

KLİMALAR İÇİN YENİ BİR KONTROL SİSTEMİ

İbrahim SEFA ve H. Tolga KAHRAMAN

GEMEC_Gazi Elektrik Makineleri ve Enerji Kontrol Grubu, Elektrik Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500, Beşevler, Ankara
isefa@gazi.edu.tr, hamditolga@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 27.04.2006; Kabul/Accepted: 16.07.2007)

ÖZET

İklimlendirme üzerine yapılan çalışmalar günümüzde, enerji tasarrufu sağlamak ve ortam sıcaklık konforunu daha üst düzeyde temin etmek konularında yoğunlaşmıştır. Mevcut iklimlendirme sistemleri ortam sıcaklığını klima üzerindeki sıcaklık algılayıcısı ile tespit etmektedir. Bir noktadan yapılan ölçüm ile bütün bir iklimlendirme bölgesinde eşit bir konfor temini mümkün olmamaktadır. Bu çalışmada, iklimlendirmede ortam sıcaklık konforunu artırmaya yönelik “Çok Noktadan Sıcaklık Ölçümü” olarak adlandırılan bir yaklaşım sunulmaktadır. Klimada denetleyici olarak PIC18F452 işlemcisi kullanılmış olup, uzak noktalardan sıcaklık ölçümü yapan modüllerle radyo frekansında (RF) haberleşmektedir. Programlanabilme, uyku, otomatik çalışma, fan hızı ve üfleme açısı kontrolü gibi fonksiyonlar kızılötesi (IR) haberleşen bir uzaktan kumanda üzerinden yapılabilmekte, ayrıca durum bilgileri klima üzerindeki likit kristal göstergeden (LCD) izlenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık konforu, çok noktadan sıcaklık ölçümü, kablosuz sıcaklık ölçümü, mikro denetleyici tabanlı kontrol.

A NOVEL CONTROL SYSTEM FOR AIR CONDITIONERS

ABSTRACT

Recent studies on air conditioning have been constructed on how to improve the energy saving and comfort of ambient temperature. Existing air conditioners are capable of determining temperature of environment through the temperature sensors on them. It is not possible to obtain homogeneous temperature all over the area with a single point measurement. In this study, the ambient temperature was measured using the temperature measurement modules installed at different places in the room. To do this, a PIC18F452 was used as a main controller. This microcontroller communicates with the other remote temperature measurement modules in radio frequency (RF) mode. The developed control system has the features such as LCD display, programmability, sleeping and automatic operation mode, three steps fan speed control, adjustable fan angle, and remote control with LCD display.

Keywords: Thermal comfort, multiple sensor temperature measurement, wireless temperature measurement, microcontroller based control.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Teknolojinin gelişimine ve refah düzeyinin artmasına paralel olarak farklı amaçlarla kullanılan mekânlarda sıcaklığın homejen olarak düzenlenmesine yönelik çalışmalar giderek daha çok önem kazanmaktadır. Elektrik enerjisi maliyetinin yüksekliği, bu çalışmalarda tasarruf ilkesini ön plana çıkarmaktadır. Gerek insanların bulunduğu ortamların ve gerekse depo amaçlı kullanılan kapalı ortamların havasını uygun şartlarda tutmak, hem insanların daha verimli çalışmalarını, hem de depolanan malzemelerin daha

uzun ömürlü olmalarını sağlamak için önemli bir etkidir. Ortamın sıcaklık konforunu sağlamada

genel olarak iki yöntem kullanılır. Birinci yöntem, ortam sıcaklığıyla ilgili denetlenebilen tüm etkenlerin belirlenmesi ve sabitlenmesi esasına dayanır. İkinci yöntem ise insanın sıcaklık-algılama temeline dayanır [1-4].

Genel olarak geniş ortamların iklimlendirilmesi bir noktadan denetlendiğinde, mikro işlemciler ile

tasarlanmış bir kontrol sistemi kullanılmaktadır. Bunun dışında oda ve pencere tipi ve split klimalar için genelde mikro denetleyicili kontrol sistemleri kullanılmaktadır.

