

DUVARDAN / TAVANDAN ISITMA VE SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE YOĞUŞMA KONTROLÜNDE YENİ BİR YAKLAŞIM

A New Approach To Condensation Control In Ceiling/Wall Cooling And Heating Systems

Artuğ FENERCİOĞLU

Remzi UĞUR

Hakan KARA

ÖZET

Duvardan ve tavandan ısıtma ile ısıtma ve soğutma yapan sistemler; mahal yüzeylerine monte edilen ve içinde su dolaşan radyant paneller vasıtası ile mahallin ısıtılmasını veya soğutulmasını sağlarlar. Radyant panellerle ısı transferinin %60'ı ısıtma ile gerçekleşir. Isının geniş yüzeyler kullanılarak üretilmesi düşük sıcaklıkta ısıtma, yüksek sıcaklıkta serinletme imkânı sağlar. Mahalde yüksek termal konfor verimli, yenilenebilir enerjinin etkin kullanımı radyant iklimlendirme sistemlerinin tercih edilme sebebidir. Özellikle de uygun dış ortam koşulları göz önüne alındığında ülkemizin batı ve kıyı kesimlerinde uygulamaları artmaktadır. Bu uygulamalarda iklimlendirme yapılan binanın zon olarak tanımlanan her bölümünde birbirinden bağımsız olarak sıcaklık, nem ve çiy noktası sıcaklığı kontrolü yapılır. Yapılan uygulamalarda tasarım koşullarının bozulması ile ortaya çıkan farklı şartlarda yoğuşma olasılığı ortaya çıkabilir. Kontrol sistemi, bu koşullar ortaya çıktığı zaman, mahallin konfor şartlarını koruyacak şekilde sistemi çalıştırması beklenir. Kontrol mekanizması sağlanmadan yapılan uygulamalarda yoğuşma sorunları ortaya çıkmaktadır. Karşılaşılan bu sorunlar, sistemin kullanımı konusunda tasarımcıların, karar vericilerin ve son kullanıcıların aklında soru işaretlerine yol açmaktadır.

Bu çalışmada radyant iklimlendirme sistemlerinin kontrolü için tasarlanan bir kontrol sistemi anlatılacak ve İzmir'de birden fazla bağımsız bölümü olan bir konutta yapılan başarılı uygulamanın sonuçları paylaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Radyant iklimlendirme, Yenilenebilir enerji, Akıllı bina, Enerji verimliliği, Temiz enerji, Sürdürülebilir çevre, Nem ve çiy noktası sıcaklığı kontrolü.

ABSTRACT

Systems that provide heating and cooling by radiating from the wall and ceiling; allow heating or cooling of the space by means of radiant panels which are internally water circulated and mounted on the surfaces of the spaces.

By radiant panels, 60% of heat transfer is carried out with radiation. Therefore heat is produced using large surfaces; heating at low temperature and cooling at high temperature, high thermal efficiency, high energy efficiency and efficient use of renewable energy are the reasons why radiant air conditioning system is preferred. Especially in the western and coastal regions of our country, the applications are increasing considering the appropriate external environment conditions. In these applications; temperature, humidity and dew point temperature are controlled independently from each other in each defined section of the air conditioned building. In practice, condensation may occur under different conditions resulting from the deterioration of design conditions. When these conditions arise, the control system is expected to operate the system in such a way as to maintain comfort conditions

of space. Condensation problems occur in applications without this control mechanism, as known by automation.

These encountered problems, bring question marks about the use of the system in the minds of designers, decision makers and end users.

