Makale

Article

NEM ALMALI (DESİSİF) SOĞUTMA SİSTEMLERİ

DESICCANT COOLING SYSTEMS



Alper Yılmaz
1975'te Adana'da doğdu. 1993 yılında Adana Kurttepe Anadolu Lisesi'nden, 1997'de Boğaziçi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen aynı bölümde yüksek lisans tez çalışmalarına devam etmektedir.



Orhan Büyükalaca
1964'te Kaş-Antalya'da doğdu. 1980 yılında Antalya Lisesi'nden, 1984 yılında Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu ve aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1987 yılında Çukurova Üniversitesi'nde Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 1993 yılında Manchester Üniversitesinde tamamladığı doktora çalışmalarını takiben, Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne Yrd. Doçent olarak atandı. Halen aynı bölümde öğretim üyesidir.



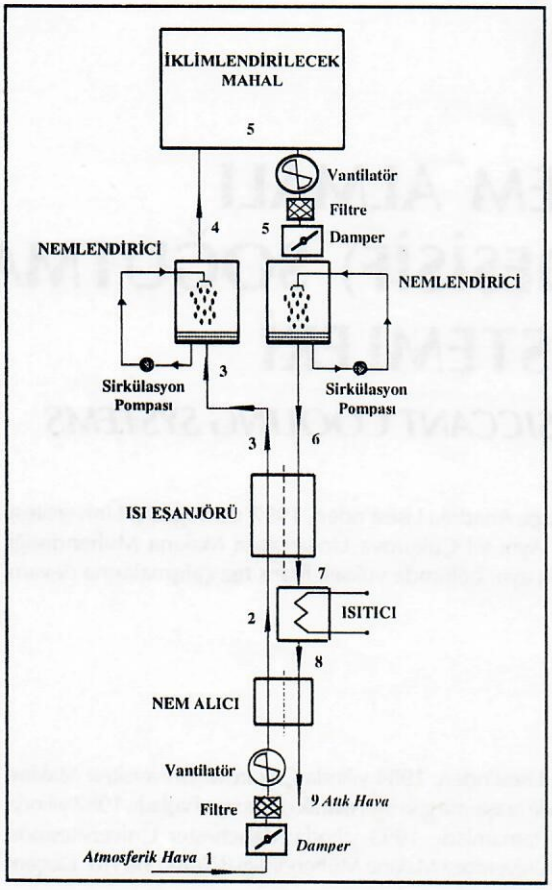
Tuncay Yılmaz
1945'de Tarsus'ta doğdu. 1968'de Berlin Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi'ni bitirdi. 1972 yılında aynı üniversitede doktorasını tamamladı. 1973 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde göreve başladı. 1977 yılında Makina Mühendisliği Bölümü'nde Isı ve Kütle Transferi Bilim Dalında doçent oldu. 1983'te Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı'na profesör olarak atandı. Almanya dışında İngiltere'de Cambridge ve Liverpool Üniversiteleri'nde, ABD'de Massachusetts Institute of Technology'de misafir öğretim üyesi olarak bulundu. 1982-83 yıllarında K.T.Ü. Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı görevini yaptı. 1986-89 yılları arasında Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlık görevini yürüttü. Halen Ç.Ü. Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı ve Ç.Ü. Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİMER) Müdürlüğü görevlerini sürdürmektedir.

