

İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNE YAPAY SİNİR AĞLARI UYGULANARAK KONFOR ŞARTLARININ DEVAMLILIĞININ SAĞLANMASI

Hikmet DOĞAN* Kemal ATİK**

*Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, 06500 Teknikokullar-Ankara

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi-Karabük

ÖZET

Bu çalışmada, deneysel amaçlı bir iklimlendirme odasının konfor şartlarının, yapay sinir ağlarıyla otomatik kontrolü yapılmıştır. Kurulan iklimlendirme sisteminde ön ısıtma, soğutma, nemlendirme, son ısıtma, dış hava ve karışım havası fonksiyonları bulunmaktadır. Yapay sinir ağları algoritmasını kullanan otomatik kontrol sistemi; odayı konfor şartlarına getirip devamlılığını sağlayacak şekilde önceden eğitilmiştir. Eğitim sonucu elde edilen veriler kullanılarak; yapay sinir ağı iklimlendirme sistemi fonksiyonlarından gerekli olanı devreye sokularak odanın devamlı konfor şartları içerisinde kalması sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler : İklimlendirme, Otomatik kontrol, Yapay sinir ağı

ABSTRACT

PROVIDING PERSISTANCE IN COMFORT CONDITIONS BY THE APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TO AIR-CONDITIONING SYSTEMS

The comfort conditions of an experimental air-conditioning room has been automatically controlled by artificial neural networks, in this study. There exists pre-heating, cooling, humidifying, last-heating, external air and mixed air functions in the air-conditioning system. The automatic control system utilizing artificial neural networks algorithm has been thought in advance to set comfort conditions in the room and to provide their persistance. The comfort conditions in the room have been kept persistant by operating the required functions of the artificial neural network air-conditioning system with the aid of data obtained from the training results.

Key Words : Air-conditioning, Automatic control, Artificial neural network.

1. GİRİŞ

İklimlendirme sistemlerinde kullanılan otomatik kontrol teknikleri sayesinde; konfor için yapılan sistemlerde, daha rahat ve sağlıklı bir ortam elde edilmektedir. Endüstriyel sistemlerde, üretilen mâmülün kalitesi artırmakta ve kullanım maliyeti açısından da işgücü ve enerjiden tasarruf sağlanmaktadır [1].

İnsanların iklimlendirme sistemlerinden talepleri arttığı için, kontrol sistemleri de karmaşık bir hal almıştır. Elle kontrolde, konfor şartlarındaki sürekliliğin sağlanamaması gibi mahzurları elektro-mekanik sistemlerle giderilmiştir. Fakat, günümüzde gelişen teknolojiyle beraber mikroişlemcili veya bilgisayar destekli sistemler kullanılmaktadır. Bilgisayar ve mikroişlemci destekli sistemlerle hassas bir kontrol yapılabilmeyle birlikte, sistem programlanabilmekte, iyileştirme amacıyla daha sonra kullanılmak üzere veriler saklanabilmektedir [2].

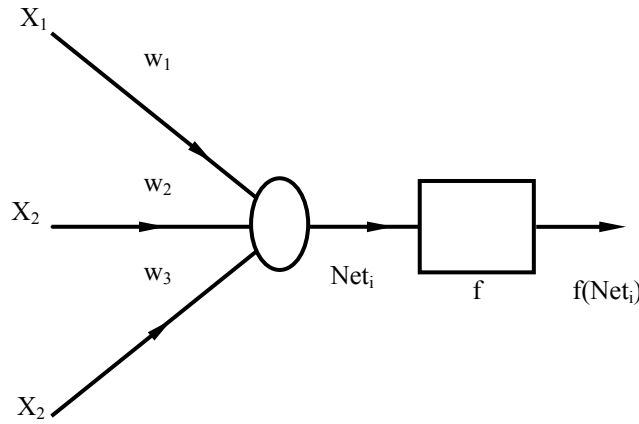
Bu amaçla hazırlanan çalışmada, küçük bir odanın havasının karışım havalı olarak iklimlendirilmesi yapılmıştır. Bu sistemde ön ısıtma, soğutma, nemlendirme, son ısıtma, dış hava ile karışım havası fonksiyonları bulunmaktadır. Sıcaklık okumaları, iklimlendirme santralindeki cihazların çalıştırılması ve hava kapaklarının konumlandırılması, bir bilgisayar sistemi vasıtasıyla yapılmış ve kontrolü sağlayan bilgisayar programın-

da, “Yapay Sinir Ağı” algoritması uygulanmıştır. Mimarisi bu sistem için tasarlanan yapay sinir ağı; önce, dış şartlara bağlı olarak ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning

Engineers) tarafından önerilen konfor şartlarını sağlayacak şekilde eğitilmiş, sonra cihazın kontrolünde kullanılmıştır. Kontrol sisteminde veri olarak, iklimlendirilen mahallin kuru termometre sıcaklığı, bağıl nemi ve dış hava sıcaklığı alınmıştır. Kurulan sistem, sıcaklık deney verilerini sürekli yenileyerek hem ekranda göstermiş ve hem de daha sonra kullanmak üzere hafızaya kaydedilmiştir.

2. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları biyolojik sinir hücresi (nöron) yapısından esinlenerek modellenen ve süreç içinde kendi kendine karar verebilen veya öğrenebilen bir algoritmaya sahip sistemlerdir. Hücre adı verilen ve bilgiyi işleyen birimlerden oluşmaktadır. Nöronlar arasındaki kendine özgü ağırlık değeri olan bağlantı hatları vasıtasıyla bilgiyi taşırlar. Taşınan bilgi sinyalleri bu ağırlıklarla çarpılarak toplam enerjileri bulunur. Hücre çıkışındaki bilgi, bir aktivasyon fonksiyonundan faydalanılarak bulunur [3]. Şekil 1 ‘de bir hücre yapısı görülmektedir.



Şekil 1. Yapay sinir ağlarında bir hücrenin yapısı

Hücre çıkışındaki bilgi;

$$Net_i = \sum X_i \cdot w_i \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

Burada ;

X_i : Giriş değerleri

w_i : Bağlantıların ağırlıkları

olarak verilmiştir. Ayrıca, aktivasyon fonksiyonu;

$$f(Net_i) = 1/(1 + e^{-Net_i}) \quad (2)$$

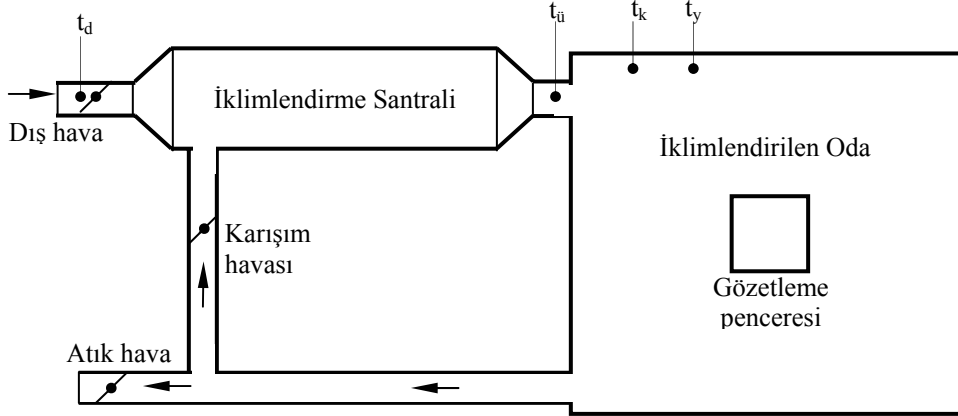
bağıntısından bulunur.

Yapay sinir ağları önce eldeki verilerle eğitilmekte ve daha sonra amaca göre kullanılmaktadır. Eğitime işi oldukça uzun zaman almasına rağmen; kullanım sırasında çok çabuk karar vermektedirler. Öğrenme, genelleme ve hataları tolere etme yeteneklerinden dolayı lineer olmayan sistemlerin modellenmesinde de çok geniş uygulama alanı bulmuşlardır [4]. Yapay sinir ağlarından kontrol uygulamalarında, robotlarda, desen tanıma işlemlerinde, tıpta, güç sistemlerinde, sinyal işlemede, sosyal ve fizyolojik tahminde bulunmada ve özellikle sistem modellemede faydalanılmaktadır [5].

Ağların eğitilmesinde; hatanın çıkış katmanından daha alt katmanlara doğru yayılmasına imkan vererek, ağırlıklı bağlantıları optimize eden “Geriye yayılım algoritması” olarak adlandırılan eğitim sistemi kullanılmıştır [6].

