



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY ZEKA İLE TALEP TAHMİNİ

Nazife YAZICIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2010



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY ZEKA İLE TALEP TAHMİNİ

Nazife YAZICIOĞLU

Doç. Dr. H. Cenk ÖZMUTLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2010

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY ZEKA İLE TALEP TAHMİNİ

Nazife YAZICIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
EDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez *12.10.2000* tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr.
H. Cenk ÖZMUTLU

Doç. Dr.
Nursel ÖZTÜRK

Prof. Dr.
Feray ÇELİKÇAPA

ÖZET

Talep tahmini, gelecekteki bir zaman süresi için şirketin bir ürünü veya çeşitli ürünleri için talep düzeyini tespit etmektir. Çalışma içerisinde yapay sinir ağları ve talep tahmini kavramları açıklanmıştır. Uygulama bölümü de yapay sinir ağları kullanılarak otomobil satışları ile ilgili bir tahmin modeli kurulmuş ve uygulanmıştır. Yapay sinir ağları yönteminin yanı sıra regresyon analizi ile de otomobil üretimi için talep tahmini yapılmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Uygulama sonucunda yapay sinir ağı yönteminin etkin bir talep tahmini yöntemi olduğu gösterilmiştir. Sonuç olarak yapay sinir ağları analizlerinin, klasik yöntemlere güçlü bir alternatif olabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, talep tahmini, regresyon.

ABSTRACT

Demand prediction is determining the demand level of a product or more than one product of a company for a time in the future. In that study, artificial neural network and demand predictions concepts are explained. In application part of this study, artificial neural networks sales forecasting model for otomobile production is builded and implemented. On the other hand, prediction models are builded for regresion analysys and curve estimation method. In conclusion, results are compared and shown that artificial neural networks is an efficient tool for forecasting. Evariantually, it was seen that artificial neural networks analyses could be strong alternative method to classical models.

Key words: Artificial neural networks, demand forecasting, regression.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	2
2.1. Talep Tahmini	2
2.1.1. Talep Tahmini Aşamaları.....	5
2.1.2. Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemler	6
2.1.2.1. Nitel Tahmin Yöntemleri	7
2.1.2.2. Nicel Tahmin Yöntemleri	10
2.2. Yapay Zeka ve Yapay Sinir Ağları	15
2.2.1. Yapay Sinir Ağları Tanımı	16
2.2.2. Yapay Sinir Ağlarının Tarihçesi	16
2.2.3. Yapay Sinir Ağlarının Genel Özellikleri.....	17
2.2.4. Biyolojik Sinir Hücreleri ve Yapay Sinir Hücreleri	18
2.2.5. Yapay Sinir Ağı Hücresi Elemanları	21
2.2.5.1. Girdiler.....	21
2.2.5.2. Ağırlıklar	22
2.2.5.3. Toplama Fonksiyonu	22
2.2.5.4. Aktivasyon Fonksiyonu.....	23
2.2.5.5. Çıktılar	27
2.2.6. Yapay Sinir Ağlarında Katmanlar	27
2.2.7. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme.....	29

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	33
3.1. Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini.....	33
3.1.1. Yapay Sinir Ağında Tahmin Adımları	33
3.1.2. Yapay Sinir Ağında Öğrenme ve Geri Yayılım Algoritması	35
3.1.3. Yapay Sinir Ağında Sigmoid Fonksiyonu	40
3.2. Regresyon Analizi	41
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	45
4.1. Talep Tahmini Probleminin Tanımlanması	45
4.2. Yapay Sinir Ağı Mimarisi.....	53
4.2.1. Yapay Sinir Ağı Uygulamaları	54
4.2.2. Yapay Sinir Ağı ve Veri Analizleri.....	62
4.3. Regresyon Analizi ile Talep Tahmini.....	66
4.4. Regresyon ile Yapay Sinir Ağları Tahminlerinin Karşılaştırılması	68
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR	72
EKLER	76
ÖZGEÇMİŞ.....	105
TEŞEKKÜR.....	106

KISALTMALAR DİZİNİ

YSA: Yapay Sinir Ağları

İMKB: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası

GSYH: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

TEFE: Toptan Eşya Fiyat Endeksi

TÜFE: Tüketici Fiyat Endeksi

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Çevrim Sayısı Sabit Tutularak, Farklı Öğrenme Katsayıları ve Farklı Momentum Katsayıları için En İyi Deneme Sonuçları	55
Çizelge 4.2. 250-5000 Çevrimde Tek Katmanda ve İki Katmanda Elde Edilen En İyi Sonuçlar	56
Çizelge 4.3. Farklı Çevrimlerde İlk Katmanda 9, İkinci Katmanda 5 Hücre için Elde Edilen Sonuçlar	57
Çizelge 4.4. Gerçek Değerlerle Tahmin Değerlerinin Karşılaştırılması	66
Çizelge 4.5. Regresyon Denklemiyle Yapılan Tahminler	68
Çizelge 4.6. Regresyon ile Yapay Sinir Ağları Tahminlerinin Karşılaştırılması	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Biyolojik Sinir Hücresi.....	18
Şekil 2.2. Yapay Sinir Hücresinin Yapısı.....	21
Şekil 2.3. Eşik Fonksiyonu	24
Şekil 2.4. Kısmi Doğrusal Fonksiyon.....	24
Şekil 2.5. Lojistik Sigmoid Fonksiyonu	25
Şekil 2.6. Hiperbolik tanjant fonksiyonu	26
Şekil 2.7. Çok Katmanlı YSA modeli	28
Şekil 3.1. Geri Yayılım Algoritması.....	37
Şekil 3.2. Sigmoid Fonksiyonun Eğitim Parametresiyle Değişmesi.....	41
Şekil 4.1. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası(İMKB)100 Endeksi Dağılım Grafiği	45
Şekil 4.2. Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE) Dağılım Grafiği.....	46
Şekil 4.3. Toptan Eşya Fiyat Endeksi (TEFE) Dağılım Grafiği	47
Şekil 4.4. İşsizlik Oranları Dağılım Grafiği.....	48
Şekil 4.5. Türkiye'deki Otomobil İhracatı Dağılım Grafiği	48
Şekil 4.6. Türkiye'deki Otomobil İthalatı Dağılım Grafiği	49
Şekil 4.7. Merkez Bankası Gecelik Faiz Oranları Dağılım Grafiği	50
Şekil 4.8. Dolar Kuru Dağılım Grafiği	50
Şekil 4.9. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) Dağılım Grafiği	51
Şekil 4.10. Türkiye'deki Ham Petrol Varil Fiyatı Dağılım Grafiği.....	52
Şekil 4.11. Türkiye'deki Binek Otomobil Üretim Miktarı Dağılım Grafiği.....	52
Şekil 4.12. Ağ Oluşturma Arayüzü	58
Şekil 4.13. Ağ Kontrol Arayüzü	60
Şekil 4.14. Ağ Özet Görüntü Arayüzü	61
Şekil 4.15. Yapay Sinir Ağı Yapısı	62
Şekil 4.16. Yapay Sinir Ağı Çevrim Grafiği.....	63
Şekil 4.17. Eğitim Verileri için Serpme Diyagramı	64
Şekil 4.18. Doğrulama Verileri için Serpme Diyagramı	64
Şekil 4.19. Girdilerin Önem Dereceleri.....	65
Şekil 4.20. Verilerin Duyarlılık Oranları	65

1. GİRİŞ

Talep tahmini, şirket yönetiminin stratejik kararlar almasında, kısa dönemli ve uzun dönemli hedeflere ulaşmada kullanılacak en temel araçların başında gelir. Üretilen mal ve hizmetlerle birlikte tüketici davranışının da farklı oluşu nedeniyle tek bir talep tahmin yönteminden bahsetmek mümkün değildir.

Bu tez kapsamında, Türkiye'deki binek otomobil üretim miktarı için çeşitli yöntemlerle talep tahmini yapılmaya çalışılmış ve yapay sinir ağlarının talep tahmininde kullanılan etkin bir yöntem olduğu gösterilmeye çalışılmıştır.

İkinci bölümde talep tahmin yöntemlerine ve bunların kullanım alanlarına değinilmiş, tahminleme ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yöntemlerin avantaj ve dezavantajları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yapay sinir ağları yöntemi hakkında daha ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Yapay sinir ağlarının mimarisi, sinir ağlarında öğrenme gibi konular üzerinde durulmuştur. Bunun yanı sıra kullanılan bir diğer istatistiksel tahmin yöntemi olan regresyon analizi yöntemine değinilmiştir.

Dördüncü bölümde, uygulama kapsamında yapılan çalışmalar ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Yapay sinir ağları kullanılarak talep tahmini yapılmış ve sonuçları incelenmiştir. Ayrıca regresyon yöntemiyle de talep tahmini yapılmış ve her iki yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Son bölümde ise uygulama aşamasında elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirildikten sonra yöntemlerin olumlu ve olumsuz yönleri dikkate alınarak, ileriki çalışmalara yön verecek geliştirme önerilerinde bulunulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde talep tahmini ve tahmin yöntemlerine değinilmiştir. Talep tahmini ile ilgili yapılan çalışmalardan örnekler verilmiş, üstün ve zayıf yönlerinden bahsedilmiştir.

2.1. Talep Tahmini

Talep, tüketicilerin bir ürün veya hizmeti belirli bir fiyat seviyesinden almaya hazır oldukları miktara denir (Tekin 1996). Ürün ve hizmetin fiyatı, tüketicilerin gelir seviyeleri, ihtiyacın şiddeti, tüketici alışkanlıkları, mevsimsel etkenler talebi etkileyen faktörler arasında sayılabilir.

Talep tahmini ise, gelecekteki bir zaman süresi için şirketin bir ürünü veya çeşitli ürünleri için talep düzeyini tespit etmektir. Talep tahmini belirli ilkelere ve yöntemlere göre yapılır. Ancak hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, yapılan tüm talep tahminlerinin belli bir doğruluk derecesi söz konusudur ve hiç bir tahminin %100'lük bir doğruluk derecesine sahip olması beklenmez.

Ürün özellikleri ve talep türleri, yapılacak tahmin tipi ve kapsayacağı zaman süresini etkiler. Eğer ürüne olan talep genel itibariyle sabit ise, tahminin zaman süresi biraz daha kısa tutulabilir. Ürüne olan talepte dalgalanmalar varsa, tahmin en az bir dalgayı kapsayacak dönemi içine almalıdır. Talepte uzun dönemde bir eğilim bekleniyorsa, daha uzun dönemli bir tahmin yapmak gerekir. Bazı ürünler için talep değerleri mevsimlere göre azalır veya çoğalır. Böyle durumlar ise talepteki mevsimsel değişmelerin nedenini iyi belirlemek ve mevsimsel tahmin yöntemleri kullanmak gerekir.

Talep tahminleri genellikle dört döneme göre yapılır. Bu dönemler aşağıdaki gibidir:

- *Çok kısa süreli tahminler:* Günlük ve haftalık tahminler olabilir. Yedek parça kontrolü, stokların kontrolü, yeniden sipariş verme, iş programının hazırlanması amacıyla yapılabilirler.
- *Kısa süreli tahminler:* 1 haftadan 6 aya kadar olan tahminlerdir. Uygun sipariş miktarının belirlenmesi, makine ve işgücü ayarlamaları amacıyla yapılabilirler.
- *Orta süreli tahminler:* 6 aydan 5 yıllık sürelere kadar yapılan tahminlerdir. Tedarik süresi belirsiz veya uzun olan malzeme alımlarını planlama, sermaye ve nakit bütçeleri hazırlama amacıyla yapılabilirler.
- *Uzun süreli tahminler:* 5 yıl ve daha uzun süreli olarak yapılan tahminlerdir. Tesis yatırımları, sermaye planlaması amacıyla yapılabilirler.

Talep tahminlerinde göz önünde bulundurulması gereken önemli ilkeler aşağıdaki gibi açıklanabilir(Acar 1989):

- Tahminler miktar veya çeşit bakımından büyük olan bir ürün grubu için daha doğru olur:

Tüm ürünler veya satılan parçalar için tahmin yapmak, özel bir ürün için tahmin yapmaktan daha kolaydır. Örneğin; yılda 200.000 adet binek otomobil üreten bir şirket düşünelim. Eğer 200.000 binek otomobil 12 ayrı ürün ailesinin toplamından oluşuyorsa, toplam otomobil talebi tahmini, ürün aileleri bazında otomobil talebi tahminlerine; ürün ailesi bazındaki talep tahmini ise ürünlerin tek tek talep tahminlerine göre daha doğru olacaktır.

- Tahminler kısa dönemler için daha doğru olur:

“Ne kadar uzağa giderseniz o kadar yanılırsınız” gerçeğini dikkate alırsak, dönem uzadıkça etki eden etmenler çoğalacağından, uzun dönemli tahminleri tutturmanın son derece zor olacağını söyleyebiliriz.

- Tahmin daima yanlıştır:

Tahmin hatası var olmasına karşılık, bu hata hakkında bir kanıya sahip olunması çok önemlidir. Matematiksel tekniklerle olası hataların düzeyini hesaplamak olanaklıdır. Geçmiş ortalamalardan olan sapmalara dayanarak gerçek talebin artı veya eksi yönde belli bir oranda sapabileceği beklenebilmektedir.

- Tahmin yöntemi, kullanılmadan önce denenmelidir (test edilmelidir):

Talep tahmininde kullanılan çeşitli modeller vardır ve aynı geçmiş veriler kullanılarak değişik tekniklerin denenmesi önerilmektedir. Geçmiş veriler ile en iyi çalışan teknik, gelecekte de iyi sonuçlar vereceği düşünülerek kullanılabilir.

- Tahmin, kesin talebin yerini tutamaz:

Tahminlerin bir hata payı vardır. Geleceğe yönelik elimizde kesinleşmiş veriler (örneğin onaylanmış siparişler) varsa, bunlar öncelikle dikkate alındıktan sonra, kalan kısım için talep tahmini çalışması yapmak veya yapılan tahmin çalışmasından, kesinleşmiş veriler çıkartıldıktan sonra kalan kısmı değerlendirmek gerekir.

2.1.1. Talep tahmini aşamaları

Talep tahmini temel olarak beş aşamada gerçekleştirilir. Bu aşamalar aşağıdaki şekildedir:

Talebi etkileyen etkenlerin belirlenmesi:

Talep tahmini yapmadan önce şirketin hangi çevre ortamında bulunduğu, hangi ürünleri ürettiği, şirketin şimdiki durumu ve gelecekte ulaşmak istediği durum, rakiplerin durumu, fiyat ve talep ilişkisi, iktisadi değişimler, endüstriyel değişimler, teknolojik gelişim, sosyal değişimler, ulusal ve uluslararası eğilimler gibi talebi etkileyen etkenler ve ağırlıkları belirlenmelidir (Bolt 1994).

Verilerin toplanması:

Tahmini etkileyecek etmenlerin belirlenip bu etmenlere ait verilerin toplanması, çalışmanın değerini veya geçerliliğini etkileyen son derece önemli bir aşamadır. Kullanılacak veriler; geçmiş gerçek veriler, istatistiksel olasılıklar ve hedef verilerden oluşur. Verilerin derlenmesinde iç kaynaklar, yapılan anket ve tahmin araştırması, yayınlanmış istatistik verileri ve iktisadi veriler kullanılabilir. Gerçekten işe yarayacak veriler toplanmadan, işlem süresi ve maliyet hesaplamaları olmadan geleceği tahmin etmenin güçlüğü, hatta olanaksızlığı ortadadır. Öte yandan tahmincinin de, amaçlarını göz önüne alarak toplayacağı verilerin cinsi, içeriği ve ayrıntısı konusunda doğru karar vermesi gerekir. Eksik veya istenilenden daha ayrıntılı veriler, araştırmanın maliyetini ve süresini arttırdığı gibi, sonuçların duyarlılığını da olumsuz yönde etkiler (Bolt 1994).

