Akdeniz Kıyı Bölgesi İçin Adsorbsiyonlu Güneş Enerjisi Destekli İklimlendirme Sistemi

Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda tasarlanıp kurulmuş olan nem almalı (desisif) bir iklimlendirme sistemi ele alınmış ve güneş enerjisinin tasarlanan desisif iklimlendirme sisteminde kullanımı Türkiye'nin Akdeniz kıyı bölgeleri için araştırılmıştır. Bu amaçla, Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından 1986-2006 yılları arasında ölçülen saatlik iklim verileri (kuru termometre sıcaklığı, rölatif nem ve güneş ışınımı) kullanılarak, güneş enerjisinin rejenerasyon havasında meydana getireceği sıcaklık artışı 21 yıl boyunca saatlik bazda hesaplanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Desisif soğutma, İklimlendirme, Güneş enerjisi, İklim verileri



Ertaç HÜRDOĞAN

2000 yılında Çukurova Üni. Müh.-Mim. Mak. Müh. Böl.'den mezun oldu ve aynı bölü Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya baş 2003 yılında Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstü Mak. Müh.'de Yüksek Lisansını tamam ve aynı bölümde Doktora eğitimine baş Halen Çukurova Üni. Mak. Müh. Böl. Termodinamik Anabilim Dalı doktora eğitimini sürdürmektedir. Çalışma alanları, ısıtma, soğutm iklimlendirme sistemleri ve uygulamaları, ısı transferidir.



Tuncay YILMAZ

1968 yılında Berlin Teknik Üniversitesi Makine bitirdi. 1972 yılında aynı üniversitede doktor tamamladı. 1973-1983 yıllarında Karadeniz Te Üni. Mak. Müh. Böl.'de göreve başladı. 1977 yıl aynı bölümde Isı ve Kütle Transferi Bilim Dalı Doçent oldu. 1983 yılında Çukurova Üni. Mak. Böl. Termodinamik Anabilim Dalı'na Profesör olarak atandı. 1982-1 yılları arası Karadeniz Teknik Üni. Mak. Müh. Böl. Başkanlığı, 1986-1 ve 2002-2007 yılları arasında Çukurova Üni. Müh.-Mim. Fak. Dekanlığı 1983-2002 yılları arasında da Çukurova Üni. Mak. Müh. Böl. Başkanı yürüttü. Çalışma alanları, ısı transferi, ısıtma ve soğutma sistemle uygulamaları, iklim verileri ve çok fazlı akışlardır. TTMD ve MMO üyes



Orhan BÜYÜKALACA

1984 yılında Çukurova Üni. Müh.-Mim. Mak. Müh. Böl.'den mezun oldu ve aynı bölü araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1 yılında Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, M Müh.'de Yüksek Lisansını tamamladı. 1993 yıl Manchester Üniversitesi'nde Doktorasını tamam ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi, Mak. Müh. Böl.'e Yardımcı Doçent ol atandı. 1998 yılında Makina Müh. Isı Tekniği Bilim Dalı'nda Doçent o 2003 yılında Çukurova Üni. Mak. Müh. Böl. Termodinamik Anabilim Da Profesör olarak atandı. 2002-2006 yılları arasında Çukurova Üni. Mak. M Bölüm Başkan yardımcılığı, 2006-2008 yılları arasında Çukurova Üni. M Mim. Fak. Dekanlığı görevini yürüttü. 2008 yılından beri Osmaniye Korku Üni. Rektörlüğü görevini yürütmektedir. Çalışma alanları, ısıtma ve soğu sistemleri, iklim verilerinin analizi, enerji analizi, ısı pompaları ve türbüle akışta konveksiyonla ısı transferidir. TTMD ve MMO üyesidir.

1. Giriş

Son yıllarda iklimlendirme teknolojisinde hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Bunun birçok sebebi bulunmaktadır. Bu sebeplerin başında, artan enerji talebi ve fosil kökenli enerji kaynaklarının gittikçe azalması sonucunda enerjinin çok önemli hale gelmesi bulunmaktadır. Diğer bir unsur ise, iklimlendirme sistemlerinde kullanılan CFC esaslı soğutucu akışkanların ozon tabakasına verdiği zararların anlaşılması üzerine, bu akışkanlar yerine ozon tabakasına zarar vermeyen veya daha az zarar veren yeni akışkanların kullanılması veya ozon tabakasına zarar veren gazlar ihtiva etmeyen yeni iklimlendirme teknolojilerinin hayata geçirilmesidir. Bu teknolojilerin bazıları yeni olmayıp, eskiden beri bilinmekte, ancak günümüzde yaygın olarak kullanılmamaktadır. İnsanoğlunun konfor ihtiyacının artması ve iklimlendirmenin lüks olmaktan çıkıp, gerek konfor gerekse üretim açısından bir gereklilik olduğunun anlaşılması üzerine iç hava kalitesinde istenen şartların ağırlaşması da iklimlendirme teknolojilerindeki değişikliği zorlayan parametrelerden birisidir. Bu arayış içerisinde düşünülen sistemlerden birisi de 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. Nem alıcı üzerindeki nem ise rejenerasyon havası olarak bilinen ikincil bir sıcak hava akımı tarafından uzaklaştırılmaktadır [5].

Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda tasarlanıp kurulmuş olan nem almalı (desisif) bir iklimlendirme sistemi ele alınmış ve güneş enerjisinin tasarlanan desisif iklimlendirme sisteminde kullanımı Adana, Mersin ve Antalya bölgeleri için araştırılmıştır. Bu amaçla Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından bu bölgelerde 1986-2006 yılları arasında ölçülen saatlik iklim verileri (kuru termometre sıcaklığı, rölatif nem ve güneş ışınımı) kullanılarak, güneş enerjisinin rejenerasyon havasında meydana getireceği sıcaklık artışı 21 yıl boyunca saatlik bazda hesaplanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Sistemin Tanıtımı

Şekil 1'de tasarlanıp, kurulan nem almalı iklimlendirme sisteminin genel görünüşü verilmiştir. Sistemde temiz, atık ve rejenerasyon olmak üzere üç adet hava kanalı bulunmaktadır. Temiz hava kanalı, tamamı dışarıdan alınan taze havayı iklimlendirerek mahalle 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, vb.) yerleştirilmiştir [6,7].

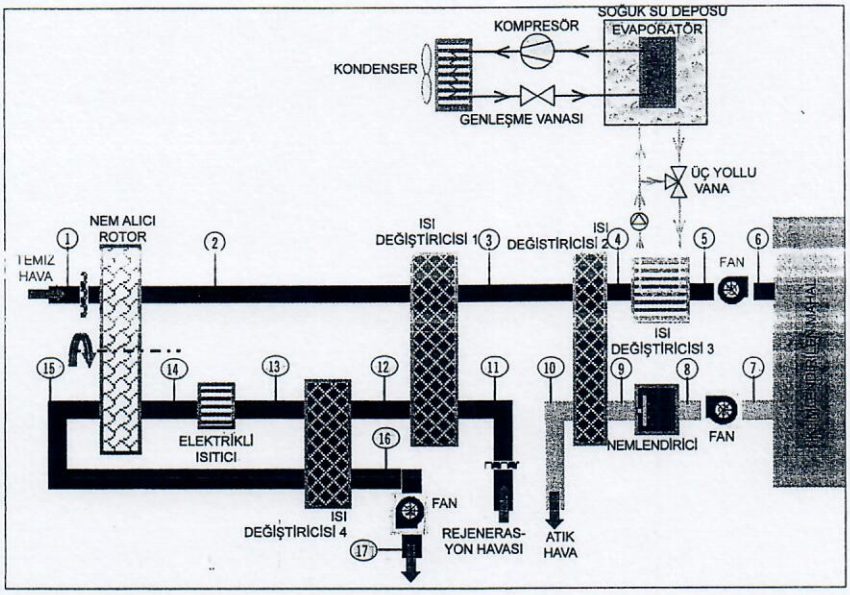
Temiz hava kanalına 1 noktasında alınan havanın nemi, nem alma ünitesinde (döner tip) düşürülmekte (1→2) ve kuru ancak daha yüksek sıcaklıkta bir hava elde edilmektedir (2). Aynı anda bir miktar sıcak hava (rejenerasyon havası) ters yönden nem alıcıya gönderilerek (14) taze havadan çekilen nem, nem alma ünitesinden uzaklaştırılmaktadır (14→15). Nem alma ünitesinden sonra, temiz hava 1 ve 2 numaralı ısı değiştiricisinden geçirilerek (2→4), ön soğutma işlemine tabi tutulmakta ve sıcaklığı düşürülmektedir. Temiz 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 sisteme gerekli otomatik kontrol elemanları ve sensörler yerleştirilmiştir. Tasarlanan bu sistemde mahalle 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 gelmeden önce, bir nemlendirme ünitesinde nemlendirilerek sıcaklığı düşürülmekte ve 2 numaralı ısı değiştiricisi üzerinden geçirilerek dışarı atılmaktadır.

Rejenerasyon kanalına 11 noktasında emilen dış hava, 1 ve 4 numaralı ısı değiştiricilerinden geçirilerek ön ısıtma işlemine tabi tutulmakta ve daha sonra, nem alma ünitesindeki nemi uzaklaştırmak için gerekli olan sıcaklığa (rejenerasyon sıcaklığı) kadar elektrikli ısıtıcılar kullanılarak ısıtılmaktadır (13→14). 14 noktasında nem alma ünitesine giren rejenerasyon havası, nem alıcıdaki nemi içine alarak soğumakta (15) ve 4 numaralı ısı değiştiricisinden geçirilerek (15→16) dışarı atılmaktadır (17).