3. DENEY SİSTEMİNİN TANITIMI

Şekil 2 'de görülen deney seti; 0,6 m³ hacminde bir oda, bu odanın havasını şartlandıran iklimlendirme santrali, kısımlar arasındaki bilgi iletişimini sağlayan elektronik devre ve bilgisayar sisteminden oluşmuştur.

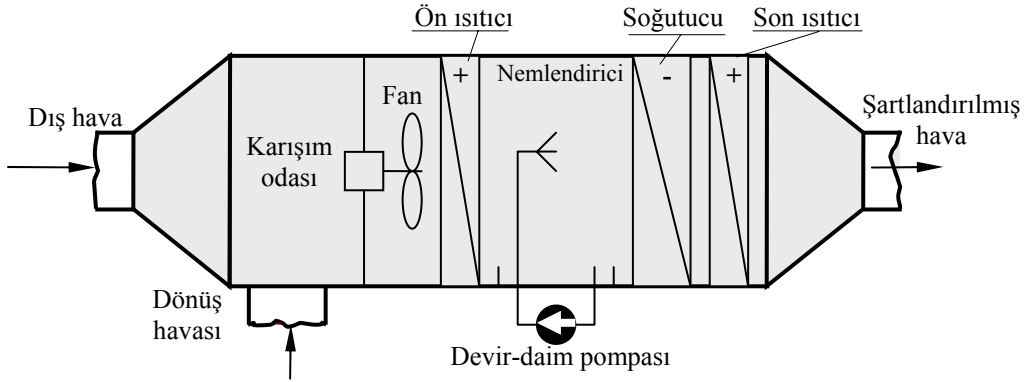


Şekil 2. Deney sisteminin genel görünümü

3.1. İklimlendirilen Mahal ve Santral

İklimlendirilen mahal 1 m x 1 m x 0,6 m ebatlarında bir odacıktan oluşmaktadır. Bu odacığın duvarları 18 mm kalınlığındaki yonga levhadan imal edilmiştir. İklimlendirilen odanın ön duvarında 30 cm x 30 cm ölçülerinde bir gözetleme camı ve 10 cm x 10 cm ölçülerinde hava giriş-çıkış açıklıkları bulunmaktadır.

İklimlendirme santrali, Şekil 3 'de görüldüğü gibi; galvanizli saçtan 25 cm x 35 cm kesit ölçülerinde, 1 m boyunda imal edilmiştir

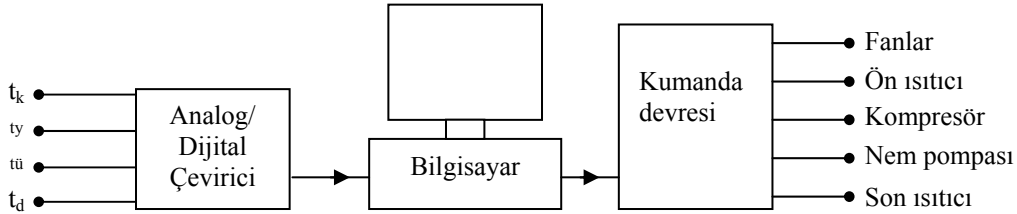


Şekil 3 İklimlendirme santraline cihazların yerleşimi

Santralde sırasıyla ön ısıtma, nemlendirme, soğutma ve son ısıtma fonksiyonları bulunmaktadır. Santraldaki cihazların seçiminde bu odanın yaz ısı kazancı ve kış ısı kaybını karşılayabilmeleri dikkate alınarak, ön ve son ısıtıcı olarak 750 'şer W gücünde elektrikli ısıtıcılar, soğutma devresi olarak, 400 W soğutma elde edecek kapasitede, 1/6 HP gücünde kompresör kullanılmıştır. Sistem havasını nemlendirecek olan nemlendirme pompası 5 g/s su kütledebisi sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. İçinden akan hava hızı 3 m/s olan hava emme ve basma kanallarının kesitleri kare olup, 10 cm x 10 cm ölçülerindedir. Bu hava hızı ve kanal özelliklerine bağlı olarak hesaplanan basınç kayıplarını sağlayacak şekilde iki adet fan kullanılmıştır. Temiz hava, atık hava ve karışım havası damperleri bir zincir-dişli mekanizması ile birbirine bağlanmış ve bir elektrik motoruyla tahrik edilmiştir. Cihaz çalışmadığında damperler otomatik olarak kapatılmaktadır. Sistem konulan damperler yardımı ile dış hava sıcaklığı çok düşük veya ayarlanan konfor şartının üstünde olduğunda % 25 dış hava almakta ve dış hava konfor şartlarına yakın olduğunda da % 100 dış hava alacak şekilde ayarlanmıştır.

