

RADYANT SOĞUTMA TESİSATI

Arif Emre ÖZGÜR
İbrahim ÜÇGÜL
Reşat SELBAŞ

ÖZET

“Radyant soğutma tesisatı” adı ile tabir edilen sistem aslında panel soğutma ve ısıtma tesisatıdır. Radyant ısıtma alanında yapılan bir çok çalışmanın varlığı, bu çalışmada radyant soğutma temasının incelenmesine neden oluşturmaktadır. Radyant soğutma olayı, radyant ısıtma gibi aynı prensiplere dayanmaktadır. İki olayın nedeni de, nesnelerin ısı yüklerinden ötürü onları çevreleyen ortama elektromagnetik dalgalarla enerji yaymalarıdır. Bu sistemler, insanların gün geçtikçe konfora, ekonomikleğe ve çalışma ortamı şartlarının iyileştirilmesine verdikleri önemin artmasıyla gelişmekte ve alternatif bir kullanım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada panellerin soğutma amacıyla kullanımı, sistem yapısını oluşturan elemanlar ve çalışma kriterleri incelenmiş, sistemin kullanımı ile ilgili örnek bir hesaba değinilmiştir.

GİRİŞ

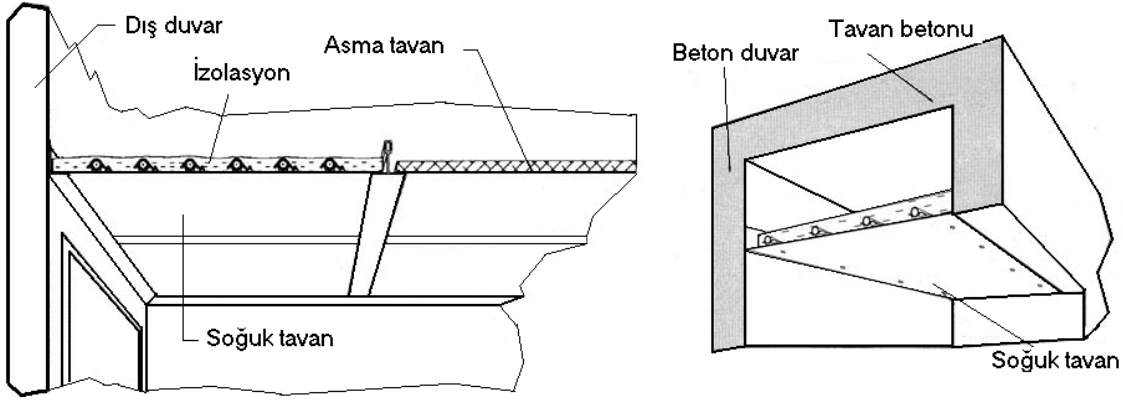
Radyasyonla ısı transferi bilindiği gibi, sıcaklığa sahip her cismin bünyesindeki ısı enerjisinin bir kısmını ışıma yoluyla etrafına yaymasından kaynaklanmaktadır. Sıcaklığı nispeten yüksek olan cismin etrafına yayarak kaybettiği enerji, çevresinden ona gelen enerjiden büyük olduğu zaman soğumakta, sıcaklığı düşük olan cisimde bünyesine aldığı ilave enerji sayesinde ısınmaktadır.

Radyant soğutma tesisatı literatürde, soğuk tavanlar, panel soğutma ve ısıtma sistemleri gibi isimlerle yer almaktadır. Radyant soğutmayı, radyant ısıtmadan ayıran ana husus, soğutucu tavanın insanlardan ve çevredeki diğer kaynaklardan gelen termal ışıma enerjisini absorblamasıdır.

Soğutucu tavanların kullanımı her ne kadar ülkemizde yeni bir konu olarak ele alınsa da, Kuzey Amerika’da ve özellikle Avrupa’da yaklaşık 20 yıldır başarılı uygulamaları yapılmakta olan bir tesisat konusudur. Kullanım şartları doğru tespit edildiğinde işletme masraflarında konvansiyonel bir sisteme nazaran daha ekonomik çalışma imkanı sunmaktadır ve bu konuda ayrıca incelenmesi gereken bir husustur.

1. SİSTEMİN ÇALIŞMA KRİTERLERİ

Ortam içerisindeki kaynaklardan soğuk panele doğru elektromagnetik dalgaların ışıması halinde sağlanan ortamdaki ısı çekimi, ilk olarak bu kaynakların sıcaklığının düşürülmesini sağlamaktadır. Ortam içerisinde ki hava, bu kaynaklarla temasta bulunarak, konveksiyon yoluyla ısısının bir kısmını kaybederek soğur. Ortam havasının ısısının çekimi bu sebeple nispeten uzun sürmektedir. Fakat nesnelere direkt olarak emildiğinden bu dezavantaj etkin olmamaktadır. Soğuk tavanların kullanıldığı ortamlarda hava ile panel arasındaki ısı transferi yaklaşık % 60 oranında radyasyon yoluyla, geri kalan kısmı da konveksiyon yoluyla tamamlanabilmektedir. Isınan havanın yükselerek, panellere teması ile mahalin üst kısmında oluşan nispeten soğuk hava kütesinin ortamın alt katmanlarına inmesi ile konveksiyon akımı oluşmaktadır.

