17. ULUSAL ISI BİLİMİ ve TEKNİĞİ KONGRESİ
24 - 27 HAZİRAN 2009
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ - SİVAS

ADANA KOŞULLARINDA ÇALIŞACAK ADSORBSİYONLU (NEM ALMALI) BİR İKLİMLENDİRME SİSTEMİNİN ANALİZİ

Ertaç HÜRDOĞAN, Orhan BÜYÜKALACA, Tuncay YILMAZ, Osman KARA
Çukurova Üniversitesi, Makine Muhendisliği Bolumu, 01330, Balcalı, ADANA
ertach@cu.edu.tr , orhanl@cu.edu.tr , tunyil@cu.edu.tr , osman033@gmail.com

Özet: Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Muhendislik -Mimarlik Fakultesi Makine Muhendisliği Bolumu Laboratuarında kurulmus olan nem almalı (desisif) bir iklimlendirme sistemi ele alınmıştır. Tasarlanıp kurulan sistemde bulunan bütün noktaların psikrometrik özelliklerinin analitik olarak hesaplanabildiği bir model olusturulmuştur. Bu modelle, Adana için Devlet Meteoroloji Işleri (DMI) tarafından ölçülen iklim verileri (kuru termometre sıcaklığı ve rölatif nem) kullanılarak, tasarlanan nem almalı iklimlendirme sisteminin değişik durumlar için analizleri yapılmıştır. Sistemin tasarımı aşamasında yapılan bu çalışmayla kullanılacak ısı değiştiricilerinin ve elektrikli ısıtıcıların seçimi yapılmıştır. Bu modelle, Türkiye'nin farklı bölgelerindeki dış hava koşulları kullanılarak tasarlanan sistemin analizlerini gerçekleştirmek ve bölgeye göre uygunluğunu araştırmak mümkündür.
Anahtar Kelimeler: Nem almalı soğutma, İklimlendirme, İklim verileri

ANALYSIS OF A DESICCANT BASED AIR -CONDITIONING SYSTEM LOCATED IN ADANA

Abstract : In this study, a desiccant based air -conditioning system that is located in the Laboratory of Mechanical Engineering Department of Çukurova University is considered. A theoretical model is developed to analyse the system under different conditions. Them eteorological data measured by State Meteorological Affairs (DMI) for ADANA , is used in the calculations. Heat exchangers and electric heater unit are selected using the results of the model written . It is possible to investigate the suitability of these systems for different regions of Turkey with this study.
Keywords: Desiccant cooling, Air -conditioning, Meteorological data

SEMBOLLER

$\dot{Q}$	Transfer edilen ısı miktarı [kW]
$\dot{m}_{taze}$	Taze hava kanalındaki havanın kütlesel debisi [kg/s]
$\dot{m}_{rej}$	Rejenerasyon hava kanalındaki havanın kütlesel debisi [kg/s]
h	Entalpi [kJ/kg K]

GİRİŞ

İnsanlar, içerisinde yaşadıkları binaların kendilerine en iyi ısıl konforu saglamasını isterler. Bu ısıl konfor da iklimlendirme ve ısıtma -soğutma sistemleri yardımıyla sağlanır. Fakat enerji gereksiniminin artması, bazı ekonomik problemler ve konvansiyonel iklimlendirme sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanların çevreye verdikleri zararlı etkiler sonucunda son yıllarda alternatif iklimlendirme sistemlerine ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bu arayış içerisinde düşünülen sistemlerden birisi de adsorbsiyonlu (nem almalı, desisif) iklimlendirme sistemleridir. Bu sistemlerde, iklimlendirilecek mahale gönderilen hava, nem alıcı (kurutucu) madde (katı veya sıvı) üzerinden geçirilerek nemi düşürülmekte ve daha sonra istenilen konfor sıcaklığına kadar buharlaştırmalı soğutma veya konvansiyonel buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi tarafından soğutulmaktadır (Daou, 2004). Nem alıcı üzerindeki nem ise rejenerasyon havası olarak bilinen ikinci bir sıcak hava akımı tarafından uzaklaştırılmaktadır. Desisif iklimlendirme sistemlerinin en önemli özelliklerinden birisi hijyen açısından uygun bir iklimlendirme sistemi olmasıdır (Kovak ve Hermann, 1997). Bu tür sistemler, sağlık kuruluşlarında, son günlerde ülkemizde de çokça gündeme gelen hava

yoluyla yayılan bazı enfeksiyon hastalıklarının önlenmesi için düşünülmesi gereken bir iklimlendirme sistemidir.

