



TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ

8. ULUSLARARASI
YAPIDA TESİSAT TEKNOLOJİSİ SEMPOZYUMU
BİLDİRİLER

TURKISH SOCIETY OF HVAC & SANITARY ENGINEERS

PROCEEDINGS OF
8. INTERNATIONAL HVAC+R
TECHNOLOGY SYMPOSIUM

Editör / Edited by
Ahmet Arısoy & Abdurrahman Kılıç

12 - 14 MAYIS 2008

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği

8. ULUSLARARASI YAPIDA TESİSAT SEMPOZYUMU
8. INTERNATIONAL HVAC+R TECHNOLOGY SYMPOSIUM

ORGANİZASYON ŞEMASI / ORGANIZATION CHART

Sempozyum Başkanı
Syposium Chairman

Abdullah Bilgin

Sempozyum Yürütme Kurulu Başkanı
Organizing Committee Chairman

Abdurrahman Kılıç

Sempozyum Bilim Kurulu Başkanı
Scientific Committee Chairman

Ahmet Arısoy

Sempozyum Bilim Kurulu
Scientific Committee

İ. Zeki Aksu
Mustafa Bilge
Nilüfer Eğrican
Hasan Heperkan
Sadık Kakaç
Abdurrahman Kılıç
Birol Kılış
Barış Özerdem
Baycan Sunaç

Sempozyum Yürütme Kurulu
Organizing Committee

İ. Zeki Aksu
Levent Alatlı
Tuba Bingöl Altıok
Ahmet Arısoy
Abdullah Bilgin
İbrahim Çakmanus
Selen Güngör
Hırant Kalataş
Kani Korkmaz
Tunç Korun
Fatih Öner
Handan Özgen
Numan Şahin
Macit Toksoy
Cafer Ünlü

Sempozyum Sekreteryası
Syposium Secreteriat

Selen Güngör
Burçak Melekoğlu
Ercan Kahyaoğlu
Gülten Acar
Bilal Kip
Arzu Koç
Ali Özgü
İlknur Altınbaş

3A-1-2	<i>Calculation of the yearly energy performance of heating systems based on the European Building Energy Directive and related CEN Standards</i>	381
	Bjarne W. Olesen	
3A-1-3	<i>Ekserji Rehberliğinde Birlikte Üretim Sistemlerinin Yararları</i>	397
	<i>Exergy Guided Benefits Of Cogeneration Systems</i>	
	Birol Kılıç	
	Şiir Kılıç	
3A-1-4	<i>Türkiye'nin Ilımlı Nemli ve Sıcak Kuru İklim Bölgelerinde Enerji Tasarrufu İçin Bina Tasarım Stratejileri</i>	408
	<i>Energy Saving Design Strategies In Mild Humid and Hot Dry Climatic Zones Of Turkey</i>	
	A. Zerrin Yılmaz	
3B-1-1	<i>Akustik ve Difüzörler İle Klima Elemanları</i>	417
	<i>Acoustics and Diffusers and HVAC Units</i>	
	Numan Şahin	
3B-1-2	<i>BYS Kayıtları İle KS ve VAV Arıza Tesbiti</i>	429
	<i>Fault Detection of VAV and CC with BYB Records</i>	
	M. Selçuk Ercan	
3B-1-3	<i>Bina Güç Sistemlerinin Ağ Tabanlı Denetimi</i>	436
	<i>Network Based Control Of Building Power Systems</i>	
	Cemal Yılmaz	
	İlhan Koşalay	
3B-1-4	<i>Tesisatlarda Deprem Korumasının Uygulamalı Mühendislik Esasları</i>	442
	<i>Applied Engineering Fundamentals Of Seismic Restraint For Installations</i>	
	Eren Kalafat	
3C-1-1	<i>Evsel Atık Su Drenajı ve Yağmur Suyu Toplama Sistemleri</i>	461
	<i>Domestic Waste Water and Rain Water Collection Systems</i>	
	Deniz Arzu Araz	
3C-1-2	<i>Güneş Enerjisi Destekli Kombine Sıcak Su Üretim Sistemlerinin Konvansiyonel Uygulamalarla Teknik ve Ekonomik Açından Karşılaştırılması</i>	482
	<i>Technical and Economical Comparison Of Solar Assisted Hot Water Production Systems With Conventional Ones</i>	
	Levent Çolak	
3C-1-3	<i>Sıcaklık ve Entalpi Kontrollü Serbest Soğutma Uygulamalarının Karşılaştırılması</i>	495
	<i>Comparison Of Temperature and Enthalpy Control In Free Cooling Applications</i>	
	Mehmet Azmi Aktacir	
	Hüsamettin Bulut	
3C-1-4	<i>Konut Yapımında Yaygın Olarak Kullanılan Duvar ve Tavan Tipleri İçin Toplam Eşdeğer Sıcaklık Farklarının (TESF) Deneysel Olarak Eldesi</i>	504
	<i>Total Equivalence Temperature Differences (TETD) for Wall and Ceiling Types Which are Used Extensively In Building Construction</i>	
	Önder Kaşka	
	Recep Yumrutaş	
3A-2-1	<i>Mühendislik Büroları Bunların İşleyiş ve Sorumlulukları</i>	515
	<i>Operation and Responsibilities of Engineering Bureaus</i>	
	Abdullah Eldelekli	

SICAKLIK VE ENTALPİ KONTROLLÜ SERBEST SOĞUTMA UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet Azmi AKTACIR
Hüsamettin BULUT

ÖZET

Enerji tasarrufu sağlayan serbest soğutma uygulamalarının iklimlendirme sistemlerinde kullanımı son yıllarda giderek artmaktadır. Serbest soğutma uygulamasında, doğrudan dış hava kullanılmaktadır. Dış havanın içeriye verilmesi sıcaklık veya entalpi kontrollü ile yapılmaktadır. Pratikte sıcaklık kontrolü basit ve ucuz olduğundan entalpi kontrolüne göre tercih edilmektedir. Fakat bu durum uygulamada bazı problemlere neden olmaktadır.

