ISSN 1019-1011

Ç.Ü.MÜH.MİM.FAK.DERGİSİ	Ekim	2003	Ç.Ü.J.FAC.ENG.ARCH.
CİLT.18 ÖZEL SAYI	*October*		*VOL.18 SPECIAL ISSUE*

DOĞU AKDENİZ VE GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ
MAKİNA-CİHAZ VE SİSTEM TASARIMI VE ÜRETİMİ
21-23 EKİM 2003

BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMANIN KONFOR KLİMASINA UYGULANMASI

Tuncay YILMAZ, Orhan BÜYÜKALACA ve Ertaç HÜRDOĞAN
Ç.Ü., Makine Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye
tunyil@cukurova.edu.tr orhan1@cukurova.edu.tr ertach@cukurova.edu.tr

ÖZET : *Bu çalışmada bilinen en eski iklimlendirme sistemlerinden birisi olan ancak günümüzde yaygın olarak kullanılmayan buharlaştırmalı soğutmanın Adana koşullarında uygulanabilirliği, Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Laboratuarlarında kurulan bir sistem ile araştırılmıştır. Özellikle dolaylı soğutmanın Adana koşullarında konfor kliması için kullanılabilir olduğu görülmüştür.*

1. GİRİŞ

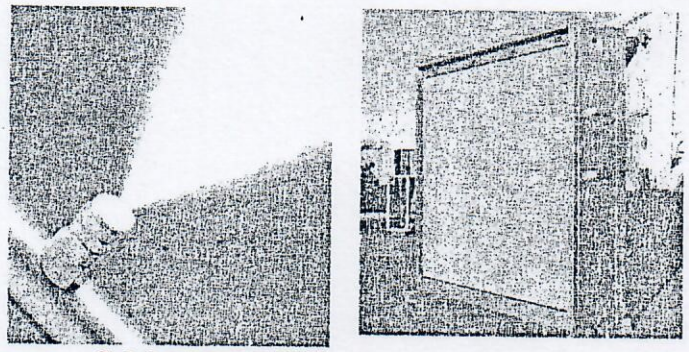
İnsanlar, içerisinde yaşadıkları binaların kendilerine en iyi ısıl konforu sağlamasını isterler. Bu ısıl konfor da iklimlendirme ve ısıtma-soğutma sistemleri yardımıyla sağlanır. Fakat enerji gereksiniminin artması, bazı ekonomik problemler ve konvensiyonel iklimlendirme sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanların çevreye verdikleri zararlı etkiler sonucunda, son yıllarda alternatif iklimlendirme sistemlerine yönelişi ortaya çıkarmıştır.

İklimlendirme endüstrisinin, güneşten dünyamıza gelen zararlı ışınları engelleyen ozon tabakasının incelmesine sebep olan koloroflorokarbonların (CFC) üretiminin önemli bir kısmını kullandığı bilinmektedir. Uluslararası topluluklar, ozon tabakasındaki bu incelmeyi önlemek amacıyla, 10 mayıs 1990 tarihinde CFC'lerin belirli bir takvime göre üretilmesini ve kullanılmasını yasaklayan Montreal protokolünü imzalamışlardır. Böylece, araştırmacılar konvensiyonel soğutma sistemleri için alternatif soğutucu akışkan arayışı içine girerken aynı zamanda uzun yıllardan beri kullanılmakta olan bazı iklimlendirme sistemlerine de yönelmişlerdir [1]. Bu iklimlendirme sistemlerinden bir tanesi de buharlaştırmalı soğutma sistemidir.

2. BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA

Buharlaştırmalı soğutma, insan tarafından bilinen en eski soğutma yöntemi olmasına rağmen, buhar-sıkıştırmalı soğutma yöntemlerinin gelişmesi nedeniyle kullanımı oldukça sınırlı kalmıştır. Fakat son yıllarda enerji masraflarındaki artış, iç hava kalitesini iyileştirme istekleri ve çevre bilincinin artması buharlaştırmalı soğutma sistemlerini güncel hale getirmiştir. Buharlaştırmalı soğutma sisteminin ekonomikliği yanında, çevreye dost bir soğutma sistemi olduğu bilinmektedir [2].

