

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YAPAY SİNİR AĞLARI VE PARALEL AKIŞLI ISI EŞANJÖRLERİNDE
UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Emrah AYVAZ

**OCAK 2012
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YAPAY SİNİR AĞLARI VE PARALEL AKIŞLI ISI EŞANJÖRLERİNDE
UYGULANMASI**

Mak.Müh. Emrah AYVAZ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"MAKİNA YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 27.12.2011
Tezin Savunma Tarihi : 11.01.2012**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Levent GÜMÜŞEL
İkinci Danışman : Prof.Dr. Orhan AYDIN**

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalında
Emrah AYVAZ tarafından hazırlanan

YAPAY SİNİR AĞLARI VE PARALEL AKIŞLI ISI EŞANJÖRLERİNDE
UYGULANMASI

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 27 / 12 / 2011 gün ve 1435 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 11 / 01 / 2012 tarihinde yapılan sınavda

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç.Dr. Levent GÜMÜŞEL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nurhan Gürsel ÖZMEN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Selçuk ÇEBİ

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Yapay Sinir Ağları tekniği günümüzde bir çok alanda yoğun olarak kullanılmaktadır. En basit haliyle insan beyninin çalışma şeklini taklit eden Yapay Sinir Ağları, Yapay Zeka çalışmaları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Yapay Sinir Ağları yöntemi bir bilgisayar sistemine girilen verilerle öğrenebilme yeteneği kazandırabilmektedir. Birçok avantajı olan ve gün geçtikçe gelişen bu yöntemden günümüzde birçok alanda faydalanılmaktadır. Özellikle tahmin ve öngörü gibi verinin içerdiği yapının tanımlanmasını gerektiren alanlarda sıklıkla tercih edilmektedir.

Bu yüksek lisans tezi kapsamında Yapay Sinir Ağları konusu ele alınarak Çok Katmanlı Algılayıcı ağ modeli ile birlikte Yapay Sinir Ağı oluşturulmuştur. Oluşturulan Yapay Sinir Ağı ile paralel akışlı ısı eşanjöründe yapılan deneysel çalışma sonrasında elde edilen veriler işlenerek yapay sinir ağlarının ısı değiştiricilerde uygulanabilirliği araştırılmıştır.

Yapılan bu çalışma, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'ne "Yapay Sinir Ağları ve Paralel Akışlı Isı Eşanjörlerinde Uygulanması" adı altında Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Bu yüksek lisans tez çalışmamda danışmanlığımı yapan, değerli görüş ve katkılarını esirgemeyen ve yol gösteren hocam Doç.Dr. Levent GÜMÜŞEL'e, ikinci danışmanlığımı yapan hocam Prof.Dr. Orhan AYDIN'a, minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmalarım esnasında gösterdikleri yardımlar ve destekler için, Mak.Yük.Müh. Murat Eray KORKMAZ'a ve Ümit ORHAN başta olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca her zaman yanımda olan, benden maddi ve manevi desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Emrah AYVAZ

Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yapay Sinir Ağları ve Paralel Akışlı Isı Eşanjörlerinde Uygulanması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç.Dr. Levent GÜMÜŞEL’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

27/12/2011

Emrah AYVAZ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Yapay Zeka	2
1.3 Yapay Sinir Ağları	2
1.4 Literatür Araştırması	5
1.5 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı, Temel Elemanları ve Özellikleri.....	8
1.5.1 Biyolojik Sinir Sistemi ve Yapay Sinir Sistemi.....	8
1.5.2 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Özellikleri.....	11
1.5.3 Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması	13
1.6 Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi, Test Edilmesi ve Problem Çözümü.....	17
1.7 Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları.....	18
1.8 Yapay Sinir Ağlarının Avantaj ve Dezavantajları	19
1.8.1 Yapay Sinir Ağlarının Avantajları	19
1.8.2 Yapay Sinir Ağlarının Dezavantajları.....	20
1.9 Isı Değiştiricileri	21
1.9.1 Isı Değiştiricilerinin Sınıflandırılması	22
1.9.1.1 Isı Değişim Şekline Göre Sınıflandırma	23
1.9.1.2 Isı Geçiş Yüzeyinin Isı Geçiş Hacmine Oranına Göre Sınıflandırma	24
1.9.1.3 Akışkan Sayısına Göre Sınıflandırma.....	24
1.9.1.4 Isı Geçiş Mekanizmasına Göre Sınıflandırma	24
1.9.1.5 Konstrüksiyona Göre Sınıflandırma	25
1.9.1.6 Akıma Göre Sınıflandırma.....	26

1.10	Tezin Amacı ve Kapsamı.....	27
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	28
2.1	Eş Merkezli Borulu Paralel Akışlı Isı Değiştiricisi.....	28
2.2.	Problemin Tanımı	32
2.3.	YSA Modeli Oluşturulurken Kullanılacak Parametrelerin Belirlenmesi	33
2.4.	YSA İçin Eğitim, Test ve Uygulama Setleri Hazırlanması	33
2.5.	YSA İçin Ağ Modelinin Seçilmesi	36
2.6.	YSA İçin Öğrenme Modelinin Seçilmesi	37
2.7.	YSA İçin Diğer Parametrelerin Belirlenmesi	37
2.8.	YSA Modellemesi İçin Kullanılan Yazılım.....	37
2.9.	YSA'nın Eğitilmesi, Test Edilmesi ve Uygulanması	38
3.	BULGULAR.....	39
3.1	Hata Eğrisi, Eğitim Sonucu ve Ağ Modeli Örnekleri	39
3.2	Elde Edilen Sonuçlar.....	41
4.	İRDELEME	43
5.	SONUÇLAR	44
6.	ÖNERİLER.....	46
7.	KAYNAKLAR	47
	ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

YAPAY SİNİR AĞLARI ve PARALEL AKIŞLI ISI EŞANJÖRLERİNDE
UYGULANMASI

Emrah AYVAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Levent GÜMÜŞEL
2012, 51 Sayfa

Yapay Sinir Ağları(YSA) tekniği günümüzde bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. En basit haliyle insan beyninin çalışma şeklini taklit eden Yapay Sinir Ağları, Yapay Zeka çalışmaları içerisinde önemli bir yere sahiptir. YSA tekniği bir bilgisayar sistemine girilen verilerle öğrenebilme yeteneği kazandırabilmektedir. Birçok avantajı olan ve gün geçtikçe gelişen bu teknikten günümüzde birçok alanda faydalanılmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında, Yapay Sinir Ağlarının deneysel verilerden yararlanarak paralel akışlı ısı eşanjörlerinde uygulaması yapılmıştır. Öncelikle Yapay Sinir Ağları teorik olarak anlatılmış, yapısından ve temel öğrenme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Ardından Isı değiştiricileri, özellikleri ve sınıflandırılmasından bahsedilmiştir. Daha sonra deneysel çalışmalarla ısı değiştiricisinden elde edilen verilerden faydalanarak, Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli ile oluşturulan Yapay Sinir Ağları ile uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda YSA'nın ısı değiştiricilerinde kullanımının uygunluğu araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Çok Katmanlı Algılayıcılar, Paralel Akışlı Isı Eşanjörleri, NeuroSolutions

Master Thesis

SUMMARY

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND APPLICATION AT HEAT EXCHANGERS

Emrah AYVAZ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Mechanical Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Levent GUMUSEL
2012, 51 Pages

Artificial neural Networks are using in a wide variety of application fields in today's world. Artificial Neural Networks, which simply imitates the working method of human brain, has an important place in artificial intelligence studies. ANN technology can bring the ability to learn to a computer system from a specified input value. This technology is being utilized in many fields which also brings a lot of advantages and improving day by day.

In this paper, an artificial neural network application has been made on parallel flow heat exchangers using experimental data. First, ANN has been explained in theory and its structure and basic methods of learning has been mentioned. Multi-layer perceptron model has been used for the network formed and an ANN has been modelled using the experimental data gathered by a heat exchanger. In this concept, availability of ANN on heat exchangers has been examined.

Key Words: Artificial Neural Network, Multi Layer Perceptron, Heat Exchanger, NeuroSolutions

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Bir yapay sinir ağı örneği.....	3
Şekil 2. Biyolojik sinir hücresi.....	9
Şekil 3. Biyolojik sinir hücresi bağlantıları.....	9
Şekil 4. Yapay sinir ağı hücresi.....	10
Şekil 5. Yapay sinir ağı bağlantıları.....	10
Şekil 6. Bir yapay sinir ağı örneği.....	12
Şekil 7. İleri beslemeli ağ örneği.....	14
Şekil 8. Geri beslemeli ağ örneği.....	15
Şekil 9. Danışmanlı öğrenme örneği.....	16
Şekil 10. Danışmansız öğrenme örneği.....	16
Şekil 11. Destekleyici öğrenme örneği.....	17
Şekil 12. Kompakt ısı değiştirici.....	24
Şekil 13. Düz borulu ısı değiştirici.....	26
Şekil 14. Tez çalışmasında kullanılan ısı değiştiricisi.....	29
Şekil 15. Tez kapsamında kullanılan ısı değiştiricisinin şematik şekli.....	30
Şekil 16. Test bölgesinin boyutları.....	30
Şekil 17. Paralel akışlar için sıcaklıkların ısı eşanjörü boyunca değişimi.....	31
Şekil 18. Akışkana (yağa) ait özellik değişim grafikleri.....	31
Şekil 19. Örnek çok katmanlı algılayıcı modeli.....	36
Şekil 20. Modeli oluşturulan ağın şematik gösterimi.....	39
Şekil 21. Örnek hata eğrisi.....	40
Şekil 22. Örnek eğitim sonucu.....	40
Şekil 23. NeuroSolutions programında oluşturulan ÇKA YSA modeli.....	41
Şekil 24. Sigmoid Transfer Fonksiyonuna sahip YSA sonuçları ile deneysel sonuçların karşılaştırılması.....	42
Şekil 25. Hiperbolik Tanjant Transfer Fonksiyonuna sahip YSA sonuçları ile deneysel sonuçların karşılaştırılması.....	42

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Biyolojik sinir ağı ile yapay sinir ağı arasındaki benzerlikler	11
Tablo 2. Yapay sinir ağlarının sınıflandırılması.....	13
Tablo 3. Deneysel çalışmalarda elde edilen veriler.....	33
Tablo 4. Kütleli yağ debisi karşılaştırma tablosu.....	43

SEMBOLLER DİZİNİ

ART	: Adaptif rezonans teori
ÇKA	: Çok katmanlı algılayıcı
CV	: Cross Validation
GA	: Genetik algoritma
LMÖA	: Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması
LVQ	: Linear vektor quantization
MLP	: Muli layer perceptron
PE	: Proses elemanı
SOM	: Self organized map
YSA	: Yapay sinir ağları
C_c	: Soğuk akışkanın özgül ısısı [j kg ⁻¹ K ⁻¹]
C_h	: Sıcak akışkanın özgül ısısı [j kg ⁻¹ K ⁻¹]
h_i	: Giriş entalpisi [kj kg ⁻¹]
h_o	: Çıkış entalpisi [kj kg ⁻¹]
β	: Isı değıştiricinin yüzey alanının ısı değıştiricinin hacmine oranı
k	: Isı iletim katsayısı [W m ⁻¹ K ⁻¹]
\dot{m}_h	: Kütlesel debi, [kg/s]
\dot{m}_c	: Kütlesel debi, [kg/s]
n	: Bir hücreye gelen toplam girdi
μ	: Viskozite değeri [kg/m.s]
q	: Isı geçiş miktarı [W]
T_1	: Yağ giriş sıcaklığı
T_2	: Yağ çıkış sıcaklığı
T_3	: Yağ girişindeki boru cidar sıcaklığı
T_4	: Yağ çıkışındaki boru cidar sıcaklığı
T_5	: Su giriş sıcaklığı
T_6	: Su çıkış sıcaklığı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Doğal yaşamda gözlenen bir çok işleyiş, tarih boyunca bilim insanlarının icatları için esin kaynağı olmuştur. Günlük hayatta karşılaşılan bir çok problemin çözümü doğadaki ve canlılardaki benzer işleyişlerden esinlenerek gerçekleştirilmiştir.

Geçtiğimiz yüzyıl ortalarından itibaren insan beyni ve biyolojik sinir sistemleri üzerinde yoğunlaşan araştırmalar, beynin ve sinir sisteminin öğrenme ve karar verme gibi yetenekleri ve bunların işleyişleriyle ilgili önemli bilgiler elde edilmesini sağlamıştır. Bu elde edilen bilgiler sadece tıp alanında değil, diğer disiplinlerde de yer edinmiş, kullanım ve araştırma alanları sunmuştur. Bahsi geçen disiplinlerin başında da “Yapay Zeka” yer almaktadır. Yapay Zeka’nın günümüzde en yaygın olarak araştırılan dallarından biri ise “Yapay Sinir Ağları”dır.

Yapay Sinir Ağları(YSA) tekniği günümüzde endüstriyel uygulamalar, ulaştırma ve havacılık, finans, borsa ve kredi kartları uygulamaları, tıp, biyomedikal ve ilaç sanayi uygulamaları, iletişim sanayi uygulamaları vb. gibi çeşitli alanlarda yoğun olarak kullanılmaktadır. En basit haliyle insan beyninin çalışma şeklini taklit eden Yapay Sinir Ağları, Yapay Zeka çalışmaları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Yapay Sinir Ağları, öğrenebilme, yorumlayabilme, genelleme, sınırsız sayıda değişken ile çalışabilme gibi önemli birçok özelliğe sahiptir. Bu özellikleri sayesinde oldukça önemli avantajlara sahip olan YSA, bu çalışma kapsamında da incelenen öngörü modellemesi alanında da yoğun olarak kullanılmaktadır. Yapay Zeka’nın bir alt dalını oluşturan Yapay Sinir Ağları teknolojisi, öğrenebilen sistemlerin temelini oluşturmaktadır. İnsan beyninin temel işlem elemanı olan nöronları şekilsel ve işlevsel olarak taklit eden Yapay Sinir Ağları, bu yolla biyolojik sinir sisteminin basit bir simülasyonu için oluşturulan programlardır. Bu şekilde insana özgü olan tecrübe ederek öğrenme yeteneğini bilgisayar ortamına taşıyabildiği düşünülen YSA tekniği bir bilgisayar sistemine girilen verilerle öğrenebilme yeteneği kazandırabilmektedir. Bir çok avantajı olan ve gün geçtikçe gelişen bu teknolojiden günümüzde bir çok alanda faydalanılmaktadır. Özellikle tahmin ve öngörü gibi verinin içerdiği yapının tanımlanmasını gerektiren alanlarda sıklıkla tercih edilmektedir.

1.2. Yapay Zeka

Bilgisayar sistemlerinin ortaya çıkması ve gelişmelerine paralel olarak bilgisayarların insan beyninin gerçekleştirdiği faaliyetleri taklit etme çabası yapay zeka kavramını ortaya çıkarmıştır. Yapay zeka, insan beyninin sahip olduğu öğrenme, algılama, düşünme ve karar verme gibi yetilerin bilgisayar sistemleri tarafından gerçekleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Yapay zeka kavramı ilk olarak John McCarthy tarafından ortaya atılmış ve bir araştırma disiplini olarak benimsenmiştir (Akpınar, 1994). Yapay zekayı, 1993 yılında Luger ve Stubbfield “Zeki davranışların otomasyonu ile ilgili bilgisayar bilimleri dalıdır” şeklinde, 2003 yılında Russel ve Norvig ise “İnsan gibi düşünen, insan gibi davranan, akılcı düşünen ve akılcı davranan sistemler” olarak tanımlamışlardır. Günümüzde giderek yaygınlaşan ve gelişen robot sistemlerinin gelişimindeki en büyük etken yapay zeka sistemlerinin gelişmesidir.

Son yıllarda birçok alanda araştırılan ve kullanılan Yapay zekanın alt dalları olarak “Uzman Sistemler, Bulanık Mantık, Genetik Algoritma ve Yapay Sinir Ağları” sayılabilir. Uzman sistemler, belirli bir uzmanlık alanında, gerçek kişilerden derlenen bilgileri temel alarak, zamanla kendisini geliştirebilme yeteneği de olan yazılımlardır. Bulanık Mantık, temel olarak bulanık küme ve alt kümelere dayanmasına rağmen klasik küme gösteriminin genişletilerek küme üyelik derecelerinin de dahil edildiği matematiksel bir sistemdir. Genetik Algoritmalar, problemlere tek bir çözüm üretmek yerine farklı çözümlerden oluşan bir çözüm kümesi üreterek bütünsel çözüm arayan yöntemlerdir. Tez kapsamında da incelenecek olan Yapay Sinir Ağları ise insan beynindeki sinir sistemini ve hücrelerini taklit ederek sonuç üretebilen bilgisayar programlarıdır.

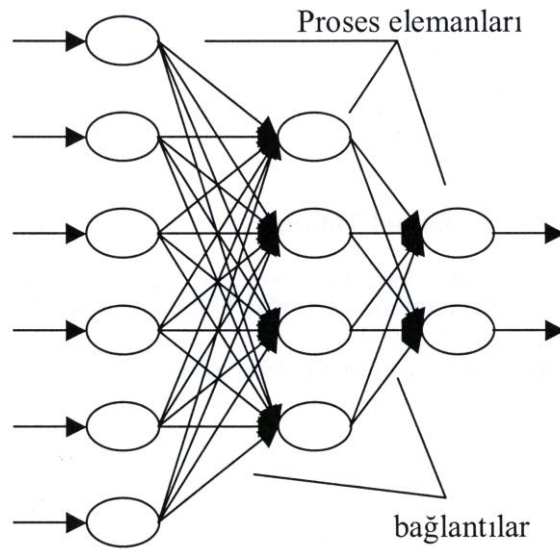
1.3. Yapay Sinir Ağları

İnsanlar, günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözmek için genel olarak canlıların veya doğanın işleyişini incelemiş ve bu doğrultuda çözümler geliştirmişlerdir. Gelişen teknoloji bu incelemelerin daha ayrıntılı bir şekilde yapılmasına olanak sağlamış bu sayede de çözümü bulunamamış birçok problem çözüme kavuşturulmuştur. Böylece insan beyninin çalışma prensibini temel alarak, öğrenme, yorumlama, tahmin etme gibi insana ait birçok özelliğin bilgisayar sistemlerine entegrasyonu mümkün hale gelmiştir.

Günümüzde, örnekler ile öğrenebilme ve genelleme yapabilme özellikleri sayesinde Yapay Sinir Ağları araştırmacılar tarafından yoğun olarak tercih edilen ve araştırılan bir alan olmuştur. Yapay Sinir Ağları, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2006). Bir başka ifadeyle Yapay Sinir Ağlarını, insan beyninden esinlenerek geliştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar aracılığıyla birbirine bağlanan ve her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapılarıdır (Elmas, 2007) şeklinde de ifade edebilmek mümkündür.

