

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

77730

TÜRKİYE HABERLEŞME SEKTÖRÜNDE
TELEFON ABONESİ TAHMİNİNDE YENİ BİR
YAKLAŞIM

77730

Osman SARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul KARAÇUHA

GEBZE
1998



Bu tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 03.07.98... tarih ve 98/14 (A) sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından ..Elektirik... Alanında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRI

ÜYE
(Tez Danışmanı)

Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul Karanlık
B. Karanlık

ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Murat İsmail

Murattürk

ÜYE

Yrd. Doç. Dr. İsmail Kılıç.

İsmail Kılıç

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 23/07/1998... tarih ve 98/20 sayılı kararı.

İmza / Mühür

Murattürk

ÖZET

Bilgi teknolojileri dünya ekonomisinde büyük bir yer almaya devam etmektedir. Telefon ağı üzerinde konuşmanın yanı sıra daha çok yeni hizmetler verilmesine imkan tanımaktadır. Türk Telekom'un gelirinin büyük bir kısmı abone konuşmalarından elde edilmektedir. İleri ki yıllarda konuşma geliri yanı sıra, asıl gelir konuşmaya dayalı yeni hizmetlerden elde edilecektir.

Türkiye'nin gelişmişlik süreci içersinde, telefon gelirlerinin artırılması için ve yatırımlardan almış olduğu payların büyütülmesi yolunda çalışmalar yapılması lazımdır. Sektörün bu günkü durumu göz önünde bulundurulmuştur.

Yapılan tahmin analizi, yapılacak yatırımların en az hatayla planlanması için göz önünde bulundurulmalıdır.

1979-1997 yıllarına ait sayısal veriler literatür çalışmasıyla, 1998-2000 yıllarına ait veriler ise Zaman Serileri yardımıyla bulunmuştur. Bu çalışma zaman serileri ile YSA'nın değerlendirilmesi olarak göz önünde bulundurulabilir.

Yapılan analizde %3 hata altına ulaşılmasıyla, yeni bir yaklaşım olarak ortaya konmuştur.

SUMMARY

Knowledge technologies continue to take a large in universal economy. Along with the conversation on telephone net, large scale opportunities for new services are being supported. A large portion of Türk Telecom's revenues are being made available by telephone subscribers conversation.

It is necessary to spent efforts during development period of Turkey, aiming at increasing revenues obtained from telephone conversations and from the shares obtained from investments.

Present situation of the sector has been taken into consideration.

Recently performed estimation analysis should be considered to take place for the purpose of planning the investments with minimum mistakes.

Statistical data concerning 1979-1997 period have been made available by being obtained periodically.

Having been reached to a less than 3% error a new approach has been introduced.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasına başlarken konu seçiminde yardımları , yönlendirici kaynaklar tavsiye ve destekleriyle tez danışmanım Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Elektronik Ana Bilim Dalı Bölüm Başkanı Sayın Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul KARAÇUHA' ya teşekkür ederim.

Eğitimim süresince yönlendirici yardımlarından dolayı Niğde Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Adnan GÖRÜR'e, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Ragıp BAŞBUĞ'a ,Yıldız Teknik Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Osman KILIÇ'a, sabırlarından dolayı eşim ve çocuklarıma teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
ÇİZİMLER DİZİNİ	xiv
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1 Konu ve önemi	1
1.2 Tezin amacı ve içeriği	2
BÖLÜM 2. SEKTÖRÜN GENEL TANITIMI	3
2.1 Genel görünüm	4
2.2 Türkiye'nin konumu	6
BÖLÜM 3. YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA)	15
3.1 Yapay sinir ağları	15
3.1.1 Yapay sinir ağları tipleri	15
3.1.1.1 Yapısal sınıflandırma	16
3.1.1.2 Öğrenme algoritmaları sınıflandırılması	16
3.2 Ağ örnekleri	17
3.2.1 MLP (Multi-Layer Perceptron)	17
3.2.2 LVQ (Learning Vector Quantization) ağı	20
3.2.3 GMDH ağı	21
3.2.3.1 Widrow-Hoff öğrenme kuralı	24
3.2.3.2 GMDH algoritması	25

3.2.4 Hopfield ağı	27
3.2.5 Elman ve Jordon ağı	29
3.2.6 Kohenen ağı	29
3.2.7 Art ağı	31
3.3 Yapay sinir ağı uygulamaları	32
3.3.1 YSA'nın uygulanmalarının sınıflandırılması	32
3.3.2 YSA'nın mühendislik uygulamaları	34

BÖLÜM 4. TELEFON ABONESİ TAHMİNİ İÇİN ÖRNEK BİR UYGULAMA

35

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

65

KAYNAKLAR

67

ÖZGEÇMİŞ

69

SİMGELER VE KISALTMALAR

GSMH Gayri Safi Milli Hasıla

KGSMH Kişi başına Gayri Milli Hasıla

YSA Yapay Sinir Ağları

SANTRAL KAPASİTESİ Aboneye dönüştürülebilecek Maksimum sayı

BEKLEYEN TALEP Aboneleşme isteği olan yazılı sayı

PTT Posta, Telgraf, Telefon

ABONE YOĞUNLUĞU 100 kişiye düşen abone sayısı

SSY Sabit Sermaye Yatırımları

MLP Multi-Layer Perceptron

LVQ Learning Vector Quantization

CMAK Cerebellar Model Articulation

GMDH Group-Method of Data Handling

GA Genetik algoritma

ART Adaptive Resonance Teory

BP Geriye yayılma algoritması

NORMALİZE Değerlerin -1 ila $+1$ arasında ayarlanması

FEED BACK Geri besleme

S_E Arzulanan Çıktılar Toplamı

P Sınıf sayısı

N Nöron sayısı

W_i V_i ' nin normalize edilmiş hali



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Bir MLP ağı örneği	19
Şekil 3.2 Basit bir genetik algoritma	19
Şekil 3.3 Bir LVQ	21
Şekil 3.4 Bir öğretilmiş GMDH ağı	23
Şekil 3.5 Bir GMDH nöronun yapısı	24
Şekil 3.6 Bir Hopfield ağı	28
Şekil 3.7 Bir Elman ağı	29
Şekil 3.8 Bir Jordon ağı	30
Şekil 3.9 Kohonen ağı	31
Şekil 3.10 ART-1 ağı	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.2.1 Kimi ülkelerde telefon hat sayıları ve yıllık büyüme hızı (1980-1995).	7
Çizelge 2.2.2 Kimi ülkelerde abone yoğunluk değerleri (1980-1995).	7
Çizelge 2.2.3 Bazı ülkelerdeki telekomünikasyon gelirleri ile yıllık büyüme hızı değerleri (1980-1990).	8
Çizelge 2.2.4 Kimi ülkelerdeki sivil telekomünikasyon üreticilerinin 1990 yılı içindeki gelir kaynakları.	9
Çizelge 2.2.5 Türk Telekom A.Ş.'nin gelirleri ile KGSMH'nin karşılaştırılması (1980-1997).	9
Çizelge 2.2.6 Türk Telekom A.Ş.'nin yatırım harcamaları (1980-1997).	10
Çizelge 2.2.7 Türk Telekom A.Ş.'nin kamu sabit yatırımlarında sektörler içindeki yeri (1991-1997).	10
Çizelge 2.2.8 Türk Telekom A.Ş.'nin sabit sermaye yatırımları ve gayri safi milli hasıladan almış olduğu paylar (1980-1997).	11
Çizelge 2.2.9 Türk Telekom yatırımlarının sabit sermaye yatırımları ve gayri safi milli hasıla ile karşılaştırılması (1993-1997).	11
Çizelge 2.2.10 Türk Telekom A.Ş.'nin hizmet türlerine göre gelirleri (1995-1997).	11
Çizelge 2.2.11 Türk Telekom A.Ş.'nin hizmet türlerine göre giderleri (1995-1997).	12

Çizelge 4.1. a, b Gerçek giriş değerleri Türkiye geneli için (1979-1997).	36,37
Çizelge 4.2. a, b Normalize giriş değerleri Türkiye geneli için (1979-1997)	38,39
Çizelge 4.3. a, b Gerçek test değerleri Türkiye geneli için (1979-1997).	40,41
Çizelge 4.4. a, b Normalize test değerleri Türkiye geneli için (1979-1997).	42,43
Çizelge 4.5 Yapay sinir ağı parametreleri (1979-1997).	44
Çizelge 4.6. a, b, c, ç, d, e, f, g Zaman serileri ile elde edilmiş trend değeri ve conjonksiyon dalgalanma değeri (1990-1997).	46-53
Çizelge 4.7. a, b, c Zaman serileri ile 1998, 1999, 2000 yılı tahminleri.	54-56
Çizelge 4.8. a, b Geçek giriş değerleri (1979-2000).	57,58
Çizelge 4.9. a, b Normalize giriş değerleri (1979-2000).	59,60
Çizelge 4.10. a, b Test giriş değerleri (1979-2000).	61,62
Çizelge 4.11 Yapay sinir ağı parametreleri (1979-2000).	63

ÇİZİMLER DİZİNİ

Çizim 2.1 Türk Telekom (PTT) 'un santral kapasitesi ve bağlı abone sayıları (1980-1997).	12
Çizim 2.2 Türk Telekom santral hat kapasitesi, bağlı abone sayısı ve bekleyen abone talepleri (1980-1996).	13
Çizim 4.1 Normalize test değerleri ile YSA tahmin değerlerinin karşılaştırılması (1979-1997).	44
Çizim 4.2 Gerçek test değerleri ile YSA tahmin değerlerinin karşılaştırılması (1979-1997).	44
Çizim 4.3 Normalize test değerleri ile YSA tahmin değerlerinin karşılaştırılması (1979-2000).	63
Çizim 4.4 Gerçek test değerleri ile YSA tahmin değerlerinin karşılaştırılması (1979-2000).	63

BÖLÜM 1 GİRİŞ

1.1 Konu ve önemi

1793' de Chappe'nin havai telgrafi kurması ve 10 Mart 1876' da Amerikalı Graham Bell' in boston' da sesi iletmeyi başarmasıyla Telekomünikasyonun temelleri atılmaya başlanmıştı.

Telekomünikasyon; İşaretlerin, haberin, yazıların, resimlerin, seslerin veya her çeşit bilgilerin tel, radyo, optik veya başka sistemlerle iletimi, yayımı veya alınmasıdır.

“Telekomünikasyonu oluştururken her türlü uç cihazları (telefon apereyleri, seri telefon sistemleri, tele printerler, telefaks, teleks, veri modem vb. cihazlar), otomatik telefon santralleri (PTT tipi, kırsal ve PABX santraller, paket anahtarlama veri santralleri), hat konsatratör cihazları, analog ve sayısal çoklama cihazları, radyo-link cihazları, alıcı-verici cihazları, telsiz telefon , telsiz telgraf alıcı cihazlar, fiberoptik hat cihazları ve terminalleri vb. cihazlar girmektedir.” [DPT V11 Kalkınma planı, 1994]

Telekomünikasyon sektörü yatırımlarının Gayri safi milli hasıla ve Sabit sermaye yatırımlarından aldığı paylar incelendiğinde, ekonomik etkileşimi açıkça gözlenmektedir. Gayri safi milli hasıla değeri ile hat kullanımı derinliği arasındaki bağ ortalama olarak, GSMH'nin her 1000 \$ lık artış, her yüz kişiye düşen hat sayısında 1,36'lık bir artışa düşmesidir. Bu da göstermektedir ki, telekomünikasyon ağının gelişmesi ekonominin gelişmesine de bağımlılık göstermektedir.

Elektronik sektör üretiminin dünyada yaklaşık 1 Trilyon \$ civarında ve bu rakamın dünya GSMH'sı içinde de % 10 luk bir paya sahip olduğu bilinmektedir. Türkiye'de elektronik sektörü' üretimi, yaklaşık 2 Milyon \$ civarındadır. Telekomünikasyon için hizmet üretiminden 150 Milyon \$ civarındaki payı alt yapı tesisat üretimi almaktadır. Dünyada böyle bir rakama ulaşmasına rağmen, ülkemizde aldığı pay 600-700 Milyon \$ civarlarındadır.

Büyük yatırım ve iyileştirme devamlılığı arz eden bu sektör, KAFOS(Karedeniz fiber optik kablo projesi), ITUR(İtalya-Türkiye-Ukrayna-Rusya Deniz altı fiber optik kablo projesi), TBL(Trans balkan link), TAE(Trans Asya-Avrupa fiber optik kablo sistemi), uydu sistemleri vb. ortak yatırımlarla sınır gözetmemektedir. Yapılan ortak yatırımlarla, ülkenin döviz girdi-çıktı ve dış alım-satım değerlerini de etkilemektedir.

Yapılan hizmetlerin, ihtiyaç karşılayabilmesi için planlanan programların ihtiyacı karşılayamaması durumunda yapılacak revize programların en aza indirilmesi gerekmektedir. Planlanan yatırımlar, ürün-üretim teknolojisinde genellikle modernizasyona yönelik ve ekonomik işletilmesi gerektiğinden istihdam edilecek uzman ve nitelikli eleman sayısını artıracaktır.

Telekomünikasyon yatırımlarının oluşabilecek telefon abonesi tespitlerine göre en verimli şekilde uygulanmasını sağlamaktır. Bu tezin asıl amacında budur.

1.2 Tezin amacı ve içeriği

Günümüzde iletişim, tüm dünyada neredeyse tek bir çatı altında toplanmıştır. İletişim sektöründe başarılan gelişmeler büyük bir hızla devam etmektedir. Halbuki bir ülkenin gelişmişlik durumu eskiden ağır sanayi gücüne bağlı olarak değerlendirilirdi. Bu ölçü artık bilgisayarlaşma, iletişim teknolojisi ve erişilen bilgi üretim seviyesiyle yer değiştirmiştir.[Turkish electronic industry association, 1997]

Bu tezin amacı, telekomünikasyon sektörünün gelir kaynağı olan telefon abonelerinin tespiti ile gerekli yatırımların ona göre tasarlanmasıdır. Bu yıllarda yatırımların karşılığı abone sayılarıyla değerlendirilmektedir. İleriki yıllarda abone görüşmeleri gelirleri yerine, sektör ürünlerinin üretimi' de pay alacak olsa da abone sayısı ile sektör ürünlerinin de paralelliği devam edecektir.

Ülkemizde kısaca özetlemek gerekirse; santral kapasitesi 1979'da 1 382 647, 1988'de 5 817 563, 1994'de 13 894 089, 1996'da 15 812 138,1997'de17 384 265

rakamına ulaşmış iken abone sayısı/bekleyen abone talepleri 1979'da 1 092 137/1 535 277, 1988'de 4 910 911/1 337 229, 1994'de 12 212 257/654 528, 1996'da 14 286 478/752 735, 15 744 020/10 089 olduğu gözlenmiştir.

Yapılan yatırımlar sonucu bekleyen abone talepleri aza indirilmiş olmasına rağmen tamamen eritememektedir. Oluşabilecek bekleyen abone tespitlerinin sağlanması, yapılacak yatırımların bekleyen abone taleplerini en aza indirebilmek için mühendislik bilgileriyle etken kabul ettiğimiz parametreleri (GSMH, KGSMH, Nüfus, İthalat, İhracat, Enerji tüketimi, Telekom santral hat kapasitesi, abone sayısı, bekleyen abone talep sayısı vb.) ile Yapay Sinir Ağları(YSA)'da yapılan hesaplamalarda, ulaşılmış olan aboneleşme sayısının kontrolü ve gelecek için tahmin hesaplamaları yapılmıştır.

Kısaca"Haberleşme hizmetlerine olan talebin beklemesiz olarak karşılanabilmesi için programların en hatasız şekilde yapılıp uygulanması için yeni bir yaklaşım"tezin amacını açıklayabiliriz.

Bölüm 2'de sektörün genel tanıtımı, Bölüm 3'de yapay sinir ağlarının tanıtımı, Bölüm 4'de ise etken kabul ettiğimiz değerlerin YSA'ı ile değerlendirme yapılacaktır.

BÖLÜM 2 SEKTÖRÜN GENEL TANITIMI

2.1 Genel görünüm

“Bu gün telekomünikasyon, önemli bir üretkenlik göstergesi olarak değerlendirilmekte olup, bu nedenle her ülkenin ekonomisi üzerinde oldukça büyük bir etkisi vardır.

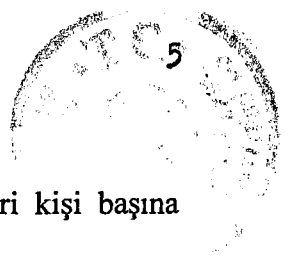
Verimli bir telekomünikasyon yapısı kurmak ve yaşatmak için yalnızca gelen isteğe bağlı bir telekomünikasyon ağının genişletilmesi yeterli olmayıp en uygun çağdaş teknoloji’ nin de uygulanması gerekmektedir.

Telekomünikasyon sektörü bu açıdan çok önemli bir görev üstlenmektedir.

1983 yılında iletişim ağının çağdaşlaştırılması için Türk Telekom’un almış olduğu önlemler sonucu telekomünikasyon sektöründe önemli bir gelişme kazanılmış ve buna koşut olarak ülkemiz bu alanda başka ülkelerin düzeyine yaklaşabilmiştir. 1993 yılında yayınlanan 1993 Communications Outlook adlı OECD raporunda, 1980-1990 yılları arasında 24 OECD ülkesindeki telekomünikasyon pazarına ilişkin bilgiler verilmektedir. Bu raporda, telekomünikasyon alanındaki çeşitli göstergelere ilişkin değerler için yapılan karşılaştırmalı çizelgelerde, Türkiye’nin bu konumu doğrulamaktadır.

1991 yılı başından bu yana telekomünikasyon sektörü geçmiştekinden daha büyük, daha karlı ve çok daha yönlü bir konuma gelmiştir. Son birkaç yılda sivil telekomünikasyon yatırımlarının artması sonucu, gelecekteki büyümenin çok daha görkemli olacağı anlaşılmaktadır. Telekomünikasyon sektöründe gerçekleştirilen bu başarı birkaç istatistiksel bilgi ile kolayca kanıtlanabilir. Şöyle ki,

- Telekomünikasyon hizmetleri endüstrisi 1990 yılında dünyada 367 milyar \$ gelir sağlamış olup, bu rakam her yıl yaklaşık yüzde 4,5 bir hızla artmaktadır,
- Sivil telekomünikasyon hizmetlerinin dünya Gayri Safi Milli Hasılasındaki payı 1980 yılında yüzde 1,8 iken, 1990 yılında yüzde 2,3’e yükselmiştir,



- 1990 yılında, OECD bölgesindeki telekomünikasyon işletmeleri kişi başına ortalama 100 \$ lık bir yatırımı gerçekleştirmişlerdir,
- İletişim ağına eklenen yeni abonelerin sayısındaki artış hızı, pazarın doymasına yaklaşıldığında yavaşlayacak olmasına karşın, son on yıllık dönemin ikinci yarısında yıldan yıla büyüme olarak yüzde 4,4 rakamına yükselmiştir,
- Ağın gerçekleştirilmesi ve işçilik verimi göz önüne alındığında, verimlilik her yıl yüzde 5 oranında artmaktadır,
- Telekomünikasyon işinin en karlı parçasını oluşturan uluslararası trafik, son iki yılda artan faks trafiğine ve düşen konuşma ücretlerine bağlı olarak yüzde 43 gibi inanılmaz bir oranda büyümüştür.

Belirli kimi hizmetlerin abone sayıları büyük bir oranda artmıştır. Örneğin,

- 1980 yılında ofislerde kullanılan faks terminallerinin sayısı sınırlı iken, bugün OECD bölgesinde 30 milyonu aşmıştır,
- Aynı biçimde, 1980 yılında mobil iletişim hizmeti kullanıcısı,yok diyebilecek sayıda iken, bugün bu sayı OECD ülkelerinde 11 milyonun üzerindedir,
- Kullanıma sunulan mobil, metin, veri ve görüntü hizmetleri büyük ölçüde genişlemiştir.

Geleneksel telefon hizmeti bugün, dünya telekomünikasyon işletmelerinin toplam cirolarının dörtte üçünden aşağı olup, 1980 yılında bu oran % 87 iken, veri iletişimi ve mobil iletişiminin artması nedeniyle azalmıştır.”[DPT V11 Kalkınma planı, 1994]

2.2 Türkiye'nin konumu

Ülke telekomünikasyon sektörünün en güçlü kuruluşu olan Türk Telekom temeli 1840'lı yıllara dayanmaktadır. 1953 yılında İktisadi Devlet Teşekkülü, 1984 yılında da Kamu İktisadi Kuruluşu kimliğini kazanan PTT genel müdürlüğü 25 Nisan 1995 yılında bölünmesiyle, Türk Telekom A.Ş. ve Posta İşletmeleri Genel müdürlüğü olarak iki şirket ortaya çıkmıştır. Telefon, telgraf ve teleks haberleşmeleri yanısıra telefoto, faksimile, radyo ve televizyon program nakli, data transmisyonu(veri iletimi) hizmetlerini de sunmaktadır.

Ülkemizde çağdaş teknolojilerin ilklerini uygulamakta dünya ülkeleriyle yarışını devam ettirmektedir. Şöyle ki,

Televizyon programına uygun geniş bantlı radyolink sistemini 1971, uluslararası denizaltı kablo bağlantısı olan Türkiye İtalya denizaltı koaksiyel kablo bağlantısını 1977, fiber optik kablo sistemi yer istasyonu ile Ankara (Yenişehir santrali) arasında 1985, Uydular aracılığı ile bağlantı sağlayan yer istasyonu Ankara'da 1979, araç telefonu ve çağrı sistemi işletmeye açılarak uydu yer istasyonu (EUTELSAT), mobil uydu ile telefon ve televizyon bağlantısı 1986, BAYKOK (Batı Anadolu yer koaksiyel kablo) sistemi 1987, kablo-TV ve tele-bilgi hizmetlerini 1988, 3'üncü uydu yer istasyonu (INTERSAT), INMERSAT deniz uydu sistemi ve TURPAK (akıllı şebeke) hizmeti 1989, EMOS İtalya denizaltı fiber kablo bağlantısı 1991 ve TURKSAT-1B uydu sistemini 1994 yılında uygulamaya koymuştur.[T.C. Ulaştırma Bakanlığı, 1993]

Toplumsal yaşamın vazgeçilmez unsuru olan telekomünikasyon hizmetlerindeki teknolojik gelişmeleri sürekli takip ederek karşılamış, özellikle 1980'li yıllardan sonra yaptığı dev adımlarla, telekomünikasyon alanında Avrupa ülkelerinin bir çoğuna teknoloji ve teşkilat olarak örnek gösterilebilecek bir konuma ulaşmıştır.

Türk Telekom A.Ş. ülke genelinde yayılmış üniteleriyle 1997 yılı itibariyle 75 177 personelle hizmetlerini sürdürmektedir. Ülke istihdamı açısından da önemli bir paya sahiptir.

Ülke genelinde zarar sağlayan illeri olsa da, genelde bakıldığında kar sağlayan kurumlar arasında ilk beş sırada devamlı bir konum arz etmektedir.

1980 yılında 1 148 000 olan abone sayısı yapılan atılımlarla 1995 yılında 13 228 000 rakamına, 100 kişiye düşen abone yoğunluğu ise 2,57 oranından 21,16'lara ulaşmıştır. Abone yoğunluğu kimi Avrupa ülkelerinin ortalaması altında olmasına rağmen, 1990 yılında yaklaşık 8 kişi hattı paylaşıırken (8 kişiye bir telefon) 1995 yılında bu rakam hat ortak kullanımında 5 kişi olarak gözlenmiş (Çizelge 2.2.1, 2.2.2) 1996 yılında ise 24.70'e ulaşmıştır. Artış hızı ise diğer belirlenen kimi ülkelerden fazladır.