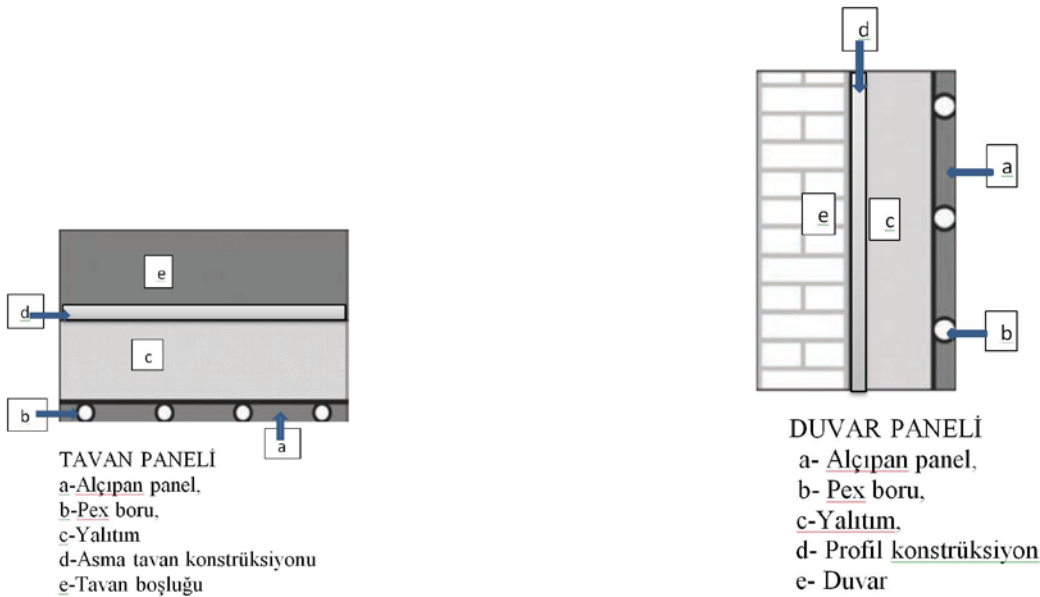
In this study, a control system designed to control radiant air conditioning systems will be described and the results of the successful implementation in a residence with more than one independent section in İzmir will be shared.

Key Words: Radiant Air Conditioning, Renewable energy, Smart building, Energy efficiency, Clean energy, Sustainable environment, Humidity and dew point temperature control.

1. GİRİŞ

Temel prensip olarak yüzeyden ısıtma-soğutma sistemleri, kontrol edilen mahal sıcaklığını tavan, zemin ve duvar içerisine yerleştirilmiş panellerden ya da ıslak yapı içine gömülmüş borulardan şartlandırılmış su veya farklı bir akışkanın dolaşımı ile sağlandığı iklimlendirme sistemleridir. Bu sistemlerde ısıtma amacıyla ortama geçen ısı veya ortamdan serinletme için çekilen ısı, büyük oranda ışınım ile transfer edilir; Amerikan Tesisat Mühendisleri Derneği (ASHRAE) 'nin tanımına göre; eğer ısı transferinin %50'den fazlası radyasyon (ışınım) ile gerçekleşiyorsa sistem radyant olarak adlandırılır. Bu sistemler, kontrol edilen yüzey sıcaklığının oda sıcaklığına yakın bir değerde olmasıyla karakterize edilir.

Yüzeyden ısıtma-soğutma sistemlerinde; iklimlendirilen mahal içerisindeki insanlar mahalini ısıtıldığını veya soğutulduğunu hissetmezler. Konfor şartlarının en yüksek düzeyde sağlandığı bu sistemde, yüzeyler arasındaki sıcaklık farkları azaltılarak, aksi durumlarda meydana gelen konforsuzluk ortadan kaldırılır. Radyant ısıtma soğutma sistemleri mahal içerisinde yer işgal etmediğinden, kullanıcının aktif yaşam alanında herhangi bir yer kaplamaz. Mimari tasarıma yeni serbestlikler, insan sağlığı ve rahatlığı, mekan temizliği ve genel hijyen gibi bir çok konuda yeni boyutlar getirmektedir. Radyant ısıtma-soğutma sistemleri, atık enerjinin değerlendirilmesinde, alternatif enerji ve yenilenebilir (örn: güneş enerjisi, jeotermal ve ısı pompası) enerji kaynaklarından yeterince yararlanma konularında rakipsizdir. Böylelikle milli kaynaklarımızın kullanılması, enerji kaynaklarımızın ve doğal çevrenin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir.