Bu çalışmada, tam havalı iklimlendirme sistemlerinde sıcaklık ve entalpi kontrollü serbest soğutma uygulamaları anlatılmıştır. İstanbul iklim şartlarında, tam havalı bir iklimlendirme sisteminde sıcaklık ve entalpi kontrollü serbest soğutma uygulamaları için potansiyel belirlenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sistemin detaylı psikrometrik analizi yapılmıştır. Serbest soğutmanın İstanbul için önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre bazı önerilerde bulunulmuştur.

COMPARISON OF TEMPERATURE AND ENTHALPY CONTROL IN FREE COOLING APPLICATIONS

ABSTRACT

The use of free cooling applications which provide energy saving in HVAC systems has been steadily increased in recent years. The outdoor air is used directly in free cooling applications. Air supply to indoor is controlled with temperature or enthalpy. In practice, temperature control is preferred to enthalpy control due to its simplicity and economic reasons. However, this causes some problems in applications.

In this study, free cooling applications with temperature and enthalpy control are discussed for all-air air-conditioning systems. Under İstanbul climatic conditions, the potential of free cooling application with temperature control and with enthalpy control were determined and compared with each other in an all-air central air conditioning system. Psychrometric analysis of the system was carried out for cooling and transition season in detail. It was seen that İstanbul has considerably the potential of free cooling application. Finally, some recommendations were done according to the results obtained.

1. GİRİŞ

Enerji tasarrufu çalışmalarında ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin enerji tüketimlerinin sınırlandırılması büyük önem taşır. Isıtma, havalandırma ve iklimlendirmede kullanılan cihazların tasarımında ve işletiminde dış hava şartları önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Sistem tasarımında kullanılan dış hava tasarım değerinin büyük seçilmesi sistem kapasitesini artırmakta, bunun sonucu olarak sistemin ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyetleri artmaktadır. Benzer şekilde dış hava şartları sistemin işletme şartlarını da etkilemektedir. Bu sistemlerden etkin bir çalışma performansı elde etmek için, dış hava şartlarına uygun olarak optimum çalışma şartlarının belirlenmesi gerekir. Uygun dış hava şartlarında doğrudan dış hava kullanılarak mahal şartları sağlanabilir. Serbest soğutma olarak tanımlanan bu çalışma durumu, iklimlendirme sisteminin işletme maliyetlerinde önemli oranda tasarruf sağlar. Bir bölgenin serbest soğutma potansiyeli yerel iklim özelliklerinin fonksiyonu olduğundan tasarruf miktarı tamamen dış hava

şartlarına bağlıdır. Dolayısıyla, iklim verilerinin detaylı analizi ile bir bölgenin serbest soğutma potansiyeli belirlenebilir [1-6].

Ekonomizer çevrim olarak bilinen serbest soğutma uygulamalarında, uygun dış hava koşullarında mekanik soğutma ihtiyacı azaltılarak veya tamamen ortadan kaldırılarak sistemin enerji tüketimi azaltılır. Tam havalı sistemlerde dış hava doğrudan iklimlendirilecek ortama gönderilirken, sulu sistemlerde soğutma suyunun soğutulmasında kullanılarak sistemin performansı artırılır [4-12].

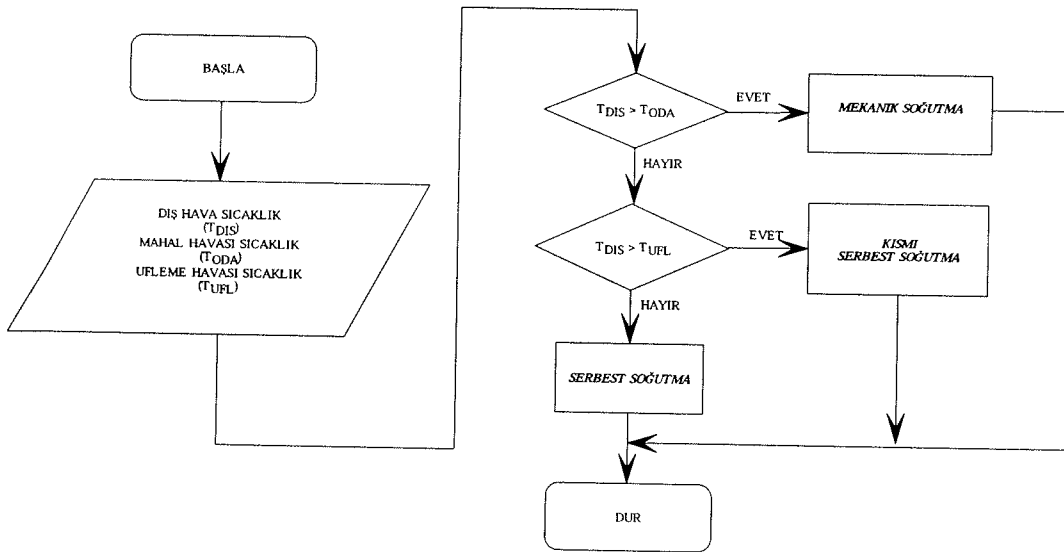
Serbest soğutma uygulamasında, dış havanın soğutma için uygunluğu sıcaklık veya entalpi kontrollü ile belirlenmektedir [13]. Pratikte sıcaklık kontrolü basit ve ucuz olduğundan entalpi kontrolüne göre tercih edilmektedir. Fakat bu durum uygulamada çeşitli problemlere neden olmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul iklim şartlarında, tam havalı bir iklimlendirme sisteminde sıcaklık ve entalpi kontrollü serbest soğutma uygulamaları karşılaştırılarak sistemin psikrometrik analizi yapılmıştır.

