Tekstil Fabrikalarındaki Bağıl Nemin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Kontrolü

Osman DOĞMUŞ[1], Ayhan ONAT[2], Şaban YILMAZ[3], Şaban ERGÜN[3]
[1] KSÜ, Kahramanmaraş Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programı, Kahramanmaraş
[2] BAÜ, Gönen Meslek Yüksekokulu, İklimlendirme-Soğutma Programı, Balıkesir
[3] KSÜ, Kahramanmaraş Meslek Yüksekokulu, Elektronik Programı, Kahramanmaraş

ÖZET: Bu çalışmada yapay sinir ağı kontrol yöntemi kullanılarak tekstil fabrikalarının bağıl nem kontrolü yapılmıştır. Bu çalışmayı yapabilmek için boyutları $60 \times 60 \times 110$ cm olan bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Ortamın bağıl nemi %56 iken istenilen bağıl nem değeri % 70 olarak seçildiği zaman 125 saniye gibi kısa bir sürede istenilen bu değere ulaşılabilmektedir. Sistem kararlı halde çalışırken sisteme bozucu etkiler uygulandığında sistemde istenilen set değeri % 0.5 hata ile elde edilmiştir. Sistemdeki pompanın çalışma konumu açma/kapama şeklinde olmadığı için, ortama ihtiyaç miktarı kadar nem verilmektedir. Sonuçta daha az hatalı sonuç elde edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, tekstil kliması, bağıl nem, kontrol.

Control of Relative Humidity in Textile Factories by Using the Artificial Neural Network Method

ABSTRACT: In this study**,** control of relative humidity in textile factories was analyzed by applying the artificial neural network method. An experimental set with $60 \times 60 \times 110$ cm dimension was prepared in order to conduct this research. While relative humidity of the experimental zone was %56, a 70% desired relative humidity value was reached 125 seconds. While the system was working in a stable way, external factors affecting the relative humidity were applied, and these factors caused % 0.5 error in the system. Because the system doesn't operate the pomp in on/off cycle, it gives humidity to the space as much as needed. As a result, it gives less error.
Key Words: Artificial neural network, textile air conditioning, relative humidity, control.

GİRİŞ

İklimlendirme; kapalı bir ortamın sıcaklık, nem, temizlik ve hava hareketini insan sağlık ve konforuna veya yapılan endüstriyel işleme en uygun seviyelerde tutmak amacıyla havanın şartlandırılmasıdır (Clifford, 1990). İklimlendirmenin önemli işlevlerinden biri olan bağıl nemin kontrolü; tekstil sanayinde yoğun olarak uygulanmakta ve üretilen ürünlerin kalitesi üzerinde çok etkin olmaktadır. Bir tekstil fabrikasında uygulama alanına göre bağıl nem değeri %45-90 arasında herhangi bir değer olabilir (Recknagel ve ark., 1989). Örneğin bir pamuklu dokuma fabrikasında nem %75-85 arası olmalıdır. Aksi halde çözgü ve atkı kopuşları fazla olmakta ve dokuma tezgahları durmakta sonuç olarak üretim azalmaktadır. Bağıl nem kontrolü yalnızca üretimi etkilemez aynı zamanda üretilen ürünlerin kalitesini de etkiler. Dokuma fabrikasında nem %85 in üzerinde olursa, çözgü üzerindeki haşıllar gevşer ve iplerinin mukavemeti azalır. Bunun sonucunda çözgü ipleri kopar ve randıman düşer. Eğer nem %75'in altında olursa, çözgü ipleri üzerindeki haşıl maddeleri kurur ve iplik üzerinden tozarak iplik mukavemetinin azalmasına ve randımanın düşmesine neden olur. Sonuç olarak bağıl nemin istenen değerden düşük veya yüksek olması üretilen kumaşın kalitesini bozar, mukavemetini düşürür, kumaş üzerinde uçlar, düğümler ve istenmeyen artıklar meydana getirir (Başer, 1992).

İplik üreten bir tekstil fabrikasında ise bağıl nem %45-55 olmalıdır. Üretilen iplik kıvrımsız, yumuşak ve aynı derecede elastiki olmalıdır. Bu ise ancak iç hava şartlarının istenen değerde sabit tutulması ile mümkündür. Bağıl nem oranı %45 altında olduğu zaman, ipliği teşkil eden lifler üzerinde statik bir yük meydana gelerek iplik pürüzlenmeye ve kıvrılmaya başlar. Bunun sonucunda kopmalar sıklaşır ve randıman düşer (Schlafhorst, 2002). Günümüzde gelişen teknolojiyle beraber mikroişlemcili veya bilgisayarlı sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Pnömatik ve elektrikli kontrol yöntemlerinde sistem açma/kapama çalıştığı için istenen hassasiyet elde edilememektedir. Elektronik sistemlerde de oransal kontrol yapılabilmektedir. Ama hiçbir yöntem mikroişlemcili kontrol kadar hassas değildir. Güncel kontrol yöntemlerinden olan Yapay Sinir Ağları birçok sahada kullanılmaktadır. Akıllı sistem olarak tanımlanan Yapay Sinir Ağları, tekstil fabrikalarında da bir çok alanda olduğu gibi, nem kontrolü için de kullanılabilir. Bu çalışmada deneysel olarak bir tekstil fabrikasında, PC bilgisayar ile oluşturulan Yapay Sinir Ağı kullanılarak, hassas nem kontrolü yapılabileceği belirlenmiştir.