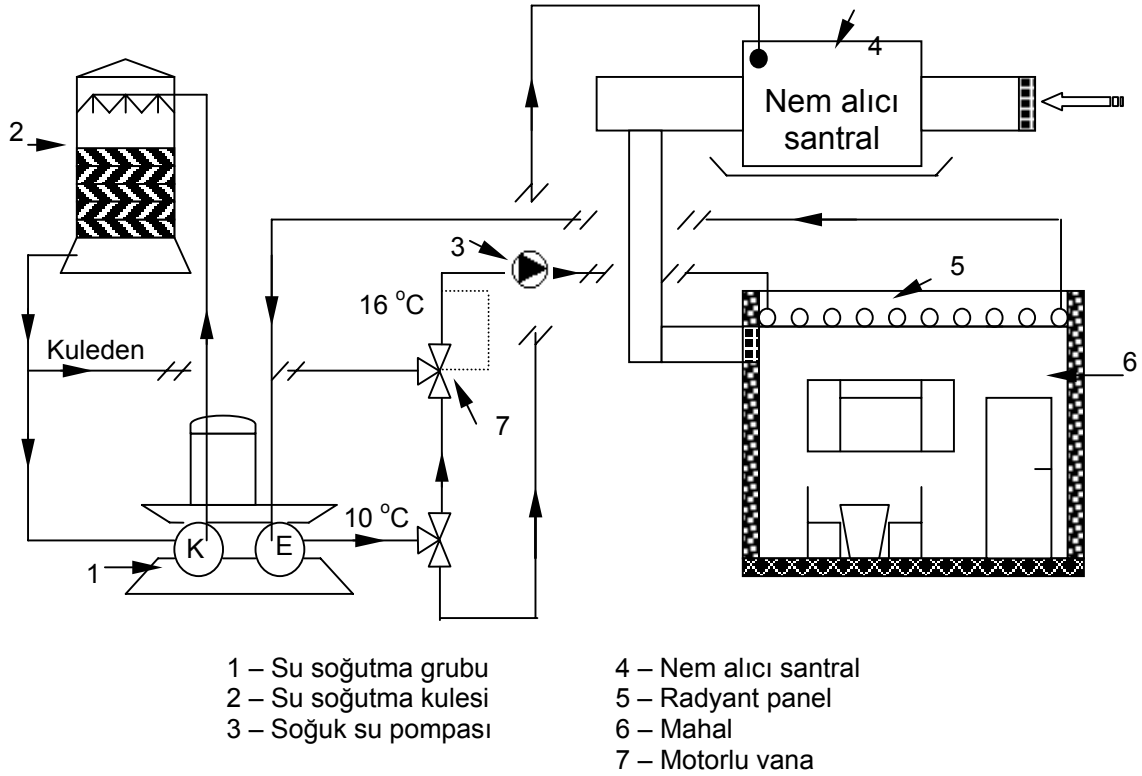


Şekil 1. Soğuk tavanların uygulama şekillerine örnekler [1].

Konfor açısından ortam içerisindeki ısının çekimi ile beraber, iç hava kalitesinin korunması ve hava sirkülasyonunun sağlanması zorunluluğu, panel tesisatlarının havalandırma sistemleri ile beraber kullanılmalarına neden olmaktadır. Aynı zamanda oda içerisindeki nem seviyesinin kontrolü de panel tesisatları için sınırlayıcı bir unsurdur. Soğutma amaçlı kullanılan panellerin yüzeyinde, ortam havası içerisindeki nemin yoğunlaşmaması için, panellerin çalışma sıcaklıkları, ortam havası içerisindeki nemin yoğunlaşma sıcaklığından $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ yüksek tutulması gerekir. Tipik olarak ülkemizde yaz aylarında hüküm süren, kuru termometre sıcaklığının $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğu ve ortam havasının bağıl neminin % 40 civarında olduğu şartlarda, çiy noktası sıcaklığı yaklaşık $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' dir. Başlangıçta ortam havasının bu şartlarda olduğunu kabul ederek bir irdeleme yapalım. Ortam sıcaklığı $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ den $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' a düşürülecektir. Böyle bir durumda panele giriş suyunun sıcaklığı $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ olabilir. Bu değerde o bölgedeki şehir şebekesi suyu sıcaklığına çok yakın bir değerdir. Bu şartlarda havanın yaş termometre sıcaklığı yaklaşık olarak $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' dir. Bu değere göre, eğer tesisatta soğuk su hazırlamada bir su soğutma kulesi kullandığımızı varsayarsak, en iyi şartlarda $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' a ulaşabiliriz demektir. Bu değer bizim tesisata yatırım yapmamıza değecek midir? Bir paket tipi su soğutucu kullanıldığında da, bu şartlarda limitimiz $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ olacaktır. Bu limit değere de tam olarak ulaşmak, panel yüzeyinde yoğunlaşma görülmesi açısından sakıncalıdır.