	Toplam abone sayısı (x 1000)				Yıllık büyüme hızı (%)		
	1980	1985	1990	1995	1980-85	1985-90	1990-95
Türkiye	1148	2248	6861	13228	95,8	205	92,7
İsviçre	2839	3277	3943	4319	15,4	20,3	9,5
İtalya	13017	17396	22350	24854	33,4	28,4	11,2
Polanya	1943	2458	3293	5729	26,5	33,9	73,9
Yunanistan	2270	3117	3949	5163	37,3	26,6	30,7

Çizelge 2.2.1 Kimi ülkelerde telefon hat sayıları ve yıllık büyüme hızı (1980-1995).

	100 kişi başına yoğunluk			
	1980	1985	1990	1995
Türkiye	2,57	4,37	12,1	21,16
İsviçre	44,46	50,15	58,02	61,34
İtalya	22,77	30,4	38,69	43,35
Polanya	5,44	6,66	8,62	14,84
Yunanistan	23,45	31,32	38,51	49,32

Çizelge 2.2.2 Kimi ülkelerde telefon abone yoğunluk değerleri (1980-1995).

“Telekomünikasyon işletmelerinin hizmet geliri kimi ülkelerdeki telekomünikasyon pazarının çapının bir göstergesi olmaktadır (Çizelge 2.2.3) . 1980 yılında OECD bölgesindeki sivil telekomünikasyon pazarının toplam değeri 233 milyar \$ iken, 1990 yılında bu değer 368 milyar \$ olmuştur. Başka bir deyişle,

1980'lerin ilk yarılarında bu artış ortalama yüzde 5,18 oranında, son yıllarında ise yüzde 4.43 oranında olmuştur ki, bu büyüme hızı başka sektörlerle yada ulusal ekonomilerle karşılaştırıldığında oldukça yüksek bir rakamdır.

1990 yılında Türkiye telekomünikasyon pazarının tüm OECD ülkeleri içindeki payı yüzde 0.6 dolayında olup değeri 2 milyar \$'dır. Hizmet gelirlerinin gelişme hızı 1980'lerin ilk yarısında yılda yüzde 18,35 iken ikinci yarıda bu oran yüzde 11,57'ye gerilemiştir. Bu oran yinede OECD ortalamasının üç katına yakındır"[DPT V11 Kalkınma planı, 1994].

	Gelir (Mil \$)	Yıllık büyüme hızı (%)	
	1990	1980-85	1985-90
Türkiye	2065,03	18,35	11,57
Avusturalya	8716,3	7,31	9,88
Almanya	25116,96	1,35	2,4
Yunanistan	1292,84	4,72	4,04
İtalya	16666,11	7,84	1,11
Portekiz	1480,39	11,16	2,02
ABD	173961	6,19	5,13
Japonya	43621,6	1,83	2,8
AT-2	107177,5	5,26	3,61
OECD	367847,84	5,18	4,43

Çizelge 2.2.3 Bazı ülkelerdeki telekomünikasyon gelirleri ile yıllık büyüme hızı değerleri (1980-1990).

OECD ülkelerinde sivil telekomünikasyon işletmecilerinin 1990 yılındaki gelirlerinin kaynakları Çizelge 2.2.4 de verilmiştir.

Telekomünikasyon sektöründe yapılan yatırım harcamaları, gelirler ve Gayri Safi Milli Hasıla gibi göstergelere bağlı değişimlerdir (Çizelge 2.2.5, Çizelge 2.2.6). Bu rakamlar yapılacak yatırımlar için geçmiş bir değerlendirme anlamına da gelmektedir. Abone artışlarına bağlı olarak kişi başına Telekom geliri KGSMH ile bir orantı içersinde artması, ülkenin bir gelişmişliğinin bir belirtisidir.

	Toplam gelir	Telefon şebeke geliri	Bağlantı	Kira	Konuşma ücreti	Teleks	Diğer
	Mil(\$)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Finlandiya	2222,3	65,7	5,4	6,9	53,4	0,5	33,8
Fransa	18913	85,1	1	15,6	68,5	1,7	13,2
Almanya	25117	85,4	0,8	24,1	54,7	5,7	9
Yunanista	1292,8	83,3	1	21,7	60,6	2,9	13,8
İrlanda	1292,6	81,6	1,7	17,3	62,7	0,9	17,4
İtalya	16666,1	90,4	2,6	21,6	64,9	2	7,5
Hollanda	5480,3	73,1	7,9	31,3	33,9	7,9	19
Y.Zellanda	1366,2	78	10	26	42	1	21,1
İsveç	5308,4	50	4,4	12,3	28,1	4,1	45,9
Türkiye	2065	89,2	8,9	1,3	79	1,1	9,7
ABD	173961	63,2	2,5	28	32,7	0,1	36,8
OECD Ortalaması	367847	71,5	2,9	23,8	42,5,	1,2	27,2

Çizelge 2.2.4 Kimi ülkelerdeki sivil telekomünikasyon üreticilerinin 1990 yılı
içindeki gelir kaynakları. [DPT V11 Kalkınma planı, 1994]

	1980	1985	1990	1995	1997	
Abone sayısı	1148	2248	6893	13228	15744	X 10 ³ TL
Telekom geliri	35,2	362,9	5986,9	89218,5	595119,8	X 10 ⁹ TL
Kişi başına Telekom geliri	0,8	7,21	105,9	1436,7	9255,3	X 10 ³ TL
Abone başına Gelir	307	161,4	868,5	6744,6	37799	X 10 ³ TL
KGSMH (cari fiyatlarla)	119	702	7080	127423	455791	X 10 ³ TL

Çizelge 2.2.5 Türk Telekom A.Ş.'nin gelirleri ile KGSMH'nın karşılaştırılması
(1980-1997) [Türk Telekom (PTT) istatistikleri, 1980-1997].

	1980	1985	1990	1995	1997	
Abone sayısı	1148	2248	6893	13228	15744	X 10 ³ TL
Yatırım harcamaları	13,1	23,8	1761	20419	82920,7	X 10 ⁹ TL
Kişi başına						
Yatırım harcamaları	0,29	0,47	30,9	328,8	1289,5	X 10 ³ TL
Abone başına						
Yatırım harcamaları	11,4	10,5	255,4	1543,6	5266,8	X 10 ³ TL
KGSMH (cari fiyatlarla)	119	702	7080	127423	455791	X 10 ³ TL

Çizelge 2.2.6 Türk Telekom A.Ş.'nin yatırım harcamaları ile KGSMH'nin karşılaştırılması(1980-1997)[Türk Telekom (PTT) istatistikleri, 1980-1997].

Türk Telekom A.Ş. 'nin telefon hizmetlerini çağdaştırma ve ağ yapısını genişletme için yapmış olduğu yatırımların kamu sektörleri içindeki payı 1990 yılında % 3,3 düzeyinde iken 1997 yılında % 5,3 düzeyine karşılık 82920,7 Milyar TL düzeyine ulaşmıştır Çizelge 2.2.7, sabit sermaye yatırım ve gayri safi milli hasıladan almış olduğu paylar Çizelge 2.2.8 ve yapmış olduğu gayri safi milli hasıla ve sabit sermaye yatırımlarıyla karşılaştırmaları Çizelge 2.2.9 da verilmiştir. Yıllar itibariyle yapılan telekomünikasyon atılımları ile 1980 yılında 13,1 Milyar TL seviyelerindeyken bu rakam 1990 yılında 1761, 1995 yılında 20419, 1997 yılında 82920,7 Milyar TL gibi bir rakama ulaşmıştır. Yatırım harcamalarının büyüklüğü yeni teknolojilerin ülkeye girişi ve modernizasyonu sağlamaya yarayacaktır.

(Milyar TL)

Sektörler	1991	%	1993	%	1995	%	1997*	%
Türk Telekom	3628,9	3,5	13715,6	4,63	20419,1	6,9	82920,7	5,3
Enerji	15463	9,4	19848	6,71	37433	12,7	201516	12,9
Eğitim	6759,7	4,1	12105	4,09	27365	9,3	186686	11,9
Tarım	11763	7,1	20921	70,7	27983	9,5	146784	9,4
Diğerleri	127144	75,9	229384	13,9	1726574	61,6	6741862	60,5
Toplam	164758	100	295974	100	1839774	100	7359769	100

(*) Tahmini

Çizelge 2.2.7 Türk Telekom A.Ş.'nin kamu sabit yatırımlarında sektörler içindeki yeri (1991-1997)[Türk Telekom (PTT) istatistikleri, 1980-1997].

(Milyar TL)

Yıllar	GSMH	GSMH'daki payı %0	SSY	SSY'daki payı %0	Türk Telekom
1980	4435,2	3	863	15,3	13,2
1985	27715,2	8,5	5441,5	43,7	238,1
1990	280865,9	7,5	63010,3	33,2	2093,5
1995	7854887	2,6	1839774	11,1	20419,1
1997	29054455*	2,9	7359767*	11,3	82920,7

Çizelge 2.2.8 Türk Telekom A.Ş.'nin Sabit sermaye yatırımları(SSY) ve Gayri safi milli hasıla(GSMH)'dan almış olduğu paylar (1980-1997).

(milyar TL.)

	1993	1994	1995	1996	1997
Gayri safi milli hasılı (GSMH)	1 997 323	3 887 903	7 854 887	14 978 000	29 054 455
Sabit sermaye yatırımı (SSY)	505 867	946 189	1 839 774	3 743 299	7 359 769
Türk Telekom yatırımı	13 716	19 054	20 419	35 273	82920

Çizelge 2.2.9 Türk Telekom A.Ş. yatırımlarının SSY ve GSMH ile karşılaştırılması (1993-1997).

Türk Telekom'un 1995-1997 yıllarındaki hizmet türlerine göre gelir ve giderleri Çizelge 2.2.10, 2.2.11 verilmiştir. Toplam değerlerde Telefonun gelirlerdeki payının büyük, ve giderlerdeki payının küçük olması Türk Telekom'un temel işlevinin Telefon hizmetlerinin olduğu göstergesidir. Telefonun gelir artış yüzdesi 1996 yılında % 157, 1997 yılında % 155 düzeyine ulaşmıştır. 1997 yılı için 595 119 890 milyon TL'lık gelirin 544 988 133 milyon TL'lık kısmı telefon gelirlerine karşılık gelmektedir.

(Milyon TL.)

Yıllar	Telefon	Artış %'si	Teleks	TRT vericileri	Diğerleri	Toplam
1995	83357220		252558		5608805	89218583
1996	213961862	157	368294	1236308	31311536	246878000
1997	544988133	155	384276	3029089	46718392	595119890

NOT: 1995 yılı değerleri son 8 ayı kapsamaktadır.

Çizelge 2.2.10 Türk Telekom A.Ş.'nin hizmet türlerine göre gelirleri (1995-1997) [Türk Telekom istatistikleri, 1995-1997].

(Milyon TL.)

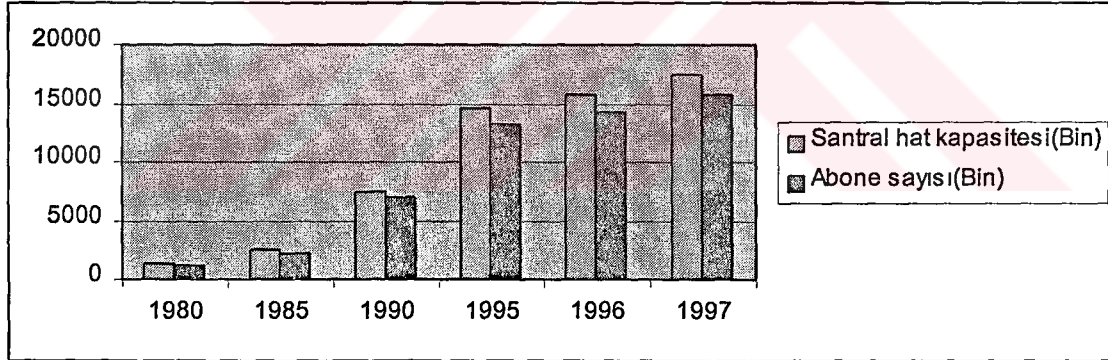
Yıllar	Telefon	Artış %'si	Teleks	TRT vericileri	Diğerleri	Toplam
1995	59158755		433138	2323971	12099728	74015592
1996	121507792	105	716437	4359861	31173334	157757424
1997	245867137	102	1646174	7756326	6626217	2618958854

NOT: 1995 yılı değerleri son 8 ayı kapsamaktadır.

Çizelge 2.2.11 Türk Telekom A.Ş.'nin hizmet türlerine göre giderleri (1995-1997)[Türk Telekom istatistikleri, 1995-1997].

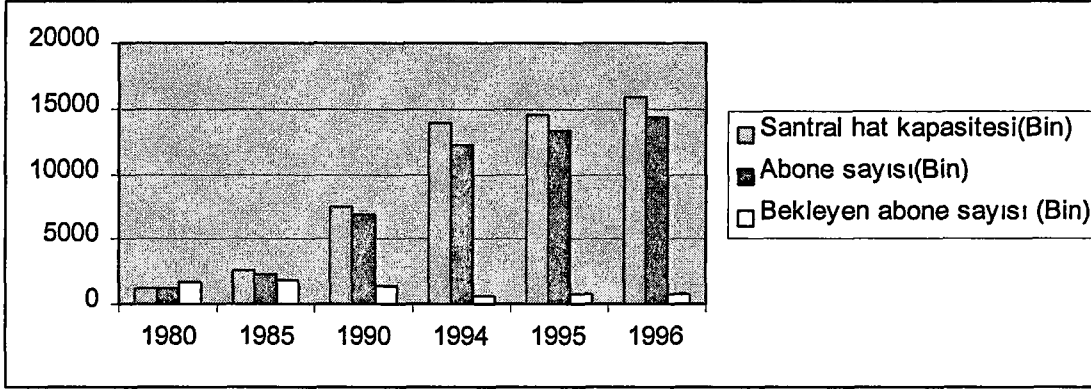
Telekom gelirlerinin KGSMH ile kararlı bir artış gözlememesinin sebebi, abonelerin Telekom hizmetlerindeki kullanım çeşitlerine göre hareket etmesi olarak değerlendirilebilir. Ülkemizdeki telefon santral hat kapasitesiyle bağlı abone sayısının karşılaştırılması Çizim 2.1 de verilmiştir.

	1980	1985	1990	1995	1996	1997
Santral hat kapasitesi(Bin)	1297,6	2566,9	7466,6	14549,9	15812,1	17384,2
Abone sayısı(Bin)	1148	2248	6893	13228	14289	15744



Çizim 2.1 Türk Telekom (PTT) 'un santral hat kapasitesi ve bağlı abone sayıları (1980-1997).

	1980	1985	1990	1994	1995	1996
Santral hat kapasitesi(Bin)	1297,6	2566,9	7466,6	13894	14549,9	15812,1
Abone sayısı(Bin)	1148	2248	6893	12212	13228	14289
Bekleyen abone sayısı (Bin)	1627	1819	1419	654,5	756,2	752,7



Çizim 2.2 Türk Telekom, santral hat kapasitesi, bağlı abone sayısı ve bekleyen abone talepleri (1980-1996).

1980-1990 yıllarında yapılan yatırımlarla bekleyen abone talepleri eritilmeye başlanılmış ve bu rakam 14,289 milyon aboneye karşılık 752,7 bin bekleyen abone sayısına kadar karşılık gelmiştir. Çizim 2.2 'de yıllar itibariyle gelişimi gösterilmiştir. Yapılacak santral kapasitesi ve şebeke çalışmalarıyla ileri ki yıllarda bekleyen abone sayısı en az düzeye indirilebilecek hatta sıfırlanabilecektir. Bu da devletin Türk Telekom yatırımlarına vereceği destekle ulaşılabilir. Halen eleman yetersizliği nedeniyle ülke genelinde telekomünikasyon yatırım hizmetlerinde çalışmaktadırlar.

Yerel endüstride Türk Telekom'un telekomünikasyon yatırımlarına bağlı olarak gelişim göstermiştir. Türk Telekom A.Ş., ihtiyacı olan telekomünikasyon malzeme ihtiyacının önemli bir kısmını ülkemiz kaynaklarından karşılanmaktadır. Ülkemiz telekomünikasyon firmalarına ALCATEL-TELATAŞ, ASELSAN, CENAY, TÜRK KABLO, NETAŞ örnek verilebilir. Türk Telekom'un yapacağı atılımlar firmaların gelişimine destek verecektir.

Daha önceki yıllarla karşılaştırıldığında gelecekteki yıllarda ihracatın daha da gelişeceği sanılmaktadır. Telekomünikasyon ürünleri olarak Kazakistan'a 5.4 milyon dolarlık, Azerbaycana'a 4 milyon dolarlık ihracat gerçekleştirilmiştir.

1996 yılı itibariyle 140 540 bin \$'lık ihracat, 510 956 bin \$'lık ithalat gerçekleşmesi yaşanmıştır.

Türk Telekom GSM lisansının devrini sağlamış 1997 yılı itibariyle özelleştirilme çalışmaları devam etmektedir.



BÖLÜM 3 YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA)

3.1 Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları YSA; insan beyninin çalışma sisteminin yapay olarak benzetimi çalışmalarının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. YSA insan beynindeki bir çok nöronun benzer şekilde yapay olarak basit işlemcilerin birbirlerine değişik etki seviyeleri ile bağlanması ile oluşan karmaşık bir sistem olarak düşünülebilir. YSA insan beynindeki nöronların matematiksel modelleme gayretleri sonucu 1940'larda ortaya çıkmış ancak 1958'lerde bir disiplin haline gelmiştir.

YSA paralel dağıtılmış bir bilgi işlem sistemidir. Bu sistem tek yönlü işaret kanalları ile birbirine bağlanan işlem elemanlarından oluşur. Çıkış işareti bir tane olup isteğe göre çoğaltılabilir. YSA insan beyninin modeli olduğundan çevre şartlarına göre davranışlarını şekillenebilir. Girişler ve istenen çıkışların sisteme verilmesi ile farklı cevaplar verilecek şekilde ayarlanabilir.

YSA'nın geniş çaplı kullanımının en önemli nedeni, klasik tekniklerle ve algoritmalarla çözümü zor problemler yada iyi sonuçlar alınamayan fakat insan beyninin kolayca yapabildiği karmaşık problemler için çözümler üreten etkin bir alternatif oluşturmasındandır.

Beynin yapısı ve onun kendine has işlemini ifade eden birçok YSA tipleri vardır. Bu tiplerin bazıları bu bölümde tanıtılacak ve örnekler verilecektir.

3.1.1 Yapay sinir ağları tipleri

Yapay sinir ağları genellikle birbirine bağlanmış bir çok işlemci elementi veya nöronlardan oluşur. Ara bağlantılarının nasıl düzenleneceği ve bağlantı yapısı ağın yapısına göre kararlaştırılır. Bağlantı ağırlıklarının nasıl değişeceği veya eğitileceği bir öğretim algoritması tarafından yapılır. YSA'lar onların yapısı veya öğrenme algoritmalarına göre sınıflandırılırlar.

3.1.1.1 Yapısal sınıflandırma

Bu tip ağlar iki kısma ayrılabilir. Bunlar ileri ve geri beslemeli ağlardır.

İleri beslemeli ağlar: Bu ağ tipinde nöronlar genellikle katlar da bulunurlar. Sinyal girişi katından çıkış katına doğru tek yönlü bağlantılar üzerinden çıkışa aktarılır. Buradan nöronlar bir kattan diğer kata bağlanırlar. Fakat aynı kat içersinde bağlantı yapılamaz. İleri beslemeli ağların örnekleri MLP (multi-layer perceptron) [Rumelhart and McClelland, 1986], LVQ (learning vector quantization) [Kohonen, 1989], CMAK (cerebellar model articulation control) [Albus, 1975a], GMDH (group-method of data handling) [Hecht-Nilsen, 1990] dır. İleri beslemeli ağlar giriş uzayı ile çıkış uzayı arasındaki statik haritalamayı gerçekleştirebilir. Belli zamandaki çıkış sadece o zamandaki girişin bir fonksiyonudur.

Geri beslemeli ağlar: Bu ağ tipinde bazı nöronların çıkışları takip eden katlardaki nöronlara veya aynı nöronlara geri beslenir. Böylece sinyaller hem ileri hem de geri yönde akabilir. Bu ağların örnekleri Hopfield network [Hopfield, 1982], Elman network [Elman, 1990] ve Jordon network [Jordon, 1986]'dir. Bu ağlar dinamik hafızaya sahiptirler. Belirli bir zamandaki ağın çıkışları o andaki giriş ve çıkışlarla bağlantılıdır.

3.1.1.2 Öğrenme algoritmaları sınıflandırılması

Danışmanlı ve danışmansız olarak üzere yapay sinir ağlarında iki tip öğrenme algoritması vardır. Buna ilave olarak, üçüncü bir tip algoritmada vardır ki ona da takviyeli öğrenme denir. Bu danışmanlı öğrenmenin özel bir tipidir.

Danışmanlı öğrenme: Bir danışmanlı öğrenme algoritması arzu edilen ve gerçek ağ çıkışları arasındaki farka bağlı olarak ara nöron bağlantılarının ağırlıkları veya kuvvetlendirilmesi giren bir girişe göre düzenlenir. Böylece danışmanlı öğrenme bir öğretmen veya bir danışmaya ihtiyaç duyar ki bu arzu edilen veya hedef çıkış sinyallerinden elde edilir. Danışmanlı öğrenme algoritmaları örnekleri, delta kuralı

[Widrow and Hoff, 1960], genelleştirilmiş delta kuralı [Rumelhart and McClelland, 1986] ve LVQ [Kohonen, 1989] algoritmaları örnek olarak verilebilir.

Danışmansız öğrenme: Danışmansız öğretme algoritması bilinen arzu edilmiş bir çıkışa ihtiyaç duymazlar. Öğrenme sırasında, sadece giriş patternleri yapar sinir ağına sunulur ki burada benzer özelliklerdeki gruplardaki giriş pattern gruplarındaki bağlı olarak ağırlıklar otomatik olarak adapte edilir. Danışmansız öğrenme algoritmalarının örneklerine Kohonen [Kohonen, 1989] ve Carpenter-Grossberg Adaptive Resonance Theory (ART) [Carpenter and Grossberg, 1988] yarışmacı öğrenme algoritmaları verilebilir.

Takviyeli öğrenme: Daha önce bahsedildiği gibi, takviyeli öğrenme danışmanlı öğrenmenin özel bir durumudur. Burada hedef çıkışları vermede bir danışman kullanma yerine, takviyeli öğrenme algoritmaları verilmiş olan bir girişe bağlı olarak ağ çıkışının uygunluğunu değerlendirmede sadece bir kritik olarak kullanılır. Genetik algoritma (GA) [Holland, 1975; Goldberg, 1989] bu na bir örnek olarak verilebilir.

3.2 Ağ örnekleri

Bu bölümde, en çok kullanılan sinir ağları ve onların örnekleri tanımlanış ve burada kısaca tanımlanmıştır.

3.2.1 MLP (Multi-Layer Perceptron)

MLP belki de en iyi bilinen ileri beslemeli ağıdır. Şekil 3.1 üç katlı bir MLP ağını göstermektedir. Girdi katı , çıktı katı ve orta veya saklı kat (hidden layer). Girdi katındaki nöronlar sadece x_i sinyallerini saklı kata iletme rolü oynarlar. Saklı katdaki her j nöron girdi sinyalleri olan x_i leri toplar ve bağlantı güçleri w_{ji} ayarladıktan sonra çıktı y_j yi

$$y_j = f\left(\sum w_{ji}x_i\right) \quad (3.1)$$

Olarak hesaplar.

f basit bir eşik (threshold) fonksiyonu olabilir ama genellikle sigmoid, hiperbolik tanjant veya radial basis fonksiyonudur. Çıktı katındaki nöronların çıktısı da benzer şekilde hesaplanabilir.