3.2. Veri Ölçüm ve Kontrol Cihazları

Prensip şeması Şekil 4 'de verilen elektronik devre-bilgisayar sistemi vasıtasıyla bilgiler alınmakta, kaydedilmekte ve gerekli cihazlar çalıştırılmaktadır. Cihazda, oda kuru ve yaş termometre sıcaklıkları ile üfleme havası ve dış hava sıcaklıkları olmak üzere 4 adet sıcaklık ölçümü yapılmaktadır. Hissedici olarak Pt 100 'ler ve Analog/Dijital dönüştürücü modüllerden oluşan bir sistemle, sıcaklık bilgileri bilgisayara aktarılmaktadır. Hissedicilerin yerleri Şekil 2 'de görülmektedir. Bu cihazlar %1 hassasiyetle ölçüm yapabilmektedirler. Kontrol devresi bilgisayarın yazıcı ucundan aldığı bilgileri yeterince güçlendirerek; fanlar, ön ısıtıcı, kompresör, nemlendirici devir-daim pompası ve son ısıtıcıyı çalıştıran triyakları tahrik etmektedir.



Şekil 4 Ölçüm ve kontrol sisteminin şematik görünümü

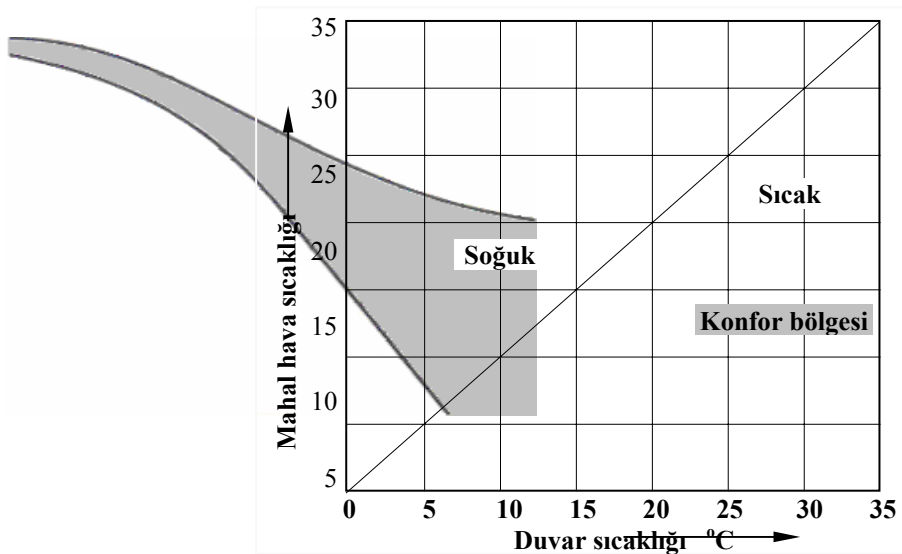
4. HAZIRLANAN İKLİMLENDİRME SİSTEMİNE YAPAY SİNİR

AĞLARININ UYGULANMASI

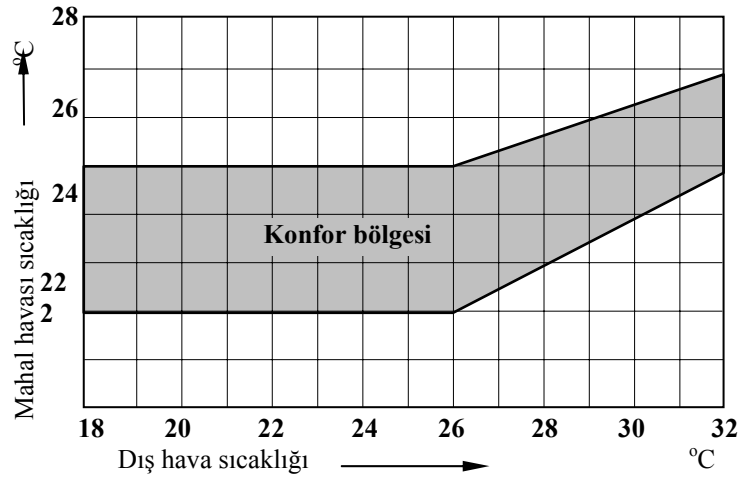
Yapay sinir ağlarının uygulama alanlarından biri de otomatik kontrol sistemleridir. Bir iklimlendirme cihazında otomatik kontrol sistemi; oda ve dış ortam şartlarına göre iklimlendirme sisteminin hangi fonksiyonunun çalıştırılacağına ve ne oranda dış hava alacağına karar verir. Doğru karar verebilmesi için nemli havanın özelliklerinin ve konfor bölgesinin iyi bilinmesi gereklidir.

4.1. Konfor Bölgesi