Yapay sinir ağları insan zekasını taklit edebilme özelliğinden dolayı bir çok uygulamada kullanılmaktadır. İnsan beyni analog olarak paralel mantık sistemine göre çalışmaktadır. Yapay sinir ağları da, insan beynini taklit ederek, basit işlem birimlerini yoğun bir şekilde birbirine bağlayarak yüksek verim elde etmektedir. Yapay Sinir Ağlarının bağlantı, katman ve düğüm sayılarının çokluğu temsil edebilecekleri sistemin karmaşıklığını belirler. Ne kadar çok düğüm varsa o kadar karmaşık sistemler modellenebilir. Ancak Yapay Sinir Ağlarının kesinlikle %100 doğru çalışacağı hiçbir zaman söylenemez (Özçalık, 2001).

Yapay sinir ağları, ilk olarak 1943 yılında McColloch ve Pitts tarafından ele alınmıştır. 1943 yılı Yapay sinir ağı sistemleri (YSAS) için bir doğuş yılı olarak görülür. McColloch ve Pitts'in yaptıkları ilk

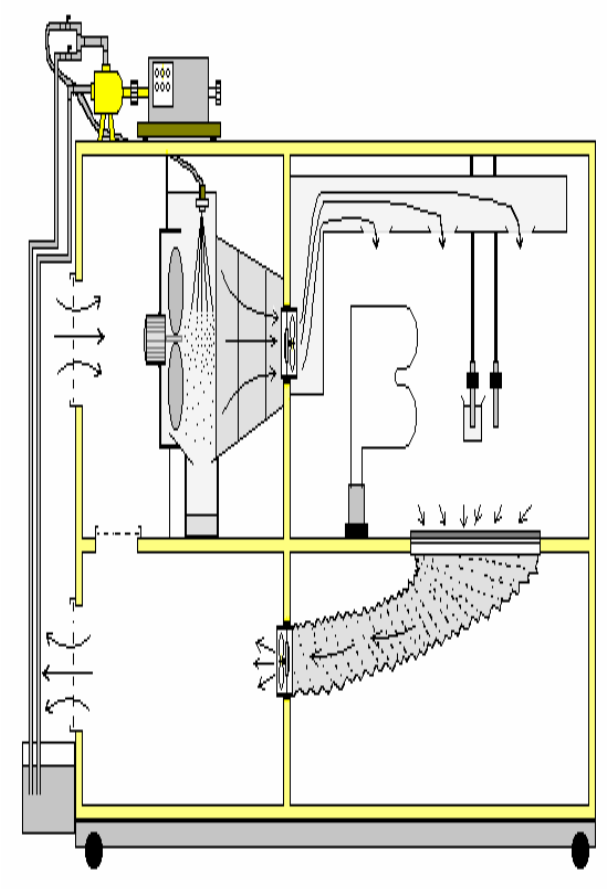
YSAS, vakum tüplerinden ve çeşitli aletlerden oluşuyordu. Bu sistem genel olarak basit mantıksal işlemleri çözmede kullanıldı. Fakat sistem büyük bir alan kaplıyor, büyük parçalardan oluşuyor ve yavaş işliyordu. Yine de bu iki araştırmacı YSA araştırmalarında, ilk fonksiyonel nöronu yaparak, yeni bir devir açtılar. 1949'da Donal Hebb bilginin sinirler arası bağlantılarda saklanabileceğini keşfetti. 1958'lerde Rosenblatt nöron benzeri bir kavram ortaya attı. Bu kavram perceptron idi ve bu küçük sanal makine desenleri sınıflandırmayı, bağlantı ağırlıklarını değiştirerek öğrenebiliyordu. Bu gelişmelerden sonra desen tanıma üzerine çalışmalar gittikçe hızlandı.

1960'lı yılların başlarında Bernard Widrow-Marcian Hoff tarafından ADALINE (adaptive Linear combiner) isimli bir sistem geliştirildi. Bu yeni sistem kısaca şöyleydi; desen tanıma sırasında oluşan hata payları karesel bir orantı ile hesaplanıp sisteme geri gönderiliyordu. Böylece sistem, tanıma işlemini daha doğru bir şekilde yeniden yapıyordu. Bu sistem daha sonraları geliştirilerek desen tanıma, hava durumu tahmininde ve uyumluluk kontrol sistemlerinde kullanıldı. Bundan sonra araştırmalar, daha çok olayın formülüze edilmesi ve yeni matematiksel formüller üretme çerçevesinde yapıldı. Amari (1972), Kohonen (1977), Anderson (1977), Fukushima (1980), ve Hopfield (1984) YSA üzerinde çalışmalar yaptılar. Bu araştırmalara rağmen YSA 1980'li yılların sonuna kadar pek ilgi odağı olmadı. 1982 yılında John Hopfield hafıza ilişkilerini anlamak üzere bir ağ mimarisi geliştirdi. Bu gelişme YSA konusundaki gelişmelere hız verdi. YSA araştırmalarını hızlandıran başka bir gelişmede 1986 yılında, Mc Clelland ve Rumelhart tarafından yapıldı. Geliştirilen bu yeni kurallar 1960'dan 1987'ye kadar olan süreçteki, çözülemeyen problemleri ortadan kaldırdı. Böylece yeni YSA araştırma programlarının ortaya çıkışları hızlandı. Bunu, dünya çapında verilen konferanslar ve yayınlar izledi. 1990'larda YSA'ları için özel makineler, sistemler, mikro-çipler, yazılımlar geliştirildi (Zurada, 1990). Yapılan bu çalışmada tekstil fabrikalarındaki bağıl nem yapay sinir ağları yöntemi ile kontrol edilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Yapılan bu çalışmada maket tekstil fabrikasındaki nem miktarı tek fazlı asenkron motor tarafından tahrik edilerek su pompasıyla kontrol edilmektedir. Karar mekanizması PC bilgisayar içerisinde Visual Basic programı ile oluşturulan ve yapay sinir ağı algoritmasını içeren bilgisayar programı ile oluşturulmuştur. Bilgisayarda elde edilen bilgi, DAQ kartı yardımıyla invertöre gönderilerek su pompasının devir sayısı kontrol edilerek, sisteme istenilen değerde nem verilmiştir. Nemlendirme odasındaki bağıl nem miktarı; yaş ve kuru termometre sıcaklık sensörleri tarafından algılanarak adams seti yardımıyla seri porttan bilgisayar ortamına alınır. Program olması gereken bağıl nem değeri ile ölçülen bağıl nem değerini karşılaştırarak nemlendirme ihtiyacını belirler. Yapay Sinir Ağı algoritması yardımıyla ihtiyaç olduğu kadar nem uygulanır. Deney tesisatı Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Deney tesisatı.

