

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY SİNİR AĞLARI TEKNİĞİ İÇİN
PAKET PROGRAM GELİŞTİRİLMESİ VE
BORSA ENDEKSLERİ TAHMİNİ İÇİN KULLANILMASI

Metin AYDOĞDU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK MÜH. ANABİLİM DALI

84058

TEZ DANIŞMANI
Yard. Doç. Dr. Ertuğrul KARAÇUHA

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

GEBZE

1999

Bu tez çalışması G. Y. T. E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 14.7.1999 tarih ve 99/13 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Elektronik Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye

Ertuğrul Karacuha

Tez Danışmanı

: Yard. Doç. Dr. Ertuğrul KARAÇUHA G.Y.T.E.

E. Murat Esin

Üye

: Yard. Doç. Dr. E. Murat ESİN G.Y.T.E.

Gökhan Özer

Üye

: Yard. Doç. Dr. Gökhan ÖZER G.Y.T.E.

ONAY



G. Y. T. E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 26/07/1999 tarih ve 99/21 sayılı kararı

ÖZET

Tezimizde yapay sinir ağı yöntemi kullanarak ülkemizdeki borsa bileşik endeksinin ve döviz kurlarının tahmini konusu işlenmiştir. Bu konu ile ilgili olarak tahmin yazılımı geliştirilmiştir.

Bunun için önce İMKB ve İMKB endeksi incelenmiştir. Borsa basit olarak arz ve talep kuralına göre işleyen ve ekonomik sistemin dinamiklerine bağlı bağımsız bir sistemdir. Birçok ekonomik aktivite ve psikolojik faktörler borsa fiyatlarının düşmesine veya yükselmesine etki etmektedir. İnsan faktörüne direk bağlı olması, lineer olmaması, çok değişkene bağlı olması, fiyat geçişlerinin zamana bağlı olması geleneksel tekniklerin kullanılmasını zorlaştırmaktadır.

Daha sonra yapay sinir ağı araştırılmış ve back-propagation algoritması üzerinde çalışmalarımız yoğunlaştırılmıştır. Yapay sinir ağı; algoritmasız, tamamiyle paralel, adaptif, öğrenebilen bir sistemdir. Paralel dağıtılmış bir hafızaya sahip olması bu sistemlerin ana özelliklerinin başında gelir. Yapay sinir ağı olayları öğrenerek karar verme prensibi üzerine kurulmuşlardır. Öğrenme zeki sistemlerinin bilgi yetenek ve tecrübelerini artırma olayı olarak düşünülebilir.

Backpropagation algoritmasının program mantığı oluşturulmuş ve YSA programı hazırlanmıştır. Bu YSA programını kullanarak girilen döviz bilgilerine bağlı olarak endeksi tahmin edecek tahmin programı hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlar regresyon analizi ve propagator programında elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Sonuçlar göstermiştir ki yapay sinir ağı yöntemi kullanarak yapılan programlarla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. YSA yazılımlarına girdi olarak verilecek parametre sayısı artırılırsa daha iyi sonuçlar almak mümkün olabilir.

SUMMARY

Our thesis is about using artificial neural networks method to estimate the stock exchange index and rate of exchange. The estimate software has been evolved about this topic.

For this, at first IMKB and IMKB's index have been examined. The stock exchange simply is a system to work according to presentation and demands rules and independent system what depend on economical systems dynamics. A lot of economical activity and psychological factor directly and many of variables. It is not linear. It's prices passing depends on the time. So the traditional techniques get difficult.

Later the artificial neural networks were searched and our studying was made intensive on algorithm of back-propagation. The artificial neural networks are without algorithm and they are all parallel, adaptive and a learnable system. This system have a parallel dispersed memory. It is most important things of this systems properties. The artificial neural networks have been built on to learning events to decide principal learning can be thought like increasing experience, knowledge and ability of intelligent systems.

The program logic of back-propagation algorithm has been formed and ANN program has been prepared. Using this ANN program, depending on the entrance of exchange knowledge's, the estimate program has been prepared in order to estimate the index. Obtained results have been compared with regration analysis and the results which were obtained in the propagator program.

The results has proved that better results has been obtained using artificial neural networks methods. If the number of parameters which will be given to ANN program, is increased, it is possible better results.

TEŞEKKÜR

Bütün çalışmalarında değerli bilgi ve tecrübeleriyle bize yol gösteren, gerekli araştırma ve geliştirme çabalarımızda yardımlarını esirgemeyen Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanı ve Danışmanım Yard. Doç. Dr. Ertuğrul KARAÇUHA, borsa ile ilgili konularda yardımlarını esirgemeyen Yard. Doç. Dr. Gökhan ÖZER ve her türlü maddi manevi katkılarını esirgemeyen aileme teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİLLER	IX
ÇİZELGELER	X
SİMGELER VE KISALTMALAR	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Konu ve Önemi	1
1.2. Tezin Amacı ve İçeriği	3
2. BORSA HAKKINDA BİLGİ VE İSTANBUL MENKUL KIYMETLER BORSASI	5
2.1. İ.M.K.B.'nin Tarihçesi	5
2.2. Kotasyon ve Borsada Piyasalar	7
2.2.1. Tanım	7
2.2.2. Kottaki şirketler ve kotasyonla ilgili esaslar	7
2.2.3. Piyasa Kavramı Ve Borsa'da Piyasalar	8
2.3. Hisse Senetleri Piyasasında Fiyatların Oluşma Yöntemi	8
2.4. İMKB'de Hisse Senetleri Fiyat Endeksleri	9
2.4.1. İMKB Endeksinin Başlıca Özellikleri	10
2.4.2. Endekslerin Sürekliliğinin Sağlanması	11
2.5. Hisse Senetlerinin Değerlerini Etkileyen Faktörler	12
3. YAPAY SİNİR AĞLARI	15
3.1. Giriş	15
3.2. Yapay Sinir Ağlarının Geçmişi	16
3.3. Biyolojik Sinir Ağları	18
3.4. YSA'nın Kullanım Alanları ve Geliştirilen Uygulamalar	22
3.4.1. Giriş	22
3.4.2. YSA'nın Yararları	23
3.4.3. Uygulama Çeşitleri	24

3.5. YSA ile Programlama ve Bazı Algoritmalar	26
3.6. Backpropagation Algoritması (BP)	31
4. YAPAY SİNİR AĞLARI İLE BORSA ENDEKSİ TAHMİNİ	35
4.1. Hazırlanan YSA Programının Tanıtılması	35
4.2. YSA Programının Kodları	38
4.3. Tahmin Programı	38
5. PROPAGATOR PROGRAMI İLE BORSA ENDEKSİ TAHMİNİ	42
5.1. Propagator Programının Tanıtılması	42
5.2 Train ve Test Dosyalarının Oluşturulması	47
5.3 Sınıflama Prosedürü	48
5.4. Programın Çalıştırılması ve Sonuçların Elde Edilmesi	50
5.5. Sonuçlar	50
6. SONUÇLAR	54
KAYNAKLAR	
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	
Ek 1 . YSA PROGRAM KODLARI	
Ek 2 . TAHMİN PROGRAM KODLARI	
Ek 3 . PROPAGATOR PROGRAMINDA KULLANILAN TRAIN VE TEST DOSYALARI	

ŞEKİLLER

1.1. Kimoto ve Asakawa 'nın borsa endeksi tahmin sisteminin basit yapısı	2
3.1. Sinir Hücresi	18
3.2. Yapay Sinir Ağı	19
3.3. Genel Şablon	21
3.4. XOR Sonucunu veren bir sistem	21
3.5. Eşik Değeri Modelleri	28
3.6 Genel Backpropagation Ağ yapısı	34
4.1. YSA Ana Ekranı	35
4.2. Sonuç Ekranı	37
4.3. Tahmin Programı Ana Ekranı	38
4.4. Borsa Endeksi Tahmini	39
4.5. Karşılaştırmalı Borsa Endeksi Tahmini	40
4.6. 2. Tip Borsa Endeksi Tahmini	41
5.1. Propagator Programı Ana Menüsü	42
5.2. Architecture Menüsü	43
5.3. Training parameters Menüsü	44
5.4. Testing Parameter Menüsü	45
5.5. SCALE programı ana menüsü	48
5.6.Sınıflama Prosedürü	49
5.7. Error vs. Cycle grafiği	51
5.8. Error vs. Output Unit grafiği	51
5.9. Error vs. Target grafiği	52
5.10. Log Dosyası	53

ÇİZELGELER

x

6.1. 25/05/99 ile 07/06/99 tarihleri arasında yapılan borsa bileşik endeksi tahmin sonuçları

karşılaştırması

55

6.2. 25/05/99 ile 07/06/99 tarihleri arasında propagator programı ile yapılan döviz kurları

tahmin sonuçları

56

6.3. 25/05/99 ile 07/06/99 tarihleri arasında Regrasyon Analizi ile yapılan döviz kurları

tahmin sonuçları

57

6.4. 25/05/99 ile 07/06/99 tarihleri arasında hazırlanan tahmin programı ile yapılan döviz

kurları tahmin sonuçları

58

6.5. 25/05/99 ile 07/06/99 tarihleri arasında yapılan döviz kurları tahmin sonuçları

karşılaştırması

59

SİMGELER VE KISALTMALAR

YSA	: Yapay Sinir Ağları
ANN	: Artifical Neural Networks
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
BP	: Back-Propagation



1. GİRİŞ

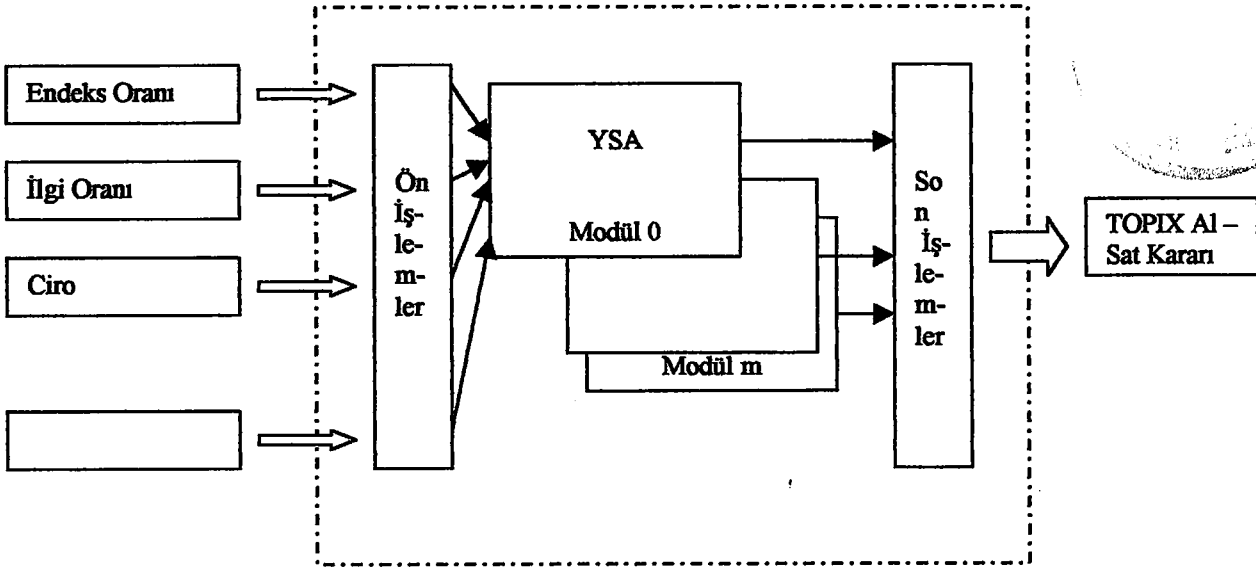
1.1. Konu Ve Önemi

Borsa basit olarak arz ve talep kuralına göre işleyen ve ekonomik sistemin dinamiklerine bağlı bağımsız bir sistemdir. Birçok ekonomik aktivite ve psikolojik faktörler borsa fiyatlarının düşmesine veya yükselmesine etki etmektedir. İnsan faktörüne direk bağlı olması, lineer olmaması, çok değişkene bağlı olması, fiyat geçişlerinin zamana bağlı olması geleneksel tekniklerin kullanılmasını zorlaştırmaktadır.

Dünya çapında borsa endekslerinin ve hisse senedi fiyatlarının tahminde yapay sinir ağlarının başarılı bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Yapay sinir ağları; algoritmasız, tamamıyla paralel, adaptif, öğrenebilen bir sistemdir. Paralel dağıtılmış bir hafızaya sahip olması bu sistemlerin ana özelliklerinin başında gelir. Yapay sinir ağları olayları öğrenerek karar verme prensibi üzerine kurulmuşlardır. Öğrenme zeki sistemlerinin bilgi yetenek ve tecrübelerini artırma olayı olarak düşünülebilir. Farklı tanımlar yapılmakla beraber en genel şekliyle öğrenme (sistemlerin aynı veya benzeri işleri yaptıklarında o işi veya işleri bir önceki yapıldıkları şekilden daha verimli ve etkin olarak gerçekleştirecek değişiklikleri oluşturma süreci) olarak tanımlanmaktadır.

Bu tezimizde yapay sinir ağları yöntemini kullanarak ülkemizdeki borsa (İstanbul Menkul Kıymetler Borsası - İMKB) bileşik endeksinin ve döviz kurlarının tahmini konusu işlenmiştir. Bunun için önce İMKB ve İMKB endeksi incelenmiştir. Daha sonra yapay sinir ağları araştırılmış ve back-propagation algoritması üzerinde çalışmalarımız yoğunlaştırılmıştır. Backpropagation algoritmasını program mantığı oluşturulmuş ve YSA programı hazırlanmıştır. Bu YSA programını kullanarak girilen döviz bilgilerine bağlı olarak endeksi tahmin edecek tahmin programı hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlar regresyon analizi ve propagator programında elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Kimoto ve Asakawa tarafından yapılan tahmin sisteminde Şekil 1.1 deki gibi ağ sistemi kurulmuştur.



Şekil 1.1. Kimoto ve Asakawa ‘nın borsa endeksi tahmin sisteminin basit yapısı

Sistem birkaç yapay sinir ağı modülünden oluşmaktadır. Bu modüllerin hepsi farklı teknik ve ekonomik göstergeleri, alış ve satış kararlarını öğrenmek için kullanmaktadır. Her modül üç katmanlı algılmalıdır ve kendine özgü öğrenme verileri vardır. Ağın çıkışı sistemin çıkışlarının ortalamasının alınması ile elde edilir. Girişler teknik ve ekonomik göstergelerdir. Sistemin çıkışı Al veya Sat kararıdır. Şekil 1.1 de TOPIX “Tokyo Stock Exchange Price Indices” ‘nin kısaltmasıdır.

Her ağ için giriş verisi ; haftalık ortalama , ekonomik göstergeler, ciro, ilgi oranı, dış ticaret oranı, New York Dow-Jones oranı ,vb. Bu veriler logaritmik veya diğer fonksiyonlarla normalize edilir. Al veya Sat kararı için öğretim verisi haftalık getiri toplamı ile tartılır. Giriş ve öğretim verisi $[0,1]$ oranına indirgenir. Tahmin uygulamasında çıkış değeri 0.5 den büyük değerler “Al” ifadesini 0.5 den küçük değerler “Sat” ifadesini belirtir. Daha önceden bahsedildiği gibi çıkış değeri bütün ağ modüllerinin tahminlerinin ortalaması alınmıştır. [1]

1.2. Tezin Amacı Ve İçeriği

Tezimizin amacı; yapay sinir ağı yöntemini kullanarak borsa bileşik endeksinin ve döviz kurlarının tahmin edilmesi için yazılım geliştirmektir.

Tezimizin 2. Bölümüne İMKB, gelişimi ve İMKB Endeksleri açıklanmıştır. Endeks, bir veya daha fazla değişkenin zaman, mekan ve diğer özelliklere göre gösterdiği farklılıkların ölçüsüdür. Endeksler, karmaşık olayların tek bir rakama indirgenmesini sağlayan, olaylar ve sonuçları hakkında yaklaşık bilgi verebilen tek araçtır. Endeksler, zaman içerisinde bir süreklilik, dolayısıyla karşılaştırabilme imkanı sağlarlar. Hisse senedi piyasasının genel bir göstergesi olan hisse senedi fiyat endeksleri, endeks kapsamındaki hisse senetlerinin fiyatları baz alınarak “piyasa performansı” hakkında genel bir bilgi verir.

Her işlem günü, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nın hisse senedi piyasasında belli şartları sağlayarak tescil edilen ve endeks kapsamında olan hisse senetlerinin fiyatları kullanılarak altı ayrı endeks hesaplanmaktadır. Bunlar; kapanış fiyatları kullanılarak hesaplanan bileşik endeks, mali endeks ve sanayi endeksi ile ağırlıklı ortalama fiyatları ile hesaplanan bileşik endeks, mali endeks ve sanayi endeksidir.

Son olarak hisse senetlerinin fiyatlarını etkileyen faktörler incelenmiş ve günlük olarak verilerine ulaşabileceğimiz faktörler tesbit edilmiştir. Bu faktörler tarih, dolar kuru, mark kuru ve altın fiyatlarıdır.

Tezimizin 3. bölümünde yapay sinir ağları (Neural Networks) açıklanmıştır. Yapay sinir ağlarının geçmişi ve biyolojik sinir ağları incelenmiştir. YSA’ı, insan beyninin işleyişinin incelenerek modellenmesi ve edinilen bilgilerin bilgisayarda uygulamak için algoritmalara dökülmüş halidir diye tanımlayabiliriz. Yapay sinir ağlarının algoritmaları ve sınıflandırılmaları açıklanmıştır. YSA onların yapısına ve öğrenme algoritmalarına göre sınıflandırılmaktadır. Yapısal özelliklerine göre sinir ağları iki tipe bölünebilir. İleri beslemeli (Feedforward) ağlar, Yenilemeli (Recurrent) ağlar. YSA öğrenme algoritmasına göre üç ana başlıkta incelenebilir. Öğretmenli öğrenme, Öğretmensiz öğrenme ve Takviyeli (Reinforcement) öğrenmedir.

Ayrıca bu bölümde tahmin programımızın algoritmasını oluşturan Backpropagation algoritması ve matematik modeli açıklanmıştır.

4. Bölümde backpropagation algoritması kullanılarak hazırladığımız YSA programı ve YSA TAHMİN programı tanıtılmıştır. YSA Delphi programında hazırlanmıştır. Windows 95-98 veya Windows NT ortamında çalışmaktadır.

5. Bölümde sonuçların karşılaştırılmasında propagator programı tanıtılmıştır. Propagator programı da eğitim aşamasında Backpropagation algoritmasıyla işlem yapmaktadır.

6. Bölümde YSA programından elde edilen sonuçlar regrasyon analizi ve propagator programında elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.



2. BORSA HAKKINDA BİLGİ VE İSTANBUL MENKUL KIYMETLER BORSASI

2.1. İmkb'nin Tarihçesi

Memleketimizde sermaye piyasasının geçmişi sanıldığından daha eskidir. Avrupa'da yaşanan sanayi devrimi ve sömürgecilik hareketleri büyük anonim şirketlerin ortaya çıkmasına ve bunların halka açılmasına yol açtığından, Türkiye'de yaşayan yabancı tacirler ve azınlıklar bu şirketlerin tahvil ve hisse senetleriyle ilgilenmeye başlamışlar, tedavül eden paranın altın para olması, kambiyo kontrolünün bulunmaması ve kapitülasyonların kendilerine sağladığı serbesti sayesinde dışarıya para çıkararak alım-satım yapmışlardır. Daha sonra Tanzimat hareketinin de etkisiyle Türkler de bu konuya ilgi göstermişlerdir. Dışarıdan alınan kıymetlerin el değiştirmesi kısa zamanda bizde de bir piyasa oluşturmuş, buna da Galata Bankerleri ön ayak olmuşlardır. Konuyu üç ana dönem içerisinde ele alırsak aşağıdaki sıralamaya göre inceleyebiliriz.

Osmanlı Dönemi

Türkiye'de Borsanın tarihi 1854 Kırım Savaşına dek uzanmaktadır. Bu savaş sonrası ortaya çıkan Osmanlı borçları nedeniyle çıkarılmaya başlanan Osmanlı borçlanma tahvillerinin İstanbul'da bir piyasası oluşmuş ve gayrimüslim bankerler Galata'da bu işle uğraşmaya başlamışlardır. Türkiye'de bir borsa kurulması gereği bu dönemde ortaya çıkmış ve Galata Bankerleri kendi aralarında bir dernek kurarak bu harekete öncülük etmişlerdir.

1866 yılında Türkiye'den alacaklı olan devletlerin de desteği ile İstanbul'da bir Dersaadet Tahvilat Borsası kurulmuştur. Bu borsanın adı 1906 yılında çıkarılan bir nizamname ile "Esham ve Tahvilat Borsası"na dönüştürülmüş ve bu kuruluş Cumhuriyet dönemine kadar devam etmiştir.

Cumhuriyet Dönemi

Cumhuriyet döneminde, 1922 yılında çıkarılan yeni bir nizamname ile Borsada bugünkü sistemin esasını oluşturan hükümler getirilmiştir. 1929 yılında kabul edilen 1447

sayılı Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsaları Kanunu ve aynı yıl çıkarılan 8172 sayılı Nizamname ile mevcut borsa yeniden düzenlenmiş ve “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası” adı altında çalışmaya başlamıştır. 1938 yılında çıkarılan bir kararname ile İstanbul Borsası kapatılarak Ankara’ya taşınmış ve “Kambiyo, Esham ve Tahvilat Borsası” adı ile açılarak çalışmaya başlamıştır. Daha sonra bu kararın sakıncaları anlaşılarak 1941 yılında borsa yeniden İstanbul’a nakledilmiştir.

Cumhuriyet döneminde kurulan borsalarda esham ve tahvilat yanında döviz alım satımı da işlemler arasında yer almıştır. Ancak Türkiye’de 1931 yılından sonra şiddeti giderek artan kambiyo kontrolü nedeni ile döviz alım satımı anlamını yitirmiş ve 1959 yılından sonra borsanın döviz alım-satımı ile ilgili rolü bütünüyle kaldırılmıştır.