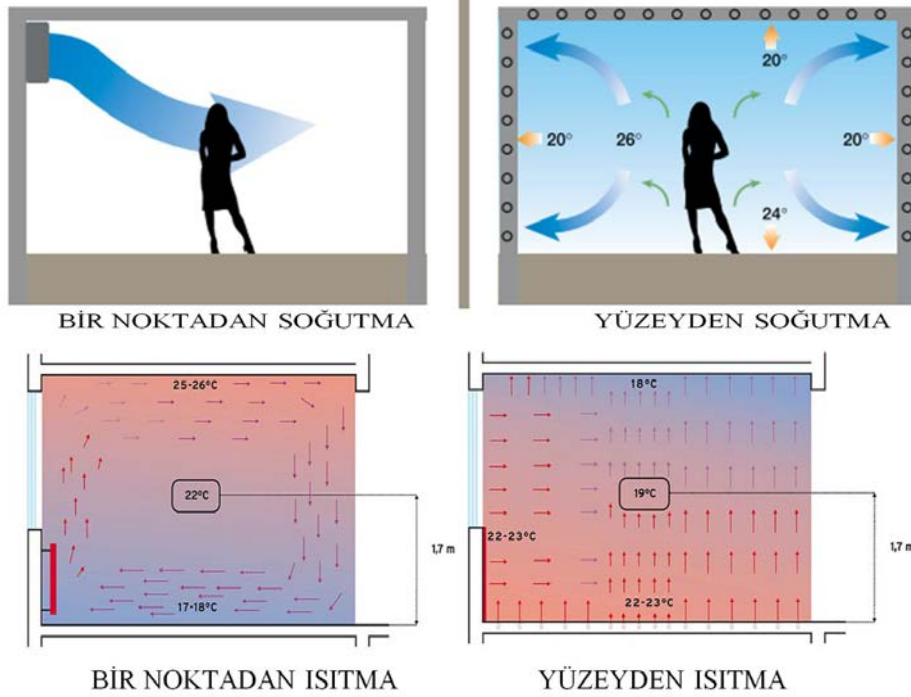


Şekil 1 : Tavan ve Duvar Paneli

2.ENERJİ VERİMLİLİĞİ YÜKSEK, RADYANT TAVAN VE DUVAR İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Konutların iklimlendirme sistemleri, genel olarak birincil enerji kaynakları kullanılarak yapılmaktadır.. Bu durumun ortaya çıkardığı sonuç, sürdürülebilir çevre kavramına uygun değildir. Bu nedenle yeni geliştirilen sistemler, klasik sistemlerin aksine temel prensip olarak sürdürülebilir enerjinin kullanılmasının amaçlandığı; atık ısılardan, alternatif enerji kaynaklarının ve ısı pompası gibi yeni cihazların kullanımının yaygınlaştırılmak istendiği sistemlerdir.

Yüzeyden (Radyant) ısıtma ve soğutma sistemleri günümüzde kullanılan tüm iklimlendirme sistemlerine alternatif; yüksek enerji verimliliğiyle çalışan sistemlerdir. Mahallerin zemin ya da duvar yüzeyleri, ısı transfer yüzeyi olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla mahal için gerekli olan ısı yükleri, geleneksel ısıtıcılara göre çok daha büyük yüzeylerden gerçekleştirildiği için, düşük sıcaklık farkları ile gerekli ısıtma veya soğutma sağlanabilmektedir.



Şekil 2 : Bir noktadan şartlandırma ile radyant sistem kullanılarak şartlandırma farkı

Isı pompası ile birlikte kullanıldığında, yüksek enerji tasarrufu sağlar. Radyant ısıtma-soğutma enerji yüklerini kolayca dengede tutar; bina ısıtma ve soğutma giderleri, donanım bakım maliyetleri açısından tasarruf sağlar.. Radyant iklimlendirme sistemi, çevre dostu, sürdürülebilir, az enerji tüketen ve ihtiyaç duyduğu enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan sağlayan binaların tasarımına katkıda bulunduğu için, diğer klasik iklimlendirme sistemlere göre kıyasla daha çok tercih edilmektedir.

Yüzeyden ısıtma-soğutma sistemleri, ısıtma yaptığı dönemde ek maliyet getiren donanım gerektirmez. Fakat soğutma yaptığı dönemde, sadece duyulur soğutma yükünü karşıladığından, havanın içinde bulunan su buharının faz değişiminden kaynaklanan gizli ısıyı karşılayamaz. Su buharının artması konfor şartının bozulmasına sebep olur. Sıcaklık değişimi ile yoğunlaşan su buharı panel yüzeyinde toplanır.y. Bu iki olumsuz durumun meydana gelmesini önlemek için, psikrometrik değerlerin yüklendiği sıcaklık, nem ve çığ noktasının kontrolünü sağlayan ve yöneten bir otomasyon programına ve ekipmanlarına ihtiyaç vardır.