Buharlaştırmalı soğutma; hava içerisine verilen suyun buharlaşması için gerekli olan buharlaşma gizli ısısını havanın duyulur ısısından alması ve böylece havanın kuru termometre sıcaklığının düşürülmesiyle gerçekleşir [3]. Buharlaştırmalı soğutma sistemlerinde hava, genelde iki yöntem kullanılarak soğutulmaktadır. Birinci yöntemde su, özel olarak üretilmiş fiskiyelerden (Şekil 1-a) sis şeklinde hava içerisine püskürtülmekte ve havanın soğuması sağlanmaktadır. Bu yöntem su püskürtme yöntemi olarak adlandırılmaktadır.

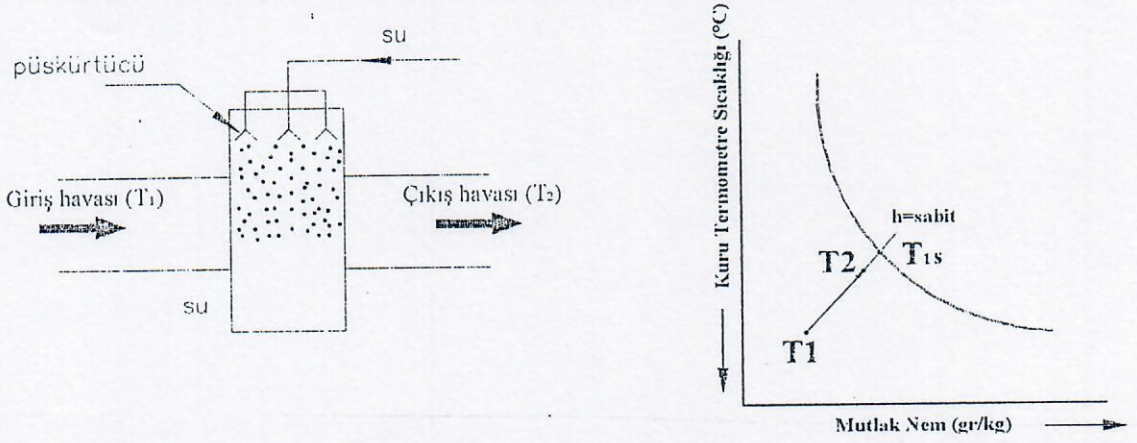


Şekil 1. Nemlendirici lüle (a) ve ped (b)

Diğer yöntem ise havayı ıslatılmış katı parçacıkların (ped) içinden geçirme yöntemidir. Bu yöntemde hava; çoğunlukla ağaç yongaları, cam, plastik, metal veya porselenden yapılmış ıslatılmış cisimlerin içinden geçirilerek soğutulmaktadır (Şekil 1-b).

Buharlaştırmalı soğutma sistemlerini doğrudan, dolaylı ve birleşik olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür. Doğrudan buharlaştırmalı soğutma sisteminde mahal

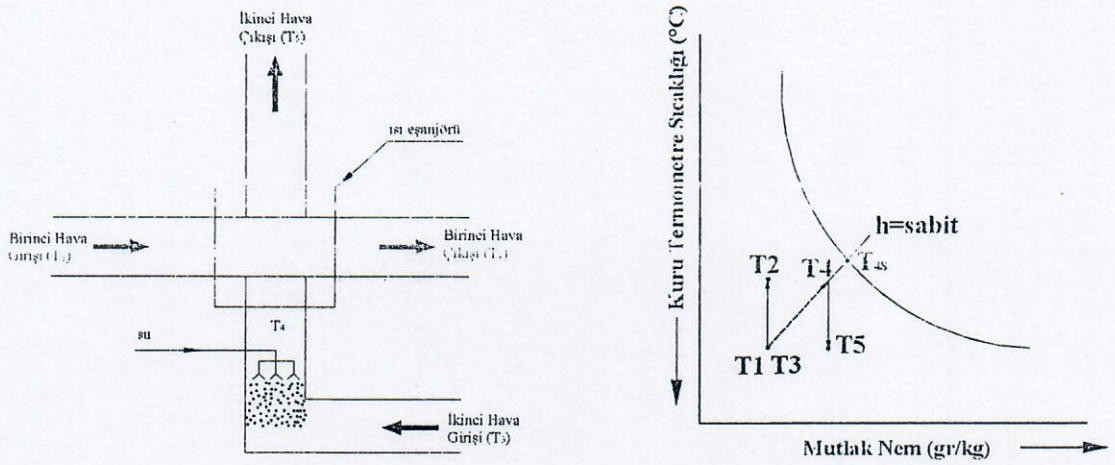
içerisine verilecek hava buharlaştırmalı soğutma yöntemlerinden birisi kullanılarak doğrudan soğutulmaktadır. Doğrudan buharlaştırmalı soğutmanın ana prensibi Şekil 2'de şematik olarak gösterilmiştir. Şekil 2-a'da görüldüğü gibi, bir kanaldan akan nemi düşük dış havanın, nemlendirici lülelerden sis şeklinde çıkan suyla teması sağlanmaktadır. Bu temas esnasında su zerreciklerinin buharlaşması, havanın nemini arttırırken kuru termometre sıcaklığını düşürmektedir. Soğutulan havanın gizli ısısı, su buharının eklenmesiyle artacaktır. Doğrudan buharlaştırmalı soğutma prosesi, Şekil 1-b'deki psikrometrik diyagramda gösterildiği gibi, yaklaşık olarak sabit entalpi ve yaş termometre sıcaklığı çizgisi boyunca olmaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi, doğrudan buharlaştırmalı soğutma sisteminde çıkış havasının en düşük kuru termometre sıcaklığı ancak giriş havasının yaş termometre sıcaklığına eşit olabilir. Bu tür bir soğutmada maksimum performans alınabilmesi için, giriş havasının kuru termometre sıcaklığının düşük olmasının yanında rölatif neminin de düşük olması gerekmektedir.