Yeni Dönem

Türkiye’de 28.08.1981 tarih ve 2499 sayılı “Sermaye Piyasası Kanunu” ile sermaye piyasası yeniden düzenlenirken, menkul kıymetler borsasına yeni bir şekil ve içerik verilmek istenmiş ve 1929 tarih ve 1447 sayılı Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsaları Kanunu yürürlükten kaldırılmış, bunun yerine 06.10.1983 tarih ve KHK/91 sayılı Menkul Kıymetler Borsaları Hakkında Kanun Hükmünde Kararname getirilmiştir. Daha sonra yayınlanan “Menkul Kıymetler Borsalarının Kuruluş ve Çalışmaları Hakkında Yönetmelik” ile ilk Borsa Başkanı tayin edilerek Borsayı kurmakla görevlendirilmiştir. Borsanın ilk genel kurulu 19 Nisan 1985 tarihinde toplanarak ilk yönetim kurulu seçilmiş, 31 Ekim 1985 tarihli genel kurulda ise İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yönetmeliği kabul edilmiş ve 26 Aralık 1985 tarihinde Borsa açılarak, 3 Ocak 1986 tarihinde ilk seansını yapmıştır. [1]

2.2. Kotasyon Ve Borsada Piyasalar

2.2.1. Tanım

Kotasyon, menkul kıymetlerin borsa kot listesine alınmasıdır. Menkul kıymetlerin borsa kot listesine alınabilmesi (borsaya kote olması) için şirketlerin İMKB Kotasyon Yönetmeliği’nde belirtilen şartları sağlamaları gerekir.

Yurtdışında, “bir şirketin hisse senedinin borsaya kote olması (listing)” ile, şirketin gerekli görülen şartları yerine getirmiş olduğu ve hisse senetlerinin borsada işlem gördüğü anlaşılır. Ancak Türkiye’de hisse senetleri kote olan her şirketin hisse senedi, borsada işlem görmeyebilir. İMKB’de sadece hisse senetleri değil, aynı zamanda tahviller ve kâr-zarar ortaklığı belgeleri de kote olurlar.

2.2.2. Kottaki şirketler ve kotasyonla ilgili esaslar

Hisse senetleri kote olan İMKB bünyesindeki şirket sayısı 31.12.1995 itibariyle 922 iken, İMKB Ulusal Pazarında fiili olarak işlem gören şirketlerin hisse senetlerinin sayısı 193, İMKB Bölgesel Pazarlarda (kot dışı pazar) hisse senetleri işlem gören şirketlerin sayısı ise 13’dür. Diğer taraftan, aynı tarih itibariyle 10 şirketin tahvilleri Borsa kotunda bulunmakta ve bunların tümü İMKB Menkul Kıymet ve Para Piyasaları bünyesinde işlem görmektedir.

Menkul kıymetlerin İstanbul Menkul Kıymetler Borsası kotuna alınması, kotta kalması, kottan geçici ve sürekli çıkarılması, Borsa pazarlarında işlem görmesi ve işlemlerin sürekli veya geçici olarak durdurulması esaslarını düzenlemek; menkul kıymetlerin sağlıklı ve etkin bir piyasada açıklık ve dürüstlük içinde işlem görmesini sağlamak üzere menkul kıymetleri Borsa kotunda bulunan ve/veya Borsa Pazarlarında işlem gören ortaklıkların uyması gereken kurallar ile Borsa’ya verilmesi gereken bilgi ve belgeleri belirlemek amacıyla çıkarılan İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Kotasyon Yönetmeliği 13 Mart 1995 tarih ve 22226 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Menkul Kıymetleri Borsa kotuna alınacak veya alınmış ortaklıklar, menkul kıymetleri Borsa Pazarlarında işlem görecektir veya gören ortaklıklar, kotasyon başvurusu yapan kuruluş ve ortaklıklar bu Yönetmelik hükümlerine tabidir.

Buna göre, menkul kıymetleri borsa kotuna alınan kuruluşlar borsaya bazı standart bilgileri periyodik olarak vermekle yükümlüdürler (yıllık ve dönemsel bilançolar, sermaye yapılarıyla ilgili bilgiler, v.b.).

2.2.3. Piyasa Kavramı Ve Borsa'da Piyasalar

İktisadi açıdan piyasa, alıcı ve satıcıların birbirleri ile karşılıklı iletişim içinde oldukları ve mübadelenin meydana geldiği bir yer olarak tanımlanır. Piyasa kavramı genellikle teorik ve mekandan soyutlanmış bir kavramdır.

Sermaye piyasası ise orta ve uzun vadeli fon arz ve talebinin karşılaştığı piyasadır. Sermaye piyasasında esas olarak devlet veya özel sektör tahvil ve bonoları gibi alacaklılık hakkını temsil eden menkul kıymetler ile ortaklık hakkını temsil eden hisse senetleri işlem görür. Borsa'da hisse senetlerinin işlem gördüğü piyasaya Hisse Senetleri Piyasası, tahvil ve bono ile diğer alacaklılık hakkını temsil eden menkul kıymetlerin işlem gördüğü piyasaya da Tahvil ve Bono Piyasası denilmektedir.

Sermaye piyasasının bir alt bölümlendirmesini yapmak gerekirse birincil ve ikincil piyasa şeklinde ayırım yapılabilir. Hem hisse senetlerinin hem de diğer menkul kıymetlerin birincil ve ikincil piyasaları söz konusudur. İMKB Hisse Senetleri Piyasası'nda hem birincil piyasa hem de ikincil piyasa işlemleri gerçekleştirilir. İMKB Tahvil ve Bono Piyasası'nda ise sadece Hazine tarafından ihraç edilmiş tahvil ve bonolarla önceden ihraç edilmiş diğer borçlanma senedi niteliğindeki menkul kıymetler işlem gördüğünden bu piyasada sadece ikincil piyasa işlemleri söz konusudur.

Borsa'da birincil ve ikincil piyasa işlemleri menkul kıymetin türüne göre Hisse Senetleri piyasa veya tahvil ve bono piyasası bünyesinde açılan pazarlarda gerçekleştirilir.

2.3. Hisse Senetleri Piyasasında Fiyatların Oluşma Yöntemi

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda hisse senedi alım-satımı, üye temsilcilerinin "Bilgisayar" aracılığı ile sisteme ilettikleri alış ve satış emirlerinin karşılaşması (matching) sonucu "çok fiyat-sürekli müzayede" (multiple price-continuous auction) yöntemiyle gerçekleşmektedir.

Hisse senetleri piyasasında alış ve satış emirleri, üye temsilcileri aracılığıyla bilgisayar ortamında karşılaştırılmakta ve fiyat olarak uyuşan emirler öncelik kurallarına uygun olarak

işlem görmektedir. Sisteme gönderilen alış ve satış emirleri seans boyunca farklı fiyat seviyelerinde eşleşebilmekte bu da aynı seans içinde farklı fiyatların oluşmasını sağlamaktadır. Bu yöntemle çok fiyat-sürekli müzayede yöntemi denir.

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda alım-satımlar peşin esası üzerinden yapılır. Kıymetin ve bedelinin teslimi yönetmelikte belirtilen süre içinde yapılır. Borsada, yerli ve yabancı menkul kıymetler Türk Lirası üzerinden alınıp satılır.

Şirketlerin ana sözleşmelerine dayanarak, belirli tertip hisse senetlerine farklı oranda kâr payı (temettü) dağıtımları, farklı oy kullanım hakkı tanımları veya farklı zamanlarda yapılan apel ödemeleri olduğunda ise, aynı hisse senedinin her tertibine ayrı pazar açılabilmektedir.

Ayrıca, işlem gören hisse senetlerinin “yeni” olarak adlandırılan tertiplerinin bulunması durumunda, Hisse Senedi Piyasasında “yeni” hisse senetlerine ayrı pazar açılmaktadır. Eski Hisse Senedi Pazarı için geçerli olan kurallar Yeni Hisse Senedi Pazarı için de geçerlidir.

2.4. İmkb’de Hisse Senedi Fiyat Endeksleri

Endeks, bir veya daha fazla değişkenin zaman, mekan ve diğer özelliklere göre gösterdiği farklılıkların ölçüsüdür. Endeksler, karmaşık olayların tek bir rakama indirgenmesini sağlayan, olaylar ve sonuçları hakkında bilgi verebilen tek araçtır. [2]

Hisse senedi piyasasının genel bir göstergesi olan hisse senedi fiyat endeksleri, endeks kapsamındaki hisse senetlerinin fiyatları baz alınarak “piyasa performansı” hakkında genel bir bilgi verir. Hisse senedi fiyat endeksleri, genellikle piyasanın anlık durumunu yansıtır.

Sermaye piyasalarında hisse senedi fiyat endekslerinden,

1- Pazardaki değişim ile ekonomik göstergelerdeki değişimler arasındaki karşılaştırmalarda,

2- Kurumsal ve bireysel yatırımcıların portföy getirileri ile piyasanın genel performansının karşılaştırılmasında,

3- Portföy analiz modelleri ile ilgili analizlerde temel girdiler olarak kullanımında,

4- Opsiyon ve vadeli işlemlerde,

5- Endeks fonlarda

yararlanılmaktadır.[1]

2.4.1. İMKB Endeksinin Başlıca Özellikleri

İMKB endeksi,

- Piyasa değeri (şirketlerin halka açık bölümlerinin piyasa değeri) ağırlıklıdır.
- Sürekliştir.
- Baz (başlangıç) değeri 100'dür.
- Baz (başlangıç) piyasa değeri olarak 1986 Ocak ayının ortalama piyasa değeri dikkate alınmıştır.
- Hesaplamalarında tescil edilen emirlerden oluşan fiyatlar dikkate alınmaktadır (Küsürat emir ve özel emir işlemleri tescil edilmez).

Her işlem günü, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nın hisse senedi piyasasında belli şartları sağlayarak tescil edilen ve endeks kapsamında olan hisse senetlerinin fiyatları kullanılarak altı ayrı endeks hesaplanmaktadır. Bunlar, kapanış fiyatları ve ağırlıklı ortalama fiyatlarla hesaplanan bileşik endeks, mali sektör ve sınai sektör endeksleridir.

Kapsamı (bileşik, mali, sınai) aynı olup da, iki ayrı fiyattan hesaplanan endeksleri hesaplamanın yararı bunların birbiriyle karşılaştırılabilmesidir. Ağırlıklı ortalama fiyatlardan hesaplanan bileşik endeksin 4.000, kapanıştaki bileşik endeksin ise 4.050 olduğunu varsayalım. Bu örnekte, endeks kapsamında olan ve seans içinde gerçekleşip tescil edilen tüm işlemlerin, kapanış değerlerine göre daha düşük olduğu şeklinde bir yorum yapılabilir. Bu yorumu yaparken, endeks içinde ağırlığı fazla olan hisse senetlerinin fiyatlarındaki değişimlerin önemli olduğu unutulmamalıdır.

Endekslerin bileşik, mali ve sınai olarak ayrı ayrı hesaplanması, özelleştirilecek veya halka açılacak şirketlerin hisse senetlerinin fiyatlandırılması aşamasında da ek bilgi sağlar.

Bunun dışında, endeksler için değişim veya getiri hesaplanarak, endeksle aynı veya farklı sektördeki hisse senetlerinin getirileri karşılaştırılabilir.

İMKB'nin hisse senedi piyasasında hesaplanan endekslerin hepsi aynı geçmişe sahip değildir. Altı endeksin en eskisi, kapanış fiyatları kullanılarak hesaplanan bileşik endekstir. Bu endeksin “baz değer”i Ocak 1956 tarihi itibarıyla 100'dür. Bu endeks 26 Ekim 1987'den itibaren günlük olarak hesaplanmaktadır. Bu tarihten önce ise haftalık hesaplama yapılmaktaydı. Diğer beş endeks ise Ocak 1991'den itibaren hesaplanmaktadır.

Günümüzde, tüm İMKB endeksleri “endeks kapsamındaki şirketlerin halka açık kısımlarının toplam cari piyasa değerinin”, “şirketlerin halka açık kısımlarının baz dönemindeki toplam piyasa değeri”ne bölünüp, “baz değeri” ile çarpılmasıyla hesaplanmaktadır.

Endeks hesaplamasında her sektör için (bileşik, mali, sınai) baz dönemi toplam piyasa değeri farklı olduğu gibi, kapanış fiyatlarıyla hesaplanan endekslere ait baz dönemi toplam piyasa değeri, ağırlıklı ortalama fiyatlara göre hesaplanan endekslere ait olan baz dönemi toplam piyasa değerinden farklıdır.

İ.M.K.B. endeksleri, hisse senedi seansı içinde sürekli olarak hesaplanmaktadır. Dolayısıyla endekslere dahil her hisse senedinin fiyatı değiştiğinde, endekslerin değeri de değişmektedir. Endekslerin hesaplanmasında sadece gerçekleşen ve tescil edilen emirler dikkate alınır.

Özel emirler ve Kusuraat emirler üzerinde gerçekleşen işlemler tescil edilmediğinden endeksi etkilemez.

2.4.2. Endekslerin Sürekliliğinin Sağlanması

Endeks sürekliliğinin sağlanabilmesi için,

- Endeks kapsamındaki şirketlerin bedelli sermaye artırımını yapması,
- Endeksten şirket çıkması,
- Endekse yeni şirket eklenmesi,

- Endeksteki şirketin halka açıklık oranının değişmesi durumlarında ‘baz dönemi piyasa değerinde gerekli düzeltmeler yapılmaktadır.
 - Bedelsiz sermaye artırımlarında,
 - Temettü kuponlarının kesimi durumlarında ise,
- endeksin sürekliliği için herhangi bir düzeltme yapılmamaktadır.

İMKB endeksleri, temettülere göre düzeltilmediğinden, verim hesabı yapmak için iki farklı tarihteki endeksin karşılaştırılması durumunda, kâr payından doğan kazanç yani temettü verimi ($T1/F0$) dikkate alınmamaktadır. Bu durumda, sadece hisse senetlerinin değer kazanmasından doğan kazanç $(F1-F0)/F0$ endekse yansımaktadır.

Yukarıda belirtilen durumlarda, endekslerde yapılan düzeltme aşağıdaki formülle yapılmaktadır.

$$\text{Yeni Baz Dönemi Piyasa Değeri} = \text{Eski Baz Dönemi Piyasa Değeri} \times (\text{Yeni Piyasa Değeri/Eski Piyasa Değeri})$$

2.5. Hisse Senetlerinin Değerlerini Etkileyen Faktörler

Hisse senetleri artan ve azalan değerlerdir. Fiyatları devamlı bir değişim içerisinde. Çeşitli faktörler hisse senetlerinin fiyatlarını etkiler. Bu etkilenme sonucu senet fiyatları artar veya azalır. Bu faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- TARİH
- DOLAR
- MARK
- ALTIN

TEMEL MAKROEKONOMİK GÖSTERGELER

- REEL KESİM - GSYİH
- REEL KESİM - SANAYİ ÜRETİMİ
- FİYAT GELİŞMELERİ - TEFE
- FİYAT GELİŞMELERİ - ÖZEL İMALAT
- FİYAT GELİŞMELERİ - TÜFE

- GSYİHYA ORAN % - BÜTÇE NAKİT DENGESİ
- GSYİHYA ORAN % - CARİ İŞLEMLER DENGESİ(3)
- BİLEŞİK MAKROEKON. GÖS. ENDEKSİ

MAKROEKONOMİK PERFORMANS GÖSTERGELERİ

- BÜYÜME (% DEĞİŞME) - TARIM
- BÜYÜME (% DEĞİŞME) - SANAYİ
- BÜYÜME (% DEĞİŞME) - HİZMETLER
- BÜYÜME (% DEĞİŞME) - GSYİH
- BÜYÜME (% DEĞİŞME) - GSMH
- TALEP UNSURLARI (% DEĞİŞİM) - Özel tüketim
- TALEP UNSURLARI (% DEĞİŞİM) - Kamu TÜKETİMİ
- TALEP UNSURLARI (% DEĞİŞİM) - Sabit Sermaye oluşumu
- TALEP UNSURLARI (% DEĞİŞİM) - Kamu
- TALEP UNSURLARI (% DEĞİŞİM) - ÖZEL
- TALEP UNSURLARI (% DEĞİŞİM) - Yurt içi talep
- TALEP UNSURLARI (% DEĞİŞİM) - Mal ve Hizmet İhracaatı
- TALEP UNSURLARI (% DEĞİŞİM) - Mal ve Hizmet İthalatı
- DIŞ TİCARET (Milyon Dolar) - İhracat (FOB)
- DIŞ TİCARET (Milyon Dolar) - İthalat (CIF)
- DIŞ TİCARET (Milyon Dolar) - İhracat / İthalat %
- DIŞ TİCARET (Milyon Dolar) - İhracat - İthalat
- DIŞ TİCARET (Milyon Dolar) - M. B. Rezervleri (Milyon \$)
- FİYAT DEĞİŞME (% Değişme) - GSMH Deflatörü
- FİYAT DEĞİŞME (% Değişme) - TEFE Ortalama
- FİYAT DEĞİŞME (% Değişme) - TEFE Dönem Sonu
- FİYAT DEĞİŞME (% Değişme) - TÜFE Ortalama
- FİYAT DEĞİŞME (% Değişme) - TÜFE Dönem Sonu

MAKROEKONOMİK POLİTİKA GÖSTERGELERİ

- KON.BÜT.GELİR. - KONSOLİDE BÜTÇE GELİRLERİ
- KON.BÜT.GELİR. - Vergi Gelirleri
- KONSOLİDE BÜTÇE GİDERLERİ - KONSOLİDE BÜTÇE GİDERLERİ
- KONSOLİDE BÜTÇE GİDERLERİ - Personel

- KONSOLİDE BÜTÇE GİDERLERİ - Diğer Cari
- KONSOLİDE BÜTÇE GİDERLERİ - Yatırım
- EMİSYON
- M2Y
- M.B. HAZİNE KISA VADELİ AVANSI (Stok Milyar TL.)
- M.B. Net İç Varlıklar (Milyar TL.)
- M.B. Uluslararası Resmi Rez. (Milyon \$)
- Devlet İç Borçlanma Senet Faizi (%)
- İnterbank Faizi (%) -Dönem Ortalaması-

KONJONKTÜRE İLİŞKİN BEKLEYİŞ GÖSTERGELERİ

- Üretim Bekleyişleri
- Satış Bekleyişleri
- Satış Fiyatına İlişkin Bekleyişler
- Konut İnşaatı Ruhsatnameleri (Bin m2)
- Sınai İnşaat Ruhsatnameleri (Bin m2)
- Trafiğe Kaydedilen Araç Sayısı (Adet)
- DİBS Faizleri (Ağırlıklı Ort. Yıllık Basit)
- Net Kredi Hacmi (Cari Fiy. Trilyon TL.)
- Yeni Kurulan Şirket Sayısı (Adet)
- Yeni Kurulan Şirket Sermayesi (Cari Fiy. Milyar TL.)
- Petrol Dışı Aramalı İthalatı (Milyon Dolar)
- Yatırım Malı İthalatı (Milyon Dolar)

Biz programımızda günlük olarak net fiyatlarını bulabileceğimiz Tarih, Dolar, Mark ve Altın verilerini kullandık. Bu verileri yapay sinir ağına veriyoruz ve sonuçta endeksi tahmin etmeye çalışıyoruz.

**TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

3. YAPAY SİNİR AĞLARI

3.1. Giriş

Son on yıl içerisinde yapay sinir ağlarının üzerinde çalışmalar hızla artmaktadır. Daha birkaç sene öncesine kadar araştırmalar sadece akademik boyutta iken bugün piyasada yapay sinir ağı sistemleri ve ürünleri görülmektedir. Yapay sinir ağlarının, mühendislik başta olmak üzere birçok bilimsel alanda, karmaşık ve belirsiz veriler altında problemlere çözümler ürettikleri ispatlanmıştır. Bu teknoloji bilgisayar dünyasına, insan beyninin ve sinir sisteminin davranışlarını taklit etme esası kurulmuş yeni bir bilgi işleme yaklaşımı getirmiştir. Algoritmasız, tamamıyla paralel, adaptif, öğrenebilen ve paralel dağıtılmış bir hafızaya sahip olma bu sistemlerin ana özelliklerinin başında gelir. Bu teknolojinin insana benzer robotların oluşturulmasına temel teşkil edecek çalışmaların başlamasına ve ilk adımların atılmasına sebep olacağı umulmaktadır.[5]

Yapay sinir ağları olayları öğrenerek karar verme prensibi üzerine kurulmuşlardır. Öğrenme zeki sistemlerinin bilgi yetenek ve tecrübelerini artırma olayı olarak düşünülebilir. Farklı tanımlar yapılmakla beraber en genel şekliyle öğrenme (sistemlerin aynı veya benzeri işleri yaptıklarında o işi veya işleri bir önceki yaptıkları şekilden daha verimli ve etkin olarak gerçekleştirecek değişiklikleri oluşturma süreci) olarak tanımlanır. Araştırmacıların zeki robotlar veya benzeri nesneler oluşturma yönündeki çalışmalarının önemli bir noktasını da bu öğrenme sürecinin bilgisayarlaştırılması olayı oluşturmaktadır. Öyle ya öğrenme kabiliyeti olmayan ve devamlı doğru yanlış aynı davranışları sergileyen bir robot rutin işlerden başka ne yapabilir ki. Dolayısı ile ortaya atılan öğrenme metod ve yöntemlerinin her geçen gün artmaktadır. Bunun temel nedeni yukarıda da sergilemeye çalışıldığı gibi, insanoğlunun programlanabilir makineler yerine eğitilebilir makinelere sahip olma arzusudur. Bilgisayar ile çalışan hemen herkes zaman düşünmüştür. İnsanların sahip oldukları teorik, teknik, hissi ve duygusal bilgi ve tecrübeler neden bilgisayara kazandırılmasın ki? Eğer insanlar öğrenme yoluyla yeni bilgiler kazanılıyorsa bunu neden bilgisayarlar gerçekleştirmesinler ki? Yapay sinir ağları insanoğlunun bu merakını giderebilmek için başlatılan çalışmaların ortaya çıkarttığı bir tür bilimsel öğrenme mekanizmalarıdır.

Son yıllarda yapay sinir ağları özellikle üniversitelerde oldukça fazla ilgi görmekte ve araştırmalar laboratuvarlar dan yavaş yavaş dışarı çıkarak özellikle endüstriyel ve sosyal hayatın bir parçası haline gelmektedirler. Ticari olarak da yapay sinir ağları ürünlerinin sayısı her geçen gün atmaktadır. Her ne kadar Terminatör gibi örnekleri görmek henüz mümkün değilse de bilgisayar, robotik, matematik, fizik, telekomünikasyon, otomatik kontrol, imalat teknolojisi, işletme, finansal tahminler, vb. gibi birçok bilim dalında yapay sinir ağlarının uygulamalarını görmek mümkündür.