ÖZET

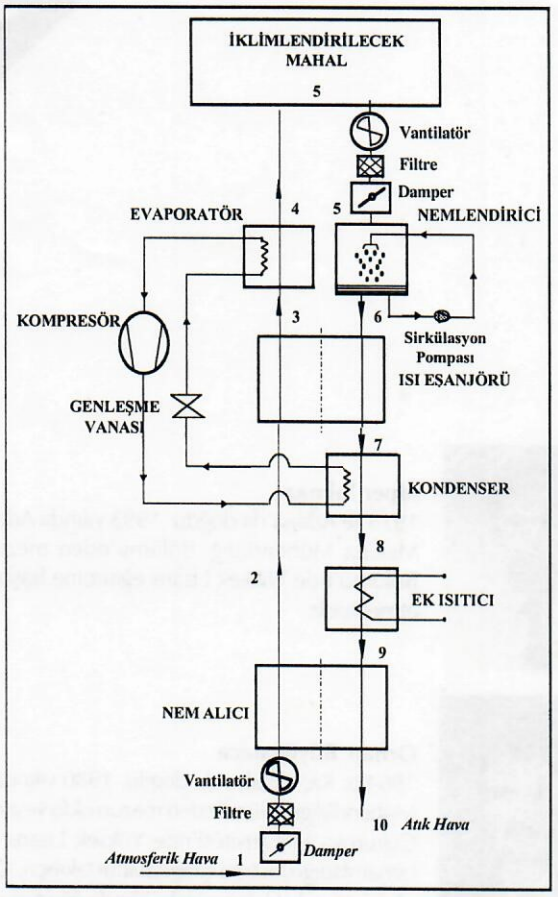
Desisif soğutma sistemleri ön nemlendirilmeli ya da ek konvansiyonel soğutma sistemleri ile birlikte uygulanmakta olup, düşük iç ortam nemi istenen veya süpermarketler gibi özel uygulama yerlerinde konvansiyonel soğutma sistemlerine göre daha üstündür. Konvansiyonel soğutma yapılmadan dahi istenen iç konfor şartlarını sağlaması bakımından da çevre dostu bir soğutma sistemidir.

ABSTRACT

Desiccant cooling systems are applied either using fresh air humidification or with supplementary conventional cooling systems. These systems are preferred widely in special applications such as the places that require low indoor humidity and supermarket air-conditioning instead of conventional air-conditioning systems. Because these systems can provide comfort conditions without any conventional cooling system, it is considered as environmentally benign.



Şekil 1. Taze hava nemlendirmeli desisif soğutma sistemi



Şekil 3. Ek konvansiyonel soğutmalı desisif soğutma sistemi

Giriş

Son yıllarda iklimlendirme teknolojisinde hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Bunun birçok sebepleri bulunmaktadır. Bu sebeplerin başlıcaları aşağıda sıralanmıştır:

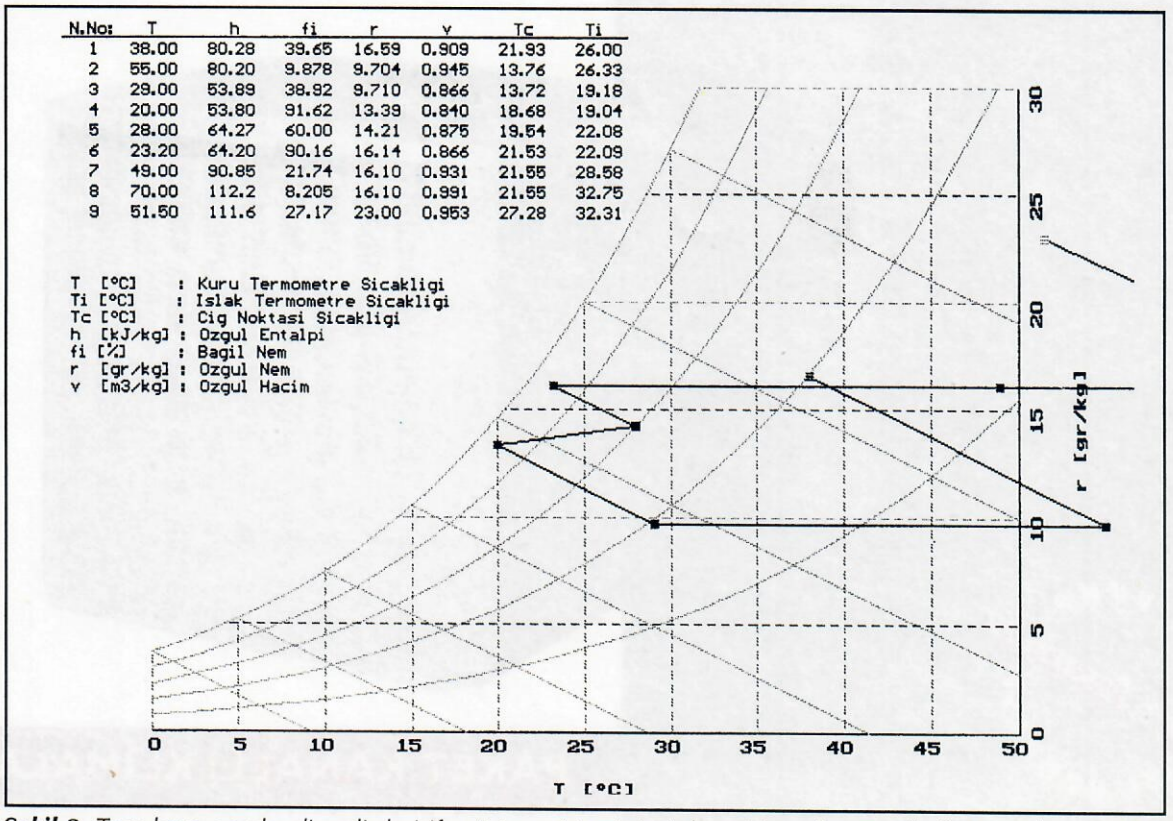
- Soğutma sistemlerinde ozon tabakasına zararlı gaz yerine ODP'si (**O**zone **D**epleting **P**otential) sıfır veya sıfıra yakın gazların kullanılması,
- Ozona zarar verecek gazlar ihtiva etmeyen yeni soğutma sistemlerinin geliştirilmesi
- İç hava kalitesinde istenen şartların ağırlaşması
- Ülke genelinde elektrik enerjisi tüketiminin günün saatlerine göre çok farklılık göstermesi.