2.1. Nem Kontrolü

Radyant sistemde nem kontrolü, iklimlendirilen mahalde çekilen havanın, soğuk sulu serpantili nem alıcıdan geçirilerek, kurutulduktan sonra tekrar mahale verilmesi ile gerçekleştirilir. Mahalde hedeflenen

bağıl nem %50, mutlak nem 9,2 gr/kg tır. Nem, yapı malzemelerini, bina sakinlerinin konforunu ve birçok durumda, tesiste yapılan çalışmayı etkiler. Çiğ noktası sıcaklığını kontrol etmek için, sistemde dolaştırılan suyun sıcaklığı, mahal çiğ noktası sıcaklığının üzerinde tutulmalıdır. Nemin, ortamlar, insanlar ve süreçler üzerindeki etkisi bulunmaktadır. Nem ile sıcaklık, nem içeriği ve basınç arasında doğrusal olmayan ilişkiler bulunmaktadır.. Bu ilişkiler, en iyi psikrometri bilimi kullanılarak resmedilmiştir. Nem giderme sistemi tasarımı ile ilgili öncelikli konu, enerji tüketimidir.. 18°C sıcaklıkta ki 453gr (1 lb)su -17°C' ye soğutulması yaklaşık 0.0003 kWh enerji gerektirirken, 453gr (1 lb)su buharının suya yoğunlaştırılması yaklaşık 0.3 kWh enerji gerektirir. (1)

Radyant iklimlendirme sistemi yaygınlaşmaya başladığında, konut uygulamaları için radyant sistemler iyi bir seçenek olarak görülmüyordu. Radyant panellerde mahal havasının nemden arındırılması 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. Konutlarda yoğuşmanın engellenememesi, panellerinde kullanımına bir engel teşkil etmektedir. Konutta radyant sistemi kullanabilmek için mutlaka nem kontrolü yapmak gerekir. Nem kontrolünü sağlamak için titizlikle kurulmuş bir otomasyon sistemine ihtiyaç duyulmaktadır.

3. RADYANT İKLİMLENDİRME OTOMASYON SİSTEMİ

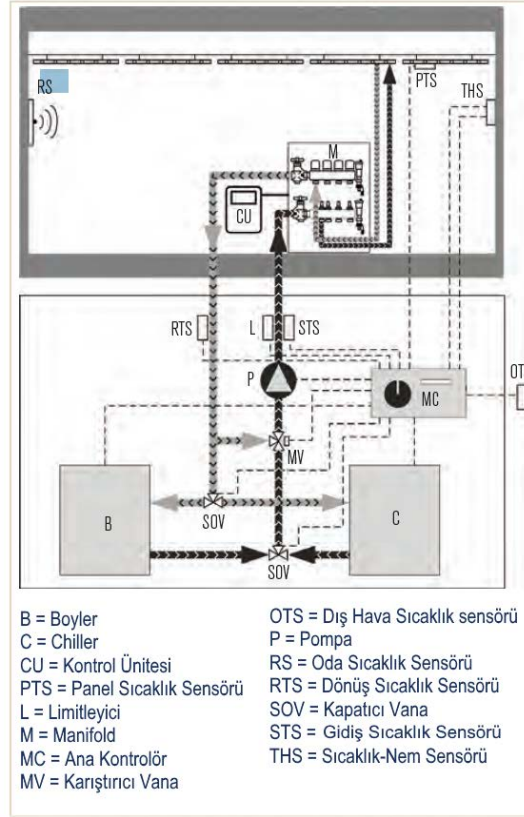
Merkezi kontrol, dış sıcaklığa bağlı olarak radyant sistem için besleme suyu sıcaklığını kontrol eder. Oda kontrolü daha sonra oda ayar noktası sıcaklığına göre her oda için su akış oranını veya su sıcaklığını kontrol eder. Besleme suyu sıcaklığını kontrol etmek yerine, dış ve / veya iç ortam sıcaklığına göre ortalama su sıcaklığının (besleme ve geri dönüş suyu sıcaklığının ortalama değeri) kontrol edilmesi önerilir. Isıtma periyodu sırasında, iç yük arttıkça, radyant sistemden ısı çıkışı azalacak ve dönüş sıcaklığı artacaktır. Kontrol sistemi, ortalama su sıcaklığını kontrol ediyorsa, artan dönüş suyu sıcaklığı nedeniyle besleme suyu sıcaklığı otomatik olarak azalacaktır. Bu, ısı çıkışının alana daha hızlı ve daha hassas bir şekilde kontrol edilmesine neden olacak ve besleme suyu sıcaklığının kontrol edilmesinden daha iyi bir enerji performansı sağlayacaktır.

Radyant yüzey soğutma sistemlerinde, yoğuşmayı önlemek için kontrole ihtiyaç vardır. Bu, en yüksek çiğlenme noktası sıcaklığına sahip bölgeye bağlı olarak, minimum su sıcaklığını sınırlayan besleme suyu sıcaklığının merkezi kontrolü ile yapılabilir. Besleme suyu sıcaklığı sınırlanırsa, sistemin geri kalan kısmının sıcaklığı çiğ noktasından daha yüksek olacaktır ve borular üzerinde ve radyant sistemin yüzeyinde yoğuşma riskini yok edecektir. Besleme suyu sıcaklığının sınırlandırılması, radyant sistemin soğutma gücünü arttıracak, iç mekan nem seviyelerini düşürecektir. Nem alma, havalandırma için kullanılan havanın çiğ noktası sıcaklığını düşürecek ve radyan sistemin daha yüksek soğutma kapasitesine izin verecektir.