Talep tahmin periyodunun tespiti:

Talep araştırması sonuçlarının kullanılış amacı ile periyodun uzunluğu arasında yakın bir ilişki vardır. Yapılan çalışmalar kısa süreli yapılan tahminlerin kısa dönemlerde uzun süreli yapılan tahminlerin ise uzun dönemlerde daha iyi

sonuçlar verdiğini göstermektedir. Örneğin, günlük iş emirlerinin hazırlanmasında yararlanılacak tahmin yöntemlerinin aylık dönemler için uygulanması son derece yanılıcı sonuçlar verebilir. Çünkü günlük değerlerdeki oynamalar aylık dönemlerde tümüyle kaybolabilir. Dolayısıyla tahmin periyodu tespit edilirken tahmini temsil edecek periyodun seçilmesi gerekmektedir (Tekin 1996).

Tahmin yönteminin seçimi:

Talep Tahmini evresel ve i etkenlere bağlı olarak oldukça karmaşık bir problemdir. Toplanan verilerin belirsizlik, duyarlılık, değişim biçimi gibi nitelikleri ile uygulama amaçları, kullanılacak yöntemin seçiminde göz önüne alınması gereken etmenlerdir. Verilerin duyarlılık düzeyine uygun hassasiyette bir tahmin yönteminin kullanılması gerekir. Talep Tahmini yöntemi olarak Nesnel ve öznel yöntemler kullanılabilir. Nesnel yöntemler istatistiksel ve matematiksel verilere dayanan yöntemlerdir. Öznel yöntemler ise matematiksel verilerden daha çok tecrübenin uygulanmasına, yargılama ve zekâya dayanan yöntemlerdir. İdeal talep tahmini yöntemi ise Nesnel ve öznel yöntemlerinin karışımıdır (Bolt 1994).

Tahmin sonuçlarının geçerliliğinin araştırılması:

Tahminleme sonucunda elde edilen değerlerin, gerçek değerlerle karışılaştırılıp hata oranlarının tespit edilmesi gerekir. Bu hata oranlarının hedeflenen hata oranından sapma derecelerine göre sonuçların geçerliliği belirlenir.

2.1.2. Talep tahmininde kullanılan yöntemler

Tahmin yöntemleri, literatürde farklı şekillerde sınıflandırılmış olmakla beraber temel olarak iki grupta ele alınmaktadır. Bunlar nitel yöntemler ve nicel yöntemlerdir.

Genel olarak nicel yaklaşımların girdisi, çeşitli zaman aralıklarında toplanmış olan verilerdir. Verilerin sayısal olarak iyi bir şekilde düzenlenip analiz etmeye hazır duruma getirilmesi, bu yöntemlerin temelini oluşturmaktadır. Buna karşılık nitel yaklaşımlar, konu ile ilgili uzmanların bilgi ve deneyimlerinden yararlanarak bu alandaki gelişmelerin ne yönde olacağı, ne tür ihtiyaçlar ortaya çıkaracağı gibi konularda yoğunlaşmaktadır (Archer 1980).

2.1.2.1. Nitel tahmin yöntemleri

Nitel tahmin yöntemleri, çalışma alanı konusunda uzman kabul edilen bireylerin yargılarına ve deneyimlerine dayanmaktadır. Bu yöntemlerde bilgi işleme süreci uzmanlar veya jüri üyeleri tarafından gerçekleştirilir. Beklentileri ifade etmeleri ve dolayısıyla subjektif yargılara bağlı olmaları nedeniyle, nicel yöntemler gibi tekrarlanamayan, sonuçları tartışmaya açık yöntemler olsalar da, nitel yöntemlerin kullanılmasını zorunlu kılan birtakım nedenler bulunmaktadır. Bu nedenler şu şekilde sıralanabilir:

- Geçmişe yönelik yeterli verinin bulunmaması
- Mevcut zaman serilerinin güvenilir ya da geçerli olmaması
- Makro çevrenin çok hızlı bir şekilde değişmesi
- Çevresel etkiler açısından büyük karışıklıklar beklenmesi
- Uzun dönem tahminlerine ihtiyaç duyulması

Yukarıda bahsedilen durumlarda kullanılabilmesi, nitel tahmin yöntemlerinin en önemli avantajlarıdır. Bunlara ilave olarak; genellikle ucuz olmaları ve ileri düzeyde istatistiksel yeteneklere ihtiyaç duymamaları da nitel yöntemlerin avantajları arasında sayılabilir. Ancak, seçilen jüri üyelerinin deneyimlerinin yetersizliği, kendi düşüncelerini tahminlere yansıtma olasılığı, geleceğe ilişkin beklentiler nedeniyle tahminlerin etkilenmesi, nitel yöntemlerin dezavantajlarıdır (Fretchling 2001).

Uygulamada en çok kullanılan nitel tahmin yöntemleri şu şekildedir:

Delphi yöntemi:

Delphi yöntemi, özel bir araştırma türü olup, belirlenen uzun ve kısa vadeli olayların meydana gelmesine ilişkin tahminler yapmada kullanılmaktadır. Delphi yönteminin mantığı; birden fazla anket formunun gönderilmesi sonucunda “geri besleme” yoluyla grup üyelerinin ortak bir görüş birliğine varmalarını sağlamaktır. Bu nedenle bu yöntem, uzmanların yüz yüze gelmeden grup kararı almalarını sağlamaktadır (Seaton ve Bennet 1996).

Yöntemin üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Şahin 2001):

- Bireylerin yüz yüze gelmelerinden doğabilecek problemler en az düzeye indirilebilmektedir. Bu şekilde bireyler düşüncelerini, diğerlerinin baskılarına maruz kalmadan serbestçe ifade edebilmektedirler. Katılımcılar ardışık anketler yoluyla sağlanan geri bildirimler neticesinde farklı düşüncelerden haberdar edilmekte, kendi düşüncelerini yeniden gözden geçirme fırsatı yakalamaktadırlar.
- Katılımcıların zaman, mekân, uzaklık, maliyet gibi faktörler nedeniyle sıklıkla toplanma olasılığının olmadığı durumlarda önemli avantajlar sağlamaktadır.
- Farklı bilgi, beceri ve deneyimler yardımıyla bireylerin farklı bakış açılarıyla sorunların ilgili parçalarına katkıda bulunmalarına fırsat tanımaktadır.

Yöntemin eksik yönleri ise; başarının uzmanların seçimine bağlı olması, sonuçların geri bildiriminin zaman alması, sürecin uzamasıyla birlikte katılımın azalması olarak özetlenebilir (İçöz 2005).

Senaryo analizi:

Senaryolar geleneksel tahmin yöntemlerinden farklı olarak alternatif gelecekler ortaya koymakta ve aynı zamanda, ekonometrik modellerin dışarıda bıraktığı konuları ve niteleyici perspektifleri de içine almaktadır (TÜBİTAK 2001).

Senaryolar, geleceğe ait muhtemel gelişmeleri dikkate alarak daha net bir görüş açısı sağlayabildiği gibi nelerin olabileceğini veya olanların ne olduğunu anlamaya yardımcı olmaktadır (Erkut ve Akgüç 1997).

Senaryo analizinde önemli olan, söz konusu senaryoların karar vericiye olası durumlar içinde kendi içinde bulunduğu durumdan bir başkasına geçişinde belirli bir yol önerebilmektir (Şahin ve arkadaşları 2002).

Uzman panelleri:

Bu yöntem, oluşturulan bir panel aracılığı ile üyelerin çoğunluğu tarafından onaylanan bir sonuca ulaşmayı hedeflemektedir. Bu yöntemin delphi modelinden farkı, panel üyelerinin bir araya gelerek konu hakkındaki görüş ve düşüncelerini karşılıklı belirtme ve fikir alış verişinde bulunma olanağına sahip olmalarıdır. Bu nedenle bu teknik üyelerin etkileşiminin iyi olduğu gruplarda daha çok kullanılır.

Çalışmalarda mümkün olduğu kadar fazla fikir alış verişine yer verilir. Çalışma süreci panel üyelerinin görüş birliği sağlaması ile sona ermektedir (İçöz 2005). Panel üyeleri konusunda uzman, farklı görüş ve deneyimlere sahip kişiler arasından seçilmelidir. Bu kişilerin ele alınan konudan uzak olmaları konuya tarafsız yaklaşımlarını sağlayacağından daha yapıcı fikirlerin ortaya çıkmasını sağlayabilmektedir (Witkin ve Altschuld 1995).

2.1.2.2. Nicel tahmin yöntemleri

Nicel yöntemler, geçmiş dönem gözlem değerlerine dayalı analizler yapan tahmin modellerini kapsamaktadır. Kullanılan yöntemler; incelenen değişkende gözlenen gelişmelerin analiz edilmesi, veri serisinin dinamik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin matematiksel bir fonksiyon ile ifade edilerek geleceğe ilişkin öngörülerin türetilmesini içermektedir (Başoğlu ve Parasız 2003).

Nicel tahmin yöntemlerinden en çok kullanılanlar aşağıdaki gibidir (Tekin 1996):

Regresyon analizi:

Regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkiyi kullanarak tahminler yapabilmek amacıyla başvurulan bir yöntemdir. Geleneksel bir tahminleme yaklaşımı olan regresyonu, Nguyen ve Chan, 2004 yılında yaptıkları çalışmalarında kullanmış ve YSA'nın regresyon analizi yaklaşımından daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir. Regresyonla ilgili daha ayrıntılı açıklamalar Bölüm 3'te yapılmıştır.

En küçük kareler yöntemi:

En küçük kareler yöntemi, basit doğrusal, çoklu regresyon modellerinin çözümlenmesinde kullanıldığı gibi, çok denklemlilikli ekonometrik modellerin çözümünde de kullanılan tekniklerin temelidir. Eğilim hesaplamasında en çok kullanılan yöntemdir. İki değişken arasındaki ilişkinin belirlenmesi için en uygun doğrunun çizilmesi esasına dayanır. Doğrunun tanımlanması için doğrunun bağımlı değişken eksenini kestiği noktanın ve doğrunun eğiminin bilinmesi gerekir. Çizilen doğru üzerindeki bağımlı değişken değerleriyle, gerçek değerler arasındaki farkın karelerinin toplamını minimum yapacak doğru bulunmaya

çalışılır. Birçok ekonomik araştırmada pratikliği ve koşullara göre Őekillendirilebilmesi dolayısıyla bu yöntemden çokça yararlanılmaktadır. (McAller 2007).

Korelasyon (ilgileşim) katsayısı:

Korelasyon katsayısı matematiksel olarak değişkenler arası ilişkinin derecesini ortaya koyar. Yani ilgileşim katsayısı, bireyin bir değişkendeki ölçümünden diğer değişkendeki ölçümünün ne etkinlikte kestirilebileceği, değişkenlerin yönü, etkileşimlerin nasıl olduğu hakkında bilgi verir. Değişkenlerin birbiri arasındaki etkileşim var mı, varsa etkileşimin çok fazla mı yani kuvvetli mi olduğu ve gözlem gruplarından birinin gözlem değerleri artarken diğerinin azalıyor mu yoksa aynı yönde mi değerleri değişiyor olduğu gözlenebilir. Yetersiz olan gözlem değerleri için gözlem değeri arttırılarak yapılan ilgileşim katsayısı hesaplanmasında, anlamlı sonuç almak mümkün olabilmektedir. Korelasyon katsayısının anlamlılığına, test ederek bakıldığında daha güvenilir sonuç elde edilmiş olmaktadır (Balcı 2004).

Basit ortalama ve ağırlıklı ortalama yöntemi:

Ortalama talep, tüm geçmiş verilerin aritmetik ortalamasıdır. rnlerin geçmiş yıllardaki talep grafiği ileriki yılların talebine esas teşkil edecek Şekilde kullanılır. Geçmiş veriler artma ve azalma yönünde bir eğilim göstermiyorsa bu yöntem kullanılabilir. Basit ortalama, bir serideki veriler toplamının, fiili gözlem sayısına bölünmesi yoluyla bulunur. Eğer geçmişe ilişkin veriler, genelde bir artış/azalış eğilimi göstermiyorsa veya gelecek için büyük çaplı bir değişiklik beklenmiyorsa, Basit Ortalama Yöntemi kullanılabilir. Ancak izleyen dönemlerde artış/azalış eğilimi başlarsa, gerçekleşen talep, öngörülen talepten aynı yönde giderek artan sapmalar gösterecektir.

Eğer belirli dönemlerin verileri (rneğin en yakın geçmiş dönemler), gelecek dönemler için kesin bir kanı veriyorsa, geçmiş veriler hesaplanırken son dönemdeki verilere daha fazla ağırlık verilerek ağırlıklı ortalama yöntemi

kullanılabilir. Örneğin, farklı tarihlerde, farklı satın alma gücüne sahip paralar ile elde edilen varlıkların bilançolarda bir arada yer alması, bilançodan bilgi edinecek ve karar alacak olan işletme ilgililerinin yanılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle enflasyon muhasebesinde son yıllarda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Gökçen 2004).

Hareketli ortalamalar yöntemi:

Talepteki mevsimlik dalgalanmalar da incelenerek mevsimlik dalgalanmaların talep üzerindeki etkisi bilinmek istenirse hareketli ortalama yöntemi kullanılabilir. Geçmiş dönemdeki satışlar incelenir ve satışların zamanla ortaya koyduğu satış eğilimi bulunur. Eğilim doğrusundan yararlanarak gelecek dönemdeki talep tahmini yapılır. Yükçü (2002), envanter değerlemesinde bu yöntemi kullanmıştır. Çalışmalarında mamullerin devamlı envanterinde etkin kullanılan bir yöntem olduğunu vurgulamaktadır.

Zaman serileri yöntemi:

Zaman serileri analizinde; geçmiş veriler incelenerek belirli bir eğilim olup olmadığı belirlenerek, gelecekle ilgili talep tahmin işlemi yapılmaya çalışılır. Geçmişe ilişkin verilerin zaman içindeki değişimini gösteren bir dizi değer, bir zaman serisi oluşturur. Zaman serisi analizi ile bu değerlerin değişim biçimi araştırılır ve sürecin davranışını temsil eden bir model kurulur. Bu model kullanılarak, geleceğe yönelik talep tahmin edilir. Söz konusu modelin kurulabilmesi için bir zaman serisinin davranışını biçimlendiren şu beş etmenin bilinmesi gereklidir:

- Ortalama: Veriler, ortalama bir değer çevresinde gerçekleşmektedir.
- Eğilim (Trend): Veriler sürekli artma veya azalma eğilimi gösterirler. Sürekli olarak genellikle aynı yönde değişen bir eğilimin, bir doğru veya eğri ile temsil edilmesi, zaman serisinin modelini kurmak için gerekli ilk adımdır.

Bunun için regresyon modeli, eğilimin değişimini iyi gösteren bir matematiksel modeldir. Bu model, bir doğru veya bir eğri fonksiyonu şeklinde ifade edilebilir. Bu doğrunun/eğrinin fonksiyonu bilindiği takdirde, gelecekteki bir zamana ilişkin talep değeri, doğrunun/eğrinin ilgili zaman noktasındaki ordinatı olarak kolayca hesaplanabilir.

- **Mevsimlik Değişim:** Verilerin mevsimsel dönemlerde artması veya azalmasıdır. Burada kullanılan mevsim kavramı geneldir. Örneğin, yılın değişik aylarında talebin artması veya azalması mevsim değişikliği olarak nitelendirilir. Yazın meşrubat ve kışın şemsiye satışları çok yükselir, oysa diğer mevsimlerde azalır.
- **Periyodik Değişim:** Verinin, mevsimsel değişimler dışındaki daha uzun vadeli değişimleridir. Uzun dönemlere yayılan talep dalgalanmalarını gösteren devri değişim olarak da düşünülebilir. Bu gibi değişimler, yıllık toplam talebe etki eden ve genellikle tahmini zor olaylardan kaynaklanır. Örneğin petrol fiyatlarındaki değişiklikler gibi genel ekonomik durumdaki dalgalanmalar, devri değişimleri oluşturabilir.
- **Rastgele Olaylar:** Düzensiz ve anlaşılması kolay olmayan olaylardır. Bir arabanın camının kırılması durumunda arabanın sahibi bunu yenilemek isteyecektir. Bu olay, tümüyle rastgele olarak gerçekleşir.

