

YAPI ELEMANLARININ ISIL AKTİVE EDİLMESİNİN KLİMA SÜRECİNE UYGULANMASI

Ahmet CAN

ÖZET

Yapı elemanlarının ısı aktif edilmesinin, özellikle klima tekniği ile ilgili uygulamalarda; sisteme ait tasarımların ve üretilen elemanların ispatladığı gibi, hızla genişlemektedir. Konu ile ilgili bilgi alt yapısı eksikliği, bir çok talebi karşılayamamakta ve hatalı kuralları kullanma zorunda bırakılmaktadır. Bu sebeple burada, konunun temel esasları ile ilgili objektif bilgi sunulması amaçlanmaktadır.

Yapı elemanlarının ısı aktif edilmesinin en çok tanınan uygulaması tabandan ısıtmadır, burada ele alınmayacaktır. Bu çalışmada, ısı depolayıcı olarak çalışan klima elemanlarına ait bölümlerin fonksiyonunu doğrudan yapı elemanlarının aldığı sistemler incelenecektir. Esas olarak, yapı elemanı aktivasyonunda pasif bir sistem söz konusudur. Yapı elemanları, pozitif yada negatif ısı akımı ile yüklenerek aktif işletilebilir. Hacmin soğutulması için yapı elemanının hacim içinden ısı yükü alması, tamamen pasif gerçekleşmektedir.

Yapı elemanı aktivasyonunun uygulanmasına ait esas gerekçe, çevre enerjisinin kullanılması ve elektrik enerjisi tüketiminden vazgeçilmesidir. Bu yöntemde göre doğal yer altı suyu, deniz suyu, vb. soğutma ve hacim kliması uygulamalarında doğrudan kullanılabilir. Bu uygulama ile çok önemli iki avantaj elde edilir:

1. klima yada soğutma sürecinden önce suyun soğutulmasına ihtiyaç yoktur,
2. doğal yeraltı suyu kolayca ve ucuz şekilde temin edilebilir, tekrar alındığı yere verilerek sıcaklık stabilize edilir.

Klima yada soğutma yapılacak ortamdan ısının alınması, hacmin tavanına veya duvarlarına yerleştirilen modüler soğutma gruplarına ait kapılar boruları içinde dolaştırılan su ile gerçekleştirilmektedir. Burada, ısı geçişi ağırlıklı olarak, ışıınım, taşınım ve iletim ile olmaktadır. Hacim sıcaklığına yakın değerlerde düşük yüzey sıcaklığında ışıınımın etkisi oldukça önemlidir.

Sonuç olarak, bu tür bir sistemin termodinamik analizi yapılarak, kapılar borular için ve bunlardan oluşacak modüler yüzeyin boyutları, suyun borulardaki akış hızı, giriş çıkış sıcaklıkları, birim yüzeyin depoladığı soğutma gücü gibi tasarıma ait bilgiler sunulmaktadır.

1. GİRİŞ

Klasik klima tesisatlarının iki önemli görevi vardır. Bir tanesi, soğutulmuş dış havanın teneffüs için klima ortamına verilmesi, diğeri, klima yapılan hacimden ısının atılması. Bu, modern mimari ile sürekli artan dış yük ve son yıllarda kuvvetli şekilde yükselen insanlar, makineler ve hayvanlardan gelen iç yük olmak üzere iki bölümden oluşur. Hava klima tesisatında şartlandırılır ve kuvvetli şekilde soğutulur. Bunun arkasından enerji yoğun bir şekilde havanın hacimler içine transportu gerçekleşir. Düşük sıcaklığa sahip büyük hava miktarları, hacimler içine üflenir. Bu esnada, hava hacmin üst yüzeylerinden, insanlardan ve hacimdeki cihazlardan ısı alır ve hacmi atık hava sıcaklığında terk eder. Böylece, hacim havası atılması gereken bütün ısı akımı ile yüklenir [1].