Yukarıda sıralanan problemlere çözüm olarak sunulan sistemler içinde en başta gelenlerden biri de desisif soğutma sisitemleridir. Ülkemizde hemen hemen hiç tanınmaması bakımından bu sistemin açıklanması ve tanıtılması yararlı görülmüştür. Ancak burada sadece pratik uygulaması yaygınlaşan katı madde desisantlı soğutma sistemleri ele alınacaktır.

Sistemin Çalışma Prensibi

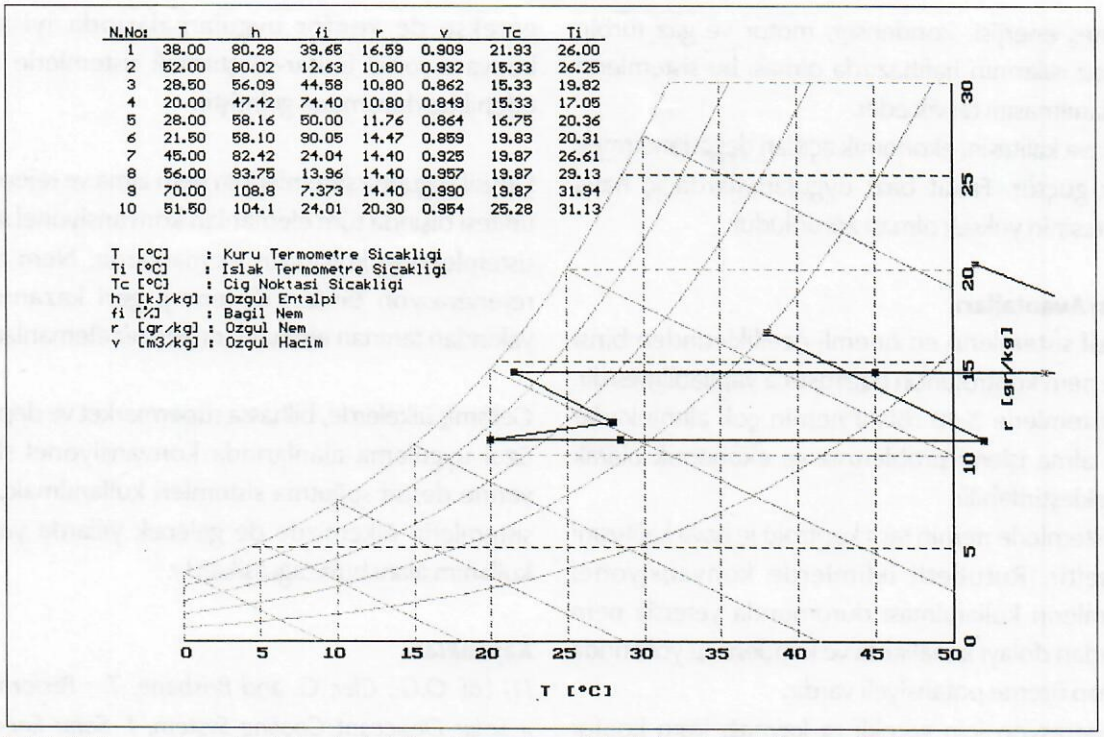
Sistem Şekil 1 ve 2'de en geniş durumlarıyla gösterilmiştir. Sistemde dolaşan havanın psikrometrik diyagramda gösterimi de şekil 3 ve 4'te verilmiştir. Şekil 1 ve 3 taze hava nemlendirmesi yapılmasını öngörebilen ancak konvansiyonel ek soğutması olmayan, desisif soğutma sistemini göstermektedir. Şekil 2 ve 4'te gösterilen sistem ise taze hava nemlendirmesi olmayan, buna karşı ek konvansiyonel soğutması olan desisif soğutma sistemidir. Psikrometrik diyagramdaki örnekler Adana için verilmiştir.