2. SERBEST SOĞUTMA ŞARTLARININ BELİRLENMESİ

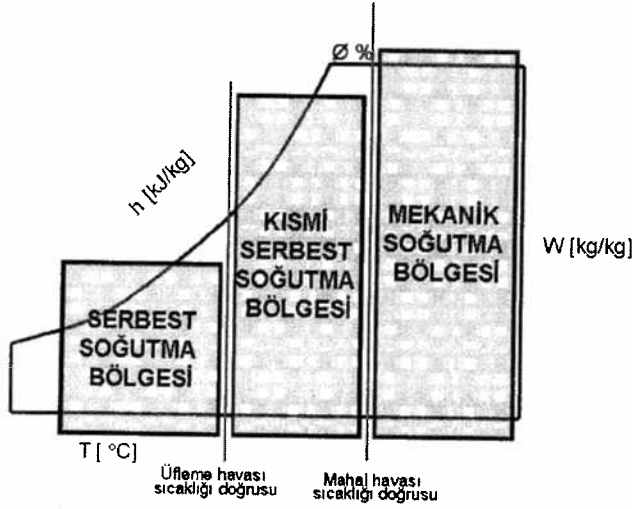
Havalı tip bir iklimlendirme sisteminde serbest soğutma şartlarının belirlenmesinde dış hava sıcaklık veya entalpi değerine göre yapılır [13]. Bu sistemler, dış hava sıcaklık kontrollü veya entalpi kontrollü serbest soğutma (ekonomizer çevrimi) sistemleri olarak adlandırılırlar.

2.1. Sıcaklık Kontrolü

Sıcaklık kontrollü sistemlerde kullanılan termostat, belirli bir sıcaklık değerine set edilebildiği gibi, dış hava ile oda sıcaklığı arasındaki farka göre de ayarlanabilir. Set değeri ile dış hava sıcaklığı kontrol edilerek, iklimlendirme sistemi mekanik soğutma, serbest soğutma veya kısmi serbest soğutma yapar. Bu kontrolün akış diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, dış hava sıcaklığının set değerinin üstüne çıktığı durumlarda, mekanik soğutma yapılır ve havalandırma için gerekli minimum oranda taze hava kullanılır. Set değerinin altındaki dış hava değerlerinde ise, maksimum oranda dış hava kullanılarak serbest soğutma yapılır. Burada, dış hava sıcaklığının üfleme sıcaklığının altındaki değerlerinde dış hava doğrudan mahale gönderilir. Soğutma grubu devre dışı kalır, bu çalışmaya tam (%100) serbest soğutma denir. Dış hava sıcaklığının üfleme sıcaklığından büyük olduğu değerlerinde ise, dış hava soğutma serpantininden geçirilerek üfleme sıcaklığına kadar soğutulur. Soğutma grubu devrededir, ancak soğutma grubunun yükü azalmıştır. Bu çalışma şekline kısmi serbest soğutma denir. Dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevriminin psikrometrik diyagramda çalışma bölgeleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi üfleme ve mahal sıcaklık doğruları üç çalışma bölgesi ortaya çıkarmaktadır.



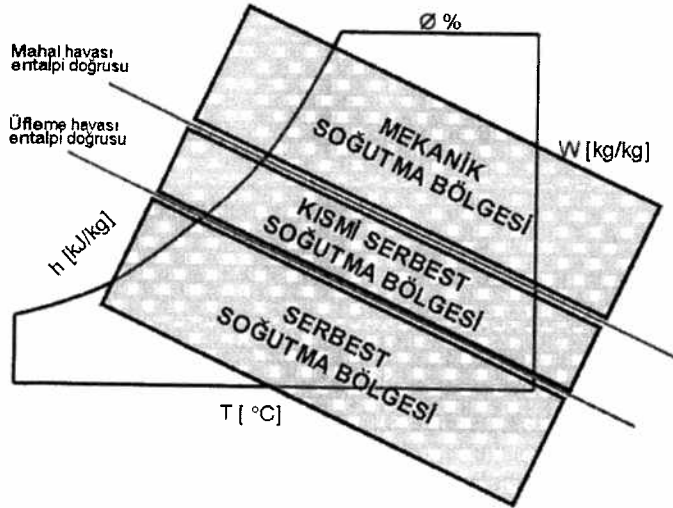
Şekil 1. Dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevrimi akış diyagramı



Şekil 2. Dış hava sıcaklık kontrollü ekonomizer çevriminin psikrometrik diyagramda çalışma bölgeleri

2.2. Entalpi Kontrolü

Entalpi kontrollü sistemde, dış hava ile dönüş havası entalpileri, entalpi sensörleri ile kontrol edilir. Bazı sistemlerde dönüş havası entalpisinden bağımsız olarak, sadece dış havanın entalpisini de kontrol edilebilir. Dış hava entalpisinin, dönüş havası entalpisinden düşük olduğu değerlerde sistem serbest soğutma yapmakta, büyük değerlerinde ise mekanik soğutma yapmaktadır. Dış hava entalpisinin, üfleme havası entalpisini ile dönüş havası entalpileri arasındaki değerlerinde ise iklimlendirme sistemi kısmi serbest soğutma yapmaktadır (Şekil 3).