Graupe (1997), YSA merkezi sinir sistemindeki biyolojik sinir hücrelerini taklit etmeye çalışan yapılardır olarak ifade etmiştir. Liptak (1995) ise YSA'nı biyolojik sinir sistemlerinin yapı ve süreçlerini taklit eden, karmaşık problemleri çözmek için kullanılan bir araç olarak tanımlamıştır. Haykin (2005) de YSA'nı bir sinir ağı, basit işlem birimlerinden oluşan, deneyimsel bilgileri biriktirmeye yönelik doğal bir eğilimi olan ve bunların kullanılmasını sağlayan yoğun bir şekilde paralel dağıtılmış bir işlemci olarak tanımlamıştır (Yurtoğlu, 2005).

Yapay Sinir Ağları, biyolojik hücelere benzer şekilde, birbirine hiyerarşik olarak bağlı ve paralel olarak çalışabilen yapay hücrelerden oluşmaktadır. Proses elemanı da denilen bu hücrelerin birbirleri ile bağlanmaları sonucu oluşan ağa yapay sinir ağı denmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Bir yapay sinir ağı örneği (Öztemel, 2006)

Yapay Sinir Ağlarının tercih edilmesinin en büyük nedeni kuşkusuz öğrenme özelliğidir. Bu özelliği sayesinde çözümü karmaşık olan, doğrusal veya doğrusal olmayan problemler için rahat bir şekilde çözüm üretebilmektedirler. Bununla birlikte daha önceden görülmemiş olaylara öğrendiği veriler doğrultusunda (tecrübeleri doğrultusunda) çağrışım yaparak çözüm üretebilmektedirler.

Çok değişik amaçlar için çok sayıda yapay sinir ağı modeli geliştirilmiştir. Yapısı, çalışması ve işlem prensibi bakımından farklılık göstermekle birlikte bazı ortak özelliklere sahiptirler. YSA'nın temel işlevi, bilgisayarların öğrenmesini sağlamak ve olayları öğrenerek benzer olaylar karşısında benzer kararlar verebilmesini sağlamaktır. Bu işlemleri yaparken, YSA'ndaki tüm işlem elemanları eş zamanlı yani paralel olarak çalıştıkları için çok hızlı çıktı üretebilirler. YSA'nın temel işlem elemanı olan hücre doğrusal değildir. Buna bağlı olarak da hücrelerin birleşmesinden meydana gelen YSA da doğrusal değildir ve bu özellik tüm ağa yayılmış durumdadır. Bu özelliği sayesinde YSA, geleneksel programlama ve yapay zeka yöntemlerinin uygulandığı diğer bilgi işleme yöntemlerinden farklı olarak doğrusal olmayan karmaşık problemlerin çözümünde de kullanılabilir. (Yurtoğlu, 2005). YSA'nda bilgi diğer programlarda olduğu gibi bir veri tabanında değil de ağın bağlantılarının değerlerinde saklanır. Aynı zamanda bilgi ağa yayılmış durumdadır. Tek bir bağlantının bir anlamı yoktur. Hücrelerin birbirleri ile bağlantılarının değerleri ağın değerini gösterir. Ağın tamamı, öğrenilen olayın bütünü karakterize etmektedir. YSA insan zekası gibi örneklerle eğitilir ve öğrenir. YSA'nın olayları, problemleri öğrenebilmesi için o olay veya problemle ilgili olarak örneklerin belirlenmesi ve sisteme gösterilmesi gerekmektedir (Kaya vd., 2005). Eğer örnek yok ise veya bulunamıyorsa YSA eğitilemez. Bu yüzden örneklerin oluşturulması ve toplanması yapay sinir ağı için ayrı bir öneme sahiptir. Yapay Sinir Ağlarının güvenle çalıştırılabilmesi için önce eğitilmeleri ve performanslarının test edilmesi gerekmektedir. Daha sonra ağ, kendisine gösterilen örneklerden yola çıkıp genelleme yaparak görmediği örnekler hakkında bilgiler üretebilirler. YSA'nın örnekler ile kendisine gösterilen yeni durumlara adapte olması ve sürekli yeni olayları öğrenebilmesi mümkündür. YSA bir kez eğitildikten ve olayları öğrendikten sonra eksik, bozuk, belirsiz bilgilerle çalışabilirler ve sonuç üretebilirler. YSA çok sayıda işlemci elemanların bağlantısının paralel dağıtılmış olduğu bir yapıya sahiptir ve sahip olunan bilgi tüm ağa dağıtılmıştır. Giriş verisinde bulunacak bir hata da tüm ağa dağıtılmış olacaktır. Bundan dolayı eksik veya bozuk bilgilerle çalışabilme yetenekleri

hatalara karşı daha toleranslı olmalarını sağlamaktadır. YSA sınırsız sayıda değişken ve parametre ile çalışabilir. Bu sayede de çok başarılı tahmin ve genel çözümler üretebilmektedirler. Burada önemli olan nokta, YSA'nın sadece sayısal bilgiler ile çalışabilmesidir. Sembolik ifadelerle gösterilen bilgilerin sayısal gösterime çevrilip ağa o şekilde gösterilmesi gerekmektedir.

1.4. Literatür Araştırması

Yapay Sinir Ağları ile ilgili çalışmaları 1970 öncesi ve sonrası olarak incelemek gerekmektedir. Zira 1970 yılına kadar olmaz diye düşünülen bir çok sorun çözülmüş ve bu tarihten sonra Yapay Sinir Ağlarıyla ilgili yeni gelişmeler başlamıştır.

1890 yılında beynin fonksiyonları hakkında bilgi veren ilk eser yayınlanmıştır (James, 1890).

1943'te nörofizyolog McCulloch ve mantıkçı Pitts ilk sinir ağı modelini geliştirerek birkaç ara bağlantı kurmaya çalıştılar. McCulloch ve Pitts, insan beyninin hesaplama yeteneğinden esinlenerek, sadece girdi ve çıktıları olan basit bir sinir ağı modellemişlerdir. Yapay sinir hücreleri ile her türlü mantıksal ifadeyi formülize etmenin mümkün olduğunu gösterdiler (McCulloch ve Pitts, 1943).

1949 yılında ise Hebb "Organization of Behavior" adlı eserinde öğrenme ile ilgili temel teoriyi ele almış ve bilginin bağlantılarda depolanabileceğini ifade ederek, nöronun bağlantılarını güncellemek için bir öğrenme şeması ortaya koymuştur. Hebbian kuralı olarak bilinen bu kural, Yapay Sinir Ağlarında kullanılan bir çok öğrenme kuralının temelini oluşturmuştur (Hebb, 1949).

1950'li yıllarda hızlı bir gelişim gösteren bilgisayar teknolojisi üzerine çalışan uzmanlar, sinir bilimcilerle temasa geçerek bu konuda çalışmalar yapmışlardır. 1951 yılında silikon teknolojisindeki gelişmelere de bağlı olarak ilk nöro-bilgisayar üretilmiştir.

1954 yılında Farley ve Clark tarafından rassal ağlar ile adaptif tepki üretme kavramı ortaya atılmıştır. (Farley ve Clark, 1954).

1958 yılında Frank Rosenblatt'ın "Perceptron"u geliştirmesinden sonra, YSA ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Perceptron, beyin işlevlerini modelleyebilmek amacıyla yapılan çalışmalar neticesinde ortaya çıkan tek katmanlı, eğitilebilen ve tek çıkışa sahip bir ağ modelidir (Rosenblatt, 1958) Bu model ağırlıkları düzelterek öğrenbilme yeteneğine

sahiptir. Bu model daha sonraları geliştirilerek çok katmanlı algılayıcıların temelini oluşturmuştur (Elmas, 2007).

1960 yılında Widrow ve Hoff ADALINE (ADaptive LInear NEuron) modelini geliştirmişlerdir ve bu model YSA'nın mühendislik uygulamaları için başlangıç kabul edilmiştir (Widrow ve Hoff, 1960). Bu model Rosenblatt'ın algılayıcı modeli ile aynı niteliklere sahip bir model olmakla beraber öğrenme algoritması daha gelişmiş bir modeldir (Elmas, 2007).

1969 yılında Minsky ve Pappert tarafından yazılan "Perceptron" isimli kitap Yapay Sinir Ağlarına dayalı algılayıcıların bilimsel bir değerinin olmadığını ve doğrusal olmayan problemlere çözüm üretemediğini iddia etmiştir. Tezlerini kanıtlamak için XOR probleminin çözülememesini örnek göstermişlerdir (Minsky ve Papert, 1969)

1972 yılında farklı disiplinlerde çalışan elektrik mühendisi Kohonen ve nöropsikolojist Andersen çağrışımlı bellek konusunda çalışmalarını yayınlamışlardır ve danışmansız öğrenme kuralının temelini oluşturmuşlardır (Kohonen, 1972; Anderson, 1972).

1982 yılında ise Kohonen kendi kendine öğrenme nitelik haritaları konusundaki çalışmasını yayınladı (Kohonen, 1982).

Grossberg yaptığı yayınlarla Yapay Sinir Ağlarının psikolojik mantıksallığı ve mühendislik uygulamalarındaki kolaylığını gösterdi (Grossberg, 1982).

1982 yılında Hopfield tarafından yayınlanan çalışmalar ile Yapay Sinir Ağlarının geliştirilebileceği ve özellikle geleneksel bilgisayar programlama ile çözülmesi zor olan problemlere çözüm üretilebileceği gösterildi (Hopfield, 1982)

1987 yılında Grossberg ve Carpenter Adaptif Rezonans Teorisini geliştirdiler ve danışmansız öğrenme konusunda geliştirilmiş en karmaşık yapay sinir ağını duyurdular (Carpenter ve Grossberg, 1987).

1980 ve 1986 yılları arasında Fukushima yaptığı yayınlarla görsel şekil ve örüntü tanıma amaçlı geliştirilmiş Neocognitron modelini tanıttı. Bu model danışmanlı öğrenme yapan bir ağ modeliydi. Çalışmalar ağırlıklı olarak çıkan sonuçların kullanılabilirliği konusundaydı (Fukushima, 1980-1986).

1988 yılında Rummelhart ve arkadaşları paralel programlama konularındaki çalışmalarını sonlandırıyor ve çok katmanlı algılayıcı modelinin temellerini atıyorlardı (Rummelhart ve McClelland, 1988).

1988 yılında Broomhead ve Lowe Radyal tabanlı fonksiyonlar modelini çok katmanlı algılayıcılara alternatif olarak geliştirdiler. Özellikle filtreleme problemlerine karşı oldukça etkili olduğu görüldü (Broomhead ve Lowe, 1988).

1988 yılında Specht Probalistik ağları, 1991 yılında ise Genel Regrasyon Ağlarını geliştirdi (Specth, 1988; Specth, 1991).

1990'lu yıllardan günümüze kadar sayısız çalışma ve uygulamalar geliştirilmiştir (Elmas, 2007).

1996 yılında Jambunathan ve arkadaşları sinir ağlarını kullanarak deneysel verilerden ısı transfer katsayıları elde etmişlerdir (Jambunathan vd., 1996).

2006 yılında Yiğit ve Ertunç değişik deney şartlarında bir ısı değiştiricisinin performansını test ederek, deneysel verileri YSA modelini eğitmede kullanmışlardır (Yigit ve Ertunç, 2006).

2006 yılında Ertunç ve Hosoz buharlaştırmalı kondenserli bir soğutma sisteminin performansı konusunda bulduğu deneysel verileri YSA modelinde eğitim ve test amaçlı kullanmışlardır (Ertunç ve Hosoz, 2006).

2007 yılında Xie ve arkadaşları gövde borulu ısı değiştiricisinde ısı tranferi için elde ettikleri deneysel verileri YSA modelinde eğitim ve test amaçlı kullanarak, test sonuçlarının deneysel verilerle %2'den daha düşük bir hata ile uyum sağladığını göstermişlerdir (Xie vd., 2007).

2007 yılında Riverol ve arkadaşları nöral bulanık sistemler ve yapay sinir ağlarını kullanarak süt pastörizasyonu sıcaklığı kontrolü konusunda çalışmalar yapmışlardır. Tahmin için çok katmanlı algılayıcı modelini kullanmışlardır (Riverol vd., 2007).

2007 yılında Duran ve arkadaşları yapay sinir ağları yöntemini kullanarak ısı eşanjörlerinin tasarımı öncesi maliyet analizi konusunda çalışmalar yapmışlardır. Çalışmada çok katmanlı algılayıcı modeli ve Levenberg-Marquardt öğrenme algoritmasını kullanmışlardır. (Duran vd., 2007).

2008 yılında Ermis, kompakt ısı değiştiricileri üzerinde yapay sinir ağlarının uygulanması konusunda çalışmış olup çok katmanlı algılayıcı modeli yardımıyla ısı transfer katsayısı, Nusselt sayısı ve basınç düşüşünü tahmin etmeye çalışmıştır (Ermis, 2008).

2009 yılında Tan ve arkadaşları yapay sinir ağları yardımıyla ısı eşanjörlerinin ısı performanslarının modellenmesini ileri beslemeli çok katmanlı Self-Organized Map ağ modeli ile gerçekleştirmişlerdir (Tan vd., 2009).

2010 yılında Dudzik, ısı eşanjörünün ihtiyaç duyduğu ısıtıcı gücü tüketiminin hesaplanmasını yapay sinir ağları ile modellemiştir. Model olarak geri yayımlı çok katmanlı algılayıcı ve Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması kullanmıştır (Dudzik, 2010).

1.5. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı, Temel Elemanları ve Özellikleri

Yapay Sinir Ağları, biyolojik sinir sisteminden esinlenerek geliştirilmiştir. YSA'nı daha iyi anlayabilmek için biyolojik sinir sistemi konusunda da temel bilgilere sahip olmak gerekmektedir.

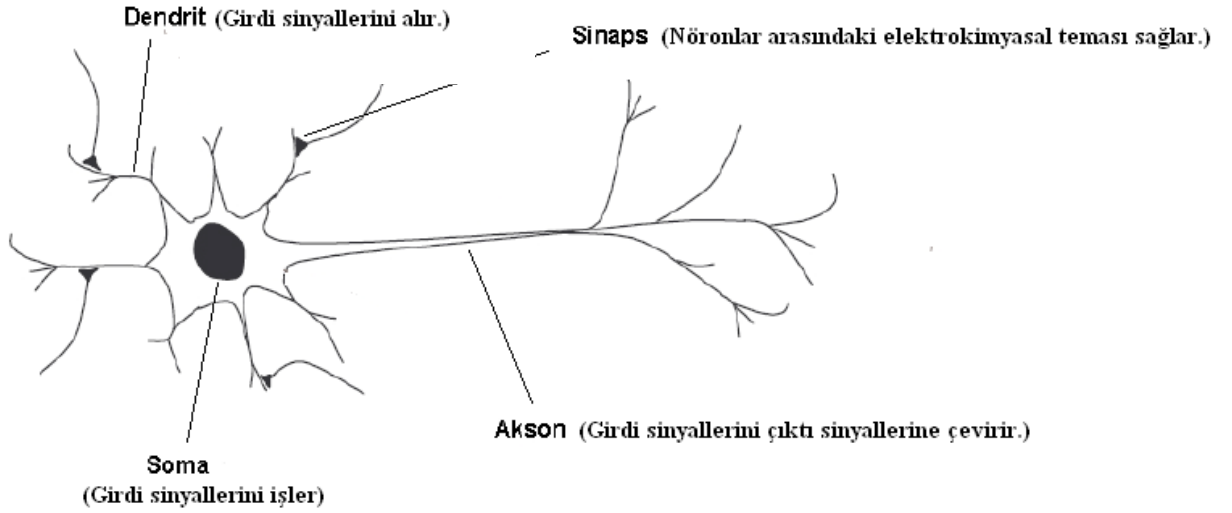
1.5.1 Biyolojik Sinir Sistemi ve Yapay Sinir Sistemi

Yapay Sinir Ağları, insanın sinir sistemini ve hücrelerini taklit ederek sonuç üretebilmek üzere geliştirilmiştir. Bu nedenle gerek yapısı gerekse de işleyişi olarak sinir sistemi ve hücreleri ile benzerlikler göstermektedir. Sinir sistemindeki hücrelerde akış dendritten aksona doğrudur. Dolayısı ile hücre elemanları gelen sinyalleri alır, işler, çıktı sinyallerine dönüştürür ve bağlantılar yardımıyla diğer sinir hücrelerine aktarır (Şekil 2, Şekil 3).

Biyolojik sinir sistemi, merkezinde sürekli olarak bilgiyi alan, yorumlayan ve uygun bir karar üreten beynin bulunduğu üç katmanlı bir sistemdir. Alıcı sinirler, organizma içerisinde ya da dış ortamlardan aldıkları uyarıları, elektriksel sinyallere dönüştürerek beyne iletirler. Tepki sinirleri ise, beynin ürettiği elektriksel sinyalleri organizma çıktısı olarak uygun tepkilere dönüştürür (Yazıcı vd., 2007).

Şekil 2'de de görüleceği üzere biyolojik sinir sisteminin temel işlem elemanı olan biyolojik sinir hücresi (nöron) sinaps, akson, soma, ve dendritlerden oluşur. Dendritler, nöronun kısa, ağaç dalları biçiminde, görevi hücreye girdilerin sağlanması olan uzantılardır (Luger ve Stubblefield, 1989). Bir nöronda yüzlerce bazen de binlerce dendrit çıkabilir. Aksonlar, işlenen bilgileri çıktı olarak diğer hücreye göndermeye yarayan uzantılardır (Winston, 1992). Bir hücrenin birden çok dendriti olmasına rağmen tek bir aksonu vardır. Sinapslar ise sinir hücrelerinde yer alan aksonların diğer sinir hücreleri veya onların dendritleri üzerinde sonlanan özelleşmiş bağlantı noktalarıdır. Bir başka deyişle sinir hücrelerinin kesişim noktalarıdır (Luger ve Stubblefield, 1989). Bu noktaların görevleri,

aksondaki elektriksel iletinin diğer hücrelere aktarılmasıdır. Hücre gövdesi olarak da adlandırılan soma ise hücrenin yaşamasını sağlayan işlevleri görür. Hücre çekirdeği denilen soma nucleus'u içerir. Burası sinaps üzerinden dendritler aracılığıyla gelen sinyalleri alıp işler, kendi elektriksel sinyalini oluşturur ve aksonlar aracılığıyla dendritlere; dendritler aracılığıyla da bir sonraki sinir hücresinin sinapslarına gönderir. Böylece iki hücrenin birbirleri ile bilgi alış verişi sağlanmış olur. Bir hücreye gelen girişlerin değeri, belirli bir eşik değerine ulaşmadan sinir hücresi herhangi bir tepki üretmez (Winston, 1992). Hücrenin tepkisini arttırıcı yöndeki girişler uyarıcı, azaltıcı yöndeki girişler ise önleyici girişler olarak söylenir ve bu etkiyi sinaps belirler. Bir başka deyişle sinyaller değişmeden gönderilebileceği gibi sinaps tarafından değiştirilerek de gönderilebilir. Sinaps nörondan nörona sağlanan bağlantının gücünü arttırıp azaltabilmektedir (Basheer ve Hajmeer, 2000; Turban ve Aranson, 2001).