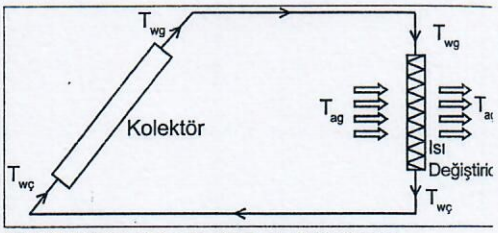
3. Model

Kurulan iklimlendirme sisteminde nem alıcı üzerindeki nemi uzaklaştırmak için kullanılan sıcak hava (rejenerasyon havası) son olarak elektrikli ısıtıcılarla elde edilmektedir. Desisif iklimlendirme sistemlerinde sıcak hava, genelde elektrikli ısıtıcılar veya ucuz enerji kaynakları (güneş enerjisi, atık ısı, doğal gaz, vb.) kullanılarak elde edilmektedir [4,8]. Güneş enerjisi kullanılması durumunda, kolektörler kullanılarak sıcak su üretilmekte ve bu sıcak su bir ısı değiştiricisine gönderilerek rejenerasyon havasının ısınması sağlanmaktadır.



Şekil 1. Tasarlanıp kurulan nem almalı iklimlendirme sisteminin genel görünüşü.

Bu çalışmada, güneş enerjisinin kurulan desisif iklimlendirme sisteminde kullanımının Adana, Mersin ve Antalya bölgeleri için olabilirliği aşağıda detaylı bir şekilde anlatılan model kullanılarak araştırılmıştır. Kurulan sistemde güneş enerjisinin avantajlı olabilmesi için, rejenerasyon havasında meydana getireceği ısıtmanın kabul edilebilir bir seviyede olması gereklidir. Güneş enerjisiyle ısıtılan suyun kullanıldığı ısı değiştiricisinden havaya olan ısı transferi, ısı değiştiricisi etkinliğinin yanında, büyük oranda dış hava şartlarına bağlıdır. Bu sebeple, güneş enerjisinin faydasını değerlendirebilmek için sadece tasarım değerlerindeki durum yerine, bütün bir soğutma sezonundaki davranışına bakmak gereklidir. Bu amaçla Adana, Mersin ve Antalya için Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından 1986-2006 yılları arasında ölçülen iklim verileri (kuru termometre sıcaklığı, rölatif nem ve güneş ışınımı) kullanılarak, güneş enerjisinin rejenerasyon havasında meydana getireceği ısıtma 21 yıl boyunca hesaplanmıştır. Sistemin yaz koşullarındaki çalışma durumu analiz edileceğinden, hesaplamalarda, mayıs ile ekim ayları arasında 06:00-19:00 saatlerinde ölçülen iklim verileri kullanılmıştır. Nem almalı iklimlendirme sistemlerinde, güneş enerjisinden kolektörler kullanılarak yararlanılmaktadır. Kolektörlerde elde edilen sıcak su bir ısı değiştiricisine gönderilerek havanın ısınması sağlanmaktadır (**Şekil 2**).



Şekil 2. Kurulan sistemde güneş enerjisi kullanımının şematik resmi

Güneş enerjisi sistemlerindeki kolektörler eğimli olarak yerleştirildiklerinden, tasarım aşamalarındaki ısıl hesaplamalar ve sistem simülasyonu için eğik düzleme gelen güneş ışınımının bilinmesi gerekmektedir. Yatay düzleme gelen güneş ışınımı ölçülmesine ve kolaylıkla bu değerlere ulaşılmasına rağmen, eğik yüzeye gelen güneş ışınımı deneysel amaçlar dışında doğrudan ölçülmemekte ve yerleşim yerleri için bu değerler mevcut olarak bulunmamaktadır. Eğik düzleme gelen güneş ışınımı, yatay düzleme gelen ölçüm değerleri kullanılarak farklı güneş ışınım modelleri yardımı ile tespit edilmektedir [3]. Bu çalışmada, eğik düzleme gelen güneş ışınımı, Liu ve Jordan tarafından geliştirilen model [10,11] ve DMİ tarafından ölçülen toplam ışınım değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri kolektörlerinin, yaz sezonunda sıcak suyun istenildiği işletme durumunda, bulunulan yerin enlem derecesinden 15° eksik bir açı ile yerleştirilmesi önerilmektedir

[2]. Dolayısıyla yapılan hesaplamalarda yaklaşık 37° enleme sahip Adana, Mersin ve Antalya için kolektör eğim açısı 22° olarak alınmıştır.

Kurulan sistemde, güneş enerjisinin rejenerasyon havasında meydana getireceği sıcaklık artışının ($T_{aç}$-T_{ag}) belirlenebilmesi için, öncelikle ısı değiştiricisine giren havanın sıcaklığının (kurulan sistemde (**Şekil 1**) 13 noktası, T_{13}, model çalışmasında ise T_{ag} olarak ifade edilmiştir (T_{13}= T_{ag})) bilinmesi gerekmektedir. Bu sıcaklığı belirlemek için, kurulan deney düzeneği ile yapılan deneyler [12] ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Bu incelemeden, ısı değiştiricisine giren hava sıcaklığının (T_{13}), bu sıcaklıkla dış hava kuru termometre sıcaklığı arasındaki farka (T_{13}-T_{11}) dolayısıyla dış hava kuru termometre sıcaklığına (T_{11} veya T_a) ve dış hava rölatif nemine (RH_{11}) bağlı olduğu anlaşılmıştır (**Şekil 3**). Deneylerden elde edilen verilere en küçük kareler metodu yardımıyla (R^2=0.86) bir eşitlik uydurulmuş ve hesaplamalarda aşağıda verilen bu eşitlik (Eşitlik 1) kullanılmıştır.