Bu çalışmada son yıllarda kullanımı yaygınlaşmaya başlayan ve konvansiyonel iklimlendirme sistemlerine göre bazı avantajlara sahip olan nem almalı iklimlendirme sistemlerinin özellikle hastane uygulamaları için ülkemiz koşullarında uygulanabilirliğinin araştırılması amacıyla bir sistem tasarlanmış ve Çukurova Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Laboratuarında kurulmuştur. Tasarlanan sistemde bulunan bütün noktaların psikrometrik özelliklerinin analitik olarak hesaplanabildiği bir model oluşturulmuştur. Bu modelle, Adana için Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından 1983-2006 yılları arasında ölçülen iklim verileri (kuru termometre sıcaklığı ve rölatif nem) kullanılarak, tasarlanan nem almalı iklimlendirme sisteminin değişik durumlar için analizleri yapılmıştır.

SİSTEMİN TANITIMI

Şekil 1'de tasarlanan nem almalı iklimlendirme sisteminin genel görünüşü verilmiştir. Sistemde hastane iklimlendirmesi düşünülerek %100 temiz hava kullanılmakta ve üç adet hava kanalı (temiz, atık ve rejenerasyon) bulunmaktadır. Temiz hava kanalı tamamı dışardan alınan taze havayı iklimlendirerek mahale iletmek için kullanılır. Atık hava kanalı yardımıyla, mahal içerisinden emilen hava dışarı atılmaktadır. Rejenerasyon hava kanalı ise nem alma ünitesinde emilen nemi uzaklaştırmak için kullanılır. Bu kanallara, kullanılan havayı sistemin amacına uygun olarak şartlandırmak ve kontrol etmek amacıyla çeşitli elemanlar (nem alma ünitesi, ısı değiştiricisi, fan, soğutma grubu, ısıtıcı ünitesi v.b.) yerleştirilmiştir.

Temiz hava kanalına 1 noktasında alınan dış ortam havasının nemi, nem alma ünitesinde (döner tip) düşürülmekte (1 →2) ve kuru, ancak daha yüksek sıcaklıkta bir hava (2) elde edilmekte dir. Aynı anda bir miktar sıcak hava (rejenerasyon havası) ters yönden nem alıcıya gönderilerek (14) taze havadan çekilen nem, nem alma ünitesinden uzaklaştırılmaktadır (14 →15). Nem alma ünitesinden sonra, temiz hava 1 numaralı ısı değiştiricisinden geçirilerek (2 →3), daha düşük bir sıcaklığa sahip olan dış ortam havası ile (11) bir ön soğutma işlemine tabi tutulmakta ve sıcaklığı düşürülmektedir. Bir sonraki aşamada ise temiz hava, yine bir ısı değiştiricisinden (2 numaralı) geçirilerek (3 →4) sıcaklığı bir miktar daha düşürülmektedir. Bu ısı değiştiricisinde temiz havayı soğutmak için, mahalden çekilip, nemlendirilerek soğutulan (8 →9) havadan (9 →10) yararlanılmaktadır. Mahalden çekilen hava içerisinde hastalıklara sebep olabilecek bakteriler bulunabileceğinden, mahale verilecek temiz hava ile mahal havasının karışmasını engellemek amacıyla 1 ve 2 numaralı ısı değiştiricilerinin rejenerasyon tipi olması gerekmektedir. 1 ve 2 numaralı ısı değiştiricilerinde temiz havadan nemin çekilmesi sırasında havanın mutlak nemunde bir değişiklik olmamaktadır.

2 numaralı ısı değiştiricisinden çıkan havanın sıcaklığı, son olarak buhar sıkıştırmalı bir soğutma grubu tarafından soğutulan su yardımıyla kuru soğutucu serpantinde (3 numaralı ısı değiştiricisi) üfleme sıcaklığına kadar düşürülmektedir. Burada temiz havanın içerisindeki su buharının yoğuşmaması için, serpantine gönderilen soğuk su sıcaklığının, soğutulan havanın çiğ noktası sıcaklığından en az 1 °C daha yüksek olması sağlanmaktadır. Bunun için sisteme gerekli otomatik kontrol elemanları ve sensörler yerleştirilmiştir. Serpantinde dolaşan soğutulmuş suyun sıcaklığının ayarlanması için, su hattında bir üç yollu karıştırıcı vana kullanılmıştır.