Hatayı geriye yayma (backpropagation, BP) algoritması bir “gradient descent” algoritmadır ve MLP ağlarında sıklıkla kullanılır. BP, i ve j nöronları arasındaki bağlantının ağırlığındaki değişikliği (Δw_{ji}) verir ve bu değişiklik ise şu formülle hesaplanır:

$$\Delta w_{ji} = \eta \delta_j x_i \quad (3.2)$$

Burada η öğrenme oranıdır. δ_j ise nöron j 'nin saklı veya çıktı katında olmasına bağlı bir faktördür ve çıktı nöronlar için,

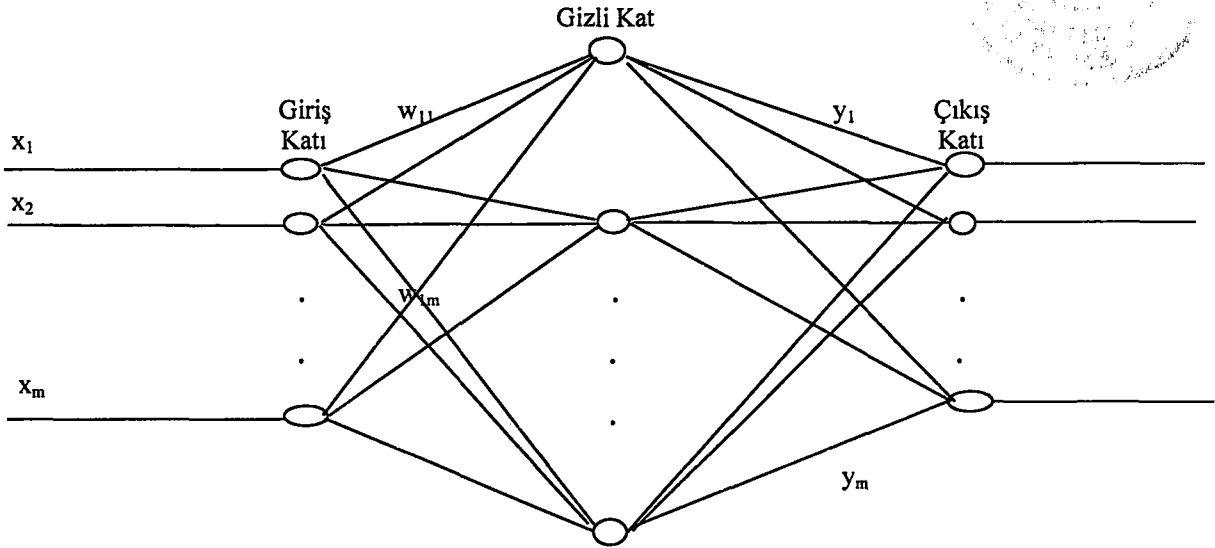
$$\delta_j = \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial net_j} \right) (y_j^{(t)} - y_j) \quad (3.3)$$

Saklı kat nöronları için,

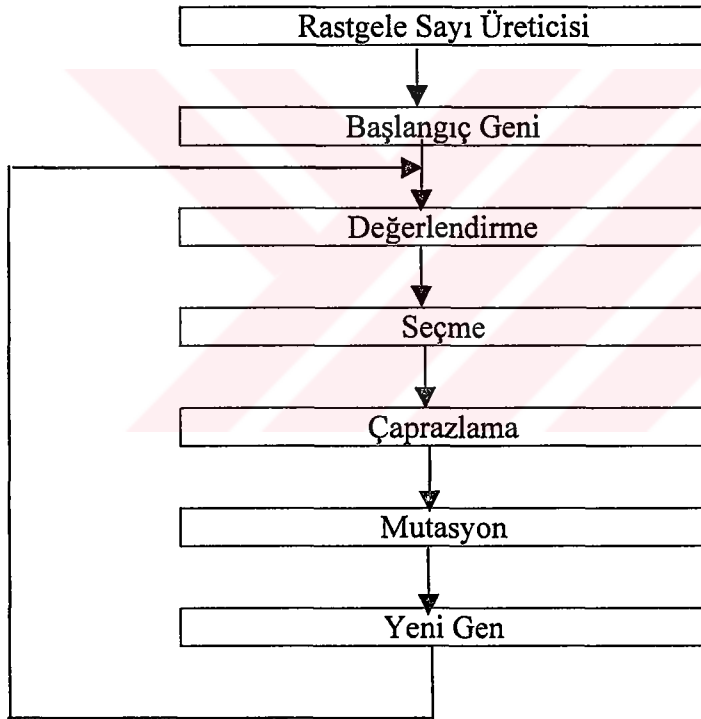
$$\delta_j = \left(\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial net_j} \right) \sum_q w_{qj} \delta_q \quad (3.4)$$

formülüyle hesaplanır. Denklem (3.3) de net_j girdi sinyallerinin ağırlıklı toplamı (weighted sum) ve $y_j^{(t)}$, j nöronu için hedef çıktıdır.

Denklem (3.4) de saklı nöronlar için hedef çıktılar olmadığından, saklı nöron j 'in gerçek çıktısı ve hedef çıktısı farkı j 'nin çıktısına bağlı nöron ji için hali hazırda elde edilmiş olan ağırlıklı toplam δ_q terimi ile yer değiştirilmiştir. Böylece, döngülü bir şekilde, çıktı katıyla başlayarak δ terimi bütün katlar için hesaplanmış ve yeni ağırlıklar bütün bağlantılar için belli olmuştur.



Şekil 3.1 Bir MLP ağı örneği



Şekil 3.2 Basit bir genetik algoritma

MLP'yi öğretmek için diğer bir öğrenme algoritması genetik algoritma (GA) dır. (Şekil 3.2). Bu çeşit optimizasyon tekniğidir. Bağlantı ağırlıkları bir kromozondaki genler olarak kabul edilir. Kromozomun iyiliği veya uygunluğu doğrudan doğruya MLP'nin nasıl öğretildiğine bağlıdır. Algoritma rasgele üretilen kromozom topluluğu ile başlar ve daha yeni ve uygun topluluklar bulmak için

genetik operatörleri uygular. En çok rastlanılan genetik operatörler seçme (seleksiyon), çaprazlama ve mutasyondur. Seleksiyon, o anki topluluktan bir sonraki topluluğun üretimi için kromozomlar seçer. Genellikle daha iyi kromozomları seçen taraflı (biased) prosedür kullanılır. Çaprazlama operatörü topluluktan rastgele iki kromozom seçip bunları rastgele bir noktadan keserek artan taraflarını yer değiştirir. Mutasyon operatörü bir kromozomdaki genlerden birini rastgele değiştirerek yeni bir kromozom üretir. Bu operatörler rehberli (quided) bir arama tekniği ile en sonda optimum ağırlıkları verir ki, bu ağırlıklar YSA'da arzulanan çıktı ile gerçek çıktı arasındaki farkı minimum yapar [Pham and Liu, 1997].

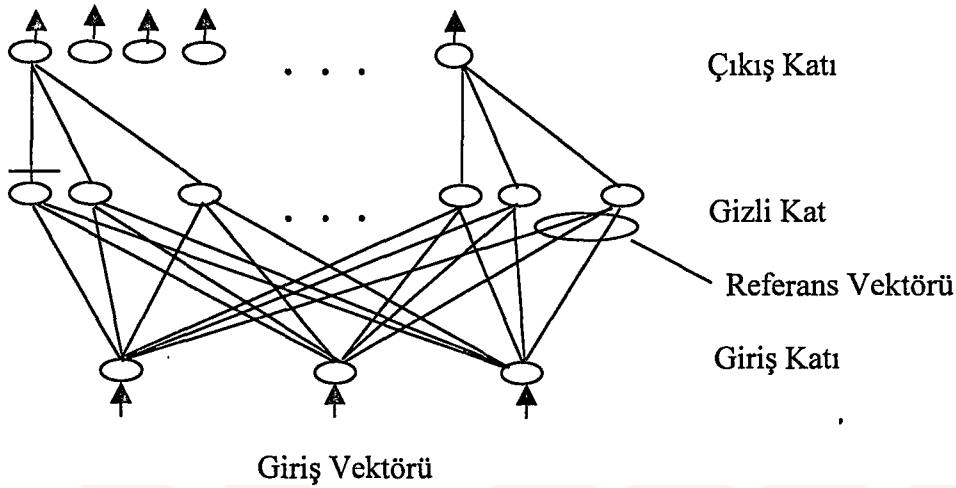
3.2.2 LVQ (Learning Vector Quantization) ağı

Şekil 3.3, üç katlıdan oluşan LVQ ağını göstermektedir. Bu katlar, giriş katı, saklı kat ve çıktı kat'larıdır. LVQ ağı, girdi ve saklı kat arasında tamamen, saklı ve çıktı katı arasında da kısmen bağlıdır. Her çıktı nöronu farklı bir saklı nöron kümesine bağlıdır. Saklı ve çıktı nöronları arasındaki ağırlıklar 1'e sabitlenmiştir. Girdi-saklı nöron bağlantılarının ağırlıkları "referans" vektörlerinin elemanlarını oluşturur (her saklı nörona bir referans vektörü atanmıştır). Ağın öğretilmesi esnasında bunlar yeniden değerler alırlar. Hem saklı nöronlar (bunlar Kohonen nöronları olarak da bilinir) hem de çıktı nöronları ikili çıktıya sahiptir. Ağa bir girdi örüntüsü verildiğinde referans vektörü girdi örüntüsüne en yakın olan saklı nöronun yarışmayı kazandığı söylenir ve böylece "1" üretmesine izin verilir. Diğer bütün nöronlar "0" üretir. "1" üreten çıktı nörona girdi işaretini sınıflar ve her nöron ayrı bir sınıfa atanmıştır. En basit LVQ öğretim prosedürü şu şekildedir.

- i) Referans vektörlerinin ağırlıklarının başlangıç değerlerini belirle,
- ii) Ağa bir girdi örüntüsü (pattern) ver,
- iii) Girdi patterni ile her referans vektörü arasındaki "Euclidian uzaklığı"nı hesapla,
- iv) Girdi örüntüsüne en yakın referans vektörünün (-ki bu vektör kazanan saklı nöronun referans vektörüdür) ağırlıklarını yeniden düzenle. Eğer bu saklı nöron, o çıktı nöronunun bağlı olduğu saklı nöron kümesine bağlı ise referans

vektörünü girdi patternine daha yakın hale getir. Aksi takdirde referans vektörünü uzaklaştır.

v) (ii) numaralı adıma yeni bir girdi patterniyle dön ve işlemlere bütün girdi patternleri sınıflandırılınca kadar devam et [Pham and Oztemel, 1994].



Şekil 3.3 Bir LVQ ağı

3.2.3 GMDH ağı

Grup Metoduyla Bilgi İşleme (Group Method of Handling, GMDH) 1968 yılında A.G. Ivakhnenko tarafından ortaya atıldı. Bu metod daha sonra onun 1971'deki "Karmaşık sistemlerin polinom teorisi" adındaki makalesiyle yaygın bir hale geldi.

GMDH ağları ileri beslemeli, kendini organize edebilen ağlardır. Ivakhnenko GMDH metodunu, nehirlerde ve okyanuslardaki balık nüfusunun daha doğru bir şekilde tahmin modellerini oluşturma amacıyla geliştirdi. GMDH algoritması karışık sistemlerin yüksek dereceli regresyon tipi modellerini oluşturur.

GMDH metodu sistemlerin tanımlanmasında, tahmininde, optimizasyonunda ve kontrolünde kullanılabilir. Bu metod non-linear karmaşık sistemlerin tanımlanma metodlarından birisidir. GMDH ağları, kısa dönem hava kirliliği tahmininde, nehir akışının tahmininde ve insan vücudunun dayanıklılığının tahmininde kullanılmaktadır.

GMDH sinir ağı, bu çalışmada resim sıkıştırmak için tahmini kodlama tekniği ile beraber kullanılmış olan yapay sinir ağı modelidir. Şekil 3.5 bir GMDH ağını ve bir nöronunun detaylarını göstermektedir. Daha önce açıklanan sabit bir yapısı olan ileri beslemeli ağların aksine, GMDH ağı öğrenme esnasında büyüyen bir yapıya sahiptir. Bir GMDH ağı, bir önceki tabakanın her farklı çıkışları için bir işleme elemanı meydana getirerek katman katman büyür. Aslında bir GMDH ağının çıkışı 2m dereceden polinom şeklinde ifade edilebilir ve m tabaka sayısıdır. GMDH'da her bir

$$y = w_0 + w_1x_1 + w_2x_1^2 + w_3x_1x_2 + w_4x_2^2 + w_5x_2 \quad (3.5)$$

nöronun genellikle x_1 ve x_2 gibi iki girdisi ve y gibi bir çıktısı vardır ve y girdilerin “kuadratik” bir kombinasyonudur;

Bir GMDH ağını öğretmek, girdi katından başlamak üzere yeniden düzenlemek; her nöronun ağırlıklarını ayarlamak ve ağın sonuç doğruluğu en iyi olana kadar kat sayısını arttırmayı içerir. İlk katdaki nöronların sayısı verilen girdilerin sayısına bağlıdır. Bir çift girdi için bir nöron kullanılır. Öğretme, girdi katına bir girdi örtüsünü (pattern) vererek devam eder ve her nöron ağırlığı uygun öğrenme algoritmasına göre değiştirilir, delta kuralı gibi [Pham and Liu, 1994].

$$W_{k+1} = W_k + \alpha \frac{X_k}{|X_k|^2} (y_k^d - W_k^T X_k) \quad (3.6)$$

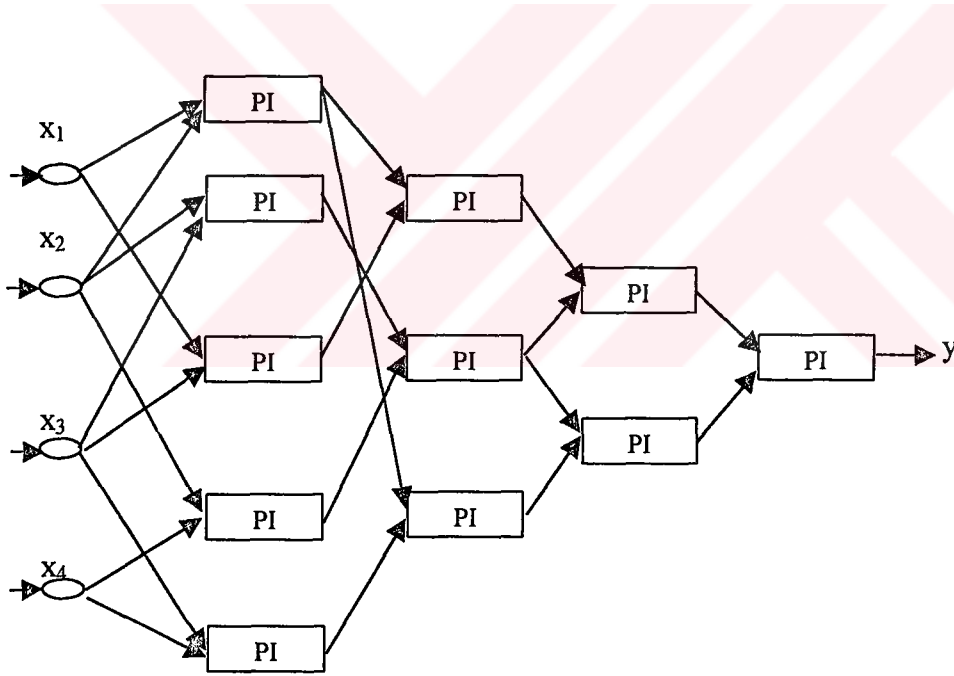
W_k , k zamandaki ağırlık vektörü ve X_k , k zamandaki değiştirilmiş girdi vektörüdür ve aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$W_k = [w_0 \ w_1 \ w_2 \ w_3 \ w_4 \ w_5]^T \quad (3.7)$$

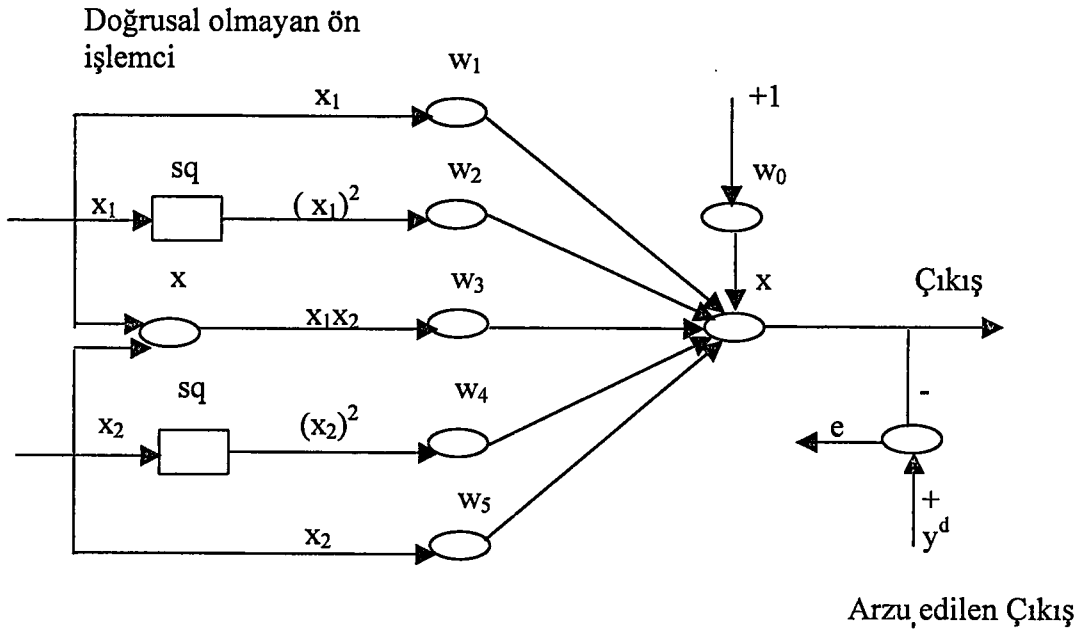
$$X_k = [1 \ x_1 \ x_1^2 \ x_1x_2 \ x_2^2 \ x_2]^T \quad (3.8)$$

Ve y_k^d , k zamandaki arzulanan ağın genel çıktısıdır.

Bu tanımlarda GMDH'ın sadece bir çıktısı olduğu kabul edilmiştir. Denklem (3.6) arzulanan ağ çıktısının girdi katındaki her nörona verildiği belirtmektedir. Her nöron bu çıktıyı üretmek için bir girişimde bulunur. Verilen bir nöron için arzulanan çıktılar toplamı (mean square hataları) S_E 'in toplamı, o nöron için minimuma ulaştığında nöronların ağırlıkları dondurulur ve öğretim dondurulur. Bir katdaki bütün nöronlar için öğretim bittiğinde, o kat için öğretim durur. Belirli bir eşik değerinin altında S_E değeri bir önceki katın S_E değerinden daha küçük ise yeni bir kat üretilir. Bu proses S_E değeri çok küçük oluncaya kadar devam eder. En son katdaki en iyi nöron ağın çıktısı olarak kabul edilir [Pham and Liu, 1997].



Şekil 3.4 Bir öğretilmiş GMDH ağı



Şekil 3.5 Bir GMDH nöronun yapısı

3.2.3.1 Widrow-Hoff öğrenme kuralı

Eğitime esnasında, giriş bilgisi verilen her işleme elemanında (PE) arzulanan çıkışa mümkün olduğu kadar yakın bir çıkış üretmesi beklenir. Gerçek ve arzulanan çıkış değerleri arasındaki Ortalama Kare Hata'yı (Mean Square Error) en aza indirmek amacıyla w_1 parametrelerini $[i\epsilon(0.5)]$ ayarlamak için lineer regresyon kullanılabilir.

Bu regresyon tekniğini uygulamak için çok sayıda büyük matris hesaplamalarının yapılması gerekir. Böylece Widrow-Hoff öğrenme kuralının kullanımı eğitime işlemini optimize edebilir.

$$W = [w_0 w_1 w_2 w_3 w_4 w_5]^T \text{ ve}$$

$$X = [1 x_1 x_1^2 x_1 x_2 x_2^2 x_2]^T \quad (3.9)$$

Olduğunda, Widrow-Hoff delta kuralının ağırlıkların ayarlanmasında kullanılması aşağıdaki gibidir.

$$W_{k+1} = W_k + \alpha \frac{X_k}{\|X_k\|^2} (y_k^d - W_k^T X_k) \quad (3.10)$$

Burada α öğrenme oranıdır, y_k^d ise k, zamandaki arzulan çıkıştır.

Denklem (3.9)'un uygulaması ağırlıkları ayarlayacak ve böylece arzulan ve gerçek çıkış değeri arasındaki fark azalacaktır. Bir lokal minimumda kalmayı önleyen rehberli rastgele araştırma (quided random search) gibi diğer kurallar da kullanılabilir. Simulated annealing adlı kural, lokal minima'yı önlemek için GMDH networklerini eğitmede kullanılmaktadır [Pham and Liu, 1997].

3.2.3.2 GMDH algoritması

Modelleme ve tahmin için kullanılan GMDH ağlarının eğitilmesi için kullanılan metod aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1-Verileri önceden işleme. Bu ön-işlemenin amacı, dinamik modellemede zararı olan statik DC elemanların ortadan kaldırılması için verileri normalleştirmektir. Aşağıdaki denklemleri kullanarak, eğitmeden önce hazırda bulunan giriş-çıkış verileri işleme sokulur.

$$u_i^* = \frac{u_i - \bar{u}}{\sigma_u} \quad (3.11)$$

$$y_i^* = \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y} \quad (3.12)$$

u^* , giriş; y^* , çıkış için kullanılan denklemlerdir.

2-Ağa verilen harici girişleri kararlaştır. Bir modelleme uygulama için m geçmiş girişler $u(k-1)$, $u(k-2)$, ..., $u(k-m)$ ve n geçmiş çıkışlar $y(k-1)$, $y(k-2)$, ..., $y(k-n)$ kullanılır. Bir tahmin uygulaması için ise sadece n geçmiş çıkışlar kullanılır.

3-Veri setini bir eğitime seti ve birde seçme seti olarak ayır. Eğitim veri seti, kısmi tanımlamanın katsayılarını ayarlamak için kullanılır. Seçme veri seti ise ara değişkenleri seçmedeki kriterleri hesaplamak için kullanılır.

4-Girişlerin sayısına bağlı olarak proses elemanlarından oluşan bir tabaka meydana getir. Her bir İE iki girişe denk gelir, dolayısıyla i kadar giriş olduğunda C^2 , kadar İE oluşturulur.

5-İE'lerinin ağırlıklarını başlangıç durumu olan sıfır değerine getir.

6-Oluşturulan tabakada İE'lerini eğitime data setini kullanarak eğit.

Daha sonra eğitime aşağıdaki gibi gelişir.

-k zamanda, $y(k-l)$, $l=1, 2, \dots, n$ (bir tahmin görevi için) veya $y(k-l)$, $l=1, 2, \dots, n$ ve $u(k-l)$, $l=1, 2, \dots, m$ (bir modelleme görevi için) ler ağı uygulamır. Bütün İE'lar arzu edilen çıkış olan $y(k)$ yı üretmek isteyecektir. İE'lerinin çıkış hataları hesaplanır ve hemen bunların ağırlıkları ayarlanır. Tüm eğitim veri seti ağı verildiği zaman eğitim (batch of training) tamamlanmış olur. Eğer BMSE ağırlık ayarlamasından sonra hala bir önceki değerden küçükse, yeni bir eğitmeye tabi tutulur. Aksi takdirde eğitim son bulur. Mevcut tabakanın eğitilmesi her bir İE eğitildiği zaman son bulur.

7-Seçme veri setini ağı girişine ver ve bir az önce eğitilen tabakadaki bütün İE'nin BMS hatalarını elde et. Tabakanın bütün İE'ları için BMSE ile en küçük BMSE arasındaki oranı hesapla, Bu oranlara bağlı olarak bir eşik değerini tanımla ve bu eşik değerinden düşük olan İE'larını elde tut.

8-Eğitilmenin sona ermesi için gerekli şartlar. Eğer tabakada seçilen en küçük BMS hatası bir önceki tabakanıkinden büyükse veya mevcut tabaka sadece bir elemana sahipse (bir sonraki tabakada hiçbir işlem elemanı oluşturulmaz), o zaman eğitim işlemi son bulur.