Otoregresif (AR) modeli:

AR süreç zaman içinde verilerin değişmeyeceği duruma dayanır. Bu modeller d dereceden farkı alınmış serilere uygulanan, değişkenin t dönemindeki değerinin belirli sayıdaki geri dönem değerleri ile aynı dönemdeki hata teriminin doğrusal bir fonksiyonu olarak ifade edilir.

Hareketli ortalama (MA) modeli:

MA süreci ise serinin gecikmeli hata terimi, şimdiki hata terimini etkileme durumunda tanımlanır. Değişkenin t dönemindeki değerinin aynı dönemdeki hata terimi ve belirli sayıda geri dönem hata terimlerinin doğrusal fonksiyonu olarak ifade edilir.

Otoregresif bütünleşik hareketli ortalama (ARİMA) modeli:

ARIMA yaklaşımı zaman serilerinin durağan olduğu varsayımına dayanır. ARIMA modelleri, durağan olmayan ancak fark alma işlemiyle durağan hale dönüştürülmüş serilere uygulanan modellerdir. Durağan olmayan ancak fark alma işlemiyle durağan hale dönüştürülmüş serilere uygulanan modellere “durağan olmayan doğrusal stokastik modeller” denir. Zaman serilerinin durağan olmaması belirli bir eğilim (trend) içermesi demektir. ARIMA modeli, AR ve MA modellerinin birer birleşimidir (Kaynar ve Taştan 2009).

Üssel ağırlıklı ortalamalar (üssel düzeltme) yöntemi:

Hareketli ortalama olarak farklı olarak tüm geçmiş verileri göz önünde bulunduran bir yöntemdir. Bu yöntem tüm geçmiş verilere farklı ağırlıklar vermektedir. Geçmişteki verilerin ağırlıkları güncel verilerin ağırlıklarına göre daha azdır. Yani; veriler güncelleştikçe ağırlıklar artar.

Eğri uydurma yöntemi:

Eğer değişkenler arasındaki ilişki doğrusal olarak ifade edilemiyorsa bunun yerine noktaların mümkün olduğunca yakınından geçen bir eğriyle ifade edilmesine eğri uydurma denir. Eğri uydurma yönteminde genellikle en küçük kareler metodu ve matris metodu kullanılır.

Simülasyon yöntemi:

Simülasyon gerçeğin sembolik olarak temsil edilmesidir. Talep tahminlerinde Monte Carlo Simülasyonu yaygın olarak kullanılır. Bu yöntem kullanılırken rastgele örnekleme veya ihtimale bağlı olarak hesaplamalar yapılır. Geçmiş dönemdeki talep bilgilerinden yararlanılarak gelecekle ilgili tahminler yapılır.

2.2. Yapay Zeka ve Yapay Sinir Ağları

Son yıllarda bilgisayar bilimlerinde yaşanan teknolojik gelişmeler, neredeyse takip edilemeyecek bir hızda ilerlemektedir. Bu ilerleme, insanoğlunun da yaratıcılığını ve sınır tanımazlığını arttırmış, daha önce hiç hayal bile edilemeyen yeni gelişmelerin doğmasına neden olmuştur. Bu gelişmelerden bir tanesi de yapay zekâdır.

Yapay zekâ, insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle programlanmış bir bilgisayarın düşünme girişimidir. Daha geniş bir tanıma göre ise, yapay zekâ, bilgi edinme, algılama, görme, düşünme ve karar verme gibi insan zekâsına özgü kapasitelerle donatılmış bilgisayarlardır.

Yapay sinir ağları (YSA) da, yapay zekâ biliminin altında araştırmacıların çok yoğun ilgi gösterdikleri bir araştırma alanıdır. YSA'ların örnekler ile öğrenebilme ve genelleme yapabilme özellikleri onlara çok esnek ve güçlü araçlar olma özelliği sağlamaktadır.

Bu çalışmada kullanılmak üzere, yapay sinir ağları hakkında çeşitli araştırmalar yapılmış ve aşağıda genel bilgilere yer verilmiştir.

2.2.1. Yapay sinir ağları tanımı

Yapay Şinir Ağları (Artificial Neural Networks) insan beyninden esinlenerek geliştirilmiştir. Ağırlıklı bağlantılar aracılığı ile birbirine bağlanan ve her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan bilgi işleme yapılarıdır. Yapay sinir ağları bir başka deyişle, biyolojik sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programlarıdır (Elmas 2003).

Yapay sinir ağları insan beyninin fonksiyonel özelliklerine benzer şekilde, öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, özellik belirleme, optimizasyon gibi konularda başarılı bir şekilde uygulanmaktadırlar (Öztemel 2003).

2.2.2. Yapay sinir ağlarının tarihçesi

Yapay sinir ağlarının tarihçesi insanların nörobiyoloji konusuna ilgi duymaları ve sonuçları bilgisayar bilimine uygulamaları ile başlamaktadır. İlk yapay nöron,1943 yılında nöropsikiyatrist Warren McCulloch ve bilim adamı Walter Pits tarafından üretilmiştir. Ancak dönemin kısıtlı olanakları nedeniyle, bu alanda çok gelişme sağlanamamıştır. 1956-1967 yılları arasında çeşitli öğrenme algoritmaları geliştirilmiştir. 1969'da Minsky ve Papert bir kitap yayınlayarak, yapay sinir ağları alanında duyulan etik kaygıları da ortadan kaldırmış ve bu yeni teknolojiye giden yolu açmışlardır. 1974 yılında geri yayılım modeli ile ilgili yürütölen çalışmalarını 1985 yılına kadar çok katmanlı algılayıcıların gelişimi izlemiştir. İlk gözle görülür gelişmeler ise 1990'lı yıllara dayanmaktadır (Öztemel 2003). Günümüzde YSA diğer yapay zekâ teknikleriyle (bulanık mantık, genetik algoritma) birlikte kullanılarak çok daha etkin çözümler ortaya koymaktadır. Bu konuda birçok çalışma yapılmaktadır. (Kuo ve arkadaşları 2001)

2.2.3. Yapay sinir ağlarının genel özellikleri

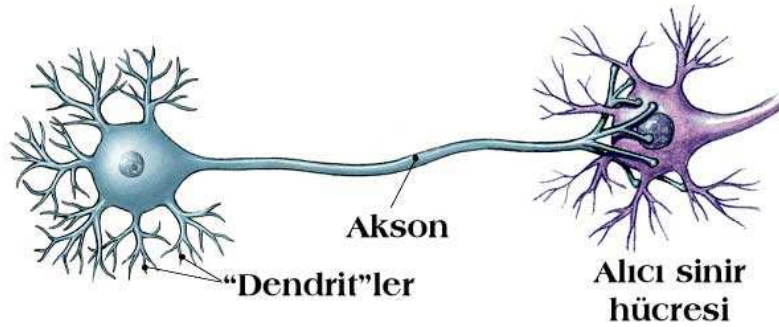
Günümüzde birçok bilim alanında yapay sinir ağları, aşağıdaki özellikleri nedeniyle etkin olmuş ve uygulama yeri bulmuştur. Yapay sinir ağlarının günümüzde kullanılan diğer bilgi işlem yöntemlerinden farklılıkları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Öztemel 2003):

- *Paralellik:* Yapay sinir ağlarında işlemler doğrusal değildir ve bu bütün ağa yayılmış durumdadır. Bu sayede doğrusal olmayan karmaşık problemlerin de çözümlenmesi mümkündür.
- *Öğrenebilirlik:* Yapay sinir ağlarının temel işlevi bilgisayarların öğrenmesini sağlamaktır. Olayları öğrenerek benzer olaylar karşısında benzer karar vermeye çalışırlar.
- *Bilginin Saklanması:* Yapay sinir ağlarında veriler herhangi bir veritabanında ve programın içinde gömülü olarak değil ağ üzerinde saklıdır.
- *Hata Toleransı:* Yapay sinir ağlarındaki paralel yapı, ağın sahip olduğu bilginin tüm bağlantılara yayılmasını sağladığı için bazı bağlantıların veya hücrelerin etkisiz hale gelmesi ağın doğru bilgiyi üretmesini önemli derecede etkilemez. Bu nedenle, geleneksel yöntemlere göre hatayı tolere etme yetenekleri son derece yüksektir.
- *Genelleme:* Yapay sinir ağları kendisine gösterilen örneklerden yola çıkarak görmediği örnekler hakkında da bilgiler üretebilirler. Örneğin, karakter tanıma amacıyla eğitilmiş bir YSA, bozuk karakter girişlerinde de doğru karakterleri verebilir.

- *Dereceli bozulma:* Ağlar bir eksik ve problem ile karşılaştıklarında hemen bozulmazlar. Hata toleransına sahip oldukları için dereceli bir şekilde bozulurlar.
- *Uyarlanabilirlik:* Yapay sinir ağlarında ağırlıkların yeniden yapılandırılabilir olması belirli bir problemi çözmek için eğitilen yapay sinir ağının, problemdeki değişikliklere göre yeniden eğitilebilmesi ve farklı koşullara uyarlanabilmesini sağlamaktadır. Bu özelliği ile YSA, uyarlamalı örnek tanıma, sinyal işleme, sistem tanılama ve denetim gibi alanlarda etkin olarak kullanılabilir. Bu özelliği ile YSA, uyarlamalı örnek tanıma, sinyal işleme, sistem tanılama ve denetim gibi alanlarda etkin olarak kullanılabilir.
- *Donanım ve Hız:* YSA, paralel yapısı nedeniyle büyük ölçekli entegre devre (VLSI) teknolojisi ile gerçekleştirilebilir. Bu özellik, YSA'nın hızlı bilgi işleme yeteneğini artırır ve gerçek zamanlı uygulamalarda arzu edilir.

2.2.4. Biyolojik Sinir Hücreleri ve Yapay Sinir Hücreleri

Biyolojik sinir ağları insan beyninin çalışmasını sağlayan en temel taşlardan birisidir. İnsanların bütün davranışlarını ve çevresini anlamasını sağlar.



Şekil 2.1. Biyolojik sinir hücresi (www.tiptr.com 2010)

Bir sinir ağı milyarlarca sinir hücresinin bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Şekil 2.1'de gösterildiği gibi bir sinir hücresi sinapslar, akson, soma (hücre gövdesi), ve dendritlerden oluşmaktadır. Sinapslar sinir hücreleri arasında

elektrik sinyallerinin geçmesini sağlayan bağlantılardır. Bu sinyaller somaya ve dentritlere iletilir. Dentritler ise bu sinyalleri sinaplara göndererek diğer sinir hücrelerine iletir.

Dıştan veya içten gelen uyarıların sinir hücresinde oluşturduğu elektriksel ve kimyasal değişime impuls adı verilir. Nöronlarda impulsun iletilme yönü daima nöron gövdesinden akson uzantılarına doğru olur. Uyarının nöronda impuls oluşturması ve impuls iletimi elektro-kimyasal olarak gerçekleşir. Nöron hücreleri uyarılmadığı zaman polarize (kutuplaşmış) durumdadır.

Dendritler elektrik alanı nöron merkezine ileten elektrolitik bağlantı araçlarıdır. Hücre merkezine ulaşan elektrik sinyali hücre zarını depolarize ederek hücre atımını tetikler ve böylece sinyal yeniden diğer bir tür hücrelerarası bağlantı elemanı olan akson üzerinden ilerler.

Gözlemlenen yüzey potansiyelleri piramitsel hücrelerin tepedeki dendritlerinde ve hücre merkezinde (bedeninde, somasında) üretilir. Bu potansiyeller hücre içindeki polarizasyon ve depolarizasyona karşılık gelmektedir (Wolpaw ve arkadaşları 2002).

Yapay Sinir Ağlarında öğrenme işlemi, tıpkı bir insanın öğrenme sürecine benzemektedir (Jesan ve Lauro 2003). Aradaki en büyük fark ise; "*insan öğrendiği bilgiyi unutabilir fakat yapay sinir ağları unutmaz*" şeklinde ifade edilebilir. Birçok nedene bağlı olarak insan beynindeki sinir hücreleri ölmekte ve bu hücrelerde depolanan bilgiler yok olmaktadır. Buna karşın; bir YSA tam olarak eğitildikten sonra (matematiksel nöronlar asla ölmeyeceği için) hafızasında sakladığı bilgiyi asla unutmaz.

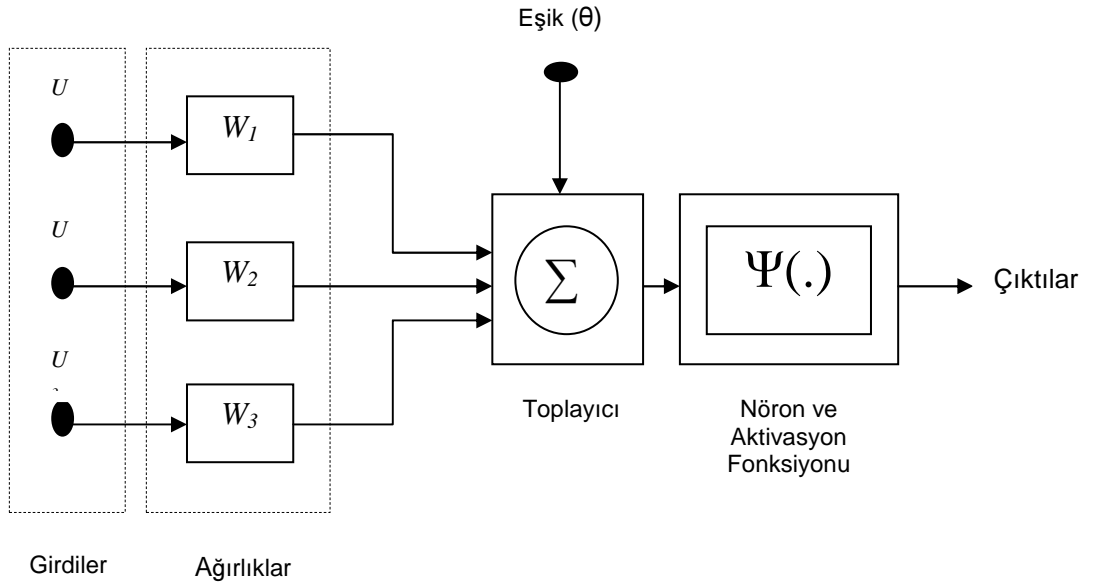
Bir diğer fark ise *kesinlik* tir. Bir insan birbirinin tam olarak simetriği olan iki olay karşısında değişik tepkiler verebilirken, bir neural network bu gibi bir durumda her zaman aynı çıktıyı üretecektir.

Diğer bir fark ise “hız”dır. Donanım (hardware) veya yazılım (software) olarak tasarlanabilen yapay sinir ağları, bilgiyi işlemede insan beynine göre çok daha hızlıdır. Burada, yapay sinir ağlarında kullanılan matematiksel nöron ve sinaptik bağlantı sayısı ile insan beynindeki nöron ve sinaps sayısı arasında milyarlarca kat fark olduğunu ve hızın, nöron ve bağlantı sayısıyla her zaman ters orantılı olacağını vurgulamak gerekir.

Bir yapay sinir ağına, (aynı insanda olduğu gibi) çıktılar ve bu çıktılara neden olan girdiler verildiğinde, bu girdiler matematiksel nöronlarda işlenir ve nörondan çıktı (tahmin) değeri alınır. Başlangıçta oluşan tahmin değerleri istenen değerlerden oldukça uzaktır. Fakat öğrenme işlemi devam ettikçe yapay nöronlar arasındaki sinaptik ağırlıklar ayarlanacak ve belirli bir yakınsama sağlandıktan sonra öğrenme duracaktır. Buna göre; matematiksel nöron modeli, biyolojik nöronu taklit eden bir işlem birimidir.

Yani biyolojik sinir ağlarında olduğu gibi, yapay sinir ağları da, yapay sinir hücrelerinin ya da diğer adıyla nöronların bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Nöronlar sinir ağlarını oluşturan, tek başına ele alındıklarında çok basit işleve sahip işlemcilerdir.