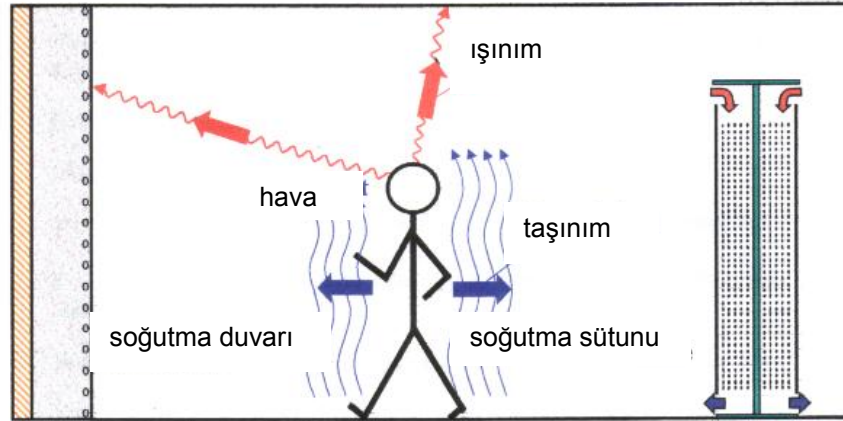
Büyük hava hacimsel debileri, hacim içinde büyük hava hızları ($w > 0,3$ m/s) oluşturur. Bu durum, düşük hava sıcaklıklarına sahip kutuplar ile romatizma hastalıklarına ve solunum yolları hastalıklarına sebep olan hava akımları oluşturur. İnsanların büyük bir yüzdesinin çekme oluşumları sebebiyle konforlu bulmadığı çekme riski, ISO 7730'da aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır [1] :

$$DR = (34-t_L) (w_L - 0,05)^{0,62} (0,37w_L Tu + 3,14) \% \text{ olarak} \quad (1)$$

Burada, DR % olarak çekme riski, insanın yakınındaki hava sıcaklığı t_L °C , ortalama hava hızı w_L m/s ve havanın türbülans derecesi Tu % anlamındadır. Bu formül, yaklaşık 150 insan ile $t_L = 20 \dots 26$ °C, $w_L = 0,05 \dots 0,4$ m/s ve $Tu = \% 0 \dots 70$ arasındaki değerlerde uygulanarak ve onların tahminlerine dayanarak belirlenmiştir. Klasik klima tesisatlarına sahip hacimlerde bu hava hızlarının sürekli üzerine çıkmaktadır. Yeni en yakın zamanda hava hızı $w_L = 0,2$ m/s tespit edilmiştir.

2. TEORİK ANALİZ

Yeni, etkili şekilde iyileştirilmiş klima süreçleri meydana getirmek ve tesisatları ekonomik ve teknik optimum boyutlandırmak için klima ile ilgili gereksinimleri, kesin bilimsel verilere göre ortaya koymak gerekir. Giriş bölümünde değinilmiş klasik klima tesisatlarının olumsuzlukları önlenmelidir. Bunun için, yüksek hava hacimsel debileri azaltılmalıdır ve insanın hacim bölümlerine (duvarlar, tavan ve döşeme) ışınımla ısı vermesi artırılmalıdır [2]. Burada tanıtılan klima yönteminde etkili olan ısı transferi Şekil 1'de şematik verilmiştir.



Şekil 1. İnsandan havaya ve hacim iç üst yüzeylerine ısı geçişi [1]

İnsanın çevreye verdiği kuru ısı akımı \dot{q}_{tr} önce elbisesi aracılığı ile transfer edilmelidir.

$$\dot{q}_{tr} = \left(\frac{\lambda}{\delta} \right)_{KL} (t_H - t_M) = (0,155R_{KL})^{-1} (t_H - t_M) \quad (2)$$

Burada, t_H deri üst yüzey sıcaklığı, t_M elbise üst yüzey sıcaklığı R_{KL} elbisenin ısı iletim direnci "çıplak" 0'dan 3,5 clo (clothing) değerlerine kadar ulaşır. Bununla ilgili değerler [1]'den alınmış Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 . Isı iletim dirençleri ve elbise ile f_{KL} yüzey büyümesi.