BMS hatalarının artmasıyla eğitime durdurulmuşsa, çıkış tabakası bir önceki tabakadır ve ağ yararsız İE'ndan temizlenmiş olur. Eğer eğitime, mevcut tabakada sadece bir eleman kalması ve bu tabakanın BMS hatası bir öncekinden daha küçük olması yüzünden son bulmuşsa, çıkış tabakası olarak mevcut tabaka kullanılır ve ağ topolojisindeki gereksiz işlem elemanları atılır. Aksi taktirde yeni bir tabaka oluşturulur ve 5.nci adıma geri dönülür. Karelerin Toplamı tahmini (Prediction Sum of Squares-PRESS) veya Aikake'nin Enformasyon Kriteri (Aikake's Information Criterion-AIC) gibi kriterlerde kullanılabilir.

9-Eğitilmiş ağın performansını değerlendirme veri seti ile test et. Bu değerlendirmede veri seti, eğitime ve seçme setlerinin bir kombinasyonu olabileceği gibi, tamamen yeni bir set de olabilir. Değerlendirme seti ağın genelleştirme yeteneğini test etmek için kullanılır. Eğitime ve seçme setlerinin kullanımı yerine, eğer performansı değerlendirmek için sadece yeni veriler kullanılırsa, daha büyük bir genelleştirme sahası test edilir [Pham and Lıu, 1997].

3.2.4 HOPFIELD ağı

Şekil 3.6 Hopfield ağının bir versiyonunu göstermektedir. Bu ağ genellikle binary ve bipolar (+1yada -1) girdiler kabul eder. Tek kat nöronları vardır ve her nöron diğerine bağlıdır. Bu da daha önceden belirtilen tekrarlı (recurrent) yapıyı verir. Hopfield ağının öğretilmesi bir adımdır ve w_{ij} ağırlıkları aşağıdaki gibi hesaplanır [Pham and Lıu, 1997].

$$w_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{N} \sum_{c=1}^P x_i^c x_j^c, & i \neq j \\ 0 & , \quad i=j \end{cases} \quad (3.13)$$

Burada w_{ij} , i nöronundan j nörona olan bağlantının ağırlığını, x_i^c c sınıfı için öğretim girdi örüntüsünün i 'inci elemanı, P sınıf sayısını ve N de nöron sayısını

gösterir. Denklem 3.12'de $w_{ij} = w_{ji}$ ve $w_{ii} = 0$ durumları ağıın kararlılığını garantiler. Bilinmeyen bir bilgi ağı girildiğinde, ağıın çıktıları bilinmeyen bir örüntü elemanlarına eşitlenir, şöyle ki;

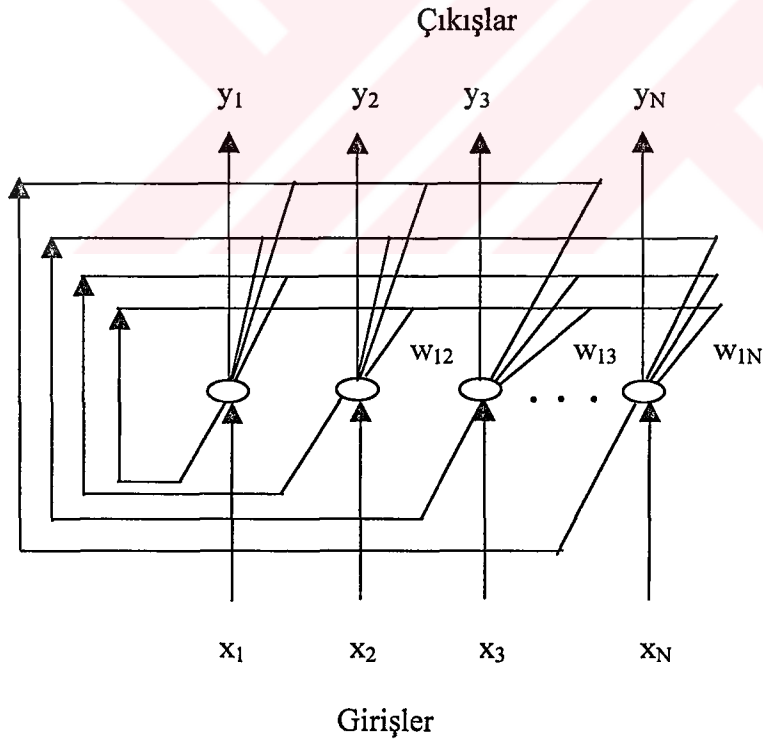
$$y_i(0) = x_i \quad 1 \leq i \leq N \quad (3.14)$$

Bu ilk değerlerle başlayarak Hopfield ağı bir sonraki denklemi kullanarak minimum enerji haline geçmek için döngüye girer.

$$y_i(k+1) = f \left[\sum_{j=1}^N w_{ij} y_j(k) \right] \quad 1 \leq i \leq N \quad (3.15)$$

Burada f aşağıdaki gibi tanımlanan "hard limiting" fonksiyonudur.

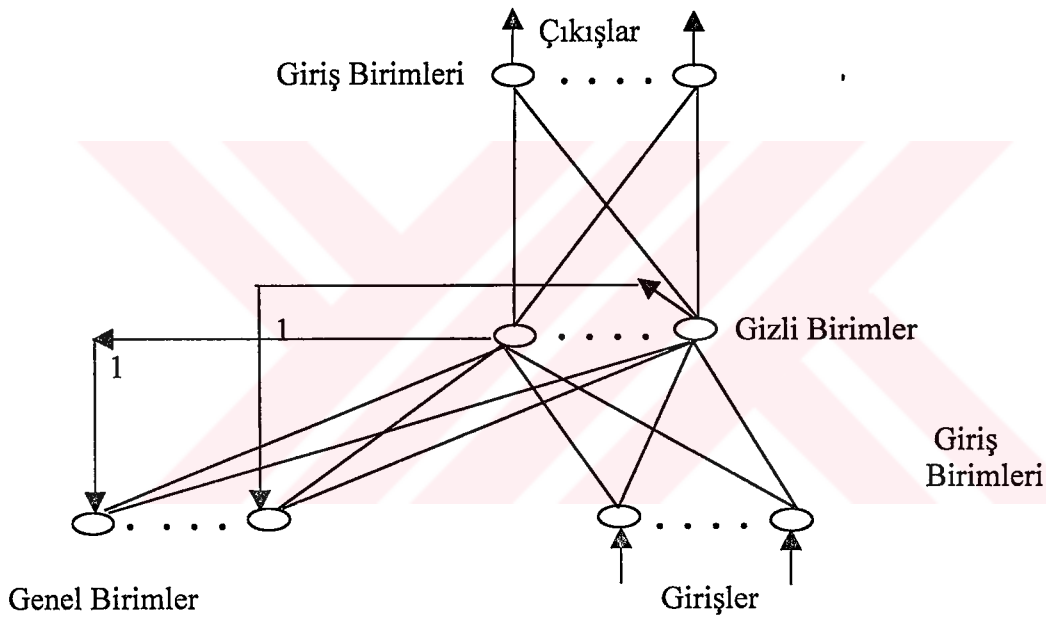
$$f(x) = \begin{cases} -1 & x < 0 \\ 1 & x > 0 \end{cases} \quad (3.16)$$



Şekil 3.6 Bir Hopfield ağı

3.2.5 Elman ve Jordan ağları

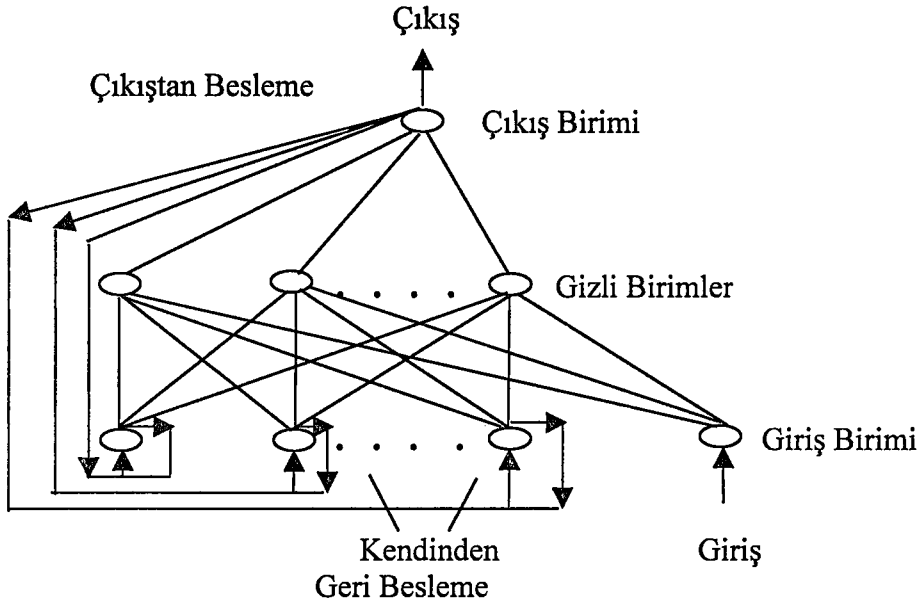
Şekil (3.7) Elman ve Şekil (3.8) Jordan ağlarını göstermektedir. Bu ağlar MLP'ye benzer. Çok katlı yapıya sahiptir. Her iki ağda da saklı kata ek olarak diğer bir "hal katı" denilen özel saklı kat daha vardır. Bu kat saklı katdan veya çıktı katından geri besleme (feedback) sinyalleri alır. Jordan ağının aynı zamanda hal katındaki her nörondan kendisine bağlantıları vardır. Her iki ağda da hal katındaki nöronların çıktıları ileriye doğru saklı kata verilmektedir. Eğer sadece ileri doğru bağlantılar göz önüne alınır ve geri besleme bağlantılarına sabit değerler verilirse, bu ağlar sıradan ileri beslemeli (feedforward) ağlar haline gelirler[Pham and Karaboga, 1993b; Karaboga, 1994].



Şekil 3.7 Bir Elman ağı

3.2.6 Kohonen Ağı

Bir kohonen ağının, girdileri almak için girdi katı ve çıktı katından oluşmak üzere iki katı vardır (Şekil 3.9). Çıktı katındaki nöronlar genellikle düzenli iki boyutlu aralıklar olarak düzenlenir. Her çıktı nöronu bütün girdi nöronlarına bağlıdır. Bağlantıların ağırlıkları verilen çıktı nöronuyla ilgili olan referans vektörünün elemanlarını oluşturur.



Şekil 3.8 Bir Jordan ağı

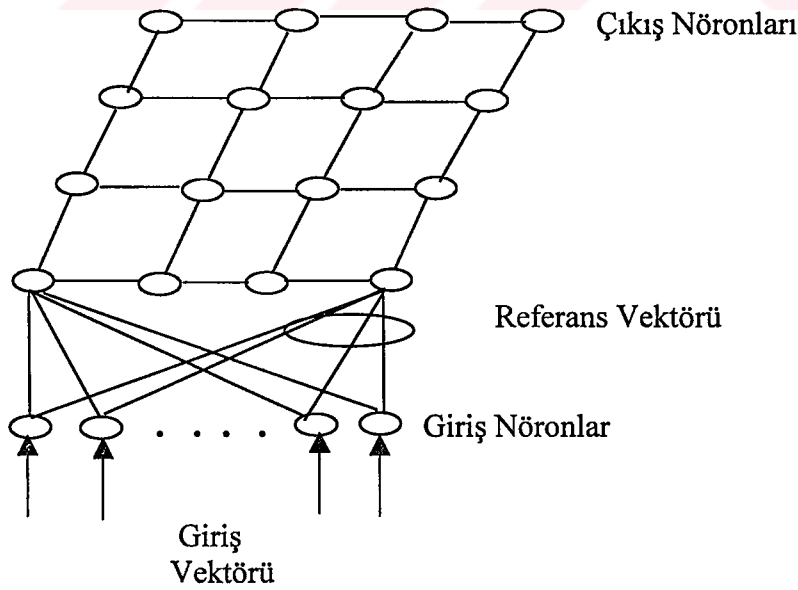
Kohonen ağıının öğrenme adımları şöyledir;

- i) Çıktı nöronlarının bütün referans vektörlerini küçük rastgele değerleri çek,
- ii) Bir girdi örüntüsü al,
- iii) Kazanan nöronunu belirle; -ki bu girdi örüntüsüne en yakın referans vektörüne sahip nörondur. Referans vektörü ile girdi vektörü arasındaki Euclidean uzaklığı genellikle “benzerlik” ölçüsü olarak alınır.
- iv) Kazanan nöronun ve onun komşularının referans değerini değiştir. Bu referans vektörleri girdi vektörüne yaklaştırılır. Bu yaklaştırma kazanan nöron için en fazla ve bu nörondan uzaklaştıkça daha azdır. Öğrenme ilerledikçe komşuların sayısı azalmakta ve öğrenme sonunda sadece kazanan nöronun referans vektörü ayarlanmaktadır.

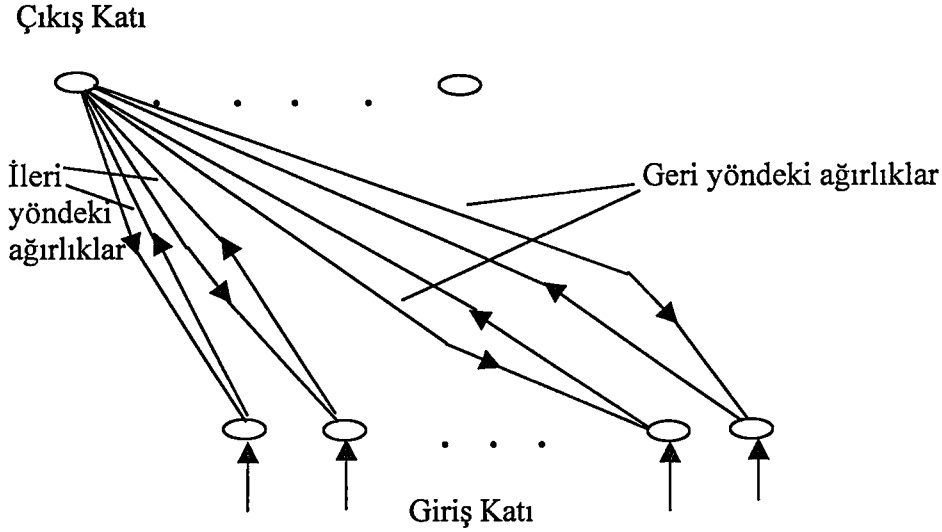
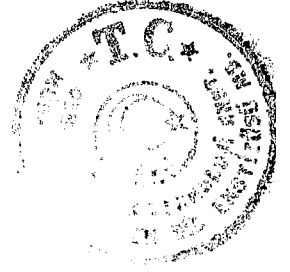
İyi öğrenmiş bir Kohonen ağıında birbirine yakın çıktı nöronlarının benzer referans vektörleri vardır. Öğrenmeden sonra bir etiketleme işlemine başlanır. Bilinen sınıfların girdi örüntüleri (patterns) ağı girdi olarak verilir ve bu girdi örüntüleri tarafından aktif hale gelen çıktı nöronlarına bu sınıf etiketleri verilir. LVQ ağıında ise bir çıktı nöronu eğer yarışmayı diğer çıktı nöronlarına karşı kazanırsa bir girdi örüntüsü tarafından aktif hale getirilir [Kohonen, 1989;Pham and Liu, 1997].

3.2.5 ART ağı

ART ağı, ART-1, ART-2, Fuzzy-ART, vd. gibi değişik çeşitleri vardır. Şekil 3.10 binary girdileri kabul eden ART-1 tipini göstermektedir. ART-2 gerçek değerler kabul etmektedir. Şekil 4.8’de görüldüğü gibi, ART-1 ağı iki katı vardır; giriş ve çıkış katı. İki kat birbirleriyle tamamen bağıntılıdır ve bağıntılar ileri (feedforward, bottom-up) ve geri (feedback, top-down) yöndedir. İ’nci çıktı nöronun ileri yöndeki bağlantılarının ağırlıklarının oluşturduğu W_i vektörü, temsil ettiği sınıfın bir örneğini oluşturur. İleri bağlantılarının W_i vektörünün toplamı ART ağı uzun-dönem (long-term) hafızasını oluşturur. Bu vektörler, girdi örüntüsüne benzerlikleri ölçüsünde, çıkış nöronlarını belirlerler. Çıkış nöronlarının geri bağlantılarını V_i vektörleri ise, girdi örüntüsünün, hafızadaki örüntüye yeterince benzeyip benzemediğini (başka bir deyişle o sınıfa ait olup olmadığını) kesin olarak belirlemek için test (vigilance testing) amacıyla kullanılır. Bu test vektörleri diyebileceğimiz V_i vektörü ART ağı kısa dönem (short-term) hafızasını oluştururlar. W_i , V_i ’nin normalize edilmiş halidir [Pham and Liu, 1997].



Şekil 3.9 Kohonen ağı



Şekil 3.10 ART-1 ağı

3.3 Yapay Sinir Ağları uygulamaları

3.3.1 YSA'nın uygulamalarının sınıflandırılması

Yapay sinir ağlar çok değişik alanlarda uygulanmıştır. Bu alanlar genel olarak altı grupta sınıflandırılabilir.

1-Modelleme ve Tahmin

Yapay sinir ağ modellemenin görevi esas olarak tasarlama operatörü ve transfer fonksiyonu şeklindedir. Girişleri olan bu modeller bir işlem veya sistemdir. Yapay sinir ağ normal olarak işlemi ve sistemi besler ve tahmini çıkış değerleri hesaplar. Örnek verecek olursak; yapay sinir ağ modeli olan bir elektrik ocağında sağlanan giriş akım değerlerini ocağa göndererek ve uygun ocak sıcaklığı değerlerini çıkış olarak üretir. Tasarlanmış girişler-çıkışlar veya dinamik olabilir. Statik tasarlama uygulamaları için çok yaygın olarak kullanılan yapay sinir ağ tipi Multi Layer Perceptron'dur (MLPs). MLP, GMDH ve tekrarlı (recurrent) ağlar (Elman ve Jordan ağlar) dinamik eşleme (mapping) uygulamalı için de kullanılmaktadır.

2. Sınıflama ve Örüntü Tanıma

Sınıflama için kullanılan ağda; girişler örneğin durumuna veya objesini, çıkışlar ise objenin kategorisini veya durumunu tanımlar. Eksik tanımlama durumunda tekrar için giriş örnekleri; işaretler, test data ve ağ çıkışları kullanılabilir. MLP ağları sınıflama işi için de kullanılmaktadır. Sık sık kullanılan diğer adapte edilmiş sınıflama ağ tipide LVQ ağıdır.

3. Benzerleri Birleştirme (Association)

Yapay sinir ağlar, benzer örüntüleri birleştirici, sınıflandırıcı olarak ve “auto-associative content-addressable” hafızaları olarak kullanılmıştır. Bir “associative” ağ, gürültüsüz (noise-free) işaretlerin birleşimlerini, benzerliklerini öğrendikten sonra, bu dataların gürültülü hallerini tanıyabilir ve bozulmuş haldeki dataların benzerlerini bulabilir. Bu gürültülü veya bozulmuş işaret tanıma işlemi, işaretleri işaretleri düzeltmede veya gürültüden arındırmada kullanılabilir. En iyi bilinen “associative” sinir ağ tipi Hopfield ağı’dır. Hamming ağı da bu gruba iyi bir örnektir. Hamming ağı Hopfield ağına göre daha hızlıdır ve daha fazla bilgi depolama kapasitesine sahiptir. Bir MLP ağı da “auto-associative” ağ şeklinde kullanılabilir. Yalnız bunun için, giriş ve çıkış katları aynı sayıda nörona sahip olmalı ve öğretilmede, her data için hedef çıkış giriş ile aynı olmalıdır.

4. Gruplama (Clustering)

Gruplama uygulamalarında normal olarak, ART ve Kohonen ağları gibi, kendi kendine organize olan (self organising) ve öğrenen (unsupervised) yapay sinir ağları çok sık kullanılmıştır. Objelerin veya işaretlerin farklı özelliklerini ve/veya durumlarını temsil eden giriş vektörleri, bir gruplama ağına verilir ve sinir ağdan bu bilgileri analiz etmesi ve gruplandırması beklenir.

5. İşaret İşleme (Signal Processing)

Uygulamaların bu tipi, gürültü engelleme (noise filtering) ve data sıkıştırma (data compression) ibarettir. Bunların her ikisi de, daha önceden bahsedildiği gibi ,

MLP tipi ağların “auto-associative” modunda kullanılarak gerçekleştirilebilir. Sıkıştırma, giriş ve çıkış katlarındaki nöronların, saklı kattaki düşük sayıdaki birkaç nörona indirgenmesi ile sağlanır. GMDH ağı da, bildiğimiz kadarıyla, ilk defa resim sıkıştırma için kullanılmıştır.

6.Optimizasyon

Optimizasyon, Hopfield ağı gibi, kendiliğinden bir enerji fonksiyonuna minimize edecek şekilde dizayn edilen yapay sinir ağlarla sağlanır. Bir optimizasyon problemin bağlayıcı sınırları (constraints) ve objektif fonksiyonu ağıın enerji fonksiyonu tarafından kodlanır. Bu kodlama sonucunda ağ, durgun duruma (stable state) ulaşmaya ve böylece istenilen optimum parametreleri vermeye çalışır.

3.3.2 YSA’nın mühendislik uygulamaları

Yapay sinir ağlar bütün önemli mühendislik problemlerinde kullanılmıştır. Kimya ve işleme mühendisliği, inşaat ve yapı mühendisliği, elektrik ve elektronik mühendisliği, imalat ve makine mühendisliği, imalat ve makine mühendisliği, sistem ve kontrol mühendisliği, sistem ve kontrol mühendisliği alanlarındaki uygulamaları vardır [Sagiroğlu, 1994].

Elektrik ve elektronik mühendisliğindeki uygulamaları örnekleri aşağıdaki gibidir;

- Kritik hastaların alarmla kontrolü,
- Gürültülü resimlerin kalitesini artırma,
- Görüntülerin sıkıştırılması,
- Gürültülü filtreleme ve resimlerdeki kenar bilgisini çıkarma,
- Güç sisteminde harmonik parçaların tahmini,
- Seyyar haberleşme sisteminde kanal dağıtımı,
- Onların ultrasonik müziklerden objelerin sınıflandırılması,
- Optik okuyucu sistemleri için resimlerin ön işleme

BÖLÜM 4 TELEFON ABONESİ İÇİN ÖRNEK BİR UYGULAMA

Örnek uygulama için 1979-1997 yılları arasında etken olarak kabul ettiğimiz veriler, Türk Telekom (PTT), DİE, DPT, TEAŞ ve konuyla ilgili yayınlardan derlenmiştir.

Veriler YSA'ya uyarlanabilmesi için -1 ve $+1$ arasında olacak şekilde normalizasyonu sağlanmıştır. Var olan değerler ile program çalıştırılarak test verilerimizin yıllarına ait YSA'nın verileri bulunmuştur.