Bir nöron yapısı içerisinde üç ana bölüm bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla sinapslar, toplayıcı ve aktivasyon fonksiyonudur. Şekil 2.2’de görüleceği gibi, nöron girdileri sinaptik bağlantılar üzerindeki ağırlıklar ile çarpılarak bir toplayıcıya uygulanmakta ve elde edilen toplam, nöronun aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek çıkışlar hesaplanmaktadır (Efe ve Kaynak 2000).



Şekil 2.2. Yapay sinir hücresinin yapısı (Fırat ve Güngör 2004)

2.2.5. Yapay sinir ağı hücresi elemanları

Yapay sinir ağı hücresi beş elemandan oluşur. Bunlar girişler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıkışlardır. Aşağıda bu elemanlar daha ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

2.2.5.1. Girdiler

Girişler, yapay sinir ağlarının dış dünyadan verileri ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$) alan elemanlarıdır ve bu özellikleriyle biyolojik sinirdeki dendritlere benzemektedirler. Girişlerin, verileri bir sonraki aşamaya iletmekten başka hiçbir işlevi bulunmamaktadır. Başka bir ifadeyle girişler veri üzerinde hiçbir matematiksel işlem yapmamakta ve sadece bir iletici olarak görev yapmaktadırlar.

Girişler, yapay sinir ağlarının dış dünya ile ilişki halinde olan iki elemanından biridir. Bir nöronun sınırsız sayıda girişi olabilir fakat her bir nöronun sadece tek bir çıkışı olmak zorundadır.

2.2.5.2. Ağırlıklar

Ağırlıklar ($w_1, w_2, w_3, \dots, w_i$), hem tek başına matematiksel nöronun, hem de genel olarak yapay sinir ağının en önemli elemanıdır. Bunun nedeni ise; “ağ tarafından öğrenilen bilginin ağırlıklar üzerinde saklanmasıdır.” Yapay sinir ağları, öğrenme işlevini ağırlıkların değiştirilmesi sayesinde başarabilmektedir.

Ağırlıkların başlangıç değerleri genellikle (-1,1) aralığında rassal değerler olarak seçilmektedir. Ağın, verilen değişkenler arasındaki ilişkiyi öğrenebilmesi için her bir ağırlığın nasıl ayarlanması gerektiğine ise öğrenme kuralı (learning rules) karar vermektedir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde en çok kullanılan öğrenme kurallarına örnekler verilecektir. Ağırlıklar biyolojik sinir hücresindeki aksonlar olarak düşünülebilir. Ağırlıkların, yapay nörona değdiği noktalar ise biyolojik hücredeki (sinapslar + nörotransmitterler)’in görevlerini üstlenmektedir.

2.2.5.3. Toplama fonksiyonu

Toplama işlevi; ağa dış dünyadan gelen veriler ile ilgili ağ ağırlığının çarpılarak toplanmasını ve “ağırlıklandırılmış net girdi”nin hücre içine iletilmesinden sorumludur. Yani toplama fonksiyonu bir işlem elemanına gelen net girişi hesaplayan bir fonksiyondur. Toplama fonksiyonu olarak değişik formüller kullanılmaktadır. Bazı durumlarda gelen girdilerin değeri dikkate alınırken bazı durumlarda ise gelen girdilerin sayısı önemli olabilmektedir.

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$ girdi değerleri, $w_1, w_2, w_3, \dots, w_i$ ağırlık değerleri ve b eşik değeri olmak üzere basit hücre olmak üzere çıkış denklemi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\sum_{i=1}^i x_i * w_i - b \quad (2.1)$$

2.2.5.4. Aktivasyon fonksiyonu

Nöron davranışını belirleyen önemli etmenlerden birisi nöronun aktivasyon fonksiyonudur. Bu fonksiyon, nörona gelen net girdiyi işleyerek nöronun bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirlemektedir. Aktivasyon Fonksiyonu, yapay sinir hücresinin çıktısının büyüklüğünü sınırlandıran fonksiyondur. Bazı kaynaklarda transfer, eşik veya sıkıştırma fonksiyonu olarak da isimlendirilmektedir (Mandic ve Chambers 2001). Bir ağdaki tüm hücrelerin aktivasyon fonksiyonu birbirinden farklı olabilir. Aktivasyon fonksiyonunda doğrusal fonksiyonlar genelde tercih edilmez. Zaman serileri için “sigmoid”, ikili (binary) değişkenler için “adım” fonksiyonu önerilmektedir.

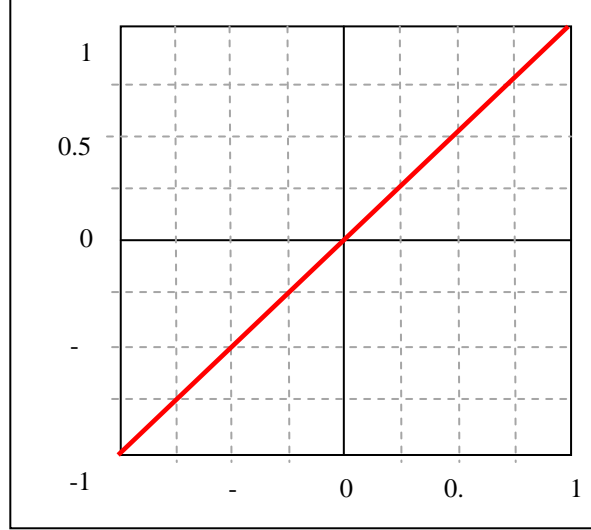
En çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları; doğrusal, adım, eşik değer, hiperbolik tanjant, sigmoiddir (Demuth ve Beale, 2000). Bu fonksiyonların matematiksel ifadeleri aşağıda denklemler ve grafiklerle verilmiştir.

- *Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu:*

Doğrusal problemler çözmek amacıyla aktivasyon fonksiyonu doğrusal bir fonksiyon da seçilebilir. Doğrusal aktivasyon fonksiyonları matematiksel olarak;

$$F(x) = A * x \quad (2.2)$$

olarak genellenebilir. Bu formülde A sabit bir katsayıdır. A değerinin değişimi şekilde gösterilen doğrunun çıkış eksenine yaptığı açığı değiştirmektedir.

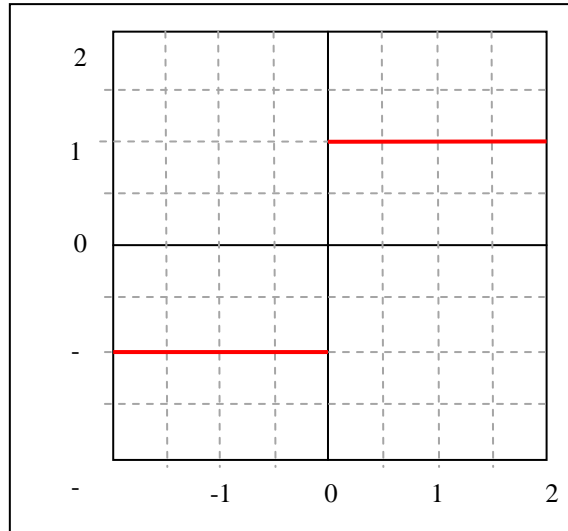


Şekil 2.3. Doğrusal fonksiyon

- *Adım Aktivasyon Fonksiyonu*

Girdilerin sıfırdan büyük olup olmamasına göre -1 veya 1 çıktısı veren fonksiyondur. Sadece iki çeşit çıktı vermektedir.

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

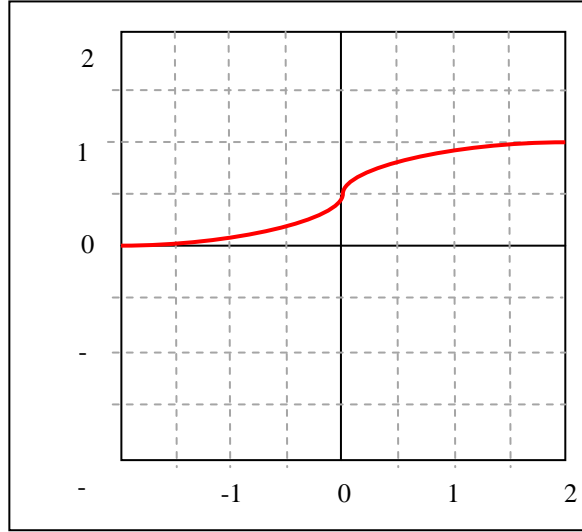


Şekil 2.4. Adım fonksiyonu

- *Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu:*

Sigmoid aktivasyon fonksiyonu sürekli ve türevi alınabilir bir fonksiyondur. Doğrusal olmayışı dolayısıyla yapay sinir ağı uygulamalarında en sık kullanılan fonksiyondur. Bu fonksiyon girdi değerlerinin her biri için sıfır ile bir arasında bir değer üretir. Sigmoid fonksiyonun matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$F(x) = \frac{1}{(1+e)^{-x}} \quad (2.4)$$

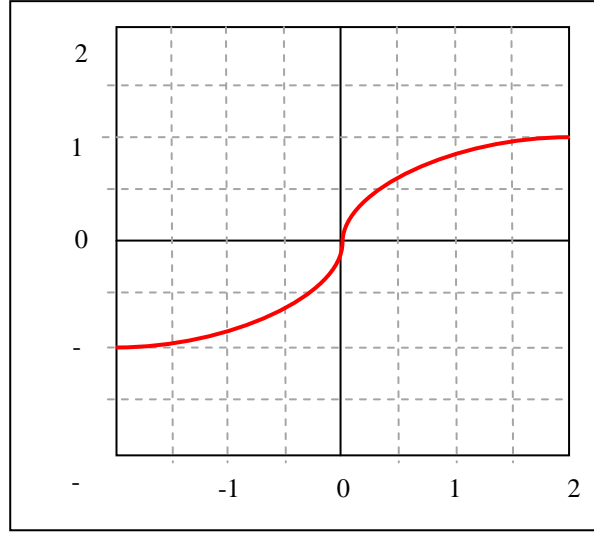


Şekil 2.5. Sigmoid fonksiyon

- *Tanjant Hiperbolik Aktivasyon Fonksiyonu*

Tanjant hiperbolik fonksiyonu, sigmoid fonksiyonuna benzer bir fonksiyondur. Sigmoid fonksiyonunda çıkış değerleri 0 ile 1 arasında değişirken hiperbolik tanjant fonksiyonunun çıkış değerleri -1 ile 1 arasında değişmektedir. Tanjant hiperbolik fonksiyonun matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$F(x) = \frac{1-e^{-2x}}{1+e^{2x}} \quad (2.5)$$



Şekil 2.6. Tanjant hiperbolik fonksiyon

Toplama fonksiyonundan çıkan veri toplam hücrenin çıktısını oluşturmak üzere aktivasyon fonksiyonuna iletilir. Aktivasyon fonksiyonu genellikle doğrusal olmayan bir fonksiyon seçilir. Yapay sinir ağlarının bir özelliği olan “doğrusal olmama” aktivasyon fonksiyonlarının doğrusal olmama özelliğinden gelmektedir. Aktivasyon fonksiyonu seçilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise fonksiyonun türevinin kolay hesaplanabilir olmasıdır. Geri beslemeli ağlarda aktivasyon fonksiyonunun türevi de kullanıldığı için hesaplamaların yavaşlamaması için türevi kolay hesaplanırlar bir fonksiyon seçilir.

Zaman seri analizlerinde kullanılan aktivasyon fonksiyonu genellikle sigmoid tipli aktivasyon fonksiyonudur. Klimasauskas, değişkenlerin sadece ortalama davranışlarının analiz edilmesi isteniyorsa sigmoid tipli aktivasyon fonksiyonu kullanılmasını önermiştir (Klimasauskas 1994). Bu çalışmada kullanılan sigmoid fonksiyonuna Bölüm 3’te ayrıntılı olarak değinilmiştir.

2.2.5.5. Çıktılar

Çıkış işlevi; aktivasyon fonksiyonundan alınan çıktının, ağın nihai çıktısı olarak dış dünyaya, ya da çıktıyı oluşturan nöronun bağlı olduğu diğer nöronlara girdi olarak gönderilmesinden sorumludur.

2.2.6. Yapay sinir ağlarında katmanlar

Talep tahmininde kullanılan tipik bir yapay sinir ağı bir girdi katmanı, ara katman ve bir çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşur. Girdi bilgileri önce girdi katmanına oradan gizli katmana ve sonra da çıktı katmanına aktarılmakta ve sonuçta çıktı bilgilerine ulaşılmış olmaktadır.

Bu katmanların işlevleri aşağıda biraz daha açık olarak aktarılmaktadır:

1. Girdi katmanı:

En az bir girdi elemanının bulunduğu bölümdür. Girdi katmanı bağımsız değişkenlerin her biri için birer tane hücre taşır. Bu katmanda veriler herhangi bir işleme tabi tutulmadan girdileri ile aynı değerde çıktı üretirler (Thall 1992).

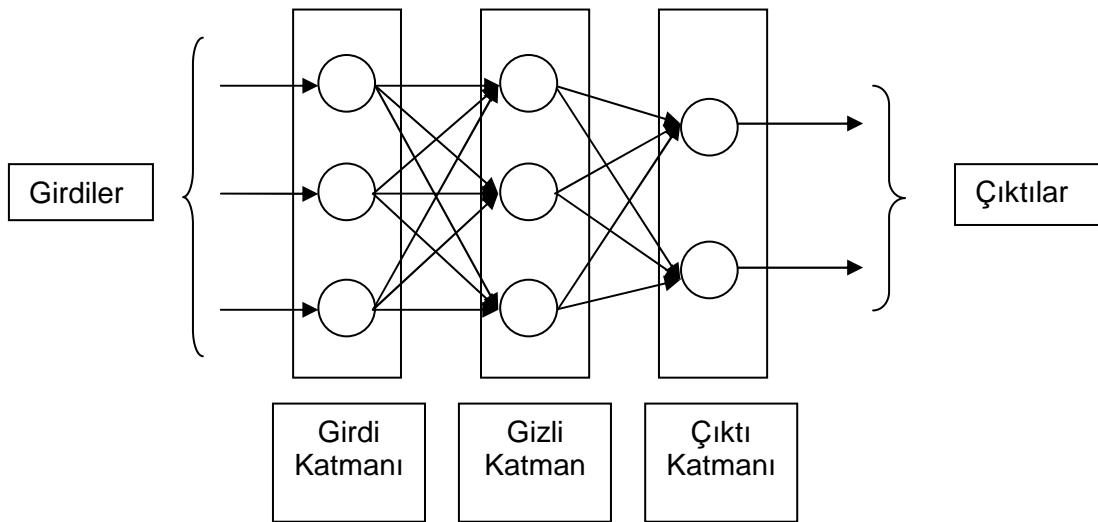
2. Ara katmanlar:

Girdilerin belirli işlemlere tabi tutulduğu bölgedir. Seçilen ağ yapısına göre işlem katmanının yapısı ve fonksiyonu da değişebilir. Tek bir katmandan oluşabileceği gibi birden fazla katmandan da oluşabilir. Ara katmanda herhangi bir sayıda hücre bulunabilir ancak genellikle girdi sayısının iki katını geçmez. Ara katmandaki hücreler ile ara katmandaki hücreler arasında ve ara katmandaki hücreler ile çıktı katmanındaki hücreler arasında ağırlıklar bulunur.

İki gizli katmanlı ağlar, bazı problemler için yararlı olabilir. Zhang, iki gizli katmanlı ağların, veri yapısını modellemede ve kestirimin doğruluk derecesini

arttırmada tek gizli katmanlı ağlardan daha iyi olduğunu, bazı Santa Fe zaman serileri üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda ifade etmektedir. Zhang 1994 yılında yapmış olduğu çalışmada, ikiden fazla gizli katmanın herhangi bir iyileştirme meydana getirmediğini de söylemektedir.

Kaastra ve Boyd 1996 yılında yaptıkları çalışmalarda, bütün YSA'ların öncelikle bir gizli katman ya da en fazla iki gizli katman kurularak çalıştırılmasını önermektedir. Girdi katmanı, gizli katman ve çıkış katmanından oluşan çok katmanlı bir yapay sinir ağının yapısı aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Şekilde 3.7'de görüldüğü gibi katmanlardaki hücreler birbirlerine bir ağ yapısıyla bağlıdır. Bu bağlantılar değişik değerlerde ağırlıklandırılmaktadır.