Havanın sıcaklığı, bağıl nemi ve hareketlerinin insanlarda rahatlık hissi verecek şekilde ayarlanmasına ısı konfor denilmektedir. Yapılan çok sayıda testler ve deneyler neticesinde konfor bölgelerini gösteren çizelgeler oluşturulmuştur. Şekil 5 'de görülen diyagramda mahal havası ile mahal duvar sıcaklıklarına göre, Şekil 6 'da dış hava ve mahal havası sıcaklıklarına göre ve Şekil 7 'de de hava sıcaklığı ve hava hızı durumlarına göre konfor bölgeleri görülmektedir. Çok sayıda kişinin görüşü alınarak yapılan ölçüm ve testlerde; testlere katılanların % 97 'sinin aynı konfor hissinde buldukları bölgeler belirlenmiştir. Bu diyagramlarda sanal bir "efektif sıcaklık" kullanılmaktadır. Efektif sıcaklık; hava hareketi, nem ve sıcaklığın insanlar üzerindeki konfor tesirinin bir ölçüsüdür [7].



Şekil 5 Mahal hava ve duvar sıcaklıklarına göre konfor bölgesi [8]



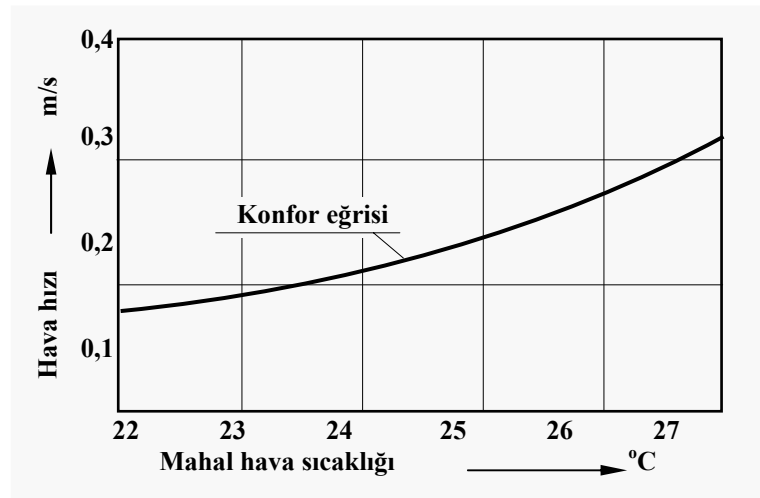
Şekil 6 Dış hava ve mahal havası sıcaklığına göre konfor bölgesi [9]

Yaz konforu; 19 °C ile 24 °C efektif sıcaklıklar ile % 30 ile % 70 bağıl nem arasındaki bölgedir. Kış konforu; 17 °C ile 22 °C efektif sıcaklıklar ile % 30 ile % 70 bağıl nem arasındaki bölgedir. İklimlendirilen mahalin kullanım şekline ve enerji tasarrufuna yönelik olarak konfor bölgesi içerisinde hareket edilebilir. Örneğin, dış sıcaklığının çok yüksek olduğu bir anda iç efektif sıcaklığın 19 °C 'a düşürülmesi hem gereksiz, hem de fazla enerji harcamayı gerektirir. Fakat, yine konfor şartlarında kalınarak, efektif sıcaklık 24 °C 'ta da gayet konforlu hissedilebilir.