$$T_{13}-T_{11}=-0.0129*RH_{11}^2+2.1143*RH_{11}-62.091 \quad (1)$$

Isı değiştiricisine gelen su sıcaklığı (T_{wg}), kolektör verimine (η_k), kolektör yüzey alanına (F), kolektör eğim açısına (Θ), eğik kolektör yüzeyine güneşten gelen ışınım miktarına (q_e) ve kolektör dönüş suyu sıcaklığına ($T_{wç}$) bağlıdır. Kolektör dönüş suyu sıcaklığı ise, ısı değiştiricisine giren su (kolektörden çıkan su) sıcaklığına, ısı değiştiricisine giren hava sıcaklığına (kurulan sistemde 13 noktası (**Şekil 1**), T_{ag}) ve kullanılan ısı değiştiricisinin etkinliğine (η_{ID}) bağlıdır.

Güneş kolektörlerinin verimi, dış hava sıcaklığına (DMİ datası, T_a), toplam güneş ışınımına (DMİ datası, $\dot{q}$) ve kolektöre giren-çıkan su sıcaklığının ortalamasına (T_m) bağlıdır. Yapılan çalışmada güneş kolektörü olarak Ezinç marka seçici yüzeyli güneş kolektörlerinin kullanıldığı düşünülmüştür. Üretici firmadan temin edilen performans verilerine (**Şekil 4**) en küçük kareler metodu yardımıyla (R^2=1) bir eşitlik uydurulmuş ve hesaplamalarda aşağıda verilen bu eşitlik (Eşitlik 2) kullanılmıştır.

Bu eşitlikte F, kolektör yüzey alanını ifade etmekte olup hesaplamalarda toplam kolektör yüzey alanı 50 m² olarak alınmıştır.

$$\eta_K=-11.235*\left(\frac{T_m-T_a}{\dot{q}}\right)^2-3,4165*\left(\frac{T_m-T_a}{\dot{q}}\right)+0,728 \quad (2)$$

$$Q_{kol.}=\eta_K*F*\dot{q}_e \quad (3)$$

Güneş enerjisi hesaplamalarında ayrıca ısı değiştiricilerinin etkinliği (ε) için aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır [9]:

$$\varepsilon=\frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{max}} \quad (4)$$

$$\dot{Q}_{max}=C_{min}*(T_{hg}-T_{cg}) \quad (5)$$

$$C_h=\dot{m}_h*c_{ph} \quad (6)$$

$$C_c=\dot{m}_c*c_{pc} \quad (7)$$

Bu eşitliklerde (Eşt. 4-7), $\dot{Q}$; transfer edilen gerçek ısıyı (kW), $\dot{Q}_{max}$; transfer edilebilecek en yüksek ısıyı, T_{hg} ve T_{cg}; sırasıyla sıcak ve soğuk akışkanların giriş sıcaklıklarını (°C), C_{min}; sıcak ve soğuk akışkanların ısı kapasitelerinden (C_h, C_c) küçük olanını (kW/s), $\dot{m}_h$ ve $\dot{m}_c$; sırasıyla sıcak ve soğuk akışkanların kütle debilerini (kg/s), c_{ph} ve c_{pc} ise sıcak ve soğuk akışkanların özgül ısılarını (kJ/kg K) ifade etmektedir.

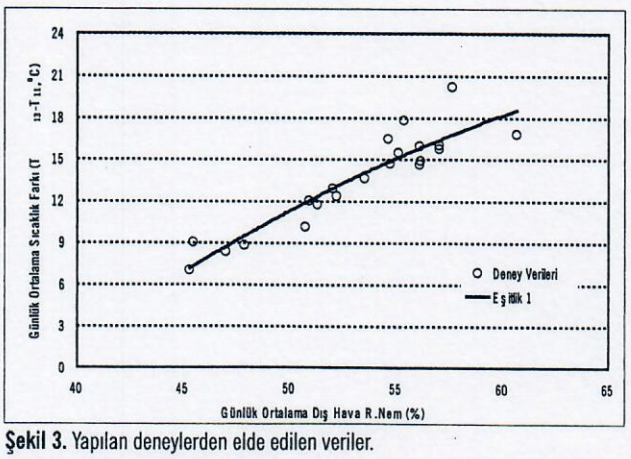
Hesaplamalarda, güneş enerjisi için kullanılan ısı değiştiricisinin etkinliği %70 olarak alınmıştır. Ayrıca ısı değiştiricisi su giriş-çıkış sıcaklıkları arasında 5 °C'lik fark olduğu ve ısı değiştiricisi üzerinden akan havanın kütlesel debisinin 0.55 kg/s olduğu kabul edilmiştir. Kurulan sistemde, güneş enerjisinin rejenerasyon havasında meydana getireceği sıcaklık artışının belirlenebilmesi için, FORTRAN programlama dili kullanılarak tüm hesaplamaların yapıldığı bir bilgisayar programı yazılmıştır.

