

ÇİFT BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMİNDE KONFOR ŞARTLARININ İNCELENMESİ

Prof. Dr.-Ing.Tuncay YILMAZ
Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Makina Müh. Bölümü ,Adana
Arş. Gör. Hüsamettin BULUT
HR. Ü. Müh. Fak. Makina Müh. Bölümü ,Şanlıurfa

ÖZET

Bu çalışmada, çift buharlaştırmalı soğutma sisteminin konfor şartlarını sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir. Çift buharlaştırmalı soğutma sistemi ana elemanlar olarak bir döner tip ısı değiştirgeci ve iki adet nemlendiriciden meydana gelmiştir. Çift buharlaştırmalı sistemde dış hava ısı değiştirgecinde soğutulduktan sonra nemlendirilerek soğutulacak mahale verilmektedir. Egzoz havası da mahalden alındıktan sonra tekrar nemlendirilmekte ve bu soğuk hava ile dış havanın sıcaklığı düşürülmektedir. Buharlaştırmalı soğutma sistemleri genelde sıcak ve kurak iklimlere sahip bölgeler için sağlık, ekonomiklik ve çevre açısından uygun olduğundan çift buharlaştırmalı soğutma sisteminin Güneydoğu Anadolu Bölgesi için uygun olduğu düşünülerek sistemin analizi konfor şartları açısından yapılmıştır.

Önerilen sistemin uygunluğunu tespit etmek için Güneydoğu Anadolu bölgesinin ve GAP' ın önemli bir kenti olan Şanlıurfa ilinde örnek bir mahal için anlık ısı kazancı saat-saat soğutma sezonu (1 Mayıs - 30 Eylül) boyunca iki ayrı durum için hesaplanmıştır. Birinci durumda iç ısı kazaçları yüksek değerlerde, ikinci durumda ise iç ısı kazançları düşük değerlerde hesaba katılmıştır. Anlık ısı kazancı hesaplanırken dış iklim koşulları dikkate alınmıştır. Çünkü dış iklim koşulları mahalin enerji alışverişinde önemli rol oynamaktadır. Bunun için Şanlıurfa ilinin dış iklim koşullarını ifade eden fonksiyonlar ısı kazancının hesaplanmasında kullanılmıştır. Binanın anlık ısı kazancının karşılanması durumu ve dış iklim koşulları göz önüne alınarak önerilen sistemin psikrometrik diyagram yardımıyla bilgisayar simülasyonu yapılmıştır. Soğutma ihtiyacının olduğu saatler göz önüne alınarak iç bağıl nemin ve hava değişim katsayısının hangi değerler arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan incelemede önerilen sistemin iç ortam sıcaklığını konfor şartlarındaki değerlerde tuttuğu, iç bağıl nemin %45-%70 arasında değiştiği ve bunun konfor açısından tatminkar olduğu görülmüştür. İç ortamdaki hava hareketi incelendiğinde hava değişim katsayısının normal değerler arasında olduğu belirlenmiştir. Hava değişim katsayısı duruma göre 3-15 arasında değişmektedir. Böyle sıcak bir bölgede hava değişim katsayısının bu değerlerde olması sistemin uygunluğu açısından fevkalade önemlidir. Ayrıca sistemin en önemli bir özelliği sadece dış hava ile çalışıp, iç ortama sürekli olarak temiz hava vermesidir. Bu da sistemin hava kalitesi açısından konfor şartını sağladığını göstermektedir. Sonuç olarak çift buharlaştırmalı soğutma sisteminin Güneydoğu Anadolu Bölgesi için konfor şartları olarak iç ortam sıcaklığını, bağıl nemini , hava temizliğini ve hava hareketinin istenen değerlerde tuttuğu tespit edilmiştir.

1. Giriş

Bir binanın temel amaçlarından biri içerisinde oturanlara rahat bir ortam sağlamasıdır. İklimsel etkilerden ve binanın yapısından dolayı bu her zaman sağlanamamaktadır. İstenen iç ortam şartlarını sağlamak amacıyla iklimlendirme sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. İklimlendirme sistemlerinin kullanımında çevresel etki, enerji tüketimi, konfor şartları ve ekonomiklik gibi faktörler göz önüne alınır. Fakat bu sistemlerin seçiminde en önemli kriterlerin başında konfor şartları gelmektedir. Konfor şartları olarak iç ortam bağıl neminin,

sıcaklığının, kalitesinin ve hava hareketinin istenen değerlerde olması gerekir. İç ortam sıcaklığının dış ortam sıcaklığına göre belirlenmesi daha uygundur. İç ortam ve dış ortam sıcaklıkları arasındaki fark fazla olmaması gerekir. Çünkü sıcaklık farkı yüksek olduğunda insanlarda şok etkisi yapabilir. İç bağıl nemin normal olarak %50 olması istenir. Fakat iç sıcaklığa göre %40-60 arasında olabilir. İç ortama verilecek havanın temiz olması gerekir. İç hava hareketinin insanları rahatsız etmemesi sağlanmalıdır. Bunun yanında iç hava değişim katsayısının içerdeki insanlara göre belirli değerlerde olması lazımdır. Çünkü iç ortam havası gerek insanlardan gerekse diğer kaynaklardan yayılan atıklardan dolayı kirlenmektedir. Bundan dolayı iklimlendirme sistemlerinde kişi başına gerekli temiz hava miktarları tavsiye edilir [1].