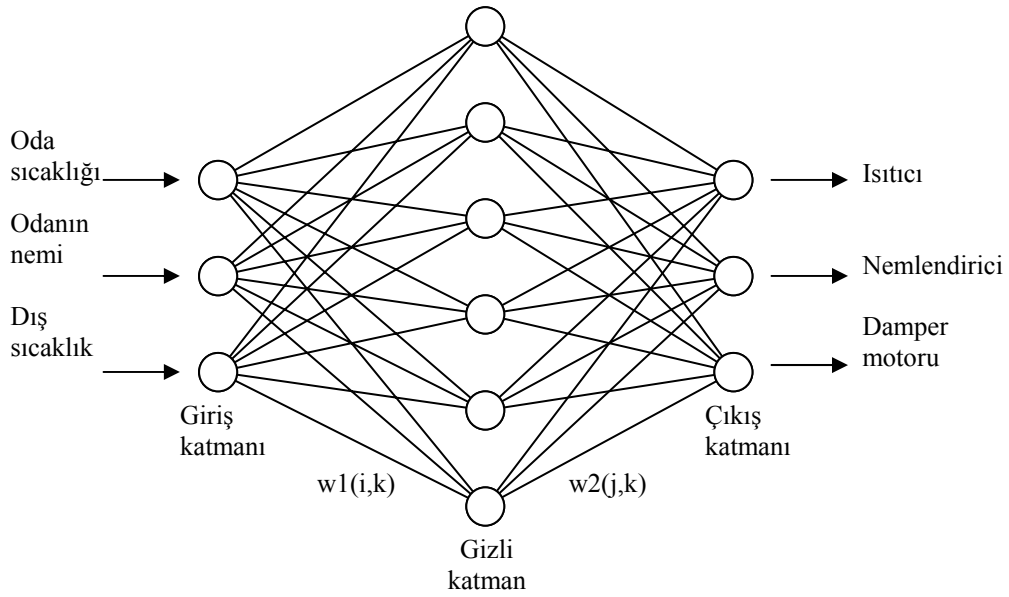
4.2. Yapay Sinir Ağının Yapısı Ve Eğitilmesi

Bu çalışmada cihazın kontrolü için "geriye yayılım algoritması" ile eğitilmiş yapay sinir ağı kullanılmıştır. Bu yapay sinir ağı iklimlendirilen odanın ısı kontrolünü sağlamaktadır. Bu ağda giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanı olmak üzere 3 katman bulunmaktadır.

Giriş katmanında; odanın efektif sıcaklığı, bağıl nemi ve dış hava sıcaklığı olmak üzere 3 adet bilgi boyutsuzlaştırılarak, üç sinir hücresinden oluşan giriş katmanına verilmektedir. Gizli katmanda; giriş katmanından daha fazla sayıda hücre tavsiye edildiği için, 6 adet hücre bulunmaktadır. Çıkış katmanında ısıtma, nemlendirici ve damper konumu olmak üzere 3 adet hücre vardır. Bunlar gizli katmandan bağlantı ağırlıkları vasıtasıyla aldıkları bilgileri, aktivasyon fonksiyonu olarak kullanılan, Sigmoid Fonksiyonunda kullanarak boyutsuzlaştırılmış sonuçları elde ederler. Şekil 8 'de bu yapay sinir ağının yapısı verilmiştir.



Şekil 7 Mahal havası sıcaklığı ve hava hızına göre konfor bölgesi [9]



Şekil 8 Sistemi kontrol eden yapay sinir ağı

Bu ağı eğitilmesinde de “geriye yayılım” metodu kullanılmıştır. Giriş sinyalleri ve bunlara karşılık olarak beklenen çıkış sinyalleri binlerce defa işlenilerek istenilen hata değerine ulaşılmıştır.

Ağın eğitilmesinde önde verilen konfor diyagramlarına uyulmuş ve buna göre; kış iklimlendirmesi için ağı eğitmede kullanılan veri grupları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

Isıtma için:

$ES \leq 17 \text{ } ^\circ\text{C}$ 'da maksimum ısıtma,

$ES \geq 22 \text{ } ^\circ\text{C}$ 'da ısıtma yok,

$17^\circ\text{C} < ES < 22 \text{ } ^\circ\text{C}$ aralığında oransal kontrol.