Şekil 2.7. Çok katmanlı YSA modeli (Fırat ve Güngör 2004)

3. Çıktı katmanı:

Çıktı katmanı en az bir çıktıdan oluşur ve çıktı ağ yapısında bulunan fonksiyona bağlıdır. Bu katmanda işlem gerçekleştirilir ve üretilen çıktı dış dünyaya gönderilir.

2.2.7. Yapay sinir ağlarında öğrenme

Yapay sinir ağlarının en önemli özelliklerinden biri, ilgili probleme ait örneklerle veriler arasındaki ilişkiyi öğrenmesidir. YSA'nın, veri yapısındaki ilişkiyi öğrenmesi, probleme ait örnekler yardımı ile ağ ağırlıklarının en uygun değerlerinin belirlenmesine dayanır.

Eğitim ve test verileri belirlenmelidir. Literatürde eğitim ve test kümelerinin belirlenmesine yönelik az da olsa öneriler vardır. Birçok araştırmacı % 90, % 10 veya % 80, % 20 ya da % 70, % 30 kuralını temel alan bir yöntem izlemiştir (Zhang ve arkadaşları 1998).

Yapay sinir ağlarında talep tahmini yapılırken diğer matematiksel modellerde olduğu gibi geçmiş veriler kullanılır ve parametre değerlerini belirlerken en küçük kare hatasını üretmeye çalışır. Uygun ağırlık değerlerini belirlemek için sinir ağları eğitilir. Uygun bir çözüm bulunana kadar eğitim bir dizi iterasyondan geçirilir (Denton 1995).

Sinir ağları insanlar gibi örnekler ile eğitilirler. Yapay sinir ağlarının öğrenmesi bir çocuğun öğrenmesine benzetilebilir. Sıcak bir nesneye dokunmaması gerektiğini deneyerek öğrenen çocuklar zamanla daha az sıcak olan bir cisme dokunabilme cesaretini gösterirler ve sıcak süt dolu bardağı elleriyle tutarlar. Yani çocuk sıcaklık bilgisini öğrenmiş olmaktadır. Yapay nöronlar da benzer olarak; mevcut örnek kümesi üzerinde girdi ile çıktı arasındaki sinaptik ağırlıkların değiştirilmesiyle eğitilirler.

Yapay sinir ağlarında ağın öğrenme hızının arttırılması için öğrenme parametreleri kullanılmaktadır. Öğrenme parametreleri öğrenme katsayısı ve momentum katsayısıdır.

Momentum katsayısı bir önceki iterasyondaki değişimin belirli bir oranının yeni değişim miktarına eklenmesidir. Momentum katsayısı yerel çözümlere

takılan ağların bir sıçrama ile daha iyi sonuçlar bulmasını sağlar. Bu değerin küçük olması yerel çözümlerden kurtulmayı zorlaştırırken çok büyük olması tek bir çözüme ulaşmakta sorun çıkartabilir. Tecrübeler bu değerin 0.6 - 0.8 arasında seçilmesinin uygun olacağını göstermektedir. (Haykin 1994).

Momentum katsayısı kadar öğrenme katsayılarının belirlenmesi de ağın öğrenme performansı ile yakından ilgilidir. Öğrenme katsayısı ağırlıkların değişim miktarını belirler ve eğer büyük değerler seçilirse yerel çözümler arasında ağın dolaşması, küçük değerler seçilirse öğrenme zamanının artması söz konusu olur. Bazı uygulamalarda öğrenme katsayısının 0.6 değerini aldığı zaman en başarılı sonuçları verdiği görülmektedir (Öztemel 2003).

Yapay Sinir ağları gibi sistemlerde öğrenme bazı kurallara göre gerçekleşir.

Bu kurallar; Hebb, Hopfield, Delta, Kohonen gibi kurallardır.

Hebb Kuralı:

En çok kullanılan yapay sinir ağlarında bağlantılar arası ağırlık değişimlerinin hesaplanmasında Hebb kuralı olarak ta bilinen korelasyon kuralıdır. Hebb kuralı; sinir ağının bağlantı sayısı değiştirilirse, öğrenebileceğini ön görmekteydi. Ancak Hebb'in bu fikri ile yola çıkılmış ve günümüzdeki yüzlerce ayrı teoriyle geniş bir yelpazeye hitap eden düşünceler oluşturulmuştur. Şu an gerçek hayatta kullanılan ve başarı oranı %99'lar ile ifade edilen birçok yapay sinir ağı modeli bulunmaktadır.

Hopfield Kuralı:

Hopfield ağı tek katmanlı ve geri dönüşümlü bir ağıdır. Proses elemanlarının tamamı hem girdi hem de çıktı elemanlarıdır. Ağın bağlantı değerleri bir enerji fonksiyonu olarak saklanmaktadır. Hopfield yapay sinir ağı tekrar beslemeli bir yapıya sahiptir. Bu özelliği ile diğer yapay sinir ağı

modellerinden ayrılmaktadır. Tekrar besleme kabiliyeti sayesinde girdi örüntüsü Hopfield mimarisine verildiğinde, mimari işleme bir başlangıç enerjisi ile başlamaktadır. Bu başlangıç konumundan itibaren yapı, girdi vektörünü bir başka girdi vektörüne (daha önce öğrendiği) doğru benzetmeye başlamaktadır. Bu süreçte girdi matrisinde yapılan her küçük değişimin ardından enerji tekrar hesaplanarak girdi vektörünün dönüşümünün kontrolü sağlanmaktadır.

Hopfield Ağı'nın Özellikleri:

- Aynı-uyum sınıflandırmasında kullanılan ilk ağlardan biridir.
- Tek katmanlı ve geri dönüşümlü bir ağıdır.
- Proses elemanlarının tamamı hem girdi hem de çıktı elemanlarıdır.
- Hücreler açık (+1) ya da kapalı (-1) olarak ikili mantığa göre çalışır.
- İşlemci fonksiyonu süreksiz formda eşik fonksiyonu, sürekli formda sigmoid ve tanjant hiperbolik fonksiyonu olarak düşünülmüştür.
- Ağın bağlantı değerleri bir enerji fonksiyonu olarak saklanmaktadır.
- Ağın öğrenmesi Hebb kuralına göre yapılır.

Kohonen Kuralı:

Kohonen öğrenme kuralı, Kohonen tabakasındaki süreç elemanlarının birbirleri ile yarışmaları ilkesine dayanır. Hangi süreç elemanın referans vektörü girdi vektörüne en yakın ise o yarışmayı kazanmaktadır. Kohonen kuralına göre ağ kendi kendini danışmana ihtiyaç duymadan eğitebilmektedir. Bunun olmasını sağlayan aynı anda paralel bir şekilde en uygun sonucu üretebilmek için düğümlerin yarışmasıdır. Sistem girdi verisini gruplandırmak için hangi özellikleri kullanacağına kendi kendisine karar verir ki bu yöntem kendi kendine öğrenme veya adaptasyon olarak bilinmektedir. Bu yöntemde diğer belirgin özellik olarak, bu ağın bağlantı ağırlıkları için başlangıç değerleri verilmeli ve girdi değerleri normalize edilmelidir.

Delta Kuralı:

En çok kullanılan kurallardan biri olan Delta kuralı Hebb kuralının geliştirilmiş halidir. Beklenen çıktı ile gerçekleşen çıktı arasındaki farkı (delta) azaltmak için yani hedefe yaklaşmak için ağırlıkların sürekli değiştirilmesi varsayımına dayanmaktadır. Ağ hatasının karesini minimize etmek için ağırlıklar devamlı güncellenmektedir. Hata bir önceki katmana geri çoğaltılır ve bu ilk katmana kadar devam eder. Yapay sinir ağlarında kullanılan ve sistemin hata miktarının belirlenmesinde Hebb kuralı ile birlikte ismi en çok geçen kuraldır. Bu kural arka planda en küçük ortalamalı kareler hesaplamasını kullanmaktadır. Sistemin çalışmasını basitçe beklenen değer ile gerçekleşen değer arasındaki farkın birbirine yaklaştırılması olarak düşünebilmek mümkündür.

Delta kuralında iki tür öğrenme algoritması kullanılmaktadır:

- İleri Yayılımlı Öğrenme Algoritması
- Geriye Yayılımlı Öğrenme Algoritması

Literatürde çoğunlukla kullanılan geriye yayılımlı öğrenmedir. Örneğin Çuhadar ve Kayacan(2005), ileri beslemeli geriye yayılımlı (feed forward back propagation) yapay sinir ağı modelini kullanarak Türkiye'deki Turizm Bakanlığı belgeli konaklama işletmelerinde dış turizm talebi ile oluşan aylık doluluk oranlarını tahmin etmişlerdir ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Ayrıca H. C. Kefeli 2007 yılında yaptığı çalışmasında, çok katmanlı YSA' da geri yayılım kullanılarak ağı seçilen parametreler ile çalışmasının sağlandığını ve böylece başlangıçta uygun olmayan değişken değerlerinin geri yayılım algoritması sayesinde kolayca uygun değerlere çekilebildiğini belirtmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada yöntem olarak Bölüm 2.1’de kısaca bahsettiğimiz yapay sinir ağları ve regresyon analizi yöntemleri kullanılmıştır. Yapay sinir ağları uygulamasında, öğrenme için geri yayılım algoritması yöntemini ve ağırlık fonksiyonu olarak da sigmoid fonksiyonu kullanan bir program olan EasyNN programı kullanılmıştır. Regresyon analizi için ise bir istatistik paket programı olan Minitab kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlere bu bölümde daha ayrıntılı olarak değinilecektir.

3.1. Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini

Yapay sinir ağları ile ilgili genel bilgiler Bölüm 2.2’de verilmiştir. Bu bölümde çalışmada kullanılan adımlar, fonksiyonlar gibi bazı konular daha ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

3.1.1. Yapay Sinir Ağında Tahmin Adımları

Yapay sinir ağı uygulaması talep tahmini için temel olarak yedi adımda hazırlanmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır (Chin ve Arthur 1996):

- *Problemi tanımlama:*

Tahmin yapılacak problemin belirlenmesi sonraki adımlar açısından en temel adımdır. Problem ortaya konulduktan sonra ancak sonraki aşamalara geçilebilir. Bu çalışmada amacımız Türkiye’deki otomobil satışlarını tahmin edebilmektir.

- *İlişkili özellikleri tanımlama:*

Fiyat talep ilişkisi, çevresel faktörler, içsel faktörler gibi talebi etkileyen özellikler ve aralarındaki ilişkiler veri toplanmadan önce belirlenmelidir.

Bu ilişkiler belirlenirken malın veya hizmetin fiyatı, tüketicinin geliri, rakiplerin durumu, zevk ve tercihler, toplumun sosyal yapısı, gelir dağılımı ve müşteri beklentileri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu unsurların talebi olumlu ya da olumsuz ne derecede etkilediği ilişkileri tanımlamak açısından önemlidir. Çalışmada otomobil üretimi etkileyen ekonomik ve toplumsal etkenler belirlenmiş ve ilgili veriler toplanmıştır.

- *Verileri toplama:*

Talep tahmininde kullanılacak geçmiş veriler, anketler, genel iktisadi veriler tahmine temel olacak şekilde toplanmalıdır. Tahminin konusuna göre tahminin etkileyecek diğer özel veriler de göz önünde bulundurulmalıdır. Verilerin gerçek ve eksiksiz olması çalışmanın iyi sonuçlar vermesi açısından önemlidir. Bu çalışmada verilerin büyük kısmı Merkez Bankası, Türkiye İstatistik Kurumu gibi güvenilir kaynaklardan elde edilmiştir.

- *Veriyi düzenleme:*

Veriler yapay sinir ağlarının kullanılacağı şekilde normalize edilmelidir. Veriler [0 1] aralığı yerine [0.1 0.9] aralığına gelecek şekilde normalize etmek yapay sinir ağlarında etkin kullanılan bir yöntemdir. Verinin bu aralıkta normalize edilmesinin yapay sinir ağı performansını iyileştireceği literatürde gösterilmiştir (Masters 1993). Eğer çıktı nöronları için doğrusal olmayan bir aktivasyon fonksiyonu kullanılmış ise, hedef değerlerin ağı çıktısı ile aynı aralıkta olacak şekilde dönüşüm uygulanması gerekir. Eğer çıktı nöronlarında doğrusal bir aktivasyon fonksiyonu kullanılmış ise, hesaplama hatalarından kaçınmak için hem çıktıları hem de girdileri standartlaştırma avantajlı olacaktır. Veri normalizasyonu, eğitme süreci başlamadan uygulanır. Bu çalışmada normalizasyon için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$X_{normal} = \frac{(X - X_{min}) * 0.8}{(X_{max} - X_{min})} + 0.1 \quad (3.1)$$

- *Yapay sinir ağını kurma:*

Yapay sinir ağı mimarisi, ara katman sayısı, ara proses sayısı, toplama ve aktivasyon fonksiyonlarının belirlenmesi, ilk ağırlıkların, momentumun ve öğrenme katsayısının atanması yapılmalıdır. Bölüm 4'te bu katsayıların belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Talep tahmininde en yaygın kullanılan eğitim algoritması ise geri yayılım yöntemidir. İlerleyen bölümde yapay sinir ağlarında öğrenme ve geri ayılım algoritmasına daha ayrıntılı değinilmektedir.

- *Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi:*

Eğitim veri grubu kullanılarak yapay sinir ağlarının eğitilmesi yani uygun ağırlıkların belirlenmesi sağlanmalıdır.

- *Yapay sinir ağını test etme ve doğrulama:*

Eğitilmiş olan ağın, gerçekten etkin tahminler yapıp yapmadığı test veri grubu ile ölçülmeli ve hatanın literatürde kabul görmüş hata düzeylerinde olup olmadığı kontrol edilmelidir. Çalışmada, kabul edilebilir hata oranı olarak, kullanılan programda tavsiye edilen hata düzeyi olan %1 seçilmiştir.