Yapay sinir ağları her geçen gün biraz daha fazla ilgi odağı olmaktaysa da, insanın işlevleri konusundaki çalışmalar pek de yeni sayılmaz. Siz hiç sahip olduğunuz beynin nasıl sayısız fonksiyonu mükemmel bir şekilde gerçekleştirdiğini merak etmediniz mi? Bu sorgulama insanlığın başından beri var olagelmıştır. İnsan beyninin mükemmel bir bilgisayar olduğu düşünülürse beynin üzerinde yapılan çalışmalar yukarıda bahsedilen robot gibi nesnelerin geliştirilmesine büyük ışık tutacaktır.

3.2. Yapay Sinir Ağlarının Geçmişi

Yapay Sinir Ağı konusu, ilk olarak 1943 yılında, McCulloch ve Pitts tarafından ele alınmıştır.



1943 yılı Yapay Sinir Ağı Sistemleri için bir doğuş yılı olarak görülür. McCulloch ve Pitts'in yaptıkları ilk YSAS (1943), vakum tüplerinden ve çeşitli aletlerden oluşuyordu. Bu sistem genel olarak basit mantıksal işlemleri çözmede kullanıldı. Fakat, sistem büyük bir alan kaplıyor, büyük parçalardan oluşuyor ve yavaş işliyordu. Yine de bu iki araştırmacı YSA araştırmalarında, ilk fonksiyonel nöronu yaparak, yeni bir devir açtılar.

Bu tarihten sonra kısaca gelişmeler şöyle gerçekleşti : Bu on yılın içerisinde (1949) , Donal Hebb, bilginin, sinirler arası bağlantılarda saklanabileceğini keşfetti. Daha sonra Rosenblatt (1958) nöron benzeri bir kavram ortaya attı. Bu kavram perceptron idi ve bu küçük sanal makine desenleri sınıflandırmayı, bağlantı ağırlıklarını değiştirerek öğrenebiliyordu. Bu gelişmeden sonra desen tanıma üzerine çalışmalar gittikçe hızlandı.

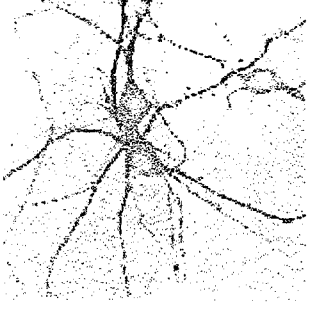
1960 yıllarının başında ADALINE (ADaptive LINEar combiner) denen bir sistem icat edildi. Bu yeni icat Widrow-Hoff adında güçlü öğrenme kurallarına sahip idi ve Bernard Widrow-Marcian Hoff (1960-62) tarafından icat edilmişti. Bu kural kısaca şöyle idi; desen tanıma sırasında oluşan hata payları karesel bir orantı ile hesaplanıp sisteme geri gönderiliyordu. Böylece sistem, tanıma işlemini daha doğru bir şekilde yeniden yapıyordu. Bu sistem daha sonraları geliştirilerek MADALINE (Many ADALINES) yapıldı. Bu alet, desen tanıma da, hava durumu tahmininde ve uyumluluk kontrol sistemlerinde kullanıldı.

Bundan sonra araştırmalar, daha çok olayın formüle edilmesi ve yeni matematiksel formüller üretme çerçevesinde yapıldı. Amari(1972-77), Fukushima (1980), Kohonen (1977-82,84,88) , Anderson (1977) ve Hopfield (1982,1984) YSA üzerinde çalışmalar yaptılar. Bu araştırmalara rağmen YSA 80'li yılların sonuna kadar pek ilgi odağı olamadı. John Hopfield(1982-84) hafıza ilişkilerini anlamak üzere bir ağ mimarisi geliştirdi. Bu gelişme YSA konusundaki çalışmalara hız verdi ve bu çalışmaların ilgi odağı olmasını sağladı.

YSA araştırmalarını hızlandıran başka bir gelişme de 1986 yılında, McClelland ve Rumelhart tarafından yapıldı. Geliştirilen bu yeni kurallar 1960'dan 1987'ye kadar olan süreçteki, çözilemeyen problemleri ortadan kaldırdı. Böylece yeni YSA araştırma programlarının ortaya çıkışları hızlandı, araştırmalar kuvvetlenmeye başladı. Bunu, dünya çapında verilen konferanslar, yeni yayınlar izledi. YSA ile çözülecek problemlerin sayısı ve bu daldaki uygulamaların adeti azlıktan çokluğa doğru hızla ilerledi. 1990'larda artık YSA'ı için özel makineler, sistemler, mikro-çipler, yazılımlar geliştirildi, araştırma grupları arttı, kullanım alanı muazzam derecede genişledi ve bir o kadar da bu dala aktarılan maddi kaynak inanılmaz derecelere yükseldi. [7]

3.3. Biyolojik Sinir Ağları

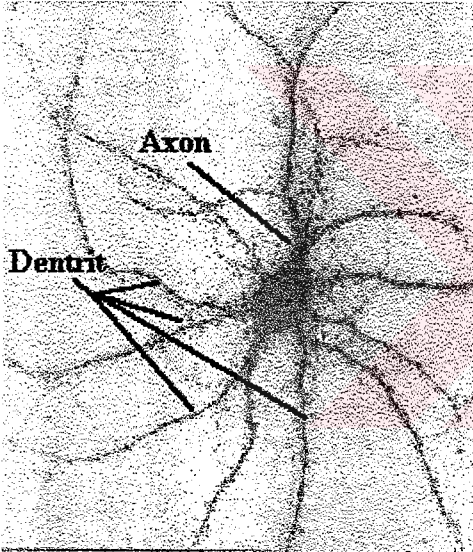
Bir sinir hücresi diğer sinir hücrelerine Axon ve Dendritlerle bağlıdır. Bilgi akışı elektrik sinyalleri olarak bu kanallardan iletilir.



Sinir sistemini oluşturan ve birbirlerine Axon ve Dendritlerle bağlı, aralarında elektriksel akış olan, birbiriyle etkileşim içinde olan, canlılarda bütün refleksel, hareketsetel, algısal, düşünsel olayları sağlayan canlı hücrelere sinir hücreleri denir. İnsan sinir sistemi yaklaşık olarak 10^{12} (1 trilyon) nöron (sinir hücresi) içerir. Sinir sisteminin temel yapıtaşı olan nöronlar, çeşitli uyarılara kasılarak

yanıt verirler.

Bir sinir hücresinin bir axon çıkışı vardır. Daha sonra bu axondan yüzlerce bağlantı çıkabilir. Ve sinir hücrelerine giren yüzlerce dendritler vardır. Bu dendritlerin her biri bir sinir hücresinden çıkan axona bağlı kanallardır. Kısaca sinir hücresine giren kanallara (bilgi alma) dendrit, çıkışı sağlayan kanala (bilgi verme) axon denir.



Yandaki şekilde bir sinir hücresi görölmektedir. Göröldüğü üzeri kalın çıkış Axon, ince girişler ise Dendritlerdir.

Sinir hücrelerinin bilgi göndermesi üç çeşittir :

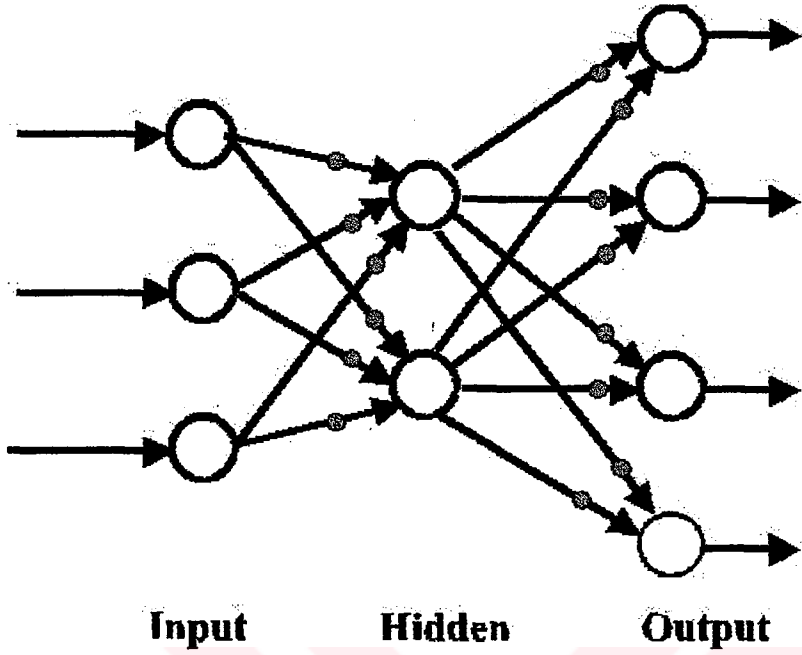
- 1) Elektriksel
- 2) Kimyasal
- 3) Mekanik.

Şekil 3.1. Sinir Hücresi

Her bir gönderme tepkisine sinaps adı verilir. Bir sinir hücresine giren sinapslar, o hücrenin özelliklerine göre işlenir ve tek bir çıktı (sinaps) axondan gönderilir. Her bir sinir hücresine sayısız dendritler girebilir. [6]

Her bir sinir hücresi bir eşik değerine sahiptir. Buna Threshold değeri adı verilir ve Teta ile gösterilir. Eğer gelen sinapsların toplu bir işlemten geçirildikten sonraki sonuç değeri Threshold değerini aşabilirse, ulaşılan değer axondan sinaps olarak gönderilir. Ayrıca her bir dendritin ağırlık değeri vardır. Gelen bilgi bu ağırlık değeri ile çarpılır (işlenir) ve önemine göre (ağırlık değerinin büyüklüğüne göre) yeni değeri oluşturulur ve hedef sinir hücresine yeni değeri ile girer. Burada dikkatimiz çekmesi gereken nokta, ilişkilerin

derecelendirilmesidir. İki veya daha fazla bilgiler arasındaki bağlar ilişkilendirilirken, ağırlık değerleri (önemlikli) belirlenir. Eğer sonradan bu önem derecesi değiştirilmesi gerekirse, bu



○ Network nodes ● Connection weights

Şekil 3.2. Yapay Sinir Ağı

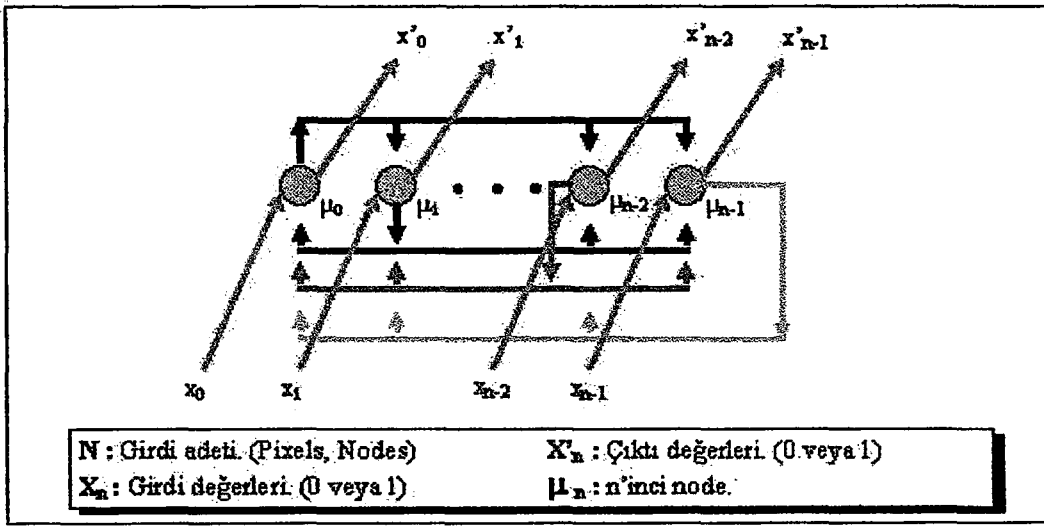
değerler üzerinde oynama yapılır. Bilgisayar uygulamalarında ağırlık değerlerinin önemi büyüktür. Her bir sinir hücresinin değişik eşik değerlerine sahip olduğunu belirtmiştik. Sinir hücrelerindeki bu değerler, kendi spesifik özelliklerine göre değişir. Örneğin; burundaki bir sinir hücresinin kokulara karşı olan hassasiyeti, gözdeki sinir hücrelerine göre daha hassas eşik değerine sahiptir. Veya göz aşırı bir ışığa maruz kalırsa, buradaki sinir hücreleri otomatik olarak ışığa karşı olan hassasiyetlerini azaltırlar yani eşik değerlerini arttırırlar ki, gelen tepkiler büyük olsalar bile bu eşik değerinden geçmesin.

İnsandaki sinir sitemine ve beynin işleyişini ele alalım. Beyin ve omurilik birlikte Merkezi Sinir Sistemini oluştururlar. Beyinden ve omurilikten zuhur eden , vücudun her yerine ulaşan sık ve beyaz sinir hücreleri de Peripheral (Çevresel) Sinir Sistemini oluşturur. Merkezi sinir sistemi iki bölümden oluşmaktadır.

- 1) Beyin ; entegre, kurumsal, düşünce, davranış kontrolü.
- 2) Omurilik ; beyinden elen ve beyine giden mesajları taşır, omurga refleks merkezidir.

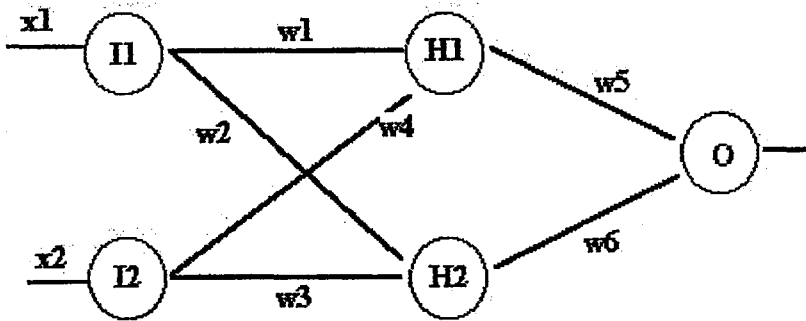
Beyin canlıların en önemli organıdır. Bütün canlılar bu organ sayesinde vücutlarını kontrol eder ve karar verirler. Bu organ insanlarda çok daha gelişmiştir. Bir insan beyni yaklaşık 1,4 kg ağırlığındadır. Buna rağmen içerisinde milyarlarca sinir hücresi barındırır. Peki zeka neye bağlıdır? Beyindeki sinir hücrelerinin fazlalığına veya beynin büyüklüğüne mi? Bunun cevabı kesin olarak bilinmese de genel kanı, sinir hücreleri arasındaki bağların çokluğunun önemli rol oynadığıdır. Yani sinir hücreleri arasındaki bağlar (dendritler) ne kadar karışık ve çoksa, düşünce gücünün o denli fazla olduğu görüşü yaygındır. Ve bu bağlar beyin jimlastığı yaptıkça, düşündükçe gelişir. Aslında bu bağların her biri bilgiler arası bağlantıları ifade eder. Burası çok önemlidir çünkü bilgisayar ortamında da önemli bir noktayı teşkil eder. Beyinde bir diğer merak konusu da hafızadır. Bilgiler nerede depolanır? Bunun da cevabı bilinmiyor. Bir görüş bilgilerin sinir hücrelerinde saklandığıdır, diğer bir görüş ise beynin özel bir hafıza merkezi olduğudur. Fakat bu konudaki araştırmalar pek hızlı yürüyememektedir ve genelde bulgular teorik kalmaktadır. Bunun başlıca nedenlerinden bir canlı denek kullanılamamasıdır. Bilgisayarın araştırma alanına girişine kadar beyin hakkında bilinenler çok azdı. Daha sonra sinir hücreleri bilgisayarlar da simüle edilmeye başlandı ve duruma göre tepkileri kontrol edilmeye başlandı. Bir bakıma beynin simülasyonu yapıldı. Tabii ki milyarlarca hücreyi simüle etmek şu anki teknoloji itibari ile imkansızdır.

Peki sinirler bilgisayar ortamında nasıl uygulanır. Aslında kullanılan sistem tamamen algoritmalarından oluşmuştur ve mantık olarak sinir hücreleri örnek alındığından isim olarak bu seçilmiştir. Aşağıda kısa bir örnek verilmiştir.



Şekil 3.3. Genel Şablon

Yukarıda verilen şekilde her bir içi boş yuvarlak, bir sinir hücrecini, girdiler dentritleri, çıktılar ise axonları temsil etmektedir. Bu şekil genel olarak kullanılan bir şablondur. Şekilde görüldüğü gibi sistem 3 tabakadan oluşmuştur. İnsan beyninde ise bu katmanlar sayısız denecek kadar çoktur. 1. Tabaka giriş tabakasıdır ve girdi bilgileri buradan alınır ve sisteme verilir. 2. Tabaka ise gizli tabakadır ve kullanımı kullanıcıya kalmıştır. Bu tabaka, ilişkiler arasındaki bağları daha karmaşık hale getirebilir. 3. Tabaka ise çıktı tabakasıdır ki girdiler işlenerek sonuçlar buradan alınır. Her bir yuvarlağın (sinirin) bir fonksiyonu ve eşik değeri vardır. İçi dolu ufak daireler ise bağlantı ağırlıklarını temsil eder. Konunun daha iyi anlaşılması için kısa bir örnek verelim. Aşağıda girilen iki bit'in XOR sonucunu veren bir sistem verilmiştir.



Şekil 3.4. XOR Sonucunu veren bir sistem

Xor, girilen iki bit üzerinde yapılan işlemdir ve girdiler göre çıktılar şöyledir.

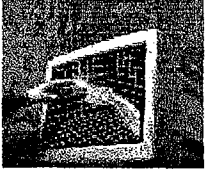
X1	X2	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Girdileri $x_1=0$, $x_2=1$ olarak kabul edelim ve adım adım çözelim. İlk adımda $I_1=0$, $I_2=1$ olur. H_1 'e giren değerler şöyledir, $w_1*I_1+w_4*I_2 = -1$. H_2 'ye giren değerler şöyledir, $w_2*0+w_3*1 = 1$. Şimdi gelen değerlerin toplamını fonksiyona koyalım. H_1 için; $f(-1)=0$, H_2 için; $f(1)=1$ 'dir. Artık O 'yu hesaplayabiliriz. $O=F(w_5*0+w_6*1) = f(1) = 1$ 'dir. Ve çıktı 1 olmuştur.

3.4. YSA'nın Kullanım Alanları ve Geliştirilen Uygulamalar

YSA'ı, insan beyninin işleyişinin incelenerek modellenmesi ve edinilen bilgilerin bilgisayarda uygulamak için algoritmalara dökülmüş halidir.

3.4.1. Giriş



Günümüzde hızla gelişen bilgisayar teknolojisi ile, genelde desen tanıma ile uğraşan YSA'ları artık bu işlemleri çok daha başarılı bir şekilde icra edilebilmektedir. YSA'ı genel olarak, şekil-desen tanıma, tahminde bulunma ve karakter tanıma gibi işlerde kullanılmaktadır. Bu sistem kullanılarak, desen tanımanın yanı sıra gelen bilginin (ses veya görüntü) kirliliğini, cızırtısını ve bozukluğunu en aza indirilmesi veya tamamen düzeltilmesi işlemleri başarı ile yapılabilmektedir. Böyle bir teknolojiye iş çevrelerden parasal destek de büyüktür. Bunun başlıca sebebi, YSA ile insanı taklit etmenin kolaylığı ve olasıdır. Ticari çevreler için bu algoritmalarının anlamı; doğruluğun maksimuma çıkartılması, tutarın (ücretin) en aza indirilmesidir.

YSA, temel olarak insan beyninden esinlenerek hazırlanmış uygulamalardır. Aslında sinir-biliminin bir dalı, bilgisayarı, öğrenmeyi modellemede kullanmaktadır. Fakat burada bahsedeceğimiz sistemin biyolojik sınırlar ile az bir ilgisi vardır. Aslında YSA'ları insandan

farklı olarak bir dalda özelleşirler, ve şu an için YSA algoritmaları, genel olarak, girilen bilgiden öğrenme işlemini gerçekleştirme, sınıflandırma, tahminde bulunma kullanılırlar.

YSA üzerinde çalışmalar yıllardır sürüyor ve öğrenmeyi araştırıyor. Son zamanlarda geliştirilen yöntemlerle pratik uygulamalar geliştirilebiliyor ve donanımın gelişmesi nedeniyle bu işlemler çok daha hızlı yapılabiliyor.

3.4.2. YSA'nın Yararları

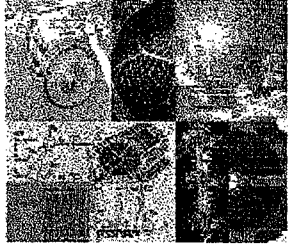
YSA'ı birçok açıdan kazançlı ve faydalıdır. Birincisi ; kolayca adapte olabilirler, bilgi alabilirler ve öğrenebilirler. Böylece kendileri için hazırlanan datalardan, çözümleri anlayabilirler. Bu işlemi de genelde bilgiler arasındaki ilişkileri (bağları) kurnazca yakalayarak yaparlar. Bu özellik YSA'nı diğer algoritmalarından farklı kılar çünkü, bu sistemde kurallar programcının önceliklerine göre belirlenmez ve programcıya bağlı kalınmaz. YSA, bilgiler arası ilişkilerin altını çizerek (önemseyerek) uygulama geliştirme zamanını kısaltır. Ayrıca eksik çözümler de, bu sistemle tam çözüme kavuşturulabilir.

İkincisi ; genellemedir. Daha önceden sistemin eğitilmiş olduğu konularda, eksik bilgi verilerek sonuç istenirse, sistem bunu geneller veya tamamlar. Bu özellik gerçekten önemlidir çünkü, gerçek dünyada bilgiler eksik veya kirlidir. Örneğin; sisli havada görülen bir cismin insan tarafından kısa bir uğraşla tanınabilmesi. Buradaki görüntü kirli (puslu) olmasında rağmen tanınabilmektedir.

