

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ İÇİN ÇİFT BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMİ

Tuncay YILMAZ¹, Hüsamettin BULUT² ve Muammer ÖZGÖREN¹

¹ Çukurova Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 01130 Balcalı/ADANA

² Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, ŞANLIURFA

ÖZET

Bu çalışmada, sıcak ve kurak bir iklime sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi için alternatif soğutma sistemi olarak çift buharlaştırmalı soğutma sistemi önerilmiş ve sistemin konfor şartlarını sağlayıp sağlamadığı teorik olarak incelenmiştir. Çift buharlaştırmalı sistemde dış hava bir ısı eşanjöründe soğutulduktan sonra nemlendirilerek soğutulacak mahale verilmektedir. Egzos havası da mahalden alındıktan sonra nemlendirilmekte ve bu soğuk hava ile dış havanın sıcaklığı düşürülmektedir.

Önerilen sistemin uygunluğunu tespit etmek için kapsamlı bir enerji analizinin yapılması gerekir. Binaların ısı alışverişlerinde dış iklim şartlarının etkisi büyüktür. Bu nedenle Güneydoğu Anadolu bölgesinin ve GAP' ın önemli bir kenti olan Şanlıurfa meteorolojik değerleri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilen 1980-1993 yılları arası 14 yıllık meteorolojik değerleri gözönüne alınarak sürekli fonksiyonlarla ifade edilmiştir [1]. Örnek bir mahal için soğutma sezonu (1 Mayıs - 30 Eylül) boyunca anlık ısı kazancı saat-saat hesaplanmıştır. Daha sonra binanın anlık ısı kazancının karşılanması durumu ve dış iklim koşulları göz önüne alınarak önerilen sistemin psikrometrik diyagram yardımıyla bilgisayar simülasyonu yapılmıştır. Yapılan incelemede önerilen sistemin iç ortam sıcaklığını konfor şartlarındaki değerlerde tuttuğu, iç bağıl nemin %45-%70 arasında değiştiği bunun konfor açısından tatminkar olduğu görülmüştür. Ayrıca sistemin sadece dış hava ile çalışıp, iç ortama temiz hava vermesi hem konfor hem de sistemin uygunluğu açısından fevkalade önemlidir. Dolayısıyla çift buharlaştırmalı soğutma sisteminin Güneydoğu Anadolu Bölgesi için uygunluğu ve uygulanabilirliği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Buharlaştırmalı soğutma, Konfor şartları, soğutma

GİRİŞ

Bir binanın temel amaçlarından biri içinde oturanlara rahat bir ortam sağlamasıdır. İklimsel etkilerden ve binanın yapısından dolayı bu her zaman sağlanamamaktadır. Isıl konfor genellikle iklimlendirme ve soğutma sistemleri yardımıyla sağlanır. Fakat çevresel etki , enerji tüketimi ve ekonomik sebepler gibi meseleler yüzünden bu sistemlerin kullanımı sınırlıdır.

İklimlendirme sanayisi, dünyayı güneşin zararlı ışınlarından koruyan ve bir tür filtre görevi yapan ozon tabakasının incelmesine neden olan kloroflorokarbon (CFC) üretiminin yaklaşık %25'ini kullanmaktadır. Ozon tabakasındaki hasarı önleme çabalarından biri olarak uluslararası topluluklar bu asrın sonuna kadar CFC'lerin kullanım ve üretimini yasaklayan Montreal protokolunu imzalamışlardır. Araştırmacılar konvansiyonel soğutma sistemleri için alternatif soğutucu akışkanlar bulmaya çalışmaktadırlar. Bu çalışmaların sonucu olarak bazı alternatif soğutucu akışkanlar önerilmiştir; fakat bu soğutucu akışkanların ileride ne gibi çevresel etkilere neden olacakları kesin olarak bilinmemektedir. Ayrıca iklimlendirme ve soğutma sistemleri, büyük miktarda enerji tüketmektedirler. Eğer varolan soğutucu akışkanların yerine çevre ile dost olan fakat ısıl olarak verimli olmayan soğutucu akışkanlar konulursa toplam enerji tüketimi artabilir. Ayrıca bu sistemlerin ilk yatırım ve bakım masrafları da yüksektir. Enerji kaynakları da sınırlı olduğuna göre ve yukarıda anlatılan konvansiyonel soğutma sistemlerinin dezavantajlarından dolayı tasarımcılar yeni alternatif soğutma sistemleri düşünmek zorunda kalmışlardır. Buharlaştırmalı soğutma da dünyanın bir çok yerinde kullanılan alternatif bir soğutma sistemidir [2].