Lin [5], çok sayıda algılayıcı kullanarak bir HVAC sistemin denetim benzetimini yapmıştır. Çalışma sonucunda çok sayıda algılayıcı bilgisinin denetimde iyileşmeler sağladığını bildirmektedir. Taşınabilir modüllerin pratik olarak modelden bağımsız uygulama imkânı sağladığı bu çalışmada tespit edilmiştir. Çoklu algılayıcı kullanma yönetiminin bilhassa tek algılayıcı yöntemden çok daha fazla ısı konforu ve enerji verimliliği sağladığını bildirmektedir. Çalışmanın sonucunda kablosuz iletişimin gerçek uygulamalardaki yeteneğine vurgu yapılmaktadır. Ayrıca çok algılayıcı yöntemin gerekliliğine, çok noktadan sistemin hatayı belirlemesindeki önemine vurgu yapılmaktadır.

Rutman [6], bir büronun sıcaklık konforunu ELECTRE II yöntemini kullanarak mikroişlemci ile denetlemiştir. ELECTRE II yönteminin ilk adımında, ortamdaki potansiyel etkiler belirlenir. Bunların bir kaçı ortamın alanı, havanın yayılma performansı, ortam sıcaklığını bozucu etkilerdir. İkinci adımda kıstasların etki düzeyi belirlenir. Üçüncü adımda performans matrisi oluşturulur. Dördüncü adımda kıstasların etkisi kabul edilebilir düzeyde sınırlandırılır. Beşinci adımda performans matrisinin analizi yapılır.

Lute [7] tahmin edici bir sistem kullanarak, ortam sıcaklık konforunu düzenlemiştir. Kapalı ortam ısısının hesabı ARMAX matematik modeli tahmin edici algoritması kullanılarak yapılmıştır. DTED yaklaşımında ikisi denetlenen (ısıtma, soğutma), ikisi denetlenemeyen (dış sıcaklık, güneş ışıması) fakat ölçülebilen ve gelecekteki durumu tahmin edilebilen olmak üzere dört giriş ve bir çıkış vardır.

Wei [8], insanın sıcaklık-algılamasını temel alan, otomobiller için akıllı bir sıcaklık denetim (OAID) sistemi geliştirmiştir. Sistem araç içerisinde koltukların yüzey sıcaklığını sabit bir kızılotesi algılayıcı vasıtasıyla ölçer. Geliştirilen OAID sisteminde, yüzey sıcaklığını ölçme yolu ile akıllı bir yüzey sıcaklık denetimi yapılmıştır.

Wang [9], kablosuz algılayıcılar üzerine yaptığı çalışmada, kablosuz bilgi iletişimin, donanımı ciddi oranda azalttıklarını ve basitleştirdiklerini, metre başına maliyetlerde 20–80% iyileşme sağladığını, etkili denetim ve çevre bilgisi sağladıklarını bildirmektedir. Kablosuz teknolojinin sınırsız kurulum esnekliği sağlarken, donanımdaki karmaşıklığı, bakım maliyetlerini azalttığını söylemektedir. Ayrıca kablosuz teknolojinin küçük ölçülerde olduğu ve düşük enerji gerektirdiği avantaj olarak ifade edilmektedir. Kablosuz donanımın

taşınabilirliği, kritik noktalarda ölçüm yapabildiği, sayısal formda veri iletimi yaptığı, sonuç olarak ani gürültülerden önemli ölçüde korunma sağladığını ve veri iletiminde güvenliği artırıcı bir üstünlüğe sahip olduğunu bildirmektedir.

Kullanılan RF modüller klimanın ısıtma/soğutma kapasitesine göre %2 ile %4 civarında bir maliyet artışı getirmektedir. Bu oran konforda sağlanacak artış ve işletme giderindeki düşme göz önüne alındığında kabul edilecek bir değerdir.

Uzun mesafelerden analog bilgilerin kablolarla taşınması halinde, bu kablolarda oluşan gürültüyü engellemek oldukça zor olduğu gibi, gürültülü bilgilerin ortam ısısının doğru şekilde belirlenmesinde olumsuz bir etki yaptığı bilinmektedir. Bu olumsuz etkiler, ölçülen analog bilgilerin sayısal olarak RF sinyaller ile taşınmasıyla giderilir.