Elbise türü	R_{KL} Clo	$(\delta/\lambda)_{KL}$ m^2K/W	f_{KL}
çıplak	0	0	1
şort	0,1	0,0155	1
iş elbisesi	0,6	0,093	1,1
büro elbisesi (Avrupa)	2	0,155	1,15
poler elbise (Avrupa)	3,5	0,543	1,4

İşlemsel hacim sıcaklığı (hissetme sıcaklığı) t_E , hacim sıcaklığı t_L ile çevrenin ortalama ışınım sıcaklığı t_S arasından ortalanmış bir büyüklük olarak tanımlanmıştır. $\leq 0,2$ m/s hız değerlerinin sağlanması koşulu altında t_E için aşağıdaki eşitlik geçerlidir:

$$t_E = 0,5(t_L + t_S) \quad (3)$$

Çevrenin ortalama ışınım sıcaklığı t_S yaklaşık, her biri A_i yüzeyine sahip n adet hacim üst yüzeyinin t_i sıcaklıklarının ortalaması olarak hesaplanabilir.

$$t_S = \frac{\sum_{i=1}^n t_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (4)$$

ISO 7730 standardında havanın % 50 rölatif nemi için hissetme sıcaklıkları, aktivitenin, elbisenin ve hava hızının fonksiyonu olarak tanımlanmıştır ([1,S.9]'den alınmış Tablo 2'ye bakınız).

Tablo 2. ISO 7730'a göre konfor durumundaki hissetme sıcaklıkları

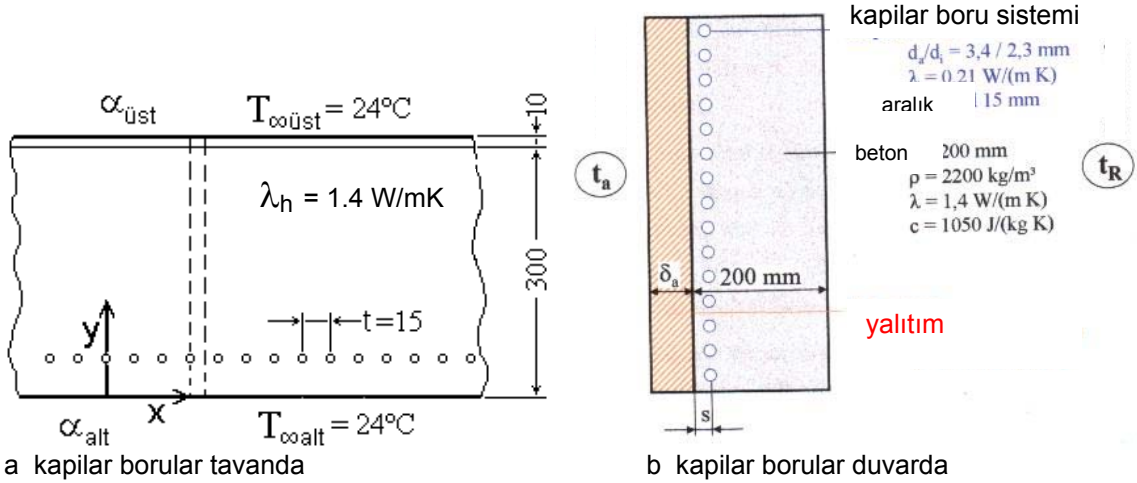
t_E Hissetme Sıcaklıkları °C												
Aktivite	hava hızları w_L m/s											
	0,1 m/s elbise			0,15 m/s elbise			0,2 m/s elbise			0,3 m/s elbise		
met*	clo			clo			clo			clo		
(W/m^2)	0,5	0,75	1,0	0,5	0,75	1,0	0,5	0,75	1,0	0,5	0,75	1,0
1 (58)	26,0	24,6	23,3	26,5	25,0	23,6	26,8	25,3	24,0	27,2	25,7	24,3
1,2 (69,6)	24,7	23,1	21,5	25,2	23,5	22,0	25,5	23,9	22,3	26,0	24,4	22,7
1,4 (81,2)	23,3	21,6	19,8	23,8	22,1	20,4	24,3	22,4	20,7	24,8	23,0	21,2
1,6 (92,8)	22,1	20,2	18,3	22,7	20,8	18,8	23,1	21,2	19,2	23,7	21,7	19,8
1,8 (104,4)	20,9	18,7	16,6	21,4	19,3	17,2	21,9	19,8	17,6	22,5	20,4	18,2
2 (116)	20,3	17,3	15,0	20,2	17,8	15,6	20,7	18,3	16,0	21,3	19,0	16,7