Buharlaştırmalı soğutma, insanların sıcak ortamlarda kendi rahatını sağlamak amacıyla kullandığı en eski metodlardan biridir. Eski Mısırlılar ve Hintliler bunu kullanmışlardır. Buharlaştırmalı soğutma bilhassa sıcak ve kurak bölgelerde başarılı bir şekilde kullanılmakta olup, yüksek kuru termometre sıcaklığı ve düşük yağ termometre sıcaklığına sahip iklimler için uygundur [3]. Bundan dolayı yazları sıcak ve kurak olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi için çift buharlaştırmalı soğutma sistemi önerilerek, gerekli incelemeler yapılmıştır.

BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA

Buharlaştırmalı soğutma basit bir prensibe dayanır. Havanın içine püskürtülen suyun buharlaştırılması için gerekli olan buharlaştırma gizli ısı havanın duyulur ısısından alınır. Sonuçta havanın kuru termometre sıcaklığı düşürülerek soğutma elde edilir. Bu işlemde havanın yağ

termometre sıcaklığı sabit kalmaktadır. Bu işlem adyabatik bir işlemdir. Çünkü sisteme ne dışarıdan ısı verilmekte ne de sistem dışarıya ısı vermektedir. Bu işlem yaklaşık olarak sabit entalpide bir işlem olarak kabul edilebilir. Sistem içinde işlem boyunca sadece bir ısı alışverişi vardır. Aynı oranlarda duyulur ısı azalmakta, gizli ısı artmaktadır. Bu soğutma tekniği yıllarca kullanılmıştır. Sıcak ve kuru bir günde avluda yer sulandığında havayı daha soğuk ve kısmi bir serinlik hissetmemiz buharlaştırmalı soğutmanın etkisindendir. Buharlaştırmalı soğutmaya olan ilginin artmasıyla bu sistemlerde bir çok yeni tasarımlar ortaya çıkmıştır. Bu çeşitliliğe rağmen buharlaştırmalı soğutma sistemleri üç ayrı sınıfa ayrılabilir [2].

- 1- Doğrudan buharlaştırmalı soğutma
- 2- Dolaylı buharlaştırmalı soğutma
- 3- Birleşik buharlaştırmalı soğutma

Doğrudan Buharlaştırmalı Soğutma

Doğrudan buharlaştırmalı soğutmanın temeli şekil.1’ de şematik olarak verilmiştir. Burada su bir pompa yardımıyla fiskiyelere verilerek küçük zerrecikler halinde hava akımına tabi tutulmaktadır. Su zerreciklerinin buharlaşmasıyla hava akımı soğumaktadır. Su buharının eklenmesiyle nemli havanın gizli ısı artmaktadır. Şekil 1’ deki psikrometrik diyagramda görüldüğü gibi bu izentalp işlem sabit yaş termometre sıcaklığı çizgisi boyunca olmaktadır.

Şekil 1’ den görüleceği gibi doğrudan buharlaştırmalı soğutmada çıkış havasının en düşük kuru termometre sıcaklığı ancak giriş havasının yaş termometre sıcaklığına eşit olabilir. Giriş ve çıkış sıcaklıkları kullanılarak buharlaştırmalı soğutucuların yani nemlendirici verimi tarif edilebilir. Bu nemlendirici verimi doyma verimi olarak da bilinir. Pratikte kullanılan nemlendiricilerin verimleri % 70-90 arasında değişmektedir. Şekil.1-b esas alınarak nemlendirici verimi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\epsilon_N = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_{1s}} \quad (1)$$

Burada T_1 giriş havası kurutermometre sıcaklığını, T_2 çıkışhavası kuru termometre sıcaklığını, T_{1s} giriş havası yaş termometre sıcaklığıdır.

Dolaylı Buharlaştırmalı Soğutma Sistemi

Dolaylı buharlaştırmalı soğutma sisteminin en belirgin özelliği soğutma işlemi boyunca hava neminin artmamasıdır. Böyle sistemlerde iki hava akımı vardır. Birinci hava akımı soğutulacak

mahale verilir. İkinci hava akımı ise birinci hava akımını soğutur. Birinci hava akımı ısı eşanjörünün bir tarafından geçerken soğur, doğrudan buharlaştırmayla soğutulan ikinci hava akımı ise eşanjörün diğer tarafından geçer. Şekil 2' de dolaylı soğutma sistemi şematik olarak ve psikrometrik diyagram üzerinde gösterilmiştir. Dolaylı soğutmada ulaşılabilecek en düşük sıcaklık ikinci hava akımı yaş termometre sıcaklığına eşit olabilir. Bu ancak nemlendirici ve eşanjör verimlerinin % 100 olması durumunda mümkündür.