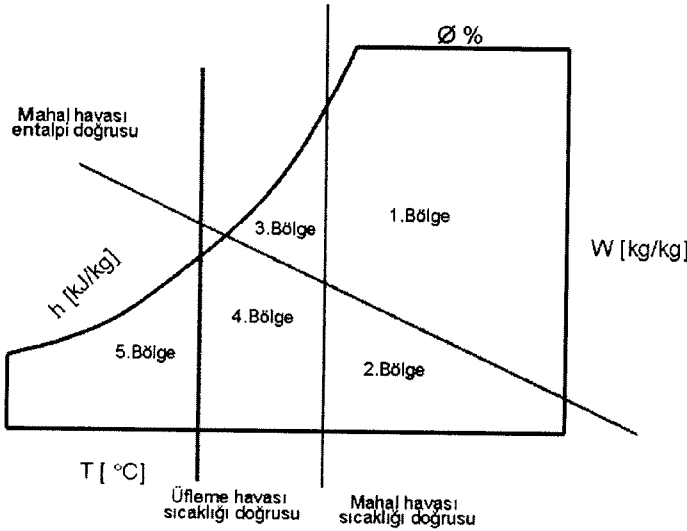
Şekil 3. Dış hava entalpi kontrollü ekonomizer çevriminin psikrometrik diyagramda çalışma bölgeleri

Bu kontrol sisteminde kullanılan entalpi sensörleri ölçülen havanın kuru termometre sıcaklığı ve bağıl nemi (veya yaş termometre sıcaklığına) göre çalışır. Bağıl nemi ölçmek nispeten daha pahalı ve güvenilirliğinde çeşitli sorunlar yaşanmaktadır. Ancak son yıllarda piyasada, uygun hassasiyette entalpi sensörleri bulmak kolaylaşmıştır. Bu yöntemde havanın taşıdığı enerji belirlendiğinden iç konfor şartları tam olarak sağlanır. Sıcaklık kontrollü yönteminde havanın enerjisi belirlenmediğinden bazı sıkıntılar yaşanabilir. Örneğin yüksek sıcaklıktaki bir havanın entalpisini, taşıdığı nem sebebiyle daha düşük sıcaklıktaki bir havanın entalpisinden düşük olabilir. Bu gibi çalışma şartlarında en doğru çözüm entalpi kontrolüdür. Fakat uygulamalarda sıcaklık kontrolü, entalpi kontrolüne göre daha kolay olduğundan daha çok tercih edilmektedir. Bununla birlikte

entalpi kontrollü ekonomizer, özenli çalıştırıldığında daha çok tasarruf değerlerine ulaşılabilir özelliklere sahiptir [10].

2.3. Sıcaklık ve Entalpi Kontrolünün Karşılaştırılması

Sıcaklık ve entalpi kontrollü serbest soğutma çevrimlerinin psikrometrik analizi gerçekleştirmek için her iki kontrole göre elde edilen çalışma bölgeleri aynı diyagramda gösterilerek yeni bölgeler elde edilmiştir (Şekil 4). Psikrometrik diyagramdan görüleceği gibi, üfleme sıcaklığı, iç ortam kuru termometre sıcaklığı ve iç ortam entalpi doğruları 5 farklı çalışma bölgesi oluşturmaktadır.