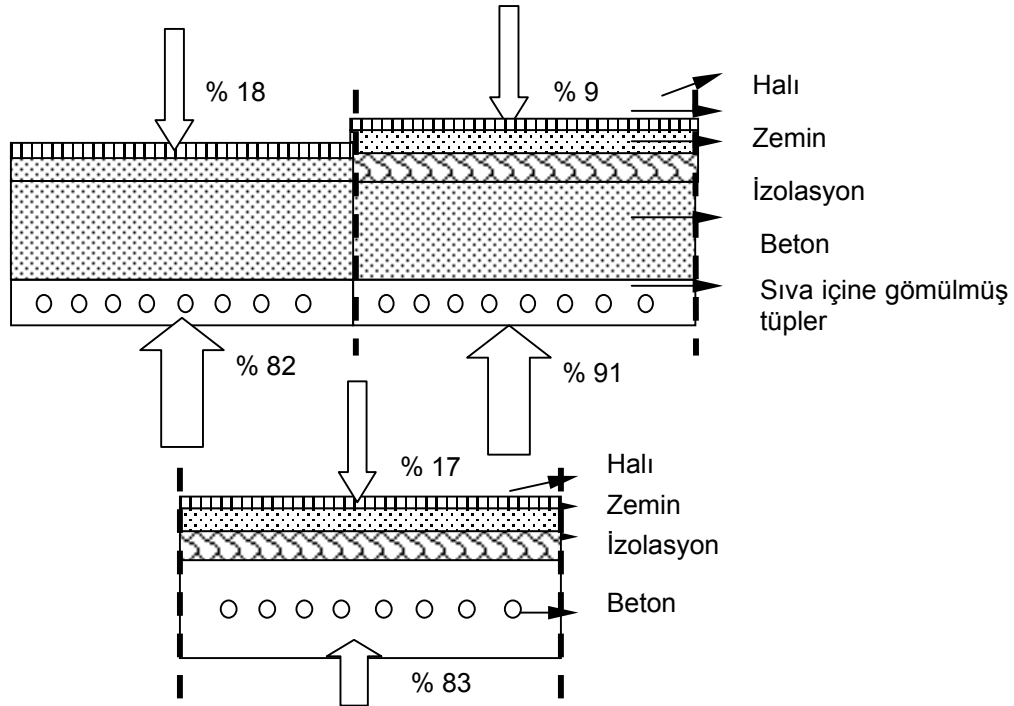
Konfor duygusu açısından insanların yaşadıkları ortamlardaki bağıl nem oranı % 20' nin altına düşürülmemelidir, % 50' nin de üzerine çıkmasına izin verilmemelidir. Bu kriter göz önüne alınarak havalandırma sistemi ile beraber bir uygulama yapılır. Ortama gönderilen havanın sıcaklığını $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' ye nem değerini de % 45' e indirerek gönderebiliriz. İç ortamında bu şartlarda olmasının istendiğini kabul edelim. Bu değerlere göre yaş term. sic. $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, çiy nok. sic. $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ dir. Görüldüğü gibi ortam havasının nem seviyesinin ve sıcaklığının panel tesisatlarında önceden tespit edilmesi gereklidir. Dolayısıyla panel sistemlerinin kullanım etkinliğinin artırılabilmesi için, ortama gönderilen taze havanın nem seviyesinin azaltılması olumlu bir etki olarak görülür. Konfor noktasının koordinatlarından biri olan $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ iç ortam sıcaklığına aynı özgül nem seviyesinde düşüldüğü kabul edilirse, ortam içerisindeki nem seviyesi yaklaşık % 50 olmaktadır ki, bu da insanların konforu için sınır şartıdır. $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta iç ortamın neminin % 30 olması istendiğinde, dışarıdan alınan $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve % 40 bağıl nemindeki havanın sıcaklığı $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' a indirilerek ortama gönderilmesi uygun bir işlem olacaktır. Aynı şekilde soğutma ile beraber nemi de alınmalı ve istenen nem seviyesinde ortama gönderilmelidir. Bu işletme tarzı da panel soğutma sisteminin etkinliğinin artırılmasına ve aynı zamanda da konfor sağlanmasına da olanak sağlar. Bu tür bir tesisat için önerilen bir çalışma sistemi şekil 2 de şematik olarak gösterilmektedir.

Bu tesisatta üretilen soğuk suyun sıcaklığı, panele giriş sıcaklığından daha düşük tutularak, nem alma işleminde de kullanılabilir. Ayrıca yine bu suya bir motorlu vana ile kuleden gelen su karıştırılarak istenen çalışma sıcaklığı değerine ulaşılabilir. Görüldüğü gibi kompleks olmayan bir çalışma karakteristiği ile bu sistemler hayata geçirilebilir.



Şekil 2. Panel sistemin soğutma amaçlı kullanılmasının şematik gösterimi.

Paneller tavana monte edilmektedirler. Şekil 3 de görülen durumlar soğuk tavan uygulamasının panel kullanılmadan yapılabildiği durumları göstermektedir. Bu muhtemel yüzdeler binanın konstrüksiyon özelliğine göre değişir ve taban sıcaklığının düşmesi istenmiyorsa izolasyon uygulamasına gidilebilir. Beton blok içerisine gömülmüş borularla yapılabilen sistem daha az rastlanılan bir durumdur. Bu tür bir uygulamanın gerçekleştirilmesi gerek işçilik bakımından gerekse servis hizmetleri açısından çok kullanılan bir metot değildir.



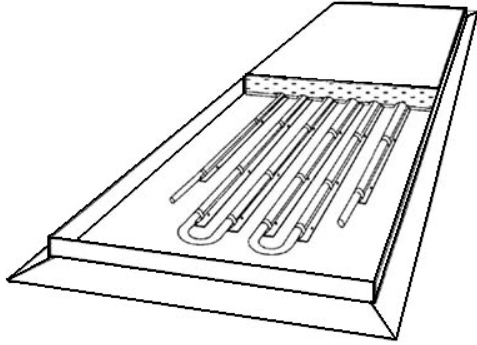
Şekil 3. Tüplerin sıva veya beton içinde kalmaları halinde ve izolasyon uygulanması durumuna göre oluşan ısı çekim yüzdeleri [3].

Panel tesisatları ile ilgili olarak son zamanlarda Avrupa' da bazı çalışmalar yapılmıştır. Almanya' da 1994 yılı itibari ile, toplam 300.000 m² den fazla soğuk tavan uygulamasının yapıldığı bildirilmektedir. Ayrıca Sulzer Ifra Ltd. ve Empa (İsviçre Malzeme test ve araştırma federal enstitüsü) evsel sistemler birimi tarafından yürütülen bir araştırma projesinde, soğuk tavanların enerji tüketimi bakımından optimizasyonunun teorik ve deneysel yöntemlerle gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Proje ayrıca İsviçre ulusal enerji kurumu tarafından da desteklenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, Avrupa patent bürosuna da bazı başvurular olmuştur [2].