Literatürde ortam sıcaklık konforu; klimanın denetim sistemi ve matematiksel modeli üzerinde yapılan çalışmalar ile düzenlenmeye çalışılmaktadır [10-13]. Klimaların kurulacağı ortamın boyutları değişkenlik arz edeceğinden sadece klima üzerinden yapılacak algılamaya göre bir matematiksel model kullanılarak modelleme yapmak her zaman doğru sonuç vermemektedir. Geleneksel klima sistemlerinde bir noktadan sıcaklık ölçümü yapılarak, ya da birçok ısı algılayıcı kullanarak ortam sıcaklığı ayarlanarak, istenen değerde tutulmaktadır. Tek noktadan sıcaklık ölçümü yapılarak ortam ısı konforunun düzenlenmesi sonucunda, sıcaklık ölçümü yapılan nokta ile mekânın başka noktalarındaki sıcaklık değerleri farklı olmaktadır. Bu durum ortam ısı konforunun kalitesini düşürmektedir.

Bu çalışmada geliştirilen klima kontrol sisteminde ise, biri klima üzerinden ve dördü RF sıcaklık iletim modülleri üzerinden olmak üzere, beş ayrı noktadan ölçülen ortam sıcaklığı klima ana kart devresine sayısal olarak aktarılmakta ve ortam sıcaklığı tespit edilmektedir. RF modül sayısı standart olmayıp iklimlendirme yapılacak mekânın büyüklüğüne göre değişebilecektir. Klima ana kart devresi, ortam sıcaklığını çok noktadan sıcaklık ölçümü (ÇNSÖ) yöntemini kullanarak tespit edip, referans sıcaklık değeri için gerekli ısıtma ve soğutma işlemini gerçekleştirmektedir.

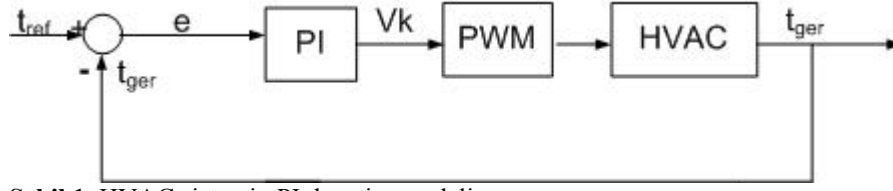
Sistemin PI ile denetim algoritması aşağıda gösterilmiştir. PI denetimde ortamın ısısını arzu edilen değerine " t_{ref} " ulaştırmak için hata " e " ve hatanın değişimi " de " hesaplanır. Burada " t_{ger} " değeri gerçek sıcaklık değeri, " de " güncel hata ile önceki hatanın farkıdır. Burada, " kp " ve " ki ", PI denetimin oransal ve integral katsayıları ve " dt " ise örnekleme zamanıdır. Hata ve hatanın değişimi PI denetleyiciden geçirilerek HVAC sisteme

uygulanacak olan V_k gerilim değeri hesaplanır. Şekil 1'de sistemin denetim modeli görülmektedir.

$$e = t_{ref} - t_{ger} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_k = V_k + k_p * e + k_i * dt * e \dots \dots \dots (2)$$

$$V = V + V_k \dots \dots \dots (3)$$



Şekil 1. HVAC sistemin PI denetim modeli (PI control model of HVAC system)

Sıcaklık kontrolü yapılan mekânın uygun görülen noktalarına (sıcaklık farkının büyük olduğu, güneş alan, gölgede kalan, kapı/pencere kenarları gibi) mobil RF sıcaklık iletim modülleri kolaylıkla yerleştirilebilmektedir. Bu modüller de sıcaklık algılayıcı, RF verici, mikro denetleyici ve LCM (Liquid Crystal Modul) bulunmaktadır.

Tasarlanan klima ana kart devresi ve/veya uzaktan kumanda üzerindeki üç tuş yardımıyla istenilen ortam sıcaklığı değerinin girilmesi, fan hızının ayarlanması, uyku modunun seçilmesi, programlama zamanının ayarlanması, fan üfleme açısının değiştirilmesi ve bu bilgilerin LCM ekranında menü halinde gösterilmesi sağlanmaktadır.