Birleşik Buharlaştırmalı Soğutma Sistemleri

Bu sistemler, hem doğrudan hem de dolaylı buharlaştırmalı soğutmadan değişik kademelerden yararlanılarak meydana gelmişlerdir. Bu tip sistemlere konvansiyonel soğutma sistemleri de eklenerek değişik kombinezasyonlar yapmak mümkündür.

ÇİFT BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMİ

Doğrudan buharlaştırmalı soğutma sistemi kuru ve sıcak iklimlerde kısmi bir ferahlık getirmesine rağmen iç ortamdaki yüksek nem ve soğutma yükünü tam karşılayamamasından dolayı ısı konfor şartlarını sağlayamamaktadır [4]. Bundan dolayı Güneydoğu Anadolu Bölgesi için iki adet nemlendirici ve bir adet döner tip rejeneratörden meydana gelmiş çift buharlaştırmalı soğutma sistemi önerilmiştir. Şekil 3' de çift buharlaştırmalı soğutma sistemi şematik olarak , şekil 4' te de psikrometrik diyagram üzerinde gösterilmiştir.

Sistemin çalışma prensibi şöyledir: Dış hava bir fan yardımıyla rejeneratörden geçirilerek soğutulmaktadır (Durum 1-2). Rejeneratör verimine göre belli bir değere kadar soğutulan hava 1. nemlendiriciden geçirilmektedir (Durum 2-3). Nemli ve soğuk hava, mahal duyulur ısı oranı gözönüne alınarak soğutulacak mahale verilir (Durum 3-4). Mahal havası dış havayı soğutması için 2.nemlendiriciden geçirilerek nemli ve daha soğuk hava elde edilir (Durum 4-5). Nemli ve daha soğuk hava rejeneratörden geçirilerek dış havayı soğutur ve atık hava olarak dış ortama verilir (Durum 5-6). Sistemdeki 1. ve 2. nemlendiricilerin verimleri % 90 , eşanjörün verimi ise % 70 kabul edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Soğutma sisteminin seçilmesinde ve incelemesinde kapsamlı bir enerji analizinin yapılması gerekir. Bundan dolayı Güneydoğu Anadolu Bölgesinin GAP' la birlikte önemli bir kilit şehri olan Şanlıurfa ilinin 14 yıllık iklim değerleri gözönüne alınarak meteorolojik veriler bilgisayar simülasyonunda

kullanılmak üzere fonksiyonlarla ifade edilmiştir[1]. Şekil 5’ te görülen örnek mahalin soğutma yükü saatlık olarak soğutma sezonu 1 Mayıs-30 Eylül (121. gün- 273.gün) boyunca hesaplanarak sistemin ısıl konforu sağlayıp sağlamadığı bilgisayar simulasyonu yardımıyla psikrometrik diyagram üzerinde incelenmiştir[5]. Mahal ısı kazancı, iç ısı kazançlarının yüksek ve düşük değerlerde olması durumu için ayrı ayrı hesaplanarak önerilen sistem incelenmiştir. Dış sıcaklık 26 °C’den küçük olduğunda soğutma ihtiyacının olmadığı kabul edilmiştir.

I. Durum: Bina iç ısı kazançlarının yüksek olması durumunda; toplantı salonunda 350 kişi olduğu farzedilmiştir. Aydınlatma gücü beher m² taban alanı için 20 Watt ve ses tertibatının toplam gücü 1500 Watt alınmıştır. Aydınlatmanın gece saat 18 ve sabah 6 arası yapıldığı varsayılmıştır.

II. Durum: Bina iç ısı kazançlarının düşük olması durumunda; toplantı salonunu içinde 40 kişi olduğu farzedilmiştir. Aydınlatma gücü beher m² taban alanı için 10 Watt ve ses tertibatının toplam gücü 1000 Watt alınmıştır. Aydınlatmanın gece saat 18 ve sabah 6 arası yapıldığı varsayılmıştır.

Bina İç Isı Kazançlarının Yüksek Değerlerde Olması Durumu

Şekil 6’da iç ısı kazancının yüksek olması durumunda binanın toplam ısı kazancının gün boyunca değişimi bazı günler için gösterilmiştir. Şekil 7’ de bağıl nemin gün boyunca değişimi gösterilmiştir. Bağıl nemin belli bir bant aralığında olduğu ve gün boyunca fazla değişmediği görülmektedir. Bağıl nem %50-%70 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu durum bağıl nem açısından konfor şartlarının sağlandığını göstermektedir. Şekil 8’de belirli günler için dış ve iç ortam sıcaklıkları gösterilmiştir. İç ortam sıcaklığının dış ortam sıcaklığına göre konfor şartlarındaki değerlerde olduğu görülmektedir.