Sistemin gündüz çalıştırılmasına ilave olarak geceleri de sistem kapatılmayarak çalıştırılmaya devam ettirilebilir. Bu sayede sistemin soğutma kapasitesine ihtiyaç duyulduğu çalışma günlerinde, sistemin daha rahat oda yükünü kaldırabilmesi sağlanır. Gündüz ısıyı depolayan bina duvarlarından, geceleri ısının emilmesi sayesinde, sistem yoğun çalışma tempolu günlerin, yoğun şartlarına hazırdır ve istenen şartları ortam içerisinde hazırlamıştır. Dolayısıyla sistemin kapasitesinin karşılamakta zorlanacağı, aşırı sıcak günlerde dahi uzun süre istenen şartlar sağlanacaktır. Bu tür çalışmanın etkinliği yine az önce bahsedilen araştırma projesi sonucunda kabul görmüştür [2]. Ayrıca bu çalışma şeklinde gündüz devrede olan su soğutma ünitesinin yerine, geceleri bir su soğutma kulesinden faydalanılarak da sistemin ekonomikliğine katkıda bulunulur.

2. PANEL YAPISI

Panellerin yapı olarak en çok kullanım şekli, değişen oda yüklerine daha hızlı cevap verebilme özellikleri nedeni ile metal tüplerle temaslı olarak yapılan alüminyum panellerdir.

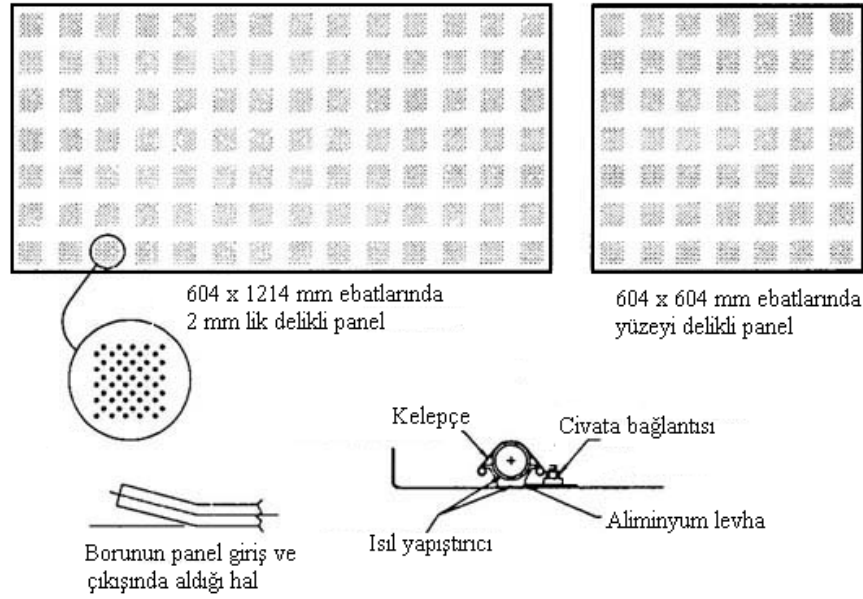


Şekilden de görüldüğü gibi panellerin pasif yüzeylerinin üzeri izole edilmiştir. Bu panellerin levhaları değişik konstrüksiyonlarda yapılabilmektedir. Bu levhalar ızgara tipi, delikli levha tipi, düz tip ve dekoratif tip olmak üzere konstrüktif açıdan sınıflandırılabilirler. Panellerin kullanımının istendiği ortamın mimari çizgisine çok iyi uyum sağlayabilecek panel tipleri mevcuttur. Bu metal levhaların delikli ve araları açık (ızgara) tipleri çok sık kullanılanlarıdır. Her iki tipte esnek dizaynları için değişik ölçülerde yapılabilmektedir [1].

Şekil 4. Bir panel görünüşü [1].

Bu panellerin üzerinde delikler olması ve ızgara tipi levhaların kullanım amacı hava akımını ve dolayısıyla konveksiyon olayını kolaylaştırmak ve hızlandırmaktır. Şekil 6 dan da görüldüğü gibi panel yüzeyindeki delikler genellikle 2 mm olabilmektedir. Ayrıca bu şekilde metal boruların levhalara monte edilmesi ile ilgili detaylarda görülmektedir. Bu levhaları değişik şekillerde birleştirmek mümkündür, fakat sökülebilir bağlantı yapılması gerekliliği de unutulmamalıdır. Panel üzerinde alınan kesitlerde de boruların panel üzerindeki konumları ayrıntılı olarak görülmektedir.

Modüler paneller olarak isimlendirilen levhalar, tavan akustiğine uygun olarak serigrafik baskılı veya istenen renklerde üretilebilmekte ve tavanda birbirini bütünleyici bir şekilde yerleştirilebilmektedir. Paneller ortam için yapılan hesaba göre, tavan yüzeyinin çoğunu kaplayacaksa, o zaman tüm tavan üzerine bir sistem uygulanarak uygun bir akustik hava oluşturulabilir. Bu panellerin aynı zamanda ısıtma amacıyla da kullanımı olduğundan, ortam içerisinde net olarak görmelidirler. Örneğin bu paneller asma tavan ile tavan betonu arasında bırakılmamalıdır. Bu olay hem konveksiyon akımına engel olmakta, hem elektromagnetik dalgaların panele ulaşmasında etkinliği azaltmaktadır. Bu sebeple panel üreticileri asma tavan havası verecek çok çeşitli konstrüksiyonlar yapılabilmektedirler.



Şekil 5. Yüzeyi delikli bir panel ve paneldeki boruların konumları [1].