* 1 met = 58,2 W/m^2

Hissetme sıcaklarının, mümkün olduğunca hassas sağlanması gereklidir. Alman normlarında, 2 K daha yüksek sıcaklık sapmalarına izin verilmektedir. Buna göre, optimum sağlıklı bir hacim iklimasına, sadece amaçlanan konfor hissetme sıcaklıklarından ± 1 K sapmaya sahip, hava ve ışınım sıcaklıklarında ulaşılabilir.

2.1. Modern Klima Sistemi

Modern klima sistemlerinde, suni madde polipropilen kapilar borularla oluşturulmuş modül, Şekil 2 a'daki gibi hacmin tavanına veya 2 b'deki şekilde duvarına entegre edilmiştir.



Şekil 2. Kapilar Boruların hacim yapı elemanlarına yerleştirilmesi

Dışarıdan ısı hacme girmeden, kapilar borular içinden geçen su akımı ile alınıp uzaklaştırılmaktadır. Yapı elemanlarının soğutulması ile düşük bir üst yüzey sıcaklığı elde edilmektedir [3]. Hacim içinde bulunan şahıs, ısı üretiminin büyük bir bölümünü ışınlama ile duvar- veya tavan üst yüzeylerine vermektedir. Hacim içinde ısı üreten cihazlar, sıcak üst yüzeyleri sayesinde ışınlama ile kısmen doğrudan hacim üst yüzeyleri tarafından absorbe edilen ısı vermektedir. Hacimden ısı atılması, esas olarak entegre edilmiş bir su sistemine sahip yapı elemanının soğutulması ile olmaktadır. Hava hacimsel debisi, hijyenik, insanların sağlığı için gerekli değere azaltılabilir. Havanın ısı alması önemli ölçüde daha küçük değerde olur. Bu sebeple, hacme verilen hava hacimsel debisi aşırı şekilde azaltılabilir ve hava giriş sıcaklığı biraz yukarıya kaldırılabilir. Bunun sonuçları: çok iyi bir konfor ve sağlık yönünden hiçbir riziko taşımaması, hiçbir gürültü olumsuzluğunun bulunmaması ve düşük işletme masrafları şeklinde sıralanabilir.