(a) (b)

Şekil 2. Doğrudan buharlaştırmalı soğutma sistemi

Buharlaştırmalı soğutma sistemlerinden ikincisi olan dolaylı buharlaştırma Şekil 3'de şematik olarak ve psikrometrik diyagram üzerinde gösterilmiştir. Şekil 3-a'da gösterildiği gibi, böyle bir soğutma sisteminde iki farklı hava akımı bulunmaktadır. Birinci hava, ikinci hava yardımıyla soğutularak, soğutulmak istenilen mahale verilir. Birinci hava ısı eşanjörünün bir tarafından geçerken, doğrudan buharlaştırmalı soğutma prensibiyle soğutulan ikinci hava eşanjörün diğer tarafından geçmektedir. Bu proses Şekil 3-b'de psikrometrik diyagram üzerinde gösterilmiştir. Dolaylı buharlaştırma sisteminin en büyük özelliği, soğutma işlemi esnasında mahale verilen havanın mutlak neminin sabit kalmasıdır.



Şekil 3. Dolaylı buharlaştırmalı soğutma sistemi

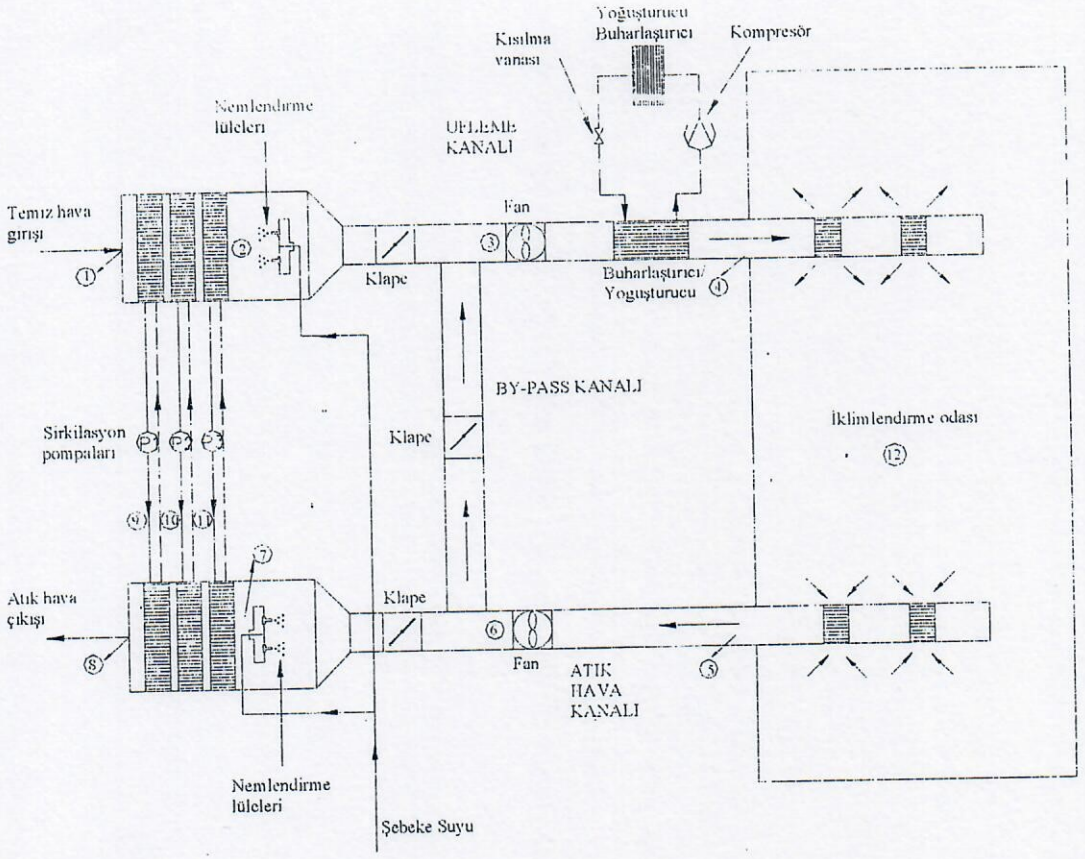
Birleşik buharlaştırmalı soğutma sistemi ise doğrudan ve dolaylı buharlaştırma sistemlerinin birlikte kullanılması esasına göre çalışmaktadır.