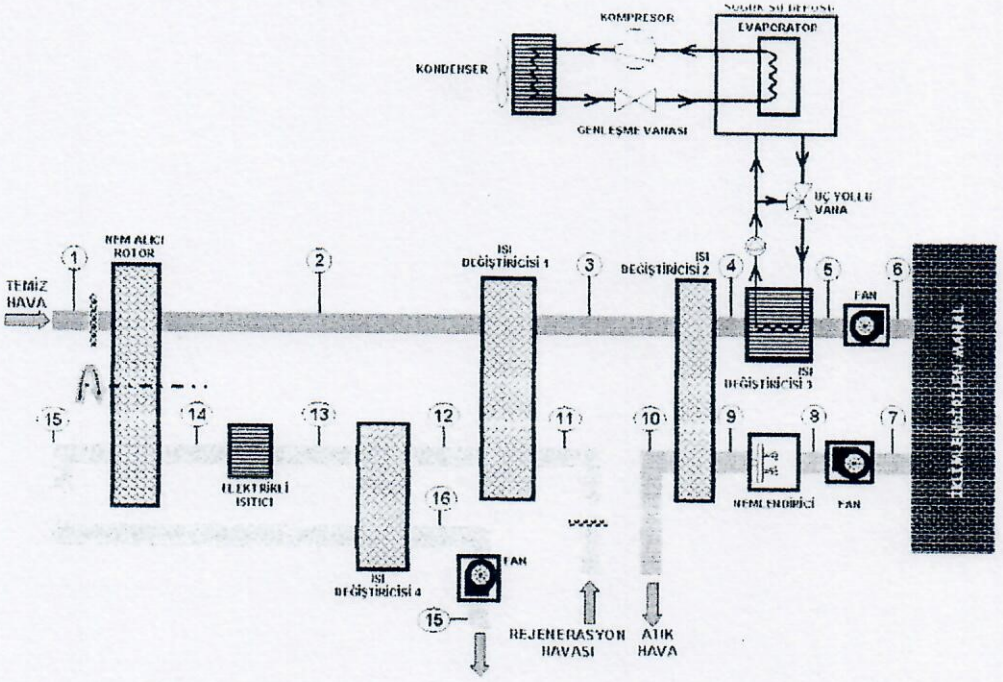
Tasarlanan bu sistemde, mahale gönderilen temiz havadan nem alma işlemi sadece döner nem alıcıda gerçekleşmekte diğer hiç bir ünitede (3 numaralı serpantin dahil) nem alma işlemi gerçekleşmemektedir.

İklimlendirilen mahalden (7) atık hava kanalına emilen hava, soğu geri kazanımı amacıyla kullanılan 2 numaralı ısı değiştiricisine girmeden önce, bir nemlendirme ünitesinde nemlendirilmekte ve sıcaklığı düşürülmektedir. Bu işlemin amacı soğu geri kazanımını artırmaktır. Doyma eğrisine yakın bir noktaya kadar nemlendirilerek soğutulan atık hava (9), mahale gönderilen temiz havadan (3) 2 numaralı ısı değiştiricisinde ısı çekerek bu havayı soğutmakta (4), bu esnada kendi sıcaklığı da artmaktadır (10). Atık hava daha sonra dışarı atılmaktadır.

Döner nem alıcıda temiz havadan çekilen nemin (1 →2) uzaklaştırılması için sıcak rejenerasyon havası kullanılmaktadır. Rejenerasyon kanalına 11 noktasında emilen dış hava, mahale nemi alınarak gönderilen temiz havadan (2) 1 numaralı ısı değiştiricisinde ısı çekerek bu havayı soğutmakta (3), bu esnada kendi sıcaklığı da artmaktadır (12). Rejenerasyon havası daha sonra 4 numaralı ısı değiştiricisinde (rejeneratif tip) yine bir ön ısıtma işlemine tabi tutulmaktadır (12 →13). Bu ısı değiştiricisinde hava, nem alma ünitesinden çıkan ve hala yeterince yüksek bir sıcaklığa sahip olan rejenerasyon havası (15) kullanılarak ısıtılmaktadır. 4 numaralı ısı değiştiricisinden çıkan hava (13), daha sonra, nem alma ünitesindeki nemi uzaklaştırmak için gerekli olan sıcaklığa (rejenerasyon sıcaklığı) kadar elektrikli ısıtıcılar kullanılarak ısıtılmaktadır (13 →14).