Şekil 4. Psikrometrik diyagramda kontrol tipine göre farklı çalışma bölgeleri

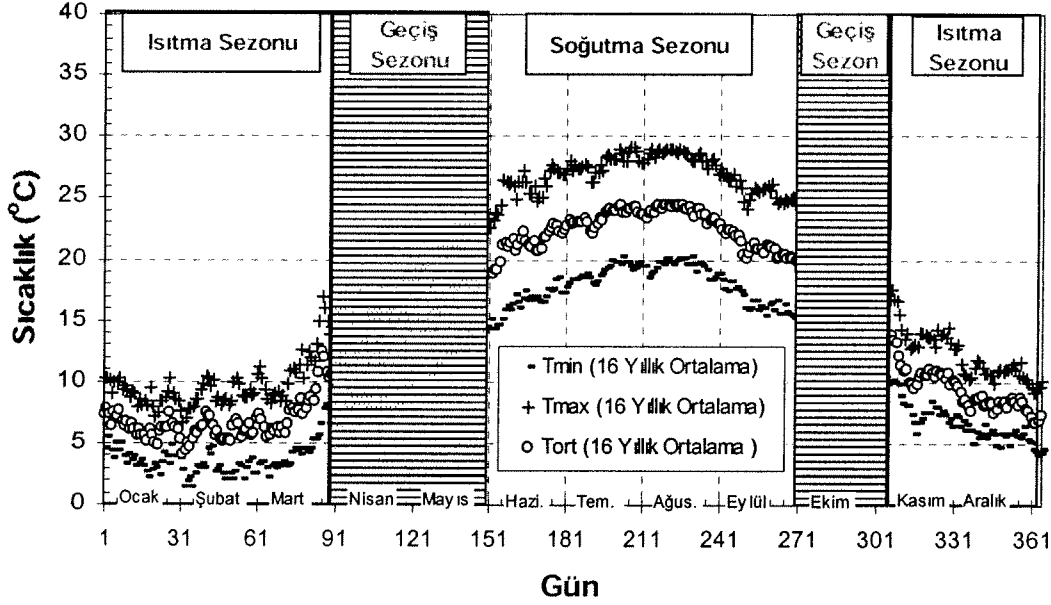
1. bölgede, serbest soğutma için uygun dış hava şartları sağlamadığından ($h_{dış} > h_{iç}$ ve $T_{dış} > T_{iç}$) mekanik soğutmaya yapılır ve havalandırma için minimum oranda taze hava miktarı kullanılır. 2. bölgede, dış havanın sıcaklığı oda havasından yüksek ($T_{dış} > T_{iç}$) olmasına rağmen taşıdığı enerji ($h_{dış} < h_{iç}$) daha düşüktür. Bu bölgede serbest soğutma yapılması durumunda, sadece ortamın gizli ısı kazancı karşılanır. Ortamın duyulur ısı kazancı karşılanmadığı gibi duyulur ısının artmasına sebep olur. 3. bölgede dış havanın sıcaklığı ortam havasının sıcaklığından düşük ($T_{dış} < T_{iç}$) ve entalpis ($h_{dış} > h_{iç}$) yüksektir. Bu bölgede serbest soğutma yapılması durumunda, duyulur ısı kazancının bir kısmı karşılanırsa da ısı konforu tam olarak sağlanamaz. 4. ve 5. bölgede ise, dış havanın entalpi ($h_{dış}$) ve sıcaklığı ($T_{dış}$) ortam havasının entalpi ($h_{iç}$) ve sıcaklığından ($T_{iç}$) düşük olmasından dolayı ($h_{dış} < h_{iç}$ ve $T_{dış} < T_{iç}$) serbest soğutma bölgesi olarak adlandırılır. Bu bölgede serbest soğutma yapılması durumunda, mahalın ısı konforunun sağlanması ortama sevk edilen dış havanın sıcaklığına (üfleme sıcaklığı: $T_{üfl}$) bağlıdır. Dış hava sıcaklığının üfleme sıcaklığının altında kaldığı 5. bölgede ($T_{dış} < T_{üfl}$) serbest soğutma ile mahalın soğutma yükünün tamamı karşılanır. Dış hava sıcaklığının üfleme sıcaklığından büyük ve oda sıcaklığından küçük olduğu 4. bölgede ($T_{üfl} < T_{dış} < T_{oda}$) serbest soğutma ile mahalın soğutma yükünün belli bir kısmı karşılanır. Karşılanmayan kısım için mekanik soğutma yapılması gerekir. Sonuç olarak serbest soğutma bölgeleri belirlenirken sadece hava sıcaklığını dikkate almak yeterli olmamakta, havanın entalpisine bakmak gerekmektedir.

3. İSTANBUL İÇİN SERBEST SOĞUTMA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

3. 1. Soğutma Sezonunun Belirlenmesi

Bu çalışmada İstanbul ilinin uzun dönem günlük ortalama sıcaklıklarının yıllık değişimine göre soğutma sezonu tespit edilmiştir. Şekil 5'de İstanbul ili için 16 yıllık (1981-1996) verilerin ortalamalarından elde edilmiş günlük minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin yıl boyunca değişimi görülmektedir. 20 °C ortalama dış sıcaklık değerine göre (ortalama maksimum sıcaklık 24 °C civarındadır), soğutma sezonu Haziran ayında (152. gün) başlamakta, Eylül ayında (273. gün) bitmektedir. Ortalama dış sıcaklık

değerlerinin 13 °C ile 20 °C arasındaki olduğu dönem, soğutma yükünün bağıl olarak düşük olduğu geçiş dönemi kabul edilirse, Nisan, Mayıs ve Ekim geçiş ayları olarak ele alınabilir.

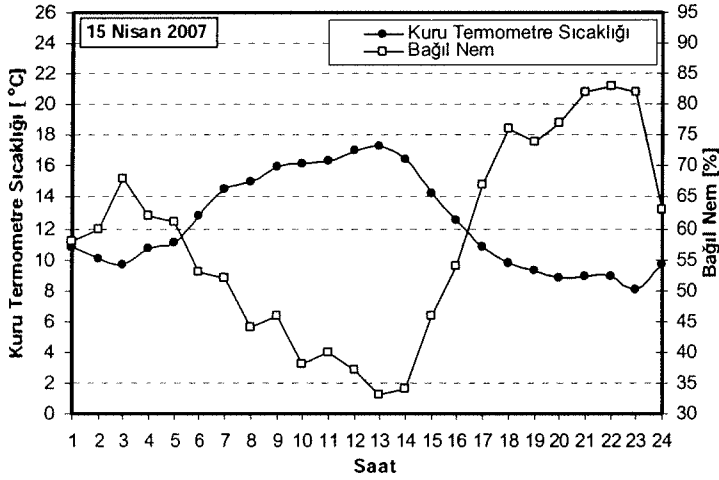


Şekil 5. Uzun dönem verilere göre İstanbul için günlük minimum, maksimum ve ortalama sıcaklıkların yıl boyunca değişimi ve belirlenen ısıtma, soğutma ve geçiş sezonları