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 protokolünü 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. Buharlaştırmalı soğutma bilhassa sıcak ve kurak bölgelerde başarılı bir şekilde kullanılmakta olup, yüksek kuru termometre sıcaklığı ve düşük yaş termometre sıcaklığına sahip iklimler için uygundur[2,3,4,5,6]. Bundan dolayı yazları sıcak ve kurak olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi için çift buharlaştırmalı soğutma sistemi önerilerek, konfor şartlarının hangi değerler arasında değiştiği incelenmiştir.

2. Buharlaştırmalı 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 yaş termometre sıcaklığı sabit kalmaktadır. Bu işlem adyabatik bir işlemidir. Çünkü sisteme ne dışarıdan ısı verilmekte ne de sistem dışarıya ısı vermektedir. İşlem 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 doğrudan buharlaştırmalı soğutma, dolaylı buharlaştırmalı soğutma ve birleşik buharlaştırmalı soğutma olarak üç ayrı sınıfa ayrılabilir [2].

2.1. 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

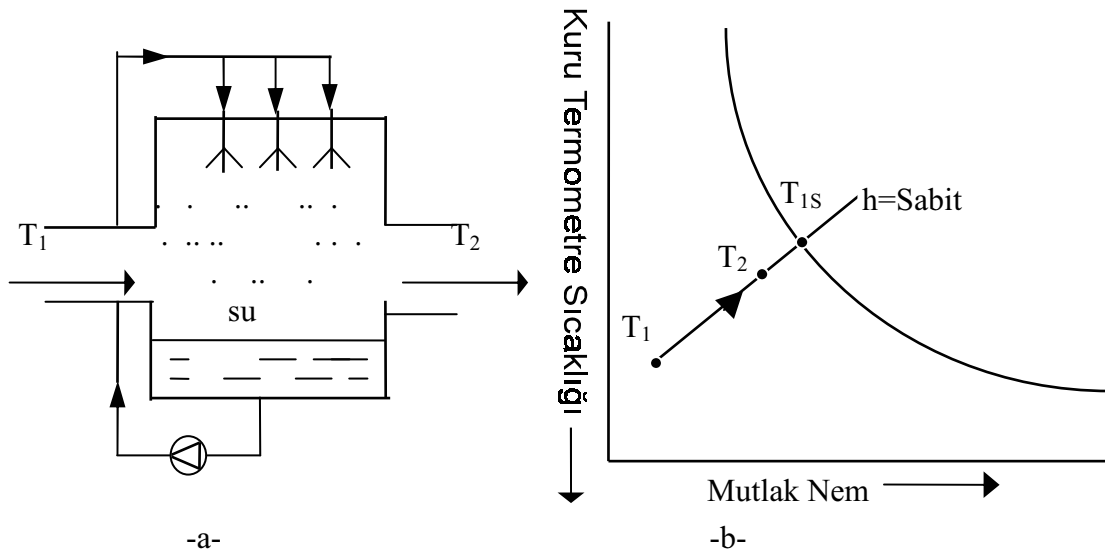
tabi tutulmaktadır. Su zerreciklerinin buharlaşmasıyla hava soğumaktadır. Su buharının eklenmesiyle nemli havanın gizli ısı artmaktadır. Şekil.1’ deki psikrometrik diyagramda görüldüğü gibi bu izentalp işlem sabit yaş termometre sıcaklığı çizgisi boyunca olmaktadır.

Şekil.1-b’ 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 % 70-95 arasında değişmektedir.

Şekil.1-b esas alınarak nemlendirici verimi aşağıdaki gibi yazılabilir.

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

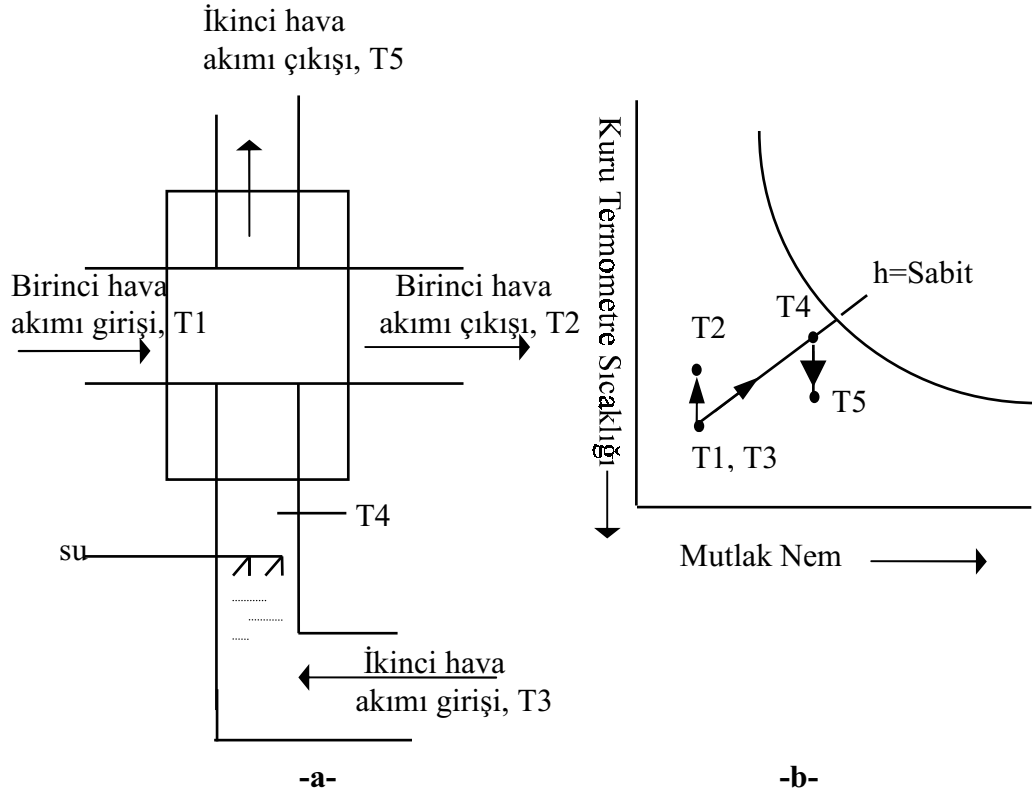
Burada T_1 giriş havası kurutermometre sıcaklığını, T_2 çıkış havası kuru termometre sıcaklığını, T_{1s} giriş havası yaş termometre sıcaklığıdır.