Gelecek yılların değerlerinin YSA da değerlendirilebilmesi için Zaman Seriler Analizi (Time Series Analysis) yöntemiyle trend değerleri ve konjonktür dalgaları değerleri hesap edilmiş ve denklemler oluşturulmuştur. Elde edilen ileri ki yıllara ait veriler YSA da giriş olarak değerlendirilip, YSA'nın verilere karşılık gelen tahmin değerlerine ulaşılmıştır. Gelecek yıllar değerlendirilmesi 1998-2000 yıllarını içermiştir.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yıllar	Sanal Hat Kapasitesi (Bin)	Telefon Santral Sayısı	Ev Abone Sayısı(Bin)	İş Yeri v.b Abone Sayısı(Bin)	Telefon Bekleyen Sayısı(Bin)	Kablo şebekesi olan merkez sayısı	Şebeke hat kapasitesi (Bin)	Şebeke hat kapasitesi (Milyon)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Telefon Kam (Milyon \$)	Yatırım kaynakları toplamı (Milyon \$)	GSMH (Cari fiyatlarla \$) Milyar	GSMH'da yüzde değişim	KGSMH (Cari fiyatlarla \$)
1979	1382,6	3236	556	536	1535	820	1949,8	2,8	347,6	358,8	65,8	137,8	81,7	74,8	1760
1980	1297,6	3297	605	543	1626,7	899	2099,9	3	395,4	321,9	126,7	147,3	68,4	84,4	1570
1981	1459,3	3404	704	598	1591,2	1021	2288,5	3,3	423,7	318,7	102,6	183,5	71,5	51,3	1598
1982	1667,6	3649	815	687	1751	1131	2625,8	3,8	398,5	301,1	107,8	200,1	64,2	32,3	1412
1983	1904,4	3896	937	736	1825,3	1309	3035,4	4,3	419,2	335,4	88,4	236,2	60,5	31,3	1299
1984	2241,7	4252	1099	842	1840,9	1450	3508,9	5	539,1	332,2	192,5	287,8	59,1	59,1	1238
1985	2566,9	4906	1292	956	1818,6	1710	4147,4	5,9	632,3	347,6	263,7	414,8	66,9	59,5	1356
1986	3348,2	6042	1637	1143	2115,4	2167	5199,5	7,2	730,4	497,4	221,3	599,3	75,2	44,8	1487
1987	4841,4	7853	2199	1503	2106	2820	6823	9,3	998,3	818,4	181,9	722,3	85,9	46,6	1668
1988	5817,6	9015	2893	2023	1337,2	3929	8938,8	12,1	1081	978,6	77,4	506,3	90,5	72,2	1693
1989	6488	9502	3644	2233	1457,5	3970	10341	14,4	1534,9	1395,4	215	372,4	107,5	78,3	1979
1990	7466,6	9782	4436	2457	1418,5	4636	11656,6	15,9	2045,3	1815,9	369,5	715,2	150,7	72,4	2682
1991	9008,6	9588	5546	2654	1357,5	5632	13875,2	18,5	2047,5	2004,4	236,7	715	150,2	59,7	2621
1992	10604	9101	6655	2755	1203	6564	16311,8	22,1	2166	2115	237	760,5	158,1	74	2708
1993	12589	9184	7965	2971	1033,6	7983	19006,6	25,7	2177	2128	218,4	949,1	178,7	81	3004
1994	13894	9389	9036	3176	654,5	8427	20831,7	28,5	1794	1726,6	199,6	492,5	132,3	94,7	2184
1995	14550	9540	9810	3418	756,2	22536	22392	30,9	1499	1243,9	79,7	343,2	165,5	102	2759
1996	15812	9425	10630	3659	752,7	23722	23849,7	33,2	2296	1467,4	507,7	328,1	183,6	90,7	2928
1997	17384	10089	11658	4085,9	412,7	25715	25761,8	36	2903	1277,4	1091	404,4	194,2	94	3048

Çizelge 4.1.a Gerçek giriş değerleri Türkiye geneli için.

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
İthalat(Milyar \$ Cari fiyatlarla)	Kişi Başına İthalat(\$)	İhracat(Milyon \$ Cari fiyatlarla)	Kişi Başına İhracat(\$)	Bütçe Enerji Üretimi(Milyon GWh)	Kişi Başına Bütçe Enerji Tüketimi(Bin GWh)	Enjü Net Tüketimi (Milyon GWh)	Kişi Başına Enerji Net Tüketimi (Bin GWh)	Elektrikçi olan köy sayısı (Bin)	Telekom A.Ş. personel sayısı (Bin)	Turizm Gelirleri(Milyon \$)	Nüfus (Milyon)	Ortalama Dolar Kuru (x100)	Motorlu kara taşıtı (Otomobil Bin)	Motorlu kara taşıtı (Minitüs Bin)	Motorlu kara taşıtı (Otobüs Bin)	Bağlı Abone Sayısı (Bin)
5,1	116,46	2261	51,94	22,5	517	19,7	452	15,5	67,2	280	43,5	0,471	688,7	61,6	30,6	1092
7,9	177,99	2910	65,49	23,3	524	20,4	459	18,3	67,6	326	44,4	0,8925	742,3	64,7	32,8	1148
8,9	196,17	4702	103,27	24,7	542	22	484	19,8	66,6	381	45,5	1,297	776,4	66,5	33,8	1302
8,8	189,4	5745	123,07	26,6	569	23,6	505	22	69,7	370	46,7	1,8514	811,5	69,6	35,4	1502
9,2	192,94	5727	119,67	27,3	571	24,5	511	24,4	74,3	411	47,9	2,7397	856,4	73,6	38,5	1673
10,8	219,22	7133	145,38	30,6	624	27,6	563	26,5	78,3	840	49,1	4,3249	919,6	80,7	43,6	1941
11,3	225,49	7958	158,19	34,2	680	29,7	591	30,6	80,2	1482	50,3	5,74	983,4	88,0	47,1	2248
11,1	215,91	7456	144,98	39,7	772	32,2	626	33,9	89,8	1215	51,5	7,559	1087,2	97,9	50,8	2780
14,2	269,36	10190	193,87	44,4	844	36,7	698	34,5	101,1	1721	52,8	10,184	1193,0	106,3	53,6	3702
14,3	266,88	11662	217,11	48	895	39,7	736	34,8	105,2	2355	54,2	18,13	1309,6	112,9	56,2	4916
15,8	287,69	11624	211,77	52	948	43,1	786	35	106,8	2556	55,5	23,114	1434,8	118,0	58,9	5877
22,3	397,56	12959	231,01	57,5	1026	46,8	835	35,2	108,3	2705	56,5	29,271	1649,9	125,4	63,7	6893
21	367,15	13593	237,13	60,2	1050	49,3	860	35,8	111,8	2654	57,8	50,748	1864,3	133,6	69,0	8200
22,9	390,4	14714	251,17	67,3	1149	54	921	36,1	121,6	3639	58,9	85,559	2181,4	145,3	75,6	9410
29,4	491,55	15345	256,31	73,8	1233	59,2	989	36,2	126,6	3959	60	144,5	2619,9	159,9	84,3	10936
23,3	380,3	18105	292,71	78,3	1280	61,4	1004	36,2	122,5	4321	61,1	386,87	2861,6	166,4	87,5	12212
35,7	579,3	21637	351	86,2	1379	67,4	1078	36,8	74,9	4955	62,1	595,01	3058,5	173,1	90,2	13228
43,6	681,6	23224	368,8	94,8	1485	74,1	1161	37,6	73,9	5650	63,2	1075,1	3274,2	182,7	94,9	14289
48,6	721,6	26245	407,9	103,3	1650	82,3	1314	37,6	75,1	7500	64,3	2050,3	3570,1	197,1	101,9	15744

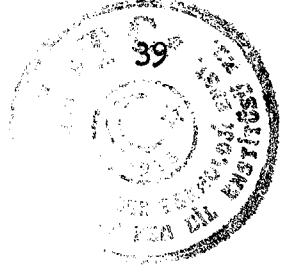
Çizelge 4.1.b Gerçek giriş değerleri Türkiye geneli için.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yıllar	Santral Hat Kapasitesi (Bin)	Telefon Santral Sayısı	Ev Abone Sayısı(Bin)	İş Yeri v.b Abone Sayısı(Bin)	Telefon Bekleyen Sayısı(Bin)	Kablo gebedesi olan merkez sayısı	Şebeke hat kapasitesi Prensipal (Bin)	Şebeke hat kapasitesi Lokal (Milyon)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Hizmet türlerine göre Giderler(Milyon \$)	Telefon Karı (Milyon \$)	Yatırım kaynakları toplamı (Milyon \$)	GSMH (Cari fiyatlarla Milyar \$)	GSMH'da yüzde değişme	KOSMH (Cari fiyatlarla \$)
0,07539	0,05266	0,1233	0,02117	0,0204	0,05847	0,03123	0,07428	8,9E-05	0,01323	0,01365	0,0025	0,00523	0,0031	0,00283	0,06704
0,07543	0,04942	0,1256	0,02303	0,0207	0,06196	0,03424	0,07999	9,6E-05	0,01505	0,01225	0,0048	0,00559	0,0026	0,0032	0,0598
0,07546	0,05559	0,1297	0,02681	0,0228	0,06061	0,03889	0,08718	0,00011	0,01613	0,01213	0,0039	0,00697	0,0027	0,00194	0,06087
0,0755	0,06352	0,139	0,03104	0,0262	0,0667	0,04308	0,10003	0,00013	0,01517	0,01145	0,0041	0,00761	0,0024	0,00121	0,05378
0,07554	0,07255	0,1484	0,03568	0,028	0,06953	0,04986	0,11564	0,00015	0,01595	0,01276	0,0034	0,00898	0,0023	0,00117	0,04948
0,07558	0,0854	0,162	0,04186	0,0321	0,07013	0,05523	0,13368	0,00017	0,02052	0,01264	0,0073	0,01095	0,0022	0,00223	0,04715
0,07562	0,09779	0,1869	0,04921	0,0364	0,06928	0,06514	0,15801	0,00021	0,02407	0,01323	0,01	0,01579	0,0025	0,00225	0,05165
0,07565	0,12756	0,2302	0,06236	0,0435	0,08059	0,08255	0,1981	0,00026	0,02781	0,01893	0,0084	0,02282	0,0028	0,00169	0,05664
0,07569	0,18445	0,2992	0,08377	0,0573	0,08023	0,10743	0,25996	0,00034	0,03802	0,03117	0,0069	0,0275	0,0033	0,00176	0,06354
0,07573	0,22165	0,3435	0,11021	0,0771	0,05093	0,14969	0,34058	0,00044	0,04117	0,03727	0,0029	0,01927	0,0034	0,00273	0,06449
0,07577	0,2472	0,362	0,13883	0,0851	0,05552	0,15125	0,39401	0,00053	0,05847	0,05315	0,0082	0,01417	0,0041	0,00297	0,07539
0,07581	0,28448	0,3727	0,16901	0,0936	0,05403	0,17663	0,44414	0,00059	0,07791	0,06917	0,0141	0,02723	0,0057	0,00274	0,10217
0,07585	0,34324	0,3653	0,2113	0,1011	0,05171	0,21458	0,52867	0,00069	0,078	0,07636	0,009	0,02723	0,0057	0,00226	0,09985
0,07588	0,40401	0,3468	0,25356	0,105	0,04582	0,25009	0,62151	0,00082	0,08251	0,08057	0,009	0,02896	0,006	0,0028	0,10317
0,07592	0,47967	0,3499	0,30347	0,1132	0,03937	0,30416	0,72419	0,00096	0,08293	0,08107	0,0083	0,03615	0,0068	0,00307	0,11444
0,07596	0,52939	0,3577	0,34428	0,121	0,02492	0,32108	0,79374	0,00107	0,06834	0,06577	0,0076	0,01875	0,005	0,00359	0,0832
0,076	0,55438	0,3635	0,37377	0,1302	0,0288	0,5868	0,85319	0,00116	0,0571	0,04738	0,003	0,01306	0,0063	0,00387	0,10511
0,07604	0,60247	0,3591	0,40502	0,1394	0,02866	0,90387	0,90873	0,00125	0,08747	0,05589	0,0193	0,01248	0,007	0,00344	0,11155
0,07607	0,66237	0,3844	0,44419	0,1557	0,01571	0,97981	0,98159	0,00135	0,1106	0,04866	0,0416	0,01539	0,0074	0,00356	0,11612

Çizelge 4.2.a Normalize giriş değerleri Türkiye geneli için.

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
İthalat(Milyar \$ Cari	Kişi Başına İthalat(\$)	İthalat(Milyon \$ Cari	Kişi Başına İthalat(\$)	Büret Enerji	Kişi Başına Büret Enerji	Enerji Net Tüketimi	Kişi Başına Enerji Net	Elektrikli olan köy sayısı	Telekom A-Ş personel	Turizm Gelirleri(Milyon	Nüfus(Milyon)	Ortalama Dolar Kuru	Motorlu kara taşıtı	Motorlu kara taşıtı	Motorlu kara taşıtı	Motorlu kara taşıtı
0,00018	0,0044	0,0861	0,00196	0,00084	0,0197	0,0007	0,0172	0,00057	0,0025	0,01065	0,00164	0	0,02622	0,00233	0,00115	0,0416
0,00028	0,0068	0,1109	0,00248	0,00087	0,0199	0,0008	0,01747	0,00068	0,0026	0,0124	0,00167	2E-05	0,02826	0,00245	0,00123	0,0437
0,00032	0,0075	0,1791	0,00392	0,00092	0,0206	0,0008	0,01842	0,00074	0,0025	0,0145	0,00172	3E-05	0,02957	0,00252	0,00127	0,0496
0,00032	0,0072	0,2189	0,00467	0,001	0,0217	0,0009	0,01922	0,00082	0,0026	0,01408	0,00176	5E-05	0,0309	0,00263	0,00133	0,0572
0,00033	0,0073	0,2182	0,00454	0,00102	0,0217	0,0009	0,01945	0,00091	0,0028	0,01564	0,00181	9E-05	0,03261	0,00279	0,00145	0,0637
0,00039	0,0083	0,2718	0,00552	0,00115	0,0238	0,001	0,02143	0,00099	0,003	0,03199	0,00185	0,0001	0,03502	0,00306	0,00164	0,0739
0,00041	0,0086	0,3032	0,00601	0,00129	0,0259	0,0011	0,0225	0,00115	0,003	0,05645	0,0019	0,0002	0,03745	0,00333	0,00178	0,0856
0,0004	0,0082	0,2841	0,00551	0,00149	0,0294	0,0012	0,02383	0,00127	0,0034	0,04628	0,00194	0,0003	0,04141	0,00371	0,00192	0,1059
0,00052	0,0102	0,3883	0,00737	0,00167	0,0321	0,0014	0,02658	0,0013	0,0038	0,06556	0,00199	0,0004	0,04544	0,00403	0,00202	0,141
0,00053	0,0102	0,4443	0,00825	0,00181	0,0341	0,0015	0,02803	0,00131	0,004	0,08972	0,00205	0,0007	0,04988	0,00428	0,00212	0,1873
0,00058	0,0109	0,4429	0,00805	0,00196	0,0361	0,0016	0,02993	0,00132	0,0041	0,09737	0,0021	0,0009	0,05465	0,00448	0,00222	0,2239
0,00083	0,0151	0,4938	0,00878	0,00217	0,0391	0,0018	0,0318	0,00132	0,0041	0,10305	0,00213	0,0011	0,06285	0,00476	0,00241	0,2626
0,00078	0,014	0,5179	0,00902	0,00228	0,04	0,0019	0,03275	0,00135	0,0042	0,10111	0,00218	0,0019	0,07102	0,00507	0,00261	0,3124
0,00085	0,0149	0,5606	0,00955	0,00255	0,0438	0,002	0,03508	0,00136	0,0046	0,13864	0,00223	0,0032	0,0831	0,00552	0,00286	0,3585
0,0011	0,0187	0,5847	0,00975	0,00279	0,047	0,0022	0,03767	0,00136	0,0048	0,15083	0,00227	0,0055	0,09981	0,00607	0,00319	0,4167
0,00087	0,0145	0,6898	0,01114	0,00297	0,0488	0,0023	0,03824	0,00136	0,0047	0,16463	0,00231	0,0147	0,10902	0,00632	0,00332	0,4653
0,00134	0,0221	0,8244	0,01336	0,00327	0,0525	0,0026	0,04106	0,00138	0,0028	0,18878	0,00235	0,0227	0,11652	0,00658	0,00342	0,504
0,00164	0,026	0,8849	0,01403	0,00359	0,0566	0,0028	0,04422	0,00141	0,0028	0,21527	0,00239	0,0409	0,12474	0,00694	0,0036	0,5444
0,00183	0,0275	1	0,01552	0,00392	0,0629	0,0031	0,05005	0,00141	0,0028	0,28576	0,00243	0,0781	0,13601	0,00749	0,00386	0,5999

Çizelge 4.2.b Normalize geniş değerleri Türkiye geneli için.

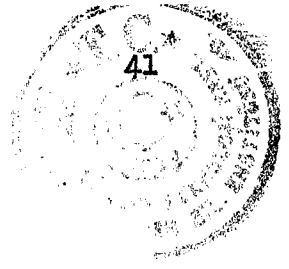


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yıllar	Santral Hat Kapasitesi (Bin)	Telefon Santral Sayısı	Ev Abone Sayısı (Bin)	İş Yeri v.b Abone Sayısı (Bin)	Telefon Bekleyen Sayısı (Bin)	Kablo şebekesi olan merkez sayısı	Şebeke hat kapasitesi (Bin)	Şebeke hat kapasitesi (Lokal (Milyon))	Hizmet türlerine göre Gelirler (Milyon \$)	Hizmet türlerine göre Giderler (Milyon \$)	Telefon Karı (Milyon \$)	Yatırım kaynakları toplamı (Milyon \$)	GSMH (Cari fiyatlarla Milyar \$)	GSMH'da yüzde değişime	KGSMMH (Cari fiyatlarla \$)
1979	1382,6	3236	556	536	1535	820	1949,8	2,8	347,6	358,8	65,8	137,8	81,7	74,8	1760
1983	1904,4	3896	937	736	1825,3	1309	3035,4	4,3	419,2	335,4	88,4	236,2	60,5	31,3	1299
1987	4841,4	7853	2199	1503	2106	2820	6823	9,3	998,3	818,4	181,9	722,3	85,9	46,6	1668
1991	9008,6	9588	5546	2654	1357,5	5632	13875,2	18,5	2047,5	2004,4	236,7	715	150,2	59,7	2621
1995	14550	9540	9810	3418	756,2	22536	22392	30,9	1499	1243,9	79,7	343,2	165,5	102	2759
1997	17384	10089	11658	4085,9	412,7	25715	25761,8	36	2903	1277,4	1091	404,4	194,2	94	3048

Çizelge 4.3.a Gerçek tst giriş değerleri Türkiye geneli

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
İthalat(Milyar \$ Cari fiyatlarla)	Kişi Başına İthalat(\$)	İhracat(Milyon \$ Cari fiyatlarla)	Kişi Başına İhracat(\$)	Bütçe Enerji Üretimi(Milyon GWh)	Kişi Başına Bütçe Enerji Tüketimi(Bin GWh)	Enerji Net Tüketimi (Milyon GWh)	Kişi Başına Enerji Net Tüketimi (Bin GWh)	Elektrikçi olan köy sayısı (Bin)	Telekom A-Ş personel sayısı (Bin)	Turizm Gelirleri(Milyon \$)	Nüfus (Milyon)	Ortalama Dolar Kuru (x100)	Motorlu kara taşıtı (Otomobil Bin)	Motorlu kara taşıtı (Minitüs Bin)	Motorlu kara taşıtı (Otobüs Bin)	Bağlı Abone Sayısı (Bin)
5,1	116,46	2261	51,94	22,5	517	19,7	452	15,5	67,2	280	43,5	0,471	688,7	61,6	30,6	1092
9,2	192,94	5727	119,67	27,3	571	24,5	511	24,4	74,3	411	47,9	2,7397	856,4	73,6	38,5	1673
14,2	269,36	10190	193,87	44,4	844	36,7	698	34,5	101,1	1721	52,8	10,1835	1193,0	106,3	53,6	3702
21	367,15	13593	237,13	60,2	1050	49,3	860	35,8	111,8	2654	57,8	50,7483	1864,3	133,6	69,0	8200
35,7	579,3	21637	351	86,2	1379	67,4	1078	36,8	74,9	4955	62,1	595,01	3058,5	173,1	90,2	13228
48,6	721,6	26245	407,9	103,3	1650	82,3	1314	37,6	75,1	7500	64,3	2050,25	3570,1	197,1	101,9	15744

Çizelge 4.3.b Gerçek tdt giriş değerleri Türkiye geneli



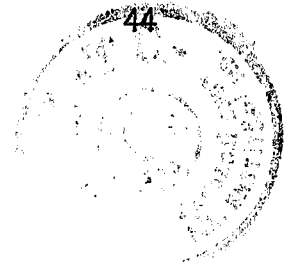
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yıllar	Santral Hat Kapasitesi (Bin)	Telefon Santral Sayısı	Ev Abone Sayısı(Bin)	İş Yeri v.b Abone Sayısı(Bin)	Telefon Bekleyen Sayısı(Bin)	Kablo şebekesi olan merkez sayısı	Şebeke hat kapasitesi (Premsipal (Bin)	Şebeke hat kapasitesi Lokal (Milyon)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Telefon Kartı (Milyon \$)	Yatırım kaynakları toplamı (Milyon \$)	GSMH (Cari fiyatlarla Milyar \$)	GSMH'da yüzde değişme	KGSMH (Cari fiyatlarla \$)
0,0754	0,05266	0,123284	0,02117	0,02041	0,05847	0,03123	0,07428	8,9E-05	0,013227	0,0136535	0,0024892	0,0052327	0,0030951	0,0028322	0,0670436
0,0755	0,07255	0,148432	0,03568	0,02803	0,06953	0,04986	0,11564	0,00015	0,015955	0,0127619	0,0033504	0,008982	0,0022873	0,0011747	0,0494781
0,0757	0,18445	0,299206	0,08377	0,05725	0,08023	0,10743	0,25996	0,00034	0,03802	0,0311657	0,006913	0,027504	0,0032551	0,0017577	0,0635382
0,0758	0,34324	0,365315	0,2113	0,10111	0,05171	0,21458	0,52867	0,00069	0,077998	0,0763561	0,0090011	0,0272258	0,0057052	0,0022568	0,0998505
0,076	0,55438	0,363486	0,37377	0,13022	0,0288	0,85868	0,85319	0,00116	0,057099	0,0473786	0,0030189	0,0130591	0,0062881	0,0038686	0,1051087
0,0761	0,66237	0,384405	0,44419	0,15567	0,01571	0,97981	0,98159	0,00135	0,110596	0,0486551	0,0415526	0,015391	0,0073817	0,0035638	0,1161205

Çizelge 4.4.a Normalize tst giriş değerleri Türkiye geneli için.

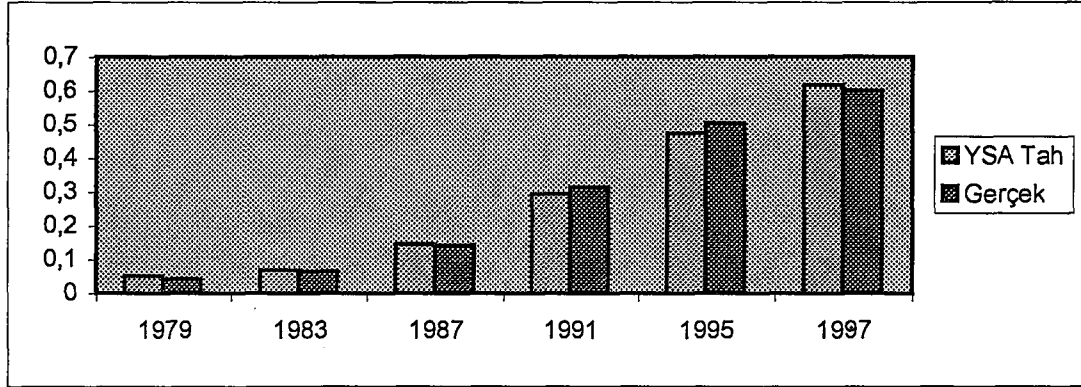
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
İthalat(Milyar \$ Cari fiyatlarla)	Kişi Başına İthalat(\$)	İthalat(Milyon \$ Cari fiyatlarla)	Kişi Başına İthalat(\$)	Büyük Enerji Üretimi(Milyon GWh)	Kişi Başına Büyük Enerji Tüketimi(Bin GWh)	Enerji Net Tüketimi (Milyon GWh)	Kişi Başına Enerji Net Tüketimi (Bin GWh)	Elektrik üreten köy sayısı (Bin)	Telekom A.Ş. personel sayısı (Bin)	Turizm Gelirleri(Milyon \$)	Nüfus (Milyon)	Ortalama Dolar Kuru (x100)	Motorlu kara taşıtı (Otomobil Bin)	Motorlu kara taşıtı (Minitibus Bin)	Motorlu kara taşıtı (Otobüs Bin)	Bağlı Abone Sayısı (Bin)
0,0002	0,0044	0,086133	0,00196	0,00084	0,019681	0,000733	0,017205	0,000573	0,002543	0,01065	0,00164	0	0,02622	0,002329	0,00115	0,0415907
0,0003	0,0073	0,218199	0,00454	0,00102	0,021739	0,000916	0,019453	0,000912	0,002814	0,01564	0,00181	8,6E-05	0,03261	0,002786	0,00145	0,0637287
0,0005	0,0102	0,388253	0,00737	0,00167	0,032141	0,00138	0,026578	0,001297	0,003834	0,06556	0,00199	0,00037	0,04544	0,004033	0,00202	0,14104
0,0008	0,014	0,517919	0,00902	0,00228	0,03999	0,001861	0,032751	0,001346	0,004243	0,10111	0,00218	0,00192	0,07102	0,005074	0,00261	0,3124281
0,0013	0,0221	0,824421	0,01336	0,00327	0,052526	0,00255	0,041057	0,001384	0,002836	0,18878	0,00235	0,02265	0,11652	0,006578	0,00342	0,5040109
0,0018	0,0275	1	0,01552	0,00392	0,062852	0,003118	0,05005	0,001415	0,002844	0,28576	0,00243	0,0781	0,13601	0,007492	0,00386	0,5998785

Çizelge 4.4.b Normalize tst giriş değerleri Türkiye geneli için.