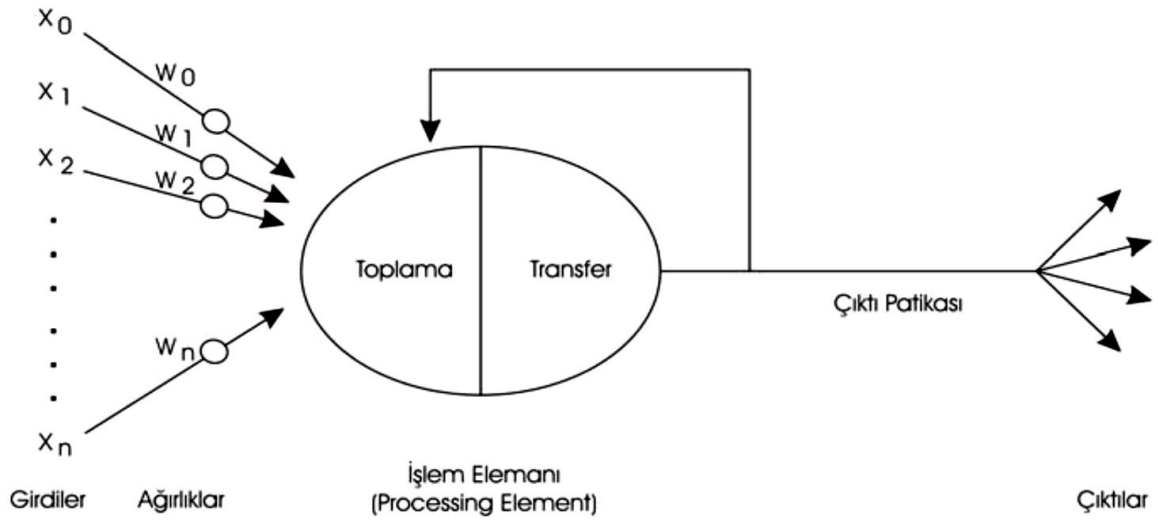


Şekil 2. Biyolojik sinir hücresi

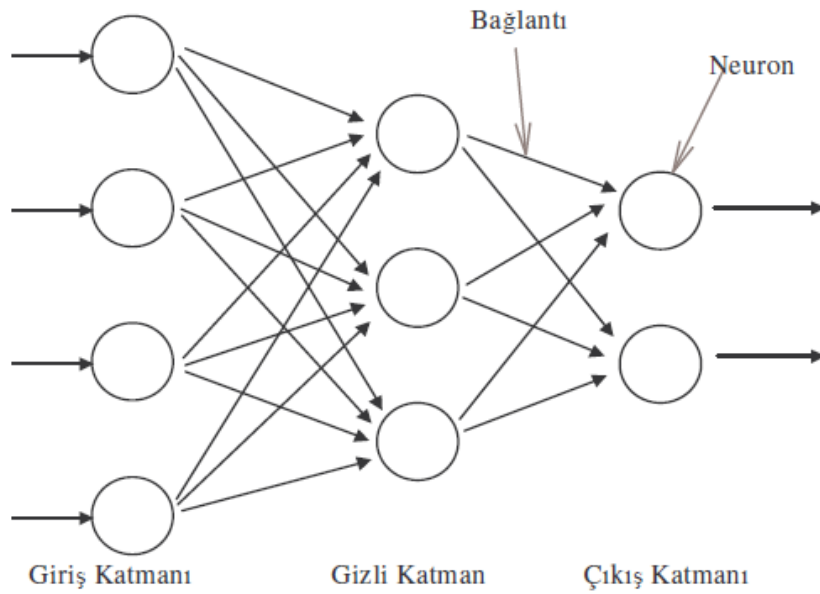


Şekil 3. Biyolojik sinir hücresi bağlantıları

Yapay Sinir Ağları ve hücrelerinde de biyolojik sinir sistemi ve hücrelerindeki benzer bir çalışma gözlemlenmektedir. Bununla birlikte hücrelerin işleyişi de tamamen aynıdır. Dolayısıyla yapay sinir hücresi sisteme girilen verileri ya da diğer bir yapay sinir hücresinden aldığı verileri işleyerek bir çıktı üretir. Üretilen bu çıktı ya diğer bir yapay sinir hücresine gönderilir ya da sistemden çıktı olarak elde edilir (Şekil 4, Şekil 5).



Şekil 4. Yapay sinir ağı hücresi (Yurtoğlu, 2005)



Şekil 5. Yapay sinir ağı bağlantıları

Biyolojik sinir sisteminden esinlenilerek ortaya çıkarılan Yapay Sinir Ağlarını oluşturan elemanlar itibari ile de benzerlik göstermektedirler. Buna göre biyolojik sinir hücresi elemanları ile yapay sinir hücresinde bulunan ve aynı görevi yürüten elemanlar Tablo 1’de gösterilmiştir.

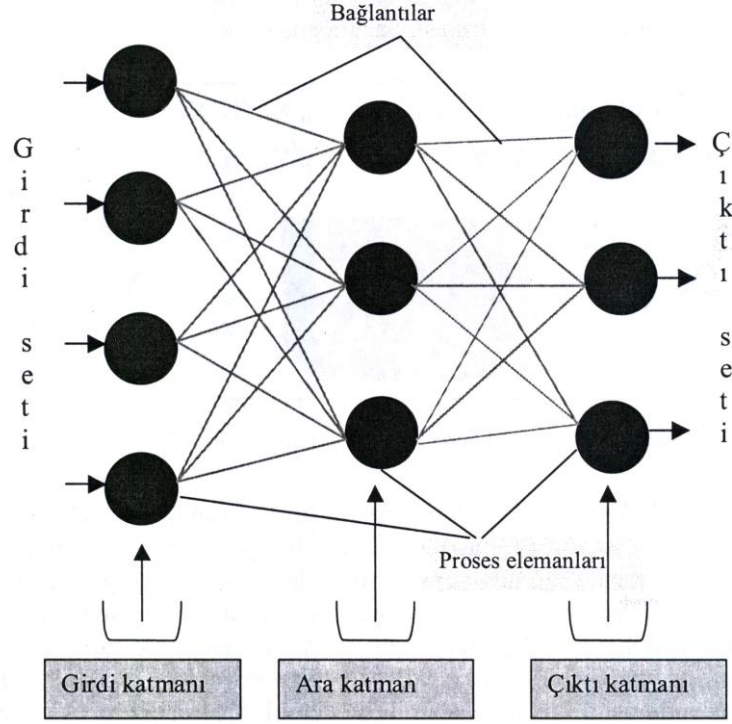
Tablo 1. Biyolojik sinir ağı ile yapay sinir ağı arasındaki benzerlikler (Çetin, 2007)

Biyolojik Sinir Ağı	Yapay Sinir Ağı
Sinir Sistemi	Sinirsel Hesaplama Sistemi
Sinir	Sinir (Düğüm, İşlem Elemanı)
Sinaps	Sinirler arası Bağlantı Ağırlıkları
Dentrit	Toplama İşlevi
Hücre Gövdesi (Soma)	Aktivasyon İşlevi
Akson	Yapay Sinir Çıkışı

1.5.2 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Özellikleri

Sinir hücreleri bir grup halinde işlev gördüklerinde ağ (network) olarak adlandırılırlar ve böyle bir grupta binlerce nöron (hücre) bulunur. Yapay nöronların birbirleriyle bağlantılar aracılığıyla bir araya gelmeleri yapay sinir ağını oluşturmaktadır. Yapay Sinir Ağlarını oluşturan ve aynı görevi üstlenen hücrelerin aynı doğrultuda bir araya gelmeleri sayesinde katmanlar oluşmaktadır. Yapay Sinir Ağları, giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanı olmak üzere 3 katmandan meydana gelmektedir.

Şekil 6’da örneği gösterildiği gibi girdi katmanında yer alan proses elemanları dış dünyadan bilgileri alarak ara katmanlara gönderirler. Bazı ağlarda girdi katmanında herhangi bir bilgi işleme yapılmaz. Gizli katman olarak da adlandırılan ara katmanda ise girdi katmanından gelen bilgiler işlenerek çıktı katmanına gönderilir. YSA’nda bilginin işlenmesi bu ara katmanda gerçekleştirilir. Bir ağın birden fazla ara katmanı olabilir. Çıktı katmanındaki proses elemanları ise ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağın girdi katmanından gelen örnek seti için üretmesi gereken çıktıyı üretir ve üretilen bu çıktıyı dış dünyaya veya bir sonraki yapay sinir hücresine gönderir.



Şekil 6. Bir yapay sinir ağı örneği (Öztemel, 2006)

Sinir sisteminde olduğu gibi Yapay Sinir Ağlarında da birçok hücre bulunmaktadır. Bununla birlikte yapay sinir hücreleri de biyolojik sinir hücrelerinde olduğu gibi birçok bileşenden oluşmaktadır. Yapay sinir hücrelerini oluşturan ve temel olarak sayılabilecek 5 bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler ve görevleri aşağıdaki gibidir:

- Girişler: Dış ortamdan ya da diğer hücrelerden yapay sinir hücresine gelen bilgilerdir. Dış ortamdan veya diğer yapay sinir hücrelerinden gelen bilgiler ağın öğrenmesi amaçlıdır. Ağa gelen her bir giriş değerlerinin ağırlığı bulunmaktadır. Giriş değerlerinin ağırlığı ağa girilen diğer verilere göre önemini yansıtır. Dolayısı ile ağırlıkla paralel olarak üretilen tepki değişmektedir (Ekinci, 2008).
- Ağırlıklar: Yapay sinir hücresine gelen bilginin önemini ve hücre üzerindeki etkisini göstermektedir. Yapay sinir ağı içerisindeki tüm girdilerin ağırlıkları mevcuttur. Ağırlıklar, yapay sinir hücresine giren bilginin ağın üreteceği çıktıya (tepki) etkisini göstermektedir.
- Toplama Fonksiyonu: Hücreye gelen net girdiyi hesaplayan fonksiyondur. Toplama fonksiyonunda genellikle ağırlıklı toplam kullanılır. Ağırlıklı toplam, girdilerin, ağırlıkları ile çarpılması ile bulunur (Burmaoğlu, 2009). Kullanılan ağ yapısına göre değişik toplama fonksiyonları (maksimum, minimum, çarpım,

çoğunluk, toplam, kümülatif toplam) kullanılabilir. Bu fonksiyonların seçilmesi tamamen deneme yanılma yolu ile yapılmaktadır.

- Etkinlik (Aktivasyon) Fonksiyonu: Hücreye toplama fonksiyonundan gelen net girdiyi işleyerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirler. Aktivasyon fonksiyonu genellikle doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Doğrusal olmayışının nedeni ise girdi ve çıktının bu tip fonksiyonlarda doğrusal olmamasıdır. Aktivasyon fonksiyonunu kullanıcı belirlemektedir. Fakat fonksiyon belirlenirken yapay sinir ağının verileri ve neyi öğrenmesi istendiği de göz önünde bulundurulur.
- Çıkış (Çıktı): Etkinlik fonksiyonunun sonucu olarak elde edilen değerdir. Bu değer dış dünyaya veya bir sonraki yapay sinir hücresine girdi olarak verilmektedir. Yapay sinir hücrelerinin birden fazla girdisi olmasına rağmen çıkış değeri tektir.

1.5.3 Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması

Yapay Sinir Ağları, çok sayıda yapay sinir hücresinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Her bir sinir hücresi arasındaki bağlantıların yapısı ağın yapısını belirler. Yapay sinir hücrelerinin nasıl bir araya getirileceği ise ağın öğreneceği bilginin türüne göre değişkenlik göstermektedir. Dolayısı ile Yapay Sinir Ağları yapılarına ve öğrenme algoritmalarına göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırma Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Yapay sinir ağlarının sınıflandırılması

Mimari Yapılarına göre YSA	Öğrenme Yaklaşımlarına göre YSA
Geri Beslemeli	Danışmanlı Öğrenme
İleri Beslemeli	Danışmansız Öğrenme
	Destekleyici Öğrenme

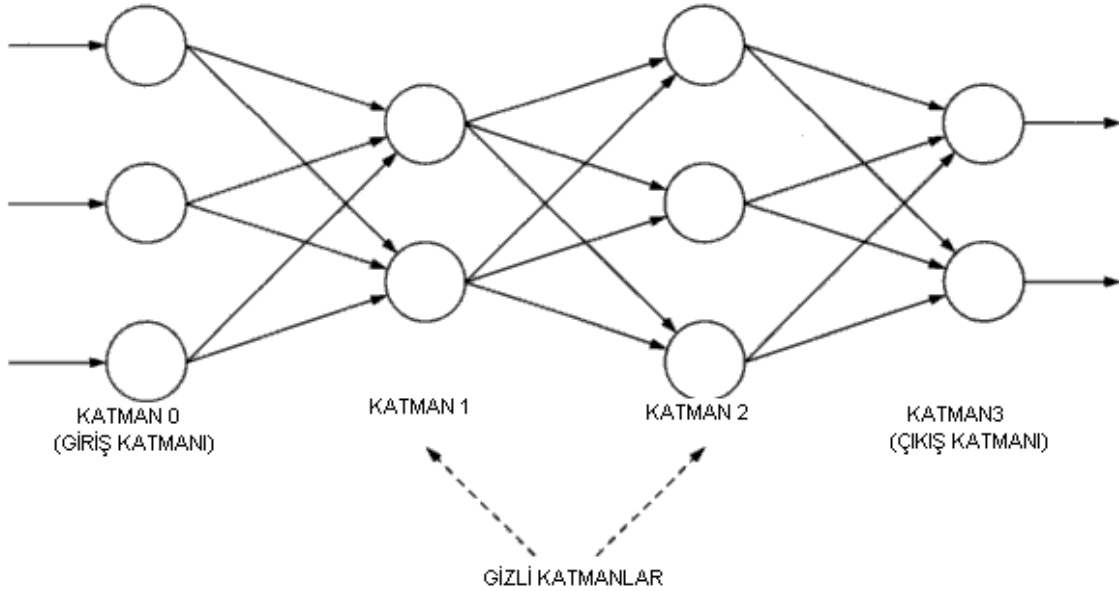
YSA, Tablo 2’de gösterildiği gibi yapılarına göre İleri Beslemeli (Feedforward) Ağlar ve Geri Beslemeli (Feedback) Ağlar olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilir.

İleri beslemeli bir ağda proses elemanı genellikle katmanlara ayrılmıştır. İşaretler, girdi katmanından çıkış katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. Proses elemanı bir

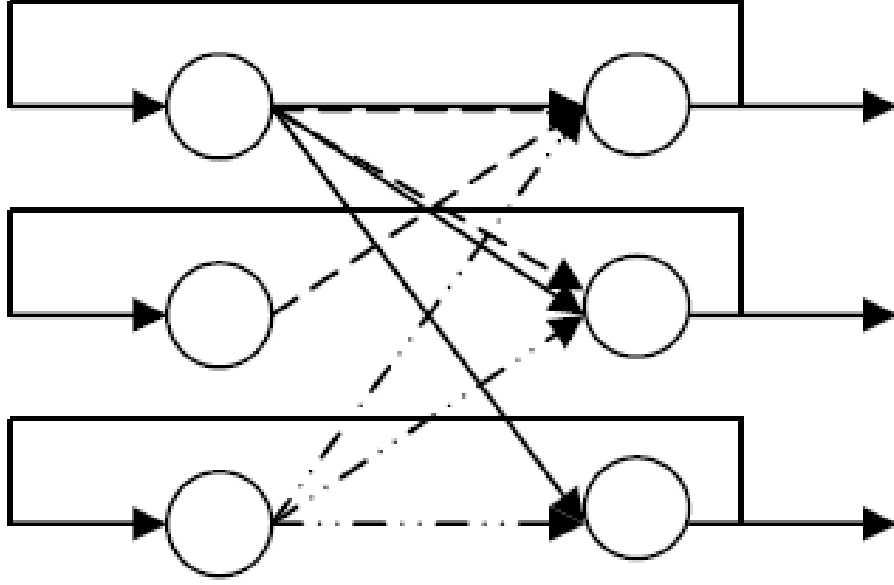
katmandan diğer katmana bağlantı kurarken aynı katman içerisinde bağlantıları bulunmaz (Şekil 7). İleri beslemeli ağlara örnek olarak Multi Layer Perceptron (MLP) ve Linear Vector Quantization (LVQ) ağları verilebilir. Bu tip ağların en popüler olanı ise MLP'dir (Göktepe vd., 2005). İleri beslemeli YSA'nda hücreler katmanlar şeklinde düzenlenir ve bir katmandaki hücrelerin çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Girdi katmanı, dış ortamdan aldığı bilgiyi hiç değiştirmeden ara katmana iletir. Bilgi, ara katman ve çıktı katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir.

Geri beslemeli YSA'nda ise çıktı ve ara katmanlardaki çıkışların giriş birimlerine veya önceki ara katmanlara geri beslendiği bir ağ yapısı vardır (Öztemel, 2006). Böylece girişler hem ileri yönde hem de geri yönde aktarılmış olur (Şekil 8). Bu tür ağların dinamik hafızaları vardır ve bir andaki çıkış hem o andaki hem de önceki girişleri yansıtır (Göktepe vd., 2005). Bundan dolayı özellikle önceden tahmin uygulamalarında kullanılırlar. Bu tür ağlara örnek olarak Hopfield, Self Organized Map (SOM), Elman ve Jordan ağları verilebilir.

İleri beslemeli ağlarda gecikme yoktur ve işlem girişlerden çıkışlara doğru ilerler. Çıkış değerleri öğreticiden alınan istenen çıkış değerleriyle karşılaştırılarak bir hata sinyali elde edilerek ağ ağırlıkları güncellenir (Kılıç, 2007). Geri beslemeli ağlarda ise tıpkı kontrol uygulamalarında olduğu gibi gecikmeler söz konusudur. (Kılıç, 2007).