Şekil. 1. a) Doğrudan Buharlaştırmalı Soğutma Sistemi
b) Psikrometrik diyagramda işlemin gösterilişi

2. 2. 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 değiştirgecinin bir tarafından geçerken soğur, doğrudan buharlaştırmayla soğutulan ikinci hava akımı ise ısı değiştirgecinin 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 ısı değiştirgeci ve nemlendirici verimlerinin % 100 olması durumunda mümkündür.



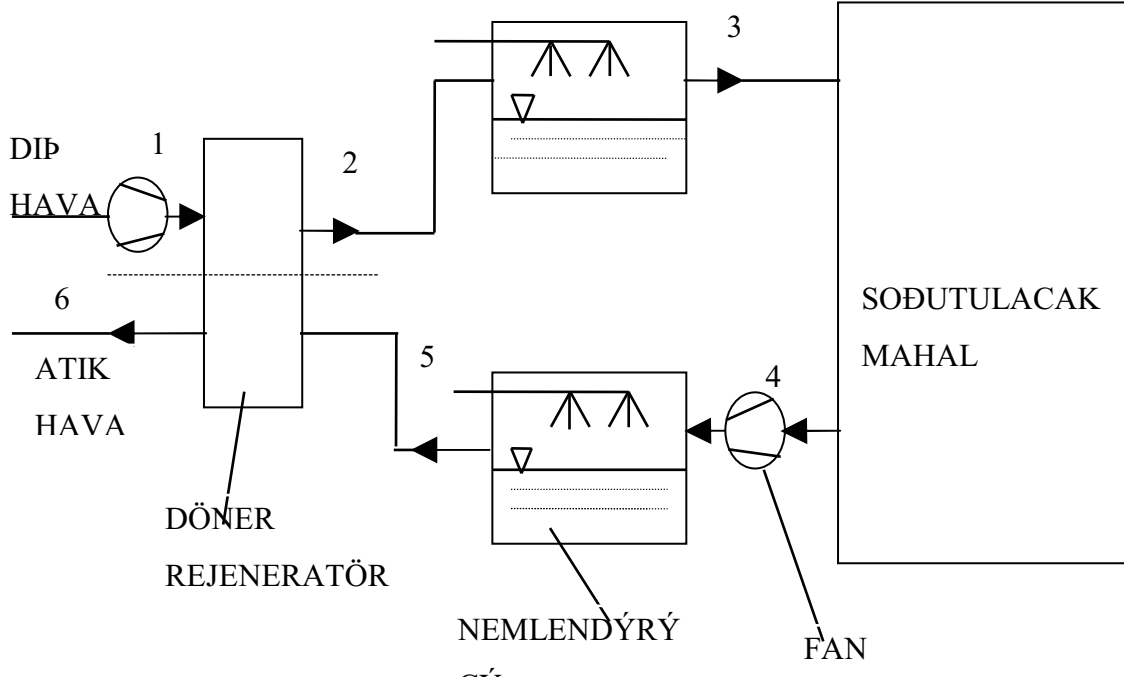
Şekil.2. a) Dolaylı buharlaştırmalı soğutma sistemi
b) Sistemdeki işlemlerin psikrometrik diyagramda gösterilişi

2.3. Birleşik Buharlaştırmalı Soğutma Sistemleri

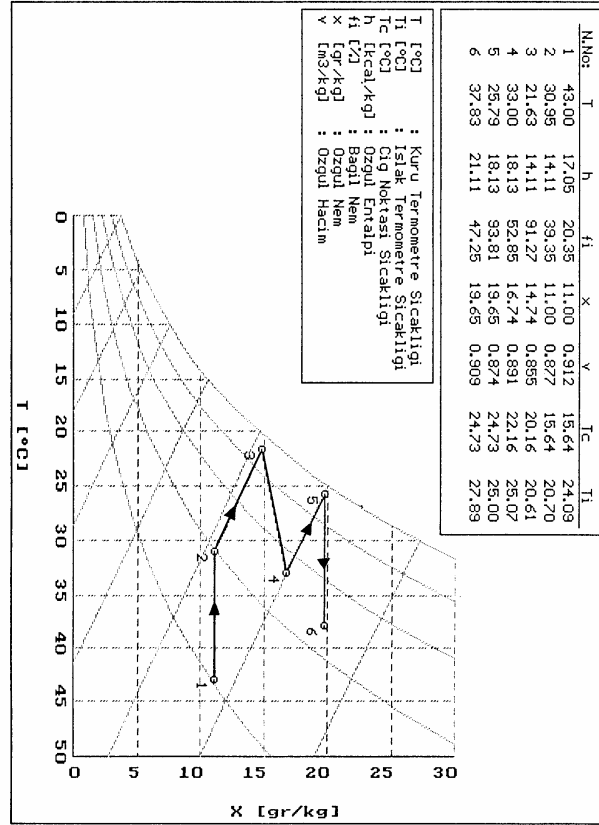
Bu sistemler, hem doğrudan hem de dolaylı buharlaştırmalı soğutmadan değişik kademelerden yararlanılarak meydana gelmişlerdir. Bu tip sistemlere konvansiyonel soğutma sistemleri de eklenerek değişik kombinezasyonlar yapmak mümkündür.