3.1.2. Yapay sinir ağında öğrenme ve geri yayılım algoritması

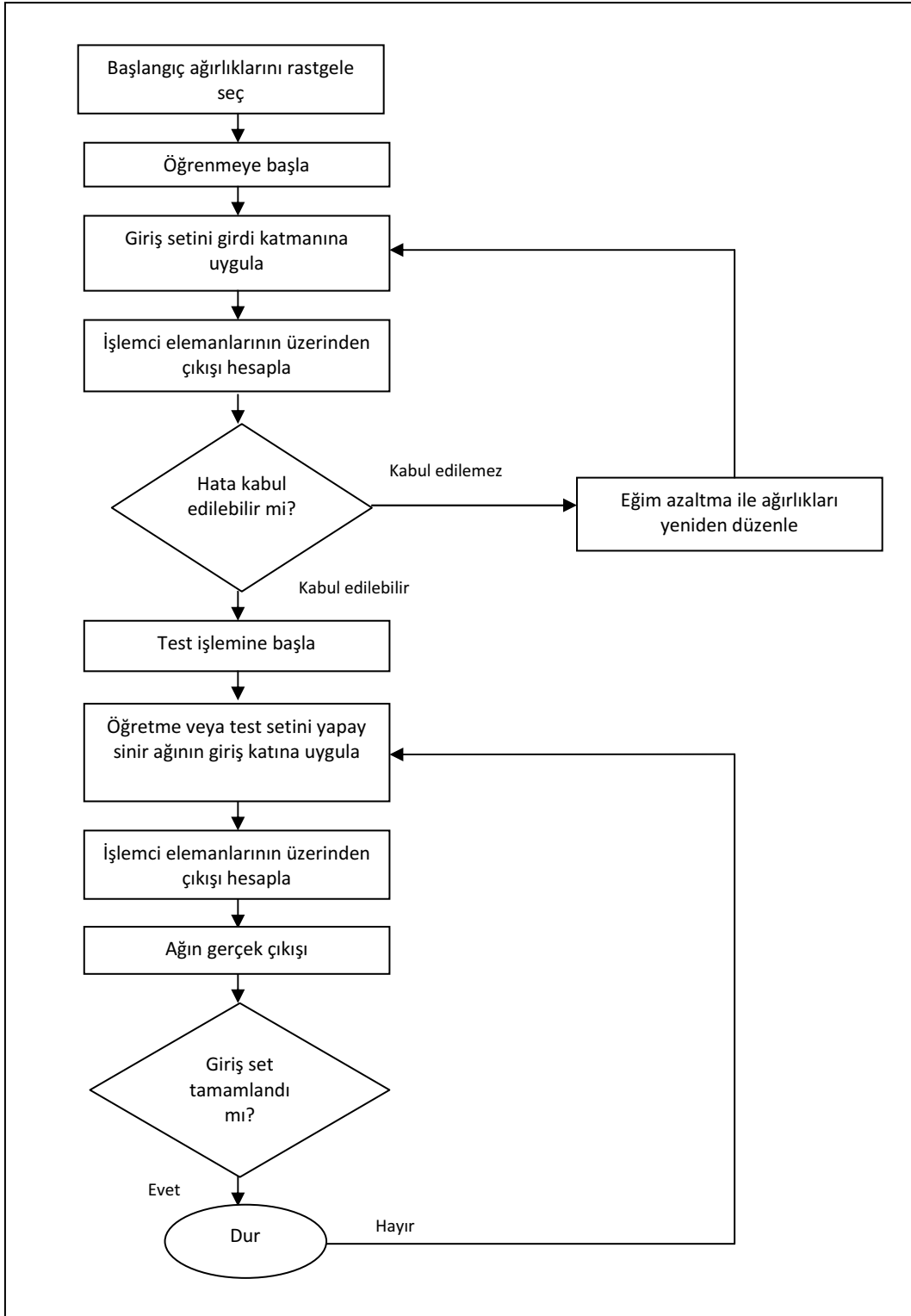
Yapay sinir ağlarında öğrenme ile ilgili genel bilgiler Bölüm 2.2'de verilmektedir. Hatırlamak gerekirse, yapay sinir ağlarında öğrenme, istenen bir işlevi yerine getirecek şekilde ağırlık değeri ayarlanması sürecidir denilebilir. Başlangıçta bu ağırlık değeri rastgele olarak atanır. Yapay sinir ağları, kendilerine örnek gösterildikçe ağırlık değeri değiştirirler.

Amaç, ağa gösterilen örnekler için doğru çıktıları üretecek ağırlık değeri bulmaktır. Ağın doğru ağırlık değeri ulaşması, örneklerin temsil

ettiği olaylar hakkında genellemeler yapabilme yeteneğine kavuşması anlamına gelmektedir. Yapay sinir ağlarının bilinen örneklerden belirli bilgileri çıkartarak bilinmeyen örnekler hakkında genelleme yapabilme özelliğine kavuşması işlemine, “ağın öğrenmesi” denilmektedir.

Öğrenme sürecinin iki aşaması vardır. Birinci aşamada ağa gösterilen örnekler için ağın üreteceği çıktılar belirlenir. Bu çıktı değerinin doğruluk derecesine göre ikinci aşamada ağın bağlantılarının sahip olduğu ağırlıklar değiştirilir. Ağın eğitimi tamamlandıktan sonra öğrenip öğrenmediğini (performansını) ölçmek için yapılan denemelere ise, ağın “test edilmesi” denmektedir. Test etmek için ağın öğrenme sırasında görmediği örneklerden yararlanır. Ağ, eğitim sırasında belirlenen bağlantı ağırlıklarını kullanarak görmediği bu örnekler için çıktılar üretir. Elde edilen çıktıların doğruluk değerlerinin iyi olması performansının da iyi olduğunu gösterir (Öztemel 2003).

Geri Yayılım Algoritması Şekil 3.1’de gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi eğitime başlamadan önce başlangıç ağırlıkları rasgele seçilmektedir. Sonra sürekli geri bildirimlerle döngü devam ettirilmektedir.



Şekil 3.1. Geri yayılım algoritması (ÇUHADAR ve KAYACAN 2005)

Geriye yayılım öğrenmesi sırasında ağ, her giriş örüntüsünü, çıkış nöronlarında sonuç üretmek üzere gizli katmanlardan nöronlardan geçirir. Daha sonra çıkış katmanındaki hataları bulabilmek için, beklenen sonuçla, elde edilen sonuç karşılaştırılır. Bundan sonra, çıkış hatalarının türevi çıkış katmanından geriye doğru gizli katmanlara geçirilir. Hata değerleri bulunduktan sonra, nöronlar kendi hatalarını azaltmak için ağırlıklarını ayarlar. Ağırlık değiştirme denklemleri, ağdaki hata kareleri ortalamasını (MSE) en küçük yapacak şekilde düzenlenir (Bolat ve Kalenderli 2003).

Geriye yayılım algoritmasında hata, aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$E = 1/2 \left[\sum_i (d_i - y_i)^2 \right] \quad (3.1)$$

Burada; E hata kareleri ortalamasını, d_i istenen çıktı vektörünü ve y_i gerçek çıktı vektörünü (ağ çıktısı) göstermektedir. Hatanın sıfır veya sıfıra çok yakın olması, ağın çok iyi eğitildiğini gösterir (Lin ve Lee 1996).

Geriye yayılım (back propagation), birçok uygulamada kullanılan en yaygın öğrenme algoritmasıdır. Anlaşılması kolay ve matematiksel olarak ispatlanabilir olmasından dolayı en çok tercih edilen öğrenme algoritması olmuştur. Geriye yayılım öğrenme yöntemi, sistem hatasını azaltma esasına dayanan bir eniyileme (optimizasyon) işlemidir. Bu algoritma, hataları çıkıştan girişe geriye doğru azaltmaya çalışmasından dolayı geri yayılım ismini almıştır.

x_i : Girdi katmanındaki seçilen herhangi bir nöron

z_j : Gizli katmandaki seçilen herhangi bir nöron

y_k : Çıktı katmanındaki seçilen herhangi bir nöron

w_{ij} : Girdi katmanı ile gizli katmandaki nöronların arasındaki ağırlık değeri

w_{jk} : Gizli katman ile çıktı katmanındaki nöronların arasındaki ağırlık değeri

olmak üzere geri yayılım adımları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Yüksk ve Bircan 2007):

Adım 0: Ağırlık değerleri rastgele seçilir.

Adım 1: Tüm giriş eğitim vektörü ve hedef çıktıları için adım 2-9 gerçekleştirilir.

Adım 2: Her bir eğitim verisi için adım 3-8 takip edilir.

Adım 3: Her bir x_i (x_1, x_2, \dots, x_n) nöronu input sinyali alır ve bir üst katmandaki gizli katmanda yer alan nöronlara aktarır.

Adım 4: Her bir z_j (z_1, z_2, \dots, z_p) nöronu ağırlıklandırılmış giriş sinyalini toplar ve çıkış sinyalini hesaplar.

$$z = w_{ij} + \sum x_i w_{ij} \quad (3.2)$$

$$z_j = f(z) \quad (3.3)$$

Adım 5: Her bir çıkış y_k (y_1, y_2, \dots, y_m) nöronu, ağırlıklandırılmış giriş sinyalini toplar ve çıkış sinyalini hesaplar.

$$y = w_{jk} + \sum z_j w_{jk} \quad (3.4)$$

$$y_k = f(y) \quad (3.5)$$

Adım 6: Her bir çıkış nöronu y_k ; giriş eğitim verisine karşılık gelen hedef değeri alır ve hata terimini hesaplar.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y) \quad (3.6)$$

Sonra, w_{jk} katsayısını güncellemede kullanılacak katsayı düzeltme terimini hesaplar.

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (3.7)$$

Daha sonra, w_{jk} eğilim değerini güncellemede kullanılacak eğilim düzeltme terimini hesaplar.

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_{kj} \quad (3.8)$$

Adım 7: Her bir gizli nöron z_j yukarı katmandan gelen delta girişlerini toplar.

$$\delta = \sum \delta_k w_{jk} \quad (3.9)$$

Sonra hata terimi hesaplanır.

$$\delta_j = \delta f'(z) \quad (3.10)$$

Daha sonra, w_{ij} katsayısını güncellemede kullanılacak katsayı düzeltme terimini hesaplar.

$$\Delta w_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (3.11)$$

Son olarak, w_{ij} değerini güncellemede kullanılacak eğilim düzeltme terimini hesaplar.

$$\Delta w_{0j} = \alpha \delta_j \quad (3.12)$$

Adım 8: Her bir çıkış nöronu y_k eğilim değerlerini ve ağırlık katsayılarını günceller.

$$w_{jk}(yeni) = w_{jk}(eski) + \Delta w_{jk} \quad (3.13)$$

Her bir gizli nöron z_j eğilim değerlerini ve ağırlık katsayılarını günceller.

$$w_{ij}(yeni) = w_{ij}(eski) + \Delta w_{ij} \quad (3.14)$$

Adım 9: Bitiş şartını kontrol et.

Geri yayılma mantığına göre, yapay sinir ağı her döngüden sonra toplam ağ hatasını biraz daha azaltacaktır. Yani algoritmaya göre, geri yayılma ağlarında her bir döngüden sonraki toplam ağ hatasının, bir önceki döngüdeki toplam hataya göre daha küçük olması beklenmektedir. Bu durumda toplam hata minimize edilene kadar veya kabul edilebilir bir sınıra geldiğinde döngü durdurulacaktır.

3.1.3. Yapay sinir ağında sigmoid fonksiyonu

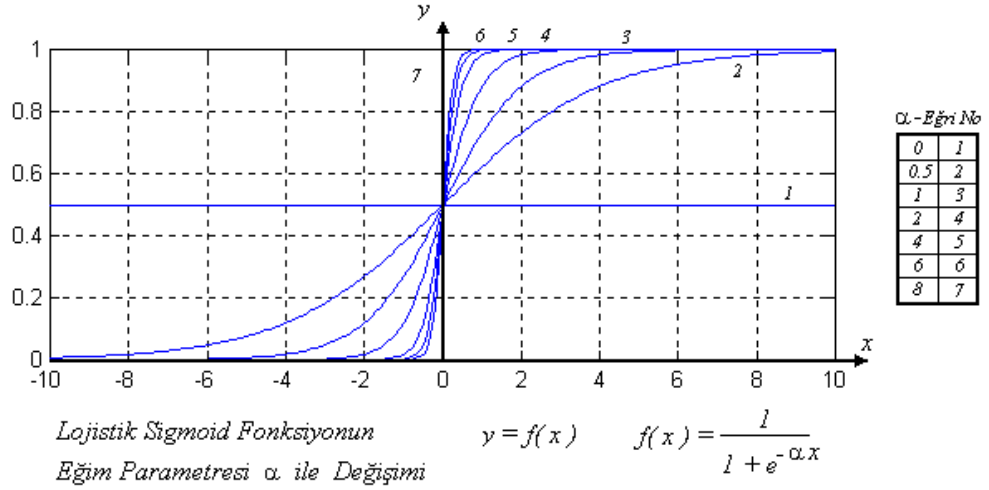
Yapay sinir ağları oluşturulurken en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonu, 2. Bölümde de değindiğimiz gibi sigmoid fonksiyondur. Sigmoid fonksiyon, doğrusal ve doğrusal olmayan davranışlar arasında denge sağlayan sürekli artan ve türevi alınabilir bir fonksiyondur. Doğrusal olmayışı dolayısıyla yapay sinir ağı uygulamalarında en sık kullanılan fonksiyondur. Bu fonksiyon girdi değerlerinin her biri için sıfır ile bir arasında bir değer üretir. Sigmoid fonksiyonunun matematiksel ifadesi:

$$F(x) = \frac{1}{(1+e)^{-x}} \quad (3.15)$$

şeklindedir.

Sigmoid fonksiyonun eğitim parametresine bağlı değişimi Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Artan ağırlık değerleri, nöronun, sigmoid fonksiyonun eğiminin (türevinin) çok küçük değerli bölgelerinde işlem yapmasına sebep olur. Geri yayımlanan hata terimi türevle orantılı olduğundan, düşük eğimde yeterli eğitim

gerçekleşmez. Eğimin ayarlanması, eğitim süresini ve başarısını doğrudan etkiler.



Şekil 3.2. Sigmoid fonksiyonun eğitim parametresiyle değişmesi

3.2. Regresyon Analizi

Çalışmada kullandığımız diğer tahmin yöntemi regresyon analizidir. Bölüm 2.1’de ana hatlarıyla değindiğimiz regresyon analizi, bağımlı değişken ile bir veya daha çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla kullanılan bir analiz yöntemidir. İki ya da daha çok sayıda değişken arasında bir ilişki bulunup bulunmadığı, eğer varsa bu ilişkinin derecesinin saptanması için başvurulan başlıca yöntem regresyondur. Bölüm 2.1’de vermiş olduğumuz örnekler bu yargıyı doğrular niteliktedir.

X değişkenlerinin değişimi karşısında Y değişkeninin değerleri de aynı ya da zıt yönde değişiyorsa, bu durum değişkenler arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Eğer değişkenler arasındaki ilişki yeterli derecede kuvvetli ise ve bu ilişki matematiksel bir fonksiyon ile ifade edilebiliyorsa, X değişkenlerine ilişkin değerler bilindiğinde Y değişkeninin değerleri de belli sapmalarla tahmin edilebilir. İki değişken arasında istatistiksel açıdan bir ilişki bulunması, neden

sonuç ilişkisinin varlığını kanıtlamaz ve sadece böyle bir ilişkinin var olabileceğine işaret eder. Buna karşılık, değişkenler arasında istatistiksel açıdan hiçbir ilişki bulunmadığında neden sonuç ilişkisinin de olmadığı anlaşılır.

İki veya daha çok değişken arasındaki ilişkinin saptanması genellikle iki tür sorun için gerekli olur. Bunlardan ilki, bir değişkene ilişkin gözlem sonuçları yardımıyla diğer değişkenin alabileceği değerleri ne kadar doğrulukla tahmin edebileceğimizle ilgilidir. Diğer sorun ise, değişken değerlerinde gözlenen farklılıkların ne dereceye kadar belirleyici bazı etmenlere bağlanabileceğiyle ilgilidir.

Buna karşılık, değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel şeklini, yönünü ve derecesini bilmek gerekmektedir. İlişkinin fonksiyonel şekli değişkenler arasındaki ilişkinin nasıl bir matematiksel fonksiyon şekline uyduğunu, bir doğruyla mı yoksa bir eğriyle mi ifadesinin uygun olacağını belirtir. İlişkinin yönü iki değişkenin aynı yönde mi yoksa zıt yönlerde mi değiştiğini ortaya koyar. İlişkinin derecesi ise değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvetini açıklar.

Regresyon analiz tekniğinde iki (basit regresyon) veya daha fazla değişken (çoklu regresyon) arasındaki ilişki açıklamak için regresyon modeli kullanılır.

Basit regresyon modeli;

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon \quad (3.16)$$

şeklinde bir bağımlı ve bir de bağımsız değişken içeren bir modeldir. Burada;

Y :Bağımlı (sonuç) değişken olup belli bir hataya sahip olduğu varsayılır.

X :Bağımsız (sebeup) değişkeni olup hatasız ölçüldüğü varsayılır.

α :Sabit olup $X=0$ olduğunda Y 'nin aldığı değerdir.

- β :Regresyon katsayısı olup, X 'in kendi birimi cinsinden 1 birim değişmesine karşılık Y 'de kendi birimi cinsinden meydana gelecek değişme miktarını ifade eder.
- ε :Tesadüfi hata terimi olup ortalaması sıfır varyansı σ^2 olan normal dağılım gösterdiği varsayılır. Bu varsayım parametre tahminleri için değil katsayıların önem kontrolleri için gereklidir (Ural 2005).

Değişkenler arasında doğrusal ilişki olabileceği gibi, doğrusal olmayan bir ilişki de olabilir. Tek ve çok değişkenli doğrusal regresyon analizlerinin yanı sıra, tek/çok değişkenli doğrusal olmayan regresyon analizleri de mevcuttur.