Üçüncüsü ; YSA'nın doğrusal olmayışıdır (None-Linear). Bu da bütün sonuçların her bir girdiyle etkileşim içerisinde olduğu manasına gelir. Doğrusal bir sistemde girdilerin biri değiştirildiğinde, çıktı bu değişmeye orantılı olarak değişir ve bu etki sadece değiştirilen girdinin değeri ile bağıntılıdır. Çünkü girdiler seri olarak işlenir. Doğrusal olmayan sistemlerde ise çıktılar bütün girdilere bağlıdır ve bir girdi değiştirildiğinde bu değişiklik çıktıda önemli bir değişikliğe sebep olmaz. Çünkü çıktı bütün girdilerin paralel işlenmesi ile elde edilir. Gerçek hayattaki sistemler genelde doğrusal değildir. Örneğin; ülke ekonomisindeki finansal durumlar, faiz oranları, fiyatlar, kurlar, borsa karmaşık bir etkileşim içerisinde dirler. Dolar fiyatının artışı, aldığımız ekmeğin fiyatının değişmesinde veya faiz oranlarının artmasında etkili olabilir.

Dördüncüsü ; YSA'ı paralel işlemde son derece başarılıdır. Bir çok benzer ve birbirlerinden bağımsız işlemler aynı anda simüle edilerek işlenebilir. Aynı zamanda, paralel bazlı donanımlar bildiğimiz klasik mikro işlemlerden binlerce kez daha hızlıdır. [7]

3.4.3. Uygulama Çeşitleri



YSA'ını kullanan desen tanıma algoritmaları genel olarak ikiye ayrılırlar. Bunlardan birincisi sınıflama, ikincisi de bir işlemde fikir yürütebilmedir. Diğer kullanım amaçları ise kısaca şöyledir; veri sıkıştırma, özellik tanıma ve istatistiksel gruplandırmalardır. Burada her bir temel özellik (istek), spesifik uygulamalar geliştirmeye neden olur.

Mesela, kamera ile kombine edilmiş bir YSA sistemi, patates yetiştirebilir, posta kodlarını okuyabilir, parmak izlerini eşleştirebilir. Veya mikrofonla kombine edilmiş bir sistem, bir motorun sorununu anlayabilir, su altı seslerini tanımlayabilir veya titreşimi egale eden sinyal üretebilir.

Her ne kadar belirli bir kalıba sokarak sınıflandırmak söz konusu olmazsa da sinir ağlarının geleneksel ve klasik hesaplama yöntemlerinden daha başarılı sonuçlar ürettiğine dair açıklamaların olduğu alanların bazılarını şöyle sıralayabiliriz.

- Çeşitli mühendislik uygulamaları
- Şekil ve görüntü tanıma, belirleme, tamamlama, sınıflandırma
- Signal filtreleme
- Data ayrıştırma ve sıkıştırma
- Bilgisayar görme, resim işleme, karakter tanıma
- Adaptif kontrol
- Optimizasyon, çizelgeleme, rota belirleme
- Kompleks olayları modelleme
- Ses işleme ve tanıma
- Robotik kontrol
- Askeri uygulamalar
- Finansal ve ekonomik modellemeler

Bu uygulamalardan optimizasyon yapan sinir ağlarının ilk uygulamalarının görüldüğü bir alan sayılabilir. Zaten optimizasyondaki başarılı uygulamalar bu ağların yaygın kullanımında ilk adımların atılmasına sebep olmuştur. Çünkü bir çok problem optimizasyon problemi haline dönüştürülebilmekte, çoğunlukla da böyle problemlerin çözümü ya çok zor olmakta ve aşırı derecede fazla zamana gerek duyulmakta ya da mümkün olmamaktadır. Halbuki yapay sinir ağlarınca çok hızlı bir şekilde çözüm üretilebilmektedir. Mesela, gezgin satıcı problemi bir örnek olarak alınabilir . Bu problem bir satıcının belli sayıdaki şehirler arasında bir uğradığına bir daha uğramadan en kısa seyahat edebileceği rotanın belirlenmesidir. Bilindiği gibi bu problem NP- complete bir problemdir. Yani polinom şeklinde ifade edilemez ve çözüm bulmak için gerekli işlem sayısı şehir sayısı ile birlikte exponansiyel olarak artar. Bunun manası problemi çözmek için oldukça fazla bir zamana ihtiyaç vardır . Hopfield ve Tankf 1984 yılında yaptıkları bir çalışma ile yapay sinir ağlarını bu problemi çözmede geleneksel yöntemlerden daha başarılı olduklarını en azından zaman bakımından çok daha hızlı netice ürettiklerini göstermişlerdir. Burada şehirler arası mesafeler proses elemanları arasındaki ağırlıklar olarak düşünülerek, ağ eğitildikten sonra en kısa rotayı veren çözüm bulunmuştur.

Ekonomik modellemeler üzerine yapılan çalışmalar da yine örnek olarak gösterilebilir. Bilindiği üzere ekonomik tahminler faiz oranlarına, ticaret hacmine, stok fiyatlarına, üretim durumuna ve benzeri gibi değişik faktörlere bağlıdır. Bu faktörler satış hacminin tahmin etmede kullanılmaktadırlar. Bu tahminlerin yapılmasında sinir ağlarının başarılı sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Mesela bir ağ bir firmanın son 300-500 haftalık satış fiyatlarını kullanarak bir sonraki haftanın stok fiyatını belirleyebilir. Eğitildikten sonra ağ en son 10 haftalık stok fiyatları girdi olarak verilirse 11. haftanın fiyatını tahmin edebilir. Bu konuda yapılan diğer çalışmalarda da yapay sinir ağlarının regrasyon analizinden daha başarılı sonuçlar verdiği iddia edenler vardır.

İmalat sektöründe, üretim esnasında problemlerin tesbit edilmesi ve hem prosesin hemde üretilen mamüllerin kalitesinin devamlı surette gözlenmesi çalışmalarında sinir ağlarının gerçek zamanlı çalışabilme özelliklerinden oldukça fazla istifade edilebilmektedir. Prosesten gelen signaller incelemekte eğer gelen signal olması gereken bir signal değilse hemen ilgili operatör veya mühendisi uyaracak mesajlar gönderebilmektedir. Bu, proseste kaliteyi bozucu bir problemin olduğunun bir göstergesi olmaktadır. Paralel ve hızlı

çalıştıklarından sinir ağları bu analizleri on-line yapabilmekte prosesin akışını bozmadan karar verebilmektedir.

El yazılarının tanınmasından da sinir ağları ile verimli çalışmalar yapılmıştır. Örnek el yazıları kullanılarak ağ eğitilir. Bu özellik ülkemiz için çok önemlidir. Çünkü bu yolla kütüphanelerde bulunan sayısız el yazması kitapların (özellikle Osmanlıca yazılmış kitapların) Latin alfabesine çevrilmesi mümkün olabilir. Bu ise zengin tarihimizin yeni nesillere aktarılmasında çok önemli hizmet olacaktır.

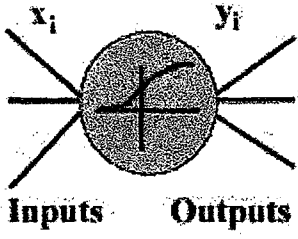
Askeri uygulamalarda ise değişik alanlarda sinir ağlarının özelliklerinden faydalanmak mümkündür. Özellikle askerlerin, pilotların eğitilmesinde kullanılan ve bilgisayarın oluşturduğu düşman kuvvetlerinin davranışlarının modellenmesi en çok potansiyel uygulama alanı gibi görünmektedir. Bilgisayarın oluşturduğu bir uçağın hangi şartlarda hangi manevraları yapacağını gibi. Bu durumda örnek manevralar kullanılarak değişik durumlar için değişik manevralar öğretilir. Daha sonra eğitilmiş uçak benzer durumlarda benzer manevraları yapar. [5]

Desen tanıma üzerine yapılan uygulamalara birkaç örnek verelim; Sharp Corp. Nara, Japan & Veri-Fone Inc. ve diğerleri tarafından yapılan OCR (Optical Character Recognition - Karakter Tanıma)'lardır. Özellik tanıma alanında ise; Londra NeurForeCasting merkezi tarafından yapılan finans tahmin uygulamasıdır. Bu uygulama; borsa, enflasyon, para hacmi, GSMH gibi, ekonomi ile ilgili olayları takip ederek, gelecek finans durumu hakkında tahminde bulunabilmektedir. Bir diğer uygulama ise Fujitsu LTD. & Kawasaki firmaları tarafından yapılan işlem kontrol sistemleridir. [7]

3.5. YSA ile Programlama ve Bazı Algoritmalar

Bilgisayarın zeka yaşının sıfır oluşu normal hayattaki işleyişleri, anladığımız manada bilgisayara uygulamamızı imkansız kılar. Bu da işleyişleri algoritmalar halinde bilgisayarın anlayacağı dile çevirmemiz gerekliliğini ortaya çıkarır.

Her şeyden önce, hayatta ki bir işleyişi bilgisayar ortamına geçirmek her zaman zor olmuştur. Bunun nedeni ise bilgisayarın zeka yaşının 0 olması yani zeka kavramının



bilgisayarda olmamasıdır. Yukarıda anlattığımız sinir hücrelerinin işleyişini rahatça kavrayabiliriz lakin bunları bilgisayara nasıl anlatacağız? İşte bu işleyişi bilgisayar ortamına geçirmek için, bilgisayara anlatmak için bir dizi algoritmalar geliştirilmiştir. Biz burada 6 tane temel algoritmaya değineceğiz.

İlk olarak bu algoritmalarda kullanılan terimleri açıklayalım ve ardından bir sinir hücresinin işleyişini inceleyelim.

Input Layer : Giriş tabakası, bilgilerin girişi için hazırlanmış pasif bir tabaka.

Hidden Layer : Gizli tabaka, ne girdi ne de çıktı tabakasına bağlı kısım.

Output Layer : Çıktı tabakası, hazırlanan sonuçlar bu tabakadan alınır.

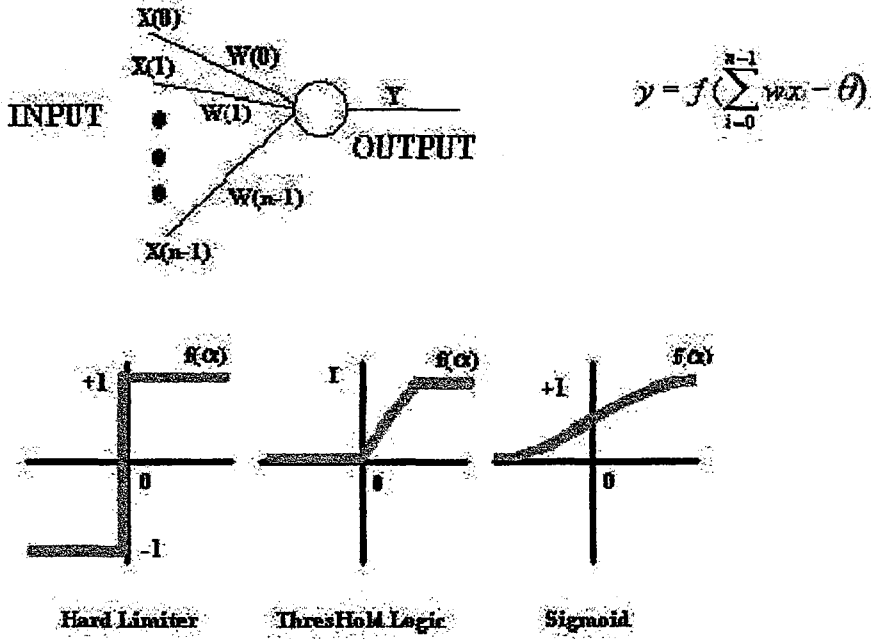
Node : Tek bir sinir hücresine verilen ad, bir bağlantı.

Weight : Nodalar arasındaki bağların, ayarlanabilir ağırlık değerleri.

Pattern Recognition : Şekil, biçim, desen tanıma.

Feed Back : Geri besleme. Bilgilerin geri gönderilip sistemin kendisini daha kusursuz hale getirmesini sağlar.

Perceptron : Analog manada bir girdinin iki veya daha fazla gruplara ayrılmasını sağlayan en küçük birim (node).



Şekil 3.5. Eşik Değeri Modelleri

Yukarıdaki şekilde bir nodeun nasıl işlediği anlatılmaktadır. Fonksiyonun formülü bellidir. Eşik değeri için kullanılan üç model vardır.

- 1) Hard Limiter -Keskin limitli- : Eğer işlenecek değer (x) ($x > 0$ ve $x \leq 1$) şartını sağlıyorsa 1, ($x = 0$) şartını sağlıyorsa 0, ($x = -1$) şartını sağlıyorsa -1 döndürür.
- 2) ThreshHold Logic : Eğer işlenecek değer (x) ($x = 0$) şartını sağlıyorsa 0 , ($x > 0$) şartını sağlıyorsa x değerini döndürür.
- 3) Sigmoid : Eğer işlenecek değer (x), belirlenmiş sigmoid fonksiyonuna göre değer döndürür.

Yukarıdaki örneği biraz daha açacak olursak, bütün girdilerin weight değerleri ile çarpılarak toplanması gerekir (fonksiyonda da belirtiliyor). Daha sonra elde ettiğimiz sonuçtan q değeri çıkartılır. q değeri, node'un sahip olduğu eşik değeridir ve bu değer toplamdan çıkartılır. Yukarıda verilen f fonksiyonu ise seçtiğimiz eşik değer modeline göre değişir, biz burada hard limiter metodunu seçelim. $Y = f(w_0.x_0 + w_1.x_1 + \dots + w_{n-1}.x_{n-1}) - q$

'dir. Mesela; $Y=f(12-8)=f(4)=1$ olur. Bu tür işlemler her node için gerçekleştirilir. Görüldüğü üzere burada en önemli değerler weight ve q değerleridir.

YSA sistemi bir dizi nodelardan oluşur. Bir insanda 10^{12} (1 trilyon) sinir hücresi olduğunu belirtmiştik. Bu kadar sinir hücresinin şu an için simüle edilmesi imkansızdır. Dolayısıyla bir insanında tam olarak taklit edilmesi şu an için çok zor gözüküyor ve şunu da unutmamak lazım ki, insan sadece sinir hücrelerinden oluşmuyor. Özel olarak tasarlanmış bir bilgisayar sisteminde bile 500.000 üzerinde sinir hücresi simüle edilemiyor. [7]

Yapay Sinir Ağları

Sinir ağları onların yapısına ve öğrenme algoritmalarına göre sınıflandırılmaktadır.

Yapısal Sınıflandırma

Yapısal özelliklerine göre sinir ağları iki tipe bölünebilir.

İleri beslemeli (Feedforward) ağlar, Yenilemeli (Recurrent) ağlar.

a.) İleri beslemeli (Feedforward) ağlar

İleri beslemeli ağlar, işlem elemanları katmanlar halinde gruplandırılmıştır. Sinyal akışı giriş katmanından çıkış katmanına doğru tek yönlüdür. İşlem elemanları bir katmandan diğer katmana bağlıdır fakat aynı katmanda değildirler. İleri beslemeli ağlara örnek olarak şunları verebiliriz; Çok katmanlı algılama (Multi-layer perceptron – MLP) [Tumelhart ve McClelland, 1986], Vektör analizi öğrenmesi (Learning vector quantization – LVQ) [Kohonen, 1989], Cerellar Model (Cerellar Model articulation control – CMAC) [Albus, 1975a] ve Veri yönetiminde gruplama yöntemi (Group-method of data handling – GMDH) [Hect-Nielsen, 1990]. İleri beslemeli ağlar, giriş ve çıkış katmanları arasında statik haritalamayı en doğal olarak yerine getirilebilir.

b.) Yenilemeli (Recurrent) ağlar :

Yenilemeli ağların da bazı çıkış işlem elemanlarından önceki katmanlara geri besleme vardır. Böylece sinyaller hem ileri hem de geri yönlüdür. Yenilemeli ağlara örnek olarak

şunları verebiliriz; Hopfield ağı [Hopfield, 1982], Elman ağı [Elman, 1990] ve Jordan ağı [Jordan, 1986]. Yenilemeli ağlar dinamik bir hafızaya sahiptir. Giriş ve çıkışlardan önce dinamik hafızadan çıkışlar alınabilir.

Öğrenme Algoritmasına göre Sınıflandırma

Sinir ağları öğrenme algoritmasına göre iki ana başlıkta incelenebilir. Öğretmenli öğrenme ve Öğretmensiz öğrenme . Bu tiplere ilave olarak üçüncü bir tip mevcuttur. Takviyeli (Reinforcement) öğrenme , öğretmenli öğrenmenin özel bir çeşidi olarak incelenebilir.

a.) Öğretmenli Öğrenme :

Öğretmenli öğrenme, verilen girişlere göre gerçek çıkış ile istenen çıkış arasındaki farka göre işlem elemanları arasındaki ağırlık ve kuvvetlerin ayarlanmasıdır. Bu sonuca göre öğretmenli öğrenme, sonuçları istenen çıkış karşılaştıracak bir öğretmen veya supervisor'e ihtiyaç duymaktadır. Bu tip ağlara örnek olarak Delta Rule [Widrow ve Hoff,1960] , Generalized delta rule or backpropagation algoritması [Rumelhart ve McClelland, 1986] ve LVQ algoritması [Kohonen, 1989].

b.) Öğretmensiz Öğrenme :

Öğretmensiz öğrenme algoritmalarında istenen çıkışın bilinmesine gerek yoktur. Öğrenme esnasında sinir ağına giriş bilgilerinin verilmesi ile otomatik olarak bağlantıların ağırlık ve benzer özellikleri uyarlanır. Bu algoritmaya örnek olarak Kohonen [Kohonen 1989] ve Carpenter-Grossberg Adaptive Resonance Theory (ART) [Carpenter ve Grossberg, 1988] verilebilir.

c.) Takviyeli Öğrenme :

Daha önceden bahsedildiği gibi , takviyeli öğrenme öğretmenli öğrenmenin özel bir şeklidir. Bu algorithmada öğretmen yerine istenen çıkış değerleri verilmektedir ve verilen giriş verilerine göre elde edilen çıkış değerlerinin doğruluğunu kontrol etmek için eleştirme kullanılmaktadır. Takviyeli öğrenmeye örnek olarak genetik algoritmasını verebiliriz (GA) [Holland,1975;Goldberg,1989]. [8]

3.6. Backpropagation Algoritması (BP)

Bu metoda göre sistemin açık bir şekilde programlanmasına gerek yoktur. Sistem kendisini eğitim (training) kümesinde verilen giriş değerleri arasındaki ilişkileri öğrenmeye adapte eder ve öğrendiği ilişkiyi yapay sinir ağına uygulanan yeni girişlere uygulayabilir.

Ağ, iki fazlı “propagate-adapte” cycle aracılığı ile önceden tanımlanan giriş-çıkış örnek çiftlerini öğrenir. Bir giriş verisi ağın birinci katmanına canlandırıcı bir etken olarak uygulandıktan sonra , bir çıkış verisi oluşana kadar üst katmanlara teker teker yayılır. Oluşan çıkış verisi istenen çıkış verisi ile karşılaştırılıp ve her iki çıkış birimi için hata hesaplanır. Bu hata çıkış katmanından geriye doğru çıkışın oluşmasına direkt olarak etki eden her bir düğüme ulaşır. Fakat orta katmanlardaki her bir birim toplam hatanın orijinal çıkışa olan relatif katkısına bağlı olarak sadece bir bölümünü alır. Bu işlem ağıdaki her bir düğüm toplam hataya olarak relatif katkısını belirleyen bir hata değeri olarak katman katman devam eder. Alınan hata değerine bağlı olarak ağ, kodlanmış bütün eğitim verilerinin belli bir değere yakınsamasına kadar her bir birim tarafından bağlantı ağırlıklarının değerini belirler. Bu işlemlerle ağ, öğrenme aşamasını tamamladığı gibi, ara katmanlardaki düğümler, kendilerini toplam giriş uzayının farklı özelliklerini tanımayı öğrenen bir yapıya dönüştürürler. Eğitim (training) aşamasından sonra gürültülü veya eksik keyfi bir giriş verisi verildiğinde, ağın gizli tabakalarındaki birimler, eğitim esnasında öğrendiği özelliklere benzer özelliklere sahip yeni bir giriş verisi verildiğinde aktif bir çıkış cevabı verecektir. Diğer taraftan eğer giriş verisi öğrenme aşamasında tanınmayan bir özellik içeriyorsa, gizli tabakalardaki birimleri, çıkışlarını gizleme eğilimi gösterirler.

Ağ yapısında işaretlerin farklı tabakalardan yayılması gibi, daha üst tabakalarda o an var olan aktif veri daha alt katmanlardaki birimler tarafından tanınabilen özellikleri olan bir veri olarak düşünülebilir. Oluşturulan çıkış verisi; girişteki bir çok farklı özellik kombinasyonunun varlığının veya yokluğunun bir göstergesi olan bir “özellik haritası” gibi düşünülebilir.

BBNs (Backpropagation Networks) eğitim datalarını organize etmek için düğümler arasındaki dahili ilişkileri geliştirme eğilimi gösterirler. Bu eğilimden “BPN”deki bütün gizli

tabakalar, eğitim aşamasının bir sonucu olarak giriş verisinin özellikleri ile birleşir.” Hipotezi çıkarılabilir.

GDR (Generalized Delta Rule) ağ için bir öğrenme algoritmasıdır. BPN tabakalanmış katmanlarla birbirine tamamı ile bağlanmış, ileri beslemeli bir ağıdır. Geri beslemeli ve bir sonraki katmana doğrudan (bir tabaka atlayarak) giden bağlantılar yoktur. Şayet ağ, girişleri ve çıkışları arasında işlevsel bazı ilişkileri hesaplayabiliyorsa “haritalama ağı” olarak adlandırılabilir.

Şekil 3.6. da genel ağ yapısı verilen BPN Algoritmasının işlem basamakları aşağıdaki gibidir;

1. x_p giriş vektörünü giriş ünitelerine uygula

$$x_p = (x_{p1}, x_{p2}, x_{p3}, \dots, x_{pm}) \quad (3.1)$$

2. Saklı tabaka birimleri için ağ giriş değerlerini hesapla.

$$net_{pj}^h = \sum_{i=1}^N w_{ji}^h x_{pi} + \Theta_j^h \quad (3.2)$$

3. Saklı tabakalardan çıkışları hesapla.

$$i_{pj} = f_j^h(net_{pj}^h) \quad (3.3)$$

4. Çıkış katmanına geç ve her bir birim için ağ giriş değerlerini hesapla.

$$net_{pk}^o = \sum_{j=1}^L w_{kj}^o i_{pj} + \Theta_k^o \quad (3.4)$$

5. Çıkışları hesapla.

$$o_{pk} = f_k^o(net_{pk}^o) \quad (3.5)$$

6. Çıkış birimleri için hata değerlerini hesapla.

$$\delta_{pk}^o = (y_{pk} - o_{pk}) f_k^{ok}(net_{pk}^o) \quad (3.6)$$

7. Saklı birimler için hata değerlerini hesapla.

$$\delta_{pj}^h = f_j^{hk} (net_{pj}^h) \sum \delta_{pk}^o w_{kj}^o \quad (3.7)$$

Saklı birimlerdeki hataların çıkış katmanındaki birimlere olan bağlantı ağırlıkları güncellemeden evvel hesaplanmaktadır.