3. Çift Buharlaştırmalı Soğutma Sistemi

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 [1]. Bundan dolayı Güneydoğu Anadolu Bölgesi için iki adet nemlendirici ve bir adet döner tip rejeneratörden meydana gelmiş çift buharlaştırmalı soğutma sistemi önerilmiştir. Şekil.3' te çift buharlaştırmalı soğutma sistemi şematik olarak , şekil. 4' de psikrometrik diyagram üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3. Güneydođu Anadolu Bölgesi için çift buharlařtırılmalý sođutma sistemi



Şekil 4. Sistemin psikrometrik diyagram üzerinde gösterilişi

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 , ısı değiştirgecinin verimi ise % 70 kabul edilmiştir.

4. 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 [7]. 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 simülasyonu yardımıyla psikrometrik diyagram üzerinde incelenmiştir [8].

Burada Q binanın toplam soğutma yükü (kJ/h), $\dot{M}$ üfleme havasının kütle debisini (kg/h), $\Delta h = h_4 - h_3$ üfleme havası ve iç ortam havası entalpi farkı (kJ/kg), $\dot{V}$ üfleme havasının hacimsel debisi (m^3 / h), v_3 üfleme havasının özgül hacmini (m^3 / kg), V mahal hacmini (m^3), n ise hava değişim katsayısını (defa/h) göstermektedir.

Mahal ısı kazancı, iç ısı kazançlarının yüksek ve düşük değerlerde olması durumu için ayrı ayrı hesaplanarak önerilen sistem incelenmiştir.

I. Durum: Bina iç ısı kazançlarının yüksek olması durumunda ; toplantı salonunda 350 kişi , aydınlatma gücü beher m^2 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 m^2 taban alanı için 10 Watt ve ses tertibatının toplam gücü 1000 Watt alınmıştır. Aydınlatmanın gece saat 18 ve sabah 6 arası yapıldığı varsayılmıştır.

Çizelge 3'te soğutma sisteminin bina için ısıl konfor analizi olarak soğutma ihtiyacının olduğu toplam saat gözönüne alınarak bağıl nem ve hava değişim katsayısı durumları gösterilmiştir. Dış ortam sıcaklığı $26^\circ C$ 'den küçük olduğunda soğutma ihtiyacının olmadığı kabul edilmiştir.

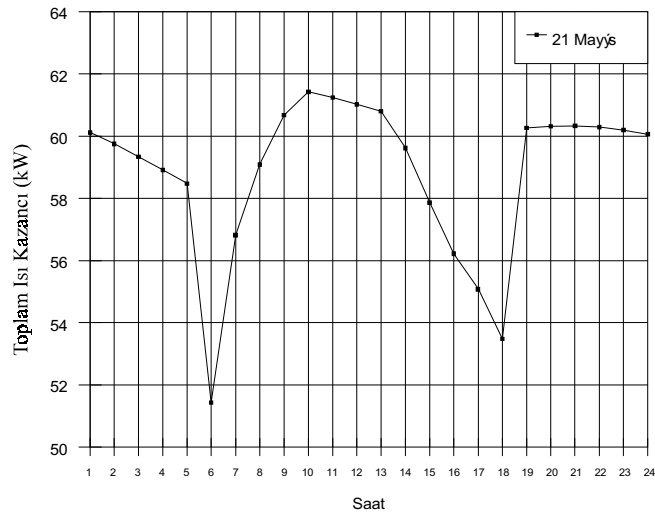
Çizelge 3. Soğutma sezonu boyunca bağıl nem ve hava değişim katsayısı durumları

Ay	Gün sayısı	Toplam saat	Soğutma ihtiyacının olmadığı toplam saat $T_{dış} < 26^\circ C$	Soğutmanın yapıldığı toplam saat $T_{dış} \geq 26^\circ C$	Durum	Bağıl Nem		Hava Değişim Katsayısı	
						I	II	I	II
Mayıs	31	744	446	298	1	0	0	0	298
					2	114	298	223	0
					3	184	0	75	0
					4	0	0	0	0
					1	0	29	0	458

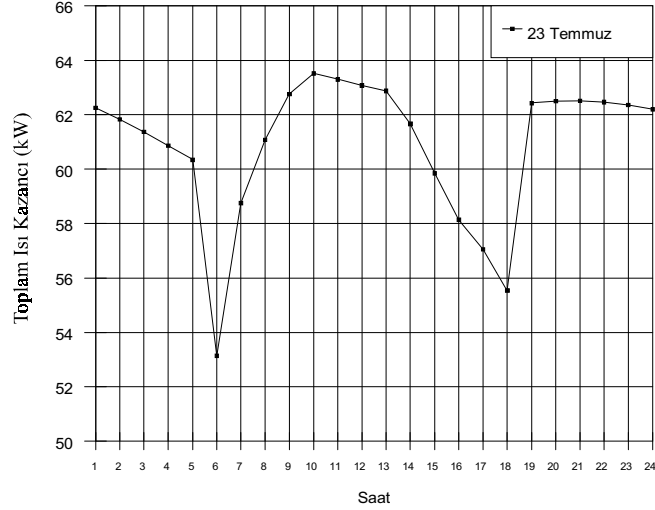
Haziran	30	720	256	464	2	296	404	289	6
					3	168	31	175	0
					4	0	0	0	0
Temmuz	31	744	186	558	1	0	180	0	558
					2	391	316	339	0
					3	167	62	219	0
Ağustos	31	744	186	514	4	0	0	0	0
					1	0	159	0	498
					2	365	317	301	16
Eylül	30	720	334	386	3	149	38	213	0
					4	0	0	0	0
					1	0	24	0	285
					2	233	343	197	101
					3	153	19	189	0
					4	0	0	0	0