4. Bulgular ve Tartışma

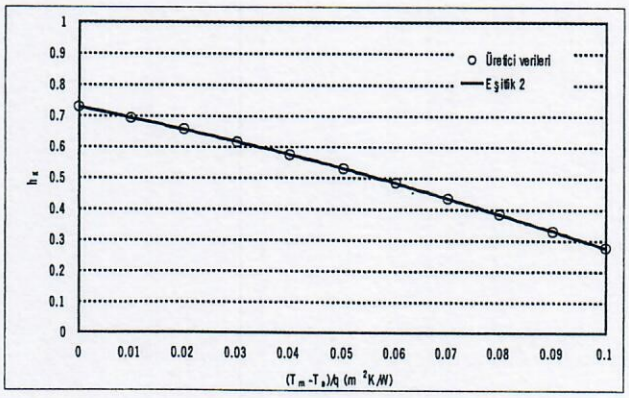
DMİ tarafından ölçülen kuru termometre sıcaklığı ve güneş ışınımı (toplam güneş ışınımı) verileri gün boyunca saatlik olarak kaydedilmektedir. Ölçülen rölatif nem verileri ise gün boyunca sadece 07:00, 14:00 ve 21:00 saatlerinde kaydedilmektedir. Analizler 06:00-19:00 saatleri arasında yapılacağından, ölçülmeyen diğer saatlerdeki rölatif nemlerin de belirlenmesi gerekmektedir.

Dış hava nem oranı (mutlak nem) gün boyunca çok fazla değişim göstermemekte ve yaklaşık sabit kabul edilmektedir [1,13]. DMİ tarafından saat 07:00, 14:00 ve 21:00'de ölçülen rölatif nem ve kuru termometre sıcaklık verileri kullanılarak o saatlerdeki mutlak nem değerleri hesaplanmış ve her gün için ortalama mutlak nem belirlenmiştir. Hesaplanan günlük mutlak nem ve saatlik kuru termometre sıcaklıkları kullanılarak her saat için rölatif nem değerleri belirlenmiştir. Soğutma sezonunun (mayıs-ekim ayları) her günü için Adana, Mersin ve Antalya'da farklı saatlerde (06:00-19:00 saatleri) DMİ tarafından ölçülen (kuru termometre sıcaklığı, güneş ışınımı) ve hesaplanan (rölatif nem) verilerin 21 yıllık ortalaması alınmış ve hesaplamalarda bu değerler kullanılmıştır.

Kurulan sistemde, güneş enerjisinin rejenerasyon havasında meydana getireceği sıcaklık artışı, ayrıntıları yukarıda verilen model kullanılarak soğutma sezonundaki her gün için