Bina İç Isı Kazançlarının Düşük Değerlerde Olması Durumu

İç ısı kazancının yüksek olması durumunda örnek mahalin toplam ısı kazancı şekil 9’ de gösterilmiştir. Şekil 10’da bağıl nemin gün boyunca değişimi gösterilmiştir. İç bağıl nemin yüksek değerlere ulaşmadığı görülmüştür. Bağıl nemin %45-%60 arasında kaldığı, belli bir bant aralığında olduğu ve gün boyunca fazla değişmediği görülmektedir. Sonuç olarak çift buharlaştırmalı soğutma sistemi bina iç ısı kazancının yüksek ve düşük değerlerde olması durumlarında bile konfor şartı olarak iç ortam sıcaklığını, iç ortam bağıl nemini sağladığı tespit edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

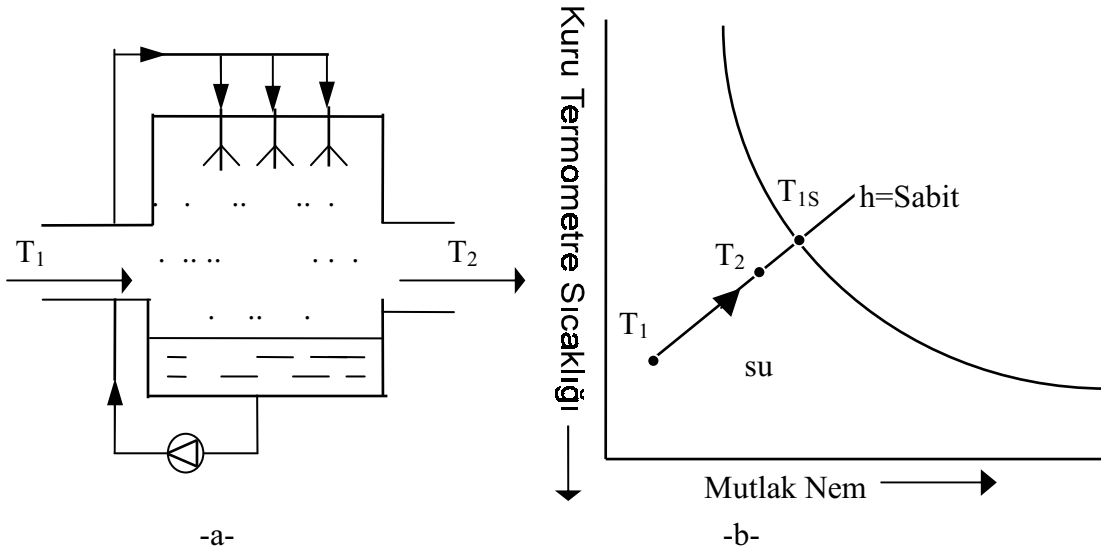
İklimlendirmenin temel amacı insanlara rahat bir ortam sağlamasıdır. Konfor şartları olarak iç ortam sıcaklığının, neminin, hava hareketinin ve temizlik yönünden hava kalitesinin belli değerlerde olması gerekir. Bu konfor şartlarını sağlamak için bir çok soğutma sistemi mevcuttur. Ancak çevreyle olan etkileşim ve ekonomik sebepler sistem seçiminde önemli rol oynamaktadır. Çevre sorunlarının ve enerji darboğazının gündemde olduğu günümüzde konvansiyonel soğutma sistemlerinin dışında çevreyle uyumlu ekonomik alternatif sistemlerin araştırılması gerekir. Bu çerçevede önerilen çift buharlaştırmalı soğutma sisteminin yurdumuzun Güneydoğu Anadolu Bölgesi için uygunluğu ve uygulanabilirliği yapılan araştırmayla tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada önerilen sistemin iç ortam sıcaklığını konfor şartlarındaki değerlerde tuttuğu , iç bağıl nemin %45-% 70 arasında değiştiği bunun da konfor şartları açısından tatminkar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sistemin sadece dış hava ile çalışması ve iç ortama taze ve temiz hava vermesi sistemin en önemli özelliklerinden birisidir.

Sonuç olarak çift buharlaştırmalı soğutma sisteminin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde tüm konfor şartlarını sağlayacağı görülmüştür. Bundan sonra sistemin pilot yerlerde devreye sokulmasıyla Güneydoğu Anadolu Bölgesi ucuz, konforlu ve çevreyle uyumlu bir soğutma sistemine kavuşabilecektir. Ayrıca öneri olarak, diğer bölgeler için buharlaştırmalı soğutma sistemleri araştırılabilir.