Her iki sistemde de filtreden geçirilen dış hava (1 noktası) genelde döner tip bir nem alma



Şekil 2. *Taze hava nemlendirmeli desisif soğutma sisteminin Adana için psikrometrik diyagramda gösterimi*

rejenarötüründen de geçirilmekte ve nemi belirli bir miktar alınmaktadır. Nemi alınan hava psikrometrik diyagramda da görüleceği gibi yaklaşık sabit entalpide 2 noktasına ulaştığında sıcaklığı yüksektir. Bunun için soğuk dönüş havası ile ön soğutmaya tabi tutularak 3 noktasına ulaşılmaktadır. Buradaki havanın sıcaklığı kafi değilse, ya şekil 1'de gösterildiği gibi taze hava nemlendirme ile veya şekil 2'de verildiği gibi konvansiyonel ek soğutma ile soğutulmalıdır. Her iki durumda da 4 noktasındaki üfleme havası elde edilir. İç ve dış ortam koşullarına göre nemlendirme veya ek soğutma tercih edilmelidir. İklimlendirilen mahalde hava ısınmış ve nemlenmiş olarak 5 iç hava konfor durumuna gelir. Bu durumdaki hava emilerek nemlendiriciye verilir. %90-100'e kadar nemlendirilen hava 6 noktasında iç ortamdan daha soğuk duruma getirilir ve ön soğutucu döner rejeneratörden geçerek 7 noktasına kadar ısınır. Burada normal eşanjörler de kullanılabilir ancak döner rejeneratörler genelde etkinliklerinin daha yüksek olması bakımından tercih edilirler. Eğer sistemde şekil 2'deki gibi ek soğutma grubu kullanılıyorsa, o zaman soğutucu grubu kondenserinin dönüş hava tarafına konulması ve böylece dönüş havasının ısıtılmasında ısı ekonomisi açısından büyük bir fayda vardır. Böyle bir durumda dönüş havası konderserde 8 noktasına kadar (şekil 4) ısıtılır. Nem alma rejeneratörüne verilmeden önce bu havanın sıcaklığının yükseltilmesi gerekmektedir. Ön nemlendirmeli sistemde 7'den 8'e kadar, ek soğutmalı sistemde de 8'den 9'a kadar rejenerasyon için ısıtma yapılır. Sıcaklık ne kadar yüksek olursa havanın rejeneratörde biriken nemi alma özelliği de o ölçüde yüksek olacaktır. Normalde uygulanan hava sıcaklıkları 120-130°C mertebesindedir. Ancak 60°C gibi düşük sıcaklıklara kadar yayılan uygulamalar mevcuttur. Böylece güneş enerjisiyle de rejenere etme imkanı doğmaktadır [1,2,3]. Rejeneratöre verilen atık hava sabit entalpide nemlenmekte ve nem almanın aksine soğumaktadır. Rejeneratörden çıkan hava da dış ortama atılmaktadır. Dönüş havasında nemlendirici ve kondenserin bulunması ısı ekonomisi bakımından faydalı olabilir ancak bir mecburiyet değildir.