4.1. Bina İç Isı Kazançlarının Yüksek Olması Durumu

Şekil 6-a ve şekil 6-b' de iç ısı kazancının yüksek olması durumunda binanın toplam ısı kazancının gün boyunca değişimi bazı günler için gösterilmiştir.



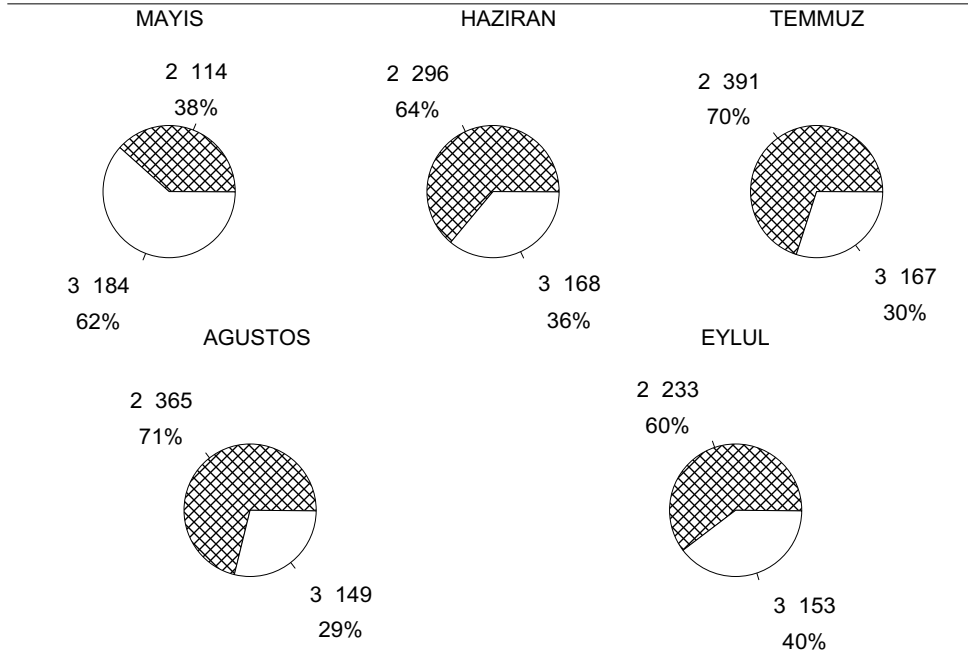
Şekil 6-a. Binanın toplam ısı kazancı (21 mayıs için)



Şekil 6-b. Binanın toplam ısı kazancı (23 temmuz için)

Çizelge 3'te görüldüğü gibi iç ısı kazançlarının yüksek değerlerde olmasında bağıl nem olarak 1. ve 4. duruma soğutma sezonu boyunca rastlanmamıştır. Soğutma sezonu boyunca soğutma ihtiyacının olduğu toplam saatin % 63' ü 2.durum ve % 37 'si 3.durumdur. Bu da konfor açısından oldukça iyidir. Bu durum çift buharlaştırmalı soğutma sisteminin ısıl konforu sağladığını göstermektedir. Şekil 7' de ise iç bağıl nemin durumu genel olarak soğutma sezonu boyunca değişimi gösterilmiştir.