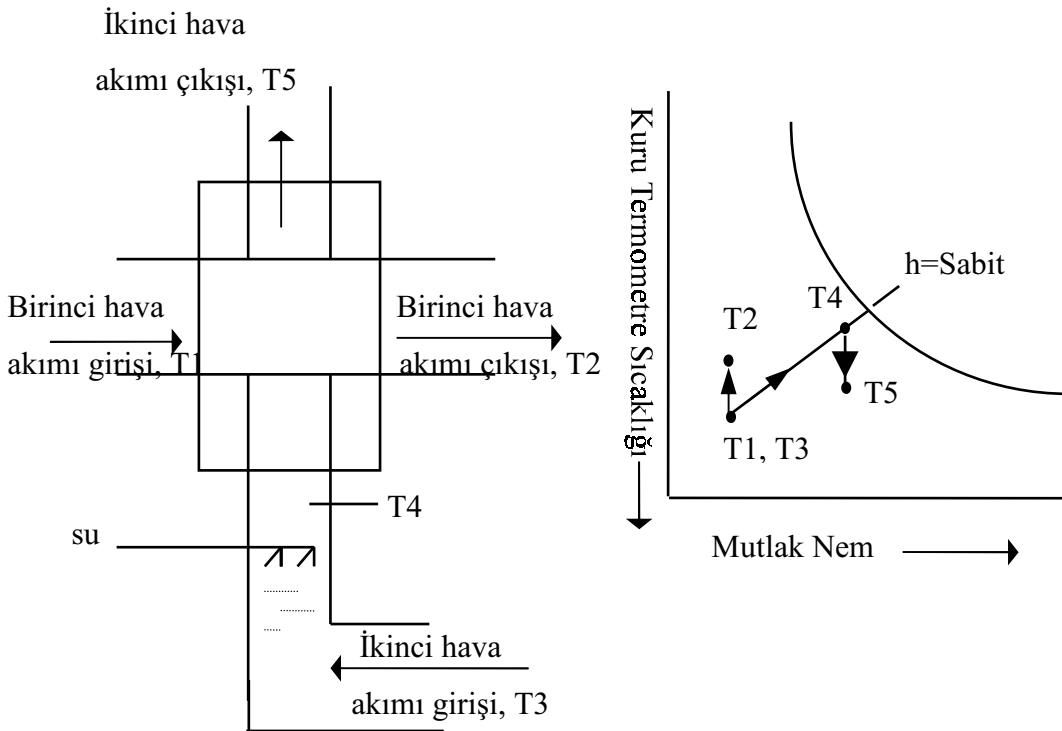
KAYNAKLAR

- [1] YILMAZ, T., BULUT, H., (1996). Şanlıurfa İli İçin Meteorolojik Değerlerin Günlük, Yıllık Değişiminin Sürekli Fonksiyonlarla İfadesi, 4. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, s.188-198, Adana.
- [2] MATHEWS, E.H., KLEINGELD, M., GROBLER, L.J., (1994). Integrated Simulation of Buildings and Evaporative Cooling Systems, Building and Environment, Vol.29, No.2, pp.197-206.
- [3] SUPPLE, R.G., (1982). Evaporative Cooling For Comfort, ASHRAE- J., August, pp.49-54.
- [4] HARRIS, C.N., (1983). Modern Air Conditioning Practice, McGraw Hill, Int. Student Edition.
- [5] YILMAZ, T., ÜNAL, Ş., CİHAN, E., (1994). Nemli Havanın Durum Değişimlerinin Bilgisayar Yardımı İle Hesaplanması, 3. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, s.325-332, Adana.