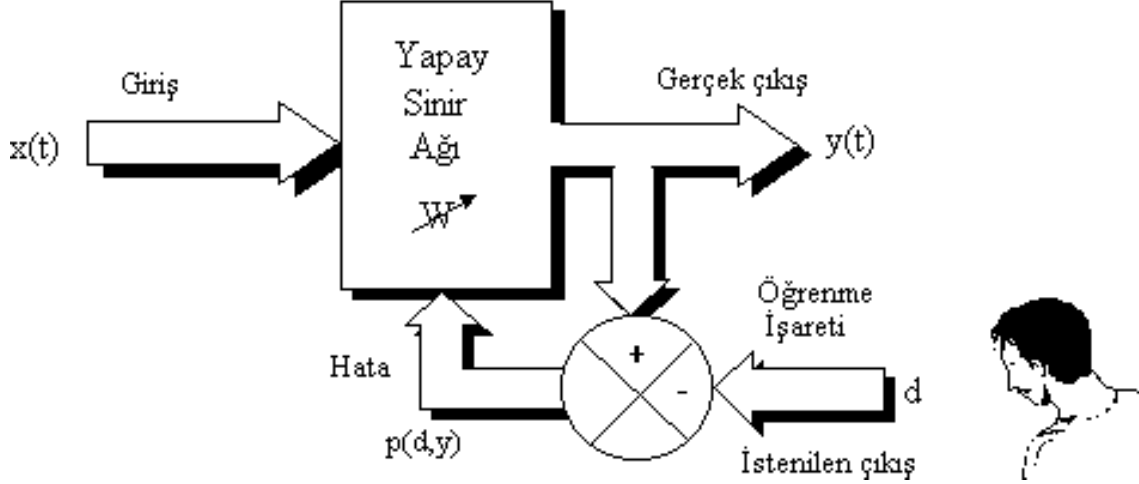
Şekil 7. İleri beslemeli ağ örneği (Mehrotra vd., 1997)



Şekil 8. Geri beslemeli ağ örneği (Kaya vd., 2005)

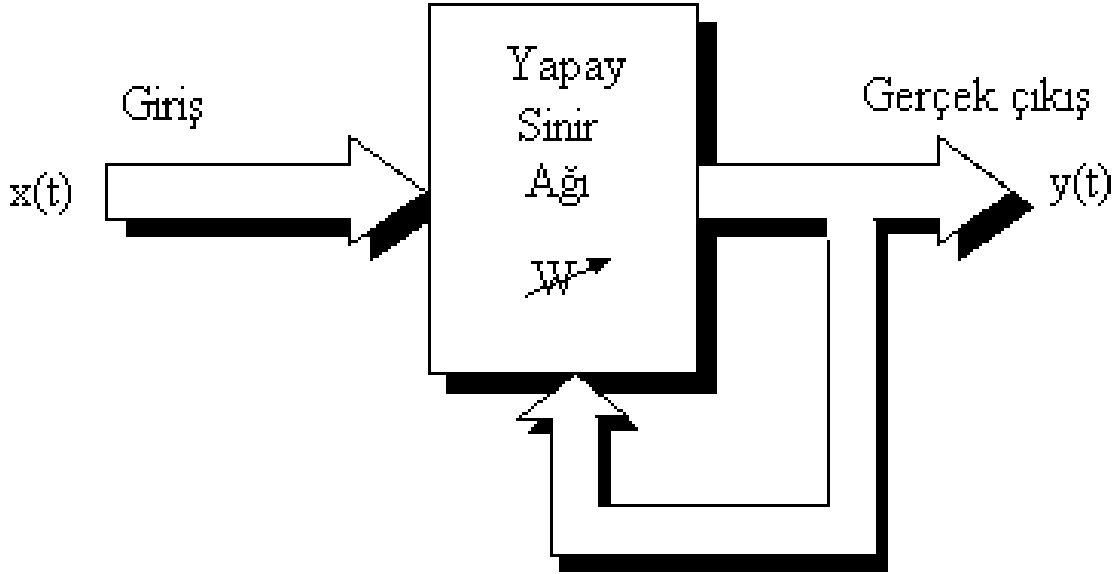
Öğrenme olarak ifade edilen durumu gözlem, eğitim ve hareketin doğal yapıda meydana getirdiği davranış değişikliği olarak tanımlayabiliriz. YSA’nda genel olarak Danışmanlı (Öğretmenli), Danışmansız (Öğretmensiz) ve Destekleyici Öğrenme olmak üzere üç öğrenme metodundan söz etmek mümkündür.

Danışmanlı öğrenmede ağa örnek olarak bir doğru çıkış verilir. Bu öğrenmede ağın ürettiği çıktılar ile hedef çıktılar arasındaki fark hata olarak ele alınır ve amaç bu hatayı en aza indirgeyebilmektir. Bu nedenle de bağlantıların ağırlıkları en uygun çıkışı verecek şekilde sürekli değiştirilir. Şekil 9’da danışmanlı öğrenme yapısı görülmektedir. Widrow-Hoff tarafından geliştirilen delta kuralı ve Rumelhart ve McClelland tarafından geliştirilen genelleştirilmiş delta kuralı veya geri besleme (back propagation) algoritması danışmanlı öğrenme algoritmasına örnek gösterilebilir.



Şekil 9. Danışmanlı öğrenme örneği (Göral, 2007)

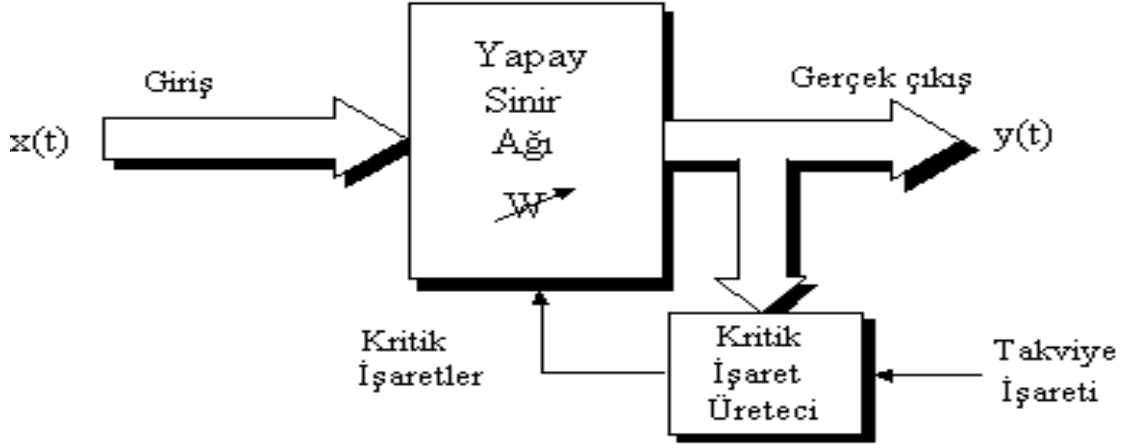
Danışmansız öğrenmede algoritmasında ise ağı sadece girdiler verilir. Ağın ulaşması gereken hedef çıktılar verilmez. Girişe verilen örneklerden elde edilen çıkış bilgisine göre ağ sınıflandırma kurallarını kendi kendine geliştirir. Grossberg tarafından geliştirilen Adaptif Rezonans Teori (ART) veya Kohonen tarafından geliştirilen SOM öğrenme kuralının kullanıldığı danışmansız öğrenme algoritması Şekil 10'da görülmektedir.



Şekil 10. Danışmansız öğrenme örneği (Göral, 2007)

Bazı durumlarda ağı çıktının ne olduğunu vermek mümkün olmayabilir. Buna karşın ağı üretmiş olduğu çıktılarının doğru veya yanlış olduğu belirtilebilmektedir. Destekleyici

öğrenme yöntemi danışmanlı öğrenme yöntemiyle bu noktada benzerlik göstermektedir. Burada direkt olarak hedeflenen çıktıyı vermek yerine, ağın çıktılarının ne derece doğru olduğunu belirten bir skor veya derece bildirilir. Özellikle optimizasyon problemlerini çözmek için tercih edilen Hinton ve Sejnowski'nin geliştirdiği Boltmann Kuralı veya GA destekleyici öğrenme algoritmasına örnek gösterilebilir. Destekleyici algoritma, Şekil 11'de görülmektedir.



Şekil 11. Destekleyici öğrenme örneği (Göral, 2007)

1.6. Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi, Test Edilmesi ve Problem Çözümü

Sinir sisteminde olduğu gibi YSA da dış ortamdan ağı gelen bilgileri toplayarak aktivasyon fonksiyonuna gönderir. Aktivasyon fonksiyonu gelen bilgiler ışığında bir tepki üretir ve ağına çıktı olarak gönderir. Sisteme çıktı olarak gönderilen değer ile çıktı olması beklenen değer arasındaki fark hata olarak değerlendirilir. Ağın daha düzgün sonuçlar vermesi için yani hata değerlerinin minimum değere sahip olması için ağına giriş yapan ve sonuca etki eden verilerin ağırlıkları değiştirilmesi yolu izlenir. Ağırlıklar her bir çevrimde yenilenerek amaca ulaşılmaya çalışılır. Eğer yapay sinir ağı verilen giriş değerleri neticesinde ağın üretmiş olduğu çıktı ile istenilen çıktı örtüşüyor ise ağırlık değerleri saklanır. Ağırlıkların değiştirilip istenilen değere ulaşılmaya çalışılan bu süreç ağın eğitilmesi olarak adlandırılır.

YSA eğitimindeki önemli noktalardan biri eğitimi sağlayacak olan eğitim kümesinin seçilmesidir. Eğitim kümesinin çok büyük seçilmesi her zaman için eğitimin daha doğru olacağı anlamına gelmez. Eğitim kümesi oluşturulurken birbirine yakın bilgilerden ziyade,

az miktarda da olsa birbirinden farklı ve bağımsız bilgilerin seçilmesi daha verimli bir eğitim sağlar (Sırdaş vd., 2001).

Yapay sinir ağı öğrendikten sonra daha önce verilmeyen girişler verilir, sinir ağı çıkışıyla gerçek çıkışa yaklaşımının incelendiği test süreci başlatılır. Eğer yeni verilen örneklere de doğru yaklaşıyorsa sinir ağı problemi öğrenmiş demektir. Sinir ağına verilen örnek sayısı optimum değerden fazla ise sinir ağı problemi öğrenmemiş, ezberlemiştir. Genelde eldeki örneklerin %80'i ağı verilir ağı eğitilir, daha sonra geri kalan %20'lik kısım verilir ağı davranışı incelenir, diğer bir deyişle ağı test edilir (Koca, 2006).

Yapay Sinir Ağları ile bulunan çözümler her zaman için en iyi çözümlerdir denilemez. YSA, belli bir hata değeri kabul edilerek bu hataya göre çözümler üretir. Farklı bir ağı modeli veya parametrelerde yapılacak bir değişiklik sonucunda belki de ağı çok daha iyi bir sonuç üretebilir. Hata toleransı içerisinde kalmak kaydıyla YSA, en iyi çözümün dışında kalan yerel çözümleri de çözüm olarak kabul eder.

1.7. Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları

Yapay Sinir Ağları başlıca sınıflandırma, modelleme ve tahmin uygulamaları olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde başarılı örnekler göz önüne alındığında Yapay Sinir Ağları çok boyutlu, gürültülü, karmaşık, kesin olmayan, eksik, kusurlu, matematiksel modelin ve algoritmaların bulunmadığı sadece örneklerin var olduğu durumlarda yaygın ve etkin olarak kullanılmaktadırlar (Vural, 2008). Yapay Sinir Ağlarının kullanıldığı alanlar aşağıda özet olarak verilmiştir.

Mühendislik Bilimleri: Yapay Sinir Ağları, görüntü ve ses tanıma ile tahmin ve kestirim gibi amaçlarla mühendislik alanında sıkça kullanılan araçlardan biridir.

Bankacılık, Finans ve Ekonomi Alanı: Yapay Sinir Ağları, menkul kıymet gelecek değer tahmini, kredi uygulamaları geliştirilmesi, müşteri analizi ve kredi müracaat değerlendirilmesi, bütçe yatırım tahminleri gibi amaçlarla bankacılık, finans ve ekonomi alanlarında kullanılan araçlardan biridir.

Arıza Analizi ve Tespiti: Yapay Sinir Ağları, makinelerde, uçaklarda ya da bileşenlerinde, bütünleşik devrelerinde arıza analizinde kullanılan araçlardan biridir.

Tıp Alanı: Yapay Sinir Ağları, tıbbi sinyallerin analizi, kanserli hücrelerin analizi, protez tasarımı, transplantasyon zamanlarının optimizasyonu, hastanelerde giderlerin optimizasyonu gibi alanlarda kullanılmaktadırlar.

Savunma Sanayi ve Güvenlik Sistemleri: Yapay Sinir Ağları, silahların otomasyonu ve hedef izleme, nesnelere/görüntüleri ayırma ve tanıma, yeni algılayıcı tasarımı, gürültü önleme, parmak izi tanıma, kredi kartı hileleri saptama, retina tarama, yüz eşleştirme gibi alanlarda kullanılmaktadırlar.

Haberleşme: Yapay Sinir Ağları, görüntü ve veri sıkıştırma, otomatik bilgi sunma servisleri, konuşmaların gerçek zamanda çevirisi gibi alanlarda kullanılmaktadırlar.

Üretim: Yapay Sinir Ağları, üretim sistemlerinin optimizasyonu, ürün analizi ve tasarımı, ürünlerin kalite analizi ve kontrolü, planlama ve yönetim analizi gibi alanlarda kullanılan araçlardan biridir.

Otomasyon ve Kontrol: Yapay Sinir Ağları, uçaklarda otomatik pilot sistemi otomasyonu, ulaşım araçlarında otomatik yol bulma/gösterme, robot sistemlerin kontrolü, doğrusal olmayan sistem modelleme ve kontrolü, elektrikli sürücü sistemlerin kontrolü gibi yaygın uygulama alanları bulmuştur (Bahadır, 2008).

1.8. Yapay Sinir Ağlarının Avantaj ve Dezavantajları

1.8.1 Yapay Sinir Ağlarının Avantajları

Bir önceki bölümde de anlatıldığı üzere pek çok alanda kullanılan Yapay Sinir Ağlarının temel olarak adı geçen sistemlere sağladığı avantajlar aşağıda sıralanmıştır:

- Yapay Sinir Ağları makine öğrenmesi gerçekleştirebilirler. Yapay Sinir Ağları, Yapay Zeka'nın bir alt alanı olmakla birlikte örnekler ile bilgisayarlar eğitilebilmesi en büyük özelliklerinden biridir. Bu özellik sayesinde öğrenmedikleri fakat benzer olaylar karşısında mantıklı sonuçlar verebilirler.
- Bilgi işleme yöntemleri geleneksel programlamadan farklıdır. Bu nedenle geleneksel programlamanın getirdiği birçok olumsuzluk ortadan kaldırılabilir.
- Bilgiler ağın tamamında saklanır. Günümüzde programların kullandığı veri tabanlarının aksine ağ öğrendiği verileri ağırlıklarda saklar. Bilgilerin tutulması için herhangi bir düzen bulunmamaktadır.
- Örnekleri kullanarak öğrenirler. Yapay Sinir Ağlarının öğrenebilmesi için örneklerin belirlenmesi, bu örneklerin ağa gösterilerek istenilen çıktılara göre ağın eğitilmesi gerekmektedir. Ağın başarısı, seçilen örnekler ile doğru orantılıdır, ağa olay bütün yönleri ile gösterilemezse ağ yanlış çıktılar üretebilir.

- Daha önce görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretebilirler. Yapay Sinir Ağları eğitimleri sırasında verilen örneklerden genellemeler çıkarırlar ve bu genellemeler ile yeni örnekler hakkında bilgi üretebilirler.
- Algılamaya yönelik olaylarda kullanılabilirler. Yapay Sinir Ağlarının değişik sistem ve uygulamalarda denenmesi ve kullanılması sonucunda algılamaya yönelik alanlarda büyük başarılar sağladıkları görülmüştür.
- Örüntü ilişkilendirme ve sınıflandırma yapabilirler. Yapay Sinir Ağları kendilerine örnekler halinde verilen örüntüleri kendisi veya diğerleri ile ilişkilendirebilir. Ayrıca kendisine verilen örneklerin kümelenmesi ile bir sonraki verinin hangi kümeye dahil olacağına karar verilmesi konusunda kullanılabilirler.
- Örüntü tamamlama yapabilirler. Ağa eksik bilgileri içeren örüntüler verildiğinde eksik bilgilerin tamamlanması konusunda başarılıdırlar.
- Kendi kendine öğrenebilme ve organize etme yetenekleri vardır. Yapay Sinir Ağları ağa verilen bilgiler ışığında kendi kendilerini eğitebilirler.
- Eksik bilgi ile çalışabilmektedirler. Geleneksel sistemlerin aksine Yapay Sinir Ağları eğitildikten sonra veriler eksik bilgi içerse dahi, çıktı üretebilirler. Ağa eksik bilgi verilmesi sonucu bilginin ağdaki etkinliğine (ağırlığına) göre ağın performansı değişkenlik gösterir.
- Hata toleransına sahiptirler. Yapay Sinir Ağları eksik bilgilerle ve bazı hücreleri bozulsada çalışabilmeleri, onları hatalara karşı toleranslı yapar.
- Dağıtık belleğe sahiptirler. Yapay Sinir Ağlarında bilgi ağa dağılmış bir şekilde tutulur. Hücrelerin bağlantı ve ağırlık dereceleri ağın bilgisini gösterir.
- Paralel çalışmaktadırlar: Ağı oluşturan yapay sinirler paralel çalışırlar. Bu özellikleri sayesinde hızlı çalışmaktadırlar. Ağı oluşturan yapay sinir hücreleri birbirlerine paralel çalıştırıldığı için herhangi birindeki oluşabilecek hata veya yavaşlık sistemin çalışmasına çok fazla etki etmez.

1.8.2 Yapay Sinir Ağlarının Dezavantajları

Yapay Sinir Ağlarının avantajlarının bulunması yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Yapay Sinir Ağlarının tercih edilmemesinde etken olan başlıca dezavantajlar aşağıda sıralanmıştır.

- Uygun ağ yapısının belirlenmesinde belli bir kural yoktur. Yapay Sinir Ağlarının probleme uygun ağ yapısının belirlenmesi için geliştirilmiş bir kural yoktur. Uygun ağ yapısı kullanıcının deneyimi ile ve deneme yanılma yoluyla belirlenmektedir.
- Ağın parametre değerlerinin belirlenmesinde belli bir kural yoktur. Yapay Sinir Ağlarında öğrenme katsayısı, hücre sayısı, katman sayısı gibi parametrelerin belirlenmesinde belirli bir kural yoktur. Her problem için farklılık göstermekle birlikte kullanıcının deneyimi bu parametrelerin seçiminde etken olmaktadır.
- Öğrenilecek problemin ağa gösterimi önemli bir problemdir. Yapay Sinir Ağları sayısal bilgiler ile çalıştıkları için ağa öğretilecek ve çıktısı istenilecek bilgilerin sayısal halde verilmesi ya da sayısal hale dönüştürülmesi gerekmektedir.
- Ağın eğitiminin ne zaman bitirilmesi gerektiğine ilişkin belli bir yöntem yoktur. Ağın örnekler üzerindeki hatasının belirli bir değerin altına indirilmesi eğitimin tamamlandığı anlamına gelmektedir. Bu hata değerini belirlemek kullanıcıya düşmektedir.
- Ağın davranışları açıklanamamaktadır. Bu sorun Yapay Sinir Ağlarının en önemli sorunudur. Yapay sinir ağı bir probleme çözüm ürettiği zaman, bunun neden ve nasıl olduğuna ilişkin bir ipucu vermez.

1.9. Isı Değiştiricileri

Endüstri uygulamalarının en önemli ve en çok karşılaşılan işlemlerinden birisi, farklı sıcaklıklardaki iki veya daha fazla akışkan arasındaki ısı değişimidir. Akışkanlar arasındaki ısı değişimini sağlayan bu düzeneklere ısı değiştirici adı verilir. Çok geniş uygulama alanı bulunan ısı değiştiricileri kullanılacakları yerlere göre değişik şekillerde, boyutlarda, tiplerde ve ısı performanslarında olabilirler. Günümüzde ısı değiştiriciler, ısıtma, soğutma, iklimlendirme tesisatlarında, alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasında, atık geri kazanımında, elektronik cihazlarda, termik santrallerde, kimyasal işlemlerde vb. alanlarda kendilerine yer bulmaktadırlar.