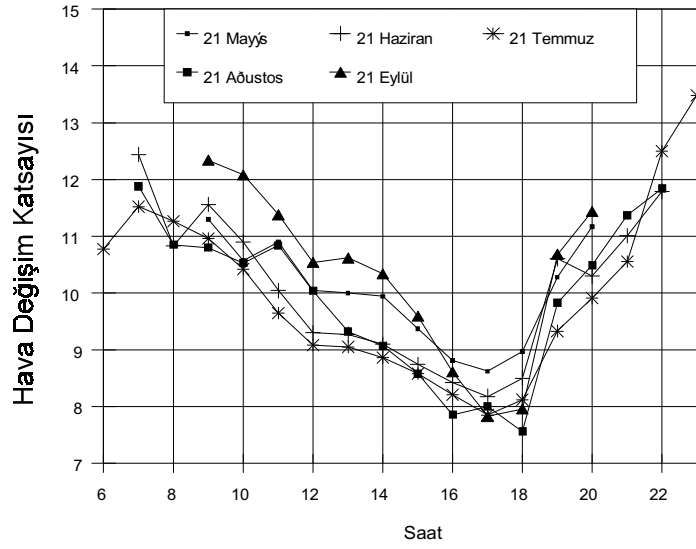
BAGIL NEM DURUMU



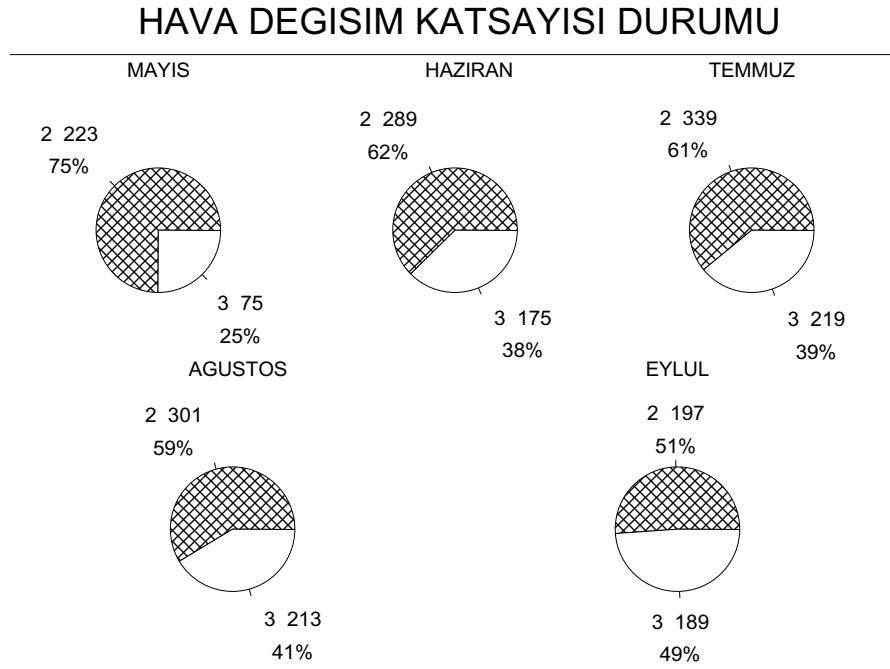
Şekil 7. İç bağıl nemin soğutma sezonu boyunca genel durumu

Hava değişim katsayısı için soğutma sezonu boyunca 1. ve 4. duruma rastlanmamıştır. Hava değişim katsayısı için toplam saatin %61' lik kısmını 2.durum, % 39 'luk kısmını 3.durum oluşturmaktadır. Bu durum konfor şartının yerine getirildiğini göstermektedir. Çünkü böyle sıcak bir iklimde bina içindeki insanlar için taze hava miktarı konfor açısından

fevkalade önemlidir. Bu da hava değişim katsayısının normal sınırlar içinde olmasından kolaylıkla sağlanmıştır. Şekil 8’ da hava değişim katsayısının gün boyunca değişimi gösterilmiştir. Şekil 9’ da ise hava değişim katsayısının genel durumu gösterilmiştir.



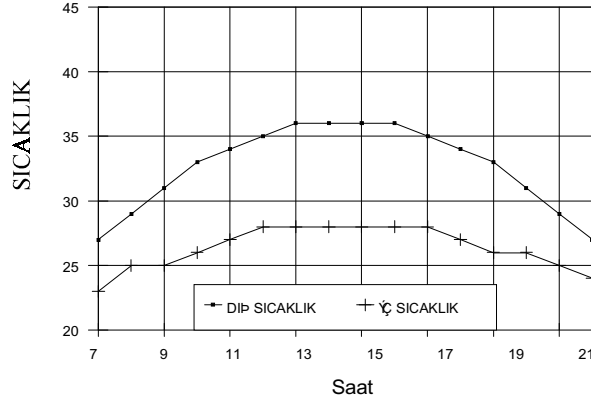
Şekil 8. Hava değişim katsayısının gün boyunca değişimi



Şekil 9. Hava değişim katsayısının soğutma sezonu boyunca genel durumu

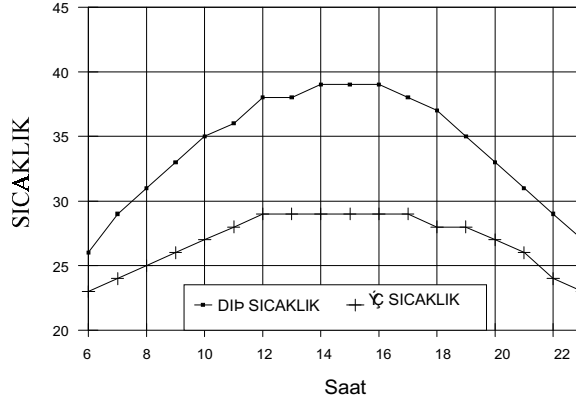
Şekil 10-a ve şekil 10-b’ de belirli günler için dış ve iç ortam sıcaklıkları gösterilmiştir. İç ortam sıcaklığının dış ortam sıcaklığına göre konfor şartlarındaki değerlerde olduğu görölmektedir.

21 HAZİRAN(172.Gün)



Şekil 10-a. Dış ve iç sıcaklığın gün boyunca değişimi

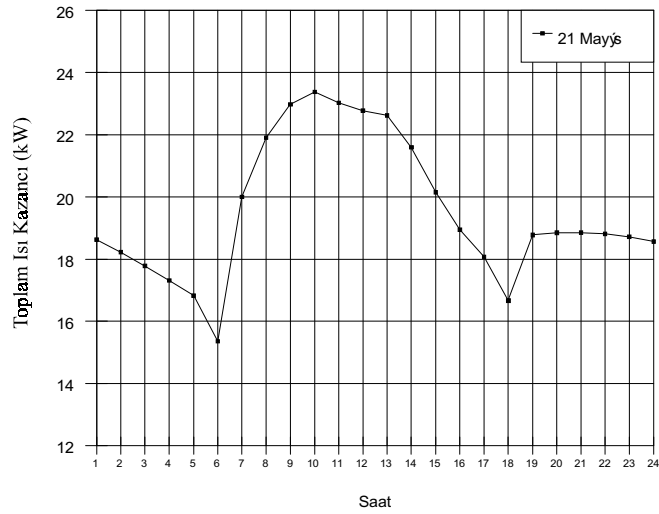
21 TEMMUZ (202. Gün)