Enerji ve kontrol performansını optimize etmek için büyük binalar birkaç farklı termal bölgeye ayrılmalıdır. Her bölge, bölgenin temsili bir alanında bulunan bir sıcaklık sensörü ile kontrol edilebilir. Yüksek seviyeli konfor ve daha fazla enerji tasarrufu için, her odaya özel oda termostatı kullanılır, kollektör üzerindeki her vana, her bir odada ki termostat tarafından kontrol edilir. Bir apartman ya da tek ailenin yaşadığı evi normalde bir bölge olarak kabul edildiğinde, her oda için termostat kullanımı uygun olur. Daha iyi termal konfor için, oda sıcaklığının, operatif sıcaklığın bir fonksiyonu olarak kontrol edilmesi tercih edilir. Gömülü boruların olduğu yüzeylerin ısı kapasitesi, ısıtma sisteminin termodinamik özellikleri ve dolayısıyla sistemin kontrol stratejisi için önemli bir rol oynar. Geleneksel zeminden ısıtmanın tepki süresinin bariz bir sonucu, ısıtma gücünün anlık kontrolünün gerekli olmamasıdır.

Isı transfer ortamının sıcaklığı, tepki süresi ve sistemlerin termal kapasitesi, boruların gömülü olduğu yüzey tabakasının kalınlığına bağlıdır. Düşük sıcaklıkta ısıtma ve yüksek sıcaklıkta soğutma sistemi için önemli bir etken, sistemin kendi kendini denetlemesini sağlayan bir kontrol sistemidir. Bu "kendinden regüleli" kısmen oda ile ısıtılmış / soğutulmuş yüzey arasındaki sıcaklık farkına ve kısmen de gömülü borulardaki oda ve ortalama su sıcaklığı arasındaki farka bağlıdır. Bu etki, oda sıcaklığına

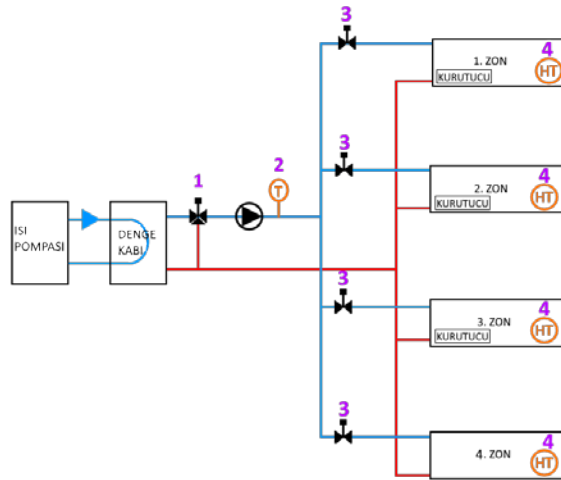
yakın yüzey sıcaklıklarına sahip sistemler için daha büyüktür, çünkü küçük sıcaklık değişimi, yüksek sıcaklık farklılığındaki aynı sıcaklık değişikliğine kıyasla daha yüksek bir yüzdeyi temsil eder. Sistemin mahal içinde ki parametreleri baz alarak kendi kendini kontrol etmesini sağlayan otomasyon, sabit bir termal ortamın korunmasını sağlayarak, mahal ki kişilere 24 saat aynı konforu verir.(2)



Şekil 3: Radyant Sistem Tasarımı

Yukarıda yaptığımız bilgilendirme ışığında, İzmir Bornova da 2 adet konutta uyguladığımız, Radyant İklimlendirme Sisteminin otomasyonu ekipmanları ve çalışma şeklini aşağıda açıklamaya çalışalım.

4. OTOMASYON SİSTEMİ EKİPMANLARI VE ÖZELLİKLERİ



Şekil 4: Otomasyon sistemi ekipmanları



Ekipmanlar ve özellikleri:

1. Kontrol vanası ve motoru: Vana gövdesi üç yollu ve oransal motorludur.

2. Yüzey tipi sıcaklık hissedicisi: Isıtma/Soğutma paneli yüzey/boru tipi sıcaklık hissedicisi (Sistem tasarımında kullanmayı planladık. Fakat sistemin kurulumunu yaparken kullanmadık.)