Buharlaştırmalı soğutma sistemleri özellikle sıcak ve nemi düşük iklim şartları için uygundur. Buharlaştırmalı soğutmadaki en büyük sınırlama, sistemin yüksek yaş termometre sıcaklığında verimli olmayışıdır. Fakat bu sistemlerin zaman içerisinde geliştirilmesi, yüksek yaş termometre sıcaklığındaki bölgelerde de verimli bir şekilde kullanılmasını mümkün kılmıştır. Bu durumdaki bölgeler için "ikili nemlendirme", "dolaylı nemlendirme", "hibrid nemlendirme" gibi değişik adlarla anılan sistemler geliştirilmiştir.

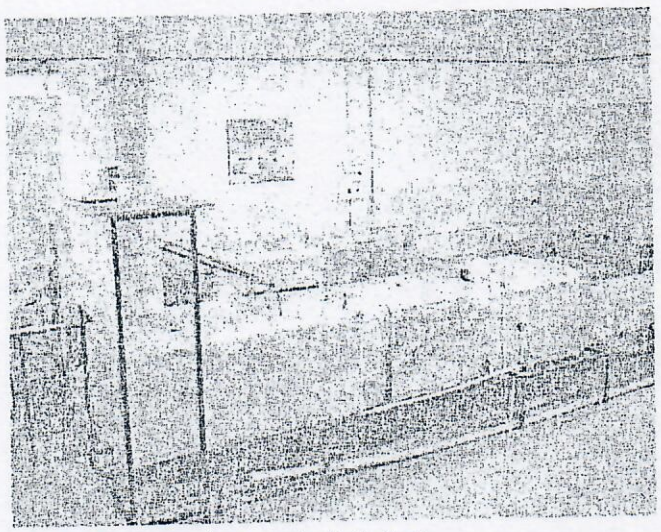
3. YAPILAN ÇALIŞMA

Bu çalışmada yaz aylarında sıcak ve nemli bir iklime sahip olan Adana ve sıcak ve kuru bir iklime sahip olan Güneydoğu Anadolu şartlarında kullanılabilecek bir buharlaştırmalı soğutma sistemi deneysel olarak araştırılmıştır. Bilindiği gibi Adana'da yaz aylarında ağırlıklı olarak hem kuru termometre sıcaklığı hem de yaş termometre sıcaklığı yüksek olmakla birlikte, Ağustos ayında belirli bir dönem süresince, poyraz esmesiyle kuru termometre sıcaklığı yüksek kalırken yaş termometre sıcaklığı belirli oranda düşmektedir. Bu durum Adana'da kurulan sistemin her iki iklim şartlarına da uygulanabilirliğinin gözlemlenmesi açısından avantaj sağlamaktadır.

Sistem, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Laboratuarındaki bir mahalin olası maksimum ısı kazancı yükünü karşılayabilecek şekilde tasarlanmıştır [4]. Sistemin genel görünüşü Şekil 4 ve 5'de gösterilmiştir. Sistemde iki ana hava kanalı bulunmaktadır. Birinci kanal temiz havayı dışardan alıp, iklimlendirilen odaya üflemek için kullanılır. İkinci kanal ise atık hava kanalıdır.