1.9.1. Isı Değiştiricilerin Sınıflandırılması

Isı değiştiriciler uygulanacakları alanlara göre tasarlanmakta ve kullanılmaktadırlar. Bu nedenle ısı değiştiriciler, transfer yüzeyine, konstrüksiyon geometrisine, geçiş mekanizmasına, akışkan sayısına, akış pozisyonlarına ve dolayısı ile uygulama alanlarına göre sınıflandırılırlar. Isı değiştiricilerinin adı geçen değişkenlere göre sınıflandırılması řu şekildedir;

Isı Değişim Şekline Göre Sınıflama

Akışkanların doğrudan temaslı olduğu ısı değiştiricileri

Akışkanlar arasında doğrudan temasın olmadığı ısı değiştiricileri

Isı Geçişi Yüzeyinin Isı Geçişi Hacmine Oranına Göre Sınıflama (Kompaktlık)

Kompakt olmayan ısı değiştiricileri

Kompakt ısı değiştiricileri

Akışkan Sayısına Göre Sınıflama

İki akışkanlı

Üç akışkanlı

Çok Akışkanlı

Isı Geçişi Mekanizmasına Göre Sınıflama

İki tarafta da tek fazlı akış

Bir tarafta tek fazlı, diğer tarafta çift fazlı akış

İki tarafta da çift fazlı akış

Taşınımla ve ışınımla ısı geçişi

Konstrüksiyon Özelliklerine Göre Sınıflama

Borulu ısı değiştiricileri

Düz borulu ısı değiştiricileri

Spiral borulu ısı değiştiricileri

Gövde borulu ısı değiştiricileri

Levhalı ısı değiştiricileri

Contalı levhalı ısı değiştiricileri

Spiral levhalı ısı değiştiricileri

Lamelli ısı değiştiricileri

Kanatlı yüzeyli ısı değiştiricileri

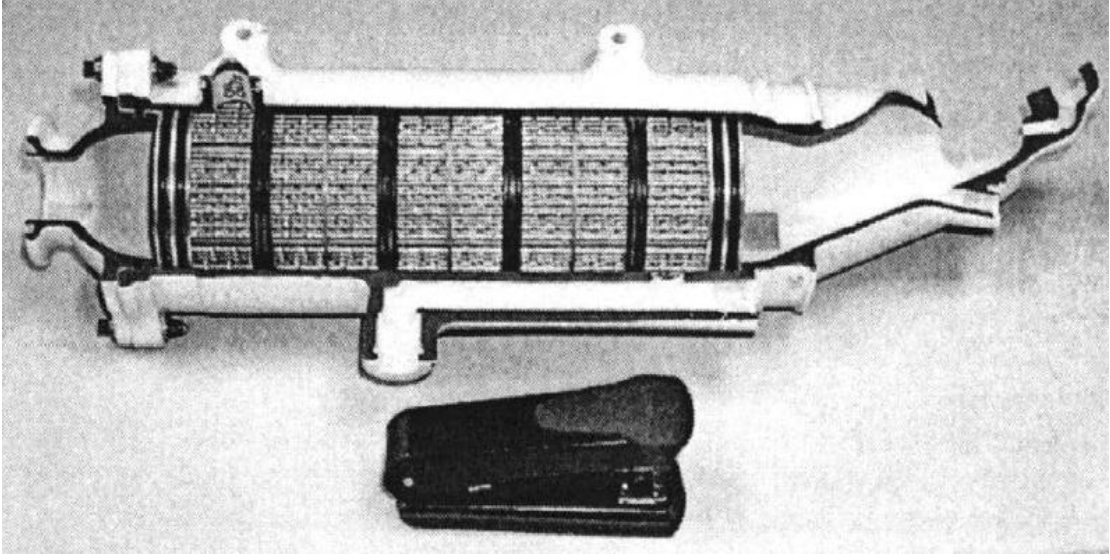
- Levhalı kanatlı ısı değiştiricileri
- Borulu kanatlı ısı değiştiricileri
- Rejeneratif ısı değiştiricileri
 - Sabit dolgu maddeli rejeneratörler
 - Döner dolgu maddeli rejeneratörler
- Karıştırmalı Kaplar
- Akıma Göre Sınıflama
 - Tek geçişli ısı değiştiricileri
 - Paralel akımlı ısı değiştiricileri
 - Ters akımlı ısı değiştiricileri
 - Çapraz akımlı ısı değiştiricileri
 - Çok geçişli ısı değiştiricileri
 - Çapraz-ters ve çapraz-paralel akımlı ısı değiştiricileri
 - Çok geçişli gövde-borulu ısı değiştiricileri
 - n adet paralel levha geçişli ısı değiştiricileri

1.9.1.1. Isı Değişim Şekline Göre Sınıflandırma

Isı değiştiricileri, akışkanlar arasında veya katı cisimlerle bir akışkan arasında doğrudan veya dolaylı temaslı olmasına göre ikiye ayrılır (Genceli, 1983). Doğrudan temaslı ısı değiştiricilerde akışkanlar aralarında bir malzeme ile ayrılmadan temas ederek ısı transfer işlemlerini gerçekteştirir. Fakat ara malzeme yerine akışkanların birbirleri ile karışmaz türden olması tek sınırlamadır. İki farklı sıcaklıktaki akışkanın temasa getirildiği sistemlerde, genellikle akışkanlardan birisi gaz, diğeri ise buharlaşma basıncı küçük olan bir sıvıdır. Soğutma kuleleri bu tip ısı değiştiricilere örnek olarak gösterilebilir. Arasında doğrudan temasın olmadığı ısı değiştiricileri akışkanların birbirleri ile teması araya bir yüzey koyularak sağlanır. Isı transferi ise önce sıcak akışkandan ara yüzeye daha sonra da ara yüzeyden soğuk akışkana olacak şekilde gerçekteşir. Isı transferi gerçekteşirken sıcak ve soğuk akışkanlar aynı anda akarlar ve birbirlerine karışmazlar.

1.9.1.2. Isı Geçişi Yüzeyinin Isı Geçişi Hacmine Oranına Göre Sınıflandırma

Bu sınıflama kompakt olan ve kompakt olmayan ısı değiştirici olarak ikiye ayrılır. Isı değiştiricinin yüzey alanının ısı değiştiricinin hacmine oranı (β) $700 \text{ m}^2/\text{m}^3$ büyük ise kompakt, küçük ise kompakt olmayan olarak sınıflandırılır (Genceli, 1983). Şekil 12'de örnek bir kompakt ısı değiştiricisi gösterilmektedir.



Şekil 12. Kompakt ısı değiştirici

1.9.1.3. Akışkan Sayısına Göre Sınıflandırma

Günümüzde kullanılan ısı değiştiricilerin büyük bir kısmı iki akışkanlıdır. Üç akışkanlı ısı değiştiricileri çok da az olsa hidrojen sıvılaştırma, amonyak sentezi, saflaştırma gibi kimyasal işlemlerde uygulama alanı bulmaktadır. Üç ve çok bileşenli ısı değiştiricilerinin tasarımı ve analizleri oldukça karmaşıktır (Genceli, 1983).

1.9.1.4. Isı Geçişi Mekanizmasına Göre Sınıflandırma

İki tarafta da tek fazlı akış, bir tarafta tek fazlı diğer tarafta çift fazlı akış, iki tarafta da çift fazlı akış, taşınım ve ışınım ile beraber ısı geçişi olmak üzere dörde ayrılır.

1.9.1.5. Konstrüksiyona Göre Sınıflandırma

Isı değiştiriciler tasarımlarına göre beşe ayrılırlar. Isı değiştiricilerin kullanılacakları yere göre ve elde edilmek istenilen sıcaklık farkına göre değişik geometriler kullanılırlar. Konstrüksiyonlarına göre ısı değiştiricileri, borulu ısı değiştiricileri, levhalı ısı değiştiricileri, kanatlı yüzeyli ısı değiştiricileri, rejeneratif ısı değiştiricileri, karıştırmalı kaplarda ısı değiştiricileri olmak üzere sınıflandırılırlar.

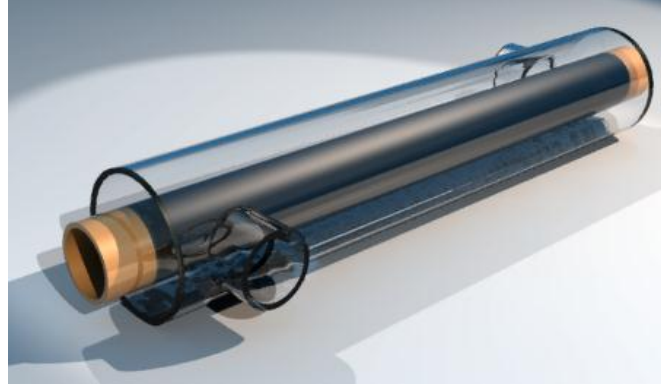
Kanatlı yüzeyli ısı değiştiricileri ana ısı transfer yüzeyinde (boru veya levha) kanatların veya diğer ilave çıkıntılıların ısı transfer yüzeyini artırmak amacıyla kullanıldığı ısı değiştiricileridir. Gaz tarafındaki ısı transfer katsayısı, sıvı tarafındakinden daha düşük olduğu için kanatlı ısı transfer yüzeyleri genelde gaz tarafında kullanılırlar (Genceli, 1983).

Levhalı ısı değiştiricileri oluklu kanatlar arasına sıkıştırılmış olan yassı ince metal levhalarla ayrılmıştır. Bu yüzey düz veya dalgalı olabilir. Borulu tip gibi yüksek basınç ve sıcaklıkta kullanılamazlar.

Rejeneratif ısı değiştiricileri ısının depolanarak transfer edildiği ısı değiştiricileridir. Isı geçişi dolaylıdır. Yüksek fırınlarda, cam fabrikalarında, Gaz türbinleri ve taşıtlarda kullanım alanı bulmaktadırlar.

Karıştırmalı kaplar, özellikle aralıklı çalışan ısıtma ve soğutma işlemlerinde çok kullanılan cihazlardır. Karıştırıcı kaplar içindeki akışkanlar ya dış yüzeyinden ceket tipi ya da kap içine yerleştirilen serpantinler yardımıyla ısıtabilir veya soğutabilirler (Genceli, 1983).

Tez kapsamında incelenecek olan ısı değiştiricisi düz borulu ısı değiştiricisidir. Bu ısı değiştiricilerinde akışkanlardan biri borunun içinde diğer akışkan ise borunun dışında paralel veya zıt yönde akar. Sistem aynı eksenli iki borudan meydana gelmektedir ve en basit ısı değiştirici tipidir (Genceli, 1983). şekil 13'te düz borulu ısı değiştiricisi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 13. Düz Borulu Isı Değiştiricisi

1.9.1.6. Akıma Göre Sınıflandırma

Isı değiştiricilerinde akışkanın değişik şekillerde düzenlenmesi ortalama logaritmik sıcaklık farkına, etkenliğe ve ısıl gerilmelere çok etki eder (Genceli, 1983).

Akış şekline göre sınıflandırma tek geçişli ve çok geçişli olarak iki ana grupta toplanabilir. Çok geçişli halde iki akışkan birbirleri ile birkaç kere geçişir. Tek geçişli halde iki akışkan ısı değiştiricisi boyunca birbirleri ile yalnız bir kere geçişir.

Çapraz akışlı, paralel akışlı ve ters akışlı olmak üzere ise 3 alt grupta incelenir. Çapraz akışlı ısı değiştiricisinde akışkanlardan biri ısı transferi yüzeyi boyunca ve diğer akışkanın akış yoluna dik olacak şekilde akar. Akışkanlar ısı değiştiricisi içinde ilerlerken kendisi ile karışabilir veya karışmayabilir. Isı geçişi bakımından çapraz akışlı ısı değiştiricilerinin etkenliği paralel akışlı ve ters akışlı ısı değiştiricilerinin etkenliklerinin arasındadır. İmalat kolaylığı nedeniyle pratikte kompakt ısı değiştiricilerinin büyük çoğunluğu çapraz akışlı olarak yapılır.

Ters akışlı ısı değiştiricisinde, akışkanlar ısı değiştiricisinde birbirlerine göre ters olarak akar. Ters akışlı ısı değiştiricilerinde ortalama logaritmik sıcaklık farkı, diğer bütün akış düzenlemelerinden daha büyüktür. Diğer ısı değiştiricilerine göre daha kompakt bir yapıya sahip olmalarına karşın, pratikteki imalat güçlükleri ve ısıl gerilmeler nedeniyle birçok uygulamada ters akışlı ısı değiştiricileri tercih edilmeyebilir (Çeteci 1999).

Tez kapsamında incelenecek olan borulu ısı değiştiricisi paralel akışlı ısı değiştiricisidir. Bu tipteki ısı değiştiricisinde, akışkanlar ısı değiştiricisinin bir ucundan girip aynı doğrultuda akarlar ve ısı değiştiricisinin diğer ucundan çıkarlar. Isıl gerilmelerin istenmediği durumlarda tercih edilir.

Çok geçişli ısı değiştiricisi içinde değişik şekillerde peş peşe seri halde düzenlenerek çok geçişli tipler elde edilebilir. Çok geçişli ısı değiştiricilerinin en büyük üstünlüğü ısı değiştiricisi etkenliğini artırmaktır. Çok geçişli ısı değiştiricileri kanatlı yüzeylede, gövde-boru tiplerinde ve levhalı tiplerde değişik düzenlemelerde imal edilebilir (Çeteci, 1999).

1.10. Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışması kapsamında Yapay Sinir Ağları teorik ve uygulamalı olarak incelenmiştir. Tezin ilk bölümünde Yapay Zeka kavramından, Yapay Sinir Ağı kavramından, biyolojik ve yapay sinir hücrelerinden, YSA'nın yapısından ve çalışma sisteminden bahsedilmiştir. Ayrıca YSA sınıflandırılmış, çeşitli öğrenme algoritmaları ve ağ modelleri sıralanmıştır. YSA'nın özellikleri, avantajları ve dezavantajları, kullanım alanlarından bahsedilmiştir.

Tezin ikinci bölümünde bu tez kapsamında yapılan çalışmalardan ve uygulamalardan bahsedilmiştir. Tez kapsamında uygulaması yapılacak olan ısı değiştiricilerinden bahsedilmiş, seçilen Çok Katmanlı Algılayıcı modelinden söz edilmiştir. Problemin çözümü için oluşturulan yapay sinir ağının detaylı açıklaması yapılmıştır. Ayrıca YSA oluşturulurken kullanılan yazılım da genel olarak tanıtılmıştır.

Üçüncü ve dördüncü bölümlerde ise yapılan uygulamadan elde edilen sonuçlar bulgular bölümünde açıklanmış, irdeleme bölümünde de grafiklerle izah edilmiştir.

Beşinci bölümde tez çalışmasından çıkarılan sonuçlar değerlendirilerek, altıncı bölümde bundan sonra yapılacak çalışmalara yönelik olarak yorum ve tavsiyelerde bulunulmuştur.

Tezin amacı günümüzde çeşitli mühendislik alanlarında da kullanılan yapay sinir ağlarının ısı değiştiricilerinde de kullanımının uygun olup olmadığını araştırmaktır. Tezde oluşturulan model yardımıyla çıkış verileri tahmin edilerek deneysel çalışmalara gerek kalmayarak zaman kayıplarının önüne geçilecektir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların başında deneysel olarak paralel akışlı ısı değiştiricisi kullanılarak değişik giriş değerlerinde çıktılar elde edilmiş, ardından elde edilen veri setleri vasıtası ile Yapay Sinir Ağının eğitimi ve testi gerçekleştirilmiştir. Ardından giriş veya çıkış değerleri verilerek sistemin eksik verilerini ağın tamamlayıp tamamlayamadığı ve hata değerleri ölçülmüştür. Bu sayede deney sonuçları ve Yapay Sinir Ağının ne ölçüde birbirine yaklaştığı gözlemlenmiştir.

2.1. Eş Merkezli Borulu Paralel Akışlı Isı Değiştiricisi

Tez kapsamında deneylerin gerçekleştirildiği ısı değiştiricisinde iki akışkan bulunmaktadır. Sistemde sıcak akışkan olarak ısı transfer yağı, soğuk akışkan olarak da şebeke suyu kullanılmaktadır. Bu sistemde sıcak olan yağ ve soğuk olan şebeke suyu birbirine paralel olarak akmaktadırlar. Yağın sistemde dolaşmasının sağlanması için sistemde küçük bir pompa bulunmaktadır. Bu pompa üç ayrı hızda çalışabilmektedir. Sistemde yağ tankın içerisinde bulunmakta, su ise şebeke musluğundan sağlanmaktadır. Suyun debisi bir rotametre yardımıyla ölçülmektedir. Yağın debisi ise pompanın çalışma hızı değiştirilerek veya ısı değiştiricisinde yer alan yağ kontrol vanası yardımıyla değiştirilebilmektedir. Yağ debisini ölçmek için bir ölçü kabı kullanılmaktadır. Sistemdeki yağın bulunduğu tankın içindeki ısıtıcı yardımıyla sistemde dolaşacak olan yağ ısıtılmakta ve reosta yardımı ile de bu ısıtıcının gücü değiştirilebilmektedir. Sistemin çalışması esnasında oluşan sıcaklık değerlerinin ölçülebilmesi için altı adet thermocouple bulunmaktadır. Ayrıca sistemin güvenliğini sağlamak amacıyla termostat kullanılmıştır. Yağ sıcaklığı 80 °C'ın üzerine çıktığında otomatik olarak ısıtıcı devre dışı kalarak yağ ısıtma işlemi durdurulmaktadır. Deney düzeneği Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Tez çalışmasında kullanılan ısı değiştiricisi

Deney düzeneğinde kullanılan yağ, Shell Thermia Oil B olup, 70 °C ortalama sıcaklık için özellikleri aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$k=0.1287 \text{ W/mK ve } \mu =6.64 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

Şekil 14'te sistem şematik olarak verilmiştir. Şematik resimde gösterilen 6 nokta ve gösterdiği sıcaklık değerleri aşağıdaki gibidir:

T_1 : Yağ giriş sıcaklığı

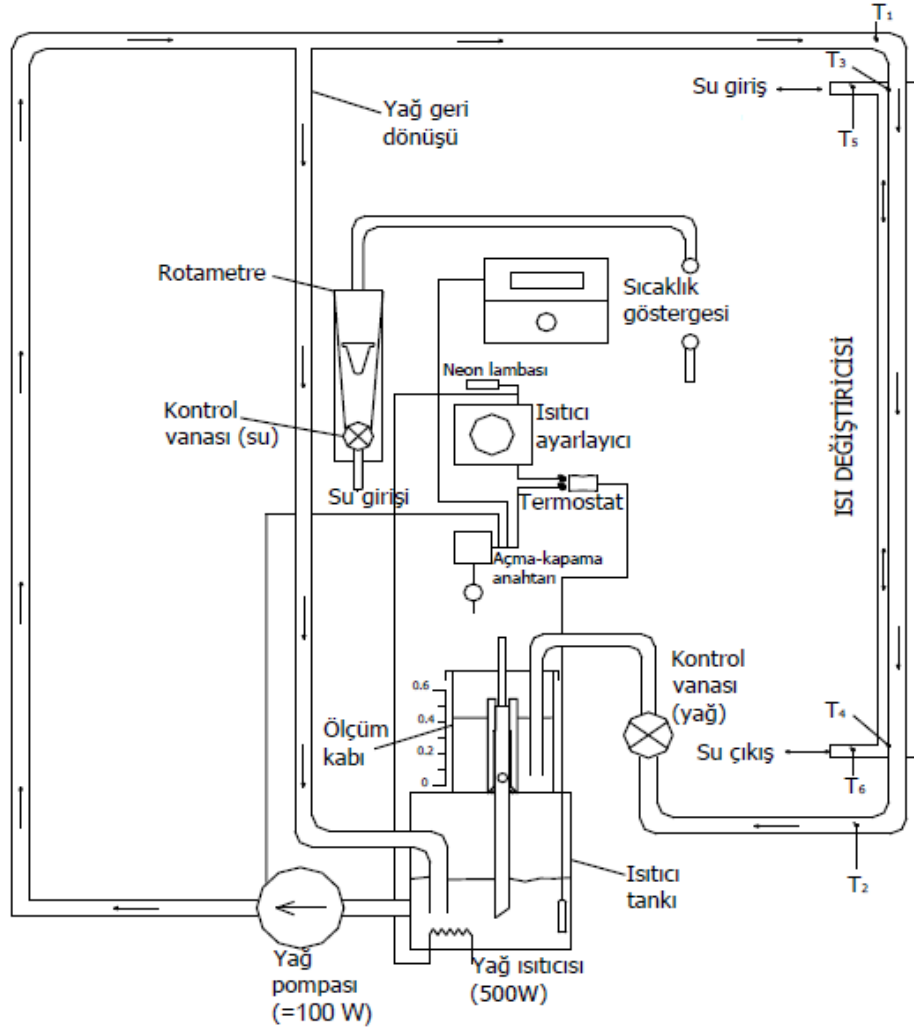
T_2 : Yağ ıkış sıcaklığı

T₃: Yağ girişindeki boru cidar sıcaklığı

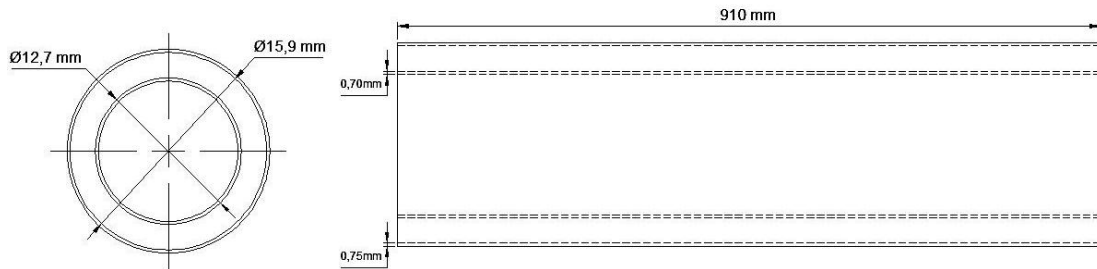
T₄: Yağ çıkışındaki boru cidar sıcaklığı

T₅: Su giriş sıcaklığı

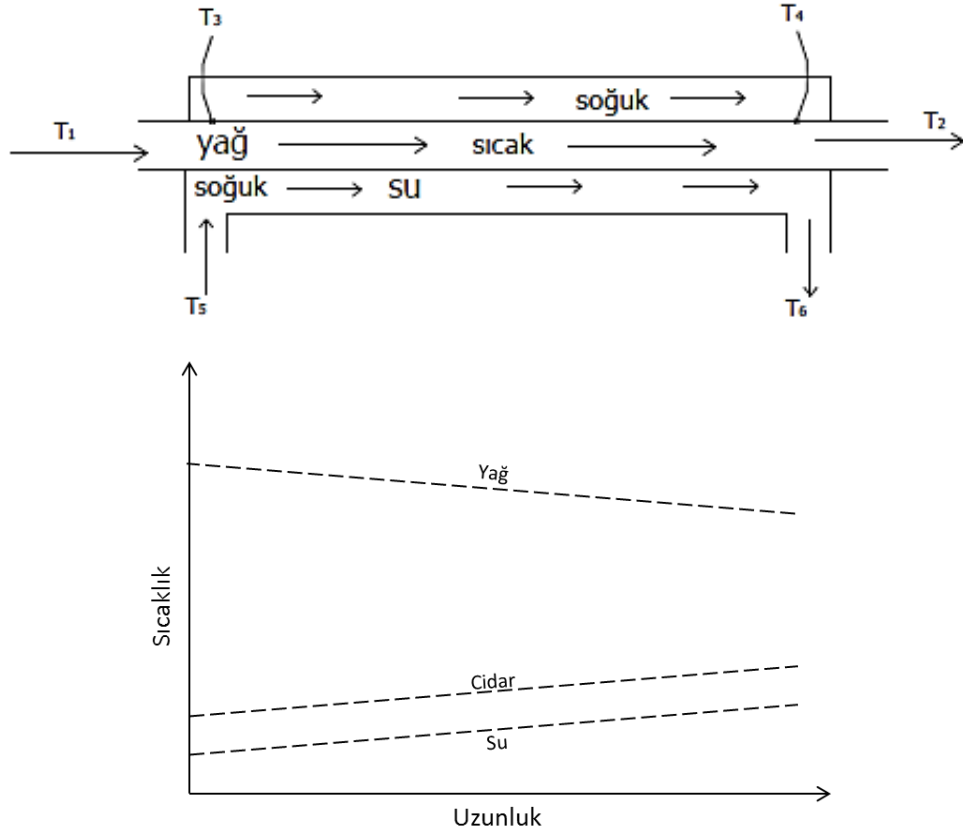
T₆: Su çıkış sıcaklığı



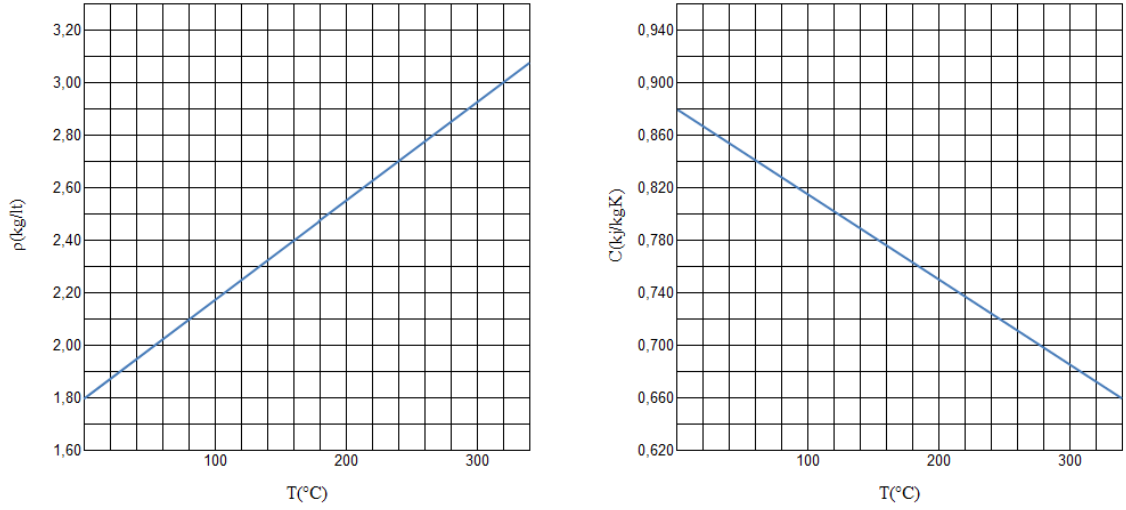
Şekil 15. Tez kapsamında kullanılan ısı değıştiricisinin şematik şekli



Şekil 16. Test bölgesinin boyutları



Şekil 17. Paralel akışlar için sıcaklıkların ısı eşanjörü boyunca değişimi.



Şekil 18. Akışkana (yağa) ait özellik değişim grafikleri.

2.2. Problemin Tanımı

Tez çalışmasında deneysel olarak incelenen paralel akışlı ısı değiştiricisinde, akışkan giriş sıcaklıklarının, gerçekleşen ısı değişimi sonrasında sıcak akışkanın debisi üzerindeki etkisi yapay sinir ağı ile incelenmiştir. Her iki akışkanının farklı sıcaklıkları için ayrı ayrı deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneylerde girişte soğuk suyun ve çıkışta sıcak suyun sıcaklıkları ölçülmüştür. Aynı şekilde girişteki sıcak yağın ve çıkıştaki sıcak yağın sıcaklıkları ölçülmüştür. Bununla birlikte soğuk akışkanın debisi sabit tutularak sıcak akışkanının debileri ölçülmüştür. Suyun debisi sistemde bulunan rotametre yardımıyla, yağın debisi ise sistemde bulunan ölçü kabını yağın doldurma süresinin hesaplanması vasıtası ile ölçülmüştür. Sistemden ölçümler yapılmadan sistemin ısıl dengeye ulaşması için beklenmiştir.

Bir ısı değiştiricisinin performansı hakkında bilgi sahibi olabilmek için, ısı değiştiricisindeki toplam ısı geçişi ile akışkan giriş ve çıkış sıcaklıkları, toplam ısı geçiş katsayısı ve ısı geçişi toplam yüzey alanı arasında bir bağıntı bulunması gerekir. Çevreye olan ısı kaybı, potansiyel ve kinetik enerjilerdeki değişimler ihmal edilmiştir. Ayrıca faz değişiminin olmadığı ve özgül ısıların sabit kaldığı kabul edilmiştir. Bu şartlara sahip bir ısı değiştiricisi için:

Sıcak akışkandan olan ısı geçiş miktarı için,

$$q_h = \dot{m}_h C_{p,h} (T_{h,i} - T_{h,o}) \quad (1)$$

Soğuk akışkana olan ısı geçiş miktarı için,

$$q_c = \dot{m}_c C_{p,c} (T_{c,i} - T_{c,o}) \quad (2)$$

bağıntıları yazılabilir.

Termodinamiğin birinci kanunun analizi bize sıcak akışkanın entalpisindeki düşüşü ve soğuk akışkanın entalpisindeki yükselişi vermektedir. Bu da enerji dengesi olarak adlandırılır.

$$q = \dot{m}_h (h_o - h_i)_h + \dot{m}_c (h_o - h_i)_c \quad (3)$$

$$q = \dot{m}_h C_h (T_2 - T_1) + \dot{m}_c C_c (T_6 - T_5) \quad (4)$$

Teoride bu denklemin değeri sıfırdır. Yalnızca deney sırasında adyabatik bir ortam sağlanamamasından dolayı sonuç farklı çıkmaktadır.

2.3. YSA Modeli Oluşturulurken Kullanılacak Parametrelerin Belirlenmesi

Paralel akışlı ısı değiştiricisinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler Yapay Sinir Ağı modeli oluşturulurken kullanılmıştır. Oluşturulan bu Yapay Sinir Ağı modelinde sistemin giriş parametreleri olarak “Yağ Giriş Sıcaklığı, Yağ Çıkış Sıcaklığı, Girişte Duvar Sıcaklığı, Çıkışta Duvar Sıcaklığı, Su Giriş Sıcaklığı, Su Çıkış Sıcaklığı” kullanılmıştır. Çıkış parametresi olarak ise sistemin bağıntılarının çözülebilmesi için kilit parametre olan “Kütleli Yağ Debisi” kullanılmıştır.

Yapılan deneyler esnasında sistemin stabil çalışması için sabit tutulan “Su debisi” ve yağ debisinin sağlıklı ölçülebilmesi için sabit tutulan “Toplanan Yağ Miktarı” göz önünde bulundurulmamıştır. Bu parametreler sabit oldukları için eğitim esnasında veya test esnasında ağa herhangi bir etkisi olmayacaktır. Eğer ağın eğitiminden sonra biz ağdan bu parametrelere bağlı olarak da sonuçlar almak istersek bu durumda bu parametreler ağ modeline farklı değerleri de kapsayacak şekilde eklenmelidir.

2.4. YSA İçin Eğitim, Test ve Uygulama Setlerinin Hazırlanması

Yapılan deneysel çalışmaların sonucunda Tablo 4’de verilen 58 adet veri seti elde edilmiştir. Bu değerler, giriş parametreleri ve çıkış parametrelerine göre YSA’nda kullanılmak üzere düzenlenmiştir.

Tablo 3. Deneysel çalışmalarda elde edilen veriler

Deneysel No	Yağ Giriş Sıcaklığı	Yağ Çıkış Sıcaklığı	Girişte duvar Sıcaklığı	Çıkışta duvar sıcaklığı	Su giriş Sıcaklığı	Su çıkış sıcaklığı	Kütleli Yağ Debisi
1	73,6	70,9	24,1	23,7	17	22,4	0,089821
2	75	72,1	23,9	23,5	16,9	22,3	0,087174
3	77,4	74,4	24,4	23,9	16,8	22,6	0,095586
4	67	64,4	22,3	22	16,5	21,1	0,080059
5	66,6	63,8	22,4	21,9	16,5	21	0,080762
6	65	62,5	22,3	21,9	16,5	21	0,075347
7	64,7	62,1	21,9	21,6	16,5	20,9	0,074601

Tablo 3'ün devamı

8	64,5	61,9	22,4	22	16,7	21,3	0,073895
9	64,6	61,8	22	21,7	16,4	20,9	0,07006
10	59,4	56,8	20,8	20,5	16,3	20	0,058348
11	55,8	53,2	20,6	20,4	16,6	20	0,048768
12	54,9	53	20,4	20,1	16,6	19,8	0,044665
13	54,8	52,7	20,2	19,9	16,7	19,6	0,03805
14	50,3	46	19,5	19,2	16,6	19,1	0,024811
15	49,6	44,8	19,1	18,8	16,7	18,8	0,016857
16	53,8	36,5	18,3	18	16,7	18,2	0,004885
17	57,1	53,8	21,1	20,9	16,8	20,4	0,06207
18	69,3	66,8	23,1	22,6	16,8	21,6	0,090132
19	68,4	65,8	23,2	22,8	16,9	21,7	0,085281
20	70	67,5	23,4	23,2	16,9	22,1	0,088306
21	70,2	67,6	23,2	22,9	16,9	21,9	0,085563
22	71,6	69	23,5	23,1	16,9	22,1	0,089511
23	72,9	70,2	24,2	23,7	17	22,6	0,090692
24	76,7	73,7	23,9	23,4	17	22	0,098875
25	62,8	60	19,8	20,8	15,9	20,1	0,0648
26	61	58	19,8	20,6	16,3	20,1	0,059338
27	58,2	55,8	20,7	20,4	16,6	20	0,049611
28	57,3	54,1	20,4	20,2	16,7	19,8	0,041296
29	55,3	53,3	20,3	20	16,8	19,7	0,038275
30	54,8	51	20,3	20	16,9	19,7	0,031113
31	49,6	46,8	19,9	19,6	16,9	19,5	0,027629
32	30,5	29,1	19,7	19,6	18,5	19,5	0,033347
33	31,7	30,5	18,7	18,7	17,5	18,7	0,034649
34	36,5	35,3	19,1	19	17,2	18,9	0,045202
35	41,3	39,6	19,8	19,7	17,2	19,4	0,058602
36	45,3	42,8	20,5	20,4	17,2	20	0,068789
37	47,6	45,7	20,5	20,4	17	20	0,076558
38	49,4	47,6	21,1	20,9	17,1	20,4	0,083305
39	50,8	49,6	21,2	21	17	20,5	0,090273
40	52,2	50,7	21,4	21,2	17,1	20,6	0,092564
41	55,2	53,6	21,8	21,6	17,2	20,9	0,102615
42	56	54,3	21,6	21,5	16,8	20,7	0,105454
43	58,4	56,5	21,9	21,7	16,8	20,9	0,113345
44	60,3	58,5	22,2	22	17	21,1	0,117065

Tablo 3'ün devamı

45	62,7	60,9	22,8	22,6	17,1	21,7	0,124823
46	63,8	61,8	22,8	22,5	16,9	21,7	0,126984
47	64	61,9	19,6	20,2	16,7	19,4	0,127008
48	64,4	62,3	19,9	20,5	16,3	19,7	0,129119
49	64,9	62,9	21,1	21,5	16,4	20,5	0,131347
50	66,6	64,5	21,5	21,8	16,6	20,8	0,133893
51	67,2	64,9	20,2	20,7	16,5	19,8	0,136225
52	66,6	64	19,4	19,9	16,4	19,1	0,084124
53	68,2	65,5	18,7	19,2	16	18,6	0,087984
54	68,2	65,4	18,2	18,7	15,8	18,1	0,087968
55	68,2	65,2	17,2	17,8	15,5	17,3	0,08178
56	66,9	64	16,8	17,4	15,2	17	0,076262
57	64	61,3	16,7	17,2	15,2	16,9	0,072496
58	61,4	58,8	16,6	17,1	15,2	16,8	0,06735

Elde edilen 58 adet veri setinin %80'lik kısmı olan 47 adet veri eğitim ve test seti olarak, %20'lik kısmı olan 11 adet veri ise uygulama seti olarak ayrılmıştır. Uygulama seti olarak kullanılacak olan bu veriler eğitim esnasında hiç bir şekilde sisteme gösterilmemiştir. Bu veriler, ağın eğitimi tamamlanıp ağ test edildikten sonra uygulama ortamında ağın performansını test etme amaçlı olarak kullanılmıştır.

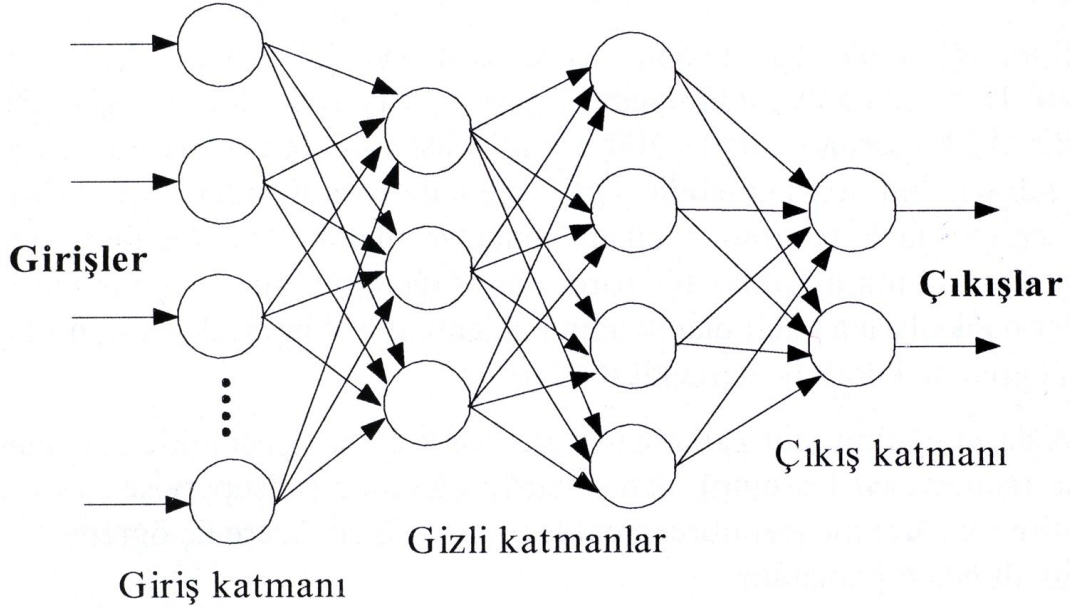
Eğitim ve test seti olarak ayrılan 47 adet veri ise kendi içinde eğitim seti ve test seti olarak ayrılmıştır. Bu verilerin %80'lik kısmını oluşturan 37 adet veri eğitim seti için, geri kalan %20'lik kısmını oluşturan 10 veri ise test amaçlı olarak kullanılacak şekilde düzenlenmiştir.