	Out1	Tar1
1979	0,050112	0,041591
1983	0,067682	0,063729
1987	0,146184	0,14104
1991	0,293602	0,312428
1995	0,473423	0,504011
1997	0,616286	0,599878

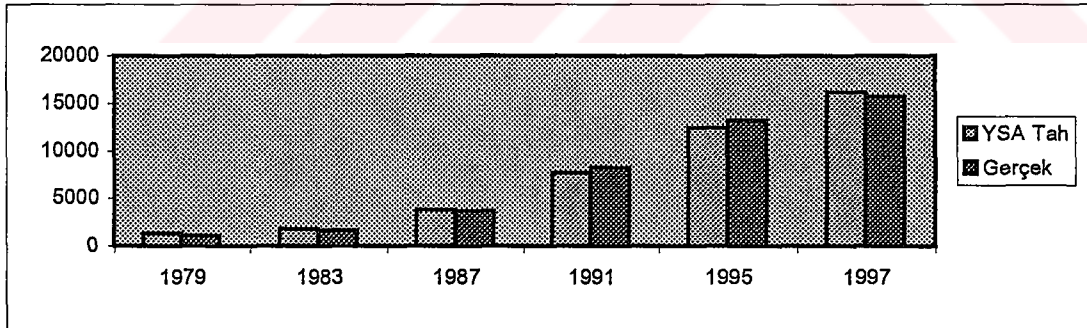


	1979	1983	1987	1991	1995	1997
YSA Tah	0,050112	0,067682	0,146184	0,293602	0,473423	0,616286
Gerçek	0,041591	0,063729	0,14104	0,312428	0,504011	0,599878



Çizim 4.1 Normalize test değerleri ile YSA tahmin değerleri karşılaştırılması (1979-1997).

	1979	1983	1987	1991	1995	1997
YSA Tah	1315,624	1776,748	3837,001	7705,917	12425,23	16174,61
Gerçek	1091,999	1673,001	3701,999	8199,997	13228	15743,99



Çizim 4.2 Gerçek test değerleri ile YSA tahmin değerleri karşılaştırılması (1979-1997).

Aktivasyon fonksiyonları	LSS
Öğrenme katsayısı	0,3
Moment faktörü	0,5
Eğitim hatası	0,000928
Karşılaştırma hatası	0,000717
İterasyon	100000

MSE:0,00005677

Çizelge 4.5 Yapay Sinir Ağı parametreleri (1979-1997).

Propagator: Network Summary

Date: Fri Jun 26 22:15:02 1998

Problem File Name: a:\bol
Problem File Name: a:\bol
Current Cycle: 439
Current Training Error: N/A
Current Validation Error: N/A
Best Error Cycle: 353
Best Training Error: N/A
Best Validation Error: N/A

Network Architecture

Number of Layers: 3
Nodes per Layer: 32 2 1
Transfer Functions: Linear Linear Sigmoid
Connectivity: Full
Connection File: N/A
Initial Weights: -1.00000000 to 1.00000000
Learning Rule: Generalized Delta
Random Seed: 898619833

Training Parameters

Learning Rate: 0.30000000
Momentum Factor: 0.50000000
Total Training Cycles: 100000
Minimum Training Error: 0.00000100
Update Interval: 10
Training Patterns Order: Random
Input Noise: Gauss 0.00050000 0.00000000
Training File: a:\bolu.txt
Validation File: N/A

Testing Parameters

Input Noise: No Input Noise
Testing File: a:\boluts~1.txt

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	7466,6	-2	4	-14933,2	7805,7	0,9565574	0,9986885
1991	9008,6	-1	1	-9008,6	9193,6	0,9798773	
1992	10603,5	0	0	0	10581,5	1,0020791	
1993	12589,1	1	1	12589,1	11969,4	1,0517737	
1994	13894,1	2	4	27788,2	13357,3	1,0401878	
1995	14549,9	3	9	43649,7	14745,2	0,986755	
1996	15812	4	16	63248	16133,1	0,9800968	
1997	17384	5	25	86920	17521	0,9921808	
	101307,8	12	60	210253,2		7,9895079	

$$Y(t)=10581,5+1387,9*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	9782	-2	4	-19564	9393,25	1,0413861	1,0000016
1991	9588	-1	1	-9588	9427,25	1,0170516	
1992	9101	0	0	0	9461,25	0,9619236	
1993	9184	1	1	9184	9495,25	0,9672205	
1994	9389	2	4	18778	9529,25	0,9852822	
1995	9540	3	9	28620	9563,25	0,9975688	
1996	9425	4	16	37700	9597,25	0,9820522	
1997	10089	5	25	50445	9631,25	1,0475276	
	76098	12	60	115575		8,0000125	

$$Y(t)=9461,25+34*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	4436	-2	4	-8872	4612,7	0,9616927	0,9983907
1991	5546	-1	1	-5546	5642,5	0,9828977	
1992	6655	0	0	0	6672,3	0,9974072	
1993	7965	1	1	7965	7702,1	1,0341335	
1994	9036	2	4	18072	8731,9	1,0348263	
1995	9810	3	9	29430	9761,7	1,0049479	
1996	10630	4	16	42520	10791,5	0,9850345	
1997	11658	5	25	58290	11821,3	0,986186	
	65736	12	60	141859		7,9871258	

$$Y(t)=6672,3+1029,8*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	2457	-2	4	-4914	2371,1	1,0362279	1,0005792
1991	2654	-1	1	-2654	2592,78	1,0236117	
1992	2755	0	0	0	2814,46	0,9788734	
1993	2971	1	1	2971	3036,14	0,9785451	
1994	3176	2	4	6352	3257,82	0,974885	
1995	3418	3	9	10254	3479,5	0,982325	
1996	3659	4	16	14636	3701,18	0,9886036	
1997	4085,9	5	25	20429,5	3922,86	1,0415615	
	25175,9	12	60	47074,5		8,0046334	

$$Y(t)=2814,46+221,68*t$$

Çizelge 4.6.a Zaman serileri ile elde edilmiş Trend değerleri ve Conjonksiyon dalgalanma değeri.

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	1418,5	-2	4	-2837	1439,41	0,9854732	1,0013944
1991	1357,5	-1	1	-1357,5	1299,21	1,0448657	
1992	1203	0	0	0	1159,01	1,0379548	
1993	1033,6	1	1	1033,6	1018,81	1,0145169	
1994	654,5	2	4	1309	878,61	0,7449266	
1995	756,2	3	9	2268,6	738,41	1,0240923	
1996	752,7	4	16	3010,8	598,21	1,2582538	
1997	412,7	5	25	2063,5	458,01	0,901072	
	7588,7	12	60	5491		8,0111555	

$$Y(t)=1159,01-140,2*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	4636	-2	4	-9272	1220,09	3,7997197	1,3063725
1991	5632	-1	1	-5632	4629,17	1,2166328	
1992	6564	0	0	0	8038,25	0,8165957	
1993	7983	1	1	7983	11447,33	0,6973679	
1994	8427	2	4	16854	14856,41	0,5672299	
1995	22536	3	9	67608	18265,49	1,2338021	
1996	23722	4	16	94888	21674,57	1,0944623	
1997	25715	5	25	128575	25083,65	1,0251698	
	105215	12	60	301004		10,45098	

$$Y(t)=8038,25+3409,08*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	11656,6	-2	4	-23313,2	12182,54	0,9568284	0,9987215
1991	13875,2	-1	1	-13875,2	14190,57	0,9777761	
1992	16311,8	0	0	0	16198,6	1,0069883	
1993	19006,6	1	1	19006,6	18206,63	1,0439384	
1994	20831,7	2	4	41663,4	20214,66	1,0305244	
1995	22392	3	9	67176	22222,69	1,0076188	
1996	23849,7	4	16	95398,8	24230,72	0,9842753	
1997	25761,8	5	25	128809	26238,75	0,9818227	
	153685,4	12	60	314865,4		7,9897723	

$$Y(t)=16198,6+2008,03*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	15,9	-2	4	-31,8	16,22	0,9802713	0,999473
1991	18,5	-1	1	-18,5	19,11	0,9680795	
1992	22,1	0	0	0	22	1,0045455	
1993	25,7	1	1	25,7	24,89	1,0325432	
1994	28,5	2	4	57	27,78	1,0259179	
1995	30,9	3	9	92,7	30,67	1,0074992	
1996	33,2	4	16	132,8	33,56	0,9892729	
1997	36	5	25	180	36,45	0,9876543	
	210,8	12	60	437,9		7,9957838	

$$Y(t)=22+2,89*t$$

Çizelge 4.6.b Zaman serileri ile elde edilmiş Trend değerleri ve Conjonksiyon dalgalanma değeri.

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	2045,3	-2	4	-4090,6	1913,38	1,0689461	1,0003504
1991	2047,5	-1	1	-2047,5	1971,26	1,0386758	
1992	2166	0	0	0	2029,14	1,0674473	
1993	2177	1	1	2177	2087,02	1,0431141	
1994	1794	2	4	3588	2144,9	0,8364026	
1995	1499	3	9	4497	2202,78	0,6805037	
1996	2296	4	16	9184	2260,66	1,0156326	
1997	2903	5	25	14515	2318,54	1,2520811	
	16927,8	12	60	27822,9		8,0028032	

$$Y(t)=2029,14+57,88*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	1815,9	-2	4	-3631,8	2116,81	0,8578474	0,9987889
1991	2004,4	-1	1	-2004,4	2004,11	1,0001447	
1992	2115	0	0	0	1891,41	1,1182134	
1993	2128	1	1	2128	1778,71	1,1963727	
1994	1726,6	2	4	3453,2	1666,01	1,0363683	
1995	1243,9	3	9	3731,7	1553,31	0,800806	
1996	1467,4	4	16	5869,6	1440,61	1,0185963	
1997	1277,4	5	25	6387	1327,91	0,9619628	
	13778,6	12	60	15933,3		7,9903116	

$$Y(t)=1891,41-112,7*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	369,5	-2	4	-739	120,91	3,0559921	1,1541295
1991	236,7	-1	1	-236,7	191,31	1,2372589	
1992	237	0	0	0	261,71	0,9055825	
1993	218,4	1	1	218,4	332,11	0,6576134	
1994	199,6	2	4	399,2	402,51	0,4958883	
1995	79,7	3	9	239,1	472,91	0,168531	
1996	507,7	4	16	2030,8	543,31	0,9344573	
1997	1091	5	25	5455	613,71	1,7777126	
	2939,6	12	60	7366,8		9,2330361	

$$Y(t)=261,71+70,4*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	715,2	-2	4	-1430,4	830,92	0,8607327	0,9970811
1991	715	-1	1	-715	761,66	0,9387391	
1992	760,5	0	0	0	692,4	1,0983536	
1993	949,1	1	1	949,1	623,14	1,5230927	
1994	492,5	2	4	985	553,88	0,8891818	
1995	343,2	3	9	1029,6	484,62	0,7081837	
1996	328,1	4	16	1312,4	415,36	0,7899172	
1997	404,4	5	25	2022	346,1	1,1684484	
	4708	12	60	4152,7		7,9766491	

$$Y(t)=692,4-69,26*t$$

Çizelge 4.6.c Zaman serileri ile elde edilmiş Trend değerleri ve Conjonksiyon dalgalanma değeri.

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	150,7	-2	4	-301,4	145,48	1,0358812	1,0005491
1991	150,2	-1	1	-150,2	150,8	0,9960212	
1992	158,1	0	0	0	156,12	1,0126826	
1993	178,7	1	1	178,7	161,44	1,1069128	
1994	132,3	2	4	264,6	166,76	0,7933557	
1995	165,5	3	9	496,5	172,08	0,961762	
1996	183,6	4	16	734,4	177,4	1,0349493	
1997	194,2	5	25	971	182,72	1,0628284	
	1313,3	12	60	2193,6		8,0043931	

$$Y(t)=156,12+5,32*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	72,4	-2	4	-144,8	66,788	1,0840271	0,999655
1991	59,7	-1	1	-59,7	71,579	0,8340435	
1992	74	0	0	0	76,37	0,9689669	
1993	81	1	1	81	81,161	0,9980163	
1994	94,7	2	4	189,4	85,952	1,1017777	
1995	102	3	9	306	90,743	1,1240536	
1996	90,7	4	16	362,8	95,534	0,9494002	
1997	94	5	25	470	100,325	0,9369549	
	668,5	12	60	1204,7		7,9972402	

$$Y(t)=76,37+4,791*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	2682	-2	4	-5364	2598,9	1,0319751	1,0000502
1991	2621	-1	1	-2621	2639,7	0,9929159	
1992	2708	0	0	0	2680,5	1,0102593	
1993	3004	1	1	3004	2721,3	1,1038842	
1994	2184	2	4	4368	2762,1	0,7907027	
1995	2759	3	9	8277	2802,9	0,9843377	
1996	2928	4	16	11712	2843,7	1,0296445	
1997	3048	5	25	15240	2884,5	1,0566823	
	21934	12	60	34616		8,0004015	

$$Y(t)=2680,5+40,8*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	22,3	-2	4	-44,6	17,118	1,3027223	1,0102554
1991	21	-1	1	-21	21,039	0,9981463	
1992	22,9	0	0	0	24,96	0,9174679	
1993	29,4	1	1	29,4	28,881	1,0179703	
1994	23,3	2	4	46,6	32,802	0,7103225	
1995	35,7	3	9	107,1	36,723	0,9721428	
1996	43,6	4	16	174,4	40,644	1,0727291	
1997	48,6	5	25	243	44,565	1,0905419	
	246,8	12	60	534,9		8,0820431	

$$Y(t)=24,96+3,921*t$$

Çizelge 4.6.ç Zaman serileri ile elde edilmiş Trend değerleri ve Conjonksiyon dalgalanma değeri.

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	397,56	-2	4	-795,12	323,46	1,2290855	1,0000355
1991	367,15	-1	1	-367,15	374,96	0,9791711	
1992	390,4	0	0	0	426,46	0,9154434	
1993	491,55	1	1	491,55	477,96	1,0284333	
1994	380,3	2	4	760,6	529,46	0,718279	
1995	579,3	3	9	1737,9	580,96	0,9971427	
1996	681,6	4	16	2726,4	632,46	1,0776966	
1997	721,6	5	25	3608	683,96	1,0550325	
	4009,46	12	60	8162,18		8,0002841	

$$Y(t)=426,46+51,5*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	12959	-2	4	-25918	11365,82	1,1401729	1,0034082
1991	13593	-1	1	-13593	13326,36	1,0200085	
1992	14714	0	0	0	15286,9	0,9625235	
1993	15345	1	1	15345	17247,44	0,8896973	
1994	18105	2	4	36210	19207,98	0,942577	
1995	21637	3	9	64911	21168,52	1,022131	
1996	23224	4	16	92896	23129,06	1,0041048	
1997	26245	5	25	131225	25089,6	1,046051	
	145822	12	60	301076		8,0272658	

$$Y(t)=15286,9+1960,54*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	231,01	-2	4	-462,02	206,46	1,1189092	1,0021802
1991	237,13	-1	1	-237,13	233,03	1,0175943	
1992	251,17	0	0	0	259,6	0,967527	
1993	256,31	1	1	256,31	286,17	0,8956564	
1994	292,71	2	4	585,42	312,74	0,9359532	
1995	351	3	9	1053	339,31	1,0344523	
1996	368,8	4	16	1475,2	365,88	1,0079808	
1997	407,9	5	25	2039,5	392,45	1,0393681	
	2396,03	12	60	4710,28		8,0174412	

$$Y(t)=259,6+26,57*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	57,5	-2	4	-115	55,58	1,0345448	1,0094612
1991	60,2	-1	1	-60,2	61,64	0,9766385	
1992	67,3	0	0	0	67,7	0,9940916	
1993	73,8	1	1	73,8	73,76	1,0005423	
1994	78,3	2	4	156,6	79,82	0,9809572	
1995	86,2	3	9	258,6	85,88	1,0037261	
1996	94,8	4	16	379,2	91,94	1,0311072	
1997	103,3	5	25	516,5	98	1,0540816	
	621,4	12	60	1209,5		8,0756894	

$$Y(t)=67,7+6,06*t$$

Çizelge 4.6.d Zaman serileri ile elde edilmiş Trend değerleri ve Conjonksiyon dalgalanma değeri.

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	1026	-2	4	-2052	978,3	1,048758	1,0005714
1991	1050	-1	1	-1050	1064,9	0,9860081	
1992	1149	0	0	0	1151,5	0,9978289	
1993	1233	1	1	1233	1238,1	0,9958808	
1994	1280	2	4	2560	1324,7	0,9662565	
1995	1379	3	9	4137	1411,3	0,9771133	
1996	1485	4	16	5940	1497,9	0,9913879	
1997	1650	5	25	8250	1584,5	1,041338	
	10252	12	60	19018		8,0045715	

$$Y(t)=1151,5+86,6*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	46,8	-2	4	-93,6	44,5	1,0516854	1,0032436
1991	49,3	-1	1	-49,3	49,4	0,9979757	
1992	54	0	0	0	54,3	0,9944751	
1993	59,2	1	1	59,2	59,2	1	
1994	61,4	2	4	122,8	64,1	0,9578783	
1995	67,4	3	9	202,2	69	0,9768116	
1996	74,1	4	16	296,4	73,9	1,0027064	
1997	82,3	5	25	411,5	78,8	1,0444162	
	494,5	12	60	949,2		8,0259488	

$$Y(t)=54,3+4,9*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	835	-2	4	-1670	797,6	1,0468907	1,000565
1991	860	-1	1	-860	861,2	0,9986066	
1992	921	0	0	0	924,8	0,995891	
1993	989	1	1	989	988,4	1,000607	
1994	1004	2	4	2008	1052	0,9543726	
1995	1078	3	9	3234	1115,6	0,9662962	
1996	1161	4	16	4644	1179,2	0,9845658	
1997	1314	5	25	6570	1242,8	1,05729	
	8162	12	60	14915		8,0045199	

$$Y(t)=924,8+63,6*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	35,2	-2	4	-70,4	35,24	0,9988649	1,0011661
1991	35,8	-1	1	-35,8	35,57	1,0064661	
1992	36,1	0	0	0	35,9	1,005571	
1993	36,2	1	1	36,2	36,23	0,999172	
1994	36,2	2	4	72,4	36,56	0,9901532	
1995	36,8	3	9	110,4	36,89	0,9975603	
1996	37,6	4	16	150,4	37,22	1,0102096	
1997	37,6	5	25	188	37,55	1,0013316	
	291,5	12	60	451,2		8,0093286	

$$Y(t)=35,9+0,33*t$$

Çizelge 4.6.e Zaman serileri ile elde edilmiş Trend değerleri ve Konjonksiyon dalgalanma değeri.

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	108,3	-2	4	-216,544	125,36	0,8636886	0,9984593
1991	111,8	-1	1	-111,837	118,63	0,9427379	
1992	121,6	0	0	0	111,9	1,0863896	
1993	126,6	1	1	126,624	105,17	1,2039935	
1994	122,5	2	4	245,076	98,44	1,2447989	
1995	74,9	3	9	224,7	91,71	0,8167048	
1996	73,9	4	16	295,6	84,98	0,8696164	
1997	75,1	5	25	375,5	78,25	0,9597444	
	814,738	12	60	939,119		7,9876742	

$$Y(t)=111,9-6,73*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	2705	-2	4	-5410	2220,6	1,2181392	1,0086143
1991	2654	-1	1	-2654	2849,8	0,9312934	
1992	3639	0	0	0	3479	1,0459902	
1993	3959	1	1	3959	4108,2	0,9636824	
1994	4321	2	4	8642	4737,4	0,9121037	
1995	4955	3	9	14865	5366,6	0,9233034	
1996	5650	4	16	22600	5995,8	0,9423263	
1997	7500	5	25	37500	6625	1,1320755	
	35383	12	60	79502		8,0689141	

$$Y(t)=3479+629,2*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	56,5	-2	4	-113	56,62	0,9978806	1,000855
1991	57,8	-1	1	-57,8	57,71	1,0015595	
1992	58,9	0	0	0	58,8	1,0017007	
1993	60	1	1	60	59,89	1,0018367	
1994	61,1	2	4	122,2	60,98	1,0019679	
1995	62,1	3	9	186,3	62,07	1,0004833	
1996	63,2	4	16	252,8	63,16	1,0006333	
1997	64,3	5	25	321,5	64,25	1,0007782	
	483,9	12	60	772		8,0068402	

$$Y(t)=58,8+1,09*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	29,2713	-2	4	-58,5426	-324,35	-0,090246	0,4509294
1991	50,7483	-1	1	-50,7483	-73,95	-0,686252	
1992	85,5585	0	0	0	176,45	0,4848881	
1993	144,5003	1	1	144,5003	426,85	0,3385271	
1994	386,87	2	4	773,74	677,25	0,5712366	
1995	595,01	3	9	1785,03	927,65	0,6414165	
1996	1075,05	4	16	4300,2	1178,05	0,9125674	
1997	2050,25	5	25	10251,25	1428,45	1,435297	
	4417,2584	12	60	17145,429		3,6074351	

$$Y(t)=176,45+250,4*t$$

Çizelge 4.6.f Zaman serileri ile elde edilmiş Trend değerleri ve Conjonksiyon dalgalanma değeri.

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	1649,9	-2	4	-3299,758	1661,32	0,99311	0,9992692
1991	1864,3	-1	1	-1864,344	1939,46	0,96127	
1992	2181,4	0	0	0	2217,6	0,98367	
1993	2619,9	1	1	2619,852	2495,74	1,04973	
1994	2861,6	2	4	5723,28	2773,88	1,03164	
1995	3058,5	3	9	9175,5	3052,02	1,00212	
1996	3274,2	4	16	13096,8	3330,16	0,9832	
1997	3570,1	5	25	17850,5	3608,3	0,98941	
	21079,903	12	60	43301,83		7,99415	

$$Y(t)=2217,6+278,14*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	125,4	-2	4	-250,798	125,58	0,99856	0,9999739
1991	133,6	-1	1	-133,632	135,54	0,98592	
1992	145,3	0	0	0	145,5	0,99871	
1993	159,9	1	1	159,9	155,46	1,02856	
1994	166,4	2	4	332,848	165,42	1,00607	
1995	173,1	3	9	519,3	175,38	0,987	
1996	182,7	4	16	730,8	185,34	0,98576	
1997	197,1	5	25	985,5	195,3	1,00922	
	1283,6	12	60	2343,918		7,99979	

$$Y(t)=145,5+9,96*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	C ort
1990	63,7	-2	4	-127,4	64,8	0,98302	1,0010089
1991	69,0	-1	1	-68,973	70,08	0,9842	
1992	75,6	0	0	0	75,36	1,00308	
1993	84,3	1	1	84,254	80,64	1,04482	
1994	87,5	2	4	175,09	85,92	1,01891	
1995	90,2	3	9	270,6	91,2	0,98904	
1996	94,9	4	16	379,6	96,48	0,98362	
1997	101,9	5	25	509,5	101,76	1,00138	
	667,064	12	60	1222,671		8,00807	

$$Y(t)=75,36+5,28*t$$

	y(t)	t	t*t	y*t	Tren değ	Konjan	Tah
1990	6893	-2	4	-13786	6983,6	0,98703	0,9995781
1991	8200	-1	1	-8200	8235,1	0,99574	
1992	9410	0	0	0	9486,6	0,99193	
1993	10936	1	1	10936	10738,1	1,01843	
1994	12212	2	4	24424	11989,6	1,01855	
1995	13228	3	9	39684	13241,1	0,99901	
1996	14289	4	16	57156	14492,6	0,98595	
1997	15744	5	25	78720	15744,1	0,99999	
	90912	12	60	188934		7,99662	

$$Y(t)=9486,6+1251,5*t$$

Çizelge 4.6.g Zaman serileri ile elde edilmiş Trend değerleri ve Conjonksiyon dalgalanma değeri.

