeltenebilir. Tersine, CO2 miktarı kritik düzeyde ise istenen konfor koşuluna göre taze havayı artırabilir.

Enerji verimliliğinin çok önemli olduğu bu günlerde taze hava miktarındaki artış miktarı ile iç havadaki CO2 oranındaki azalışı izleyebilmek çok değerlidir. HAP Programı bu bilgiyi bizim için simüle eder.

### 3.4.2. Ekonomizör

HAP Programında bahsedilen ekonomizör, taze hava sisteminin çalışma kontrolü mekanizmasıdır. "Dış hava şartları hangi durumda iken iç ortama verilmelidir?" sorusunun cevabını irdeler. Kullanılabilecek 3 yol vardır.



- Kuru termometre'ye entegre kontrol,
- Entalpi'ye entegre kontrol,
- Kuru termometre'ye entegre olmayan kontrol,

Tasarımcı bu kontrollerden birini seçip tüm hesaplamalarını tamamladığında diğer yöntemlerle de aradaki farkları yapıp kıyaslayabilir. Tahmin edildiği gibi ekonomizör kullanımı kar sağlıyor mu diye test etmek için, kıyas şarttır. Önerilen yol, eldeki sonucu ekonomizör kullanmadan önceki haliyle de kıyaslamaktır.

Buradan hangi kontrol kullanıldığında mevcut bina, sistem ve iklim verileri için en verimli koşul sağlandığı bulunur. Enerji verimliliği açısından önemli bir sonuç elde edilir.

### 3.4.3. Sistem Boyutlandırma

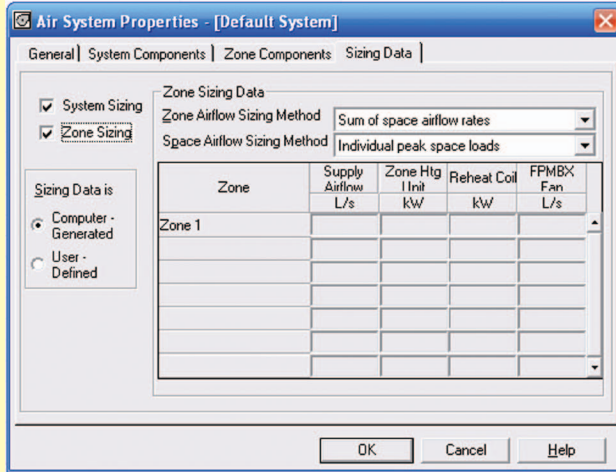
Zon, termostatı olan bir veya birçok mahalden oluşabilen bir bölgedir. Bir zonda birçok mahal olduğunda, bütün bu mahaller bir termostat ile kontrol edilmiş olurlar. Bu durumda termostatın bulunduğu mahal konfor şartlarını sağlayacak, diğer mahaller ise termostatı içeren mahallin yüküne bağlı kalacaktır. Bu durum nedeniyle termostat içermeyen mahallerdeki koşullandırma sorunlarını en aza indirmek amacıyla hava miktarı hesaplanmasında 4 temel yöntemden biri seçilir.

#### Boyutlandırma Yöntemi-1

- Zon hava debisi zon pik yüküne göre hesaplanır.
- Mahal hava debileri mahal alanlarına oranlı pay edilir.

#### Boyutlandırma Yöntemi-2

- Zon hava debisi zon pik yüküne göre hesaplanır.
- Mahal hava debileri zon pik yükü zamanındaki mahal yüklerine göre pay edilir.



#### Boyutlandırma Yöntemi-3

- Zon hava debisi zon pik yüküne göre hesaplanır.
- Mahal hava debisi mahal pik yüklerine göre pay edilir.

#### Boyutlandırma Yöntemi-4

- Zon hava debisi mahallerin pik yüklerinin toplamına göre hesaplanır.
- Mahal hava debisi zon pik yüküne göre hesaplanır.

Mahal hava debilerini belirlemede tek bir doğru yoktur ve değişik sistemlere göre önerilen boyutlandırma yöntemleri farklılık gösterir. Bu kararı tasarımcı kullanılan sisteme göre alır. Örneğin, değişken debili (VAV) sistemler için 3 no'lu yöntem önerilirken, sabit debili sistemler için ise 4 no'lu boyutlandırma yönteminin kullanılması önerilir.