Adı geçen veri setlerine ek olarak bazı uygulamalarda kullanılmak üzere Çapraz Karşılaştırma (Cross Validation, CV) veri setleri ayrılabilir. Çok fazla miktarda verinin bulunması durumunda kullanılan bu veri setleri hata oranının istenilen seviyenin altına düşmesine rağmen eğitimin devam etmesi ile eğitim süresinin çok uzamasının önüne geçer. Bu setler ağa test seti olarak gösterilerek ağın verdiği tepkiler deneysel verilerle karşılaştırılarak hata oranı değerlendirilir. Hata oranının istenen seviyenin altına düşmesi durumunda eğitim sonlandırılır aksi durumda ise eğitime devam edilir. Bununla birlikte CV setleri kullanılarak ezberlemenin de önüne geçilebilmektedir.

2.5. YSA İçin Ağ Modelinin Seçilmesi

YSA ile sonuç üretilmek istenen problemler, genellikle sistemin girdileri ile ıktıları arasında doğrusal bir özellik göstermeyen problemlerdir. Bu çalışmada, mühendislik uygulamalarında özellikle tahmin konusunda yoğun olarak kullanılan İleri Beslemeli ok Katmanlı Algılayıcı modeli kullanılmıştır (şencan ve Kalogirou, 2005).

KA modeli, danışmanlı öğrenme yöntemini kullanır. Girdilere karşı çıktılar da ağa eğitim esnasında sunulur. şekil 18’de de rneği gösterilen çok Katmanlı Ağ genellikle giriş-gizli-çıkış katmanı olmak üzere  katmandan oluşur.



şekil 19. rnek çok katmanlı algılayıcı modeli

Ayrıca çok katmanlı algılayıcılarda gizli katmanlara ve çıkış katmanına etki eden, ağın çıktısının sıfır olmasını önleyen ve sabit olarak 1 değerini alan eşik değerleri de mevcuttur.

Bu tez kapsamında yapılacak olan çalışma için de çeşitli ağ modelleri denenmiş, performans açısından ve kullanılabilirlik açısından çok Katmanlı Algılayıcı Modeli tercih edilmiştir.

2.6. YSA İçin Öğrenme Modelinin Seçilmesi

Oluşturulan yapay sinir ağında öğrenme modeli olarak ortalama bir ağ için en hızlı öğrenme algoritması olan Levenberg-Marquardt Öğrenme Algoritması (LMÖA) seçilmiştir.

LMÖA, son yıllarda kullanılan en popüler ve diğer algoritmalara alternatif olarak geliştirilmiş algoritmalarındandır. Kullanılan öğrenme algoritmalarını deneme yanılma tekniklerini kullananlar ve standart sayısal optimizasyonu kullananlar olarak ikiye ayırmak mümkündür.

LMÖA'nda hata değeri bulunduktan sonra nöronlar kendi hatalarını azaltmak için ağırlıklarını yeniden ayarlamak durumundadırlar. Ağırlık değiştirme denklemleri de ağdaki performans fonksiyonunu en küçük yapacak şekilde düzenlenmiştir. Bu algoritma, maksimum komşuluk fikri üzerine kurulmuş en küçük kareler tahmin metodu olarak da ifade edilebilir (Doğan, 2010).

2.7. YSA İçin Diğer Parametrelerin Belirlenmesi

Oluşturulan ağda Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli ve Levenberg-Marquardt Öğrenme Algoritması kullanılmıştır. Ağ, yapılan denemeler sonucunda en yüksek performansı sağlayan tek gizli katman ve bu gizli katmanda 6 proses elemanı olacak şekilde modellenmiştir. Ağda transfer fonksiyonu olarak Sigmoid Fonksiyonu ve Hiperbolik Tanjant fonksiyonu için denemeler yapılmış ve Sigmoid Fonksiyonundan daha iyi sonuçlar alındığı için bu fonksiyon seçilmiştir.

Her bir örnek ağa 1000 kez gösterilmiş, eğitimin durdurulması için gerekli olan hata oranı katsayısı ise 0.01 olarak tanımlanmıştır.

2.8. YSA Modellemesi İçin Kullanılan Yazılım

Tez çalışması kapsamında oluşturulan yapay sinir ağı, NeuroDimension firmasına ait olan NeuroSolutions 6.0 programı ile oluşturulmuştur. Ağın modellemesi ve ağda yer alacak olan parametreler program vasıtasıyla tanımlanmıştır. Program, üzerinde Microsoft Windows 7 Professional 32 bit işletim sistemi çalışan Pentium Dual Core 2.00 Ghz işlemcili, 3 GB Ram ve 150 GB Disk alanı bulunan bir bilgisayarda koşturulmuştur.

2.9. YSA'nın Eğitilmesi, Test Edilmesi ve Uygulanması

Daha önceki aşamada ayrılan veri setlerinden eğitim verileri karıştırılarak oluşturulan YSA modeline gösterilmiş ve ağın eğitilmesi sağlanmıştır. Ağın eğitim aşaması tamamlandıktan sonra ağın ne derece öğrendiğinin sorgulanması için test verileri ağa gösterilerek ağın performansının testi gerçekleştirilmiştir. Deneysel yöntem ile elde edilen sonuçlar ile ağın çıkardığı sonuçlar karşılaştırılarak hata oranlarının kabul edilen sınırlarda olup olmadığı incelenmiştir. Sonuçların istenilen aralıklarda olmasının görülmesinin ardından ağın doğru şekilde eğitildiğine karar verilmiş ve eğitim aşaması sonlandırılmıştır.

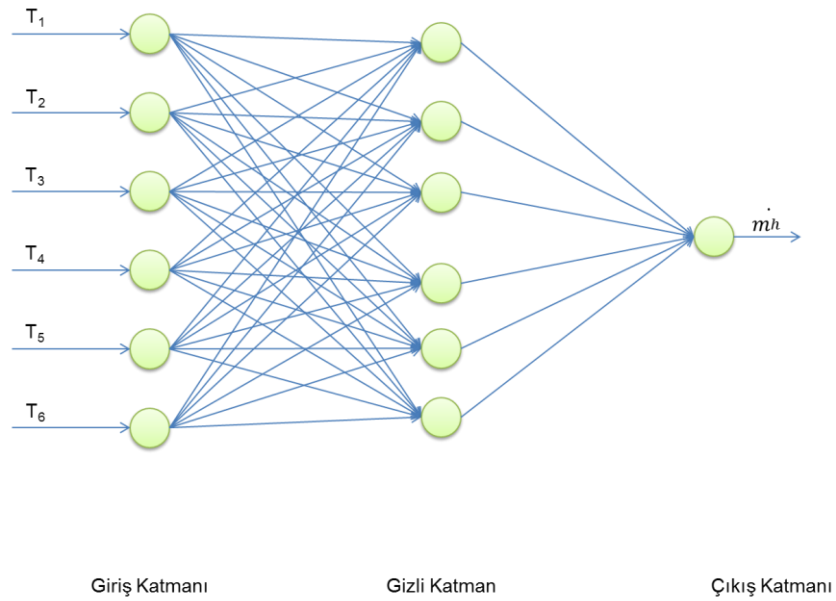
Eğitim aşamasının ardından, ağın hiç görmediği girdilere nasıl çıktılar ürettiğinin incelenmesi için daha önceden ayrılarak ağa gösterilmeyen veriler girdi olarak verilmiştir. Bu işlemin ardından ağın bu girdilere karşılık ürettiği çıktılar deneysel yöntemlerle elde edilen çıktılar ile karşılaştırılarak hata oranları gözlemlenmiştir. Kabul edilebilir hata oranı %10 olarak belirlenen bu sistem için Sigmoid Fonksiyonu kullanıldığında ağ genel olarak %1-9 civarlarında, bazı değerler için %30 civarında hata üretmiştir. Ortalama hata ise %8,6 olarak gözlemlenmiştir. Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu kullanıldığında ağ genel olarak %5-25 civarlarında hata üretmiştir. Ortalama hata ise %13,9 olarak gözlemlenmiştir. Ortalama hataya baktığımızda istenilen hata oranının altında olan Sigmoid Fonksiyonu Seçilmiştir. Bununla birlikte elde edilen hata oranı istenilen oranın altında olduğu görülmüş, ağın başarılı bir şekilde çalıştığı kararına varılmıştır.

3. BULGULAR

Yapılan çalışma kapsamında deneysel verileri elde edilmiş olan ısı eşanjöründen elde edilen çıktılar YSA yöntemi ile incelenecektir. Kullanılan mevcut ağ, gerektiği takdirde yeniden düzenlenerek diğer parametrelerin performansa olan etkileri de incelenebilir.

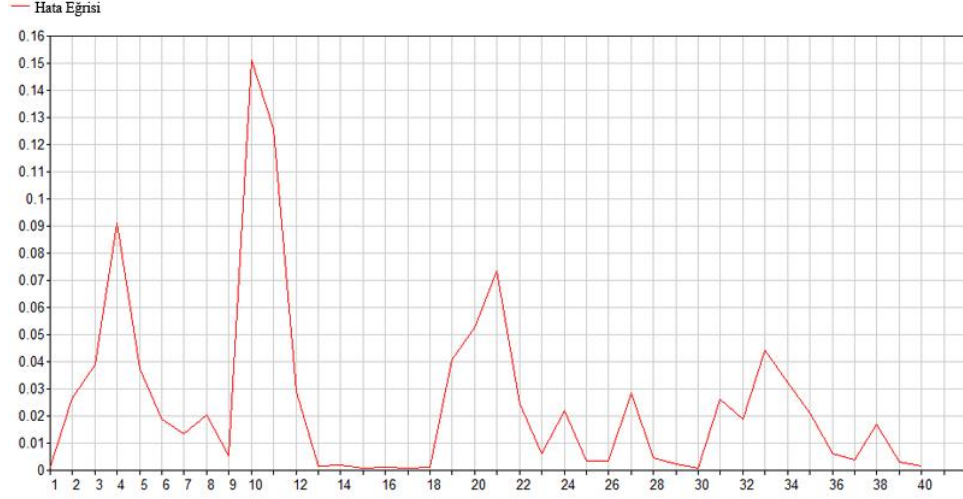
3.1. Hata Eğrisi, Eğitim Sonucu ve Ağ Modeli Örnekleri

NeuroSolutions programı yardımıyla oluşturulan yapay sinir ağına giriş parametresi olarak “Yağ Giriş Sıcaklığı, Yağ Çıkış Sıcaklığı, Girişte Duvar Sıcaklığı, Çıkışta Duvar Sıcaklığı, Su Giriş Sıcaklığı, Su Çıkış Sıcaklığı” kullanılmıştır. Çıkış parametresi olarak ise “Kütleli Yağ Debisi” kullanılmıştır. Ağ İleri Beslemeli Çok Katmanlı Algılayıcı modeli ve Levenberg-Marquardt Öğrenme Algoritması kullanılacak şekilde modellenmiştir. Üç katmanlı olan ağın giriş katmanında 6, gizli katmanda 6, çıkış katmanında ise 1 proses elemanı vardır. Gizli katman ve çıkış katmanında Sigmoid transfer fonksiyonu kullanılmıştır. Her iki katmandaki öğrenme algoritmaları da aynı olup Levenberg-Marquardt Öğrenme Algoritmasıdır. Oluşturulan Yapay Sinir Ağı'nın sembolik gösterimi aşağıdaki Şekil 19'daki gibidir.



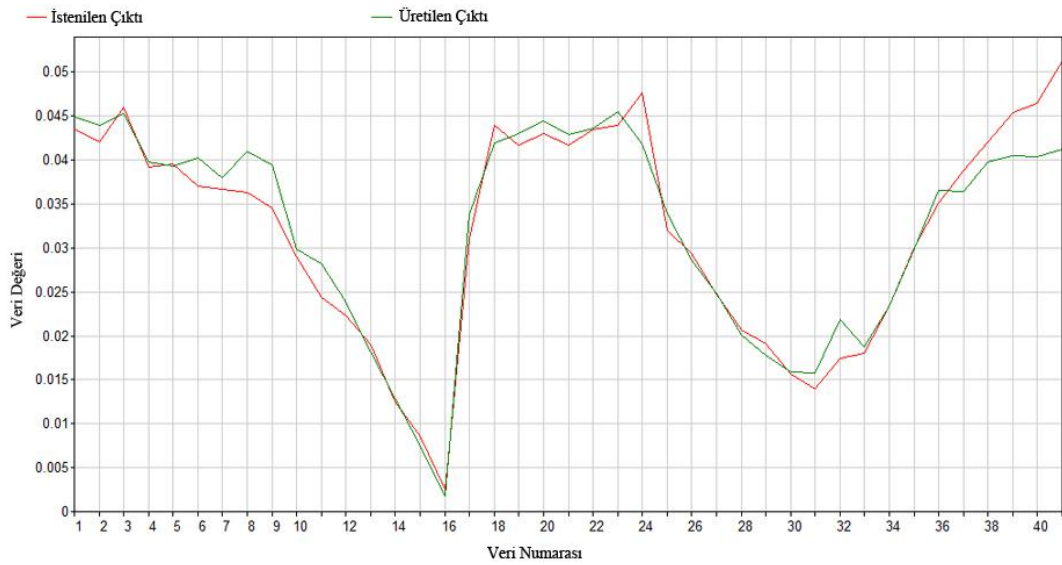
Şekil 20. Modeli oluşturulan ağın şematik gösterimi.

Eğitim esnasında, eğitimi durdurma kriteri olarak hata oranı katsayısı 0.01 olarak seşilmiştir. şekil 20’de YSA eğitimi aşamasındaki örnek hata eğrisi görülmektedir. Hata 0.01’in altına düştüğünde ağ eğitilmiş kabul edilip eğitim otomatik olarak durdurulmaktadır.



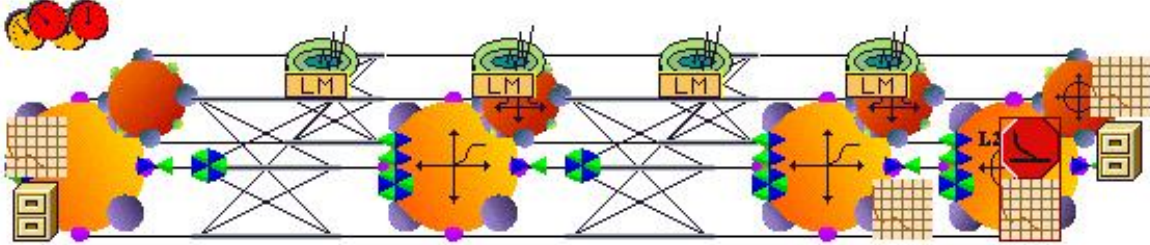
şekil 21. rnek hata eğrisi

Ağın eğitim sonuşlarıyla ilgili grafik de şekil 21’de gösterilmektedir. Burada kırmızı grafik eğitim esnasında ağa verilen (istenilen) ıktıları gösterirken, yeşil grafik ise ağın eğitimi sonucu olarak ürettiği ıktıları ifade etmektedir. Mümkün olduğunca iki grafiğin çakışık olması istenir. Sonuçlar birbirine ne kadar yakınsa hata oranı da o kadar azdır.



şekil 22. rnek eğitim sonucu

NeuroSolutions programında oluşturulan, giriş katmanında 6, gizli katmanda 6, çıkış katmanında 1 proses elemanı olan, Levenberg-Marquardt Öğrenme Algoritmasını kullanan İleri Beslemeli Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli Şekil 22'deki gibidir.

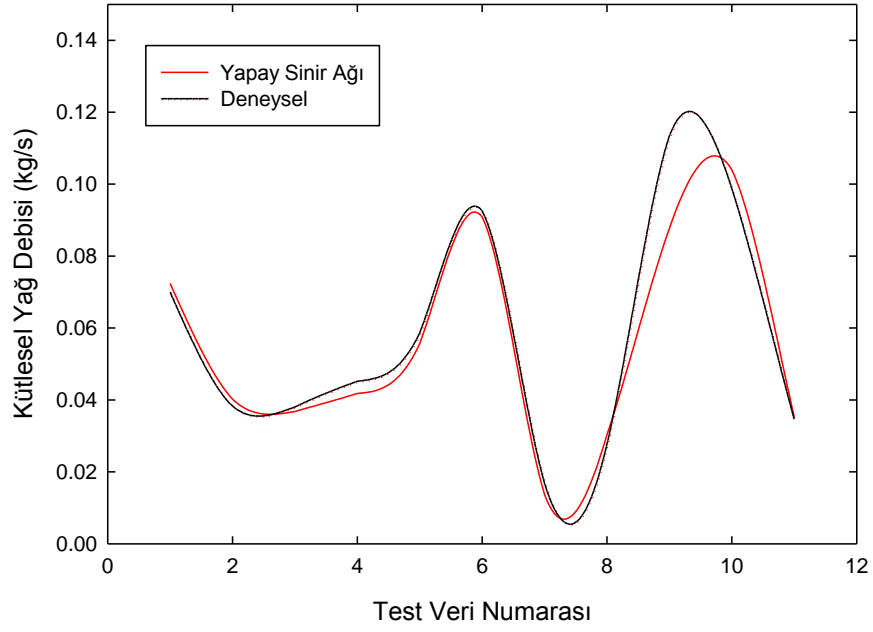


Şekil 23. NeuroSolution programında oluşturulan örnek ÇKA YSA modeli.