2. DONANIM (HARDWARE)

Şekil 2'de, tasarlanan klima sistemi 3 bölümden oluşmaktadır.

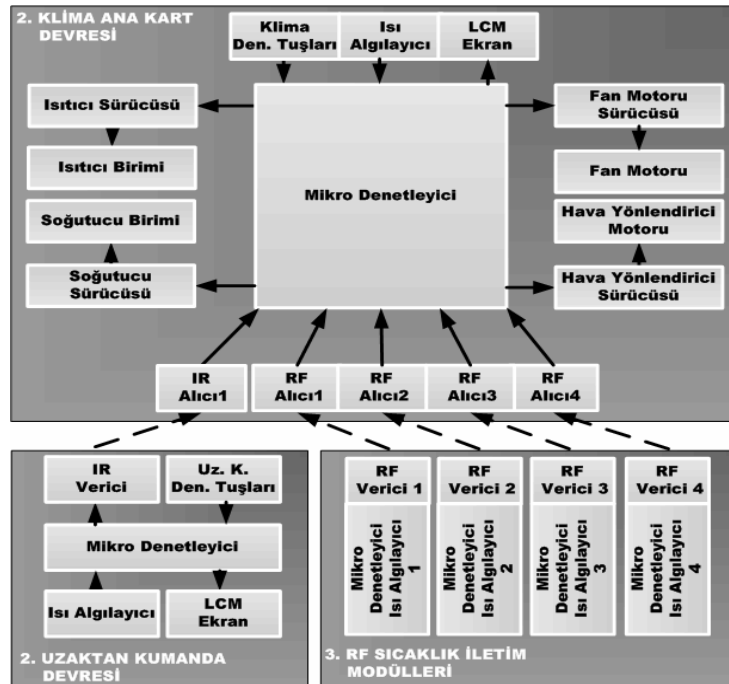
- Klima Ana Kart Devresi Donanımı ve Yazılımı

- Uzaktan Kumanda Devresi Donanımı ve Yazılımı
- RF Sıcaklık İletim Modülleri Donanımı ve Yazılımı

2.1. Klima Ana Kart Devresi Donanımı (Hardware of Air Conditioner Main Board)

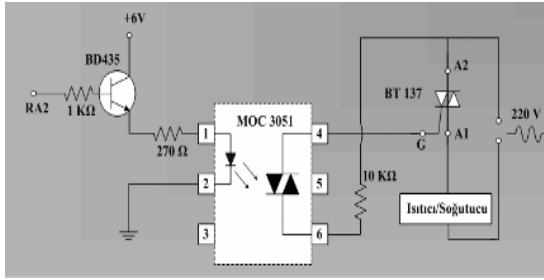
Tasarlanan klima sisteminin birinci parçası klima ana kart devresidir. Klima ana kart devresinde bulunan modüller ve bu modüllerin yaptıkları işlevler aşağıda özetlenmiştir.

- Mikro denetleyici (PIC18F452), LM35 sıcaklık algılayıcı, LCM
- Isıtıcı-Soğutucu, Fan, Hava yönlendirici motor ve sürücülerinden oluşmaktadır
- TSOP1136 kızıl ötesi algılayıcı, PT2272 RF alıcılar
- Klima denetim tuşları bulunmaktadır



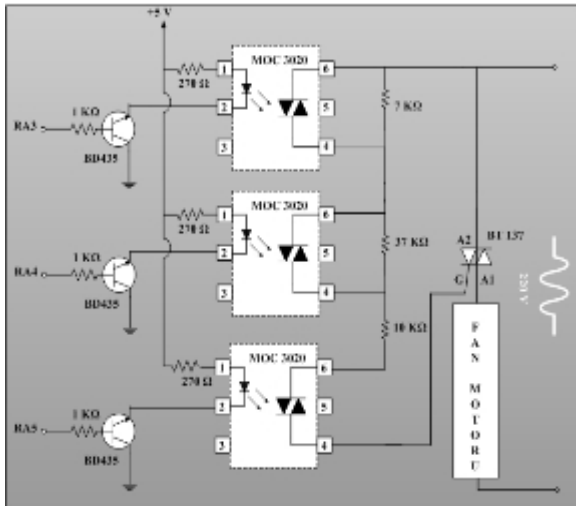
Şekil 2. Tasarlanan klima sistemine ait blok diyagram (Block diagram of designed air conditioner system)