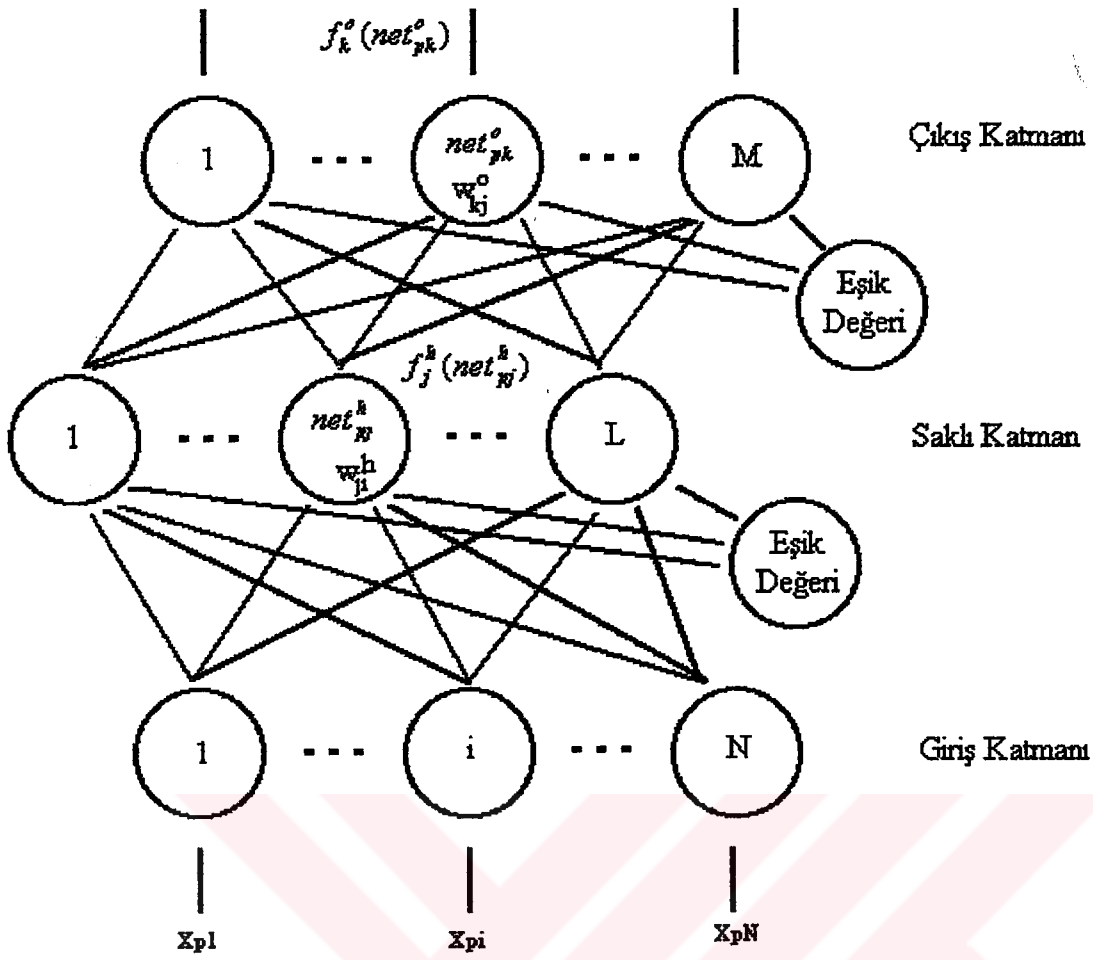
8. Çıkış katmanındaki ağırlıkları güncelle.

$$W_{kj}^o(t+1) = \mu w_{kj}^o(t) + \eta \delta_k^o i_{pj} \quad (3.8)$$

9. Saklı tabakadaki ağırlıkları güncelle.

$$W_{ji}^h(t+1) = \mu w_{ji}^h(t) + \eta \delta_{pj}^h x_i \quad (3.9)$$

Backpropagation algoritması genel itibariyle çalışırken ağı bir giriş vektörü uygular ve bu girişlere uygun çıkış değerlerini hesaplar. Bulunan çıkış değerlerini doğru çıkış değerleri ile karşılaştırır ve bir hata değeri bulur. Hata değerini düşürmek için her bir ağırlığı değiştirecek yönü ve her bir ağırlığı değiştirecek oranı tesbit eder. Ağırlıklara düzeltmeler uygular. Eğitim kümesindeki bütün vektörler için hata değeri kabul edilebilir bir değere düşene kadar bu işlemleri tekrarlar. [9]

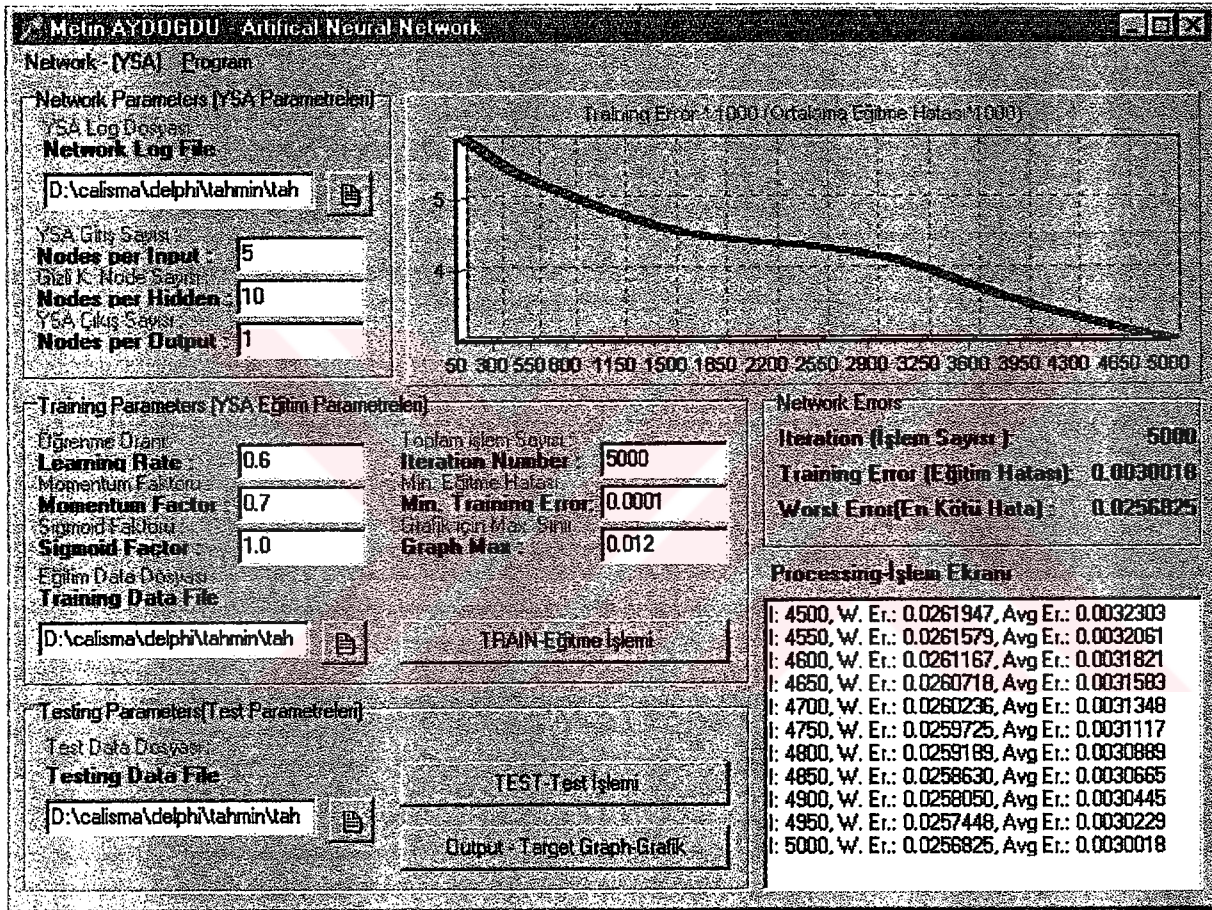


Şekil 3.6 Genel Backpropagation Ağ yapısı

4. YAPAY SİNİR AĞLARI İLE BORSA ENDEKSİ TAHMİNİ

4.1. Hazırlanan Ysa Programının Tanıtılması

Hazırlanan Yapay Sinir Ağı programının ana ekranı Şekil 4.1 de görülmektedir.



Şekil 4.1. YSA Ana Ekranı

Programda "Network" ve "Program" menüleri vardır.

"Network" Menüsü ; "New", "Load", "Save", "Exit" bölümlerinden oluşmaktadır.

"New" : Yeni bir ağ yapısı için bütün parametreleri sıfırlar.

"Load" : Proje dosya seçme diyalogu ile seçilen proje dosyasını yükler ve ana ekrana parametreleri yansıtır.

“Save” : Proje dosya seçme diyalogu ile seçilen proje dosyasına ana ekrandaki parametreleri kaydeder.

“Exit” : Programdan çıkılır.

“Program” Menüsü ; “About” bölümünde programcının adı ekrana yansıtılır.

Program ana ekranı şu bölümlerden oluşmaktadır.

1. Network Parameters
2. Training Parametes
3. Testing Parameters
4. Training Error * 1000 Grafiği
5. Network Errors
6. Processing

1. Network Parameters : Network parametreleri set edilir. Log file dosyasına network işlemleri yazılır.

2. Training Parametes : Training parametreleri set edilir. Training data file dosyasında öğrenme (training) verileri bulunur. Bu dosyanın yapısı şöyledir.

“L IN1 IN2 IN3 OUT1”

Training veri satırları L harfi ile başlamalıdır. Ve verilerin arasında boşluk veya tab olmalıdır. Dosya yapısı eklerde verilmiştir.

3. Testing Parameters : Testing parametreleri set edilir. Testing data file dosyasında test verileri bulunur. Bu dosyanın yapısı şöyledir.

“T IN1 IN2 IN3 OUT1”

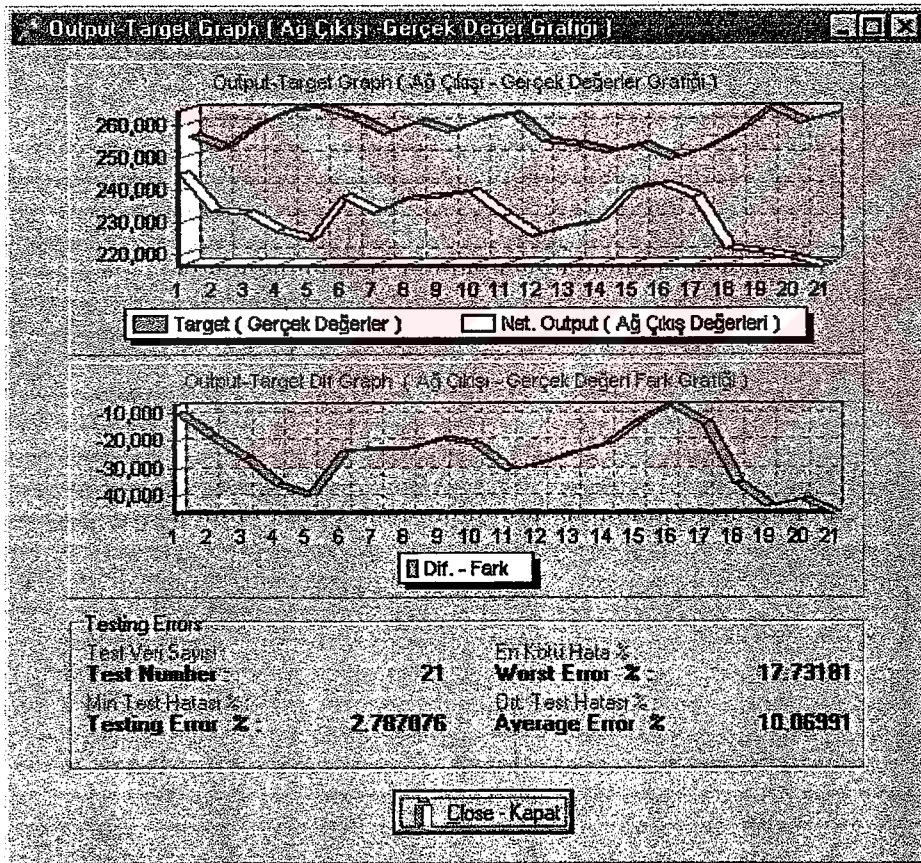
Test veri satırları T harfi ile başlamalıdır. Ve verilerin arasında boşluk veya tab olmalıdır. Öğrenme ve test verileri aynı dosya içinde olabilir. Ancak satır başı karakterleri L veya T olmalıdır. Dosya yapısı eklerde verilmiştir.

4. Training Error * 1000 Grafiği : Öğrenme (Training) esnasında hesaplanan hata değeri 1000 ile çarpılarak bu grafikte gösterilir.

5. Network Errors : Öğrenme (Training) esnasında hesaplanan ortalama hata değeri ve en kötü hata değeri ekranda gösterilir.
6. Processing : Bu bölümde her "Iteration Number / 100" saykılındaki hata değeri gösterilmektedir.

Programın Çalıştırılması

Programda ağ parametreleri ve log dosyası belirlenir. Training ve Testing parametreleri set edilir. TRAIN butonuna basılır. Program traing işlemini gerçekleştirir ve ekrana hata değerleri yansıtılır. Daha sonra TEST butonuna basılarak testing işlemi gerçekleştirilir. Program ağ sonucu ile test dosyasında verilen çıkış değerlerini karşılaştırır. Grafik ve değerleri ile ekrana yansıtır. Şekil 4.2. de Sonuç ekranı görülmektedir.



Şekil 4.2. Sonuç Ekranı

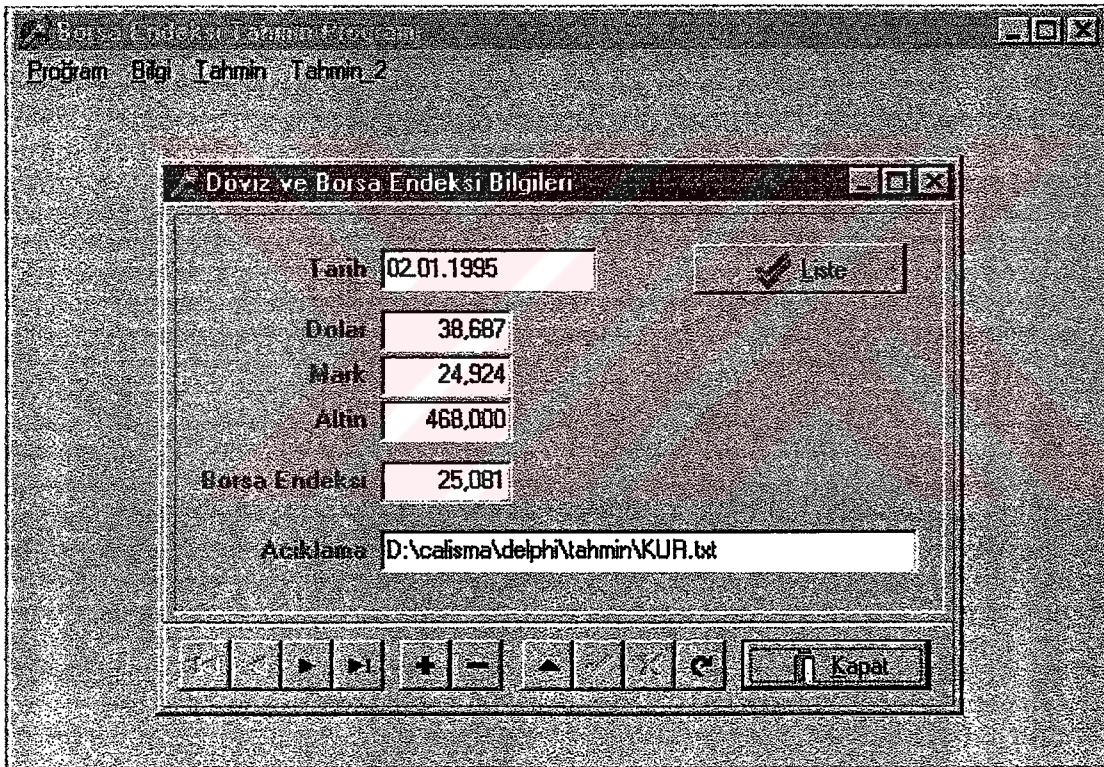
Sonuç ekranında Test hata değeri , En kötü hata değeri ve ortalama hata değeri yüzde (%) olarak görülebilir. Ayrıca Ağ sonucu ile gerçek değer arasındaki fark grafiğinde görülmektedir.

4.2. Ysa Programı Kodları

Program kodları Ekte verilmiştir.

4.3. Tahmin Programı

Hazırlanan Tahmin programının ana ekranı Şekil 4.3 de görülmektedir.



Şekil 4.3. Tahmin Programı Ana Ekranı

Programda "Program", "Bilgi", "Tahmin" menüleri vardır. Bu menülerin görevleri şunlardır.

"Program": Program hakkında bilgi ve programdan çıkışı sağlar.

"Bilgi": Tahmin işlemlerinde kullanılacak verilerin girildiği bölümdür.

"Bilgi Girişi": Geçmiş tarihlere ait döviz kur ve Endeks bilgilerinin girildiği bölümdür. Bu ekran Şekil 4.3. de görülmektedir.

"Dosyadan Oku" : TXT dosyasından Kur ve Endeks bilgilerini okur ve kaydeder.

"Dosyaya Yaz" : TXT dosyasına Kur ve Endeks bilgilerini kaydeder. Bu dosyayı EXCEL programından açabilirsiniz.

"Tahmin" : Tahmin İşlemleri

"Borsa End. Tahmini" :

Borsa Endeksi Tahmini

Program Bilgi Tahmin Tahmini 2

Yapay Sinir Ağı Eğitim Bilgileri

İlk Tarih: 05.01.1998 Son Tarih: 27.02.1998

Kur YSA Eğitimi KUR Tahmini YSA Ekranı

Tahmin Edilecek Gün ve Kur Bilgileri

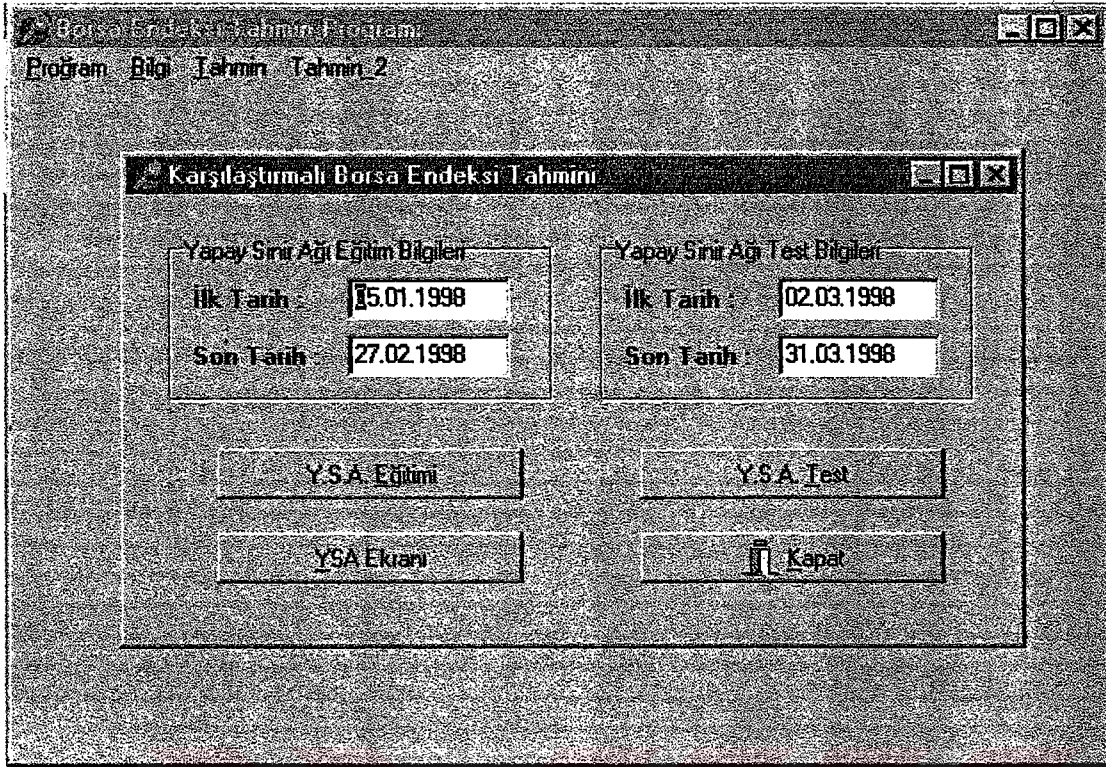
Tarih	Dolar	Mark	Altın	Borsa Endeksi
02.03.1998	228500	126080	2184000	

Endeks YSA Eğitimi ENDEKS Tahmini Kapat

Şekil 4.4. Borsa Endeksi Tahmini

Şekil 4.4.deki ekran karşımıza gelir. Bu ekranda Yapay sinir ağı için eğitim bilgilerinin oluşturulması için iki tarih girişi bulunmaktadır. "YSA Eğitimi" butonuna basılınca program otomatik olarak iki tarih arasındaki kayıtları TAHMIN.TRN dosyasına yazacak ve YSA eğitimi başlatacaktır. YSA eğitimi tamamlanınca "Tahmin Edilecek Gün ve Kur bilgileri" kısmına tahmin edilmesini istediğimiz günü ve bu günden bir önceki kur bilgilerini yazılır. YSA Tahmini Butonuna basılınca Tahmin Sonucu Borsa Endeksi hanesine yazılır. Kapat ile bu ekrandan çıkılır. "YSA Ekranı" butonuna basılarak YSA parametreleri değiştirilebilir. Ancak Dosya Adları değiştirilmemelidir.

