



ÇUKUROVA UNIVERSITY  
JOURNAL OF FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE

CİLT  
VOL 19

SAYI  
NO 1

Haziran  
June 2004

ISSN 1019-1011

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Tekstilde Kullanılan Ekstrüderlerde Tasarım Esasları ve Eritme Mekanizmalarının İncelenmesi <i>Design Principles of Extruders in Textile and Investigation of Melting Mechanism</i> Oğuz DEMİRÜREK, Erdem KOÇ .....	1
Havlü Dokuma İşlemi ve Üretim Planlaması <i>Terry Weaving and Production Planning</i> Nihat ÇELİK, Erdem KOÇ, Belkıs ZERVENT .....	15
The Factors Affecting The Structural Efficiency of Double-Layer Grids: A Case Study <i>Çift Tabakalı Izgaraların Yapısal Etkinliğini Etkileyen Faktörler: Bir Örnek Çalışma</i> Hakan T.TÜRKER, Hilmi COŞKUN, Orhan AKSOĞAN .....	29
Susceptibility of Double Layer Grid Structures to Progressive Collapse <i>Çift Tabakalı Grid Yapıların Zincirleme Çöküşe Karşı Hassasiyetleri</i> Hakan T.TÜRKER, Celal KÖSTEM, Orhan AKSOĞAN .....	39
Çok Sıra Boşluklu Deprem Perdelerinin Değişik Yöntemlerle Analizi <i>Analysis of Multi-Bay Coupled Shear Walls with Different Methods</i> Ziya ÜNSAL, Orhan AKSOĞAN, Engin EMSEN .....	53
Farklı Sıklıktaki Kumlu Zeminlere Oturan Şerit Temeller Altında Gerilme Analizi <i>Stress Analysis of the Strip Footings Rested on Sandy Soils with Various Densities</i> Mustafa LAMAN, Salih KESKİN .....	71
Çağdaş Proje Yönetimi Uygulamaları Kapsamında Türkiye'deki İnşaat Mühendisliği Eğitim Programlarının İrdelenmesi <i>A Research on Civil Engineering Education Programs in Turkey within Context of Contemporary Project Management Applications</i> M.Emin ÖCAL, Ömer Latif ÖMÜR, Ercan ERDİŞ .....	83
İdestatik Hazır Programının 1998 Deprem Yönetmeliği Bakımından İrdelenmesi <i>Investigation of İdestatik Computer Program in Terms of Turkish Earthquake Code</i> Koray İÇÖZ, Beytullah TEMEL .....	93
Güçlendirilmiş Plak Döşemelerin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Çözümü <i>Finite Element Analysis of Stiffened Slabs</i> Beytullah TEMEL .....	109
Osmaniye'de Üretilen Betonların Basınç Dayanımlarının İncelenmesi <i>An Experimental Study on Compressive Strength of Concretes used in Osmaniye</i> Hanifi BINİCİ, İsmail Hakkı ÇAĞATAY .....	129



MERKEZİ İKLİMLENDİRME  
SANTRALLERİNDE SOĞUTMA SERPANTİNİ YÜZEY SICAKLIĞININ  
MATEMATİKSEL İFADESİ

Mehmet Azmi AKTACİR ve Alper YILMAZ  
Ç.Ü., Makina Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

**ÖZET :** Bu çalışmada tam havalı merkezi iklimlendirme sistemlerinde soğutma grubu seçimini doğrudan etkileyen soğutma serpantini yüzey sıcaklığını veren bir eşitlik elde edilmiştir. Bu eşitlikle serpantin yüzey sıcaklığı, ortalama su sıcaklığı ve ortalama hava çıkış sıcaklığına göre hesaplanmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmada; elde edilen eşitlikle, farklı durumlardaki ortalama su sıcaklıkları ve hava çıkış sıcaklıklarına göre serpantin yüzey sıcaklığı bulunmuştur.