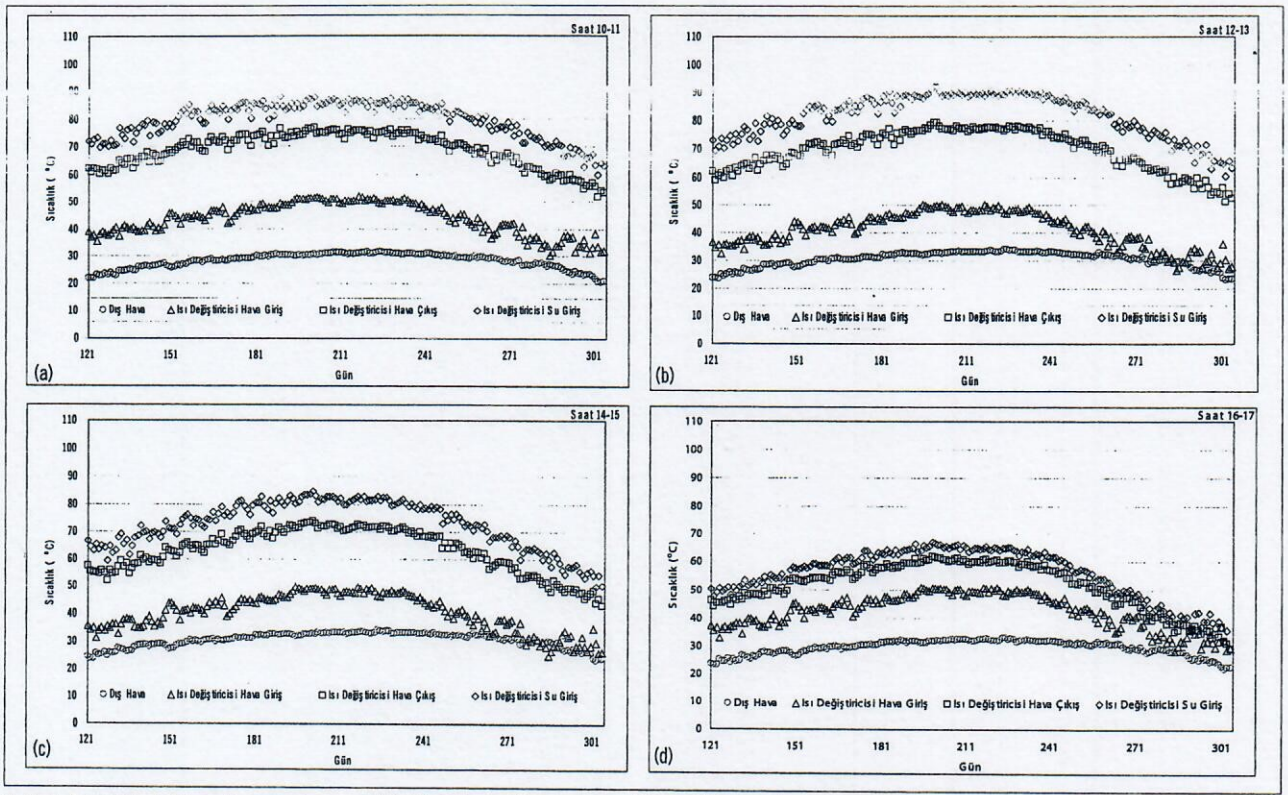


Şekil 3. Yapılan deneylerden elde edilen veriler.

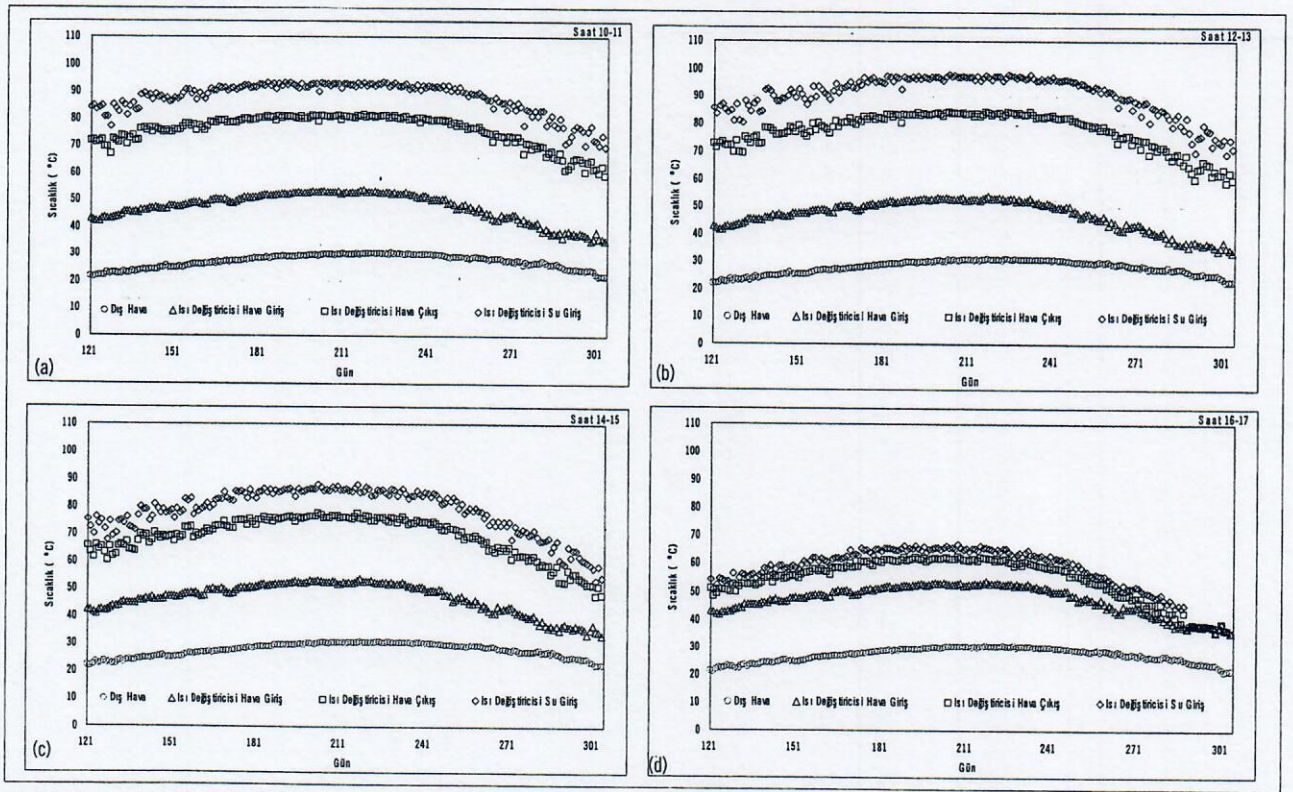


Şekil 4. Üretici firmadan temin edilen performans verileri Hesaplamalarda, kolektörden transfer edilen ısı miktarı ($Q_{kol.}$, kW) eşitlik 3 kullanılarak belirlenmiştir.