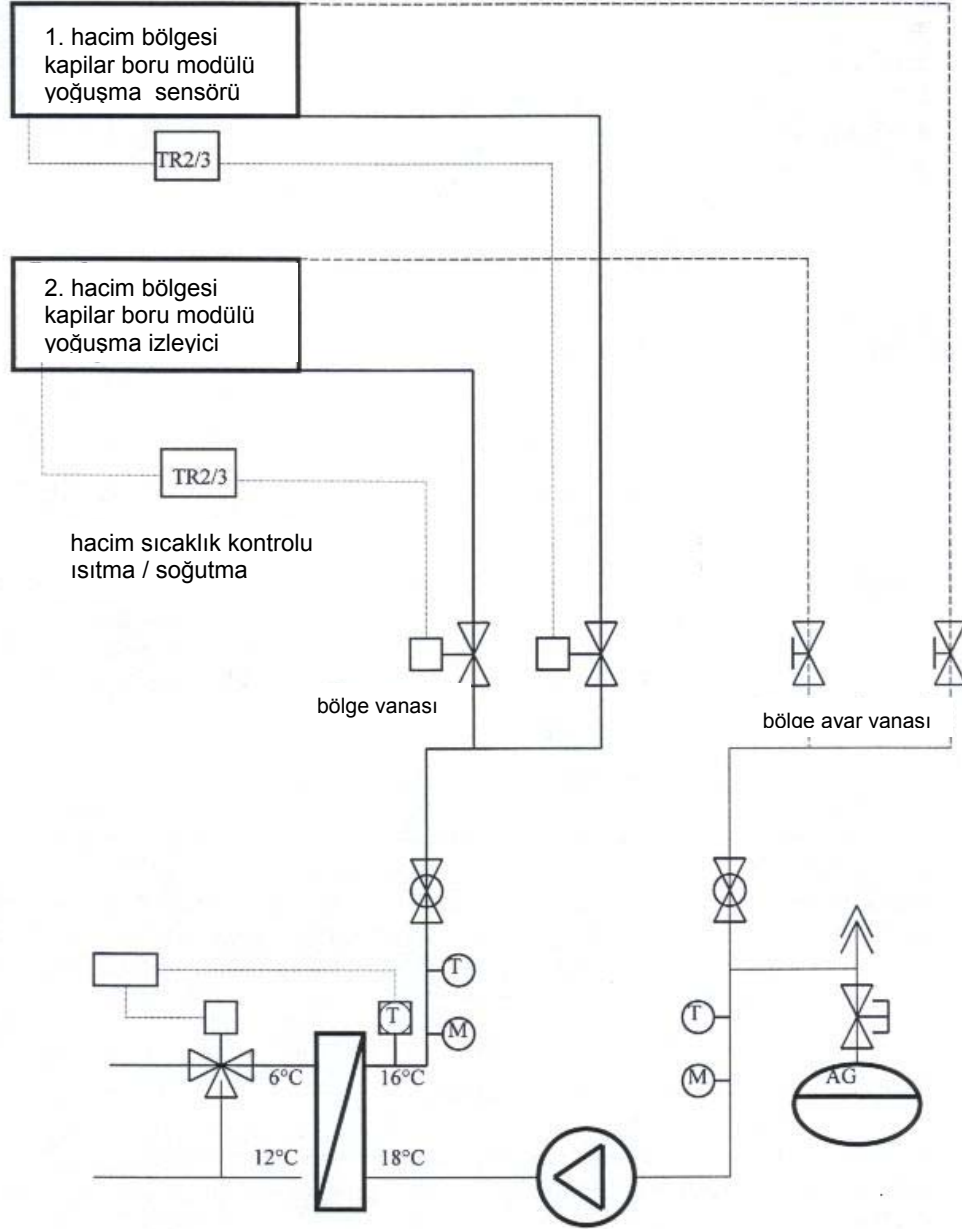
2.2. Kapilar Boru Tekniğinin Temel Özellikleri ve Avantajları

Suni madde kapilar boru modülleri, polipropilenden çapı 3,4 x 0,55 mm ve borular arası uzaklık 10 mm olacak şekilde bir Alman firması tarafından geliştirilmiştir ve üretilmektedir. Bu temel teknoloji için önemli karakteristikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- * enerji kaynaklarından daha iyi faydalanma,
- * klasik teknolojilere karşılık masraf azaltılması,
- * üretimde ve işletimde çevre uygunluğu, geri dönüşümlü madde kullanımı,
- * uzun zaman kararlılığı, kimyasal mukavim ve özel işçilik gerektirmeyen malzeme,
- * yapısındaki basitlik,
- * çok sayıdaki uygulama olanakları,
- * seri halinde üretim.