"Karşılaştırmalı Borsa End. Tahmini" :



Şekil 4.5. Karşılaştırmalı Borsa Endeksi Tahmini

Bu bölüde Şekil 4.5.deki ekran karşımıza gelir. Bu ekranda Yapay sinir ağı için eğitim bilgilerinin oluşturulması için iki tarih girişi ve Test işlemi için iki tarih girişi bulunmaktadır. "YSA Eğitimi" butonuna basılınca program otomatik olarak iki tarih arasındaki kayıtları TAHMIN.TRN dosyasına yazacak ve YSA eğitimini başlatacaktır. "YSA Test" butonuna basılınca Test için kullanılacak bilgiler TAHMIN.TST dosyasına yazılır ve test işlemi gerçekleştirilir. Şekil 4.2. deki gibi bir ekranda sonuçlar gösterilir. Test sonuçları TAHMIN.LOG dosyasına da otomatik olarak yazılır. Kapat ile bu ekrandan çıkılır. "YSA Ekranı" butonuna basılarak YSA parametreleri değiştirilebilir. Ancak Dosya Adları değiştirilmemelidir.

"Tahmin_2" : 2. Tip Tahmin İşlemleri

"Borsa End. Tahmini" : Bu bölüde Şekil 4.6.deki ekran karşımıza gelir. Bu ekranda Yapay sinir ağı için eğitim bilgilerinin oluşturulması için iki tarih girişi ve Test işlemi için iki tarih girişi bulunmaktadır. Bu tahmin sisteminin diğerinden farkı YSA'na girdi olarak bir önceki günün endeks bilgisi kullanılmaktadır. Bu şekilde yapılan tahminlerde daha başarılı sonuçlar alınmıştır. "Kur YSA Eğitimi" butonuna basılınca program otomatik olarak iki tarih

arasındaki kayıtları KUR.TRN dosyasına yazacak ve YSA eğitimini döviz kurları için başlatacaktır. "Kur Tahmini" butonuna basılınca bilgiler kısmına girilen tarihler için kur tahminini yapacaktır.

"Endeks YSA Eğitimi" butonuna basılınca program otomatik olarak train tarihleri arasındaki kayıtları TAHMIN2.TRN dosyasına yazacak ve YSA eğitimini endeks tahmini için başlatacaktır. "Endeks Tahmini" butonuna basılınca bilgiler kısmına girilen tarihler ve kur bilgileri için endeks tahminini yapacaktır.

Tarih	Dolar	Mark	Altın	Önceki End	Borsa End
02.03.1998	228500	126080	2184000		

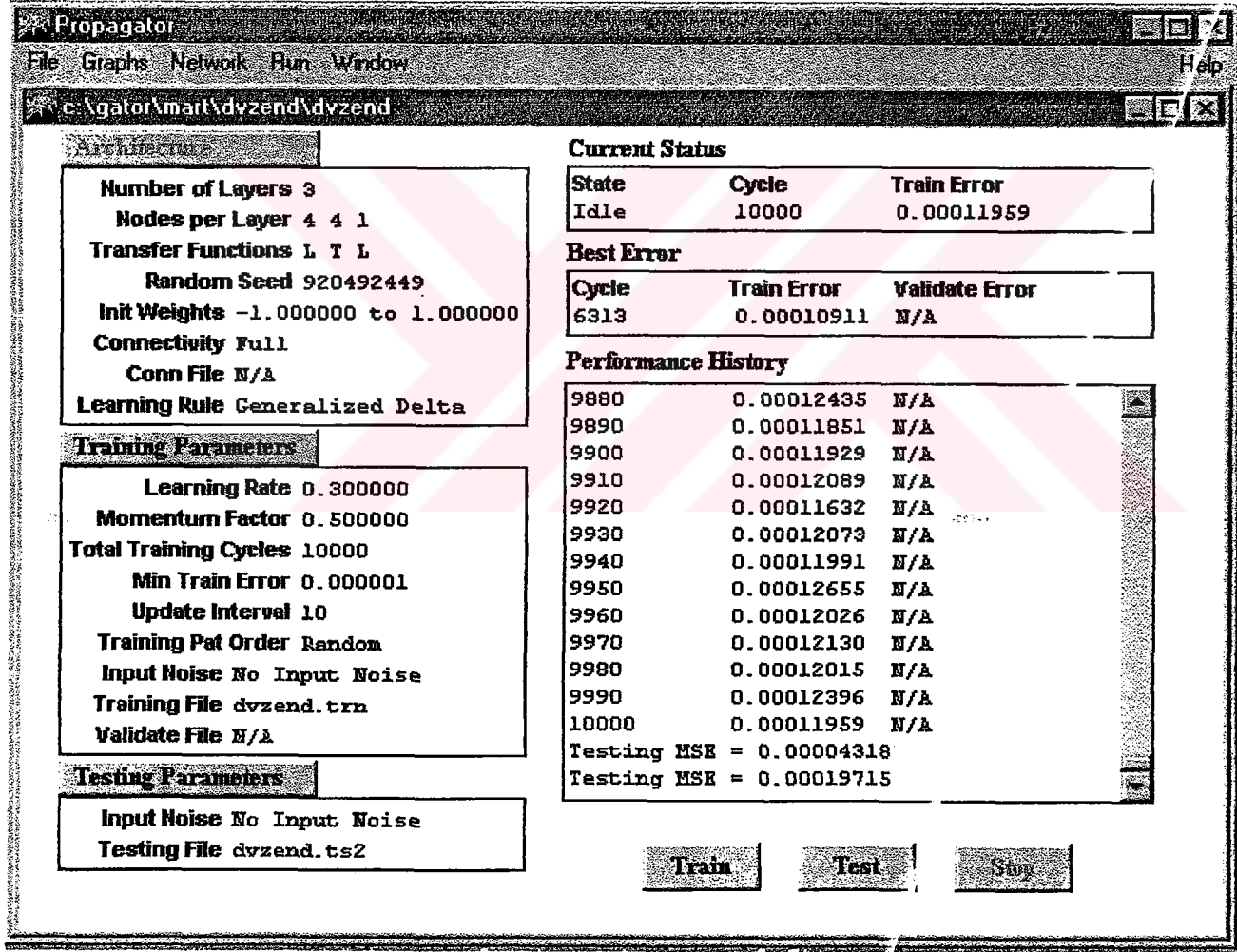
Şekil 4.6. 2. Tip Borsa Endeksi Tahmini

"YSA Test" butonuna basılınca Test için kullanılacak bilgiler TAHMIN2.TST dosyasına yazılır ve endeks tahmini için test işlemi gerçekleştirilir. Dikkat edilmesi gereken bir nokta; endeks tahmini test başlangıç tarihinden bir gün sonrası için başlatılacaktır. Şekil 4.2. deki gibi bir ekranda sonuçlar gösterilir. Test sonuçları TAHMIN2.LOG dosyasına da otomatik olarak yazılır. Kapat ile bu ekrandan çıkılır. "YSA Ekranı" butonuna basılarak YSA parametreleri değiştirilebilir. Ancak Dosya Adları değiştirilmemelidir.

5. PROPAGATOR PROGRAMI İLE BORSA ENDEKSİ TAHMİNİ

5.1. Propagator Programının Tanıtılması

Tez çalışmasında eğitim aşamasında Backpropagation algoritmasıyla işlem yapan bir program kullanılmıştır. PROPAGATOR adındaki bu programın ana menüsü Şekil 5.1' de verilmiştir.



Şekil 5.1. Propagator Programı Ana Menüsü

WINDOWS işletim sistemi altında çalışan PROPAGATOR programı Backpropagation algoritmasıyla çalışmaktadır. Şekil 5.1' de verilen ana menü , Architecture, Training Parameters olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

Architecture butonuna basilarak bir alt menüye geçilmekte ve bu menüde yapay sinir ağının yapısı oluşturulmaktadır (Şekil 5.2). Yapay sinir ağına uygulanacak giriş düğümlerinin sayısı, çıkış düğümlerinin sayısı ve gizli tabaka sayısı bu menüden girilmektedir. Ayrıca uygulanacak transfer fonksiyonu (Sigmoid, Tanh, vb.) seçimi, başlangıç ağırlıklarının sınırları da bu menü ile belirlenmektedir.

Network Architecture

Architecture

Number of Layers: 3

Nodes Per Layer: Input: 1, Hidden 1: 4, Output: 1, 1, 0

Layer Transfer Functions: Linear, Tanh, Linear, Sigmoid, Sigmoid

Connectivity

☒ Fully Connected
☐ Partially Connected

Connection File: N/A

Weight Initialization

☒ Randomize Between Low: -1.0000 High: 1.0000
☐ Read Weights File

Initial Weights File: N/A

Learning Rule

☒ Generalized Delta Rule - Update Weights Every Pattern
☐ Cumulative Delta Rule - Update Weights Every Cycle

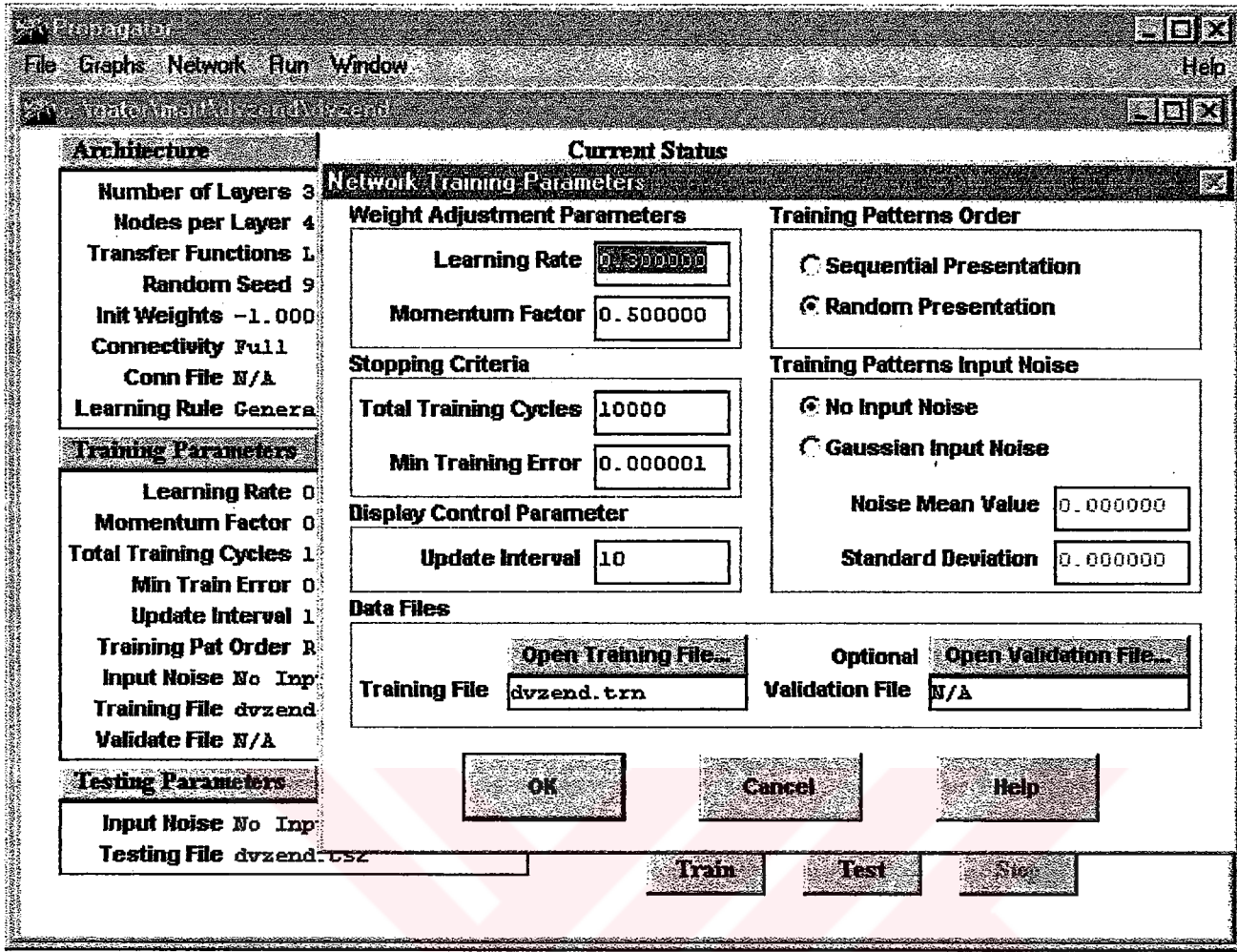
Random Seed

☒ Time-based Seed
☐ User Specified Seed: 927997932

OK Cancel Help

Şekil 5.2. Architecture Menüsü

Training parameters butonuna basilarak eğitim parametrelerine ilişkin bir alt menüye girilmektedir (Şekil 5.3). Learning Rate, Momentum Factor parametrelerine belirli değerler verilerek eğitim aşamasına geçilmektedir.



Şekil 5.3. Training parameters Menüsü

Learning Rate değerinin küçük seçilmesi ağı daha fazla sayıda iterasyon yapmasına neden olacaktır. Learning Rate seçimi ağı performansı açısından önemlidir. Genellikle ağı bir çözüme ulaşması için 0.05 ile 0.25 arasında küçük bir değer seçilir. Öğrenme aşaması sürerken bu değer artırılması mümkündür.

Momentum Factor, işlem adımlarının büyüklüğünün bir göstergesidir. Global ve lokal minumumların gözden çıkarılmaması için 0.3 ile .09 arasında bir değer seçilir. Öğrenme aşaması sürerken bu değer artırılması mümkündür.

Min. Training Error' e eğitim aşamasında istenen "training error-eğitim hatası" için bir değer girilir. Eğitim aşamasında her bir cycle tamamlandığında hata değeri hesaplanır.

Mean Squared Error – MSE,

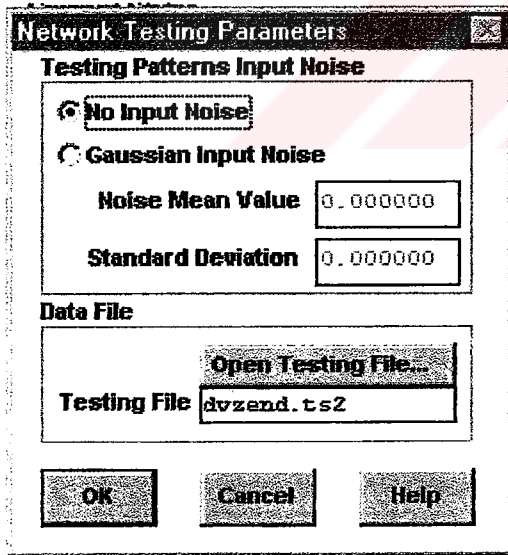
$$MSE = \sum \frac{(o - t)^2}{Veri_Sayısı}$$

formülü ile hesaplanır. Formüldeki o ; çıkış vektörünü, t ise hedef vektörü temsil etmektedir.

Eğitim aşamasında kaç cycle işlem yapılması isteniyorsa Total Training Cycles'a o değer girilir. Girilen cycle değerine veya istenen Min. Training Error değerine ulaşıldığında eğitim durur.

Hesaplanan Training Error değeri Update interval' e girilen değere bağlı olarak görüntülenmektedir. Bu değer küçük seçilmesi lokal minimumların gözden çıkarılmaması açısından önemlidir.

Programın çalıştırılabilmesi için çıkartılan özellik vektörlerinden oluşan (training) eğitim dosyasının oluşturularak Training File alanına oluşturulan dosya adının girilmesi gerekmektedir. Hazırlanan train dosyası programın dosya formatına uygun değilse ve Architecture' da girilen giriş ve çıkış sayısı değerlerinden farklı yapıda ise program uyarı verecek ve eğitim aşamasını başlatmayacaktır. Testing Parameter butonuna basıldığında test aşaması için kriterlerin girileceği bir alt menüye geçilir(Şekil 5.3).



Şekil 5.4. Testing Parameter Menüsü

Train dosyası formatında oluşturulan test dosyasının adı, Testing File bölümüne girilir. Bu işlem Train (eğitim) aşaması bittikten sonra da yapılabilir. Girilen test dosyasındaki değerlere bağlı olarak testing MSE değeri hesaplanır.

Programın çalışması esnasında tüm işlemler Stop butonuna basılarak durdurulup parametre değerleri değiştirilebilir.

Eğitim ve test aşamaları başarı ile tamamlandıktan sonra program tarafından .ot uzantılı bir text dosyası üretilir.

Out1	Tar1	Out2	Tar2		OutN	TarN
XXX	XXX	XXX	XXX		XXX	XXX

formatında üretilen bu dosyada istenen çıkış değerleri(Target-hedef değerleri) ile işlemler sonucunda ulaşılan çıkış değerleri (Output-çıkış değerleri) sütunları halinde verilir. Bu text dosyadaki çıkış ve hedef değerleri karşılaştırılarak eğitimin başarısı ölçülebilir. İstenildiği takdirde bu değerlerin grafiği çizdirilerek aralarındaki farklar gözlenebilir. PROPAGATOR programı tarafından eğitim aşamasında ve programın çalışması tamamen bittiğinde üç farklı grafik çizdirilmektedir. İstenildiği takdirde Graphics (grafik) menüsünden Error vs. Cycle seçilerek o andaki cycle 'da bulunan hata değeri grafiği incelenebilir. Grafikte x-eksenine cycle numarası , y-eksenine de Training MSE (hata) değeri çizilir. Programın çalışırken bu grafik açılmışsa kapatılana kadar grafiği güncelleyerek çizmeye devam eder. Bu grafikte mouse ile istenen bölgeler seçilerek o bölgedeki durum büyütülerek incelenebilir, zoom out butonuna basılarak tekrar eski boyutuna getirilebilir.

Aynı menüden Error vs. Output Unit seçildiğinde her bir çıkış düğümü için hata değerini gösteren grafik çizilidir. Grafikte x-eksenine çıkış düğümü numarası, y-eksenine de Training MSE (hata) değeri çizilir. Bu grafikteki hataların toplamı, Error vs. cycle grafiğindeki Training MSE (hata) değerine eşittir.

Output Error vs. Target seçildiğinde, bir training cycle'daki bütün veriler için özel çıkış düğümleri hatalarının hedef değerlerle olan ilişkisinin göstergesi olan bir grafik çizdirilir. Bu grafikte x-eksenine hedef değerler, y-eksenine de (hedef değer – çıkış değeri) formülü ile hesaplanan hata değeri çizilir. Performans arttıkça değerler grafiğin ortasındaki sıfır ekseni etrafına yaklaşacaktır. Bu da ağın başarısının göstergesidir.

5.2 Train ve Test Dosyalarının Oluşturulması

PROPAGATOR programının Çalışabilmesi için Train ve Test dosyalarının istenen formatta oluşturularak Train file ve Test File alanlarına bu dosya adlarının girilmesi gerekir.

Train dosyası yapay sinir ağına uygulanacak özellik vektörlerinden oluşmaktadır. Architecture' da girilen Number of Output sayısına uygun olarak herhangi bir editörde hazırlanabilen Train dosyası Input ve Output'lardan oluşan bir matris gibi düşünülebilir. Çıkarılan özellik vektörleri Input'ları oluşturur. Output'ların yapısı kullanıcı tarafından belirlenir. Verilen output sayısına bağlı olarak .ot uzantılı text dosyadaki output sayısı değişecektir.

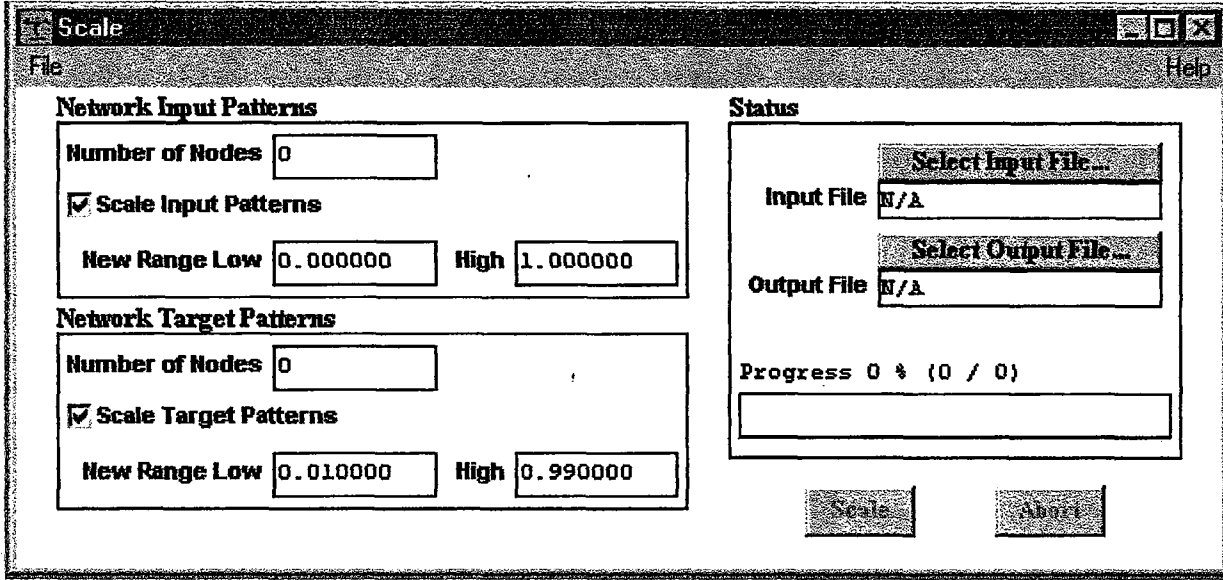
Test dosya yapısı da Train dosya yapısı ile aynıdır. Test dosyasının output'ları (çıkışları) Train dosyasının output'ları (çıkışları) ile aynı veya farklı seçilebilir. Önemli olan .ot uzantılı dosyadaki Output (çıkış) değerleri olduğundan, test dosyasındaki Output'ların rastgele seçilmesi problem teşkil etmez.