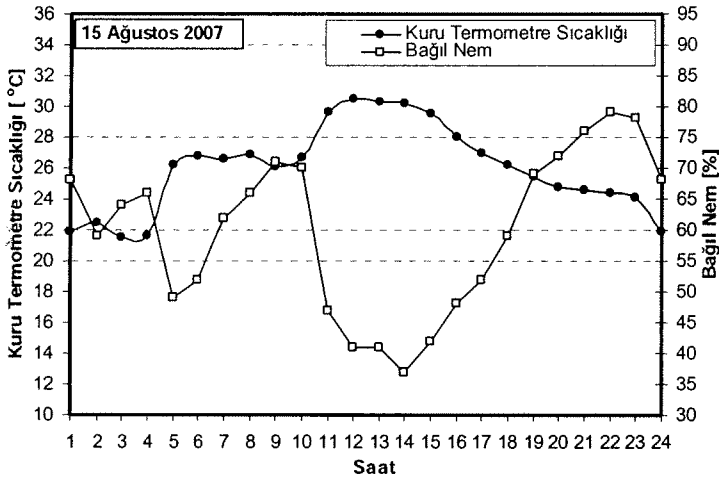
3. 2. Serbest Soğutma Potansiyelinin Analizi

İstanbul iklim koşullarında tam havalı bir iklimlendirme sistemi dikkate alınarak serbest soğutma şartlarının tespitinde kullanılan sıcaklık ve entalpi kontrolleri incelenmiştir. İklim verileri olarak İstanbul Florya meteoroloji istasyonuna ait 2007 yılı saatlik bağıl nem ve saatlik kuru termometre sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden elektronik dosya olarak temin edilmiştir. Saatlik bağıl nem ve saatlik kuru termometre sıcaklık değerleri kullanılarak literatürde verilen eşitliklere göre [14] saatlik entalpi değerleri hesaplanmıştır. İklimlendirme sisteminde üfleme sıcaklığı 15 °C ve bağıl nemi %90, iç ortam hava sıcaklığı 26°C ve bağıl nemi %50 olarak kabul edilmiştir.

Kuru termometre sıcaklığının ve bağıl nemin günlük değişimi, geçiş sezonu ve soğutma sezonunu temsil edecek gün olarak seçilen 15 Nisan ve 15 Ağustos günleri için sırasıyla Şekil 6 ve 7'de gösterilmiştir. Şekillerden de görüleceği gibi sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin her iki gün için benzer değişimi göstermektedir. Kuru termometre için en yüksek sıcaklık değerleri gün ortasında olmakta, en düşük değerler ise gece yarısı ve gün doğumundan önce olmaktadır. Bağıl nem ise en yüksek değerlerini gün batımından sonraki saatlerde almakta, en düşük değerlerini ise gün ortasında almaktadır. Beklendiği gibi sıcaklık arttıkça bağıl nem düşmekte, azaldıkça bağıl nem yükselmektedir.

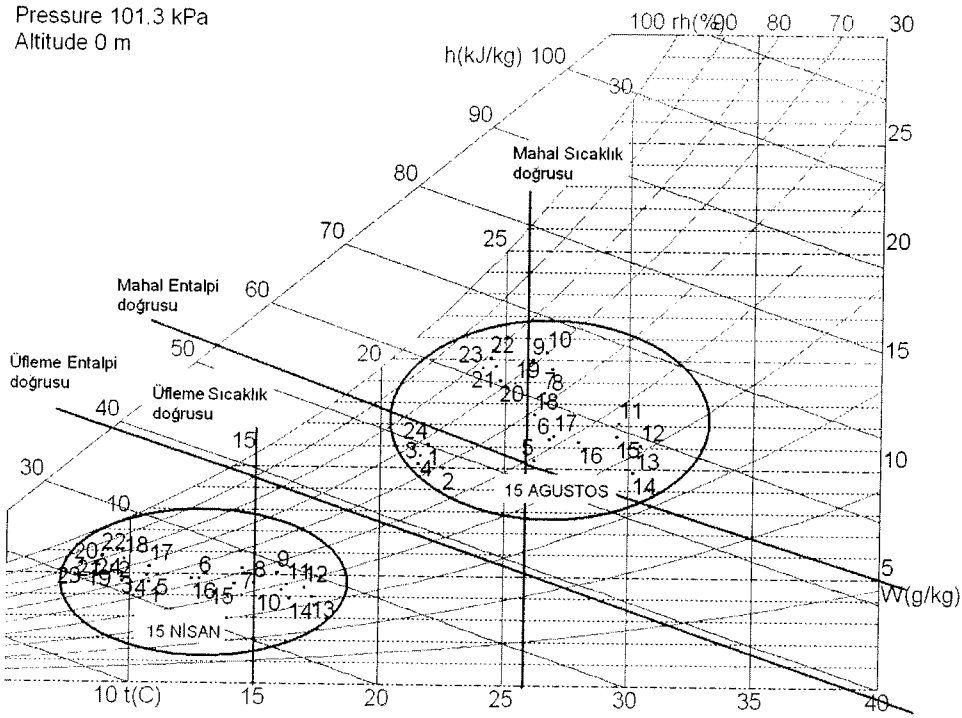


Şekil 6. 15 Nisan 2007 günü dış hava kuru termometre sıcaklığı ve bağıl neminin değişimi



Şekil 7. 15 Ağustos 2007 günü dış hava kuru termometre sıcaklığı ve bağıl neminin değişimi

Şekil 8'de 15 Nisan ve 15 Ağustos 2007 örnek günleri için dış havanın psikrometrik diyagram üzerindeki durumları saatlik olarak gösterilmiştir. Şekilde verilen psikrometrik diyagramda, dış hava sıcaklık ve entalpi kontrolü yapılması durumunda çalışma bölgeleri oluşturularak örnek günlerinin saatlik olarak psikrometrik özellikleri belirlenmiştir. Şekilden görüleceği gibi, 15 Ağustos günü entalpi kontrolüne göre sistem 24:00-04:00 saatleri dışında mekanik soğutma yapılmaktadır. Sıcaklık kontrolüne göre ise 20:00-04:00 saatleri dışında mekanik soğutma ihtiyaç duyulur, ancak 20:00-23:00 saatleri arasında serbest soğutma yapılması durumunda dış havanın entalpisi mahal havası entalpisinden büyük olduğundan ısı konfor sağlanamaz. 15 Nisan gününde entalpi kontrolüne göre sistem %100 serbest soğutma yaparken sıcaklık kontrolüne göre 08:00-14:00 saatleri arasında kısmi serbest soğutma yapılması öngörülür. Ancak bu saatlerde dış hava doğrudan kullanılarak ısı konfor sağlanır.