3.2. Elde Edilen Sonuçlar

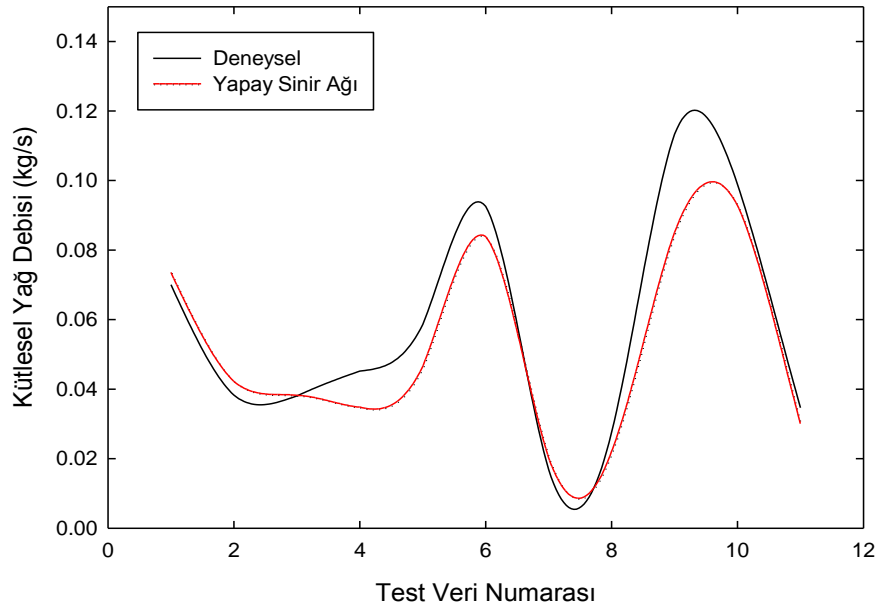
Yapılan çalışma sonucunda deneysel yollarla elde edilen kütleli yağ debisi, oluşturulan ağ yardımıyla Yapay Sinir Ağları kullanılarak da hesaplanmıştır. Şekil 23'te Sigmoid Transfer Fonksiyonuna sahip Yapay Sinir Ağlarının sonuçları deneysel sonuçlarla karşılaştırılmaktadır. Şekil 24'te Hiperbolik Tanjant Transfer Fonksiyonuna sahip Yapay Sinir Ağlarının sonuçları deneysel sonuçlarla karşılaştırılmaktadır.

Sigmoid Transfer Fonksiyonu



Şekil 24. Sigmoid Transfer Fonksiyonuna sahip YSA sonuçları ile deneysel sonuçların karşılaştırılması

Hiperbolik Tanjant Transfer Fonksiyonu



Şekil 25. Hiperbolik Tanjant Transfer Fonksiyonuna sahip YSA sonuçları ile deneysel sonuçların karşılaştırılması

4. İRDELEME

Çalışmada, YSA oluşturulurken İleri Beslemeli Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli, Levenberg-Marquardt Öğrenme Algoritması kullanılarak giriş katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere 3 katmanlı bir ağ oluşturulmuştur. Girdi katmanında “Yağ Giriş Sıcaklığı, Yağ Çıkış Sıcaklığı, Girişte Duvar Sıcaklığı, Çıkışta Duvar Sıcaklığı, Su Giriş Sıcaklığı, Su Çıkış Sıcaklığı” kullanılmıştır. Çıkış parametresi olarak ise “Kütlesel Yağ Debisi” kullanılmıştır. Ağda transfer fonksiyonu olarak Sigmoid Fonksiyonu ve Hiperbolik Tanjant fonksiyonu için denemeler yapılmış ve Sigmoid Fonksiyonundan daha iyi sonuçlar alındığı için bu fonksiyon seçilmiştir.

Çeşitli parametrelerin ağı eğitimi ve uygulama performansına etkisini göstermek amacıyla ağ farklı şekillerde modellenmiştir ve çalıştırılmıştır. En optimum sonuçlar gizli katmanda 6 proses elemanı kullanıldığında elde edilmiştir.

Şekil 22’de de görüldüğü deneysel yollar elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar Yapay Sinir Ağları yöntemi kullanılarak da elde edilmiştir. Tablo 4’e baktığımızda elde edilen kütleli yağ debisinin sayısal değerleri ve hata oranları verilmektedir.

Tablo 4. Kütleli yağ debisi karşılaştırma tablosu

Test Veri No	Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu				Sigmoid Fonksiyonu			
	Deneysel	YSA	Hata Oranları	Ortalama Hata Oranı	Deneysel	YSA	Hata Oranları	Ortalama Hata Oranı
1	0,0701	0,0736	% 4,99	% 13,90	0,0701	0,0724	% 3,18	% 8,62
2	0,0383	0,0422	% 10,18		0,0383	0,0402	% 4,73	
3	0,0381	0,0382	% 0,26		0,0381	0,0368	% 3,53	
4	0,0452	0,0348	% 23,01		0,0452	0,0418	% 8,13	
5	0,0586	0,0465	% 20,65		0,0586	0,0557	% 5,21	
6	0,0926	0,0839	% 9,40		0,0926	0,0909	% 1,87	
7	0,0169	0,0203	% 20,12		0,0169	0,0137	% 23,36	
8	0,0276	0,022	% 20,29		0,0276	0,0304	% 9,21	
9	0,1133	0,085	% 24,98		0,1133	0,0878	% 29,04	
10	0,0989	0,0929	% 6,07		0,0989	0,104	% 4,90	
11	0,0346	0,0301	% 13,01		0,0346	0,0352	% 1,70	

5. SONUÇLAR

Tez kapsamında yapılan çalışmada Yapay Sinir Ağları yöntemi anlatılmış olup, Paralel Akışlı Isı Eşanjörlerinde uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla deneysel olarak incelenen paralel akışlı ısı değiştiricisinde, akışkan giriş sıcaklıklarının, gerçekleşen ısı değişimi sonrasında sıcak akışkanın debisi üzerindeki etkisi yapay sinir ağı ile incelenmiştir. Yapay Sinir Ağı modeli oluşturulurken mühendislik uygulamalarında da yoğun olarak kullanılan İleri Beslemeli Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli, öğrenme algoritması olarak da ortalama büyüklükte bir ağ için en hızlı algoritma olan Levenberg-Marquardt tercih edilmiştir. Oluşturulan ağ 3 katmandan meydana gelip gizli katmanda 6 proses elemanı kullanılmıştır. Ağda transfer fonksiyonu olarak Sigmoid Fonksiyonu ve Hiperbolik Tanjant fonksiyonu için denemeler yapılmıştır.

Kullanılan ısı değiştiricisinde sıcak akışkan en fazla 80 C'ye kadar ısıtılabilir. Isıtıcı gücü ayarlanarak sıcak akışkanın farklı sıcaklıkları için debi değerlerinin ölçülmesi vasıtası ile 58 adet veri elde edilmiştir. Bu veri setinin %80'lik kısmı olan 47 adet veri eğitim ve test seti olarak, %20'lik kısmı olan 11 adet veri ise uygulama seti olarak ayrılmıştır. Eğitim ve test seti olarak ayrılan 47 adet veri ise kendi içinde eğitim seti ve test seti olarak ayrılmıştır. Bu verilerin %80'lik kısmını oluşturan 37 adet veri eğitim seti için, geri kalan %20'lik kısmını oluşturan 10 veri ise test amaçlı olarak kullanılacak şekilde düzenlenmiştir. Sonuç olarak;

1. Literatürde farklı alanda kullanılan yapay sinir ağlarının borulu tip paralel akışlı ısı değiştiricilerinde kullanımının uygun olduğu görülmüştür.
2. Kullanılan ağ yapısının, öğrenme algoritmasının, ağ modelinin yapılan çalışma için uygun olduğu görülmüştür.
3. Ağın transfer fonksiyonunun seçilmesi için yapılan denemeler sonucunda Sigmoid Fonksiyonundan daha iyi sonuçlar alındığı için bu fonksiyon seçilmiştir.
4. Dene düzeninde gerçekleştirilen çalışmalarda meydana gelen ısı aktarımlarının belirlenebilmesi için ölçülmeye çalışılan kütleli yağ debisinin yapay sinir ağı ile tahmin edilebilmesinin mümkün olduğu görülmüştür.
5. YSA ile yapılan tahminlerin istenilen hata oranı aralığında olduğu gözlemlenmiştir.

6. Değişik türdeki ısı değiştircilerinde yapay sinir ağlarının kullanımı ile eksik verilerin özellikle de debinin tahmini ile gerçekleşen ısı transferi hesaplamalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

6. ÖNERİLER

Konu üzerine bundan sonra yapılacak çalışmalarla ilgili olarak şunlar önerilebilir:

1. Mühendislik uygulamalarında, tahmin amaçlı olarak yoğun bir biçimde kullanılan Çok Katmanlı Algılayıcı yerine farklı bir ağ modeli tercih edilip performans değerlendirilmesi yapılabilir.
2. Belirlenen probleme özel olarak geliştirilecek bir programla ağ eğitilip, test edilip uygulamadaki performansı değerlendirilebilir.
3. Farklı türdeki bir ısı değiştiricisinden elde edilen deneysel verilerden faydalanarak farklı ağlar vasıtasıyla yeni çalışmalar yapılabilir.
4. Neural Network Toolbox for MATLAB, FANN gibi farklı yazılım kütüphaneleri kullanılarak elde edilecek sonuçlar karşılaştırılabilir.
5. Uzman Sistemler (US), Bulanık Mantık (BM) veya Genetik Algoritma (GA) gibi farklı Yapay Zeka teknikleri kullanılarak elde edilecek sonuçlar Yapay Sinir Ağları (YSA) ile karşılaştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Akçayol, M.A., Çınar, C., Bülbül, H.İ. ve Kılıçarslan, A., 2004. "Artificial Neural Network Based Modeling Of Injection Pressure in Diesel Engine", World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Transactions on Computers, 3, 5, 1538-1544.
- Albayrak, S., 2010. Yanal Burkulma Etkisindeki I Kesitli Kirişlerde İdeal Desteklerin Belirlenmesi ve Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Anderson, J. A., 1972. "A Simple Neural Network Generating on Interactive Memory", Mathematical Biosciences, 14, 197-220.
- Basheer, I.A. ve Hajmeer, M., 2000. Artificial Neural Networks: Fundamentals, Computing, Design and Application, Journal Of Microbiological Methods, 43, 3-31.
- Broomhead, D.S. ve Lowe, D., 1988. "Radial Basis-Functions, Multi-Variable Functional Interpolation and Adaptive Networks", Royal Signals and Radar Establishment Memorandum, 4148.
- Carpenter, G. A. ve Grossberg, S. A., 1987. "ART2: Self-Organization of Stable Category Recognition Codes for Analog Input Patterns", Applied Optics, 26(3), 4919-4930.
- Çeteci, M. 1999. Bilgisayar yardımıyla Isı değiştiricisi Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 95 s.
- Doğan, A., 2002. Yapay Zeka, Kariyer Yayıncılık, İstanbul, 134 s.
- Doğan, G., 2010. Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Türkiye'deki Özel Bir Sigorta Şirketinde Portföy Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Dudzik, S., 2010. "Investigation of A Heat Exchanger Using Infrared Thermography and Artificial Neural Networks", Sensors and Actuatora A: Physical, 166, 1, 149-156.
- Duran, O., Rodriguez, N. ve Consalter, L.A., 2008. "Neural Networks for Cost Estimation of Shell and Tube Heat Exchangers", Expert Systems with Applications, 36, 4, 7435-7440.
- Elmas, Ç., 2007. Yapay Zeka Uygulamaları, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 425 s.
- Ermis, K., 2008. "ANN Modeling of Compact Heat Exchangers", International Journal of Energy Research, 32, 6, 581-594.

- Ertunc, H.M. ve Hosoz, M., 2006. "Artificial Neural Network Analysis of A Refrigeration System With an Evaporative Condenser", Applied Thermal Engineering, 26, 627-635.
- Farely, B. G. ve Clark, W. A, 1954. "Simulation of Self-Organizing Systems by Digital Computers", IEEE Transactions of Professional Group of Information Theory, PGIT-4, 76-84.
- Feigenbaum, E.A., 1989. An Interview, Expert Systems, 6, 2, 112-115.
- Fukushima, K., 1980. "Neocognitron: A Self-Organizing Neural Network Model for A Mechanism of Pattern Recognition Unaffected by Shift in Position", Biological Cybernetics, 36, 193-202.
- Fukushima, K., 1986. "A Neural Network Model for Selective Attention in Visual Pattern Recognition", Biological Cybernetics, 55, 5-15.
- Genceli, O., F., 1983. Isı Eşanjörleri Ders Notları, İTÜ. Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Göktepe, A.B., Açar, E. ve Lav, A.H., 2005. Esnek Üst Yapılarda Mekanik Özelliklerin Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Geri Hesaplanması, İTÜ Dergisi/D Mühendislik, 4, 2, 31-42.
- Göral, M.A., 2007. Kredi Kartı Başvuru Aşamasında Sahtecilik Tespiti için Bir Veri Madenciliği Modeli, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Görz, G. ve Nebel, B., 2002. Yapay Zeka, İnkılap Yayınları, Ankara, 151 s.
- Graupe, D., 1997. Advanced Series in Circuits and Systems – Vol 3: Principles Of Artificial Neural Networks, World Scientific Publishing, USA, 235 s.
- Grossberg, S. A., 1973. "Contour Enhancement, Short Term Memory, and Consultancies in Reverberating Neural Networks", Studies in Applied Mathematics, 52(3), 213-257.
- Gülseçen, S., 1993. Yapay Sinir Ağları İşletme Alanında Uygulanması ve Bir Örnek Çalışma, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, İstanbul.
- Haykin S., 2005. Cognitive Radio: Brain-empowered Wireless Communications, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Special Issue on Cognitive Networks, 23, 201220.
- Hebb, D. O., 1949. "The Organization of Behaviour", New York: Wiley, Introduction and Chapter 4, "The First Stage of Perception: Growth of the Assembly", XI-XIX, 60-78.

- Hopfield, J.J., 1988. Artificial Neural Networks, IEEE Circuits and Devices Magazine, 4, 2, 3-10
- Jambunathan, K., Hartle, S.L., Ashforth-Frost, S.ve Fontama, V., 1996. "Evaluating Heat Transfer Coefficients Using Neural Networks," International Journal of Heat and Mass Transfer, 39, 2329-2332.
- James, W., 1890. "Psychology (Briefer Course)", New York: Holt, Chapter XVI, Association", 253-279.
- Kaya, İ., Oktay, S. ve Engin, O., 2005. Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21, 1-2, 92-107.
- Kılıç, K., 2007. Yapay Sinir Ağı Tasarımı: Eğitim Sürecinin Optimizasyonu ve Gıda Mühendisliği Alanında Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Kohonen, T., 1972. "Correlation Matrix Memories", IEEE Transaction on Computers, C-21(4), 353-359.
- Kohonen, T., 1982. "Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps", Biological Cybernetics, 43, 59-69.
- Lenat, D.B. ve Feigenbaum, E.A., 1987. On The Thresholds Of Knowledge, Proceedings Of The Tenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1173-1182.
- Liptak, B.G., 1995. Instrument Engineers' Handbook: Expert Systems – Neural Networks, CRC Press.
- Luger, G.F. ve Stubblefield, W.A., 1989. Artificial Intelligence and The Design Of Expert Systems, California, 660 s.
- Luger, G.F. ve Stubblefield, W.A., 1993. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problems, 743 s.
- McCulloch, W. S. ve Pitts, W. A., 1943. "A Logical Calculus Of The Ideas Immanent in Nervous Activity", Buttetin of Mathematics and Biophysics, 5, 115-133.
- Mehrota, K., Mohan C.K. ve Ranka, S., 1997. Elements Of Artificial Neural Networks, USA, 339 s.
- Minsky, M.L. ve Papert, S.A., 1969. Perceptrons, MIT Press, Cambridge, MA.
- Öztemel, E., 2006. Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 232 s.
- Principe, J.C., Euliano, N.R. ve Lefebvre, W.C., 1999. Neural and Adaptive Systems: Fundamentals Through Simulations, John Wiley&Sons, Inc., USA, 656 s.

- Riverol, C., Ricart, G., Carosi, C. ve Di Santis, C., 2008. "Application of Advanced Soft Control Strategies Into The Dairy Industry", Innovative Food Science and Emerging Technologies, 9, 3, 298-305.
- Rosenblatt, F., 1958. "The perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in The Brain", Psychoanalytic Review, 65, 386- 408.
- Rumelhart, D.E. ve McClelland, J.L., 1988. Parallel Distributed Processing, Explorations in The Microstructure of Cognition: A Handbook of Models, Programs, and Exercises, MIT Press, Cambridge, MA.
- Russel, S. ve Norvig, P., 2003. Artificial Intelligence: A Modern Approach, Englewood Cliffs, 1109 s.
- Sırdaş, S., Şen Z. ve Sönmez, İ., 2001. Sınıflandırma için Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı, III. Ulusal Hidroloji Kongresi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Haziran, İzmir, Bildiriler Kitabı: 609-616,
- Specht, D.F., 1988. "Probabilistic Neural Networks for Classification, Mapping, or Associative Memory", IEEE Conference on Neural Networks, 1, 525-532.
- Specht, D.F., 1991. "A General Regression Neural Network", IEEE Transactions on Neural Networks, 2, 6, 568-576.
- Şencan, A. ve Kalogirou, S.A., 2005. A New Approach Using Artificial Neural Networks For Determination Of The Thermodynamic Properties Of Fluid Couples, Energy Conversion and Management, 46, 15, 2405-2418.
- Tan, C.K., Ward, J., Wilcox, S.J. ve Payne, R., 2009. "Artificial Neural Network Modelling of The Thermal Performance of A Compact Heat Exchanger", Applied Thermal Engineering, 29, 17-18, 3609-3617.
- Turban E. ve Aronson, J.E., 2001. Decision Support Systems and Intelligence Systems, Prentice-Hall International Inc., USA, 960 s.
- Uğur, A. ve Kınacı, A.C., 2006. Yapay Zeka Teknikleri ve Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Web Sayfalarının Sınıflandırılması, XI. Türkiye'de İnternet Konferansı, Aralık, Ankara, Bildiriler Kitabı: 1-4.
- Xie, G.N., Wang, Q.W., Zeng, M. ve Luo, L.Q., 2007. "Heat Transfer Analysis for Shell and Tube Heat Exchangers with Experimental Data by Artificial Neural Networks Approach," Applied Thermal Engineering, 27, 1096-1104.
- Widrow, B. ve Hoff, M.E., 1960. "Adaptive Switching Circuits", WEST-CON Convention Record Part IV, 96-104.
- Winston, P.H., 1992. Artificial Intelligence, Madison-Wesley Publishing Company, New York, 750 s.

Yazıcı, A.C., Ögüş, E., Ankaralı, S., Canan S., Ankaralı, H. ve Akkuş, Z., 2007. Yapay Sinir Ağlarına Genel Bakış, Türkiye Klinikleri J Med Sci, 27, 1, 65-71.

Yigit, K.S. ve Ertunc, H.M., 2006. "Prediction of the Air Temperature and Humidity at the Outlet of a Cooling Coil Using Neural Networks," International Communications in Heat and Mass Transfer, 33, 898-907.

Yurtoğlu, H., 2005, Yapay Sinir Ağları Metodoloğisi ile Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler için Türkiye Örneği. Uzmanlık Tezi, DPT Yayın No: 2683, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Emrah AYVAZ 1985 yılında Giresun'da doğdu. 2003 yılında Giresun Hamdi Bozbağ Anadolu Lisesi'nden mezun olup 2004 yılında MKÜ Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2008 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitime başladı. Bugüne kadar AB projeleri hazırlık ve yürütme aşamalarında görev alan Emrah AYVAZ bu görevine devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.