Deney tesisatında kullanılan malzemeler

Sıcaklık Algılayıcıları: Pt 100 sıcaklık algılayıcıları kullanılmıştır. Sıcaklığa göre direnci lineer olarak değişmektedir. –100 ile +100 ^{o}C arasında sıcaklık ölçümü yapmaktadır.

Pt/RTD Giriş Modülü : Pt 100 ile ölçülen sıcaklığı dijital bilgiye çevirmek için besleme voltajı +10 - +30 V, örnekleme hızı : 10 Hz., doğruluk: ±%0.05 ve giriş direnci 2 Mohm olan Pt/RTD Giriş Modülü olarak ADAM 4013 kullanılmıştır.

RS-422/485 den RS-232 ye Çevirici Modül: Bu 4000 serisinin ana modülüdür. Bu modüle, seri olarak 255 tane ölçüm modülü bağlanabilmektedir. Kendisine bağlı modüllerden aldığı bilgileri, seri port vasıtası ile bilgisayara aktarma işini yapar. Haberleşme hızı ise bps olarak; 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 olabilmektedir. RS-422/485 den RS-232 ye Çevirici Modül olarak ADAM 4520 kullanılmıştır.

Bir Fazlı Asenkron Motor: LEYBOLD Marka tek fazlı asenkron motor kullanılmıştır. 220 Volt, 50 Hz şebekede çalışabilen ve senkron devir sayısı 3000 d/dak olan kondansatörlü asenkron motorun devir sayısı denetlenmiştir. Nominal devir sayısı 2850 d/dak ve nominal çıkış gücü 300 wattır.

Frekans invertörü: DC uyartımla lineer olarak V/f oranını sabit tutacak şekilde gerilim ve frekansı birlikte artırıp azaltan gelişmiş bir frekans çeviricidir. Giriş değerleri 220 Volt, 50 Hz ve 3 faz olup, çıkış değerleri ise 0-220 Volt ve 0-50 Hz.'dır.

DAQ Kartı: DAQ (Data Acquisition=Veri toplama) kartı bilgisayarın PCI veri yoluna takılmış olup, bu kart yardımıyla dışardan bilgi almak ve dışarıya bilgi vermek mümkündür. Bu kart yardımıyla analog devir sayısı bilgisi, bilgisayara analog D.C. Gerilim bilgisi İnvertöre gönderilmiştir. Kullanmış olduğumuz DE LORENZO setinin DAQ kartı 8 bit veri yoluna sahip olup, 8255 kontrol kartına sahiptir. Kart ile Dijital veya analog bilgi alış verişi mümkündür.

YSA Yazılımı: Visual Basic 5.0 görsel yazılım dili kullanılmak suretiyle hazırlanmıştır. Bilgisayar ve set arasında iletişimi sağlayan DAQ kartı kontrolü için Assembly dili kullanılmıştır. Bunun nedeni ise Assembly dilinin giriş-çıkış veri işlemlerinde çok hızlı olmasıdır. Yazılım içerisinde; kullanılan sistemin YSA ile modellenmesi, değişik çalışma şartları oluşturulması ve gerçek sistemin çalıştırılması bölümleri bulunmaktadır. Sistemin çalışma sırasındaki verileri (giriş, çıkış ve hata bilgileri) dosyaya kayıt edilmektedir. Şekil 2'de programın ana modülünün akış diyagramı gösterilmektedir.

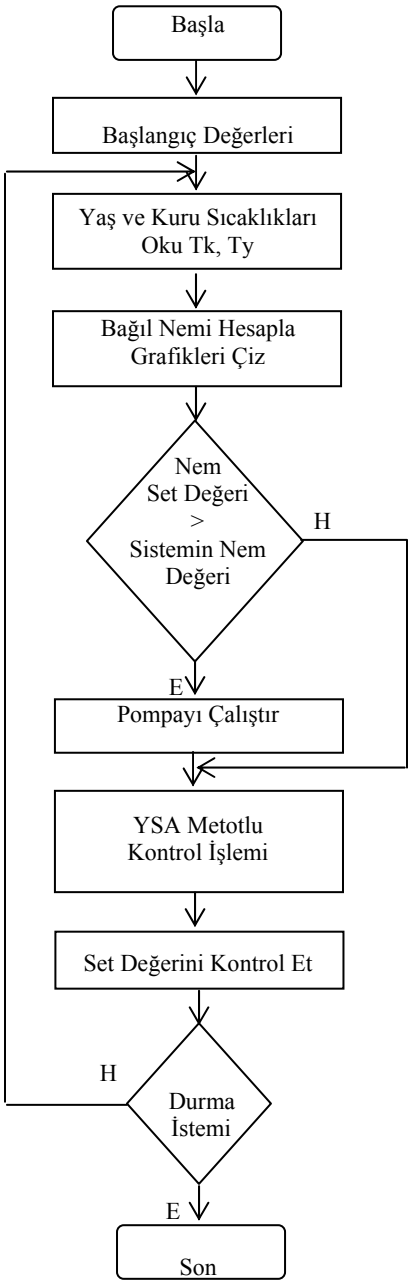
Fan: Sistemde iki değişik fan tipi kullanılmıştır. Birinci fan 220 V, 50 Hz, 40 W gücünde ve 33 cm çapında, ikinci fan ise 220 V 50 Hz, 25 W gücünde ve 10 cm çapındadır.