3. PANEL SOĞUTMANIN UYGULANABİLİRLİĞİ

Panel tesisatları genellikle halka açık olan büyük binalarda; örneğin; kütüphaneler, hastaneler, ofis binaları, müzeler, okullar, istasyonlar v.b. gibi yerlerde rahatlıkla kullanılabilir. Nispeten tavanların yüksek olduğu ortamlarda ve tavan yapısının bozulmasının istenmediği eski binalarda da uygun bir çözüm olabilmektedirler. Daha öncede belirtildiği gibi bu paneller tavanın akustiğine uygun olarak dizayn edilebilmektedirler. Yine unutulmamalıdır ki, bu paneller aynı zamanda ısıtma amacı ile de kullanılırlar ve bir uygulama yapılacağı zaman bu hususunda göz önünde bulundurulması zorunludur.

Mesken uygulamaları için bu sistemin uygulanabilirliğini irdelersek, mesken uygulamaları için iyi bir seçenek olmadığını görürüz. Radyant panellerde mahal havasının nemden arındırılmış olmasına ve dikkatli kontrol edilmesine gerek vardır. Bir mesken mahal içinde camların açık bırakılması veya çıkış kapılarının açık olması durumunda, nemli dış havanın mahal içine girmesine izin verilmiş olacaktır. Bu ortam içindeki yoğunlaşma noktası sıcaklığının artmasına sebep olabilir. Yoğuşmayı bu tür bir ortamda engellemek demek, panellerin nispeten yüksek sıcaklıklarda çalışması demektir. Panellerin soğutma kapasiteleri panel ve oda arasındaki sıcaklık farkına bağımlı olmasında dolayı, panel sıcaklığının düşük tutulması gereklidir [1]. Meskenlerde yoğuşmanın engellenmesi, panellerinde kullanımına bir engel teşkil etmektedir. Ayrıca mesken uygulamalarında, bu tür yatırımlar (klima v.b.) çoğunlukla lüks ve ihtiyaç dışı görüldüğünden, bu da kısıtlayıcı bir unsur olmaktadır.

İşyerleri ve resmi birimler gibi ortamlarda ise yoğuşma sorun teşkil etmemektedir. Çünkü, bu binalarda panel tesisatı ile beraber bir havalandırma ünitesi mevcuttur. Bu ünitelerde hava istenen nem seviyesinde tutulabilmektedir. Yine bu tür ortamlarda otomatik kontrol devreleri kullanılarak yoğuşmanın gerçekleşmesine izin verilmez. Oda içerisine konumlandırılan ve oda havasının çiğlenme noktası sıcaklığına duyarlı bir sensör vasıtasıyla sürekli kontrol altında bulundurulmuş panel girişinde, suyun sıcaklığı yoğuşma riski oluşturduğunda modüle edilebilir veya giriş akımı tamamen kesilebilir. Bu sebeplerdir ki, panel tesisatları soğutma amacıyla yüzme havuzları v. b. gibi ortam neminin yüksek olduğu yerlerde kullanılmazlar.

Radyant panellerin kullanılabilirliğini anlamak için basit bir örnek hesabı inceleyelim. Bu hesaplamalarda panellerin kapasiteleri ile ilgili bilgiler TWA firmasının kataloglarından alınmıştır.

Boyutları 4 m x 5 m x 2,44 m olan bir ofiste havanın sıcaklığı 24 °C bağıl nemi de % 45 olarak korunması istenmektedir. Odada ki bulunan insan sayısı mak. 7 kişidir. Psikrometrik diyagramdan ortam havasının özgül nemi yaklaşık 9 gr/kg, yoğuşma noktası sıcaklığı da yaklaşık 12,5 °C olarak görülür.

Bu tür ortam için Güneşten, insanlardan, ışıklardan v. b. ısı kaynaklarından kazanılan değerler göz önüne alınarak, ASHRAE kriterlerine göre odanın saatlik duyulur ve gizli ısı yükleri hesaplandığında yaklaşık olarak

$$\begin{aligned} \text{Duyulur ısı } & 2000 \text{ W} \\ \text{Gizli ısı } & 200 \text{ W} \end{aligned}$$

olduğu görülür.

Panele giriş suyu sıcaklığını bulabilmek için öncelikle, ortam havasının çiğlenme noktası sıcaklığına 0,5 °C ilave edelim ve panele giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki fark yaklaşık 3 °C olduğunu varsayalım. Buna göre panelde dolaşan su debisinin ortalama sıcaklığı

$$\begin{aligned} \text{Ort. Sıc.} &= \text{Giriş Suyu Sıc.} + 3/2 \\ &= (12,5 + 0,5) + 1,5 \\ &= 14,5 \text{ °C} \end{aligned}$$

olarak bulabiliriz.

Bu sistemlerin taze hava sistemleri ile beraber kullanıldıklarını belirtmiştik. Buna göre oda için gerekli minimum besleme havası miktarını bulmalıyız. ASHRAE' nin verilerine müracaat ederek, ofisteki bir insan için gerekli saat başına taze hava miktarını 10 L/s alırsak;

$$\begin{aligned} \text{Min. Taze hava deb.} &= (10 \text{ L/s}) \times \text{İnsan sayısı} \\ &= 10 \text{ L/s} \times 7 = 70 \text{ L/s} \end{aligned}$$

olarak bulunabilir.

Besleme havası içindeki özgül nem değerini 7,5 g/kg alırsak gizli ısı yükü

$$\begin{aligned} q_L &= Q \cdot \rho \cdot h_{fg} (W_{oda} - W_{bh}) \\ q_L &= 70 \text{ L/s} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 2500 \text{ j/kg} \cdot (9 - 7,5) \text{ g/kg} \\ q_L &= 315 \text{ W elde edilir.} \end{aligned}$$

Duyulur ısı için;

$$\begin{aligned} q_D &= Q \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_{oda} - t_{bh}) \\ q_D &= 70 \text{ L/s} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,0 \text{ j/kg} (297 - 288) \text{ K} \\ q_D &= 756 \text{ W} \end{aligned}$$

bulunur.