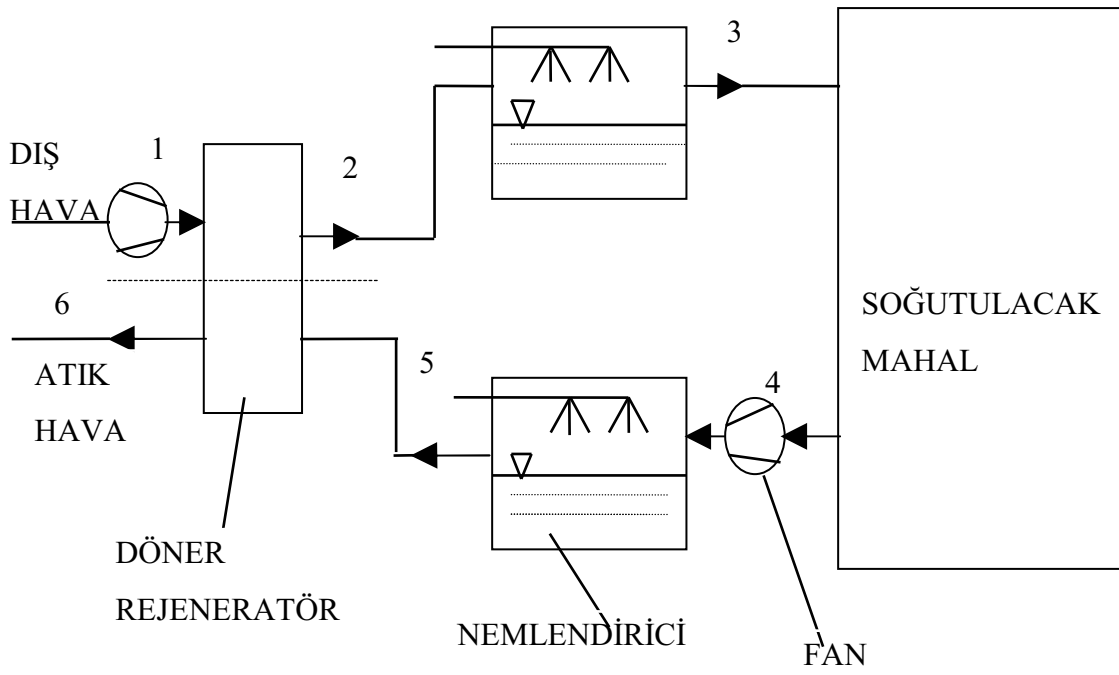
ŞEKİLLER



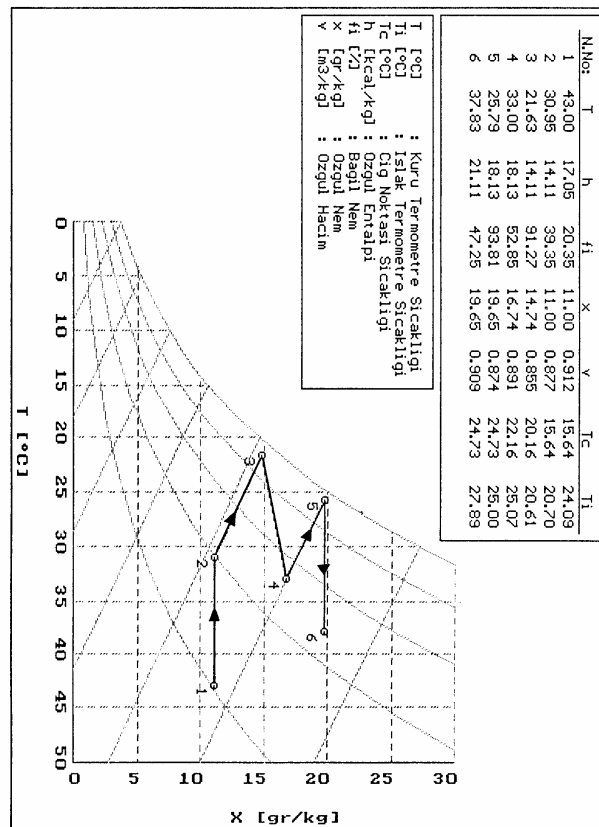
Şekil. 1. Doğrudan Buharlaştırmalı Soğutma Sistemi