3. Zon vanası ve vana motoru: vana gövdesi iki yollu ve on/off motorludur.

4. Kurutucu: Mahal tipi kurutucu ünite dışardan gelen kontak ile devreye girmektedir. (Proje başlangıcında her zon için ayrı kurutucu olacağı hesaplanmıştır. Daha sonrasında zonların birleştiği koridorlara kurutucu konulmuştur. İki katlı bir villa projesi için 2 adet kurutucu kullanılmıştır.)

5. Oda ünitesi

5.1. Sıcaklık hissedicisi ile mahal sıcaklığını ölçülmektedir.

5.2. Bağıl nem hissedicisi ile mahal bağıl nem ölçülmektedir.

4.4.3.5.3. Sıcaklık ve bağıl nem hissedicisinden yapılan ölçümleri kullanarak çığ nokta sıcaklığını ve mutlak nemi hesaplanmaktadır..

5.4. On/Off kesme vanası motorunu kontrol etmektedir.

5.5. Mahal tipi kurutucuyu kontrol etmektedir.

5.6. Opsiyonel olarak haberleşme yeteneği olacaktır. (Sistem kurulumunda, kablosuz haberleşmeli sıcaklık ve nem hissedici kullanılmıştır.)

5.7. Kullanıcının aşağıdaki işlemleri oda ünitesi üzerinden yapılması planlandı. Kurulan sistemde, sistem ayarları akıllı telefon üzerinden yapılmaktadır.

5.7.1. Oda ünitesi açık kapalı konumu görülüp değiştirilebilmelidir. (Devrede / devre dışı)

5.7.2. Mahal sıcaklık set değeri görülüp değiştirilebilmelidir.

5.7.3. Mahal sıcaklığı görülebilmelidir. (opsiyonel)

5.7.4. Isıtma/soğutma geçişi yüzey sıcaklık hissedicisine göre otomatik yapılabilmelidir.

5.7.5. Vananın konumu görülebilmelidir. (opsiyonel)

5.7.6. Mahal tipi kurutucunun konumu görülebilir olmalıdır. (opsiyonel)

5.7.7. Çiğlenme durumu görülebilmelidir.

5. KONTROL SİSTEMİNİN İŞLEYİŞİ

5.1. Oda ünitesi açık konumu getirildi ise (sistem devrede);

5.1.1. Isıtma modunda mahal sıcaklığı mahal set değerinden önceden belirlenen ölü bölge değeri kadar düşük olduğunda vana motoruna aç sinyali gönderilir. Mahal sıcaklığı set değerine eşitlendiğinde veya üzerine çıktığında vana motoru kapalı konuma getirilir. Mahalin ölü bölge değeri kadar soğuması durumunda tekrar vana açılır.

5.1.2. Soğutma modunda mahal sıcaklığı mahal set değerinden önceden belirlenen ölü bölge değeri kadar yüksek olduğunda vana motoruna aç sinyali gönderilir. Mahal sıcaklığı set değerine eşitlendiğinde veya altına düştüğünde vana motoru kapalı konuma getirilir. Mahalin ölü bölge değeri kadar ısınması durumunda tekrar vana açılır. Soğutma modunda iken mahalin sıcaklığı ve bağıl nemi sürekli ölçülerek çiğlenme sıcaklığı hesaplanır. Hesaplanan çiğlenme sıcaklığı, panel yüzey sıcaklığının 1 derece altında veya daha düşükse yukarıda anlatıldığı gibi vananın açılmasına izin verilir. Aksi durumda çiğlenme riski olduğu için vananın açılmasına izin verilmez. Oda ünitesi tarafından hesaplanan mutlak nem değeri önceden belirlenmiş olan tasarım değerinden yüksek olduğu durumlarda kurutucu kumandası aktif edilerek mahalin kurutularak tasarım değerlerine gelmesi sağlanır. Mutlak nemin tasarım değerlerine gelmesi durumunda kurutucu durdurulur.