HAP Programı tasarımcıya her yöntem ile sonuçlarını irdelleyip kıyaslama kolaylığı sağlar. Raporlardan zon verileri incelenebilir ve yöntem değiştirip en konforlu veya enerji verimli sonuç seçilebilir.

### 3.5. Ana Ekipmanlar (Plants)

Bir veya daha fazla hava sisteminin soğutma ve ısıtmasını sağlayan cihaz ve kontrol elemanlarıdır. Örneğin chiller, sıcak su kazanı, buhar kazanı. Bu kısımda ana ekipmanlardan hangilerinin kullanıldığı ve hangi hava sistemlerine hitap ettiği tanımlanır. Bu adım kapasite hesapları için gereklidir. Bütün bu veriler girildikten sonra raporlara geçilir ve HAP programı, ekipman dizayn raporlarını üç grup altında gösterir.

- Soğutma ekipmanı boyutlandırma özeti,
- Isıtma ekipmanı boyutlandırma özeti ve
- Saatlik chiller yük profilidir.

#### 3.6. Bina (Building)

Ekipman ve sistem raporları HVAC sistemini tanımlayacak gerekli bütün cihazlara ait kapasiteleri vermektedir. Bu raporlar incelenerek yapılan tasarıma en uygun kapasitelerde ısıtma ve soğutma ekipmanları seçilir. Klima santralleri, paket cihazlar, chiller cihazları ve kazan gibi ekipmanların kapasiteleri elde edilmiştir ve kataloglardan seçilir.

Bu noktadan sonra bütün bu seçilen cihazları bir bina altında toplamak gereklidir. Cihazların kapasiteleri, verimleri gibi bilgilerin yanı sıra elektrik tüketimleri, çalışma aralıkları ve sıraları gibi bazı detaylı veriler girilmelidir ki enerji simülasyonu gerçeğe en yakın şekilde sonuçlansın.

### 4. Enerji Analizi Nedir ve Nasıl Kullanılır?

Günümüzde HVAC giderleri bir binanın aylık enerji kullanımının önemli bir kısmını tutmaktadır ve en az maliyetli, en verimli hale getirilmesi için analiz edilmelidir. HAP Programı bir binanın enerji tüketen mekanik sistemlerinin işletme maliyetini hesaplar.

Bina Enerji Simülasyonunda amaç optimum tasarımı seçmek üzere değişik sistem tasarımlarının enerji kullanımı ve işletme maliyetini birbiriyle karşılaştırmaktır. Programda saatlik hava verileri mevcuttur ve binanın performansını seçilen sisteme göre simüle eder (gerçek çalışmayı taklit eder). Bu simülasyonu, bina ve ekipmanın performansı, günlerin doğru sırası ve gerçek hava verileri kullanarak, yılın 8760 saati için hesaplar.

#### **HAP enerji analizi sırasında şu adımları uygular:**

- Tüm soğutma ve ısıtma ekipmanlarının saatlik çalışmalarını simüle eder.
- Aydınlatma ve elektrik ekipmanları gibi HVAC sistemi harici sistemlerin de saatlik çalışmalarını hesaba katar.
- Saatlik simülasyon sonuçlarını toplam yıllık enerji kullanımı ve maliyetini hesaplamakta kullanır. Belirtildiği halde maliyetler günün saatlik fiyat değişimlerine duyarlı olarak hesaplanacaktır.
- Tablolara ve grafiklere verilen saatlik, günlük ve aylık maliyet raporları sistem kıyaslamasını kolaylaştırır. Böylece, enerji maliyetleri açısından sistem kıyaslamaları basit ve hızlı bir şekilde yapılmış olur. Ayrıca ekonomizör, ısı geri kazanım gibi bazı ek sistemlerin getirilerini de maliyet bazında ölçebileceğimiz bir altyapı sağlar.

## 5. Sonuç

Günümüzde önemi gittikçe artmakta olan enerji, elde etme maliyetleri sebebiyle, enerji tüketiminin en az seviyede tutulabilmesi, önem teşkil etmektedir. Isı hesaplarının doğru yapılması, bina özelliklerine ve kullanım amacına en uygun sistemlerin tasarlanması da enerjinin verimli kullanılmasında öncelikli önem oluşturmaktadır. Gelişen bilgisayar teknoloji sayesinde en karmaşık hesaplamalar bile çok kısa sürelerde yapılabilmektedir. HAP programı da ısı hesaplamaları, sistem seçimi, ekipman seçimi ve sistem simülasyonları gibi konularda oldukça detaylı hesap yapabilen, sektörümüz için değerli bir programdır.