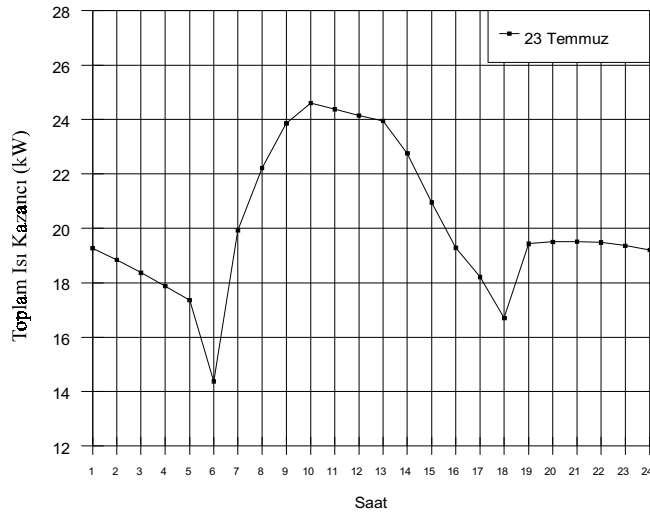
Şekil 10-b. Dış ve iç sıcaklığın gün boyunca değişimi

4.2. Bina İç Isı Kazançlarının Düşük Değerlerde Olması Durumu

İç ısı kazancının düşük olması durumunda örnek mahalin toplam ısı kazancı şekil 11-a ve şekil 11-b’ de gösterilmiştir.



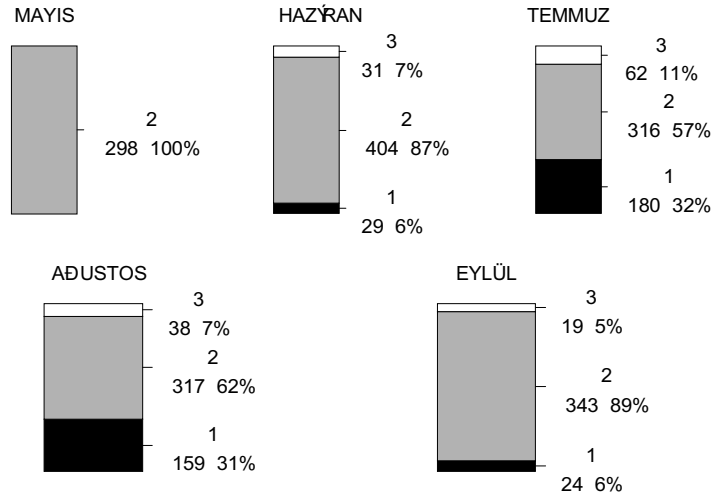
Şekil 11-a. Bina Toplam Isı Kazancı (21 Mayıs için)



Şekil 11-b. Bina Toplam Isı Kazancı (23 Temmuz için)

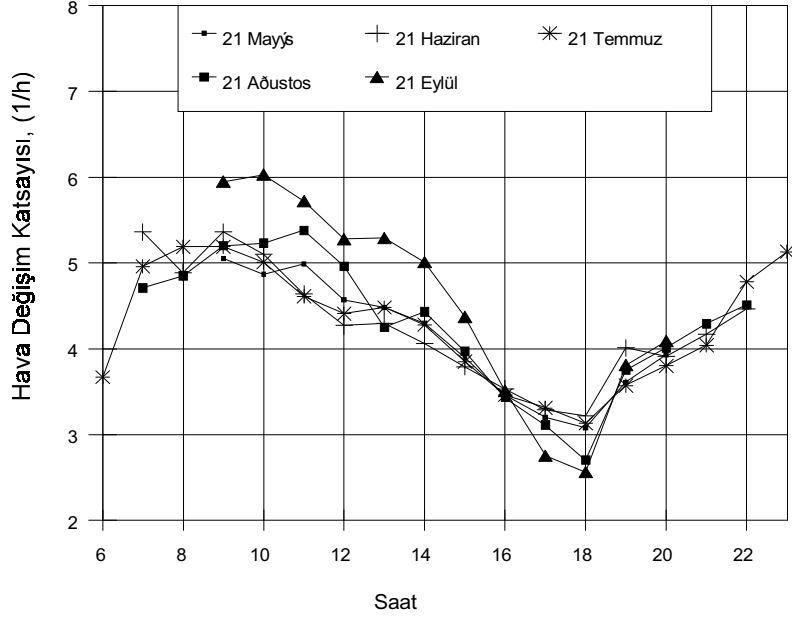
Çizelge 3' ten görüleceği gibi iç ısı kazancı düşük olmasında bağıl nem olarak 4. duruma soğutma sezonu boyunca rastlanmamıştır. Soğutma sezonu boyunca soğutma ihtiyacının olduğu toplam saatin % 18' i 1.durum ve % 76' sı 2.durum ve % 6'sı 3.durumdur. İç bağıl nemin yüksek değerlere ulaşmadığı ve 2.durum olarak %50-60 arasında değiştiği görülmüştür. Şekil 12' te ise iç bağıl nemin genel durumu soğutma sezonu boyunca değişimi gösterilmiştir.