Programın oluşturulan Train ve test dosyalarını kullanabilmesi için bu dosyalardaki nümerik değerlerin 0 ile 1 değerleri arasında normalize edilmesi gerekir. Aksi halde program uyarı vererek çalışmayacaktır. PROPAGATOR programının kendine özgü SCALE adında normalize işlemini geliştiren bir yardımcı programı mevcuttur. Şekil 5.5'te ana menüsü gösterilen SCALE programında sadece normalize edilecek dosya adının ve normalize edilecek aralık değerinin belirtilmesi yeterli olmaktadır. Train ve Test dosyaları normalize edilmiş olarak yapay sinir ağına uygulandığından .ot uzantılı dosyada çıkan sonuçlarda normalize edilmiş şekilde olmaktadır. Bu sonuçların daha kolay bir şekilde değerlendirilebilmesi için normalize edilirken kullanılan formüllere karşılık gelen formüller kullanılarak gerçek değerlere ulaşılabilir.

Normalize işlemi için SCALE programının kullanılması zorunlu değildir. Kullanıcı Train ve Test dosyalarındaki nümerik değerlere ,

$$\text{Normalize edilmiş Değer} = \frac{(\text{Normalize edilecek değer} - \text{Min. Değer})}{\text{Max. Değer} - \text{Min. değer}}$$

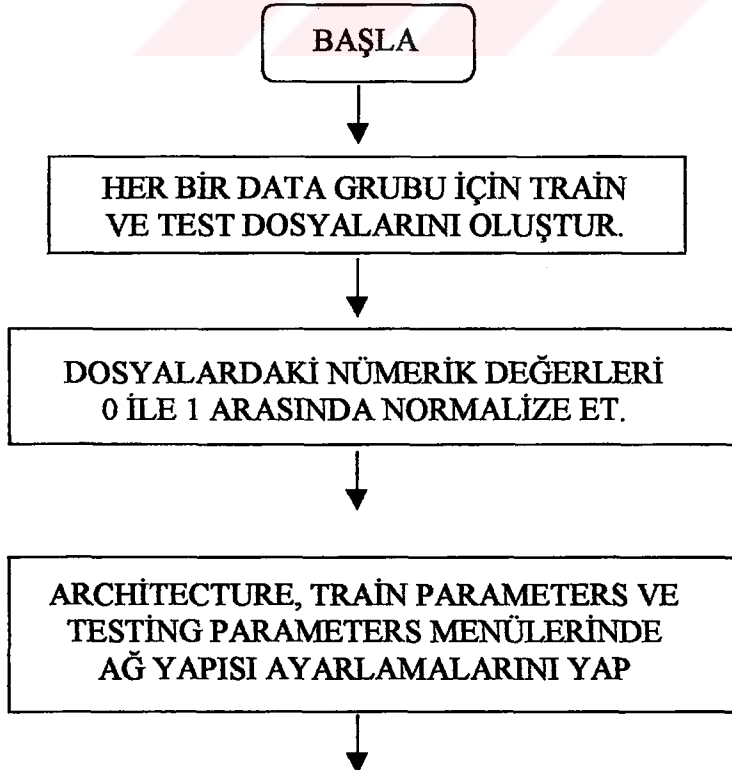
formülünü uygulayarak bu işlemi gerçekleştirebilmektedir.

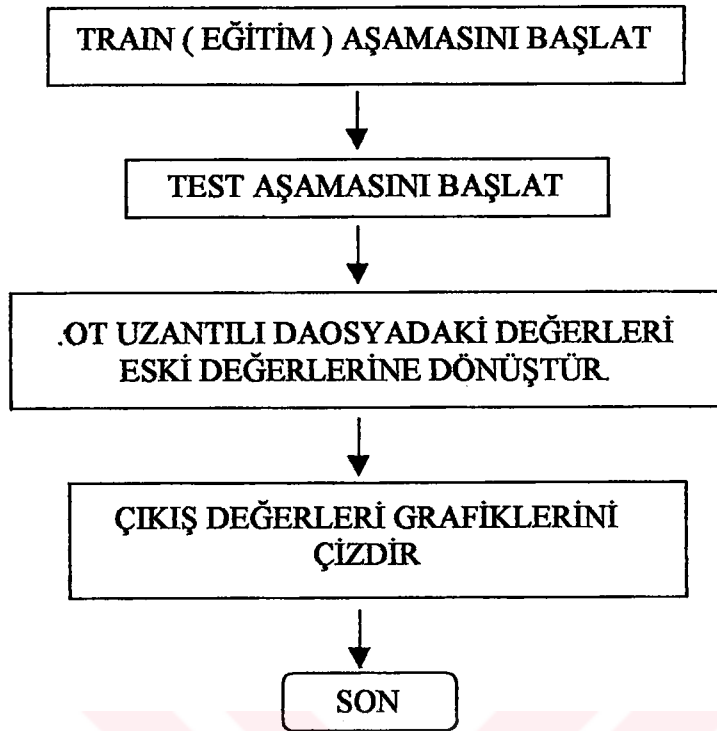


Şekil 5.5. SCALE programı ana menüsü

Tez çalışmasında kullanılan Train ve test dosyalarının yapısı Ek 3' de verilmiştir.

5.3 Sınıflama Prosedürü





Şekil 5.6.Sınıflama Prosedürü

Backpropagation ile sınıflama yapılırken Şekil 5.6' akış diyagramı olarak gösterilen ve aşağıda işlem basamakları verilen prosedür gerçekleştirilir:

1. Her bir data grubu için Train ve Test dosyaları oluşturulur.
2. Train ve Test dosyalarındaki nümerik değerler normalize edilir(yani 0 ila 1 arasındaki değerlere dönüştürülür).
3. Architecture, Training Parameters ve testing parameters menülerine girilerek ağ yapısına ilişkin ayarlamalar yapılır.
4. Train butonuna basılarak eğitim aşaması başlatılır.
5. İstenen Min. Training Error veya cycle değerine ulaşılınca Test butonuna basılarak Testing MSE (Min. Squared Error) hesaplatılır.
6. .ot uzantılı dosyadaki değerleri normalize işleminin tersi yapılarak eski değerlerine dönüştürülür.
7. Sonuçların karşılaştırılması için çıkış değerlerinin grafikleri çizdirilir.

5.4. Programın Çalıştırılması ve Sonuçların Elde Edilmesi

Train ve Test dosyaları uygun formatta hazırlanıp normalize edildikten sonra ilgili menülere girilerek ağ yapısı kurulur. Training Parameters ve Testing Parameters butonlarıyla alt menüdeki ilgili yerlere Train ve Test dosyalarının adı girilir. Eğitim (Tarin) başlatılır. Ekranda ayarlanan Update Interval aralıklı ile en son bulunan Min. Training Error değeri görülür. Graphics menüsünden Error vs. Cycle seçilerek ekranda “artancycle-hata değeri” grafiği görülebilir. Programın çalışması esnasında Stop butonuna basılarak Train durdurulabilir ve Training Parameters ve Testing Parameters menülerine girilerek ağ yapısında değişiklikler yapılarak programın çalışması Train butonuna basılarak devam ettirilebilir. Tarin aşaması istenen cycle’a gelinceye veya istenen Min. Training Error değerine ulaşıncaya kadar devam eder. Bu iki değerden birisine ulaşıncaya programın çalışması durur. Kullanıcı istediği takdirde ağ yapısında değişiklikler yaparak veya yapıyı aynen muhafaza ederek Train aşamasını devam ettirilebilir.

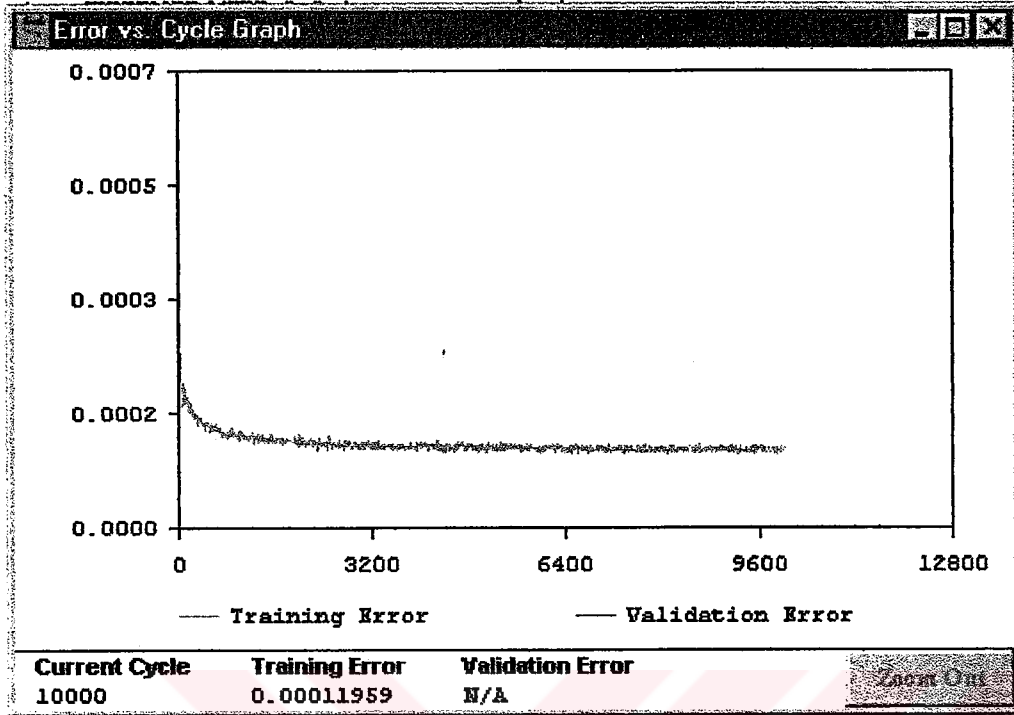
İstenen Min. Training Error veya cycle değerine ulaşılmışsa veya Train İşlemine daha fazla devam edilmek istenmiyorsa Test aşamasına geçilir. Testing Parameters menüsünde Testing file alanına test dosyasının adı girilmemişse ilgili menüye gidilerek dosya adı girilir. Ağ yapısı kurulurken test dosyası adı girilmemişse ana menüdeki Test butonuna basılır. Ekranda Testing MSE (Testing Mean Squared Error) değeri görülür. Bu aşamada program istenen hedef değerler ile bulunan çıkış değerlerinin yer aldığı .ot uzantılı dosyayı oluşturulmuştur.

Test aşaması da bittikten sonra kullanıcı ağ yapısını koruyarak veya değiştirerek tekrar Train ve Test işlemlerini yaptırabilir.

5.5. Sonuçlar

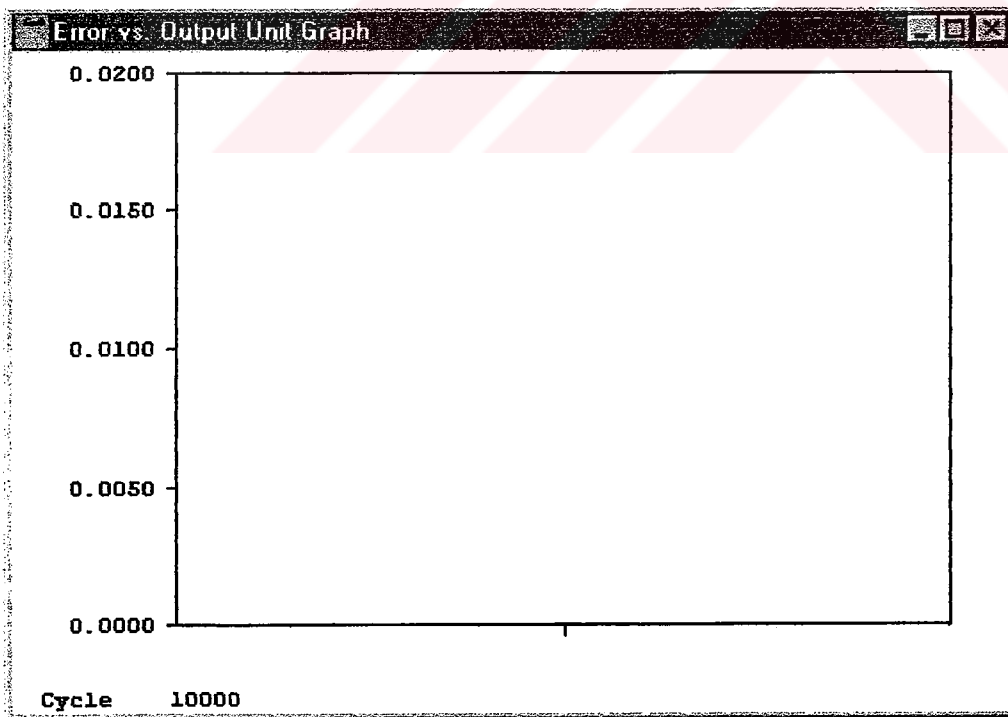
PROPAGATOR programı çalışmasının tamamladıktan sonra Test butonuna basıldığında Testing MSE hata değeri hesaplanır. En son geline cycle numarası ve ulaşılan cycle’daki Training Error (hata) değeri ve Test butonuna basıldıktan sonra hesaplanan testing MSE (hata) ana menüdeki Performance History bölümünün en alt satırında verilir. Şekil 5.1.’de tez

çalışmasında kullanılan bilgilerden elde edilen dataların sınıflaması sonucunda bulunan hata değerlerini Performance History alanında gösteren ana menü örneği verilmiştir.



Şekil 5.7. Error vs. Cycle grafiği

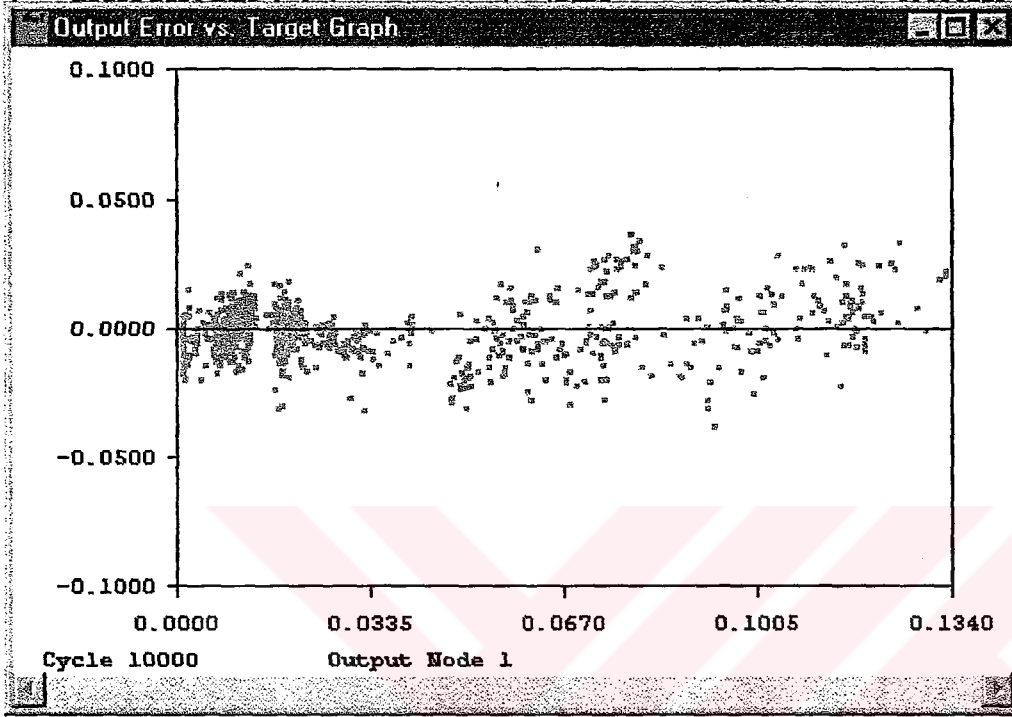
Şekil 5.7.'de aynı datalar sınıflanırken çizilen Error vs. Cycle grafiği verilmiştir.



Şekil 5.8. Error vs. Output Unit grafiği

Aynı data grubu sınıflanırken çizilen Error vs. Output Unit grafiği Şekil 5.8.'te verilmiştir.

Train ve Test dosyalarındaki çıkış (output) sayısı 1 olduğundan Error vs. Output grafiğinde bu çıkışa ait hata değeri verilmiştir. Çıkışlara ait bar (çubuk) şeklindeki grafiklerin sıfır eksenine yakın olması başarı oranının bir göstergesidir.



Şekil 5.9. Error vs. Target grafiği

Bu grafik, bir training cycle'daki bütün patten'ler için, özel çıkış düğümleri hatalarının hedef değerlerle olan ilişkisinin bir göstergesidir. X-eksenine hedef değerleri, y-eksenine de (hedef değer çıkış değeri) formülü ile hesaplanan hata değerleri çizilir. Ağın performansı arttıkça, değerler grafiğin durumu gözlenebilmektedir. Grafik ilk çizildiğinde birinci düğüme ait değerleri gösterir.

Programın çalışması bitip test aşaması da tamamlandıktan sonra program tarafından .log uzantılı bir dosya oluşturulur. Şekil 5.10'te programın oluşturduğu log dosyası verilmiştir. Bu log dosyasında ağ yapısına ve ayarlanan parametre değerlerine ilişkin bilgiler, artan cycle değerine karşılık hesaplanan hata değerleri, kurulan ağ yapısına göre eğitim aşamasının devam ettiği süre ve en son hesaplanan Testing MSE (hata) değeri bulunmaktadır. Kullanıcı yaptığı çalışmaya ilişkin en kapsamlı bilgiye bu log dosyası ile ulaşmaktadır.

LOG DOSYASI

Architecture

Tue Jun 1 19:11:12 1999

Number of Layers: 3

Nodes per Layer: 4 1

Transfer Functions: Linear Sigmoid Sigmoid

Connectivity: Full

Connection File: N/A

Initial Weights: -1 to 1

Learning Rule: Generalized Delta

Random Seed: 928278671

Training Parameters

Tue Jun 1 19:11:12 1999

Learning Rate: 0.3

Momentum Factor: 0.5

Total Training Cycles: 5000

Minimum Training Error: 1e-06

Update Interval: 10

Training Patterns Order: Random

Input Noise: No Input Noise

Training File: c:\gator\kars\kar1.trn

Validation File: N/A

10	0.00019904	N/A	*
----	------------	-----	---

...

...

4990	0.00011055	N/A
------	------------	-----

5000	0.00011062	N/A
------	------------	-----

Reason For Stopping: Reached Maximum Cycles at cycle number 5000

Elapsed Time: 9 seconds

Average Time: 0.0018 seconds/cycle

Testing Parameters

Tue Jun 1 19:11:24 1999

Input Noise: No Input Noise

Testing File: c:\gator\kars\kar1.tst

Testing MSE = 0.0000662243

Şekil 5.10. Log Dosyası

6. SONUÇLAR

Geçmiş bölümlerde incelemiş olduğumuz yapay sinir ağları ile tezde geliştirdiğimiz YSA programı ile borsa endeksini ve döviz kurlarının tahmini çok iyi sayılabilecek bir yaklaşıklıkla belirlemek mümkün olmaktadır. Bu amaçla yazılmış olan programla; hazır bir program olan propagator ve regrasyon analizi ile elde edilen sonuçlar tablo olarak aşağıda verilmiştir.

Tezimizin konusunu oluşturan borsa endeksi ve döviz kurları ; birçok değişken parametre ile etkileşmesinden dolayı bu parametrelerin tahminini güçleştirmektedir. Bunların getirdiği güçlük, çok fazla sayıda sağlıklı parametrelerin değerlerinin girilerek hataları minimize etmek olmaktadır.

Tablo 6.1. de görüldüğü gibi borsa endeksi tahmininde değerler propagator programı ile % 8.79 mutlak ortalama hata ile , geliştirdiğimiz program ile % 5.49 mutlak ortalama hata ile ve regrasyon analizi ile de % 12.30 mutlak ortalama hata ile bulunmuştur.