Şekil 4. Konvansiyonel soğutmalı desisif soğutma sisteminin Adana için psikrometrik diyagramda gösterimi

Açıklamalarda da görüldüğü gibi sistemde alışık olunmayan tek parça nem alma rejeneratörüdür. Nem alma rejeneratörünün yüzeylerindeki maddenin nem alma özelliği olmalıdır. Bu madde silika jel ve benzeri maddelerdir. Li-Cl de sıkça kullanılmaktadır. Selülöz asıllı maddelerden de nem alma cihazları yapılmaktadır [4,5].

Sistemin Uygulama Alanları

Desisif sistemlerin ekonomik olarak uygunluğu araştırılırken bölgesel koşullar ve uygulamanın özel koşulları gözönüne alınmalıdır. Bunun için çoğu kez detaylı bir analiz gereklidir.

Her ne kadar bu sistemlerin kullanılabilirliğini genellemek güçse de, bazı uygulamalarda elde edilen sonuçlar detaylı bir ön ekonomik incelemeye ihtiyaç duyulmadan hareket edilebileceğini ortaya koymuştur.

Genel depolama alanları (yazın nemi alınan, kışın ısıtılan), buz alanları (kayak, paten pistleri), hastahane ameliyathaneleri, bazı askeri uygulamalar (gıda depoları gibi), çoğu süpermarket uygulamaları, okullar, lokantalar, fast-foodlar, ısıtılmayan ambarlar, su ve atıksu işlem merkezleri, kapalı yüzme havuzları ve rutubetli iklimlerdeki çoğu yerler desisif soğutma için uygun alanlardır. Ayrıca nem alma kapasitesi yetersiz çoğu tesiste ek olarak desisif sistemlerden yararlanılabilir. [6,7,8].

Yukarıda saydığımız özel uygulamaları genellersek bazı *uygulama kriterlerini* aşağıdaki gibi sayabiliriz:

- İç nem düzeyi: Desisif sistemler genelde %40 rölatif nemin altında istenen iç hava ortamları için daha avantajlıdır.
- Yüksek gizli ısı oranı (>%25): Bu sistemler, gizli ısı yüklerini azaltmak için kullanılırlar.
- Taze hava gereksinimi: Bu sistemler havalandırmanın yüksek olduğu uygulamalarda çekicidirler.
- Ek soğutma için geri dönüş havasının bulunabilmesi: Halihazırda geri dönüş havasının bulunması ve taze hava ihtiyacının olması (>%20), taze ve geri dönüş havası kullanan desisif sistemleri uygun kılar.
- Enerji maliyetleri: Yüksek yaz elektrik ihtiyacı ve maliyeti, beraberinde düşük kış doğal gaz maliyeti bu sistemleri etkin kılar.
- Ucuz rejenerasyon enerji kaynağının bulunması:

Güneş enerjisi, kondenser, motor ve gaz türbin egzoz ısılarının halihazırda olması bu sistemlerin kullanılmasını teşvik eder.

- İç hava kalitesini ekonomik açıdan değerlendirmek çok güçtür. Fakat bazı uygulamalarda iç hava kalitesinin yüksek olması zorunludur.