Pentium II-400 Mikroişlemcili Bilgisayar: Yapay sinir ağı algoritmasının gerçeklenmesi için hızlı bilgisayarlara veya özel olarak geliştirilmiş mikro işlemcilere ihtiyaç vardır. Uygulama esnasında Pentium II-400 mikroişlemcili, 64 MB RAM'e sahip PC kullanıldı.

Güç Kaynağı : Frekans invertörünün girişine tek fazlı, 220 Volt verebilecek bir güç kaynağı kullanıldı. Ayrıca opampları +12,-12 V DC besleyecek ayarlı iki tane güç kaynağı kullanıldı.

Mikroişlemci ve yarı iletken teknolojisindeki gelişmeler invertörlerin geniş sınırlar içerisinde devir sayısı ayarı yapmalarına imkan vermiştir. Bir frekans invertöründe ; motora uygulanacak olan gerilim ilk önce bir doğrultucudan geçirilerek DC gerilime çevrilir. DC gerilimin dengeli bir şekilde yükselmesini ve sınır değerini geçmemesini sağlamak amacıyla invertörde ara devre bobinleri, DC gerilimin filtrelenmesi için ara devre kondansatörü bulunmaktadır. DC gerilimden frekansı ve gerilimi ayarlanabilen bir AC gerilim evirici sayesi ile elde edilir. Evirici kontrolü kullanımı ile invertörün çıkış gerilimi ve frekansı istenildiği oranda değiştirilir.

Yapılan bu çalışmada Dinvertör marka invertör kullanılmıştır. Üç fazlı asenkron motor devir sayısı ayarı için üretilen invertör 4 kW'a kadar olan motorlar için kullanılabilir. Şekil 3'de deney düzeneğinin kontrol ve elektrik bağlantı şeması, Şekil 4'de ise nemlendirme ünitesinin blok şeması gösterilmektedir.



Şekil 2. Programın ana modülünün akış diyagramı.

Metot

Nem Hesap Yöntemi

Nem hesabını kuru ve yaş sıcaklıklardan hareket ederek bulmamız gerekmektedir. Hesaplamamız gereken izafi nem oranıdır.

$$\phi = \frac{W_h}{W_s} \times 100 \qquad (1)$$

Burada;

W_h = Gerçek nem oranı,

W_s = Doymuş konumdaki havanın kuru termometre sıcaklığındaki nem oranını göstermektedir. W_s ve W_h değerleri;

$$W_s = 0.6218 \times \frac{P_s}{(101.325 - P_s)} \quad (2)$$

$$W_h = \frac{(2501 - 2.381 \times T_y) W_y - (T_k - T_y)}{2501 - 1.805 \times T_k - 4.186 \times T_y} \quad (3)$$

formülleri ile hesaplanabilir (Tamer, 1989). Burada;

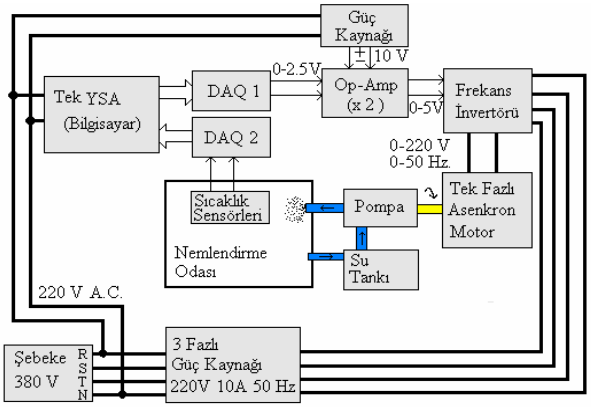
P_S = Kuru termometre sıcaklığında su buharının doymuş basıncını,

W_y = Doymuş konumdaki havanın yaş termometre sıcaklığındaki nem oranını,

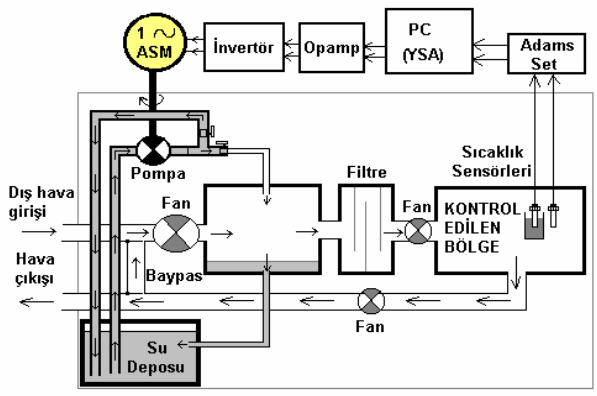
T_k = Kuru termometre sıcaklığını,

T_y = Yaş termometre sıcaklığını

ifade etmektedir. Visual Basic programında alt program yazılarak nem hesabı yapılmıştır.



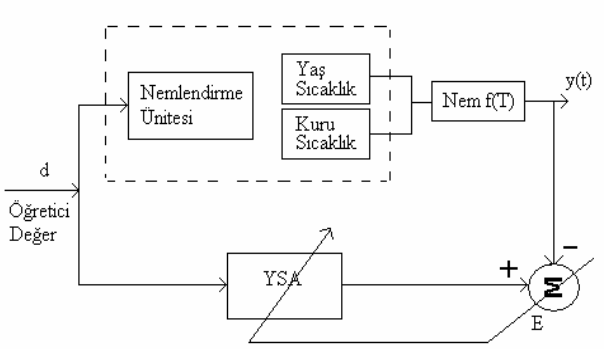
Şekil 3. Deney düzeneğinin kontrol ve elektrik bağlantı şeması.