Klima ana kart devresinin denetimi PIC18F452 ile yapılmaktadır [14]. Sıcaklık algılayıcısı olarak kullanılan LM35 hassas sıcaklık ölçüm yapar. Algılayıcı, sıcaklığın santigrat cinsinden değişimi ile doğrusal bir çıkış gerilim değişimi verir. Bu gerilim değeri mikro denetleyicinin RA0 analog girişinden okunarak sıcaklık ölçümü yapılır [15]. Şekil 3’de verilen ısıtıcı-soğutucu sürücüsü devresindeki mikro denetleyici ile sürülen bir tranzistör yardımıyla sırasıyla, optik yalıtıcı ve triyak iletime geçirilmektedir. Böylece güç devresi kontrol devresinden yalıtılmış bir şekilde çalıştırılabilmektedir.



Şekil 3. Isıtıcı/Soğutucu sürücüsü (Driving circuit of heater and cooler)

Şekil 4’deki fan motoru sürücü devresi; denetim uçları, yarı iletken anahtar, opto-coupler, triyak ve fan motorundan oluşur. Fan motoru üç farklı hızda çalışır. Fan motorunun farklı hız kademelerinde çalışması triyağın iletime geçme açısı değiştirilerek sağlanır. Fan motoru hız kademesi LCM ekranın üçüncü satırında gösterilmektedir.



Şekil 4. Fan motoru sürücü devresi (Driving circuit of ventilation motor)

Hava yönlendirme birimi, hava yönlendirici sürücüsü, adım motoru, mikro denetleyici denetim uçları ve tranzistörden oluşmaktadır. Hava yönlendirme denetim birimi, fan motorunun havayı belirli bir

açıyla dağıtmasını sağlar. Adım motorları konumun hassas olarak kontrol edileceği yerlerde kullanılan özel motorlardır [16].

Adım motorunun konum bilgisi EEPROM hafızada tutulmakta böylece klimanın enerjisi kesilip geri geldiğinde hafızada saklanan konum bilgisi kullanılmaktadır. Bu özellik sınır anahtarları kullanımı gerekliliğini ortadan kaldırmıştır.

TSOP1136-serisi kızılötesi alıcısının çıkış sinyali doğrudan bir mikro denetleyici tarafından çözülmektedir. Temel özelliği kısa süreli iletim şifreleriyle yüksek düzeyde bilgi işleme oranıdır [17]. Ana kart devresinde kullanılan TSOP 1136 alıcısının çıkış ucu PIC’ in RB0 harici kesme girişine bağlıdır. Kızıl ötesi işaret geldiği anda kesme oluşmaktadır. Kesme anında yazılım diğer işlemleri bırakarak işaretin gerektirdiği işlemi yapmaktadır.

PT2272 radyo frekanslı alıcılar, PT2262 ile birlikte haberleşen kod çözücülerdir. RF alıcının 4-bit bilgi, 1-bitlik durum ve 8-bit adres girişleri vardır. Sıcaklık iletim modülleri ile bilgi iletimi yapmak için gönderilecek bilgi RF verici bilgi uçlarına yerleştirildikten sonra, RF verici durum biti aktif edilmektedir. RF vericinin durum biti aktif olduğunda, RF alıcının da durum biti aktif olmakta böylece RF alıcının bilgi uçlarına gönderilen veri yerleşmektedir [18].