Bu çalışmada, gerekli rejenerasyon sıcaklığı son olarak elektrikli ısıtıcılar kullanılarak elde edilmektedir. Ancak, bilindiği gibi bir iklimlendirme sistemi, o iklimlendirme sezonu boyunca sadece birkaç gün hatta birkaç saatte dış ortam tasarım değerlerinde çalışır (Bulut vd. 2002). Bu sebeple, sistemin en kötü durum olan dış ortam tasarım şartlarında, iklimlendirilen mahalde öngörülen iç ortam tasarım değerlerini sağlamasının yanında, sezonun diğer gün ve günün değişik saatlerindeki davranışının bilinmesi de çok önemlidir. Sezon içerisinde yer alan her bir saatteki dış hava kuru ve yaş termometre sıcaklığı farklı olabileceğinden, öngörülen nem almalı iklimlendirme sisteminin sezon boyunca performansını belirleyebilmek için psikrometrik analizinin saatlik bazda yapılması gereklidir.

kullanılabilmektedir. 14 noktasında nem alma ünitesine giren rejenerasyon havası nem alıcıdaki nemi tekrar olarak soğumakta (15) ve 4 numaralı ısı değiştiricisinden geçirilerek kullanılmak üzere (17)



Şekil 1. Tasarlanıp kurulan nem almalı iklimlendirme sisteminin genel görünüşü

OLUŞTURULAN MODEL

Ön çalışmalarda Adana için yaz koşullarında dış ortam tasarım değerleri olarak alınan 38 °C kuru ve 26 °C yaş termometre sıcaklıkları esas alınarak iklimlendirme sisteminin psikrometrik analizleri yapılmış ve buna göre sistemin çalışma prensibi oluşturulmuştur.

Tasarlanan sistemin analizini saatlik olarak da yapabilmek için bir model oluşturulmuş ve Fortran programlama dili kullanılarak sistemde bulunan tüm noktaların psikrometrik özelliklerinin analitik olarak hesaplanabildiği bir program yazılmıştır. Programa girdi olarak, iklimlendirilecek mahale gönderilecek taze, atık ve rejenerasyon hattı hava debileri, anlık dış hava kuru termometre sıcaklığı ve rölatif nemi, iklimlendirilecek mahalin konfor şartları (sıcaklık ve rölatif nem), iklimlendirilecek mahalin duyulur ısı oranı ve toplam soğutma yükü, ısı değiştiricilerinin etkinlikleri, nemlendirici etkinliği, fanların etkinlikleri, fan motorlarının güçleri gibi parametreler verilmektedir.

Bu girdiler kullanılarak, sistemde yer alan her bir nokta için (toplam 17 nokta) kuru ve yaş termometre sıcaklığı, entalpi, mutlak nem, rölatif nem, çiğ noktası sıcaklığı ve yoğunluk gibi psikrometrik özellikler ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Ayrıca, sistemde bulunan 1, 2, 3 ve 4 numaralı ısı değiştiricilerinde transfer edilen ısı miktarları (sırasıyla Q_{2-3} (taze hava tarafında), Q_{3-4}

(taze hava tarafında), Q_{1-2} (taze hava tarafında), Q_{8-9} (rejenerasyon havası sıcak akışkan tarafında) ve rejenerasyon havasını istenilen değere getirebilmek için gerekli ısı miktarı (elektrikli ısıtıcı ünitesi), Q_{13-14} hesaplanmaktadır. Psikrometrik değerlerin hesaplanmasında ASHRAE (ASHRAE Fundamental Handbook, 2001) tarafından önerilen ve Hundeğan vd. (2008) numaralı referanstaverilen eşitlikler kullanılmıştır. Sistemde 1, 2, 3 ve 4 numaralı ısı değiştiricilerinde transfer edilen ısı miktarları (sırasıyla Q_{2-3}, Q_{4-5}, Q_{6-7}, Q_{10-11}) ve rejenerasyon havasını istenilen değere getirebilmek için gerekli ısı miktarı (elektrikli ısıtıcı ünitesi, Q_{12-13}) ise aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\dot{Q}_{2-3} = \dot{m}_{taze} * (h_3 - h_2) \quad (1)$$