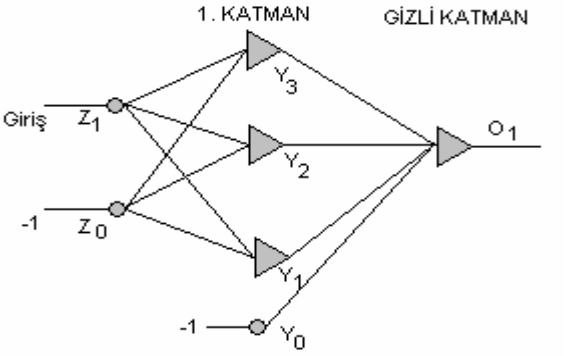
Şekil 4. Nemlendirme ünitesinin blok şeması.

Sistemin Modellenmesi

Sistemin modellenmesi için YSA metodu kullanılmıştır. Sistemin modellenmesi Şekil 5'de sistemin modellenmesinde kullanılan ağ yapısı ise Şekil 6'da gösterilmektedir. Bu modelleme sisteminde, öğretici değerimiz hem YSA hem de sisteme verilmekte ve ikisinin de çıkışı karşılaştırılarak, çıkan hata ile YSA Modeli öğretilmektedir. Hata bizim istediğimiz düzeye inince öğretme işlemi tamamlanmış olur. Bu işlem sonucun da sisteme yaklaşık eşdeğer bir YSA modeli oluşturulmuş olur. Bu model, gerçek çalışma anında kullanılmaktadır.

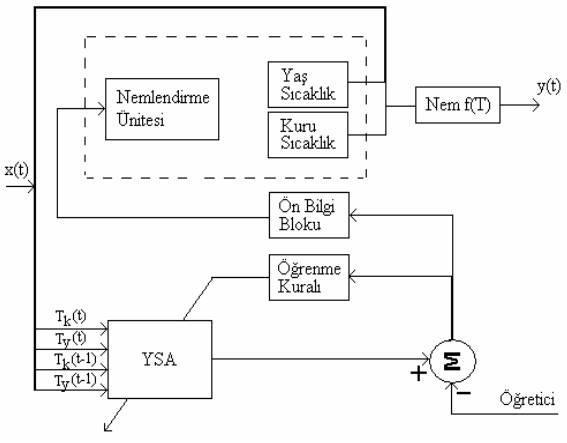


Şekil 5. Sistemin modellenmesi.



Şekil 6. Sistemin modellenmesinde kullanılan ağ yapısı.

Kontrol sisteminin çalışma diyagramı Şekil 7'de verilmiştir. Sistemin çıkışı ve bir önceki değeri YSA'ına girilmekte, YSA'nın çıkışı öğretici değerle karşılaştırılmakta ve ağın ağırlıkları yeniden belirlenmektedir. Oluşan hata ön bilgi bloğu ile çarpılarak nemlendirme kontrol ünitesine gönderilmektedir. Kontrol edilen bölgedeki algılayıcılar yardımıyla sistemin çıkışı bulunmaktadır.

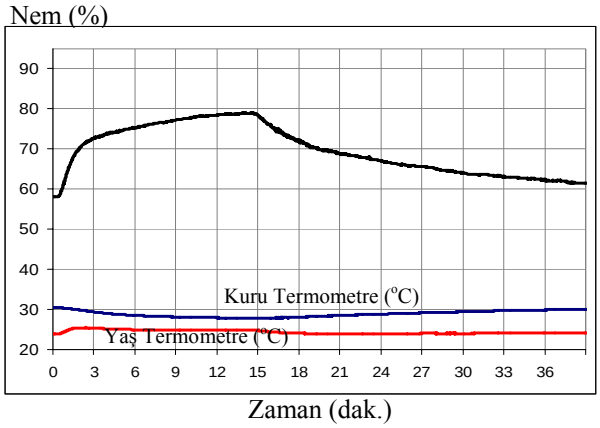


Şekil 7. Kontrol sisteminin çalışma diyagramı.

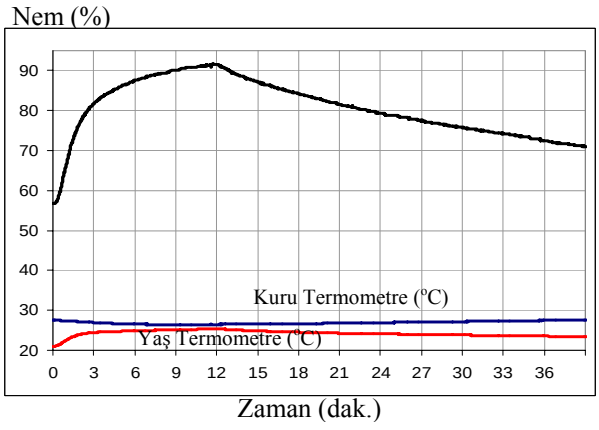
BULGULAR ve TARTIŞMA

Sistemin Tepkimesinin Ölçülmesi

Sistemin maksimum çalışma hızını ölçmek için, motor en yüksek devirde (2840 d/dak) çalıştırılarak pompanın sürekli maksimum basınçla su göndermesi sağlandı. %100 dış ve iç hava şartlarında sistemin tepkisi ölçüldü. Şekil 8' de görüldüğü gibi, sistem %100 dış hava ile çalışırken, %58 den %70 nem değerine 1.5 dakika gibi kısa bir sürede ulaşmaktadır. Bu değerden sonra nem artışı çok yavaşlamakta ve %79 nem değerine 15 dakikada geldiği görülmektedir. Bundan sonra motor durdurulmuş ve sistemin nem kayıp etme zamanı gözlemlenmiştir. Sistem %79 dan %70'e yaklaşık 4 dakikada inerken, %62' ye 23 dakikada inmiştir. Sistemin %100 iç hava ile çalışırken, Şekil 9'da görülebileceği gibi %57 den %80 nem değerine 2 dakika gibi kısa bir sürede ulaşmaktadır. Bu değerden sonra nem artışı biraz yavaşlamakta ve %92 nem değerine 12 dakikada geldiği görülmektedir. Bundan sonra motor durdurulmuş ve sistemin nem kayıp etme zamanı gözlemiştir. Sistemimiz %92 den %80 ye yaklaşık 11 dakikada inerken, %71'e 26 dakikada inmiştir.