2.2. Klima Ana Kart Devresi Yazılımı (Software of air conditioner main board)

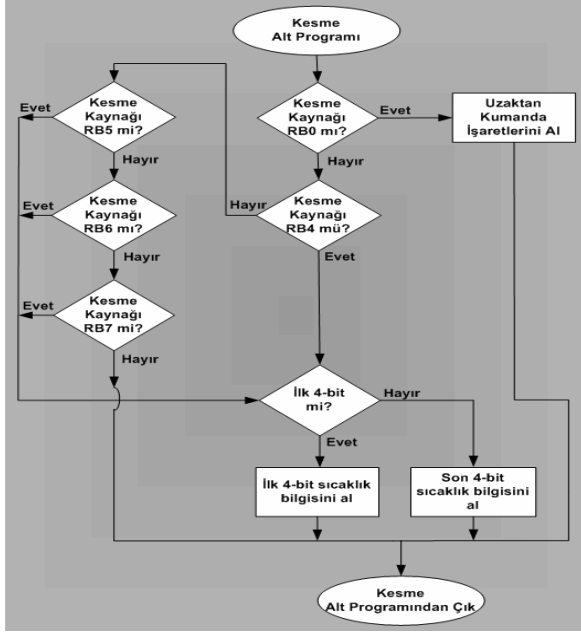
Klima kullanıcısı, klima ana kart devresi üzerindeki üç tuşu kullanarak ve menü şeklinde hazırlanan LCM ekranda aşağıda belirtilen işlemleri yapabilir.

- İklimlendirme düzenlemesi yapılan ortamın beş farklı noktasındaki sıcaklık değerini ortalama sıcaklık değeri ile birlikte LCM ekranda görülebilmektedir.
- Ortam sıcaklığı istenilen değere ayarlanabilmektedir (5°C ile 40°C aralığında).
- Klimanın fan hızını kademeli olarak değiştirebilmektedir.
- Fan üfleme açısını (15–75 derece arasında) ayarlayabilmektedir.
- Klimaya ait saat ayarlanarak, klimayı 96 saatlik bir zaman diliminde uyku moduna programlayabilmektedir.

Klima, referans sıcaklık değeri girilmediği durumda ise, otomatik çalışma moduna girerek ortam sıcaklığını 22°C de sabit tutmaktadır. Ana kart devresi yazılımında, ilk olarak ortam sıcaklığı hesaplanmaktadır.

Ortam sıcaklığının hesaplanması için ÇNSÖ olarak adlandırılan yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemde,

sırada mikro denetleyicinin harici kesme ucuna bağlı olan RF alıcı durum bitinin aktif olması ile ana kart devresi denetleyicisi kesme alt programına yönlendir.

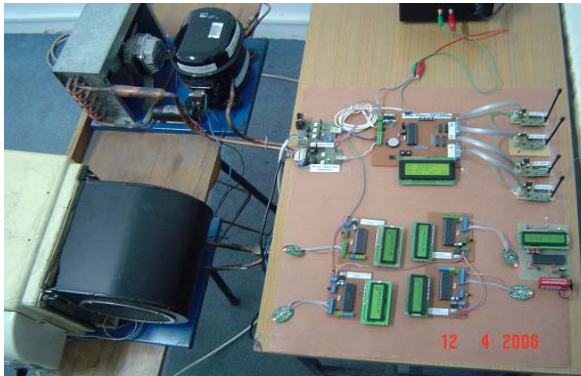


Şekil 8. RF sıcaklık iletim modülleri iletişim akış şeması (Transmission flow chart of RF temperature transmitter modules)

Kesme kaynağının uzaktan kumanda sinyali olup olmadığına, değilse RF vericilerden hangisine ait olduğuna kesme alt rutininde karar verilir. Her kesme kaynağının kendi kesme bayrağı vardır. Kesmenin hangi RF vericisinden geldiği belirlendikten sonra, birinci kesme mi, yoksa ikinci kesme mi olduğu belirlenir. Bu durum, yazılım da birinci kesmeden sonra bir işaret aktif edilip ve ikinci kesmeden sonra pasif hale getirilerek yapılır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (Experimental Study)

Şekil 9’da, tasarlanan klima sisteminin kısımları görülmektedir. Bu kısımların analizleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 9. Tasarlanan klima sistemi (Designed air conditioner system)

Şekil 10’da, RF sıcaklık iletim modüllerinden gönderilen sıcaklık bilgileri klima ana kart devresi

LCM ekranının birinci ve ikinci satırında RF1, RF2, RF3, RF4 ile temsil edilmektedirler. Klima ana kart devresi üzerindeki sıcaklık algılayıcısının ölçtüğü sıcaklık değeri de LCM ekranının üçüncü satırında “SCK” ile temsil edilmektedir.