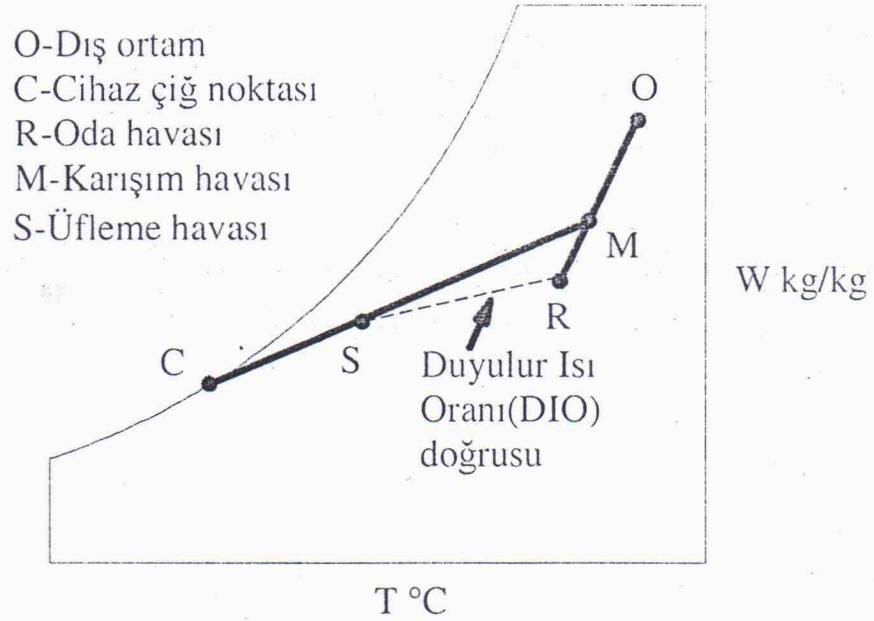
MATHEMATICAL EXPRESSION  
OF THE COOLING COIL SURFACE TEMPERATURE AT THE CENTRAL  
STATION AIR HANDLING UNIT

**ABSTRACT :** In this study, an equation is obtained which gives cooling coil surface temperature affected by chiller system at the central station air handling unit in all air system. The cooling coil surface temperature depended on outlet air temperature and mean water temperature is calculated using this equation. As a consequence of this study, the cooling coil surface temperature is found by this equation for different conditions which are outlet air and mean water temperatures.





Şekil 2'de verilen soğutma ve nem alma işlemini kapsayan yaz iklimlendirme sisteminde, efektif yüzey sıcaklığı; psikrometrik diyagram üzerindeki karışım havası noktası (M) ile üfleme havası noktasının (S) birleştirilerek elde edilen MS doğrusunun doyma eğrisini kestiği nokta (C) ile belirlenir. Bu durumlarda efektif yüzey sıcaklığı, cihaz çığ noktası sıcaklığı olarak da ifade edilir. Bu sıcaklık soğutma grubunu, gerekli hava debisini ve fan-coil seçimini etkilediğinden önemli bir değerdir.



Şekil 2. Psikrometrik diyagram üzerinde yaz iklimlendirme sisteminin şematik gösterimi.

Literatürde doğrudan serpantin yüzey sıcaklığını veren bir eşitlik bulunmamaktadır. Kaynak [1]'de oda şartlarına ve efektif duyulur ısı oranına (EDIO) göre serpantin yüzey sıcaklığını veren çizelgeler verilmiştir. Bazı üretici firmalar tarafından [2] hava çıkış sıcaklığı ve ortalama su sıcaklığına göre serpantin yüzey sıcaklığının belirlendiği abaklar verilmektedir. ASHRAE'nin yayınında ise serpantin yüzey sıcaklığı, serpantine giren suyun giriş sıcaklığı ve serpantinden ayrılan havanın yaş termometre sıcaklıklarının aritmetik ortalaması alınarak bulunmaktadır [3]. Pratik uygulama olarak serpantin yüzey sıcaklığı, ortalama su sıcaklığına 4 °C ilave edilerek de belirlenmektedir.

### 3. SERPANTİN YÜZEY SICAKLIĞININ MATEMATİKSEL İFADESİ

Şekil 1'de şeması görülen soğutma serpantininin üzerindeki hava akımı ve serpantin içersindeki su akışı arasında tek boyutlu ısı transfer denklemi yazılarak, serpantin yüzey sıcaklığını ( $T_C$ ) veren eşitlik elde edilir.

$$T_C = T_A - QR_A \quad (1)$$

Bu eşitlikte kullanılan sembollerden  $T_A$ ; °C olarak ortalama hava sıcaklığını ve  $R_A$  ise havanın taşınım direncini ( $m^2°C/W$ ) göstermektedir.