1	2	3	4
1998	6	18908,9	18719,811
1999	7	20296,8	20093,832
2000	8	21684,7	21467,853
2001	9	23072,6	22841,874
2002	10	24460,5	24215,895
2003	11	25848,4	25589,916
2004	12	27236,3	26963,937
2005	13	28624,2	28337,958

1	2	3	4
1998	6	9665,25	9665,25
1999	7	9699,25	9699,25
2000	8	9733,25	9733,25
2001	9	9767,25	9767,25
2002	10	9801,25	9801,25
2003	11	9835,25	9835,25
2004	12	9869,25	9869,25
2005	13	9903,25	9903,25

1998	6	12851,1	12722,589
1999	7	13880,9	13742,091
2000	8	14910,7	14761,593
2001	9	15940,5	15781,095
2002	10	16970,3	16800,597
2003	11	18000,1	17820,099
2004	12	19029,9	18839,601
2005	13	20059,7	19859,103

1998	6	5252,94	5255,9825
1999	7	5474,62	5477,7909
2000	8	5696,3	5699,5993
2001	9	2814,46	2816,0901
2002	10	4144,54	4146,9405
2003	11	4366,22	4368,7489
2004	12	4587,9	4590,5573
2005	13	4809,58	4812,3657

1998	6	317,81	318,25315
1999	7	177,61	177,85766
2000	8	37,41	37,462165
2001	9	-102,79	-102,9333
2002	10	-242,99	-243,3288
2003	11	-383,19	-383,7243
2004	12	-523,39	-524,1198
2005	13	-663,59	-664,5153

1998	6	28492,7	29365,669
1999	7	31901,8	32879,194
2000	8	35310,9	36392,719
2001	9	38720	39906,243
2002	10	42129,1	43419,768
2003	11	45538,1	46933,293
2004	12	48947,2	50446,818
2005	13	52356,3	53960,343

1998	6	28246,8	28210,666
1999	7	30254,8	30216,129
2000	8	32262,8	32221,592
2001	9	34270,9	34227,055
2002	10	36278,9	36232,517
2003	11	38286,9	38237,98
2004	12	40295	40243,443
2005	13	42303	42248,906

1998	6	39,34	39,319268
1999	7	42,23	42,207745
2000	8	45,12	45,096222
2001	9	48,01	47,984699
2002	10	50,9	50,873176
2003	11	53,79	53,761653
2004	12	56,68	56,65013
2005	13	59,57	59,538607

1998	6	2376,42	2377,2527
1999	7	2434,3	2435,153
2000	8	2492,18	2493,0533
2001	9	2550,06	2550,9535
2002	10	2607,94	2608,8538
2003	11	2665,82	2666,7541
2004	12	2723,7	2724,6544
2005	13	2781,58	2782,5547

1998	6	1215,21	1213,7383
1999	7	1102,51	1101,1748
2000	8	989,81	988,61124
2001	9	877,11	876,04773
2002	10	764,41	763,48422
2003	11	651,71	650,92071
2004	12	539,01	538,3572
2005	13	426,31	425,7937

1998	6	684,11	789,55153
1999	7	754,51	870,80225
2000	8	824,91	952,05297
2001	9	895,31	1033,3037
2002	10	965,71	1114,5544
2003	11	1036,11	1195,8051
2004	12	1106,51	1277,0558
2005	13	1176,91	1358,3065

1998	6	276,84	276,03193
1999	7	207,58	206,97409
2000	8	138,32	137,91626
2001	9	69,06	68,858421
2002	10	-0,2	-0,199416
2003	11	-69,46	-69,25725
2004	12	-138,72	-138,3151
2005	13	-207,98	-207,3729

1:Yıllar Çizelge 4.7.a Zaman serileriyle yıllık tahminler

2:t değışkeni

3:Trend değeri

4: Dalgalanma kat sayılı trend değeri

1	2	3	4	1	2	3	4
1998	6	188,04	188,14325	1998	6	105,116	105,07973
1999	7	193,36	193,46617	1999	7	109,907	109,86908
2000	8	198,68	198,7891	2000	8	114,698	114,65843
2001	9	204	204,11202	2001	9	119,489	119,44778
2002	10	209,32	209,43494	2002	10	124,28	124,23712
2003	11	214,64	214,75786	2003	11	129,071	129,02647
2004	12	219,96	220,08078	2004	12	133,862	133,81582
2005	13	225,28	225,4037	2005	13	138,653	138,60516
1998	6	2925,3	2925,4469	1998	6	48,486	48,983243
1999	7	2966,1	2966,2489	1999	7	52,407	52,944455
2000	8	3006,9	3007,0509	2000	8	56,328	56,905666
2001	9	3047,7	3047,853	2001	9	60,249	60,866878
2002	10	3088,5	3088,655	2002	10	64,17	64,828089
2003	11	3129,3	3129,4571	2003	11	68,091	68,7893
2004	12	3170,1	3170,2591	2004	12	72,012	72,750512
2005	13	3210,9	3211,0612	2005	13	75,933	76,711723
1998	6	735,46	735,48611	1998	6	27050,1	27142,332
1999	7	786,96	786,98794	1999	7	29010,7	29109,554
2000	8	838,46	838,48977	2000	8	30971,2	31076,776
2001	9	889,96	889,99159	2001	9	32931,8	33043,998
2002	10	941,46	941,49342	2002	10	34892,3	35011,22
2003	11	992,96	992,99525	2003	11	36852,8	36978,442
2004	12	1044,46	1044,4971	2004	12	38813,4	38945,664
2005	13	1095,96	1095,9989	2005	13	40773,9	40912,886
1998	6	419,02	419,93355	1998	6	104,06	105,04453
1999	7	445,59	446,56148	1999	7	110,12	111,16187
2000	8	472,16	473,1894	2000	8	116,18	117,2792
2001	9	498,73	499,81733	2001	9	122,24	123,39654
2002	10	525,3	526,44526	2002	10	128,3	129,51387
2003	11	551,87	553,07319	2003	11	134,36	135,63121
2004	12	578,44	579,70111	2004	12	140,42	141,74854
2005	13	605,01	606,32904	2005	13	146,48	147,86588
1998	6	1671,1	1672,0549	1998	6	83,7	83,971489
1999	7	1757,7	1758,7043	1999	7	88,6	88,887383
2000	8	1844,3	1845,3538	2000	8	93,5	93,803277
2001	9	1930,9	1932,0033	2001	9	98,4	98,71917
2002	10	2017,5	2018,6528	2002	10	103,3	103,63506
2003	11	2104,1	2105,3023	2003	11	108,2	108,55096
2004	12	2190,7	2191,9518	2004	12	113,1	113,46685
2005	13	2277,3	2278,6012	2005	13	118	118,38274
1998	6	1306,4	1307,1381	1998	6	37,88	37,924172
1999	7	1370	1370,7741	1999	7	38,21	38,254557
2000	8	1433,6	1434,41	2000	8	38,54	38,584941
2001	9	1497,2	1498,0459	2001	9	38,87	38,915326
2002	10	1560,8	1561,6819	2002	10	39,2	39,245711
2003	11	1624,4	1625,3178	2003	11	39,53	39,576096
2004	12	1688	1688,9537	2004	12	39,86	39,906481
2005	13	1751,6	1752,5897	2005	13	40,19	40,236866

1:Yıllar
2:t değışkeni
3:Trend değeri
4: Dalgalanma kat sayılı trend değeri

Çizelge 4.7.b Zaman serileriyle yıllık tahminler

1	2	3	4	1	2	3	4
1998	6	71,52	71,409809	1998	6	7254,2	7316,6899
1999	7	64,79	64,690178	1999	7	7883,4	7951,31
2000	8	58,06	57,970547	2000	8	8512,6	8585,9301
2001	9	51,33	51,250916	2001	9	9141,8	9220,5502
2002	10	44,6	44,531285	2002	10	9771	9855,1703
2003	11	37,87	37,811654	2003	11	10400,2	10489,79
2004	12	31,14	31,092023	2004	12	11029,4	11124,411
2005	13	24,41	24,372392	2005	13	11658,6	11759,031
1998	6	65,34	65,395866	1998	6	1678,85	757,04282
1999	7	66,43	66,486798	1999	7	1929,25	869,95554
2000	8	67,52	67,57773	2000	8	2179,65	982,86827
2001	9	68,61	68,668662	2001	9	2430,05	1095,781
2002	10	69,7	69,759594	2002	10	2680,45	1208,6937
2003	11	70,79	70,850525	2003	11	2930,85	1321,6064
2004	12	71,88	71,941457	2004	12	3181,25	1434,5192
2005	13	72,97	73,032389	2005	13	3431,65	1547,4319
1998	6	3886,44	3883,5998	1998	6	205,26	205,25464
1999	7	4164,58	4161,5365	1999	7	215,22	215,21438
2000	8	4442,72	4439,4733	2000	8	225,18	225,17412
2001	9	4720,86	4717,41	2001	9	235,14	235,13386
2002	10	4999	4995,3467	2002	10	245,1	245,0936
2003	11	5277,14	5273,2835	2003	11	255,06	255,05334
2004	12	5555,28	5551,2202	2004	12	265,02	265,01308
2005	13	5833,42	5829,1569	2005	13	274,98	274,97282
1998	6	107,04	107,14799	1998	6	16995,6	16988,43
1999	7	112,32	112,43332	1999	7	18247,1	18239,402
2000	8	117,6	117,71865	2000	8	19498,6	19490,374
2001	9	122,88	123,00397	2001	9	20750,1	20741,346
2002	10	128,16	128,2893	2002	10	22001,6	21992,318
2003	11	133,44	133,57463	2003	11	23253,1	23243,29
2004	12	138,72	138,85995	2004	12	24504,6	24494,262
2005	13	144	144,14528	2005	13	25756,1	25745,234

1:Yıllar Çizelge 4.7.c Zaman serileriyle yıllık tahminler

2:t değışkeni

3:Trend değeri

4: Dalgalanma kat sayılı trend değeri

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yıllar	Sanal Hat Kapasitesi (Bin)	Telefon Santral Sayısı	Evi Abone Sayısı(Bin)	İş Yeri v.b Abone Sayısı(Bin)	Telefon Bekleyen Sayısı(Bin)	Kablo gebedesi olan merkez sayısı	Gebede hat kapasitesi Prensiyal (Bin)	Gebede hat Kapasitesi Lokal (Milyon)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Hizmet türlerine göre Giderler(Milyon \$)	Telefon Karı (Milyon \$)	Yatırım kaynakları toplamı (Milyon \$)	GSMH (Cari fiyatlarla Milyar \$)	GSMH'da yüzde değişme	KOSMİH (Cari fiyatlarla \$)
1979	1382,6	3236	556	536	1535	820	1949,8	2,8	347,6	358,8	65,8	137,8	81,7	74,8	1760
1980	1297,6	3297	605	543	1626,7	899	2099,9	3	395,4	321,9	126,7	147,3	68,4	84,4	1570
1981	1459,3	3404	704	598	1591,2	1021	2288,5	3,3	423,7	318,7	102,6	183,5	71,5	51,3	1598
1982	1667,6	3649	815	687	1751	1131	2625,8	3,8	398,5	301,1	107,8	200,1	64,2	32,3	1412
1983	1904,4	3896	937	736	1825,3	1309	3035,4	4,3	419,2	335,4	88,4	236,2	60,5	31,3	1299
1984	2241,7	4252	1099	842	1840,9	1450	3508,9	5	539,1	332,2	192,5	287,8	59,1	59,1	1238
1985	2566,9	4906	1292	956	1818,6	1710	4147,4	5,9	632,3	347,6	263,7	414,8	66,9	59,5	1356
1986	3348,2	6042	1637	1143	2115,4	2167	5199,5	7,2	730,4	497,4	221,3	599,3	75,2	44,8	1487
1987	4841,4	7853	2199	1503	2106	2820	6823	9,3	998,3	818,4	181,9	722,3	85,9	46,6	1668
1988	5817,6	9015	2893	2023	1337,2	3929	8938,8	12,1	1081	978,6	77,4	506,3	90,5	72,2	1693
1989	6488	9502	3644	2233	1457,5	3970	10341	14,4	1534,9	1395,4	215	372,4	107,5	78,3	1979
1990	7466,6	9782	4436	2457	1418,5	4636	11656,6	15,9	2045,3	1815,9	369,5	715,2	150,7	72,4	2682
1991	9008,6	9588	5546	2654	1357,5	5632	13875,2	18,5	2047,5	2004,4	236,7	715	150,2	59,7	2621
1992	10604	9101	6655	2755	1203	6564	16311,8	22,1	2166	2115	237	760,5	158,1	74	2708
1993	12589	9184	7965	2971	1033,6	7983	19006,6	25,7	2177	2128	218,4	949,1	178,7	81	3004
1994	13894	9389	9036	3176	654,5	8427	20831,7	28,5	1794	1726,6	199,6	492,5	132,3	94,7	2184
1995	14550	9540	9810	3418	756,2	22536	22392	30,9	1499	1243,9	79,7	343,2	165,5	102	2759
1996	15812	9425	10630	3659	752,7	23722	23849,7	33,2	2296	1467,4	507,7	328,1	183,6	90,7	2928
1997	17384	10089	11658	4085,9	412,7	25715	25761,8	36	2903	1277,4	1091	404,4	194,2	94	3048
1998	18720	9665,3	12723	5256	318,25	29365,7	28210,6	39,34	2377,25	1215,21	789,55	276,84	188,14	105,12	2925,447
1999	20094	9699,3	13742	5477,8	177,85	32879	30216,1	42,23	2435,15	1102,51	870,8	207,58	193,47	109,91	2966,249
2000	21468	9733,3	14762	5699,6	37,46	36392,7	32221,6	45,12	2493,05	989,81	952,05	138,32	198,79	114,66	3007,051

Çizelge 4.8.a Gerçek giriş değerleri Türkiye geneli için (1998-2000 tahmini).

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
İthalat(Milyar \$ Cari fiyatlarla)	Kişi Başına İthalat(\$) fiyatlarla)	İthalat(Milyon \$ Cari fiyatlarla)	Kişi Başına İthalat(\$)	Büyük Enerji Üretimi(Milyon GWh)	Kişi Başına Büyük Enerji Tüketimi(Bin GWh)	Enerji Net Tüketimi (Milyon GWh)	Kişi Başına Enerji Net Tüketimi (Bin GWh)	Elektrikçi olan köy sayısı (Bin)	Telekom A-Ş personel sayısı (Bin)	Turizm Gelirleri(Milyon \$)	Nüfus (Milyon)	Ortalama Dolar Kuru (x100)	Motorlu kara taşıtı (Otomobil Bin)	Motorlu kara taşıtı (Minitüs Bin)	Motorlu kara taşıtı (Otobüs Bin)	Bağlı Abone Sayısı (Bin)
5,1	116,46	2261	51,94	22,5	517	19,7	452	15,5	67,2	280	43,5	0,471	688,7	61,6	30,6	1092
7,9	177,99	2910	65,49	23,3	524	20,4	459	18,3	67,6	326	44,4	0,8925	742,3	64,7	32,8	1148
8,9	196,17	4702	103,27	24,7	542	22	484	19,8	66,6	381	45,5	1,297	776,4	66,5	33,8	1302
8,8	189,4	5745	123,07	26,6	569	23,6	505	22	69,7	370	46,7	1,8514	811,5	69,6	35,4	1502
9,2	192,94	5727	119,67	27,3	571	24,5	511	24,4	74,3	411	47,9	2,7397	856,4	73,6	38,5	1673
10,8	219,22	7133	145,38	30,6	624	27,6	563	26,5	78,3	840	49,1	4,3249	919,6	80,7	43,6	1941
11,3	225,49	7958	158,19	34,2	680	29,7	591	30,6	80,2	1482	50,3	5,74	983,4	88,0	47,1	2248
11,1	215,91	7456	144,98	39,7	772	32,2	626	33,9	89,8	1215	51,5	7,559	1087,2	97,9	50,8	2780
14,2	269,36	10190	193,87	44,4	844	36,7	698	34,5	101,1	1721	52,8	10,1835	1193,0	106,3	53,6	3702
14,3	266,88	11662	217,11	48	895	39,7	736	34,8	105,2	2355	54,2	18,1302	1309,6	112,9	56,2	4916
15,8	287,69	11624	211,77	52	948	43,1	786	35	106,8	2556	55,5	23,1137	1434,8	118,0	58,9	5877
22,3	397,56	12959	231,01	57,5	1026	46,8	835	35,2	108,3	2705	56,5	29,2713	1649,9	125,4	63,7	6893
21	367,15	13593	237,13	60,2	1050	49,3	860	35,8	111,8	2654	57,8	50,7483	1864,3	133,6	69,0	8200
22,9	390,4	14714	251,17	67,3	1149	54	921	36,1	121,6	3639	58,9	85,5585	2181,4	145,3	75,6	9410
29,4	491,55	15345	256,31	73,8	1233	59,2	989	36,2	126,6	3959	60	144,5	2619,9	159,9	84,3	10936
23,3	380,3	18105	292,71	78,3	1280	61,4	1004	36,2	122,5	4321	61,1	386,87	2861,6	166,4	87,5	12212
35,7	579,3	21637	351	86,2	1379	67,4	1078	36,8	74,9	4955	62,1	595,01	3058,5	173,1	90,2	13228
43,6	681,6	23224	368,8	94,8	1485	74,1	1161	37,6	73,9	5650	63,2	1075,05	3274,2	182,7	94,9	14289
48,6	721,6	26245	407,9	103,3	1650	82,3	1314	37,6	75,1	7500	64,3	2050,25	3570,1	197,1	101,9	15744
48,983	735,486	27142	419,93	105,0445	1672,055	83,9715	1307,138	37,9242	71,4098	7316,69	65,4	1678,85	3883,6	205,2546	107,148	16988,43
52,944	786,988	29110	446,56	111,1619	1758,704	88,8874	1370,774	38,2546	64,6902	7951,31	66,5	1929,25	4161,54	215,2144	112,4333	18239,4
56,906	838,49	31077	473,19	117,2792	1845,354	93,8033	1434,41	38,5849	57,9706	8585,93	67,6	2179,65	4439,47	225,1741	117,7186	19490,37

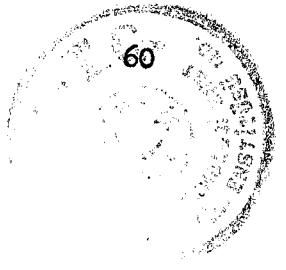
Çizelge 4.8.b Gerçek geniş değerleri Türkiye geneli için (1998-2000 tahmini).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yıllar	Sentral Hat Kapasitesi (Bin)	Telefon Santral Sayısı	Ev Abone Sayısı(Bin)	İş Yeri v.b Abone Sayısı(Bin)	Telefon Bekleyen Sayısı(Bin)	Kablo şebekesi olan merkez sayısı	Şebeke hat kapasitesi (Preşipal (Bin)	Şebeke hat kapasitesi (Lokal (Milyon)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Telefon Karı (Milyon \$)	Yatırım kaynakları toplamı (Milyon \$)	GSMH (Cari fiyatlarla Milyar \$)	GSMH'da yüzde değişim	KGSMH (Cari fiyatlarla \$)
0,05	0,038	0,089	0,015	0,0147	0,04217	0,0225	0,0536	6E-05	0,0095	0,0098	0,0018	0,0038	0,002	0,002	0,048349
0,05	0,0356	0,091	0,017	0,0149	0,04469	0,0247	0,0577	7E-05	0,0109	0,0088	0,0035	0,004	0,002	0,0023	0,043128
0,05	0,0401	0,094	0,019	0,0164	0,04371	0,028	0,0629	8E-05	0,0116	0,0087	0,0028	0,005	0,002	0,0014	0,043898
0,05	0,0458	0,1	0,022	0,0189	0,0481	0,0311	0,0721	9E-05	0,0109	0,0083	0,0029	0,0055	0,002	0,0009	0,038787
0,05	0,0523	0,107	0,026	0,0202	0,05014	0,036	0,0834	0,0001	0,0115	0,0092	0,0024	0,0065	0,002	0,0008	0,035681
0,05	0,0616	0,117	0,03	0,0231	0,05057	0,0398	0,0964	0,0001	0,0148	0,0091	0,0053	0,0079	0,002	0,0016	0,034005
0,05	0,0705	0,135	0,035	0,0263	0,04996	0,047	0,114	0,0001	0,0174	0,0095	0,0072	0,0114	0,002	0,0016	0,037248
0,05	0,092	0,166	0,045	0,0314	0,05811	0,0595	0,1429	0,0002	0,0201	0,0137	0,0061	0,0165	0,002	0,0012	0,040847
0,05	0,133	0,216	0,06	0,0413	0,05786	0,0775	0,1875	0,0002	0,0274	0,0225	0,005	0,0198	0,002	0,0013	0,045821
0,05	0,1598	0,248	0,079	0,0556	0,03673	0,1079	0,2456	0,0003	0,0297	0,0269	0,0021	0,0139	0,002	0,002	0,046508
0,05	0,1783	0,261	0,1	0,0613	0,04004	0,1091	0,2841	0,0004	0,0422	0,0383	0,0059	0,0102	0,003	0,0021	0,054367
0,05	0,2052	0,269	0,122	0,0675	0,03897	0,1274	0,3203	0,0004	0,0562	0,0499	0,0101	0,0196	0,004	0,002	0,073684
0,05	0,2475	0,263	0,152	0,0729	0,03729	0,1547	0,3813	0,0005	0,0562	0,0551	0,0065	0,0196	0,004	0,0016	0,072008
0,05	0,2914	0,25	0,183	0,0757	0,03304	0,1804	0,4482	0,0006	0,0595	0,0581	0,0065	0,0209	0,004	0,002	0,074399
0,05	0,3459	0,252	0,219	0,0816	0,02839	0,2193	0,5223	0,0007	0,0598	0,0585	0,006	0,0261	0,005	0,0022	0,082532
0,05	0,3818	0,258	0,248	0,0873	0,01797	0,2315	0,5724	0,0008	0,0493	0,0474	0,0055	0,0135	0,004	0,0026	0,06
0,05	0,3998	0,262	0,27	0,0939	0,02077	0,6192	0,6153	0,0008	0,0412	0,0342	0,0022	0,0094	0,005	0,0028	0,0758
0,05	0,4345	0,259	0,292	0,1005	0,02067	0,6518	0,6553	0,0009	0,0631	0,0403	0,0139	0,009	0,005	0,0025	0,080444
0,05	0,4777	0,277	0,32	0,1123	0,01133	0,7066	0,7079	0,001	0,0798	0,0351	0,03	0,0111	0,005	0,0026	0,083741
0,05	0,5144	0,266	0,35	0,1444	0,00873	0,8069	0,7752	0,0011	0,0653	0,0334	0,0217	0,0076	0,005	0,0029	0,080374
0,05	0,5521	0,267	0,378	0,1505	0,00487	0,9034	0,8303	0,0011	0,0669	0,0303	0,0239	0,0057	0,005	0,003	0,081495
0,05	0,5899	0,267	0,406	0,1566	0,00102	1	0,8854	0,0012	0,0685	0,0272	0,0261	0,0038	0,005	0,0031	0,082616

Çizelge 4.9.a Normalize giriş değerleri Türkiye geneli için (1998-2000 tahmini).