5.2. Oda ünitesi kapalı konumu getirildi ise (devre dışı) ;

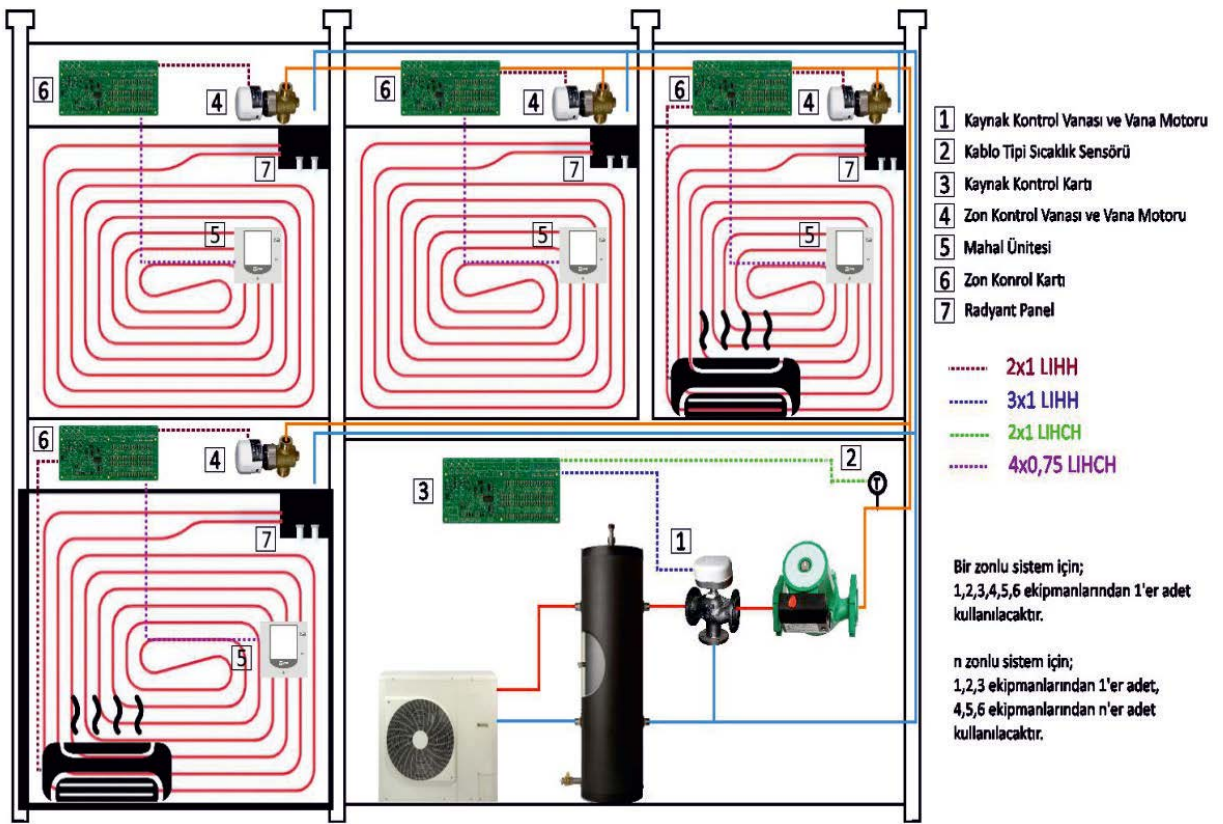
Vana ve kurutucuya kapat sinyali gönderilir.

5.3. Merkezi kontrol opsiyonu

Haberleşme yeteneği olan oda üniteleri kullanıldığında, bir merkezi kontrol birimi vasıtası ile tüm zonların hesaplanan çığlenme sıcaklıkları alınır. Bunların içinden en yüksek olanı seçilerek soğutma suyu sıcaklığı buna göre ayarlanır.

Tesisata mahallerde çığlenmeye yol açmayacak soğuk su gönderilmesi için 3 yollu vana ve pompa kullanılmıştır.

Merkezi kontrol ünitesinde tüm zonların verileri toplanabilir olduğundan bu ünite üzerinden pc, tablet ya da telefon ile izleme ve kontrol yapıldı.



Şekil 5: İzmir Konut Projesi Sistem Çözümü

SONUÇ

Bu uygulama ile radyant sistemlerin serinletme tasarım koşullarını dikkate alınarak kurulan sürekli kontrol yapan bir sistem ile yoğuşma oluşması engellenmiştir. Pencerenin veya balkon kapısının açılması ile doğrudan daireye giren nemli hava; mutfaktaki su ısıtıcısından buharlaşan su; banyoda ortaya çıkan su buharının daire içinde yayılması gibi konut günlük yaşamındaki sıradan olaylarla konut içindeki mutlak nem artabilmektedir. Artan nem ile radyant sistemlerin yüzeyinde yoğuşma başlayabilmektedir. Nem miktarının ölçülerek farkedilmesi ile yüzey sıcaklığının çığlenme sıcaklığı üstünde tutulmasını sağlayan tesisat ve kontrol sistemi bütünü ile her koşulda yoğuşma engellenmiştir. Bu sırada daire içinde artan nem nedeni ile hissedilen konfor kaybı, kurutucunun çalıştırılması giderilmiştir.