Tablo 6.2. de de 20/04/1999 - 24/05/1999 tarihleri arası değerler eğitimde kullanılmış , 25/05/1999 - 07/06/1999 tarihleri de test değerleri için kullanılmıştır. Bu test tarihleri arasında dolar kurunun tahmininde propagator ile % 1.90 , bizim tahmin programı ile % 1.61 , regrasyon analizinde % 1.06 mutlak ortalama hata ile sonuçlar bulunmuştur. Aynı değerler mark kuru için sırası ile % 0.41, % 0.16, % 1.23 olarak ve altın fiyatı için de % 1.53, % 1.25, %9.90 olarak bulunmuştur. *

* : Mutlak Hata Oranının aşağıdaki ifadeden hesaplanmıştır.

$$Hata1 = \frac{|Hedef1 - Output1|}{Hedef1}$$

$$Ortalama_Mutlak_Hata = \frac{|Hata1| + |Hata2| + |Hata3| + \dots + |HataN|}{N}$$

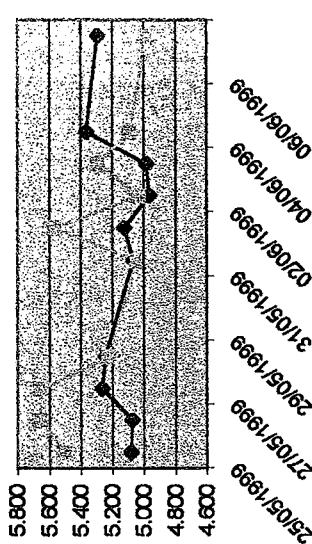
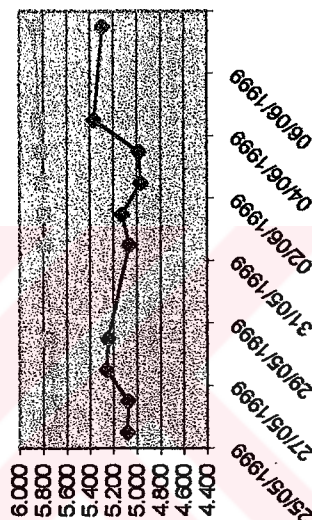
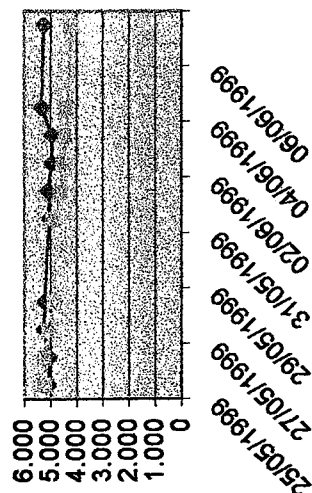
$$\%_olarak : X = Ortalama_Mutlak_Hata * 100$$

SON 10 GÜN İÇİN BORSA BİLEŞİK ENDEKSİ TAHMİN SONUÇLARI KARŞILAŞTIRMASI

TRAIN VERİSİ : 20/04/99 İLE 24/05/1999 TARİHLERİ ARASI

TEST VERİSİ : 25/05/99 İLE 07/06/1999 TARİHLERİ ARASI

TARİH	PROPAGATOR				REGRASYON ANLZ.				TAHMİN PRĞ.			
	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA
25/05/99	5.086	5.224	-138	0,02713	5.086	5.699	-613	0,12061	5.086	5.510	-424	0,08332
26/05/99	5.078	5.250	-172	0,03388	5.078	5.713	-635	0,12504	5.078	5.657	-579	0,11395
27/05/99	5.265	5.078	187	0,03547	5.265	5.726	-461	0,08765	5.265	5.659	-394	0,07477
28/05/99	5.247	4.875	372	0,07087	5.247	5.740	-493	0,09396	5.247	5.226	21	0,00394
31/05/99	5.069	4.900	169	0,03326	5.069	5.781	-712	0,14037	5.069	5.044	25	0,00484
01/06/99	5.127	4.624	503	0,09805	5.127	5.794	-667	0,13011	5.127	5.565	-438	0,08539
02/06/99	4.969	4.545	424	0,08528	4.969	5.808	-839	0,16876	4.969	5.029	-60	0,01205
03/06/99	4.986	4.437	549	0,11010	4.986	5.821	-835	0,16749	4.986	5.292	-306	0,06144
04/06/99	5.366	4.395	971	0,18095	5.366	5.835	-469	0,08733	5.366	5.090	276	0,05148
07/06/99	5.299	4.216	1.083	0,20442	5.299	5.875	-576	0,10873	5.299	4.990	309	0,05831
TOP. HATA : 0,879408 TOP. HATA : 1,230064 TOP. HATA : 0,549485												
SATIR : 10 SATIR : 10 SATIR : 10												
ORT HATA : 0,087941 ORT HATA : 0,123006 ORT HATA : 0,054948												
PROPAGATOR		ORT HATA % : 8,7941		REGR.		ORT HATA % : 12,301		TAHMİN		ORT HATA % : 5,4948		

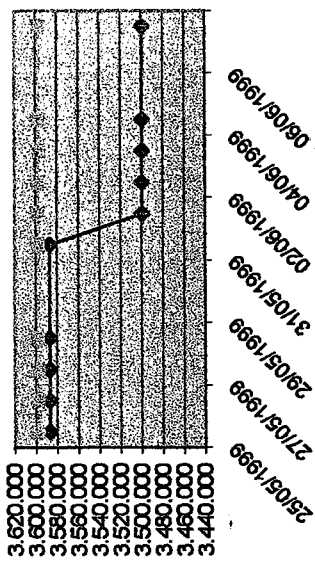
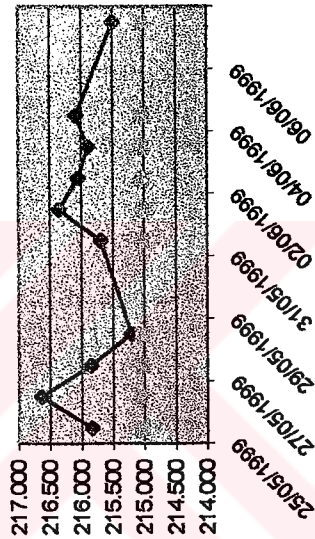
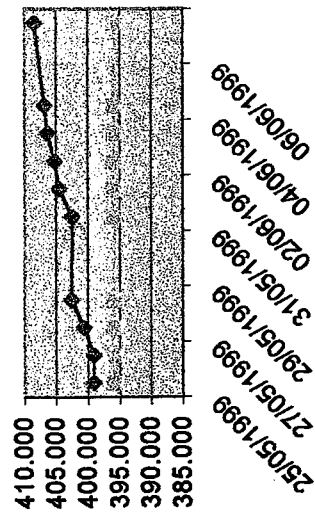


SON 10 GÜN İÇİN YSA PROPAGATOR PROĞRAMI TAHMİN SONUÇLARI KARŞILAŞTIRMASI

TRAIN VERİSİ : 20/04/99 İLE 24/05/1999 TARİHLERİ ARASI

TEST VERİSİ : 25/05/99 İLE 07/06/1999 TARİHLERİ ARASI

TARİH	DOLAR				MARK				ALTIN				
	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	
25/05/99	399.249	395.942	-2.627	0,00828	215.850	215.031	-181	0,00380	3.587.500	3.597.585	-6.961	0,00281	
26/05/99	399.249	395.942	-2.495	0,00828	216.644	215.031	-958	0,00745	3.587.500	3.597.585	-6.362	0,00281	
27/05/99	400.763	395.942	-3.896	0,01203	215.869	215.031	-170	0,00388	3.587.500	3.597.585	-5.845	0,00281	
28/05/99	402.645	395.942	-5.682	0,01665	215.215	215.031	493	0,00086	3.587.500	3.597.585	-5.397	0,00281	
31/05/99	402.551	395.942	-5.375	0,01642	215.701	215.031	25	0,00311	3.587.500	3.597.585	-4.372	0,00281	
01/06/99	404.642	395.942	-7.414	0,02150	216.365	215.031	-635	0,00617	3.500.000	3.597.585	83.388	0,02788	
02/06/99	405.358	395.942	-8.084	0,02323	216.065	215.031	-332	0,00479	3.500.000	3.597.585	83.618	0,02788	
03/06/99	406.423	395.942	-9.109	0,02579	215.905	215.031	-169	0,00405	3.500.000	3.597.585	83.821	0,02788	
04/06/99	406.923	395.942	-9.575	0,02699	216.088	215.031	-350	0,00489	3.500.000	3.597.585	84.000	0,02788	
07/06/99	408.582	395.942	-11.152	0,03094	215.506	215.031	236	0,00220	3.500.000	3.597.585	84.431	0,02788	
TOP. HATA : 0,190097					TOP. HATA : 0,041188					TOP. HATA : 0,153464			
SATIR : 10					SATIR : 10					SATIR : 10			
ORT HATA : 0,01901					ORT HATA : 0,004119					ORT HATA : 0,015346			
ORT HATA % : 1,901					ORT HATA % : 0,4119					ORT HATA % : 1,5346			
DOLAR		ORT HATA : 1,901		MARK		ORT HATA % : 0,4119		ALTIN		ORT HATA % : 1,5346			

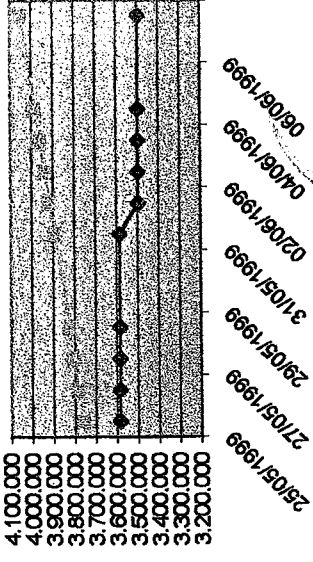
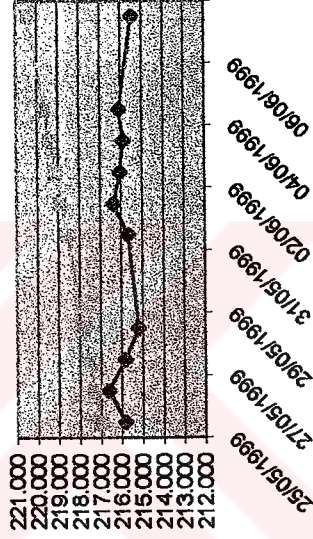
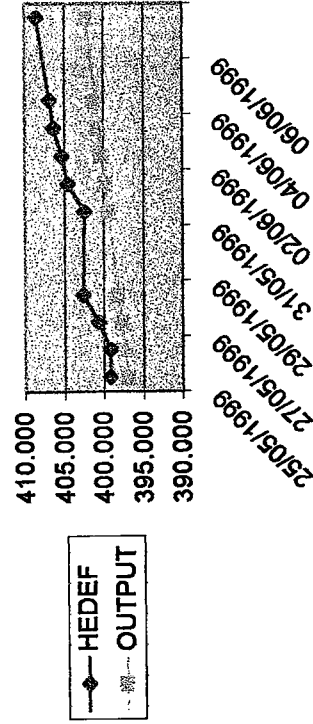


SON 10 GÜN İÇİN YSA REGRASYON ANALİZİ SONUÇLARI KARŞILAŞTIRMASI

TRAIN VERİSİ : 20/04/99 İLE 24/05/1999 TARİHLERİ ARASI

TEST VERİSİ : 25/05/99 İLE 07/06/1999 TARİHLERİ ARASI

TARİH	DOLAR				MARK				ALTIN			
	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA
25/05/99	399.249	396.947	-2.627	0,00577	215.850	217.025	-181	0,00544	3.587.500	3.761.271	-6.961	0,04844
26/05/99	399.249	397.355	-2.495	0,00474	216.644	217.289	-958	0,00298	3.587.500	3.783.631	-6.362	0,05467
27/05/99	400.763	397.764	-3.896	0,00748	215.869	217.554	-170	0,00781	3.587.500	3.805.991	-5.845	0,06090
28/05/99	402.645	398.172	-5.682	0,01111	215.215	217.818	493	0,01210	3.587.500	3.828.352	-5.397	0,06714
31/05/99	402.551	399.396	-5.375	0,00784	215.701	218.612	25	0,01350	3.587.500	3.895.432	-4.372	0,08583
01/06/99	404.642	399.804	-7.414	0,01196	216.365	218.877	-635	0,01161	3.500.000	3.917.793	83.388	0,11937
02/06/99	405.358	400.212	-8.084	0,01269	216.065	219.141	-332	0,01424	3.500.000	3.940.153	83.618	0,12576
03/06/99	406.423	400.620	-9.109	0,01428	215.905	219.406	-169	0,01621	3.500.000	3.962.513	83.821	0,13215
04/06/99	406.923	401.029	-9.575	0,01449	216.088	219.670	-350	0,01658	3.500.000	3.984.873	84.000	0,13854
07/06/99	408.582	402.253	-11.152	0,01549	215.506	220.464	236	0,02301	3.500.000	4.051.954	84.431	0,15770
TOP. HATA : 0,105842					TOP. HATA : 0,123464				TOP. HATA : 0,990494			
SATIR : 10					SATIR : 10				SATIR : 10			
ORT HATA : 0,010584					ORT HATA : 0,012346				ORT HATA : 0,099049			
DOLAR ORT HATA % : 1,0584					MARK ORT HATA % : 1,2346				ALTIN ORT HATA % : 9,9049			

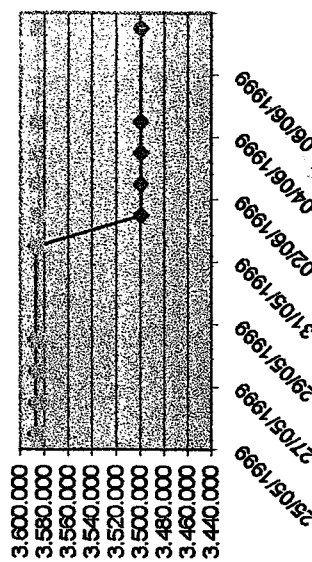
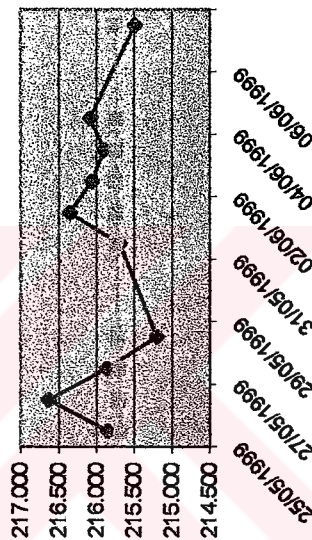
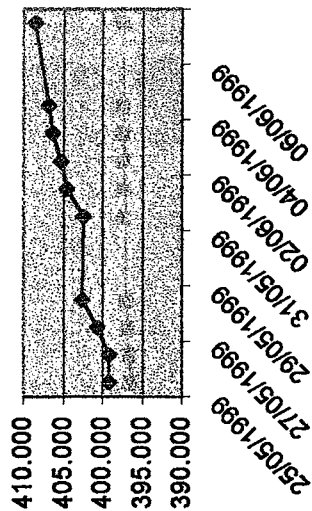


SON 10 GÜN İÇİN YSA TAHMİN PROĞRAMI TAHMİN SONUÇLARI KARŞILAŞTIRMASI

TRAIN VERİSİ : 20/04/99 İLE 24/05/1999 TARİHLERİ ARASI

TEST VERİSİ : 25/05/99 İLE 07/06/1999 TARİHLERİ ARASI

TARİH	DOLAR				MARK				ALTIN			
	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA	HEDEF	OUTPUT	FARK	HATA
25/05/99	399.249	396.595	-2.627	0,00665	215.850	215.680	-181	0,00079	3.587.500	3.584.780	-6.961	0,00076
26/05/99	399.249	396.747	-2.495	0,00627	216.644	215.697	-958	0,00437	3.587.500	3.584.956	-6.362	0,00071
27/05/99	400.763	396.876	-3.896	0,00970	215.869	215.709	-170	0,00074	3.587.500	3.585.115	-5.845	0,00066
28/05/99	402.645	396.986	-5.682	0,01405	215.215	215.718	493	0,00234	3.587.500	3.585.258	-5.397	0,00063
31/05/99	402.551	397.230	-5.375	0,01322	215.701	215.735	25	0,00016	3.587.500	3.585.609	-4.372	0,00053
01/06/99	404.642	397.289	-7.414	0,01817	216.365	215.738	-635	0,00290	3.500.000	3.585.705	83.388	0,02449
02/06/99	405.358	397.341	-8.084	0,01978	216.065	215.741	-332	0,00150	3.500.000	3.585.793	83.618	0,02451
03/06/99	406.423	397.385	-9.109	0,02224	215.905	215.743	-169	0,00075	3.500.000	3.585.872	83.821	0,02453
04/06/99	406.923	397.424	-9.575	0,02334	216.088	215.744	-350	0,00159	3.500.000	3.585.944	84.000	0,02456
07/06/99	408.582	397.513	-11.152	0,02709	215.506	215.747	236	0,00112	3.500.000	3.586.126	84.431	0,02461
TOP. HATA : 0,160507				TOP. HATA : 0,016258				TOP. HATA : 0,125981				
SATIR : 10				SATIR : 10				SATIR : 10				
ORT HATA : 0,016051				ORT HATA : 0,001626				ORT HATA : 0,012598				
DOLAR	ORT HATA % : 1,6051			MARK	ORT HATA % : 0,1626			ALTIN	ORT HATA % : 1,2598			



KAYNAKLAR

1. Stock Market Prediction System with Modular Neural Networks, T. Kimoto, K. Asakawa, 1990 Int. J. Conf. On Neural Networks, San Diego, 1, 1-6
2. Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu , İMKB Eğitim Yayınları No:1, Ekim 1997
3. Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu, Eren S. KILIÇLIOĞLU, İMKB Yayınları, Şubat 1993
4. Sermaye Piyasası Borsa Menkul Kıymetler , Muharrem KARSLI, 2.Baskı, İstanbul, 1989
5. Türkiye’de Menkul Kıymetler Borsası ve Yatırım alternatiflerinin genel analizi, Mehmet İNAM, Ankara, 1987
6. Bilgisayarda Öğrenme ve Yapay Sinir Ağları, Doç. Dr. Ercan ÖZTEMEL. Otomasyon Dergisi , Mart 1996
7. Yapay Sinir Ağları (YSA) (Neural Networks) Bilgisayar Yük. Müh. Ragıp BAŞBUĞ , BYTE dergisi, Şubat 1994
8. <http://www.geocities.com/Athens/olumpus/neural.htm> Yapay Sinir Ağları, Eyyüb Volkan ÇEKTİMUR
9. Neural Networks for Identification, Prediction and Control, Duc Truong Pham and Xing Liu, London , 1997
10. FREEMAN J.A. and SKAPURA D.M. Neural Networks
11. <http://www.dpt.gov.tr> , Devlet planlama Teşkilatı
12. <http://www.die.gov.tr> , Devlet İstatistik Enstitüsü

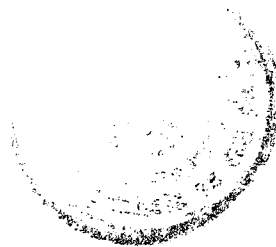
ÖZGEÇMİŞ

Metin AYDOĞDU 1971 yılında Konya'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Konya'da tamamladı. 1989 yılında Konya İmam-Hatip Lisesinden mezun oldu. Aynı yıl Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümüne girdi.

1993 yılında bu bölümden mezun oldu ve özel sektörde Endüstriyel Otomasyon Uygulamaları konusunda çalışmaya başladı.

Halen Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Elektronik Mühendisliği Ana bilim dalında master yapmaktadır.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**



EK - 1

EK - 2



EK - 3

Train Verileri

20/04/1999	382183	207776	2881362	5018
21/04/1999	382402	208247	2896880	4981
22/04/1999	384101	207739	3000000	5154
26/04/1999	384566	208030	3487500	5305
27/04/1999	386138	209511	2894868	5295
28/04/1999	386560	209860	3487500	5483
29/04/1999	386247	210657	2902644	5440
30/04/1999	387750	210228	2900661	5354
03/05/1999	388375	210408	3487500	5393
04/05/1999	389833	211197	2909982	5451
05/05/1999	390587	211168	3500000	5580
06/05/1999	389405	212419	3500000	5590
07/05/1999	387707	214109	3500000	5606
10/05/1999	388380	214144	3500000	5668
11/05/1999	390365	214280	3500000	5811
12/05/1999	390554	214703	3500000	5457
13/05/1999	390554	213849	3587500	5405
14/05/1999	393508	213792	3587500	5656
17/05/1999	393089	214610	3587500	5544
18/05/1999	394376	215433	3587500	5703
20/05/1999	394666	215753	3587500	5653
21/05/1999	396346	215598	3587500	5496
24/05/1999	397824	215100	3587500	5272

Train Veri Dosyası

0,008734	0,105290	0,056607	0,802893	0,000010
0,008734	0,105351	0,056738	0,807225	0,000000
0,008734	0,105825	0,056596	0,836009	0,000048
0,008735	0,105955	0,056678	0,972087	0,000090
0,008736	0,106394	0,057091	0,806663	0,000088
0,008736	0,106511	0,057189	0,972087	0,000140
0,008736	0,106424	0,057411	0,808834	0,000128
0,008737	0,106844	0,057291	0,808280	0,000104
0,008737	0,107018	0,057341	0,972087	0,000115
0,008738	0,107425	0,057562	0,810882	0,000131
0,008738	0,107635	0,057554	0,975576	0,000167
0,008738	0,107306	0,057903	0,975576	0,000170
0,008739	0,106832	0,058375	0,975576	0,000174
0,008739	0,107019	0,058384	0,975576	0,000192
0,008740	0,107573	0,058422	0,975576	0,000232
0,008740	0,107626	0,058540	0,975576	0,000133
0,008740	0,107626	0,058302	1,000000	0,000118
0,008740	0,108451	0,058286	1,000000	0,000188
0,008741	0,108334	0,058514	1,000000	0,000157
0,008742	0,108693	0,058744	1,000000	0,000202
0,008742	0,108774	0,058833	1,000000	0,000188
0,008742	0,109243	0,058790	1,000000	0,000144
0,008743	0,109656	0,058651	1,000000	0,000081

Test Verileri

25/05/1999	399249	215850	3587500	5086
26/05/1999	399249	216644	3587500	5078
27/05/1999	400763	215869	3587500	5265
28/05/1999	402645	215215	3587500	5247
31/05/1999	402551	215701	3587500	5069
01/06/1999	404642	216365	3500000	5127
02/06/1999	405358	216065	3500000	4969
03/06/1999	406423	215905	3500000	4986
04/06/1999	406923	216088	3500000	5366
07/06/1999	408582	215506	3500000	5299

Test Veri Dosyası

0,008744	0,110053	0,058861	1,000000	0,000029
0,008744	0,110053	0,059082	1,000000	0,000027
0,008744	0,110476	0,058866	1,000000	0,000079
0,008744	0,111001	0,058683	1,000000	0,000074
0,008745	0,110975	0,058819	1,000000	0,000025
0,008746	0,111559	0,059004	0,975576	0,000041
0,008746	0,111759	0,058921	0,975576	-0,000003
0,008746	0,112056	0,058876	0,975576	0,000001
0,008746	0,112195	0,058927	0,975576	0,000107
0,008747	0,112658	0,058765	0,975576	0,000089

Tarih	DOLAR	MARK	ALTIN	Endeks
1	2	3	4	1
20/04/99	382.183	207.776	2.881.362	5.018
21/04/99	382.402	208.247	2.896.880	4.981
22/04/99	384.101	207.739	3.000.000	5.154
26/04/99	384.566	208.030	3.487.500	5.305
27/04/99	386.138	209.511	2.894.868	5.295
28/04/99	386.560	209.860	3.487.500	5.483
29/04/99	386.247	210.657	2.902.644	5.440
30/04/99	387.750	210.228	2.900.661	5.354
03/05/99	388.375	210.408	3.487.500	5.393
04/05/99	389.833	211.197	2.909.982	5.451
05/05/99	390.587	211.168	3.500.000	5.580
06/05/99	389.405	212.419	3.500.000	5.590
07/05/99	387.707	214.109	3.500.000	5.606
10/05/99	388.380	214.144	3.500.000	5.668
11/05/99	390.365	214.280	3.500.000	5.811
12/05/99	390.554	214.703	3.500.000	5.457
13/05/99	390.554	213.849	3.587.500	5.405
14/05/99	393.508	213.792	3.587.500	5.656
17/05/99	393.089	214.610	3.587.500	5.544
18/05/99	394.376	215.433	3.587.500	5.703
20/05/99	394.666	215.753	3.587.500	5.653
21/05/99	396.346	215.598	3.587.500	5.496
24/05/99	397.824	215.100	3.587.500	5.272
25/05/99	399.249	215.850	3.587.500	5.086
26/05/99	399.249	216.644	3.587.500	5.078
27/05/99	400.763	215.869	3.587.500	5.265
28/05/99	402.645	215.215	3.587.500	5.247
31/05/99	402.551	215.701	3.587.500	5.069
01/06/99	404.642	216.365	3.500.000	5.127
02/06/99	405.358	216.065	3.500.000	4.969
03/06/99	406.423	215.905	3.500.000	4.986
04/06/99	406.923	216.088	3.500.000	5.366
07/06/99	408.582	215.506	3.500.000	5.299