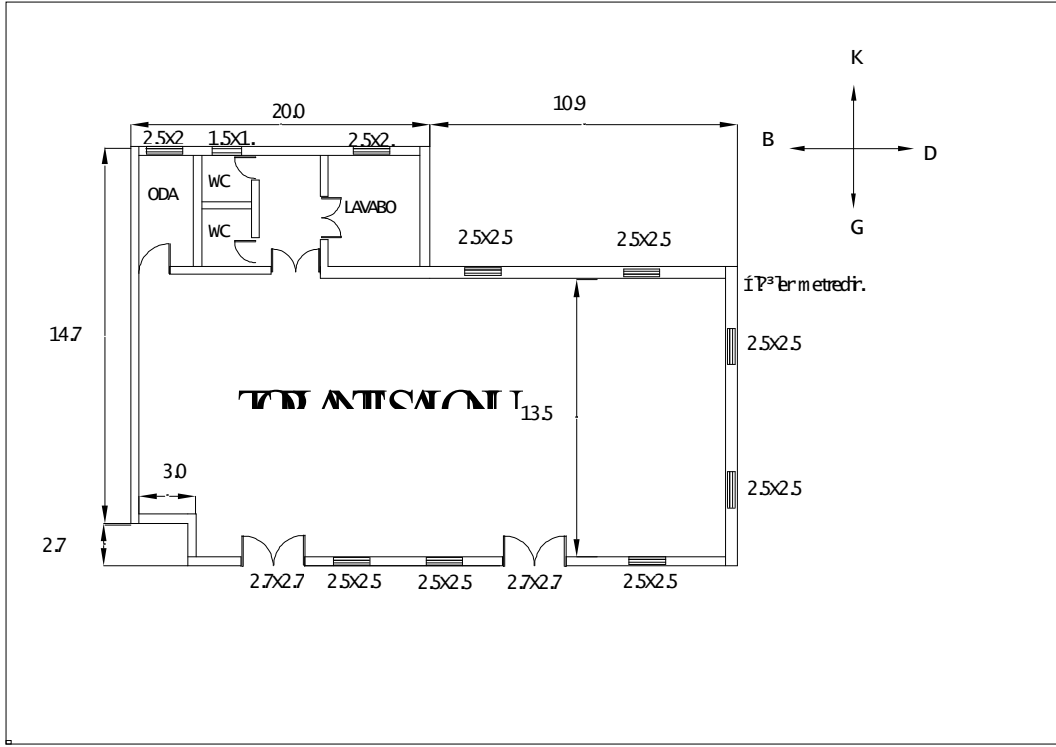
Şekil.2. Dolaylı buharlaştırmalı soğutma sistemi



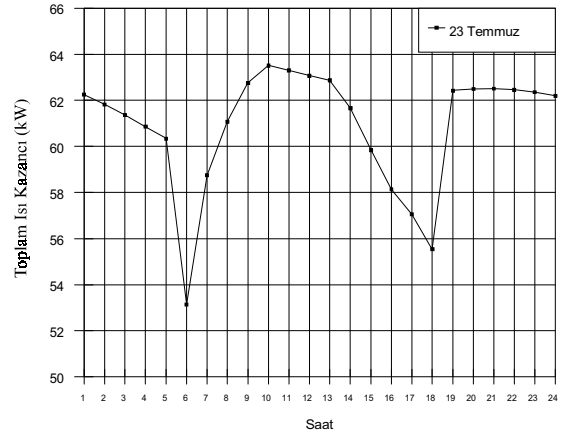
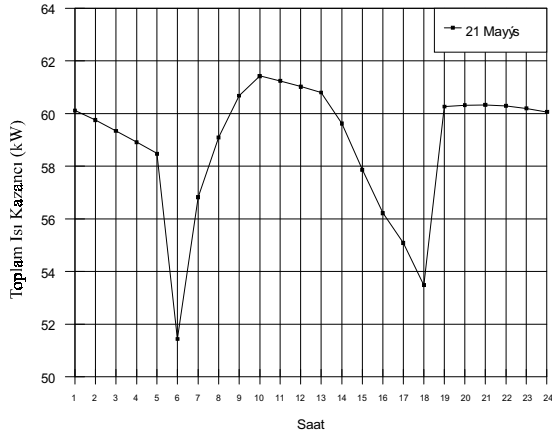
Şekil 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi için çift buharlaştırmalı soğutma sistemi



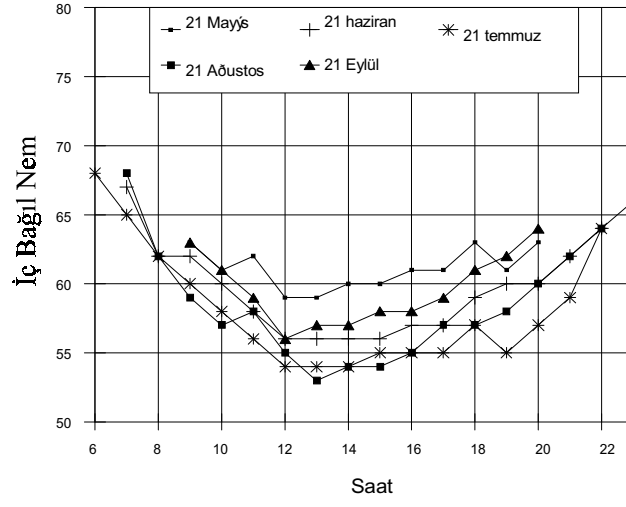
Şekil 4. Sistemin psikrometrik diyagram üzerinde gösterilişi