Eşitlik (1)'de verilen ısı akısı ( $\dot{Q}$ ) aşağıda verilen eşitlik (2) ile ifade edilir:

$$\dot{Q} = \frac{(T_A - T_w)}{R_T} \quad (2)$$

Burada  $T_w$ ; °C olarak ortalama su sıcaklığını ve  $R_T$  ise hava ve su akışı arasındaki ısı direnci ( $m^2°C/W$ ) göstermektedir.

Eşitlik (2) ile verilen ısı akısı, eşitlik (1)'de yerine konarak eşitlik (3) elde edilir.

$$T_C = T_A \left(1 - \frac{R_A}{R_T}\right) + \frac{T_w R_A}{R_T} \quad (3)$$

Bu eşitlikte;

$$a = \frac{R_A}{R_T} \quad (4)$$

şeklinde tanımlanarak, eşitlik (3) aşağıda verilen şekli alır.

$$T_C = (1 - a)T_A + aT_w \quad (5)$$

Bu eşitlikteki hava sıcaklığı; serpantine giriş ( $T_{AI}$ ) ve çıkış ( $T_{AO}$ ) sıcaklığının ortalaması alınarak hesaplanır.

$$T_A = \frac{T_{AI} + T_{AO}}{2} \quad (6)$$

Havanın giriş ve çıkış sıcaklıklarının farkı, eşitlik (7) şeklindedir.

$$\Delta T_A = T_{AI} - T_{AO} \quad (7)$$

Eşitlik (6) ve (7) ile ifade edilen değerler, eşitlik (5)'de yerine yazılarak eşitlik (8) elde edilir.

$$T_C = (1 - a)T_{AO} + aT_w + \left(\frac{1 - a}{2}\right)\Delta T_A \quad (8)$$

Burada;



$$b = \left(\frac{1-a}{2}\right)\Delta T_A \quad (9)$$

şeklinde tanımlanır. Eşitlik (8)'de bu değer yerine yazılırsa eşitlik (10) elde edilir.

$$T_C = (1-a)T_S + aT_W + b \quad (10)$$

Elde edilen bu genel eşitlikte, a ve b sabitleri literatürde [2] verilen grafikten faydalanılarak istatistik yöntem kullanılarak 2/3 ve 1.5 olarak belirlenmiştir. Bu değerler yukarıdaki eşitlikte yerine yazılırsa, ortalama su sıcaklığı ve hava çıkış sıcaklığına bağlı olarak soğutma serpantini yüzey sıcaklığı için eşitlik (11) elde edilir.

$$T_C = \frac{T_{AO} + 2T_W}{3} + 1.5 \quad (11)$$

#### 4. SERPANTİN YÜZEY SICAKLIĞININ BULUNMASI

İklimlendirilecek bir ortamın sıcaklığı dış ortam sıcaklığından yaklaşık olarak 10°C'lik bir sıcaklık farkına sahip olması istenir. Ülkemizde bir çok yaz iklimlendirilmesi uygulamalarında ortam havası sıcaklığı 26 °C olarak alınabilmektedir. Merkezi iklimlendirme sisteminde soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklığı olarak genellikle 6°C-10°C, 7°C-11°C ve 9°C-13°C gibi değerler kullanılmaktadır. Bu değerler çeşitli uygulamalara göre değişmekle birlikte bir çok uygulamada ortalama su sıcaklığı genellikle 8, 9 ve 10 °C'dir. Üfleme havası sıcaklığı da çoğunlukla 14, 15 ve 16 °C değerleri arasında kabul edilmektedir.

Ortalama soğutma su sıcaklığının 8, 9 ve 10 °C'de ve hava çıkış sıcaklığının 14, 15 ve 16 °C değerlerinde serpantin yüzey sıcaklığı, bu çalışmada elde edilen eşitlik (11)'le ve McQuiston tarafından önerilen yöntemle bulunmuştur. Ayrıca pratikte kullanılan ortalama su sıcaklığına 4 °C ilave edilerek bulunan serpantin yüzey sıcaklıkları bulunarak diğer yöntemlerle elde edilen sıcaklıklarla birlikte Çizelge 1'de sunulmuştur.

#### 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada tam havalı merkezi iklimlendirme sistemlerinde doğrudan soğutucu grubunu etkileyen soğutma serpantini yüzey sıcaklığını, diğer bir ifade ile cihaz çığ noktası sıcaklığını veren bir eşitlik elde edilmiştir. Elde edilen eşitlik (11) ile doğrudan serpantin çıkış havası sıcaklığı ve serpantinde dolaşan suyun ortalama sıcaklığına bağlı olarak serpantin yüzey sıcaklığı hesaplanabilmektedir.