$$\dot{Q}_{4-5} = \dot{m}_{taze} * (h_5 - h_4) \quad (2)$$

$$\dot{Q}_{6-7} = \dot{m}_{taze} * (h_7 - h_6) \quad (3)$$

$$\dot{Q}_{13-14} = \dot{m}_{rej} * (h_{14} - h_{13}) \quad (4)$$

$$\dot{Q}_{10-11} = \dot{m}_{rej} * (h_{11} - h_{10}) \quad (5)$$

Transfer edilen ısı miktarlarının hesaplanmasında kullanılan bu eşitliklerde (Eşt. 1-5). $\dot{m}_{taze}$ taze hava kanalındaki havanın kütlesel debisini, $\dot{m}_{rej}$ rejenerasyon hava kanalındaki havanın kütlesel debisini ve h'ler ise o noktadaki entalpiyi ifade etmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hazırlanan programa girdi olarak dış hava kuru termometre sıcaklığı ve rölatif nemi verilmektedir. Hesaplamalarda, programa girdi olarak kuru termometre sıcaklığı ile birlikte rölatif nemin alınmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür (Dizayn şartları kuru ve yaş termometre sıcaklığı olarak verilmektedir). Sistemde bulunan noktaların psikrometrik özellikleri, ASHRAE tarafından önerilen eşitlikler ile referans 5'de verilen eşitliklere ek olarak kurulan sisteme uygun olarak Tablo 1'de verilen varsayımlar kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sırasında yapılan bir diğer varsayım da, mutlak nemin, sadece nem alma (Şekil 1'de 1 →2 prosesi), nem uzaklaştırma (15 →16), odaya üfleme (6 →7) ve nemlendirme (9 →10) proseslerinde değiştiği, diğer hiç bir proseste değişmediğidir.

Tablo 1. Hesaplamalarda kullanılan varsayımlar

Parametre	Değer
Mahal soğutma yükü (kW)	10
Mahal konfor şartı (sıcaklık (°C) - rölatif nem (%))	26 - 50
Taze, atık ve rejenerasyon hattı hava debileri (m³/h)	4000
Rekuperatör etkinliği (%)	65
Rejeneratör etkinliği (%)	80
Nemlendirici etkinliği (%)	90
Fan verimi (%)	60
Fan motor güçleri (kW) (atık -taze - rejenerasyon)	1-3-4

Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından 1983-2006 yılları arasında Adana'da ölçülen iklim verileri (kuru termometre sıcaklığı ve rölatif nem) kullanılarak, hazırlanan bilgisayar programıyla, tasarlanan nem almalı iklimlendirme sisteminin değişik durumlar için analizleri yapılmıştır. Sistemin yaz koşullarındaki çalışma durumu analiz edileceğinden, hesaplamalarda, mayıs ile ekim ayları arasında 07:00, 14:00 ve 21:00 saatlerinde (DMİ tarafından rölatif nem günde üç kez ölçülmektedir) ölçülen iklim verileri kullanılmıştır.

Hazırlanan bilgisayar programı kullanılarak yapılan analizler, öncelikle Adana ili tasarım günü olan 21 Temmuz için yapılmıştır. 21 Temmuz'da DMİ tarafından mayıs ile ekim ayları arasında 07:00, 14:00 ve 21:00 saatlerinde ölçülen kuru termometre sıcaklığı ve rölatif nem değerlerinin 23 yıllık ortalaması hesaplanmış ve programa girdi olarak verilmiştir. Bu girdiler kullanılarak 07:00, 14:00 ve 21:00 saatleri için sistemdeki tüm noktaların psikrometrik özellikleri hesaplanmıştır. Örnek olarak, Tablo 2'de 21 Temmuz saat 07:00'de ölçülen DMİ dataları kullanılarak sistemin tüm noktaları için hesaplanan psikrometrik özellikler verilmiştir.