Damper motoru için:

Dış hava sıcaklığı $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ 'da % 100 dış hava,

Dış hava sıcaklığı $-10 \text{ } ^\circ\text{C}$ 'da % 25 dış hava,

$-10 \text{ } ^\circ\text{C} < \text{dış hava sıcaklığı} < 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ aralığında oransal kontrol.

Nemlendirici için:

Bağıl nem $\%30 < \phi < \%70$ aralığında nemlendirme oransal kontrol.

Yapay sinir ağlarında kullanılan verilerin boyutsuzlaştırılması gerekmektedir. Sıcaklık bilgileri ;

$$t = (t + 20)/60 \quad (3)$$

İzafi nem değeri ise;

$$\text{nem} = \phi/100 \quad (4)$$

eşitlikleriyle boyutsuzlaştırılmıştır.

Sistemde kullanılan bilgisayar programının akış diyagramı Şekil 9 'da görülmektedir. Kış şartlarında yapay sinir ağından elde edilen çıkış bilgilerinde;

0-1 aralığında alınan “Isıtıcı” değeri, oransal kontroldeki K_p katsayısı olarak kullanılmaktadır.

“Isıtıcı” = 1 ise, ısıtıcı tam güçte çalışmakta,

“Isıtıcı” = 0 ise ısıtıcı çalışmamakta,

$0 < \text{“Isıtıcı”} < 1$ aralığında ise; ısıtıcılara K_p oranı kadar enerji vermektedir.

“Nemlendirici” çıkış bilgisi, nemlendirme pompasının çalıştırılmasında kullanılmaktadır.

Eğer; “Nemlendirici” $< 0,4$ ise; nem pompası çalışmalı,

Eğer; “Nemlendirici” $< 0,7$ ve pompa çalışıyorsa çalışmaya devam etmeli,

Eğer “Nemlendirici” $> 0,7$ ise; pompa durmalıdır.

“Damper motoru” çıkış bilgisi, damper konumlarında kullanılmaktadır.

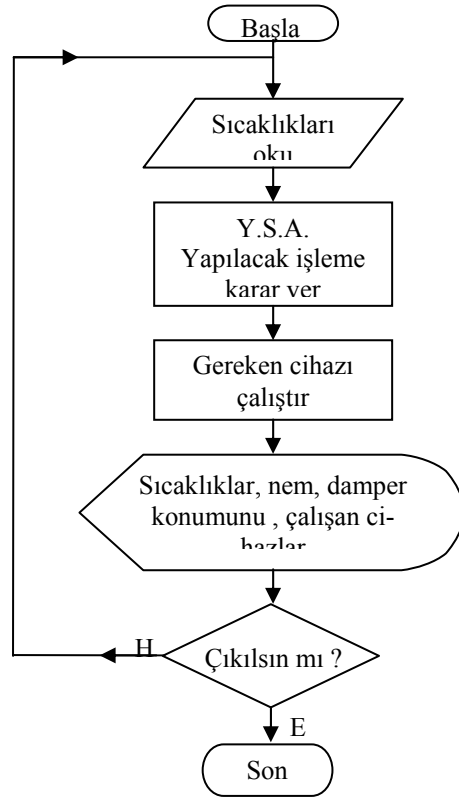
Bu değer oransal kontrol yapacak şekilde eğitilmiştir.

Eğer; “Damper motoru” $< 0,5$ ise; damperler % 25 dış hava alacak konumda,

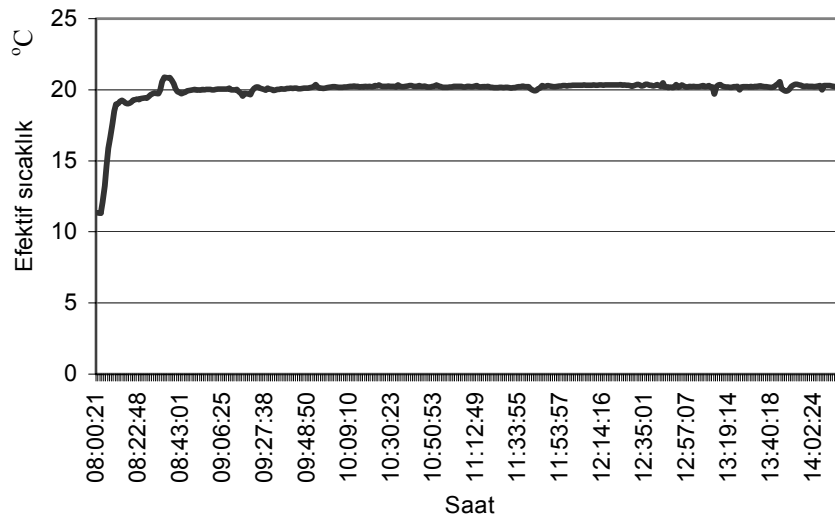
Eğer; “Damper motoru” $\geq 0,5$ ise; damperler % 100 dış hava alacak konumda olmalıdır.

5. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yapay sinir ağı önce hata değeri 5.10^{-4} mertebesine düşüncüye kadar eğitilmiştir. Kış şartları için yapılan deneylerde odanın konfor bölgesinde kalması sağlanmıştır. Böyle bir deneye ait oda efektif sıcaklığının değişimini gösteren grafik Şekil 10 'da görülmektedir. Deneyin yapıldığı gün, deneye, dış sıcaklık ortalaması $10,66\text{ }^{\circ}\text{C}$ iken odanın efektif sıcaklık ortalaması $12,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dan başlayıp, yaklaşık ilk 10 dakikada konfor şartlarına ulaşarak, küçük dalgalanmalardan sonra dengeli duruma gelmiştir. Yapılan deneyler esnasında konfor bölgesinin dışına çıkmamış ve ortalama oda efektif sıcaklığı $19,23\text{ }^{\circ}\text{C}$ olmuştur. Dengeli bir oda sıcaklığı ve ısıtma elde edilmiştir.



Şekil 9. Sistemi Kontrol Eden Bilgisayar Programının Akış Şeması



Şekil 10. Oda efektif sıcaklığının zamanla değişimi

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada sunulan prototip iklimlendirme sisteminde, Kahramanmaraş ili hava şartlarında yapılan deneylerle yapay sinir ağlarının iklimlendirme sistemleri otomatik kontrol devreleri de kullanılabilirliği görülmüştür. Eğitim şartları hassas olarak belirlenerek, uzun süreli bir eğitimden sonra iyi bir kontrol yapabilmek mümkün olmuştur. Deneyler neticesinde, yapay sinir ağları ile kurulan sistemin iklimlendirme yapılacak mahalde konfor şartlarının sürekliliğini sağladığı ve özellikle, çok bölgeli bir sisteme yapay sinir ağlarının uygulanması durumunda daha iyi verim alınabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Atik, K., “İklimlendirme Sistemlerinde Otomatik Kontrolün Konfor Şartlarının Sağlanması ve Enerji Verimliliği Üzerindeki Etkisi”, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi**, s 1, Ankara, (2002).
2. Bach, H., Baumgarth, S., “**Regelungstechnik in der Versorgungstechnik**”, Verlag C.F.Müller GmbH, s 458, Karlsruhe, (1983).
3. Ataman, F., Kaynak, T., Yüncü, S., “**Bilgisayar Ortamında Sistem Modelleme Yoluyla Yapay Zeka İçeren Çözümlerin İrdelenmesi**”, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 8. Ulusal Kongresi, s 677, Gaziantep, (1998).
4. Demir, Y., Tuntaş, R., Köksal, M., “**Anahtarlamalı Devrelerin Yapay Sinir Ağları İle Analizi**”, , Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 8. Ulusal Kongresi, s 673, Gaziantep, (1998).
5. Soteris, A. K., “**Artificial Neural Networks for the Prediction of the Energy Consumption of a Passive Solar Building**”, Energy, 25 (2000), s 479, , Elsevier Science Ltd, (2000).
6. Altun, H., Yalçınöz, Tezekici, B.S., “**MLP Tipi YSA 'da Eğitim Setinin Geri Yayılım Algoritması Ve Öğrenme Sürecine Etkisi**”, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 8. Ulusal Kongresi, s 667, Gaziantep, (1998).
7. Tamer, Ş., “**Klima ve Havalandırma**”, 2.Baskı, s 6, Meteksan A.Ş., Ankara, (1990).
8. Zierhut, H., “**Heizungs- und Lüftungstechnik**”, Ernst Klett Verlag, Stuttgart, (1984).
9. Ihle, C., “**Lüftung und Luftheizung**”, Werner Verlag GmbH, Dusseldorf, (1991).