Avantajlı termodinamik özellikler; yapı elemanları içindeki ısı iletimi yönünden ve havaya ısı geçişindeki taşınım ile ilişkisinden, kapılar boru modüllerinin iki geometrik avantajı çok uygundur. Boru aralıkları oldukça küçük olan modülün içine dökülmüş yapı elemanının iyi iletim kabiliyeti sebebiyle çok düşük sıcaklık farkı elde edilir. Küçük boru çapları –örneğin 3,4 mm– havada serbest asılmış modüllerde küçük hava hızlarında taşınımında büyük ısı transfer katsayılarına ulaştırır [4].

Teknik çözüm uygulaması, Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Kapılar boru soğutma düzeni [3]

Prensip olarak, soğutma için soğutma makineleri ile de hazır tutulabilecek 16 °C sıcaklığındaki su kullanılır. Her şeyden önce 10 K değerinde bir sıcaklık farkında (hacim – soğuk su) 50 ile 90 W/m² güç değerlerine sahip modüller denenmiştir.

3. UYGULANMIŞ ÖRNEK VE KLASİK SİSTEMLE KARŞILAŞTIRMA

Klasik bir klima santralında $\dot{Q}_k = 1$ kW değerinde bir soğutma yükünde, havanın giriş ve çıkışı arasındaki efektif sıcaklık farkı 10°C iken gerekli hava hacimsel debisi aşağıdaki değerdedir [1]:

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_k}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{1000}{1,2 \cdot 1010 \cdot 10} = 0,0825 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 300 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (5)$$

Alışılmış tesisat tekniğine göre, kanalın giriş ve çıkış arasında 1000 Pa basınç farkı altında bu hava debisini transport edecek vantilatör için gerekli P gücü hesaplanabilir.

$$P = \frac{\dot{V} \Delta p}{\eta_{\text{toplam}}} = \frac{0,0825 \cdot 1000}{0,6} \text{ W} = 138 \text{ W} \quad (6)$$

Bu değer, soğutma yükünün % 14'üne karşılık gelmektedir ve ekonomik olmayan bir şekilde klima tesisatı ile atılmaktadır. Hareketli parçalara sahip pahalı tesisat tekniği ve hijyenik şartların kusursuz korunması için kullanılan hava yıkayıcılar, hava kanallarının temizlenmesi vb. çok yüksek bir bakım maliyeti oluşturmaktadır.

Modern klima santralında $\dot{Q}_k = 1$ kW değerinde bir soğutma yükü atmak için, çıkış ve giriş arasında soğutma suyunun 3 K değerindeki sıcaklık farkında aşağıda belirlenmiş su debisi gereklidir:

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_k}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{1000}{1000 \cdot 4200 \cdot 3} = 0,00008 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 0,29 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (7)$$

Kural olarak, bu su debisinin transportu için pompanın tahrik gücü, modülün giriş ve çıkışı arasında 30000 Pa basınç kaybı altında tespit edilebilir.

$$P = \frac{\dot{V} \Delta p}{\eta_{\text{toplam}}} = \frac{0,00008 \cdot 30000}{0,72} \text{ W} = 3 \text{ W} \quad (8)$$

Bulunmuş değerlerin soğutma yükünün % 0,3 kadar ve çok ekonomik olduğu anlaşılmaktadır.

4. SONUÇ

Doğal su kaynağından yararlanarak soğuk bir yüzey oluşturmada ve bununla ortam sıcaklığını düşürmede bilinen üç ısı transfer mekanizması da etkili olmaktadır. Ortamdan duvar üst yüzeyine doğal taşınım ve ışınlama, buradan yani, duvar üst yüzeyinden kapılar boru iç yüzeyine iletimle ve buradan kapılar borular içinden geçirilen suya zorlanmış taşınım ile ısı kazancı olmaktadır.

Ortam sıcaklığı ile yüzey sıcaklığı arasında 5 ila 11°C arasında bir sıcaklık farkı oluşmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde, yüzey üzerinde yoğuşma olabilir, örneğin; % 80 bağıl nemlilikte 22°C sıcaklıktaki nemli havanın yaklaşık 14°C 'lik yüzeyden taşınım ile ısı alışverişinde yüzeyde yoğuşma görülebilir.