Tablo 2. Sistemdeki her nokta için 21 Temmuz saat 07:00'de hesaplanan psikrometrik özellikler (dış hava sıcaklığı 26,3 °C ve rölatif nem 85,9 %)

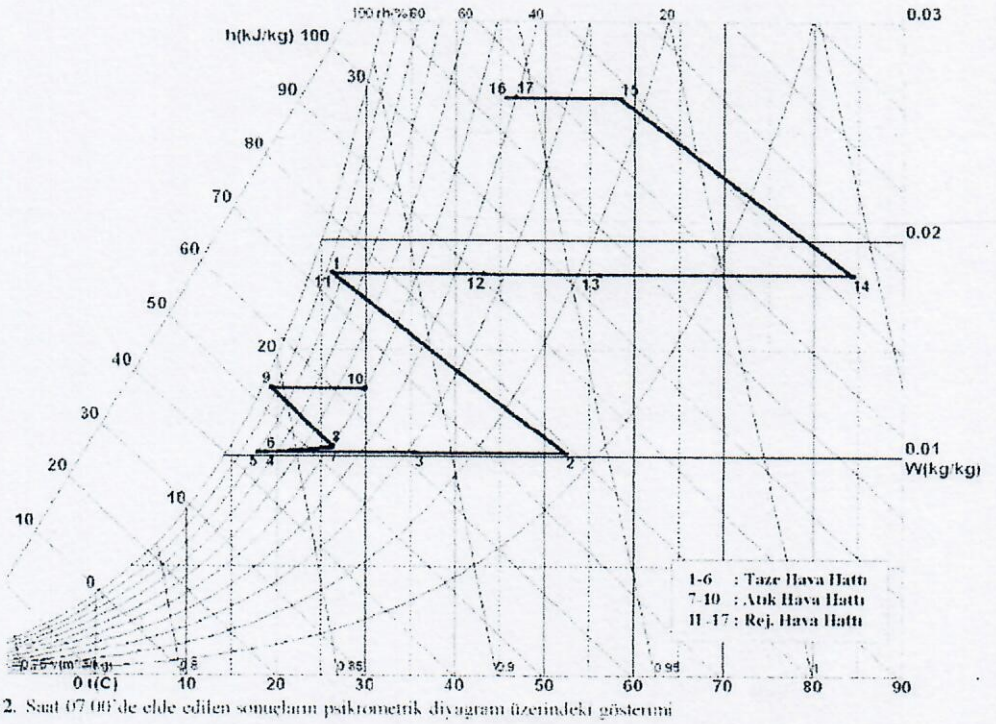
Nokta	t_{db} (°C)	W (gr/kg)	t_{wb} (°C)	RH (%)	t_{dp} (°C)	h (kj/kg)
1	26.30	18.59	24.12	85.90	23.75	73.83
2	52.48	10.29	26.00	11.81	14.50	79.50
3	35.56	10.29	21.48	28.39	14.50	62.17
4	25.15	10.29	18.25	51.55	14.50	51.49
5	18.10	10.29	15.81	79.37	14.50	44.27
6	18.99	10.29	16.14	75.07	14.50	45.18
7	26.00	10.50	18.70	50.00	14.81	52.90
8	26.29	10.50	18.79	49.14	14.81	53.20
9	19.54	13.29	18.79	93.28	18.45	53.38
10	29.93	13.29	21.96	50.13	18.45	64.08

11	26,30	18,59	24,42	85,90	23,75	73,83
12	43,32	18,59	28,82	33,44	23,75	91,53
13	56,18	18,59	31,20	17,61	23,75	104,36
14	84,44	18,59	36,20	5,19	23,75	134,28
15	58,45	26,89	35,19	22,63	29,79	128,41
16	45,63	26,89	32,93	42,38	29,79	115,38
17	46,81	26,89	33,15	39,91	29,79	116,62

Tablo 2'den görüldüğü gibi, 26,3 °C kuru termometre sıcaklığı ve % 85,9 rölatif nemde taze hava kanalına giren havanın (1 noktası) sıcaklığı, nem alma ünitesinden sonra 52,48 °C' ye kadar yükselmekte rölatif nemi ise 11,81%'ye kadar düşmektedir (2 noktası). Taze hava daha sonra 1 numaralı ısı değiştiricisinde 35,56 °C'ye, 2 numaralı ısı değiştiricisinde ise 25,15 °C sıcaklığa kadar soğutulmaktadır (3 ve 4 noktası). 2 numaralı ısı değiştiricisinden çıkan havanın sıcaklığı, son olarak 3 numaralı ısı değiştiricisinde üflenme sıcaklığına kadar (18,10 °C) düşürülmekte (5 noktası) ve fan teerisinden geçerken bir miktar ısınarak odaya gönderilmektedir (6 noktası).