Sistemin Avantajları

- Desisif sistemlerin en önemli özelliklerinden birisi ısı ve nem kontrolünün bağımsızca yapılabilmesidir.
- Bu sistemlerle %40 rölatif nemin çok altına kadar nem alma işlemi problemsiz ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilir.
- Bu sistemlerle nemin tam kontrolü iç hava kalitesini yükseltir. Rutubetli iklimlerde konvansiyonel sistemlerin kullanılması durumunda yetersiz nem almadan dolayı kanallarda ve kondens su yollarında mikrop üreme potansiyeli vardır.
- Rejenerasyon için gerekli ısı kaynağı kışın konfor ısınması için kullanılabileceğinden bu sistemlerden tüm yıl yararlanılabilir.
- Endüstride çevre bilincinin oluşmasıyla CFC soğutkanlar HCFC-134a, HCFC-123 ile değiştirilmeye başlanmıştır. Halbuki, bu sistemler gerektiğinden çok daha az konvansiyonel soğutmaya ihtiyaç duyarlar.
- Bu sistemlerde soğutma yükünün bir kısmı (gizli ısı) desisif sisteme kaydığı için konvansiyonel sistem küçültülebilir. Sadece ilk yatırım maliyetlerinde değil, bilhassa elektrik talebi azalacağından işletme giderlerinde de tasarruf sağlanabilir.
- Bazı yörelerde (Şanlıurfa v.b.) ve özel uygulamalarda konvansiyonel soğutmaya ihtiyaç kalmadan soğutma yükleri karşılanabilir.
- Desisantlı soğutma sisteminin sağlık açısından konvansiyonel sistemlerden daha iyi olduğu bildirilmektedir [9,10].

Sonuç

Desisif soğutma sistemlerinin, esas gayenin ilk yatırım maliyetinin düşürülmesi veya enerjinin tasarruf edilmesinden öte, özel sistem ihtiyaçlarında uygulanmaya konulduğunu görmekteyiz. Bunun yanında, günümüzde gelişmiş ülkelerde, bu sistemler gerek ticari gerekse de konfor uygulamalarında iyi tanınan konvansiyonel buhar-sıkıştırmalı sistemlerle rekabet edebilme durumuna gelmiştir.

Desisif soğutma sistemlerinin nem alma ve rejenerasyon ünitesi dışında tüm elemanları konvansiyonel soğutma sistemlerinde kullanılan elemanlardır. Nem alma ve rejenerasyon ünitesi de enerji geri kazanımından yakından tanınan elemanlara benzer elemanlardır.

Gelişmiş ülkelerde, bilhassa süpermarket ve depolar gibi özel uygulama alanlarında konvansiyonel sistemler yerine desisif soğutma sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin ülkemizde de gelecek yıllarda yaygın bir kullanım alanı bulacağı aşikardır.

Kaynaklar

[1] Löf, O.C., Cler, G. and Brisbane, T. : Performance of a Solar Desiccant Cooling System, J. Solar Energy Engineering, 110, 1988, 165-171.

[2] Bassols-Rheinfelder, J. : Solar Cooling Using an Open-Cycle Adsorption System with Adiabatical Mass Transfer and External Heat Exchange, Solar Energy, 35, 1985, 93-103.

[3] Harriman, L.G. : The Basics of Commercial Desiccant Systems, Heating/Piping/Air Conditioning, 1994, 77-85.

[4] Ashrae Handbook, Fundamentals, 1993, 19.1-19.6.

[5] Ashrae Handbook, Refrigeration, 1990, 7.4-7.5.

[6] Meckler, M. : Desiccant Outdoor Preconditioners Maximize Heat Recovery Ventilation Potentials, Ashrae Transactions, 1995, 992-1000.

[7] Meckler, G. : Two-Stage Desiccant Dehumidification in Commercial Building HVAC Systems, Ashrae Transactions, 1989, 116-123.

[8] Brandemuehl, M.J. and Mukesh, K.K. : Demonstration and Testing of an All-Electric Desiccant Dehumidifying System at a New Jersey Supermarket, Ashrae Transactions, 1997, 848-853.

[9] Philips, J.A. and Wagner, M.B. : Antiseptic Effects of Desiccant Based HVAC Systems, Leigh University, Bioprocessing Institute, 1994.

[10] Kovak, B. and Heimann, P.R. : The Sanitizing Effects of Desiccant-Based Cooling, Ashrae journal, 1997.