Tek Değişkenli Regresyon Analizi; tek değişkenli regresyon analizi bir bağımlı değişken ve bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceler. Tek değişkenli regresyon analizi ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi temsil eden bir doğrunun denklemi formüle edilir ($Y=a+bX$).

Çok Değişkenli Regresyon Analizi; içinde bir adet bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenin bulunduğu regresyon modelleri çok değişkenli regresyon analizi olarak bilinir.

Regresyon ve korelasyon yöntemleri ile tahminleme arasında da çok yakın bir ilişki vardır. Şöyle ki, regresyon bilinenlerden yararlanıp bilinmeyen durumların tahmin edilmesinde kullanılan bir tekniktir. Öte yandan, korelasyon katsayısının değeri, yapılan tahminin güvenilirlik derecesinin bir göstergesidir. Korelasyon katsayısı 0'a eşit ise değişkenler arasında bir ilişki yoktur, ± 1 ' e eşitliği durumunda ise değişkenlerden birinden diğerini mükemmel şekilde tahmin etmek mümkün olur. Katsayı ± 1 ' den uzaklaştığı oranda da tahmin işleminde yapılan hata miktarı artar. Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında ne derece sıkı bir ilişki olduğunu açıklamak üzere, çoklu korelasyon katsayısı (R) hesaplanabilir. Ne var ki, bunun karesi olan çoklu belirlilik katsayısı (R^2) yorum yapma açısından daha elverişli olduğundan tercih edilir (Ural 2005).

Regresyon denklemi yardımıyla bağımlı değişken ile bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkiyi kuran parametrelerin değerleri tahmin edilir. Bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenlerin tahmin edilmesi, bu değişken üzerinde geliştirilecek plan ve politikalarda hangi değişkenlerin önem kazandığının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu teknik sayesinde, hangi faktörlerde nasıl bir değişiklik yapılarak ilgilenilen değişkende artış veya azalış meydana geleceği ortaya çıkarılabilmektedir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

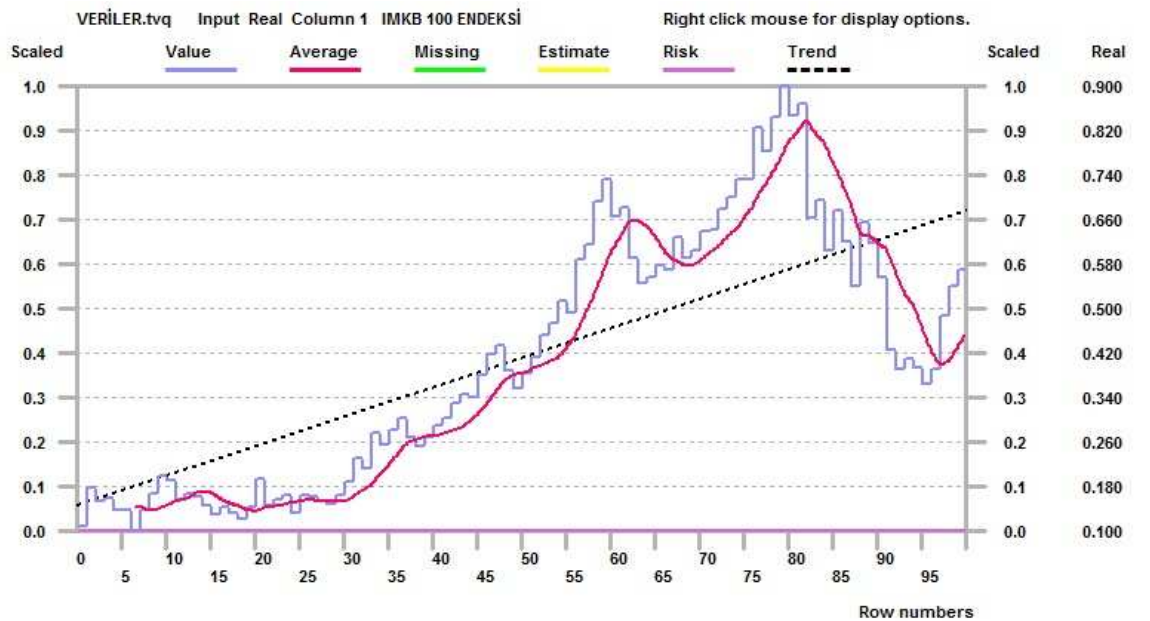
Bu çalışmada Türkiye'deki binek otomobil üretimi verileri kullanılmış ve yapay sinir ağları kullanılarak tahminleme yapılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumundan alınan veriler derlenmiş ve uygulamada kullanılmıştır.

4.1. Talep Tahmini Probleminin Tanımlanması

Mart 2001-Haziran 2009 arasında aylık bazda veriler toplanmış, Mart 2001-Kasım 2007 arası veriler eğitim amaçlı kullanılmıştır. Aralık 2007-Haziran 2009 verileri ise test amacı ile kullanılmıştır. Girdi verileri ve çıktı verileri aşağıda tanımlanmıştır:

- İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) 100 Endeksi

Menkul kıymet yatırım ortaklıkları dışında ulusal pazarda işlem gören şirket hisse senetlerinden, seçim kriterleri, dönemsel değerlendirme ve değişiklikler esas alınarak seçilen yüz adetinin oluşturduğu endekstir.

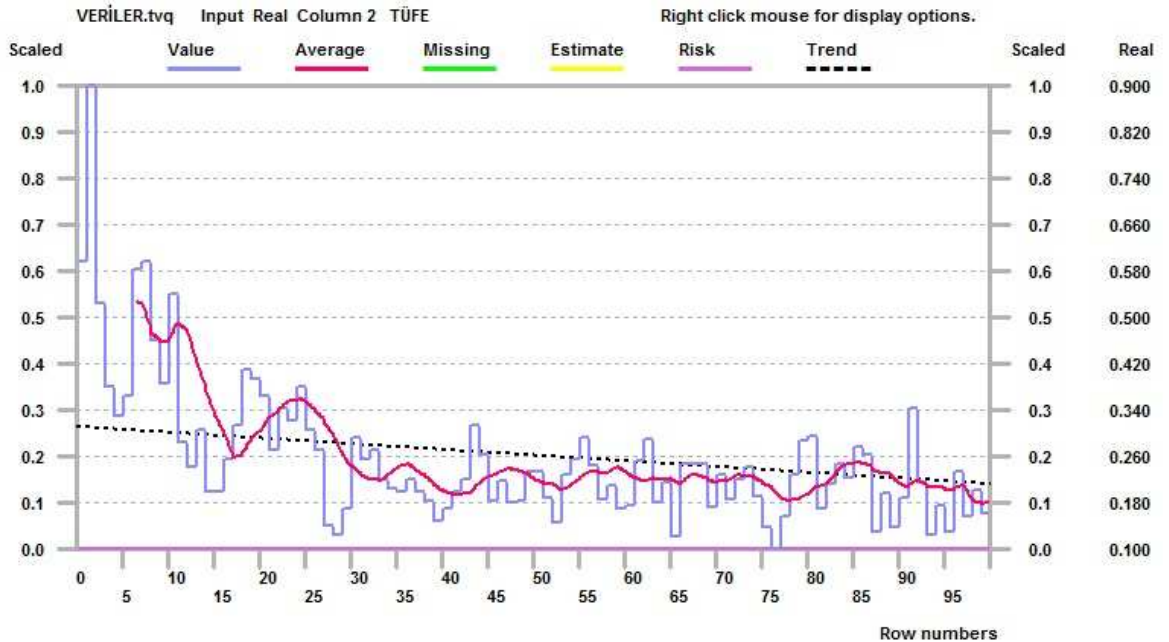


Şekil 4.1. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) 100 Endeksi Dağılım Grafiği

- Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE)

Tüketici tarafından satın alınan mal ve hizmetlerin fiyatlarındaki değişimleri ölçen endekstir. TÜFE hesaplanırken ilk olarak, ülkenin genelini temsil eden bir örnek kitlenin bir yıl içinde hangi mal ve hizmete ne kadar para harcadığı hesaplanmaktadır. Bu hesaplardan çıkan sonuca göre harcama gruplarına endeks içerisinde farklı ağırlıklar verilmektedir. Böylelikle bu örnek kitle tarafından yüksek oranda tüketilen mal ve hizmetler daha yüksek bir ağırlığa sahip olurken daha az tüketilenler daha düşük bir ağırlığa sahip olmaktadır.

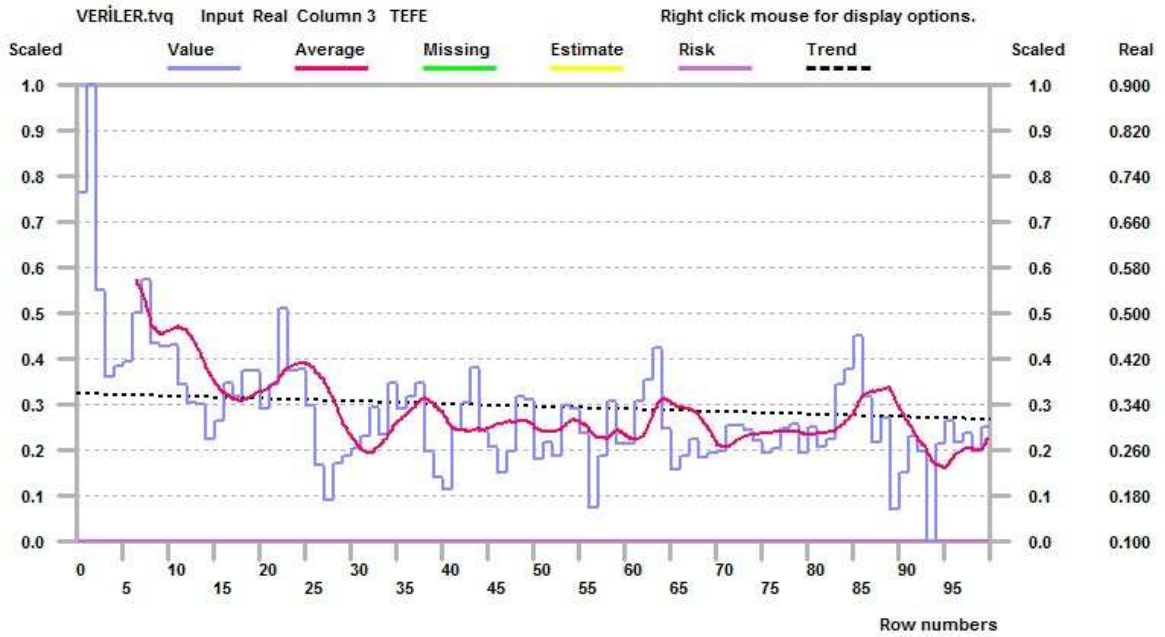
Yılın her ayının belirli günlerinde ve belirli alışveriş merkezlerinden alınan mal ve hizmet fiyatlarındaki değişim, bu ağırlıklara göre ölçülerek o ayın tüketici enflasyon rakamına ulaşılmaktadır (www.tcmb.gov.tr 2010).



Şekil 4.2. Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE) Dağılım Grafiği

- Toptan Eşya Fiyat Endeksi (TEFE)

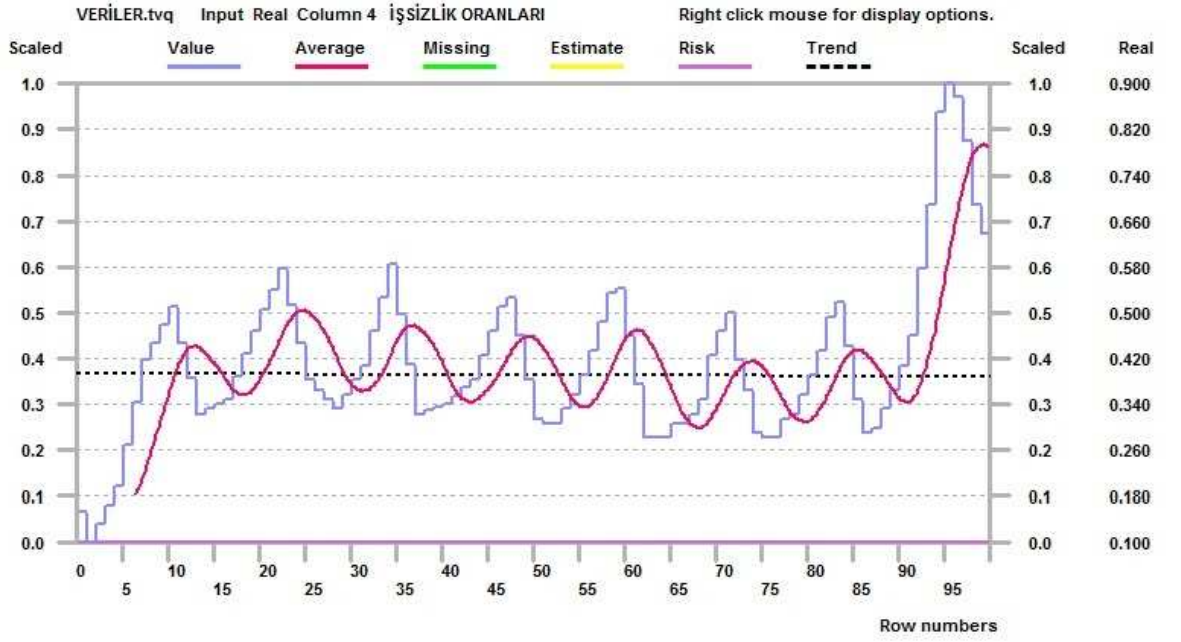
TEFE de TÜFE gibi belli bir mal sepetinin maliyetini ölçer. Aralarındaki fark TEFE'nin hammadde ve yarı mamulleri de içermesi ve fiyatların üreticiden dağıtım kanallarına geçerken ölçülmesidir. TÜFE'de ise esas alınan fiyatlar perakende fiyatlardır. TEFE diğer iki endeks için bir haberci gibidir. Zira TEFE'deki artışlar bir süre sonra TÜFE ve deflatördeki muhtemel bir artışı ima eder. Bu nedenle siyasiler ve ekonomistlerin önem verdiği endeks TEFE'dir. Kamuoyunda üzerinde yorum yapılan enflasyon oranları da TEFE ile ölçülen oranlardır.



Şekil 4.3. Toptan Eşya Fiyat Endeksi (TEFE) Dağılım Grafiği

- İşsizlik Oranı

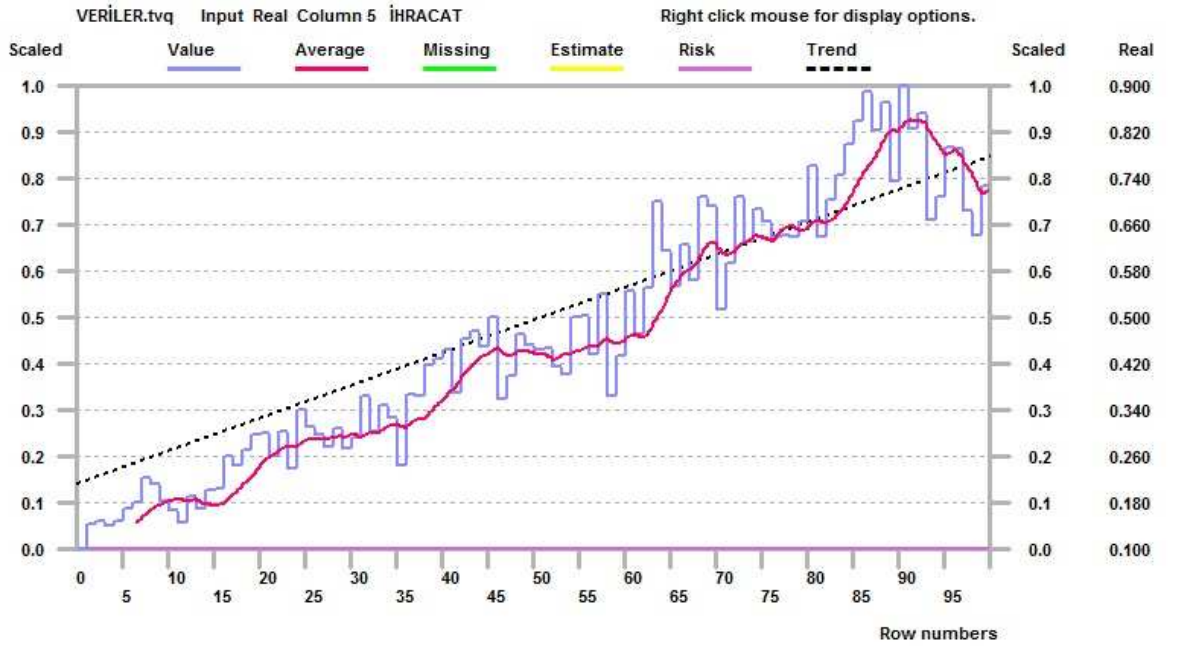
İşsizlik, çalışma gücünde ve arzusunda olan ve cari ücretten çalışmaya razı olup da iş bulamayan iş gücünün varlığıdır. İşsizlik oranı ise; iş bulamayan nüfusun toplam işgücüne oranıdır. Örneğin iş bulamayan bu nüfus 10 milyon kişi, toplam iş gücü 100 milyon kişiye işsizlik oranı 10/100 yani %10'dur.