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Kırsal Yatırım \$ Cari	Kırsal Yatırım İhtalat(\$)	İhtalat(Milyon \$ Cari	Kırsal Yatırım İhracat(\$)	Bütçe Enerji	Kırsal Yatırım Bütçe Enerji	Enerji Net Tüketimi	Kırsal Yatırım Enerji Net	Elektrikli olan köy sayısı	Telekom A-Ş personel	Turizm Gelirleri(Milyon	Nüfus(Milyon)	Ortalama Dolar Kuru	Motorlu kara taşıtı	Motorlu kara taşıtı	Motorlu kara taşıtı	Bağlı Abone Sayısı (Bim)
0,0001	0,0032	0,0621	0,0014	0,00061	0,0141934	0,00053	0,0124073	0,0004	0,0018	0,00768	0,0012	0	0,01891	0,00168	0,000829	0,02999
0,0002	0,0049	0,0799	0,0018	0,00063	0,0143857	0,00055	0,0125996	0,0005	0,0018	0,00895	0,0012	1E-05	0,02038	0,00177	0,000888	0,03153
0,0002	0,0054	0,1292	0,0028	0,00067	0,0148803	0,00059	0,0132866	0,0005	0,0018	0,01046	0,0012	2E-05	0,02132	0,00181	0,000917	0,03576
0,0002	0,0052	0,1579	0,0034	0,00072	0,0156223	0,00064	0,0138636	0,0006	0,0019	0,01015	0,0013	4E-05	0,02228	0,0019	0,000961	0,04126
0,0002	0,0053	0,1574	0,0033	0,00074	0,0156772	0,00066	0,0140285	0,0007	0,002	0,01128	0,0013	6E-05	0,02352	0,00201	0,001044	0,04596
0,0003	0,006	0,196	0,004	0,00083	0,0171336	0,00075	0,0154574	0,0007	0,0021	0,02307	0,0013	0,0001	0,02526	0,0022	0,001186	0,05332
0,0003	0,0062	0,2187	0,0043	0,00093	0,0186724	0,0008	0,0162268	0,0008	0,0022	0,04071	0,0014	0,0001	0,02701	0,0024	0,001282	0,06176
0,0003	0,0059	0,2049	0,004	0,00108	0,0212004	0,00087	0,0171885	0,0009	0,0025	0,03337	0,0014	0,0002	0,02986	0,00268	0,001383	0,07638
0,0004	0,0074	0,28	0,0053	0,00121	0,0231788	0,001	0,019167	0,0009	0,0028	0,04728	0,0014	0,0003	0,03277	0,00291	0,001459	0,10171
0,0004	0,0073	0,3204	0,006	0,00131	0,0245802	0,00108	0,0202112	0,0009	0,0029	0,0647	0,0015	0,0005	0,03597	0,00309	0,001531	0,13507
0,0004	0,0079	0,3194	0,0058	0,00142	0,0260366	0,00117	0,0215851	0,0009	0,0029	0,07022	0,0015	0,0006	0,03941	0,00323	0,001604	0,16148
0,0006	0,0109	0,3561	0,0063	0,00157	0,0281799	0,00127	0,0229315	0,001	0,003	0,07432	0,0015	0,0008	0,04532	0,00343	0,001737	0,1894
0,0006	0,0101	0,3735	0,0065	0,00164	0,0288394	0,00134	0,0236185	0,001	0,0031	0,07291	0,0016	0,0014	0,05122	0,00366	0,001882	0,22531
0,0006	0,0107	0,4043	0,0069	0,00184	0,0315597	0,00147	0,0252947	0,001	0,0033	0,09998	0,0016	0,0023	0,05993	0,00398	0,002064	0,25856
0,0008	0,0135	0,4216	0,007	0,00201	0,0338679	0,00161	0,0271632	0,001	0,0035	0,10877	0,0016	0,004	0,07198	0,00438	0,002302	0,30049
0,0006	0,0104	0,4975	0,008	0,00214	0,0351594	0,00167	0,0275754	0,001	0,0034	0,11872	0,0017	0,0106	0,07862	0,00456	0,002393	0,33555
0,001	0,0159	0,5945	0,0096	0,00236	0,0378798	0,00184	0,0296088	0,001	0,002	0,13614	0,0017	0,0163	0,08403	0,00474	0,002466	0,36347
0,0012	0,0187	0,6381	0,0101	0,00259	0,0407925	0,00202	0,0318895	0,001	0,002	0,15524	0,0017	0,0295	0,08996	0,00501	0,002595	0,39263
0,0013	0,0198	0,7212	0,0112	0,00283	0,0453264	0,00225	0,0360937	0,001	0,0021	0,20608	0,0018	0,0563	0,09809	0,0054	0,002787	0,43261
0,0013	0,0202	0,7458	0,0115	0,00287	0,0459324	0,00229	0,0359051	0,001	0,0019	0,20104	0,0018	0,0461	0,1067	0,00563	0,002931	0,4668
0,0014	0,0216	0,7999	0,0123	0,00304	0,0483134	0,00243	0,0376537	0,001	0,0018	0,21848	0,0018	0,053	0,11434	0,0059	0,003077	0,50118
0,0016	0,023	0,8539	0,013	0,00321	0,0506944	0,00256	0,0394023	0,001	0,0016	0,23591	0,0018	0,0599	0,12198	0,00617	0,003222	0,53555

Çizelge 4.9.b Normalize giriş değerleri Türkiye geneli için (1998-2000 tahmini).



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Yıllar	Santral Hat Kapasitesi (Bin)	Telefon Santral Sayısı	Ev Abone Sayısı(Bin)	İş Yeri v.b Abone Sayısı(Bin)	Telefon Bekleyen Sayısı(Bin)	Kablo şebekesi olan merkez sayısı	Şebeke hat kapasitesi (Prensipal (Bin)	Şebeke hat kapasitesi (Lokal (Milyon)	Hizmet türlerine göre Gelirler(Milyon \$)	Hizmet türlerine göre Giderler(Milyon \$)	Telefon Karı (Milyon \$)	Yatırım kaynakları toplamı (Milyon \$)	GSMH (Cari fiyatlarla Milyar \$)	GSMH'da yüzde değişim	KGSMH (Cari fiyatlarla \$)
1979	1382,6	3236	556	536	1535	820	1949,8	2,8	347,6	358,8	65,8	137,8	81,7	74,8	1760
1983	1904,4	3896	937	736	1825,3	1309	3035,4	4,3	419,2	335,4	88,4	236,2	60,5	31,3	1299
1987	4841,4	7853	2199	1503	2106	2820	6823	9,3	998,3	818,4	181,9	722,3	85,9	46,6	1668
1991	9008,6	9588	5546	2654	1357,5	5632	13875,2	18,5	2047,5	2004,4	236,7	715	150,2	59,7	2621
1995	14550	9540	9810	3418	756,2	22536	22392	30,9	1499	1243,9	79,7	343,2	165,5	102	2759
1998	18720	9665,3	12723	5256	318,25	29365,7	28210,6	39,34	2377,25	1215,21	789,55	276,84	188,14	105,12	2925,447
1999	20094	9699,3	13742	5477,8	177,85	32879	30216,1	42,23	2435,15	1102,51	870,8	207,58	193,47	109,91	2966,249
2000	21468	9733,3	14762	5699,6	37,46	36392,7	32221,6	45,12	2493,05	989,81	952,05	138,32	198,79	114,66	3007,051

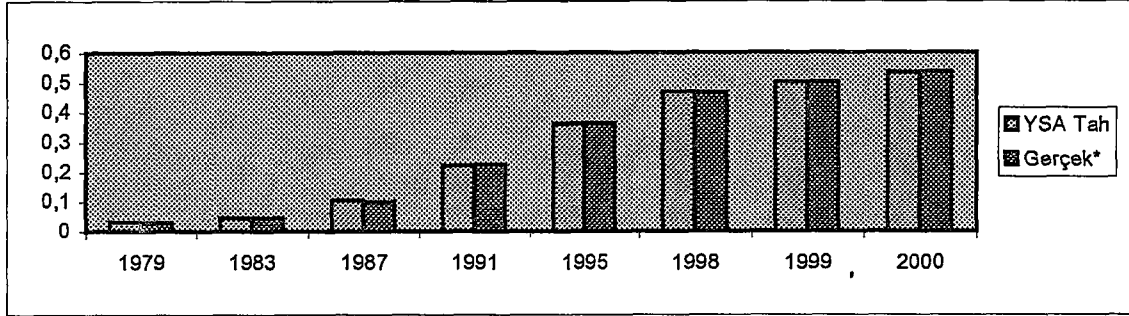
Çizelge 4.10.a Test giriş değerleri Türkiye geneli için (1998-2000 tahmini).

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
İthalat(Milyar \$ Cari	Kişi Başına İthalat(\$	İhracat(Milyon \$ Cari	Kişi Başına İhracat(\$	Bütçe Enerji Üretimi(Milyon GWh)	Kişi Başına Bütçe Enerji Tüketimi(Bin GWh)	Enerji Net Tüketimi (Milyon GWh)	Kişi Başına Enerji Net Tüketimi (Bin GWh)	Elektrik üreten köy sayısı (Bin)	Telekom A.Ş. personel sayısı (Bin)	Turizm Gelirleri(Milyon \$)	Nüfus (Milyon)	Ortalama Dolar Kuru (x100)	Motorlu kara taşıtı (Otomobil Bin)	Motorlu kara taşıtı (Minitüs Bin)	Motorlu kara taşıtı (Otobüs Bin)	Bağlı Abone Sayısı (Bin)
5,1	116,46	2261	51,94	22,5	517	19,7	452	15,5	67,2	280	43,5	0,471	688,7	61,6	30,6	1092
9,2	192,94	5727	119,67	27,3	571	24,5	511	24,4	74,3	411	47,9	2,7397	856,4	73,6	38,5	1673
14,2	269,36	10190	193,87	44,4	844	36,7	698	34,5	101,1	1721	52,8	10,1835	1193,0	106,3	53,6	3702
21	367,15	13593	237,13	60,2	1050	49,3	860	35,8	111,8	2654	57,8	50,7483	1864,3	133,6	69,0	8200
35,7	579,3	21637	351	86,2	1379	67,4	1078	36,8	74,9	4955	62,1	595,01	3058,5	173,1	90,2	13228
48,983	735,486	27142	419,93	105,0445	1672,055	83,9715	1307,138	37,9242	71,41	7316,69	65,3959	1678,85	3883,6	205,2546	107,148	16988,43
52,944	786,988	29110	446,56	111,1619	1758,704	88,8874	1370,774	38,2546	64,69	7951,31	66,4868	1929,25	4161,54	215,2144	112,4333	18239,4
56,906	838,49	31077	473,19	117,2792	1845,354	93,8033	1434,41	38,5849	57,971	8585,93	67,5777	2179,65	4439,47	225,1741	117,7186	19490,37

Çizelge 4.10.b Test giriş değerleri Türkiye geneli için (1998-2000 tahmini).

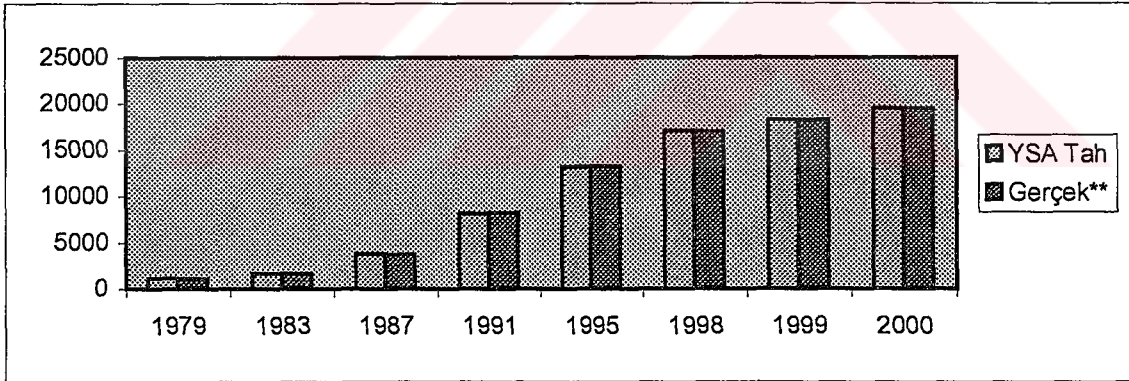
	Out1	Tar1
1979	0,03192	0,029994
1983	0,04477	0,045958
1987	0,10415	0,101712
1991	0,22335	0,22531
1995	0,36294	0,363471
1998	0,46854	0,466802
1999	0,50187	0,501176
2000	0,53433	0,535551

	1979	1983	1987	1991	1995	1998	1999	2000
YSA Tah	0,03192	0,044772	0,104153	0,223347	0,36294	0,468537	0,50187	0,53433
Gerçek*	0,02999	0,045958	0,101712	0,22531	0,36347	0,466802	0,50118	0,53555



Çizim 4.3 Normalize test değerleri ile YSA tahmin değerleri karşılaştırılması* (1979-2000).

	1979	1983	1987	1991	1995	1998	1999	2000
YSA Tah	1162	1629,852	3790,88	8128,671	13208,9	17051,8	18264,8	19446,3
Gerçek**	1092,02	1673,021	3702,045	8200,11	13228,2	16988,66	18239,6	19490,6



Çizim 4.4 Gerçek test değerleri ile YSA tahmin değerleri karşılaştırılması ** (1979-2000).

(*,**) 1998-1999-2000 yıllarına ait değerler tahmini (zaman serilerinden elde edilmiştir).

Aktivasyon fonksiyonları	LSS
Öğrenme katsayısı	0,3
Moment faktörü	0,5
Eğitim hatası	3,66E-06
Karşılaştırma hatası	3,64E-06
İterasyon	100000

MSE:2,52E-06

Çizelge 4.11 Yapay Sinir Ağı parametreleri (1979-2000).

Propagator: Network Summary

Date: Fri Jun 26 21:49:19 1998

Problem File Name: a:\sar
Problem File Name: a:\sar
Current Cycle: 100000
Current Training Error: N/A
Current Validation Error: N/A
Best Error Cycle: 99202
Best Training Error: N/A
Best Validation Error: N/A

Network Architecture

Number of Layers: 3
Nodes per Layer: 32 2 1
Transfer Functions: Linear Sigmoid Sigmoid
Connectivity: Full
Connection File: N/A
Initial Weights: -1.00000000 to 1.00000000
Learning Rule: Generalized Delta
Random Seed: 898911438

Training Parameters

Learning Rate: 0.30000000
Momentum Factor: 0.50000000
Total Training Cycles: 100000
Minimum Training Error: 0.00000100
Update Interval: 10
Training Patterns Order: Random
Input Noise: No Input Noise
Training File: a:\trb.txt
Validation File: N/A

Testing Parameters

Input Noise: No Input Noise
Testing File: a:\trbtst.txt 8

BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Telekomünikasyon sektöründe yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak telefon abonesi tahmin analizi ve simülasyon yapmaya yönelik bu çalışma 5 bölümde oluşmaktadır.

Birinci bölümde, konunun önemi ve tezin amacı ve içeriği anlatılmıştır.

İkinci bölümde, telekomünikasyon sektörünün genel görünümü ve Türkiye'deki konumu hakkında literatür araştırmaları sonucu elde edilen veriler ile karşılaştırılması ve mevcut durum ortaya konmuştur.

Üçüncü bölümde Yapay Sinir Ağları (YSA) nın işlevleri, tipleri, çeşitleri, sınıflandırılmaları, ağ çeşitleri ve kullanım yerleri gibi kavramlara yer verilmiştir. İlgili tanım, algoritmalar ve matematiksel bağıntılar belirtilmiştir.

Dördüncü bölümde, telefon abonesine etki yapabilecek faktörlerin seçimi yapılmıştır. 1979-1997 yılları itibariyle etken faktörlerin sayısal verileri, Türk Telekom (PTT), DİE, DPT, TEAŞ ve ilgili dairelerden karşılanmıştır. 1998-2000 yıllarına ait değerlere, 1990-1997 yıllarına ait verilerin zaman serileri yardımıyla değerlendirilmesi sonucunda varılmıştır.

Tabloya aktarılmış sayısal verilerin -1 ile $+1$ arasında olacak şekilde normalize işlemi yapılmıştır. Belli yıllara ait veriler ile Test ve Eğitim tabloları oluşturularak YSA da işleme konulmuştur.

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar,

1- Ülkemiz gelişmişliği sürecinde yapılacak yatırımların abone sayısına göre değerlendirilmesi ile planlamalarda kolaylıklar sağlayacaktır. YSA'nın kendi modelini geçmişteki verilere dayanarak elde etmesi, non-lineer davranışlara kolayca uyum sağlaması ve simülasyon tekniğine son derece uygun olması gibi üstün tarafları "Telefon abonesi tahmini" alanına uyarlanmıştır.

2- YSA kullanılarak telefon talebi analizinde,

Back propagation algoritması

Sigmoid fonksiyonu

Gürültü enjeksiyonu

Gizli katmanlar

Kullanılmış bulunmaktadır.

3- Öğrenme katsayılarının en uygun değeri 0,30-0,50, gizli katman sayısının 3-4 arasında olduğu sonucuna varılmıştır.

4- Analiz sırasında doyma olmaması için en uygun fonksiyonun "Lineer, sigmoid" olduğu tespiti görülmüştür.

5- Öğrenme algoritması olarak "Back propagation" kullanılmıştır. Yeni verilere göre hataların düzeltilmesi, iyi bir tahmin yeteneği olması ve çok sayıda veri girişini tanıyabilmesi nedeniyle telefon abonesi tahmininde kullanılmıştır.

6- Zaman serileri elde edilmiş tahmini giriş değerlerine karşılık YSA da abone tahmini değerlerinin 1998 yılı için; 17 051,8 Bin, 1999 yılı için 18 264,8 Bin, 2000 yılı için 19 446,3 Bin olabileceği tespiti yapılmıştır.

7-Yapılan analizde %3 hata altında değerlere ulaşılmıştır.

YSA ile yeni bir yaklaşım olarak telefon abonesi tahmini analizi çalışması sonunda şu önerilere yer verilebilir.

1- Yapılacak olan yatırım programları planlanmasında YSA 'rı kullanılabilir.

2- Moment ilavesinin 0,5 olmasına dikkat edilmelidir. Küçük tutulması gerçek değerlere ulaşmayı zorlaştırmakta, büyük tutulması ise osilasyona sebep olmaktadır.

3- Öğrenme katsayısının 0,2-0,3, öğrenme katsayısının iyileştirilmesi için eklenecek gürültü miktarının 0,4-0,5 arasında olması yeterli olacaktır.

KAYNAKLAR

- Carpenter, G. A. and S. Grossberg (1988), The ART of Adaptive Pattern Recognition by a Self-Organising Neural Network, Computer, March 1988, pp.77-88.
- Chester, D. L. (1990), Why Two Hidden Layers Are Better Than One, Int. Joint Conf. on Neural Networks, Washington, DC., V.1, pp.265-268.
- Davis, L. (1991), Handbook of Genetic Algorithms, (Eds), Van Nostrand Reinhold, NY, ISBN 0-442-00173-8.
- Elman, J. L. (1990), Finding Structure in Time, Cognitive Science, V.14, pp.179-211.
- Goldberg, D. E. (1989), Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning (Addison-Wesley, Reading, MA), ISBN 0-201-15767-5.
- Gomi, H. and M. Kawato (1993), Recognition of Manipulated Objects by Motor Learning with Modular Architecture Networks, Neural Networks, V.6, pp.485-497.
- Hanes, M. D., S. C. Ahalt, K. Mirza and D. E. Orin (1991), Neural Network Control of Force Distribution for Power Grasp, Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Sacramento, California, pp.746-751.
- Harp, S. A., T. Samad and A. Guha (1989), Towards the Genetic Synthesis of Neural Networks, In: Proc. Int. Conf. on Genetic Algorithms, pp.360-369.
- Hecht-Nielsen, R. (1990), Neurocomputing (Addison-Wesley, Reading, MA).
- Holland, J. H. (1975), Adaptation in Natural and Artificial Systems, (University of Michigan Press, Ann Arbor, MI).
- Hopfield, J. J. (1982), Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities, In: Proc. National Academy of Sciences, USA, April, V.79, pp.2554-2558.
- Jordan, M. I. (1986), Attractor Dynamics and Parallelism in a Connectionist Sequential Machine, In: Proc. 8th Annual Conf. of the Cognitive Science Society, Amherst, MA, pp.531-546.
- Karaboga, D. (1994), Design of Fuzzy Logic Controllers Using Genetic Algorithms, Ph.D. Thesis, University of Wales, Cardiff, UK.
- Kohonen, T. (1989), Self-Organisation and Associative Memory (3rd ed), (Springer-Verlag, Berlin).

- O.Kılıç (1996), Enerji İletim Sistemlerinde Yük Tahminin Gerçekleştirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım, Yıldız Teknik Üniversitesi Doktora Tezi.
- Pham, D. T. and D. Karaboga (1993b), Dynamic System Identification Using Recurrent Neural Networks and Genetic Algorithms, In: Proc. 9th Int. Conf. on Mathematical and Computer Modelling, San Francisco, July 1993 (in press).
- Pham, D. T. and E. Oztemel (1994), Control Chart Pattern Recognition Using Learning Vector Quantization Networks, Int. J. Production Research, V.32, N.3, pp.721-729.
- Pham, D. T. and S. Sagioglu (1993), J. Mathematical and Computer Modelling, Principia Scientia, USA. (in press).
- Pham, D. T. and X. Liu (1994), Modelling and Production Using GMDH Networks of Adalines with Nonlinear Preprocessors, Int. J. of Systems Science, (in press).
- Pham, D. T. and X. Liu (1995), Neurel Networks for Identification, Prediction and Control.
- Rumelhart, D. E. and J. L. McClelland (1986), Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition (MIT Press, Cambridge, MA).
- T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü (1979-1985-1997-1996), Türkiye İstatistik Yıllığı.
- T.C. PTT İşletmesi Genel Müdürlüğü (1990-1994), PTT İstatistikleri.
- T.C. Turizm Bakanlığı (1997), Turizm Eğitimi Genel Müdürlüğü (1963-1997).
- T.C. Ulaştırma Bakanlığı (1993), Cumhuriyetin 70 Yılında Ulaştırma ve Haberleşme, Sayfa.165-167.
- T.C. Ulaştırma Bakanlığı (1994), V11.Beş Yıllık Plan Çalışmaları Elektronik Sanayii Özel İhtisas Komisyonu, Sayfa:1-9.
- TESİAD (1997), Electronic Industry Almanac.
- Widrow, B. and M. E. Hoff (1960), Adaptive Switching Circuits, In: Proc. IRE WESCON Convention Record, Part 4, IRE, New York, pp.96-104.

ÖZGEÇMİŞ

1963 Trabzon doğumlu olan Osman SARI ilk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladıktan sonra 1979 Hava Harp Okulu ve 1982 Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji mühendisliğinde belli süreler eğitimine devam edip ayrıldıktan sonra , 1984 yılında Erciyes Üniversitesi Elektronik Bölümü'ne girmiş ve 1989 yılında mezun olmuştur.

1989 yılında Türk Telekom'da göreve başlamış; 1989-1992 yıllarında Kahramanmaraş da Radyolink Mühendisliği, 1992-1994 yıllarında Gebze Telefon Müd.Yrd.'cılığı 1994-1997 yıllarında Gebze Telefon Müdürlüğü görevlerini yürüttükten sonra 1997 yılında Bolu Köroğlu Telekon müdürlüğüne tayinen gelip halen Telekom Müdürlüğü görevini yürütmektedir.

1996 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde yüksek lisansa başlamış olup, evli ve iki çocuk babasıdır.