## Kaynaklar

- 1 - CARRIER Hourly Analysis Program Help Dosyaları
- 2 - ASHRAE-62/2004

## Yazarlar

### **NERMİN KÖROĞLU ISIN**

2002 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesinden mezun oldu. 2002-2004 yılları arasında California Polytechnic State University'de mühendislik üzerine yüksek lisans yaptı. 2004 yılından beri Setta Mühendislik ve Taahhüt A.Ş.'de Proje Mühendisi ve Şantiye Kontrolörü olarak çalışmaktadır. Rusya, Kazakistan, Libya, Nijerya gibi ülkelerle iş deneyimi oldu. 2006 yılından itibaren TTMD'de Carrier HAP programı eğitimi vermektedir.

### **MELİHA ALALOĞLU**

1985 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesinden mezun oldu. Mezun olduktan sonra çalışma hayatına başladığı, Genel Mühendislik San.ve Tic. Ltd. Şti.'nde ; 1985-1998 yılları arasında ısıtma, havalandırma, klima, sıhhi tesisat konularında proje mühendisliği, 1998-2008 yılları arasında teknik müdürlük, 2008 yılından bu yana da şirket ortağı ve teknik müdürlük görevini yürütmektedir. 2006 yılından itibaren TTMD'de Carrier HAP programı eğitimi vermektedir.

### **AZİZ ERDOĞAN**

1996 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi-Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Öcen Mühendislik Tesisat ve Ticaret Ltd. Şti.'de Tasarım Mühendisi olarak çalışmaya başladı ve 6 yıl süre ile çalıştı. 2002-2006 yılları arasında Tetisan Endüstriyel Klima Ltd. Şti.'nde Proje ve Şantiye Sorumlusu olarak görev aldı. 2006 yılında yeniden Öcen Mühendislik Tesisat ve Ticaret Ltd. Şti.'ye dönerek, Yönetici ve Tasarım Mühendisi olarak çalışmalarına devam etmektedir. 2006 yılından itibaren TTMD'de Carrier HAP programı eğitimi vermektedir.

## LEVENT ACAR

1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği, Isı Proses bölümünden mezun oldu. 1999-2000 yılları arasında Tokar A.Ş.'de Koç Üniversitesi şantiyesi, Saha Mühendisliği, 2000-2004 yılları arasında Elmak A.Ş.'de Proje Mühendisliği, 2005 yılından bu yana da Acar Mühendislik Tes. Ltd. Şti.'nde Kurucu Ortağı ve Proje Mühendisi olarak çalışmaktadır. 2006 yılından itibaren TTMD'de Carrier HAP programı eğitimi vermektedir.

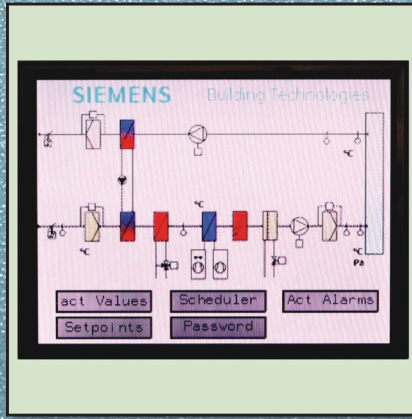
# Türkiye'nin En Çok Tercih Edilen Hijyenik Klima Sistemi



Paket Hijyenik Klima



Laminar Air Flow



Touch Screen  
Kullanıcı Paneli



Hepa Filtre

**MERKEZ & FABRİKA** Tel: (312) 818 63 00 (pbx) Faks: (312) 818 61 50 fabrika@untes.com.tr  
**SATIŞ & ANKARA Blg. Md.** Tel: (312) 287 91 00 (pbx) Faks: (312) 284 91 00 untes@untes.com.tr  
**İSTANBUL Blg. Md.** Tel: (216) 456 04 10 (pbx) Faks: (216) 455 12 90 istanbul@untes.com.tr  
**İZMİR Blg. Md.** Tel: (232) 469 05 55 (pbx) Faks: (232) 459 12 92 izmir@untes.com.tr  
**ADANA Blg. Md.** Tel: (322) 459 00 40 (pbx) Faks: (322) 459 01 80 adana@untes.com.tr

**ÜNTEŞ**<sup>®</sup>  
ISITMA KLİMA SOĞUTMA HAVALANDIRMA  
"İklimlendirme Uzmanı"  
www.untes.com.tr