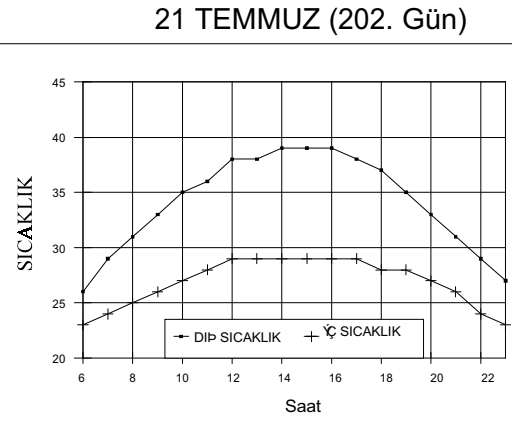
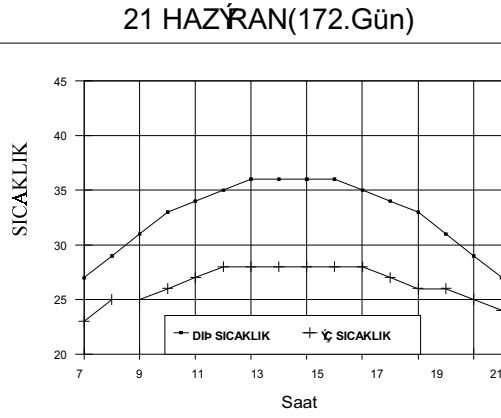
Şekil 5. Isı kazancı hesaplanan örnek mahal



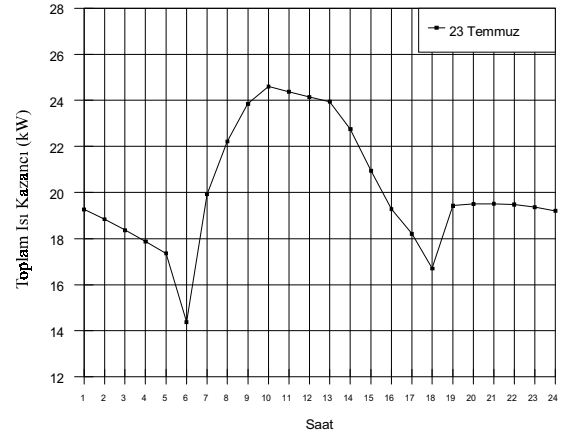
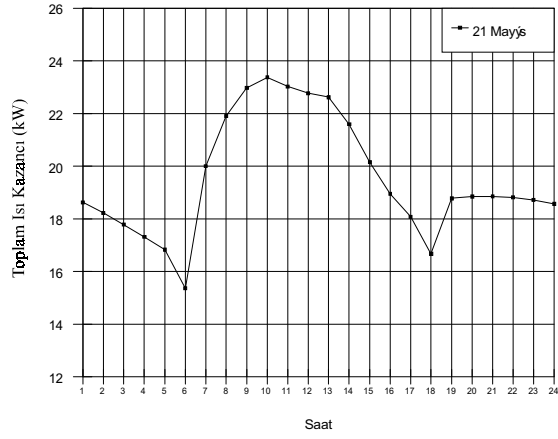
Şekil 6. Binanın toplam ısı kazancı(21 mayıs ve 23 temmuz için)



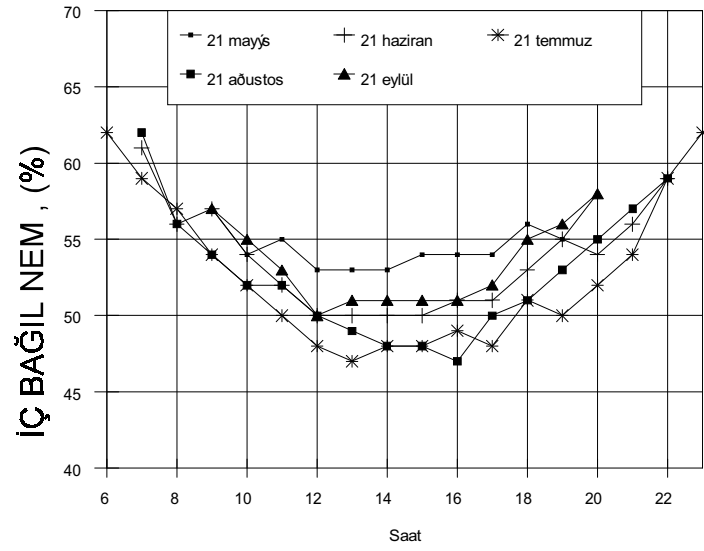
Şekil 7. İç bağıl nemin gün boyunca değişimi



Şekil 8. Dış ve iç sıcaklığın gün boyunca değişimi



Şekil 9. Bina Toplam Isı Kazancı (21 Mayıs ve 23 Temmuz)



Şekil 10. Bağıl Nemin Gün Boyunca Değişimi