Serpantin yüzey sıcaklığı yukarıdaki bölümlerde de ifade edilmeye çalışıldığı gibi psikrometrik diyagram üzerinde gösterilen tüm noktalar ile bir etkileşim içersindedir. Bir tasarım gerçekleştirilirken tüm parametrelerin değerlendirilmesi ve optimum çözümün bulunması gerekmektedir. Serpantin yüzey sıcaklığının değişmesi soğutucu kapasitesine etkisi olmamakla birlikte hava debisini büyük oranda etkilemektedir. Dolayısıyla optimum çözüm için üfleme havası sıcaklığı ve serpantin yüzey sıcaklığının doğru olarak tespit edilmesi gereği vardır. Uygun olmayan çözümlerde ilk yatırım ve işletim giderlerinin artması ve termal konforun sağlanamaması gibi olumsuzluklarla karşılaşılması kaçınılmazdır.

Çizelge 1'de verilen değerlerden, pratik olarak hesaplanan serpantin yüzey sıcaklığı genelde yüksek ancak ASHRAE'de tavsiye edilen metodun da düşük değerler verdiği görülmekte olup, eşitlik (II)'in uygun sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

**Çizelge 1.** Farklı hava çıkış ve ortalama su sıcaklıklarında serpantin yüzey sıcakları.

Hava Çıkış Sıcaklığı $T_{AO}$ [°C]	Ortalama Su Sıcaklığı $T_w$ [°C]	Hesap Yöntemi	Serpantin Yüzey Sıcaklığı $T_c$ [°C]
16.00	8.00	Pratik	12.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>12.17</b>
		McQuiston	11.00
	9.00	Pratik	13.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>12.83</b>
		McQuiston	11.50
	10.00	Pratik	14.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>13.50</b>
		McQuiston	12.00
15.00	8.00	Pratik	12.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>11.83</b>
		McQuiston	10.00
	9.00	Pratik	13.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>12.50</b>
		McQuiston	10.50
	10.00	Pratik	14.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>13.17</b>
		McQuiston	11.00
14.00	8.00	Pratik	12.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>11.50</b>
		McQuiston	9.50
	9.00	Pratik	13.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>12.17</b>
		McQuiston	10.00
	10.00	Pratik	14.00
		<b>Eşitlik</b>	<b>12.83</b>
		McQuiston	10.50

Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen eşitlikle kolayca, uygulanacak soğutma sistemin özelliklerine uygun olarak belirlenen hava çıkış sıcaklığına ve ortalama su sıcaklığına göre serpantin yüzey sıcaklığı tespit edilmektedir.

## 6. SEMBOLLER

$T_C$	: Soğutma serpantini yüzey sıcaklığı, [°C]
$T_A$	: Soğutma serpantini yüzeyinde dolaşan havanın ortalama sıcaklığı, [°C]
$T_{AI}$	: Soğutma serpantini yüzeyinde dolaşan havanın giriş sıcaklığı, [°C]
$T_{AO}$	: Soğutma serpantini yüzeyinde dolaşan havanın çıkış sıcaklığı, [°C]
$\Delta T_A$	: Soğutma serpantini yüzeyinde dolaşan havanın giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki sıcaklık farkı, [°C]
$Q$	: Soğutma serpantini yüzeyinden havaya transfer edilen enerji miktarı, [W/m <sup>2</sup> ]
$R_A$	: Havanın ısı direnci, [m <sup>2</sup> C/W]
$R_T$	: Hava ve su akışı arasındaki ısı direnci, [m <sup>2</sup> C/W]
$T_W$	: Soğutma serpantini içinde dolaşan suyun ortalama sıcaklığı, [°C]
$a$	: Isı dirence bağlı boyutsuz sayı
$b$	: $a$ ve $\Delta T_A$ 'ya bağlı boyutsuz sayı

## 7. KAYNAKLAR

1. Tamer,Ş., "Klima ve Havalandırma", Mateksan yayınevi, Ankara, 1990.
2. Baumgarth,S., Hörner,B. und Reeker,J., "Handbuch Der Klimatechnik" 4. Auflage, Band 1, Grundlagen, Verlag, C.F. Müller, Heidelberg, 2000.
3. Mcquiston,F.C., Spittle,J.D., "Cooling and Heating Load Calculation Manuel", Ashrae, Inc. 1992.