Şekil 8. Örnek günlerin psikrometrik diyagramda gösterimi

Dış hava sıcaklık ve entalpi kontrolü yapılarak serbest soğutma potansiyeli hesaplamaları saatlik bazda Nisan-Ekim ayları arası yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur. Tablodan görüleceği gibi, serbest soğutma potansiyeli, Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim olmak üzere geçiş aylarında yüksek, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise düşüktür. Ancak kısmi serbest soğutma, soğutma sezonu boyunca en düşük oranda Temmuz ve Ağustos döneminde %50'in üzerinde bir oranda görülmüştür. Bu oran enerji tasarrufu açısından dikkate değer bir orandır. Mekanik soğutmaya olan ihtiyaç Nisan ve Ekim ayında hiç olmamakta, diğer aylarda %10-90 arasında değişmektedir.

Tablo 1. İstanbul ili iklim şartlarında kontrol yöntemlerine göre tümünden havalı bir iklimlendirme sistemi için çeşitli çalışma yüzdeleri

Ay	Kontrol Yöntemi	Serbest Soğutma [%]	Kısmi Serbest Soğutma [%]	Mekanik Soğutma [%]
Nisan	Sıcaklık	84.0	16.0	0.0
	Entalpi	99.6	0.4	0.0
Mayıs	Sıcaklık	17.0	80.2	2.8
	Entalpi	32.7	53.6	13.7
Haziran	Sıcaklık	0.0	88.8	11.2
	Entalpi	0.5	67.0	32.5
Temmuz	Sıcaklık	0.0	56.8	43.2
	Entalpi	0.8	24.9	74.3
Ağustos	Sıcaklık	0.0	51.9	48.1
	Entalpi	0.0	11.2	88.8
Eylül	Sıcaklık	3.6	87.8	8.7
	Entalpi	17.5	57.3	25.2
Ekim	Sıcaklık	25.3	74.7	0.0
	Entalpi	35.6	61.8	2.6

Tablodan görüleceği gibi dış hava şartlarının tespitinde kullanılan kontrol yöntemleri belirlenen soğutma potansiyelleri üzerinde önemli bir parametre olarak görülmektedir. Nisan ayında sıcaklık kontrolüne göre serbest soğutma potansiyeli %84 geri kalan kısım kısmi serbest soğutma iken bu oran entalpi kontrolünde %99.6 ve %0.4 olarak tespit edilmiştir. Mayıs ayında sıcaklık kontrolüne göre serbest soğutma oranı %17, kısmi serbest soğutma oranı %80.2, mekanik soğutma oranı 2.8'dir. Bu oranlar aynı dönemde entalpi kontrolüne göre %32.7, %53.6 ve %13.7 olarak tespit edilmiştir. Temmuz ayında sıcaklık kontrolüne göre serbest soğutma görülmemekte, kısmi serbest soğutma oranı %56.8, mekanik soğutma oranı %43.2'dir. Bu oranlar aynı dönemde entalpi kontrolüne göre %0.8, %24.9 ve %74.3'dir. Ağustos ayında sıcaklık kontrolüne göre serbest soğutma oranı %0, kısmi serbest soğutma oranı %51.9, mekanik soğutma oranı 48.1'dir. Bu oranlar aynı dönemde entalpi kontrolüne göre %0, %11.2 ve %88.8 olarak tespit edilmiştir. Soğutma sezonunda en fazla mekanik soğutmaya ihtiyaç olan ay Ağustos ayıdır. Ekim ayında sıcaklık kontrolüne göre serbest soğutma oranı %25.3, kısmi serbest soğutma oranı %74.7, mekanik soğutmaya ihtiyaç yoktur. Bu oranlar aynı dönemde entalpi kontrolüne göre %35.6, %61.8 ve %2.6'dir. Her iki yöntemle elde edilen sonuçlara bakıldığında iklimlendirme sisteminin çalışma sürelerinde dikkate değer oranda farklılıklar görülmektedir. Entalpi kontrolü ile sistemin çalıştırılması durumunda istenilen konfor şartları sağlanacaktır. Sıcaklık kontrolü ile yapılan çalışmalarda bazen sistemin yetersiz kaldığı ve beklenen faydanın sağlanmadığı görülecektir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, serbest soğutma uygulamalarının psikrometrik analizi gerçekleştirilerek, dış hava şartlarının tespitinde kullanılan sıcaklık ve entalpi kontrolü yöntemlerine göre İstanbul ilinin soğutma sezonu süresince aylık serbest soğutma potansiyeli belirlenmiştir. Üfleme sıcaklığı 15°C ve bağıl nemi %90, mahal havası 26°C ve bağıl nemi %50 olarak kabul edilerek elde edilen sonuçlara göre İstanbul ilinin serbest soğutma potansiyeli soğutma sezonu süresince değişmekte olup genel olarak geçiş aylarında yüksek, yaz aylarında düşüktür. İstanbul ilinin en düşük serbest soğutma potansiyeli Ağustos ayındadır. Ağustos ayında entalpi kontrolüne göre kısmi serbest soğutma potansiyeli %11.2'dir. En yüksek potansiyel Nisan ayında entalpi kontrolüne göre %99.6 olarak tespit edilmiştir.