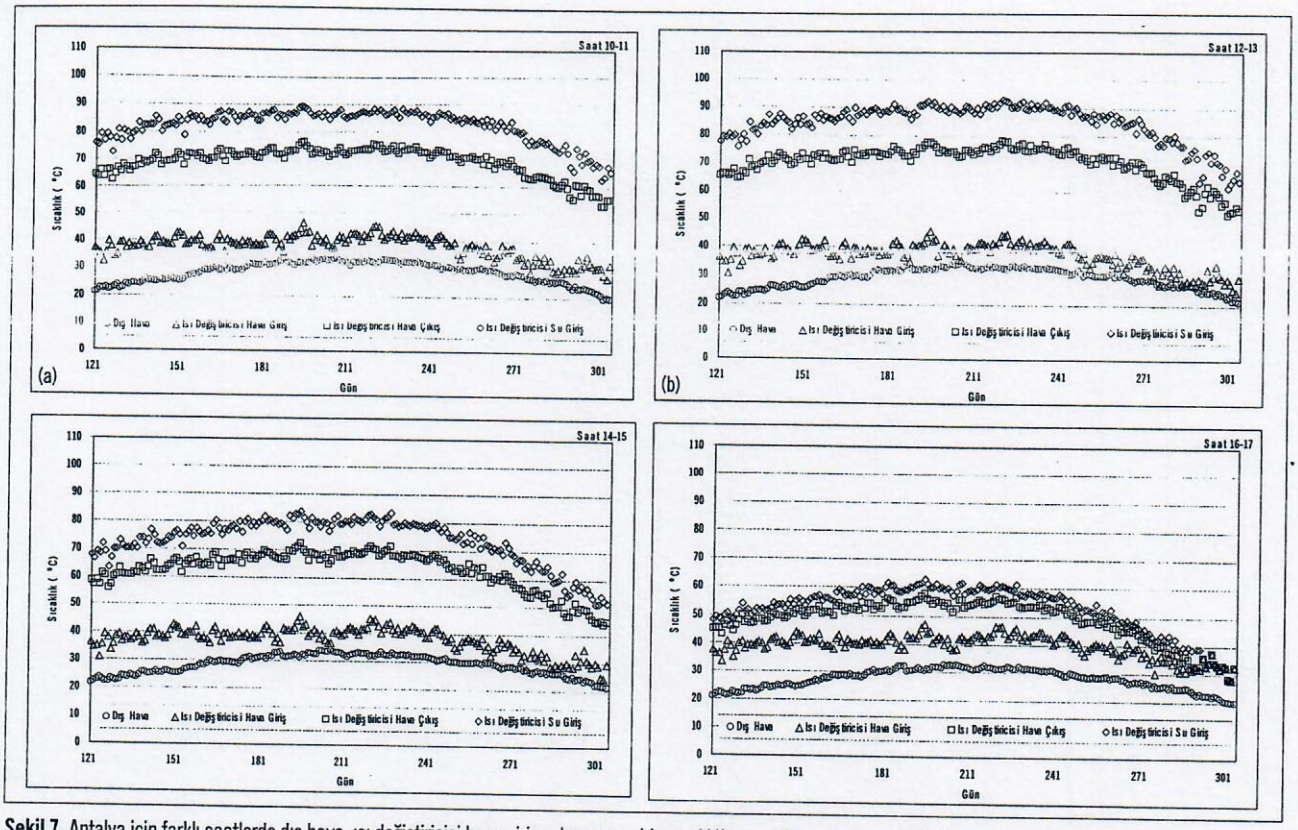
06:00-19:00 saatleri arasında Adana, Mersin ve Antalya bölgeleri için hesaplanmıştır. **Şekil 5**'te Adana'da farklı saatler için elde edilen sonuçlar verilmiştir. Şekillerden, rejenerasyon havasında elde edilen sıcaklık artışının (ısı değiştiricisine giren-çıkan hava sıcaklıkları arasındaki fark), dış hava sıcaklığı ve ışınım miktarına bağlı olarak öğle saatlerinde (12:00-14:00) 25-30 °C'lere kadar çıktığı, diğer saatlerde ise 9-10 °C mertebesinde olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar Mersin (**Şekil 6**) ve Antalya (**Şekil 7**) bölgeleri için de elde



Şekil 5. Adana için farklı saatlerde dış hava, ısı değiştiricisi hava giriş-çıkış ve su giriş sıcaklığının, soğutma sezonundaki günlere göre değişimi (a: saat 10:00-11:00, b: saat 12:00-13:00, c: saat 14:00-15:00, d: saat 16:00-17:00).



Şekil 6. Mersin için farklı saatlerde dış hava, ısı değiştiricisi hava giriş-çıkış ve su giriş sıcaklığının, soğutma sezonundaki günlere göre değişimi (a: saat 10:00-11:00, b: saat 12:00-13:00, c: saat 14:00-15:00, d: saat 16:00-17:00).