Şekil 4. Sistemin şematik resmi



Şekil 5. Sistemin genel görünüşü

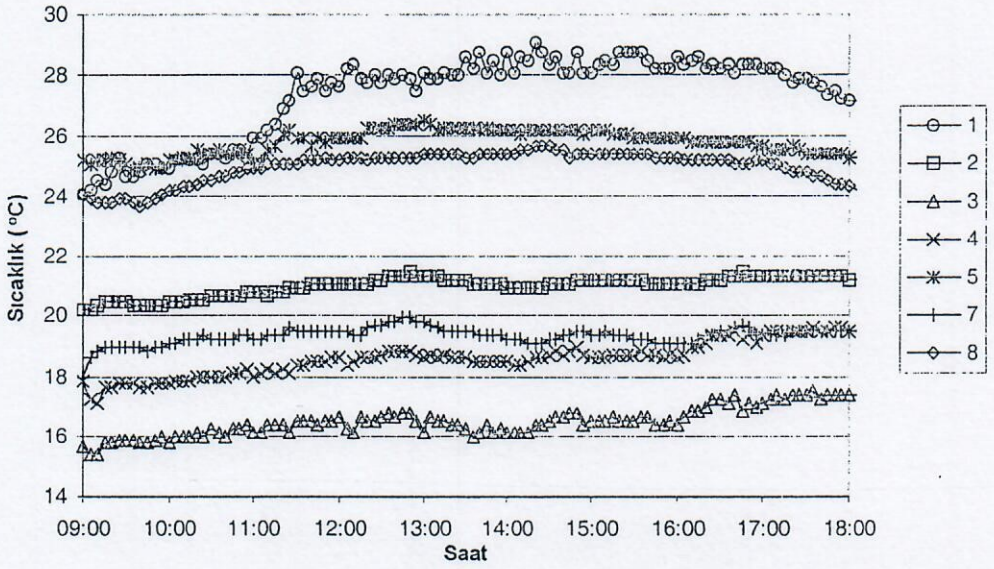
Temiz hava kanalına alınan dış hava, ısı geri kazanımı sağlayan ardışık üç ısı eşanjöründen geçirilerek ön soğutmaya tabii tutulmaktadır. Isı eşanjörlerinden sonra, temiz havayı nemlendiren nozullar yerleştirilmiştir. Nemlendirici kısmını, taze hava akış oranını kontrol etmek için kullanılan bir klape takip etmektedir. Dışarıdaki temiz havayı emmek için sisteme fan, fandan sonra ise nemlendirmeli soğutma ile yeterli soğutmanın sağlanamadığı durumda devreye giren bir ısı pompasının buharlaştırıcısı yerleştirilmiştir.

Atık hava kanalında da ortamdaki havayı emmek için yine bir fan kullanılmıştır.

Fandan sonra geçen hava debisini kontrol eden klape, sonra da nozulların kullanıldığı nemlendirme bölümü bulunmaktadır. Bu bölümden sonra yine ısı geri kazanımı sağlayan ardışık üç ısı eşanjörü yerleştirilmiştir [5].

4. SONUÇLAR

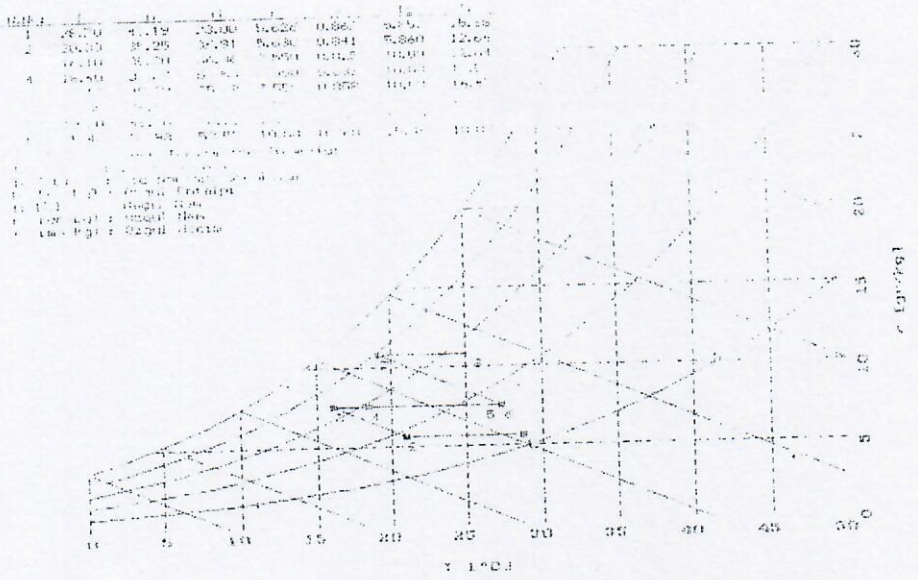
Bu çalışmada sistem performansını belirlemek için üç farklı grup deney yapılmıştır. Birinci grup deneylerde hem taze hem de atık hava nemlendirilerek soğutma yapılmaktadır. Bu gruba ait deneyler, dış hava kuru termometre sıcaklığının yüksek, yaş termometre sıcaklığının düşük olduğu günlerde yapılmıştır. Şekil 6' da, 19 Eylül 2002 tarihinde yapılan deneyde alınan sıcaklık değerlerinin gün boyunca değişimi gösterilmiştir. Elde edilen değerlerden de görüldüğü gibi dış hava ile üfleme noktasın arasında 10-12 ^{0}C'lik bir sıcaklık farkı elde edilmiştir. Şekil 7' de ise saat 14^{00} için, elde edilen sonuçlar psikrometrik diyagram üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 6. 19 Eylül 2002 gününde ölçülen sıcaklıklar