İzmir'deki uygulama da radyant iklimlendirme sisteminin yapısından ileri gelen verimlilik, otomasyon sisteminin devreye girmesi ile en üst seviyeye çıkmasının yanında, konfor ve süreklilik sağlamıştır. Otomasyon sistemi ile radyant iklimlendirme sisteminin işleyişini kendi kendine(akıllı) kontrol etmesi, sisteme müdahale gerektirmediğinden, konutta yaşayanlar tarafından varlığı unutulmuştur.

İklimlendirme sistemi 7 gün 24 saat çalışmasına rağmen elektrik faturalarının 1 sene öncesine karşılaştırıldığında, binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı, elektrik tüketimi, 6702 kWh değerinden 5585 kWh değerine, yıllık soğutma enerji ihtiyacı, soğutma için harcanan elektrik 15016 kWh değerinden 11290 kWh değerine düşmüştür. Otomasyon konutu akıllı bina konseptine taşımış, 12 ay boyunca yaşam alanını aynı konfor düzeyinde tutmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Humidity Control Dehumidification Technologies CHARLES A. ROWLAND, PE, LEED AP, and MARTIN J. WENDEL JR., PE Kling Philadelphia, Pa. | Mar 01, 2005
- [2] Radiant Heating and Cooling Systems, BY KWANG WOO KIM, ARCH.D., MEMBER ASHRAE; BJARNE W. OLESEN, PH.D., FELLOW ASHRAE
- [3] Radyant Soğutma Tesisatı, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi
- [4] Library Of System Control Strategies, Application Guide AG 7/98; A.J. Martin, C.P. Banyard
- [5] DUDKIEWICZ, E. ve JEZOWIECKI, J., (2009), "Measured Radiant Thermal Fields In Industrial Spaces Served By High İntensity IR", Energy and Buildings, 41, 27-35, 2009
- [6] FRANC S., "Economic Viability Of Cooling Ceiling Systems", Energy and Building, 30: 195-201, Aachen, Almanya., 1999
- [7] YOST, P. A., BARBOUR, C. ve WATSON, R., "An Evaluation of Thermal Comfort and Energy Consumption for a Surface Mounted Ceiling Radiant Panel Heating System", ASHRAE Transactions, 101(1): 1221-1233, 1995
- [8] CHAPMAN, K. S. ve ZHANG, P., "Radiant Heat Exchange Calculations in Radiantly Heated and Cooled Enclosures", ASHRAE Transactions, 101: 1236-1246., 1995

ÖZGEÇMİŞ

Artuğ FENERCİOĞLU

1972 yılı Isparta doğumludur. 1990 Ankara Fen Lisesi ardından İTÜ Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Sistem Dinamiği ve Kontrol Dalından 1994 yılında mezun olmuştur. 1995 yılında Otomatik kontrol sistemleri tasarım, satış ve kurulumu yapan bir firmada çalışmaya başlamıştır. 2006 yılında yine aynı alanda çalışmak üzere kurulan, kurucu ortağı olduğu On Otomasyon Sistemlerinde halen çalışmaktadır. On Otomasyon, 2012 yılında kontrol paneli üreterek üretime başlamıştır. Çalışma alanında edindiği bilgi, birikimi ve tecrübeyi yeni ürünler üretmeye aktararak faaliyetine devam etmektedir.

Remzi UĞUR

1968 Sivas doğumludur. 1990 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 1999 yılında Gazi üniversitesi yüksek lisans yapmıştır. 1999-2001 Dil öğrenimi için İngiltere' de Liverpool Hope University'de dil eğitimi almıştır. Yaklaşık 28 senedir mekanik tesisat sektöründe faaliyet gösteren çeşitli firmaların hem şantiye hem de ofis ayağında çalışmıştır. Mart 2015 yılından itibaren Mir Araştırma Geliştirme A.Ş. bünyesinde "Radyant Panel İklimlendirme Sistemi Ticarileştirme Sorumlusu olarak çalışmaktadır.

Hakan KARA

1971 Ankara doğumludur. 1993 yılında 9 Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde mezun olmuştur. 1993'ten 1998'e kadar Koçbeyler İnşaatın Kurucusu ve ortağı olarak inşaat sektöründe hizmet vermiştir. 1998 yılından itibaren kurucusu ve ortağı olduğu HVK Mühendislik İnşaat İç ve Dış Ticaret A.Ş. şirketinde Genel Müdür olarak görev yapmaktadır.