Şekil 8. Sistem yüksüz %100 dış hava şartlarında en yüksek pompa basıncı ile çalışması.

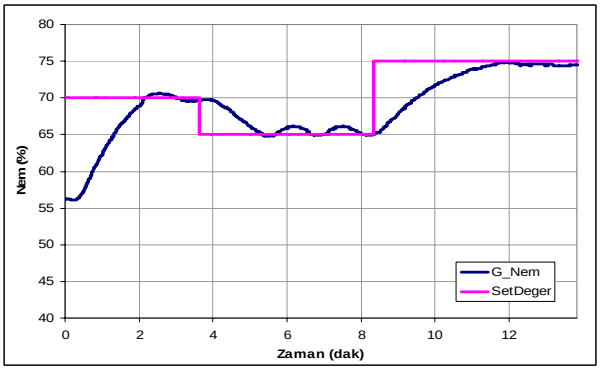


Şekil 9. Sistem yüksüz %100 iç hava şartlarında en yüksek pompa basıncı ile çalışması.

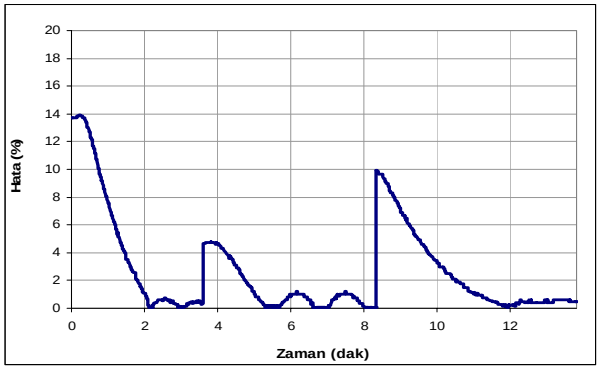
Yukarıdaki sonuçlara göre iç hava şartlarında nemin artması çok kısa, dış hava şartlarında ise nemin artması ise uzun süre devam etmiştir.

Sistemin % 100 Dış Hava Şartlarında Çalışması

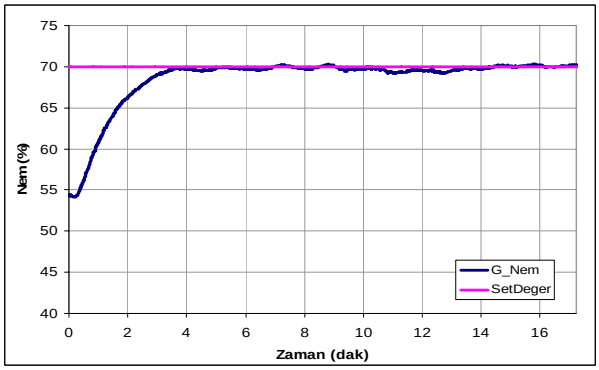
Sistem %100 dış hava çalışılırken, değişik set değerleri için elde edilen grafik Şekil 10'da gösterilmiştir. Bu uygulamadaki hata grafiği ise Şekil 11'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi sistem %57 den %70 nem değerine 2 dakikada ulaşılmıştır. Motorun devir sayısı, nemin set değerine %1 kadar yaklaştıktan sonra yavaşlamaya başlamaktadır. İstenen nem değerini %0.6 geçince motor durmaktadır. Sistemin nem değeri %69.6-70.3 arası bir salınım ile devam etmektedir. Buradaki hata %0.7 civarındadır. İstenen nem değiştirilince sistem kendisini bu değere yaklaşmaya zorlamaktadır. %65 istenen değere 2 dakikada gelebilmiştir. Sistemin nem değeri %64.9-65.9 arası bir salınım ile devam etmektedir. Buradaki hata %1 civarındadır. Tekrar hedef değiştirilmiş ve %75 nem olması istenmiştir. Yaklaşık 4 dakika sonra hedefe ulaşılmıştır. Sistemin nem değeri %74.4-74.9 arası bir salınım ile devam etmektedir. Buradaki hata %0.6 civarındadır. %100 dış hava çalışılırken, sisteme bozucu etkiler uygulanmış ve Şekil 12'deki grafik elde edilmiştir. Bu uygulamadaki hata grafiği ise Şekil 13'de gösterilmiştir. %54 den %70 nem değerine yaklaşık olarak 3 dakikada ulaşılmıştır. Sistemin hatasının %0.5 olduğu görülmektedir. 4. dakikada sisteme bozucu etki olarak pencere açılmıştır. Bunun sonucu olarak nem düşme eğilimi göstermiş fakat YSA'nın etkisi ile tekrar yükseltilerek %70 civarında tutulmuştur. 5. dakikada pencere tekrar kapatılmıştır. Bunun sonucu olarak nem artma eğilimi göstermiş fakat YSA nın etkisi ile tekrar düşürülerek %70 civarında tutulmuştur. Sisteme bozucu etki olarak bu kez ısıtıcı (75 W) uygulanmıştır. 8. dakikada ısıtıcı açılmıştır. Isıtıcının tam olarak ısınması 3 dakika kadar sürmüştür. 11. dakikada ısıtıcının etkisi ile nem düşme eğilimi göstermiştir. Ama YSA'nın etkisi ile tekrar yükseltilmiştir. 12. dakikada ısıtıcı kapatılmıştır. Bunun etkisi ile 14. dakikada nem artma eğilimi göstermiştir. Ama yine YSA' nın etkisi ile tekrar nem düşürülerek %70 civarında tutulmuştur.