Panelin duyulur ısı yükünü bulabilmek için de, besleme havasının ısıl yükü, odanın saatlik ısı kazancından çıkartılır. Bu sayede;

$$\begin{aligned} \text{Panelin duy. ısı yükü} &= \text{Odanın saatlik ısı kazancı} - \text{Besleme havası duyulur ısı} \\ &= 2000 \text{ W} - 756 \text{ W} \\ &= 1244 \text{ W bulunur.} \end{aligned}$$

Bu değerlere göre bu tür bir ortamda kullanılacak paneli seçmede çeşitli firmaların katalog değerlerine başvurabiliriz. Bunun için önce oda içerisindeki sıcaklık, paneldeki ortalama su sıcaklığından çıkartılır. Örnek olarak TWA firmasının kataloguna müracaat edebiliriz. Oda türü iç odadır, sıcaklık farkı 9,5 °C dir. Buna göre yaklaşık 95 W/m² bir panel kapasitesi bulunur.

Tablo 1. Oda türüne göre seçilebilecek paneller ile ilgili örnek bir tablo [1].

Oda türleri	
A – İç oda	D - Dış duvarın % 50' i cam
B – Camsız dış duvarlı oda	E - Dış duvarın % 75' i cam
C – Dış duvarın % 25' i cam	F - Dış duvarın % 100' ü cam

Soğutma kapasiteleri

Hava Sıc.- Ort. Su Sıc. (°C)	A Tipi Oda (W/m ²)	B Tipi Oda (W/m ²)	C Tipi Oda (W/m ²)	D Tipi Oda (W/m ²)	E Tipi Oda (W/m ²)	F Tipi Oda (W/m ²)
5.5	54	66	88	110	120	126
6.1	60	73	95	117	126	132
6.7	66	79	98	120	129	136
7.2	69	85	104	126	136	142
7.8	76	88	110	132	142	148
8.3	82	95	120	139	148	151
8.9	88	101	123	142	151	158
9.4	(95)	107	129	148	158	164
10.0	98	114	136	155	164	167
10.6	104	120	142	158	170	173
11.1	110	126	145	164	173	180
11.7	117	132	151	170	180	183
12.2	123	136	158	177	186	189
12.8	126	142	164	183	192	196
13.3	132	148	167	186	196	199
13.9	139	154	174	192	202	205
14.4	145	161	177	199	208	211
15.0	151	167	183	202	213	214
15.6	155	174	189	205	218	227

En son olarak gerekli panel yüzeyini bulursak

$$\text{Gerekli panel alanı} = \frac{\text{Panel yükü}}{\text{Panel soğutma kapasitesi}} = \frac{1244 \text{ W}}{95 \text{ W/m}^2}$$

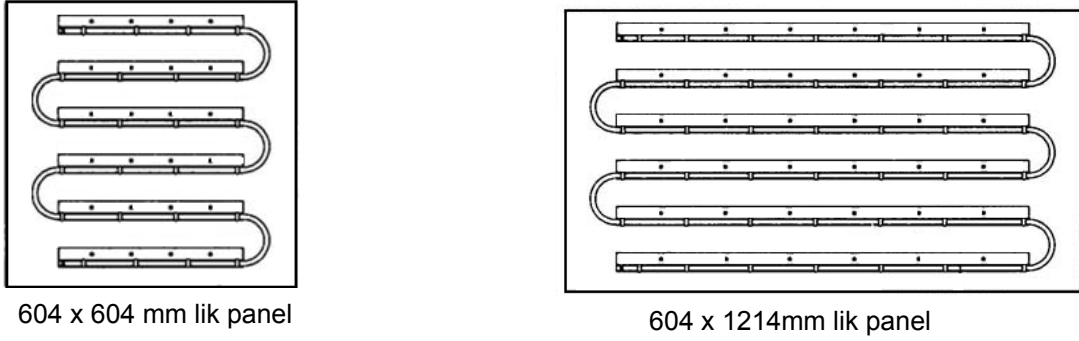
$$= 13 \text{ m}^2$$

bulunur.

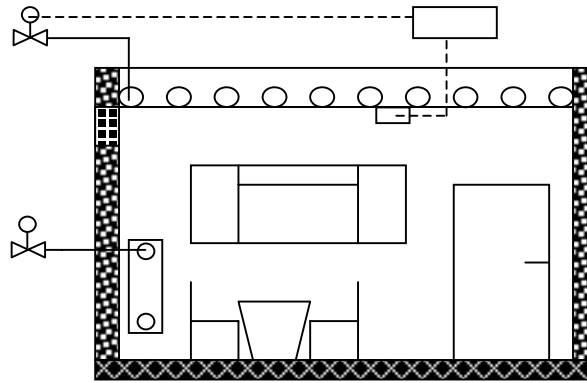
Odanın tavanı $4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$ olduğundan, tüm tavan üzerine bu sistem uygulanır. Eğer oda yükü için gerekli panel yüzeyi yetersiz geliyorsa, besleme havasının sıcaklığının indirgenmesine gidilebilir.

Genellikle panellerde kullanılan borular 5/8 inç çapındadır ve kapasite ayarı m^2 başına düşen boru kıvrımı sayısını diğer bir değişle panel modülünü artırarak ayarlanmaktadır. Panellere borular kelepçelerle tutturulur ve panel ile boru arasına termal bir yapıştırıcı ile sağlamlama yapılır.

Panel tesisatlarının kullanımı bazen cam önlerine yerleştirilen radyatörlerle desteklenmektedir. Özellikle ısıtma amacıyla kullanılan panellerde kış aylarında cam önlerinde oluşan düşük sıcaklığın bertaraf edilmesi amacıyla bu tür bir uygulamaya gidilmektedir. Bununla ilgili bir tesisat örneği şekil 8. de gösterilmiştir.