Şekil 7. Antalya için farklı saatlerde dış hava, ısı değiştiricisi hava giriş-çıkış ve su giriş sıcaklığının, soğutma sezonundaki günlere göre değişimi (a: saat 10:00-11:00, b: saat 12:00 13:00, c: saat 14:00-15:00, d: saat 16:00-17:00).

edilmiştir. **Şekil 8**'de ise Adana, Mersin ve Antalya bölgelerinde, güneş enerjisi sisteminden rejenerasyon havasına aktarılabilecek günlük (Saat 06:00-19:00) toplam ısıl enerji miktarı verilmiştir. Sezon başından yaklaşık 260. güne kadar (Eylül ayının son günleri) transfer edilen ısı miktarı tüm bölgeler için belirli bir band içerisinde (350000 kJ ile 550000 kJ) dalgalanmakta, 260. günden sonra ise bir miktar düşmektedir.

5. Sonuç

Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda tasarlanıp kurulmuş olan nem almalı (desisif) bir iklimlendirme sistemi ele alınmış ve güneş enerjisinin tasarlanan desisif iklimlendirme sisteminde kullanımı Türkiye'nin Akdeniz kıyı bölgeleri (Adana, Mersin, Antalya) için araştırılmıştır. Bu amaçla Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından 1986-2006 yılları arasında ölçülen saatlik iklim verileri (kuru termometre sıcaklığı ve güneş ışınımı) kullanılarak, güneş enerjisinin rejenerasyon havasında meydana getireceği ısıtma 21 yıl boyunca saat saat hesaplanmıştır. Yapılan çalışma sonunda tasarlanıp kurulan sistemde güneş enerjisi kullanımının Adana, Mersin, Antalya bölgeleri için avantajlı olduğu görülmüştür.

Teşekkür

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

7. Kaynaklar

[1] *Al-Rabghi OM, Hittle DC., 2001, Energy simulation in buildings: overview and BLAST example. Energy Conversion & Management, Sayı 42, Sayfa:1623–1635.*

[2] *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1984, Güneşli Su Isıtıcıları. Teknik El Kitapları 3, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yapı işleri Genel Müdürlüğü.*

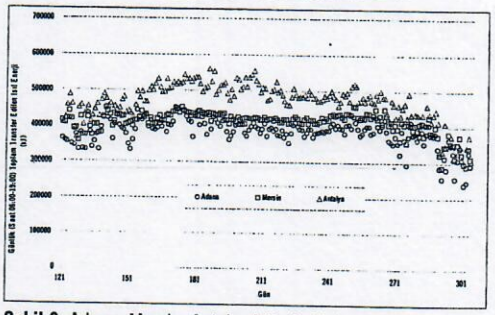
[3] *Bulut, H., 2008, Adana İlinde Eğik Yüzeye Gelen Güneş Işınım Değerlerinin Belirlenmesi, Ç.Ü. Mühendislik Fakültesi 30. yıl Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Sayfa: 556-561, Adana.*

[4] *Dai Y.J., Wang R.Z.ve Xu Y.X., 2001, Study of a solar powered solid-adsorption-desiccant cooling system used for grain storage, Renewable Energy, 25, Sayfa: 417-430.*

[5] *Daou K., Wang R.Z. ve Xia Z.Z., 2006, Desiccant cooling air conditioning: a review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 10/2, Sayfa: 55-77.*

[6] *Hürdoğan, E., Büyükalaca, O., Yılmaz, T., Kara, O., 2008, Desisif Bir İklimlendirme Sisteminin Psikrometrik Analizi, I.Soğutma Teknolojileri Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Sayfa: 247-254, İzmir.*

[7] *Hürdoğan, E., Büyükalaca, O., Yılmaz, T., Uçkan, İ., 2009, Pilot bir desisif iklimlendirme sisteminde ilk ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa: 193-206, İzmir.*



Şekil 8. Adana, Mersin, Antalya bölgeleri için günlük (Saat 06:00-19:00) transfer edilen ısının, soğutma sezonundaki günlere göre değişimi.

[8] *Kabeel, A.E., 2007, Solar powered air conditioning system using rotary honeycomb desiccant wheel, Renewable Energy, 32/11, Sayfa: 1842-1857.*

[9] *Kreider J. F., ve Rabl A., 1994, Heating and Cooling of Buildings, McGraw Hill.*

[10] *Liu, B.Y.H., Jordan, R.C., 1960, The Interrelationship and Characteristic Distribution of Direct, Diffuse and Total Solar Radiation, Solar Energy, 4,3,1.*

[11] *Liu, B.Y.H., Jordan, R.C., 1961, Daily Insolation on Surfaces Tilted Towards the Equator, ASHRAE Journal, 3, Sayfa: 53-59.*

[12] *Tübitak, 2009, Sonuç Raporu, Proje No: 106M094.*

[13] *Yılmaz T, Özgeren M, Gürçınar Y., 1995, Daily and yearly variation of humidity ratio, Proceedings of 10th National Thermal Science and Technique Conference, Ankara.* ■

Bu makale, 6-7 Kasım 2009 tarihinde gerçekleştirilen 4. Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu'nda bildiri olarak sunulmuştur.