Şekil 10. Sistemin %100 dış hava şartlarında değişik set değerlerinde elde edilen grafiği.



Şekil 11. Sistemin %100 dış hava şartlarında değişik set değerlerinde elde edilen hata grafiği.



Şekil 12. Sistemin %100 dış hava şartlarında bozucu etkiler uygulandığındaki grafiği.

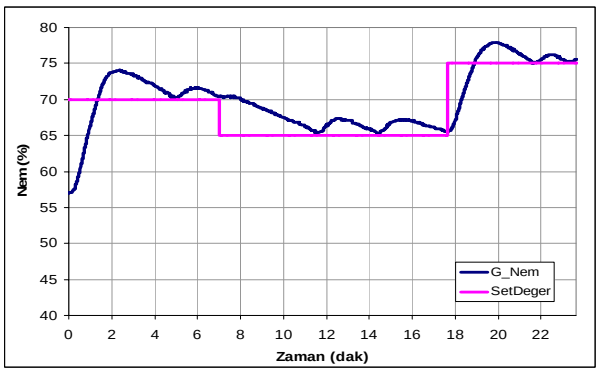


Şekil 13. Sistemin %100 dış hava şartlarında bozucu etkiler uygulandığındaki hata grafiği.

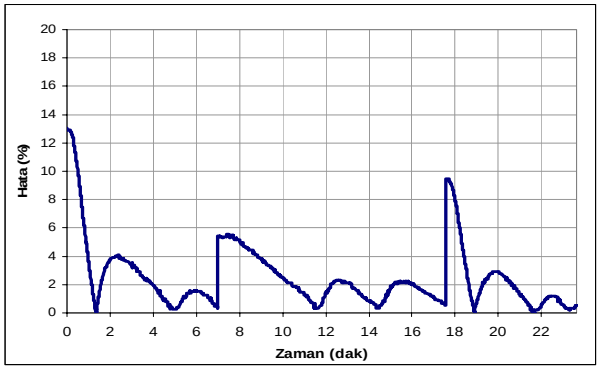
Sistemin % 100 İç Hava Şartlarında Çalışması

Sistem %100 iç hava şartlarında çalışılırken, değişik set değerleri için elde edilen grafik Şekil 14'de gösterilmiştir. Bu uygulamadaki hata grafiği ise şekil 15'de ifade edilmektedir. Şekil 14'den de görülebileceği gibi sistem %57'deki bağıl nem değerinden %70'deki bağıl nem değerine 5 dakikada ulaşmıştır. Sistemin bağıl nem değeri %70.1-71.7 arası bir salınım ile devam etmektedir. Buradaki hata yaklaşık %1.7 değerinde oluşmaktadır. İstenen bağıl nem değeri değiştirilince sistem kendisini bu değere yaklaşmaya zorlamaktadır. %65'deki istenen bağıl nem değerine 4 dakikada gelebilmiştir. Sistemin bağıl nem değeri %65.0-67.2 arası bir salınım ile devam etmektedir. Buradaki hata yaklaşık %2.2 civarında oluşmaktadır. Tekrar hedef değiştirilmiş ve %75 bağıl nem değeri olması istenmiştir. Yaklaşık 4 dakika sonra hedefe ulaşılmıştır. Sistemin bağıl nem değeri %75.0-76.1 arası bir salınım ile devam etmektedir. Buradan sistemimizin %100 dış hava şartlarında, %70 ve üzerindeki nem değerlerinde küçük hatalar ile çalıştığını görmekteyiz. Daha küçük bağıl nem değerlerinde bu hata biraz daha artmaktadır. Fakat yüksek bağıl nem değerlerinde ise hata azalmaktadır.

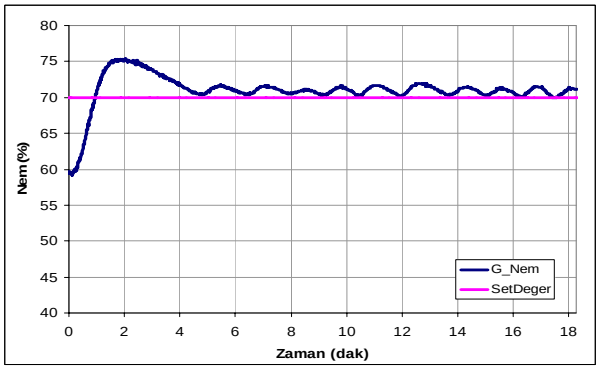
Sistem %100 iç hava şartlarında çalışılırken sisteme bozucu etkiler uygulanmıştır. Sistem %100 iç hava şartlarında çalışılırken, değişik set değerleri için elde edilen grafik Şekil 16'da gösterilmiştir. Bu uygulamadaki hata grafiği ise Şekil 17'de verilmiştir. Sistemin bağıl nemi %58 den %70 değerine 5 dakikada ulaşılmıştır. Sistemin hatasının yaklaşık % 1.8 çıvarında olduğu görülmektedir. 7. dakikada sisteme bozucu etki olarak pencere açılarak sistemin dengesi değiştirilmiştir. Bunun sonucu olarak bağıl nem düşme eğilimi göstermiş ve hata oranı artarak devam etmiştir. Fakat YSA' nın etkisi ile bağıl nem değeri tekrar yükseltilerek yaklaşık %70-71.8 civarında tutulmuştur. 11. dakikada pencere tekrar kapatılarak bağıl nem oranındaki değişme tekrar gözlemlenmiştir. Bunun sonucu olarak nem artma eğilimi göstermiş ve hata %2' ye kadar yükselmiştir. Sonuçta YSA' nın etkisi ile bağıl nem oranı düşürülerek Yaklaşık %70-71.8 civarında tutulmuştur. Sisteme bozucu etki olarak bu kez farklı olarak 75 watt'lık ısıtıcı takılmıştır. Isıtıcı devreye girdikten 11 dakika sonra ısıtıcının etkisi ile bağıl nemin düşme eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Ama sistemin nemi istenen değerin üzerine çıktığı anda YSA sisteme müdahale ederek bağıl nem değerini istenilen değerde tutmuştur. Hata biraz daha az olarak %1.5 olarak devam etmiştir. 17. dakikada ısıtıcı tekrar devreden çıkılarak etkisi yeniden gözlemlendi. İç hava şartlarında bağıl nemin artışı dış havanınkine oranla hızlı olduğu için %70' in altındaki bağıl nem değerlerine tam olarak yaklaşamamaktadır, yaklaşık %2 çıvarında bir hata meydana gelmektedir. Fakat istenen bağıl nem set değerleri %70' in üzerinde bir değer seçildiği zaman, hata değerlerinin %2' nin altına düştüğü gözlemlenmiştir.