Şekil 6. Panel yapılarına örnekler [1]



Şekil 7. Panelin radyatörle beraber kullanımı ve kontrolü

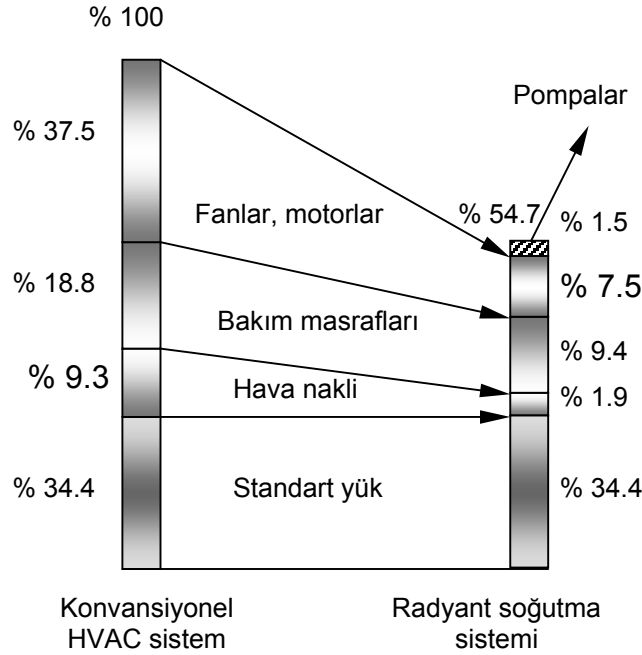
Burada radyatörün su girişinde termostatik vana, panel girişinde de bir kontrol döngüsü tarafından kontrol edilen bir akış kontrol vanası ile sistemin kontrolü sağlanabilir.

4. PANEL SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN KULLANIMININ GETİRDİĞİ AVANTAJLAR

1. Soğuk tavanlar, nispeten daha yüksek sıcaklıklarda kullanılabilirlerinden (16 °C) mekanik soğutma sistemlerine göre işletme masrafları daha azdır.
2. Radyant sistemler, konvansiyonel ısıtma ve soğutma sistemleri ile karşılaştırıldıklarında, hem ısıtma hem de soğutma uygulamalarında kullanılabilirlerinden gerekli ekipman ve boruda azalma sağlamaktadırlar [4].
3. Soğuk tavanlar konvansiyonel sistemler ile karşılaştırıldığında sessizdir ve mahal için gereken ısı, hava ile taşınmadığından saatteki hava değişiminin konvansiyonel sistemlerde 6 ile 10 arasıdayken , 2 ile 3' e indirgenmektedir.
4. Panel tesisleri, VAV veya fan-coil sistemlerine göre, yenmeleri gereken basınç değerleri daha düşük olduğundan, kendilerini amorte edebilmektedirler. Özellikle yüksekliği fazla ortamlarda bu avantaj daha da etkin olmaktadır.
5. Sistem ısıtma amaçlı kullanıldığında oda içerisindeki hava değişim katsayısı, konvansiyonel sistemlere nazaran daha yüksek olabilmekte fakat sistem soğutma amaçlı kullanıldığında nem kontrolü açısından buna izin verilmemektedir.

6. HVAC sistemlerinin yanlış tesis edilerek kullanıldığı mahallerde yüksek soğuk hava akımı ile oluşan rahatsızlık duygusu, panel tesisatlarının kullanımında görülmez.
7. Meskenlere şartlandırılmış havayı taşımak, şartlandırılmış suyu taşımaktan daha zordur. Bu açıdan da panel tesisatları avantajlı sayılmaktadır. Sistemin gece işletilmesi de taze hava sistemi kapatılıp, sadece mahalden ısı çekimi yapılabilmesi de, bu sistemleri avantajlı kılmaktadır.
8. Sistemin geceleri de çalıştırılması ile gerekli panel yüzeyinde azaltmalar sağlanabilmektedir. Bu sistemlerin ilk yatırım masrafının yüksek olması nedeniyle oluşan dezavantajda bu şekilde nispeten etkisiz kılmak mümkündür.
9. Radyant soğutma işlemini bir HVAC sistemi ile kıyasladığımızda özetle şekil 9 da ki oluşumu görürüz.

Bir HVAC sistemin çektiği enerjinin yüzdeleri cinsinden yapılan bu tabloda, görülüyor ki, panel tesisleri soğutma amacıyla kullanıldığında, konvansiyonel bir sistemin % 60' ı kadar enerji kullanarak aynı işi yapabilmektedir. Bu tablodan da anlaşıldığı gibi iki sistemin arasında bu denli bir farkın oluşmasına sebep, panel soğutma tesislerinde hava naklinin sadece ortam için gerekli taze havayı temin etmek için yapılmasıyla, kanallarda nakledilen hava debisinin azaltılmış olmasıdır. Aynı zamanda bu hava nispeten yüksek sıcaklıklarda mahale giriş yapması kompresörün daha az çalışması ile bir kazanım sağlamaktadır. Panel tesisatlarına ilave olarak eklenecek bir enerji tüketimi görüldüğü gibi su devir daim pompalarının çektiği enerjilerdir. Bu değerlerde toplam tüketimde çok fazla bir paya sahip değildir.