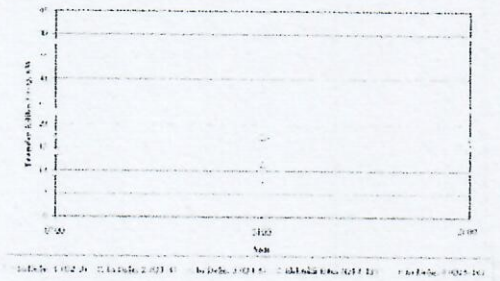
İklimlendirilen mahalden (7 noktası) atık hava kanalına emilen hava soğu geri kazanımı amacıyla kullanılan 2 numaralı ısı değiştiricisine gelmeden önce [illegible] ünitesinde % 93,28'ye kadar nemlendirilmekte ve [illegible] °C'ye kadar düşürülmektedir (8 noktası). Atık hava daha sonra 2 numaralı ısı değiştiricisinde taze havadan ısı çekerek sıcaklığı yükselmekte (29,93 °C)ve dışarı atılmaktadır (10 noktası).

Rejenerasyon kanalına giren havanın sıcaklığı (11 noktası), 1 numaralı ısı değiştiricisinde 43,32 °C'ye, 4 numaralı ısı değiştiricisinde ise 56,18 °C sıcaklığa kadar yükselmektedir (12 ve 13 noktası). 4 numaralı ısı değiştiricisinden çıkan hava, daha sonra, nem alma ünitesindeki nemi uzaklaştırmak için gerekli olan sıcaklığa (rejenerasyon sıcaklığı) kadar (84,44 °C) elektrikli ısıtıcılar kullanılarak ısıtılmakta ve nem alma ünitesine girmektedir (14 noktası). Nem alma ünitesinden 58,45 °C kuru termometre sıcaklığı ve %22,63 rölatif nemde çıkan hava (15 noktası), 4 numaralı ısı değiştiricisinden geçirilerek 45,63 °C'ye kadar soğutulmakta (16 noktası) ve dışarı atılmaktadır (17 noktası). Şekil 2'de, saat 07:00'de elde edilen sonuçlar psikrometrik diyagram üzerinde gösterilmiştir



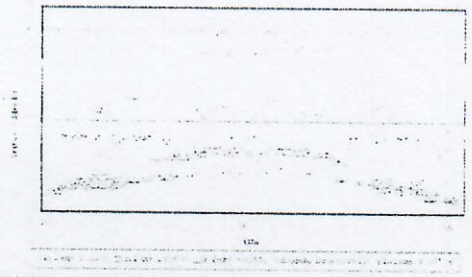
Şekil 2. Saat 07:00'de elde edilen sonuçların psikrometrik diyagram üzerindeki gösterimi

Şekil 3'de, 21 Temmuz saat 07:00, 14:00 ve 21:00'de ölçülen 23 yıllık DMİ datalarının ortalaması kullanılarak hesaplanan 1, 2, 3 ve 4 numaralı ısı değiştiricilerinde transfer edilen ısı miktarları sırasıyla Q_2, Q_3, Q_4 ve rejenerasyon havasını [illegible] elektrikli ısıtıcı ünitesi, $Q_{[illegible]}$ verilmiştir. Şekilden, 1 ve 4 numaralı ısı değiştiricileri ile elektrikli ısıtıcı ünitesinde transfer edilen ısı miktarlarının saat 07:00 ve 21:00'de, saat 14:00'dekine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, saat 07:00 ve 21:00'deki dış hava neminin yüksek, kuru termometre sıcaklığının ise düşük olmasıdır. 2 ve 3 numaralı ısı değiştiricilerinde transfer edilen ısı miktarları ise saat 14:00'de daha yüksektir. Bunun sebebi ise, taze hava ile rejenerasyon havası arasındaki kuru termometre sıcaklık farkının saat 07:00 ve 21:00'de, saat 14:00'dekine göre daha yüksek olmasıdır.