Şekil 10. ÇNSÖ sistemine ait sıcaklık bilgileri (Data belong to multi point temperature measurement system)

Deneysel çalışmada ilk olarak ÇNSÖ sistemine ait RF sıcaklık iletim modülleri ile klima ana kart devresi bir araya getirilmektedir. Şekil 11’de ise, RF sıcaklık iletim modülleri üzerindeki LCM ekranlardaki sıcaklık bilgileri görülmektedir.



Şekil 11. RF sıcaklık iletim modüllerindeki sıcaklık bilgileri (Temperature data on RF temperature transmitter module)

Şekil 10 ve Şekil 11 deki sıcaklık bilgilerinin aynı olması, RF sıcaklık iletim modüllerinin sorunsuz çalıştığını, tüm sıcaklık algılayıcılarından aynı noktada aynı sıcaklık değerinin ölçüldüğünü ve klima ana kart mikro denetleyicisinin RF alıcı modüllerle sorunsuz iletişim kurduğunu göstermektedir.

Deneysel çalışmada ikinci olarak RF sıcaklık iletim modülleri sıcaklık konforu düzenlenen ortamın farklı noktalarına yerleştirilmektedir. Bu durumda ana kart devresindeki LCM ekranda ortamın farklı noktalarına ait sıcaklık bilgileri Şekil 12’deki gibi görülmektedir.

Şekil 12’deki ekran görüntüsünden klima üzerindeki sıcaklık algılayıcısının ölçtüğü değer ile ortamın farklı noktalarındaki RF sıcaklık iletim modüllerinin ölçtükleri sıcaklık değerlerinin farklı olduğu görülmektedir. Geleneksel sistemlerde olduğu gibi yalnızca klima üzerindeki sıcaklık algılayıcısından

ölçülen sıcaklık değerine göre ortam sıcaklığı belirlendiğinde, ortam sıcaklığı 23.9 °C ye göre düzenlenmelidir. Oysaki ÇNSÖ sistemi, ölçülen sıcaklık değerini 22,38 olarak belirlemektedir. Şekil 12'den RF3 ile gösterilen noktanın sıcaklık değerinin diğer noktadaki sıcaklık değerlerine göre bariz farklılık gösterdiği (klima üzerindeki algılayıcının ölçtüğü sıcaklık değeri ile arasında 1.5°C den fazla fark olduğu) görülmektedir. Bu durumda, ana kart devresi denetleyicisi hava akışını üçüncü RF sıcaklık iletim modülünün olduğu noktaya doğru yönlendirerek, bu noktadaki sıcaklık konforunu artırmaktadır. Ayrıca sadece ilgili noktanın ayarlanan sıcaklığa getirilmesi işlemi enerji tasarrufu da sağlamaktadır.



Şekil 12. Ortamın farklı noktalarına ait sıcaklık bilgileri (Temperature data at different ambients)

4. SONUÇ (RESULT)

Endüstride ticari amaçlı kullanılan klimalar ortam sıcaklığını tek bir noktadan ölçmekte ve bu ölçüm sonucuna göre ortam sıcaklık konforunu ayarlamaktadır. Gerçekte ortam sıcaklığı mekânın fiziksel yapısına bağlı olarak farklı noktalarda değişik değerlerde olmaktadır. Bu durumda, mevcut klimalar ile ortamın sıcaklık konforu hassas olarak kontrol edilememekte ve ortamın ihtiyaç duyulan noktalarında gerekli hava dolaşımı yapılamamaktadır. Buna ilaveten, mevcut klima sistemleri uzaktan ölçülen sıcaklık bilgilerini analog olarak kontrol devresine aktarmaktadır. Bu durumda ise, ölçülen sinyal zayıflamakta ve gürültü içermesinden dolayı doğru değer ölçülememektedir.