İkinci grup deneyler, dış hava neminin yüksek olduğu durumlarda, sadece atık hava nemlendirilerek soğutma yapılmıştır. Bu durumda, nemlendirilen atık havanın soğusundan yararlanılarak ısı değiştiricileri vasıtasıyla sisteme alınan taze hava bir miktar soğutularak ortama verilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda dış hava ile üfleme noktası arasında 5-7°C'lik sıcaklık farkı elde edildiği görülmüştür.

Üçüncü grup deneyler dış hava neminin ve sıcaklığının yüksek olduğu durumlarda, atık havanın nemlendirilmesini ve konvensiyonel soğutma sistemiyle desteklenmesini içermektedir. Bu durumda ise, ön soğutmaya tabi tutulan giriş havası, konvensiyonel soğutma sisteminin buharlaştırıcısından da geçirilerek, iklimlendirilecek mahale verilmiştir.



Şekil 7. 19 Eylül 2002 günü, saat 14^{00}'deki sonuçların psikrometrik diyagramı

Yapılan deneyler neticesinde, dış ve iç ortam (mahal) sıcaklıkları arasındaki farkın düşük olduğu durumlarda, yalnızca mahalden atılan havanın nemlendirilmesiyle yeterli konforun sağlanabileceği görülmüştür. Sıcaklık farkının büyük olduğu durumlarda, mahale verilecek havanın istenilen şartlara getirilebilmesi için bir konvensiyonel soğutma sisteminin desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak dış havanın nemi düşük ise hem taze hem de atık hava nemlendirilerek, istenilen konfor şartlarının konvensiyonel soğutma sistemine ihtiyaç duyulmaksızın rahatlıkla sağlanabildiği tespit edilmiştir.

Buharlaştırmalı soğutma sistemi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi gibi, yazları yaş termometre sıcaklığının düşük kuru termometre sıcaklığının yüksek olduğu bölgeler için konfor şartlarının sağlanması ve enerji ekonomisi açısından son derece uygun alternatif bir soğutma sistemidir. Bu sistemlerin ve bilhassa dolaylı buharlaştırmalı soğutmanın, konvansiyonel soğutma sistemleri ile desteklenerek, Adana gibi yüksek yaş ve kuru termometre sıcaklığına sahip bölgelerde de ekonomik bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür.

5. KAYNAKLAR

1. *Mathews,E.H., Kleingeld,M. and Grobler,L.J., "Integrated simulation buldings and evaporative cooling systems", Building and Environment, 29/2, (1994),197-206.*
2. *Brown,W.K., "Evaporative cooling for a laboratory facility", ASHRAE Journal, 26-30, September, (1992).*
3. *Genceli,O.F., "Buharlaştırmalı serinletme özellikleri ve uygulaması", 1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 15-17 Nisan, 1993.*
4. *Topçuoğlu,M.A., "Enerji ekonomisi sağlayan taze ve atık hava buharlaştırmalı iklimlendirme sistemi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 1998.*
5. *Yılmaz,T., Büyükalaca,O., Tapan,İ. ve Topçuoğlu,M.A., "Taze ve atık hava buharlaştırmalı ısı geri kazanımlı iklimlendirme sistemi", 12. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Sakarya, Eylül, 1999.*