Sıcaklık ve entalpi kontrolü ile elde edilen sonuçlara bakıldığında iklimlendirme sisteminin çalışma sürelerinde dikkate değer oranda farklılıklar görülmüştür. Ancak iklimlendirme sisteminin entalpi kontrolü ile çalıştırılması durumunda istenilen konfor şartları sağlanacaktır. Sıcaklık kontrolü ile yapılan çalışmalarda sistemden istenen performans her zaman sağlanamayacaktır. Entalpi kontrolünün sıcaklık kontrolüne göre her zaman daha yüksek serbest soğutma uygulaması yaptığı tespit edilmiştir.

Duyulur ısı oranı yüksek yerler için sıcaklık kontrolü yapılabilir. Nemli bölgeler ve gizli ısı yüksek yerler için entalpi kontrolü gerekir. Bunun yanında bina türü, bulunan yerin iklimsel özellikleri ve set değerleri, serbest soğutma uygulamasında önemli rol oynadıkları göz önünde bulundurulmalıdır.

Soğutma sezonu dikkate alındığında İstanbul ilinin serbest soğutma potansiyeli enerji tasarruf etmek için yeterli düzeydedir. Ülke enerji kaynaklarının etkin olarak kullanılması adına, yapıların iklimlendirme çalışmalarında serbest soğutma sistemleri ihmal edilmeyecek bir konumdadır. Bu sistemlerin uygulamaya geçirilmesiyle mevcut potansiyel kullanılarak önemli oranda enerji tasarrufu edileceği açıkça görülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1]. BUDAIWI, I.M., Energy performance of the economizer cycle under three climatic conditions in Saudi Arabia, International Journal of Ambient Energy, 22(2), 83-94, 2001.
- [2]. OLSEN, E.L., QINYAN, Y.C., Energy consumption and comfort analysis for different low-energy cooling systems in a mild climate, Energy and Buildings, 35, 561-571, 2003.
- [3]. GEROS,V., SANTAMOURIS, M., KARATASOU S., TSANGRASSOULIS, A., PAPANIKOLAOU, N., On the cooling potential of night ventilation techniques in the urban environment, Energy and Buildings, 37, 243-257, 2005.
- [4]. AKTACIR, M.A., Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde tam havalı iklimlendirme sistemlerinin serbest soğutma potansiyelleri, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 99, 66-74, 2007.
- [5]. AKTACIR, M.A., BULUT, H., Kayseri ilinin serbest soğutma potansiyelinin incelenmesi, ULIBTK'07-16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt 2, 860-866, 2007.
- [6]. AKTACIR, M.A., BULUT, H., Tam havalı iklimlendirme sistemlerinde dış hava sıcaklık kontrollü serbest soğutma ve enerji analizi, İKLİM 2007 II. Ulusal İklimlendirme Kongresi Bildiriler Kitabı, 149-161, Antalya, 2007.
- [7]. GÜNGÖR, A., GÜNGÖR, S., Havalı iklimlendirme sistemlerinde ekonomizer çevrimi, İKLİM 2005- Ulusal İklimlendirme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 55-66, 2005.
- [8]. ARISOY, A., ÇİLEK, G., Doğal havalandırma yapabilen örnek bir ofis binasında klima sistem tasarımı, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 96, 5-10, 2006.
- [9]. CANSEVDİ, B., AKDEMİR, Ö., GÜNGÖR, A., Yıl boyunca soğutma suyu kullanan tesisler için enerji ekonomisi, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 96, 73-80, 2006.
- [10]. GÜNGÖR, A., GÜNGÖR, S., İklimlendirme sistemlerinde enerji yönetimi, 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, 819-848, 2007.
- [11]. GHIAUS, C., ALLARD, F., Potential for free-cooling by ventilation, Solar Energy, 80(4), 402-413, 2006.
- [12]. AÇUL H., Soğuk sulu iklimlendirme ve proses soğutma uygulamalarında enerji tasarruflu serbest soğutma sistemleri, 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, 701-721, 2007.
- [13]. KREIDER, J.F., RABL, A., "Heating and Cooling of Buildings", McGraw-Hill Inc., New York, 1994.
- [14]. ASHRAE HandbookCD, 2001 Fundamentals, Chapter 6: Psychrometrics, Atlanta, 2003.

ÖZGEÇMİŞ

M. Azmi AKTACIR

1973 tarihinde Şanlıurfa'da doğdu. 1993 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 1995'te Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını, 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora öğrenimi tamamladı. 2000-2005 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. 2007 yılında Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümüne Yrd. Doç. olarak atandı. İklimlendirme sistemi uygulamaları, kurutma uygulamaları ve yapıların enerji analizi başlıca çalışma alanlarıdır. TTMD ve MMO üyesidir.

Hüsamettin BULUT

1971 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Batman'da tamamladı. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında 1996 yılında Yüksek Lisansını, 2001 yılında ise Doktorasını tamamladı. 1993-1998 yılları arasında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde, 1998-2001 yılları arasında ise Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. 2003 yılında Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümüne Yrd. Doç. olarak atandı. 2005 yılında Makina Mühendisliği Enerji Bilim Dalında Doçent oldu. Halen Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır. Çalışma alanları ısıtma ve soğutma sistemleri için iklim verileri ve enerji analizi, ısıtma-soğutma ve güneş enerjisi sistemleri uygulamalarıdır. TTMD ve MMO üyesidir.