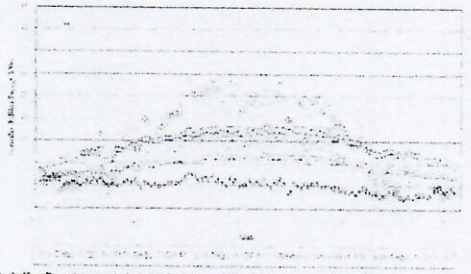


Şekil 3. Isı değiştiricilerinde ve elektrikli ısıtıcı ünitesinde transfer edilen ısı miktarlarının 21 Temmuz'da 07:00 ile 21:00 saatleri arasındaki değişimi

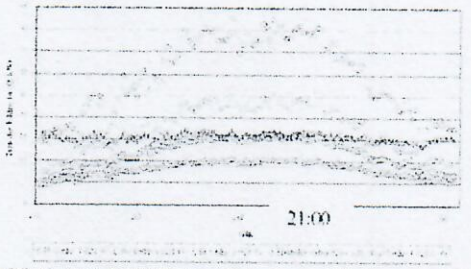
Yukarıda açıklanan ve sadece 21 Temmuz günü için yapılan çalışma, daha da genişletilerek Adana yaz soğutma sezonu boyunca (Haziran-Eylül) her gün için yapılmıştır. Şekiller 4-6'da hesaplanan ısı miktarlarının günlere göre değişimi saat 07:00, 14:00 ve 21:00 için verilmiştir. Şekillerden, nem alma ünitesinde taze havadan alınan nemin rotor üzerinden uzaklaştırılabilmesi için elektrikli ısıtıcılarla havaya verilen ısının saat 07:00'de 8 ile 42 kW aralığında, saat 14:00'de 3 ile 30 kW aralığında, saat 21:00'de ise 13 ile 43 kW aralığında değiştiği görülmektedir. Şekillerden ayrıca, ısı değiştiricilerinde transfer edilen ısı miktarlarının Haziran'dan (180. gün) başlayarak arttığı ve Temmuz-Ağustos döneminde en yüksek değerini aldığı daha sonra Eylül'de (300. gün) azaldığı görülmektedir. Günlük periyotlar dikkate alındığında, her bir ısı değiştiricisinde transfer edilen ısı miktarlarının saat 07:00 ve 21:00'de, saat 14:00'dekine göre daha yüksek olduğu yine Şekiller 4-6'dan görülmektedir.



Şekil 4. Saat 07:00'de hesaplanan ısı miktarlarının soğutma sezonundaki günlere göre değişimi



Şekil 5. Saat 14:00'de hesaplanan ısı miktarlarının soğutma sezonundaki günlere göre değişimi



Şekil 6. Saat 21:00'de hesaplanan ısı miktarlarının soğutma sezonundaki günlere göre değişimi

SONUÇ

Bu çalışmada, son yıllarda kullanımı yaygınlaşmaya başlayan ve konvansiyonel iklimlendirme sistemlerine göre bazı avantajlara sahip olan nem almalı iklimlendirme sistemlerinin özellikle hastane uygulamaları için ülkemiz koşullarında uygulanabilirliğinin araştırılması amacıyla bir sistem tasarlanmış ve Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Laboratuarında kurulmuştur. Tasarlanan sistemde bulunan bütün noktaların psikrometrik özelliklerinin analitik olarak hesaplanabildiği bir model oluşturulmuştur. Bu modelle, Adana için Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından 1983-2006 yılları

arasında ölçülen iklim verileri (kuru termometre sıcaklığı ve bağıl nem) kullanılarak, tasarlanan nem ilavesi ile iklimlendirme sisteminin değişik durumlar için analizleri yapılmıştır.

Sistemin [illegible] kullanılacak ısı değiştiricilerinin ve elektrikli ısıtıcıların seçimi yapılmıştır. Bu modelle, Türkiye'nin farklı bölgelerindeki dış hava koşulları kullanılarak tasarlanan sistemin analizlerini gerçekleştirmek ve bölgeye göre uygunluğunu araştırmak mümkündür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından "106M094" nolu proje kapsamında desteklenmektedir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

ASHRAE Fundamentals Handbook, Psychrometrics, 2001

Bulut H., Büyükalaca, O. ve Yılmaz, T., New outdoor cooling design data for Turkey, Energy, Cilt 27, Sayfa 923-946, 2002.

Daou, K., Wang, R.Z., ve Xia, Z.Z., Desiccant cooling air conditioning: a review, Renewable &Sustainable Energy Reviews, Cilt 10, Sayı 1, Sayfa 55-77, 2006

Hürdoğan E., Büyükalaca, O., Yılmaz, T. ve Kara, O., D[illegible] Modelinin parametrik analizi, 1. Soğutma Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Sayfa 247-254, 2008.

Kovak, B. ve Heimann, P.R., The sanitizing effects of desiccant-based cooling, ASHRAE Journal, Cilt 39, Sayfa 60-64, 1997