Şekil 8. HVAC ile panel tesisatlarının enerji bakımından karşılaştırmaları [1]



Şekil 9. Bir panel montaj görüntüsü [5]

Radyant panellerin bu sayılan avantajları yanında montajlarının kolay ve kısa sürdüğünü de belirtmek gerekir. Şekil 10 da bir panelin montaj aşamasından bir görüntü yer almaktadır. Önceden tavana bağlantıları taşıyan konsollar yerleştirilmiştir. Paneller birer hücre gibi ele alınarak birbirine irtibatlandırılır. Panel montajı tamamlandıktan sonra tavanda istenen mimari görüntüyü sağlayabilmek için uygun bir levha ile kaplanır. Şekil 11 de ise bu panellerin montajları sonrasında üzerlerine bir levhanın monte edilmesini göstermektedir. Görüldüğü gibi göze hoş gelen bir görüntü ile bu sistemler hayata geçirilebilir. Sistemin her hangi bir arızasında müdahale imkanı da bu sayede kolaylaştırılmaktadır.

Panellerin montajları ortama uygun formlarda yapılmaktadır. Buna örnek olarak şekil 12 yi verebiliriz.



Şekil 10. Panelin levhayla katlanması [5]



Şekil 11. Panelin kullanıldığı bir ortam [1]

SONUÇ

Ülkemizde kullanımı, sistemin teknik özellikleri ve işletilebilirliği bilinmediği için alternatif bir çözüm olmayan bu sistemler, aslında oldukça optimum çözümler sunmaktadır.

Bu sistemler için yapılan en büyük eleştiri, sistemin ilk kuruluş masrafına yönelmektedir. İyi bir sistem verimi ve hoş bir mimari için alüminyum ve bakır malzemelerin kullanılması nedeni ile maliyet artmaktadır. Fakat artık globalleşen Dünya' da en çok önem verilen sistemin ne kadar enerji tükettiğidir. Eğer sistem, kendini belli zamanda amorte ediyorsa ve çok çok aşırı bir kuruluş masrafına neden olmuyorsa, tercih edilir. Artık ısıtma ve soğutma sektörü böyle bir dez avantajı, dez avantaj olarak kabul etmemektedir. Panellerin masrafı nispeten fazla olabilir ama elektrik enerjisi tüketimindeki tutumluluğu, onu rahatlıkla kullanılabilir yapmaktadır. Çünkü odaya sadece taze hava ihtiyacı kadar hava gönderilmekte ve dolayısıyla HVAC sistemlerdeki gibi havayla, odanın ısı dengesi ayarlanmamaktadır. Gece işletmesinde taze hava akımı değeri iyice kısıtlanabilir veya kapatılabilirse bu bir enerji tasarrufu sağlar. Ayrıca gece dış ortam sıcaklığının düşmesi ile düşen yaş termometre sıcaklığı, panelde soğuk suyu sağlamada, su soğutma kulelerini yeterli kılabilir. Dolayısıyla su soğutma jeneratörünü devreden çıkardığımızda, çekilen elektrik enerjisini minimuma indirmektedir.

Sadece pompalar, su soğutma kulesi ve kontrol sistemleri çalışmaktadır. Düşününüz ki, ısı kazancı yüksek binalarda bu derece bir elektrik enerjisi redüklemesinin kazancını.

Yine bu sistemler HVAC sistemleri ile yapılan tesislerde yanlış ayarlanan hava akımları ile oluşan rahatsızlık verici soğuk akımları ber taraf eder. Ortamlardaki nesnelere direk ısı çekimi bu sistemleri yine bir nebze avantajlı kılar.

Bu sistemler ülkemizde bu gün olmasa, çok değil birkaç yıl sonra gündeme daha etkili gelecek ve mutlaka kullanılacaktır. Çünkü bilime, araştırmaya ve enerjiye verilen önemin ülkemizdeki değerlerine göre çok fazla olduğu Batı medeniyetlerinde 300.000 m² den fazla uygulaması yapılan ve bu işte bir sektör oluşturan güçlü firmaların varlığı, bu sistemlerin ekonomikliğini ve kullanılabilirliğini kanıtladığına en büyük delildir.

Bütün bu etkiler karşısında yapılması gereken, araştırma kurumlarımızın ve sanayimizin bir işbirliği yapması, bu sistemlerin temel kriterlerini kesin olarak belirlenmesi, çıkan sonuçların irdelenmesidir.

KAYNAKLAR

- [1] Twa firması radyant soğutma teknik notları.
- [2] Sulzer firması radyant soğutma teknik notları.
- [3] Feustel H. "Indoor Environment Program" teknik notları.
- [4] Sterling HVAC firması radyant soğutma teknik notları.
- [5] Zent – Frenger firması katalogları.

ÖZGEÇMİŞ

Arif Emre ÖZGÜR

1977 Eskişehir doğumludur. 1998 yılında S. D. Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. 1999 yılında yine aynı üniversitede Yüksek Lisans eğitimine başladı ve bitirdiği bölümde Araştırma Görevlisi oldu. Halen bu birimde öğrencidir ve aynı zamanda bitirdiği bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Çalışma konuları ısı tekniği ve akışkanlar üzerinde yoğunlaşmıştır.

İbrahim ÜÇGÜL

06.06.1963 yılında İstanbul' da doğdu. 1988 yılında Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümün' de Lisans öğrenimini tamamladı. Aynı yıl bitirdiği bölüme Termodinamik Ana Bilim Dalında çalışmak üzere Araştırma Görevlisi olarak atandı. 1991 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisansını, 1955 yılında da Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında Doktora çalışmasını tamamladı. Aynı yıl S.D.Ü. Müh. Mim. Fak. Tekstil Mühendisliği Bölümüne Yardımcı Doçent olarak atandı. Şu anda bu bölümde, Bölüm Başkanı olarak çalışmaktadır

Reşat SELBAŞ

3.3.1963 tarihinde Isparta' da doğdu. 1987 yılında Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimini tamamladı. 1989 tarihinde Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden yüksek lisans derecesini aldı. 1990 yılında Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne araştırma görevlisi olarak atandı. 1993 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında doktora eğitimine başladı. 1999 yılında doktor ünvanı aldı. Şu anda Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır. Almanca bilmektedir.