BAĞIL NEM DURUMU

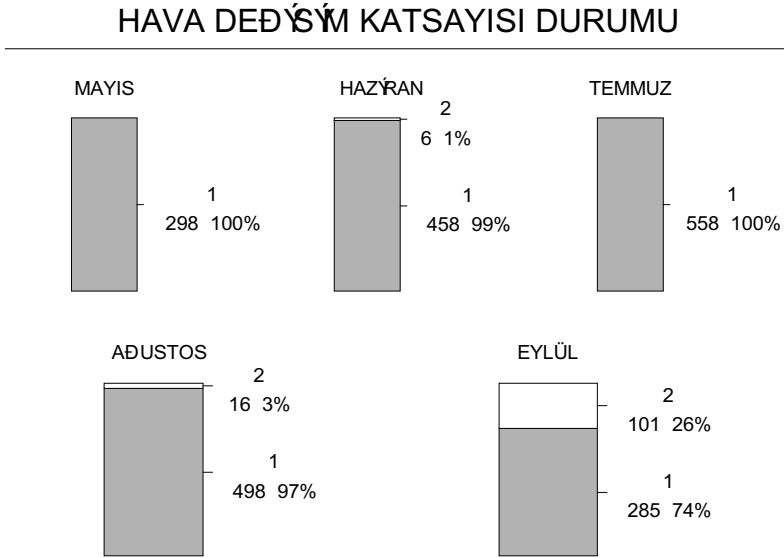


Şekil 12. Soğutma Sezonu Boyunca İç Bağıl Nem Genel Durumunun Değişimi

Hava değişim katsayısı için soğutma sezonu boyunca 3. ve 4. duruma rastlanmamıştır. Hava değişim katsayısı için toplam saatin %94' lük kısmını 1.durum, % 6 'lık kısmını 2.durum oluşturmaktadır. Şekil 13' te hava değişim katsayısının gün boyunca değişimi gösterilmiştir. Şekil 14' da ise hava değişim katsayısının genel durumu gösterilmiştir.



Şekil 13. Hava Değişim Katsayısının Gün Boyunca Değişimi



Şekil 14. Hava Değişim Katsayısının Soğutma Sezonu Boyunca Değişimi

5. SONUÇ

Yapılan araştırmada önerilen sistemin iç ortam sıcaklığını dış ortam sıcaklığına göre konfor şartlarındaki değerlerde tuttuğu, iç bağıl nemin %45-%70 arasında değiştiği ve bunun konfor açısından iyi olduğu görülmüştür. İç ortamdaki hava hareketi incelendiğinde hava değişim katsayısının normal değerler arasında olduğu belirlenmiştir. Hava değişim katsayısı duruma göre 3-15 arasında değişmektedir. Böyle sıcak bir bölgede hava değişim katsayısının bu değerlerde olması sistemin uygunluğu açısından fevkalade önemlidir. Çünkü sıcak iklime sahip bölgelerde hava değişim katsayılarının tablolarda verilen değerlerin iki katına çıkarılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca sistemin en önemli bir özelliği sadece dış hava ile çalışıp, iç ortama sürekli olarak temiz hava vermesidir. Bu da sistemin hava kalitesi açısından konfor şartını sağladığını göstermektedir.

Sonuç olarak çift buharlaştırmalı soğutma sisteminin Güneydoğu Anadolu Bölgesi için konfor şartları olarak iç ortam sıcaklığını, bağıl nemini , hava temizliğini ve hava hareketini istenen değerlerde tuttuğu tespit edilmiştir. Bundan sonra sistemin pilot yerlerde devreye sokulmasıyla Güneydoğu Anadolu Bölgesi ucuz, konforlu ve çevreyle uyumlu bir soğutma sistemine kavuşabilecektir. Ayrıca öneri olarak, buharlaştırmalı soğutma diğer bölgeler için araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] HARRIS, C.N., (1983). Modern Air Conditioning Practice, McGraw Hil l, International Student Edition.
- [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 - Journal August, pp.49-54.
- [4] ASHRE HANDBOOK, HVAC Applications, (1991). SI edition.
- [5] NEY, A., (1992). Adiabate Kühlung, Klimatisierung mit Verdunstungskülung, Ki Klima -Kaelte-Heizung, 7-8/1992, 252-254.
- [6] GENÇELİ, O. F., Buharlaştırmalı Serinletme Özellikleri ve Uygulaması, (1993). 1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s. 279 -302.
- [7] 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.
- [8] 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.

Tuncay YILMAZ

1945 yılında Tarsus'ta doğdu. 1968'de Berlin Teknik Üniversitesi Makina Fakültesini bitirdi. 1972 yılında aynı üniversitede doktorasını tamamladı. 1973 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde göreve başladı. 1977 yılında Makina Mühendisliği Bölümünde Isı ve Kütle Transferi Bilim Dalında doçent oldu. 1983'te Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalına profesör olarak atandı. Almanya dışında İngiltere'de Cambridge ve Liverpool Üniversitelerinde, ABD'de Massachusetts Institute of Technology'de misafir öğretim üyesi olarak bulundu. 1982-1983 yıllarında K.T.Ü Makina Mühendisliği Bölüm Başkanlığı görevini yaptı. 1986-1989 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlık görevini yürüttü. Halen Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölüm Başkanlığı ve Çukurova Üniversitesi Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü görevlerini sürdürmektedir.

Hüsamettin BULUT

1971 yılında Halilan'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Batman'da tamamladı. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını tamamladı. Halen Harran Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak çalışmakta, aynı zamanda Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora öğrenimine devam etmektedir.