Su ile soğutulan yapı elemanının birim alanı başına düşen ısı kazancı ve etkili parametrelere bağlı olarak modüller üzerine ortam havasının cebri gönderilmesine veya doğal şekilde olmasına göre tespit edilmelidir. Ortam sıcaklığından düşük yüzey sıcaklığına sahip düşey modülün üst yüzeyine yakın bulunan hava tabakası soğuyarak yoğunluğu artar ve yüzeyde aşağıya doğru doğal hava akımı oluşur. Bu olay, sıcak levha önündeki hava hareketinin tersi olarak düşünülebilir. Düşey konumdaki modül

üzerindeki doğal taşınım durumunda karakteristik uzunluk olarak dikdörtgen modülün dikey duran / uzunluğu alınır. Kapılar borular içinden doğal yer altı suyu geçirilerek hacim içindeki sıcaklık ile suyun sıcaklığı arasında 10 °C sıcaklık farkı için düşey duran modülün birim alanı başına ısı kazancının 50 W ile 90 W arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Enerji ve su, dünya ve tüm insanlık için en önemli maddeler haline gelmiştir. Bu iki maddeye sahip olanlar ve ulaşılmış bilimsel düzeyi ve standartları göz önüne alarak kullananlar, hem insanlık adına hem de kazanç yönünden önemli olumlu gelişmelere ulaşabilir.

Üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye’imizde uygulamalarının ve kullanımının çok önemli konfor ve enerji tasarrufu sağlayacağı düşüncesi ile sunulmuş bu çalışma bir başlangıç olabilir. Bunun yanında, konu ile ilgili yapılacak yatırımların, doğru kaynak kullanımı ve kapsamlı istihdam olanağı oluşturacağı da kolayca anlaşılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] CHAHED, B. MROWETZ, F. “Neuartige, Optimale Gebaeudeklimatisierung durch Einsatz von Kunststoff-Kapillarrohrrmatten” CLINA Firmaunterlagen, <http://www.ClinaX.com>
- [2] Dağsöz, A.K. "Isı Transferi" Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. 1995 – İstanbul.
- [3] CHAHED, B. MROWETZ, F. “Planungshandbuch ” CLINA Firmaunterlagen, <http://www.ClinaX.com>
- [4] Can, A. "Isı Transferi" basılmamış ders notları, Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
- [5] Makine Mühendisliği Bölümü 1991 – Edirne.
- [6] Glück, B. "Thermische Bauteilaktivierung", Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, 1999 - Düsseldorf.

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet CAN

Tekirdağ 19. 02. 1953 doğumlu, 1974 yılında Yıldız Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisinden Makine Mühendisi unvanı aldı. 1978 yılında TC 1416 sayılı kanununa tabi sınav kazanarak Berlin Teknik Üniversitesi'ne Doktora için gönderildi. Berlin Teknik Üniversitesi “Energie und Verfahrenstechnik” bölümünden 1981 yılında Dipl.-Ing. “Türkçesi: yüksek mühendis”, 1984 yılında Dr.-Ing. “Türkçesi: doktor mühendis” unvanını aldı.

Yurt dışı bursu nedeniyle 1984 yılında TC devletine mecburi hizmeti gereği Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne Yardımcı Doçent olarak atandı. 1989 yılında Termodinamik Bilim Dalı Doçenti, 1997 yılında Profesör unvanı aldı. 1997 yılında 11. Uluslar arası Katılımlı Isı Bilimi Tekniği Kongresi Düzenleme kurulu başkanlığı yaptı.

Bölüm Başkanlığı, Dekan yardımcılığı ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür yardımcılığı idari görevlerini ve İAESTE Üniversite temsilciliği yaptı.

Evlidir, biri İTÜ Makine Fakültesi mezunu iki kız çocuğu vardır.