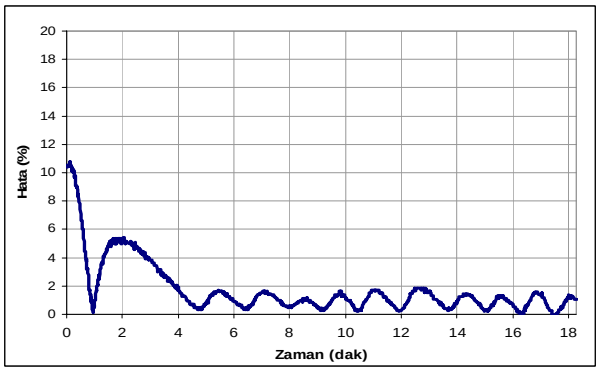
Şekil 14. Sistemin %100 iç hava şartlarında değişik set değerlerinde elde edilen grafiği.



Şekil 15. Sistemin %100 iç hava şartlarında değişik set değerlerinde elde edilen hata grafiği.



Şekil 16. Sistemin %100 iç hava şartlarında bozucu etkiler uygulandığındaki grafiği.



Şekil 17. Sistemin %100 iç hava şartlarında bozucu etkiler uygulandığındaki hata grafiği.

SONUÇLAR

Yapay Sinir Ağları ile Tekstil fabrikalarının nem kontrolü başarı ile yapılabilmektedir. Fabrika modeli üzerinde yapılan çalışmalarda istenilen nem değerlerine sistemin elverdiği en kısa zamanda ulaşılmaktadır. Ortamın nemi %56 iken istenilen nem değeri %70 olarak seçildiği zaman 125 s gibi kısa bir zamanda kontrol edilen bölgenin nem oranı istenilen değere ulaşmaktadır. Nem oranındaki değişme %1 sınırının altında kalmaktadır. Çalışma esnasında istenilen nem değeri değiştirilebilmektedir. İstenilen nem değerinin % 65 olarak değiştirilmesi halinde sistem bu bilgiyi değerlendirerek 110 s içerisinde nem oranını yeni set değerine indirmektedir. Çalışma esnasında dış ortamdaki sıcaklık değişiklikleri veya nemlendirme odasındaki iç sıcaklığın değişimi istenilen nem değerini etkilememektedir. Yapılan deneyler esnasında iç sıcaklığı değiştirmek için, ısıtıcı kullanılmıştır. Nem oranı %70 olarak kararlı hale geldikten sonra 75 W'lık bir ısıtıcı çalıştırıldığı taktirde ortamın ısınmasıyla birlikte nem değeri düşmeye eğilim göstermektedir. Yapay Sinir Ağın etkisiyle nem tekrar kararlı hale gelmektedir. Bozucu etki olarak pencere açık bırakılmış ve yine başarı ile nemin sabit kaldığı gözlenmiştir. Pompanın çalışması on/off olmadığı için ihtiyaç miktarı kadar çalışmakta hem enerji tasarrufu olmakta hem de daha az hatalı sonuç elde edilmektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda kullanılan maket, sistemin kullanılabilirliği hakkında fikir vermesine rağmen, hacmi küçük olduğu için hızlı tepki vermekte ve bozucu etkiler kısa süreli olarak kendini daha belirgin göstermektedir. Bununla birlikte gerçekleştirilen bir çok çalışma şartlarında sistemin kararlı hale gelmesinden sonra % 0.5'lik nem hatasıyla başarılı sonuçlar alınmıştır.

Sistemin maliyeti yüksek görünmesine rağmen, bir tekstil fabrikasındaki verimi artırıcı rolünden dolayı ekonomiktir. Ayrıca bir yapay sinir ağı ile birden fazla bölge kontrol edilebilir. Fabrika otomasyonu ile entegre çalışabilir.

KAYNAKLAR

Başer, İ. 1992. Elyaf Bilgisi. Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Yayınları, İstanbul

Clifford, G. 1990. Modern Heating, Ventilating and Air Conditioning. Prentice Hall, Endlewood Cliffs, New Jersey, 164p

Özçalık, H. R. 2001. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Ders Notları, KSÜ Mimarlık Mühendislik Fakültesi, Kahramanmaraş

Recknagel, Sprenger, Hönmann. 1989. Taschenbuch für Heizung+Klima Techınk. Oldenbourg 88/89 ISBN3-486-35914-2

Schlafhorst Saurer Group, 2002. Customer Support Autocoro Parts and Service Guidebook. 1st Edition, Mönchengladbach

Tamer, Ş. 1989. Klima ve Havalandırma. Mateksan, İstanbul

Zurada, J. 1990. Introduction to Artificial Naural Systems. USA