Yapılan bu çalışmada ise, ÇNSÖ yöntemi kullanılarak ortam sıcaklığı hassas olarak belirlenmiştir. ÇNSÖ yöntemi ile ortam sıcaklığı mekânın farklı noktalarına yerleştirilen RF sıcaklık modülleri yardımıyla ölçülmüştür. Ayrıca ortamın gerekli görülen noktalarında hava dolaşımı yaptırılarak mekânın her yerindeki sıcaklık değerlerinin birbirine yakın değerlerde tutulması

sağlanmıştır. Böylece ortam sıcaklık konforu artırılarak enerji sarfiyatı azaltılmıştır. Ortamın farklı noktalarına ait sıcaklık bilgileri klima ana kart devresine sayısal olarak iletiğinden gürültüden etkilenme problemi ortadan kaldırılmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Khalid, M., Omatu, S., "A Neural Network Controller for a Temperature Control System", **IEEE**, 12 (3), 58-64 (1992).
2. Serrano, B. A., Reyes, M. V., "Design of a Nonlinear HVAC Control System with Thermal Load Estimation", **Proceedings of the 4th IEEE Conference on Control Applications**, 33-39, (1995).
3. Groff, G. C., "Air Conditioning System Design for Buildings", **Sherratt, A. F. C., McGRAW-HILL, England**, 192-197 (1983).
4. Esbri, J. N., Cabello, R., Torrella, E., "Experimental evaluation of the internal heat exchanger influence on a vapour compression plant energy efficiency working with R22, R134a and R407C", **Energy**, 30 (5), 621-636 (2005).
5. Lin, C., Federspiel, C., C., Auslander, D., M., "Multiple Sensors with Single HVAC System Control", **International Conference For Enhanced Building Operations, Richardson TX, University of California**, 1-11, (2002).
6. Rutman, E., "A Global Approach of Indoor Environment in an Air-Conditioned Office Room", **Building and Environment**, 40 (1), 29-37, (2005).
7. Lute, P. J. and Paassen D. V., "Optimal indoor temperature control with the use of a predictor", **Proceedings of the Third IEEE Conference on Control Applications**, 3, 1843-1848 (1994).
8. Wei, K. C., "An Intelligent Automotive Climate Control System", **Intelligent Systems for the 21st Century, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics**, 4, 2977-2982 (1995).
9. Wang, N., Zhang, N., Wang, M., "Wireless sensors in agriculture and food industry-Recent development and future perspective", **Computers and Electronics in Agriculture** 50, Elsevier, 1-14, (2006).
10. Hamdi, M., Lachiver, G., "A Fuzzy Control System Based on the Human sensation of Thermal Comfort", **The 1998 IEEE International Conference on Fuzzy Systems Proceedings**, 1, 487-492 (1998).
11. Subramanyam, N., "Application of desiccant Wheel to control humidity in air-conditioning systems", **Refrigeration and air conditioning Laboratory, Department of Mechanical Engineering Indian Institute of Technology Madras**, 2777-2779 (2004).
12. Wu, Chen., "Development of control method and dynamic model for multi-evaporator air conditioners (MEAC)", **Department of Building Services Engineering, The Hong Kong Polytechnic University**, 455-459 (2004).
13. Sato, T., "Self-Tuning Two-Degree-of-Freedom PID Controller Reducing the Effect of Disturbances", 3997-4000 (2002).

14. *Microchip, PIC18F452 DataSheet*, USA, 2002.
15. *LM35 Data Sheet*, **NationalSemiconductors**, USA, 1-6 (1994).
16. Bal, G., “*Özel Elektrik Makineleri*”, **Seçkin Yayınları, Ankara**, 99-122 (2004).
17. *TSOP1136 Data Sheet*, **Vishay Semiconductors**, Germany, 1-8 (2001).
18. *PT2272 Data Sheet*, **Princeton Technology Corp.**,Taiwan,1-8 (1999).
19. Geçtan, C., “*Endüstriyel Elektronik ve Uygulama Devreleri*” , **Yeniyol Matbaası**, İzmir, 52-64 (2002).