Şekil 4.4. İşsizlik Oranları Dağılım Grafiği

- Türkiye'deki Otomobil İhracatı

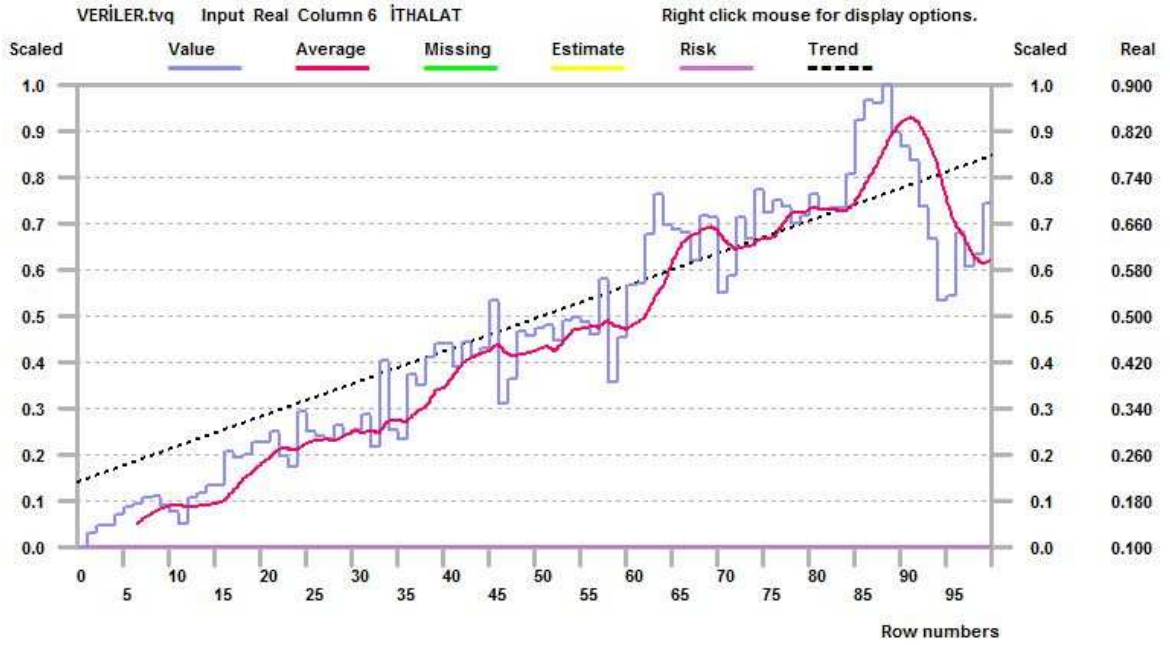
İhracat, bir malın yabancı ülkelere döviz karşılığı yapılan satışlarıdır. İhracatın miktarı otomobil üretimini de etkileyecektir.



Şekil 4.5. Türkiye'deki Otomobil İhracatı Dağılım Grafiği

- Türkiye'deki Otomobil İthalatı

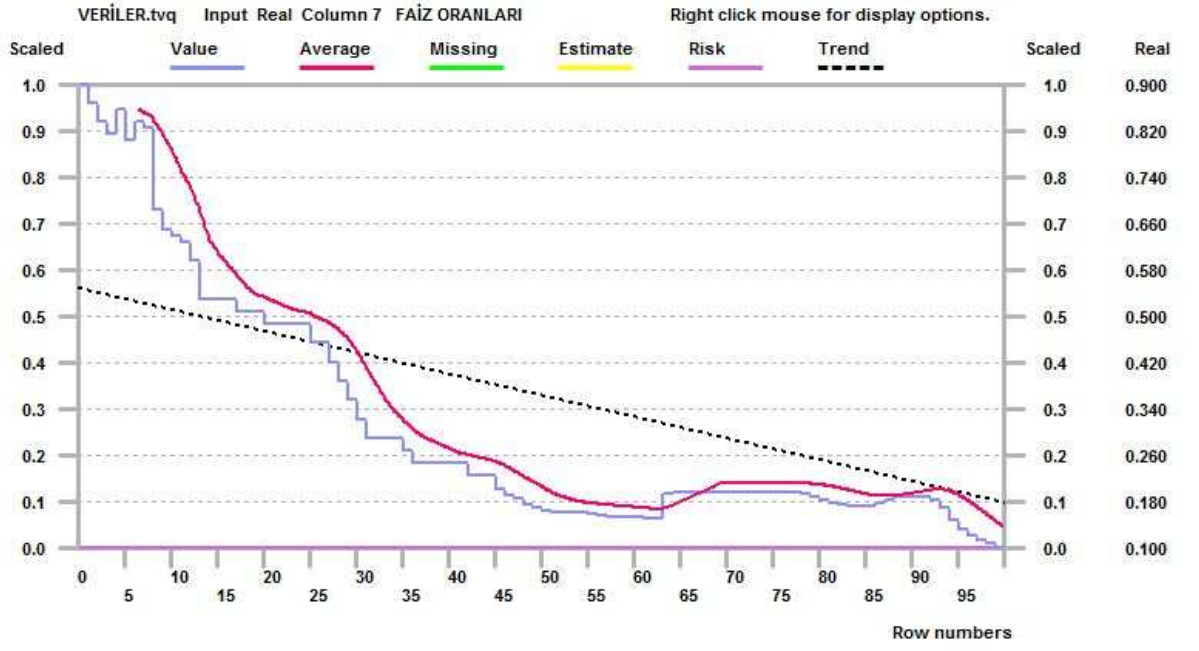
İthalat, başka ülkelerde üretilmiş malların ülkedeki alıcılar tarafından satın alınmasıdır. Otomobil sektörünün hızla gelişmesi ile ithalatı da her geçen gün artmaktadır. Yurtdışından alınan otomobil miktarı da yurtiçinde üretilen miktarını etkilemektedir.



Şekil 4.6. Türkiye'deki Otomobil İthalatı Dağılım Grafiği

- Merkez Bankası Gecelik Faiz Oranları

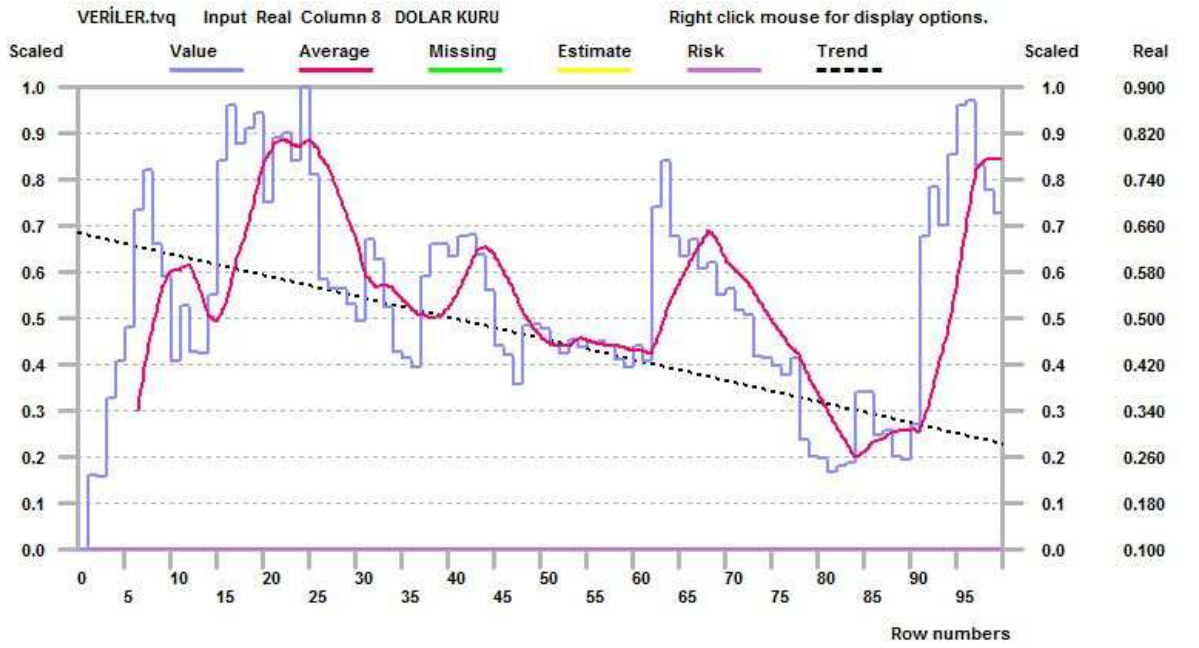
Son dönemde uygulanan para ve maliye politikaları ile Türkiye ekonomik yönden değişim sürecine girmiştir. Bu süreçle birlikte parasal aktarım mekanizmasının etkinliği de giderek artmaktadır. Para politikasının aktarılmasında birinci ve en önemli kanalın merkez bankası faiz kararlarından diğer piyasa faizlerine geçiş olduğu için piyasa faiz oranlarının para politikası davranışlarına verecekleri tepkiler konusunda güvenli tahminlerde bulunmak gittikçe daha fazla önem kazanan bir konu olmaktadır. Bu nedenle faiz oranları, otomobil üretimini etkileyen en önemli etkenlerden birisi konumuna gelmiştir.



Şekil 4.7. Merkez Bankası Gecelik Faiz Oranları Dağılım Grafiği

- Dolar Kuru

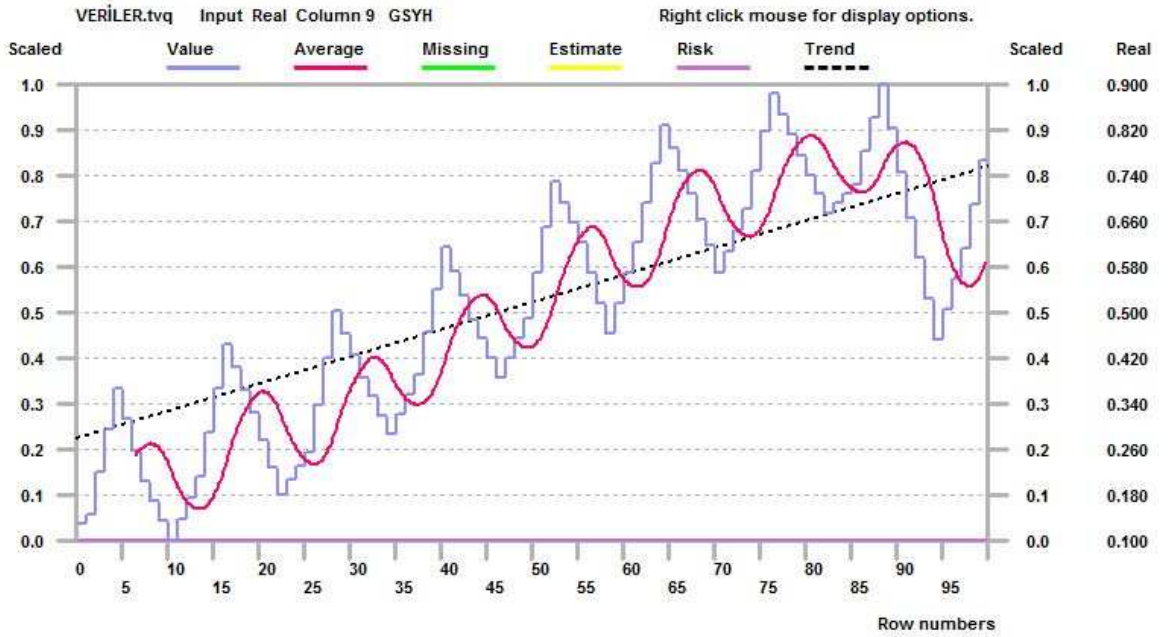
Bir Amerikan Dolarının, Türk Lirası üzerinden değerini belirtir.



Şekil 4.8. Dolar Kuru Dağılım Grafiği

- Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH)

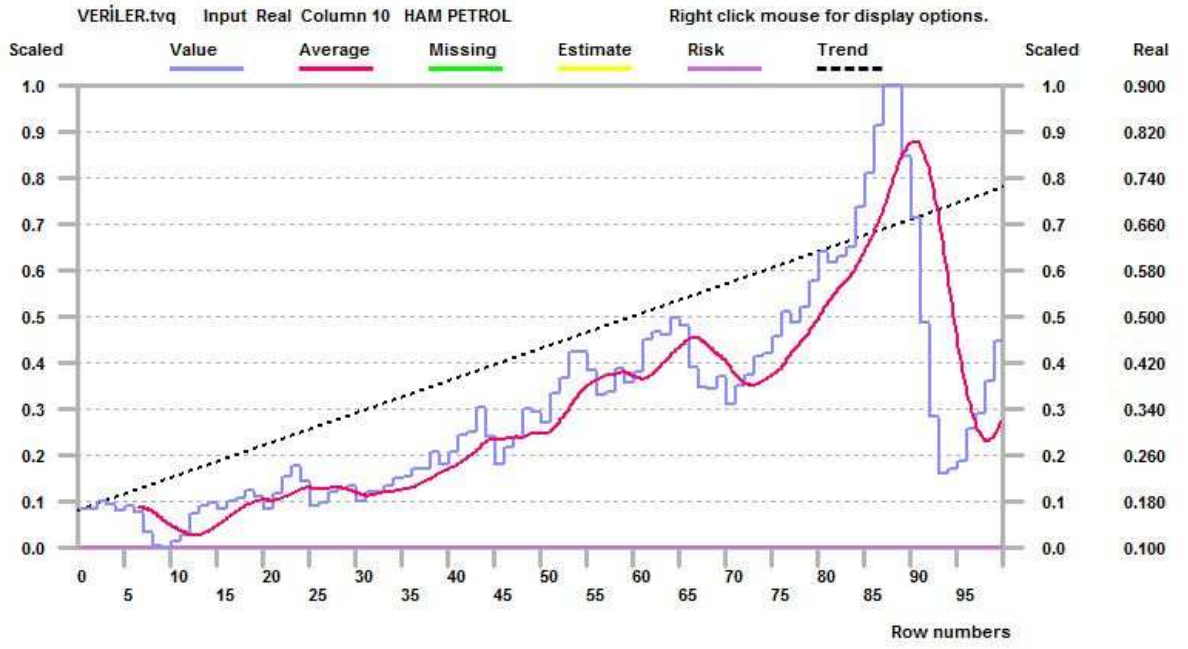
Ekonominin bir bütün olarak büyüklüğünün bir ölçüsü olan GSMH belli bir dönemde bir ülke vatandaşlarının sahip oldukları üretim faktörleri kullanılarak üretilmiş bütün nihai mal ve hizmetlerin piyasa fiyatları ile hesaplanmış değeri olarak tanımlanır (www.ekodialog.com 2010).



Şekil 4.9. Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH) Dağılım Grafiği

- Türkiye'deki Ham Petrol Varil Fiyatı

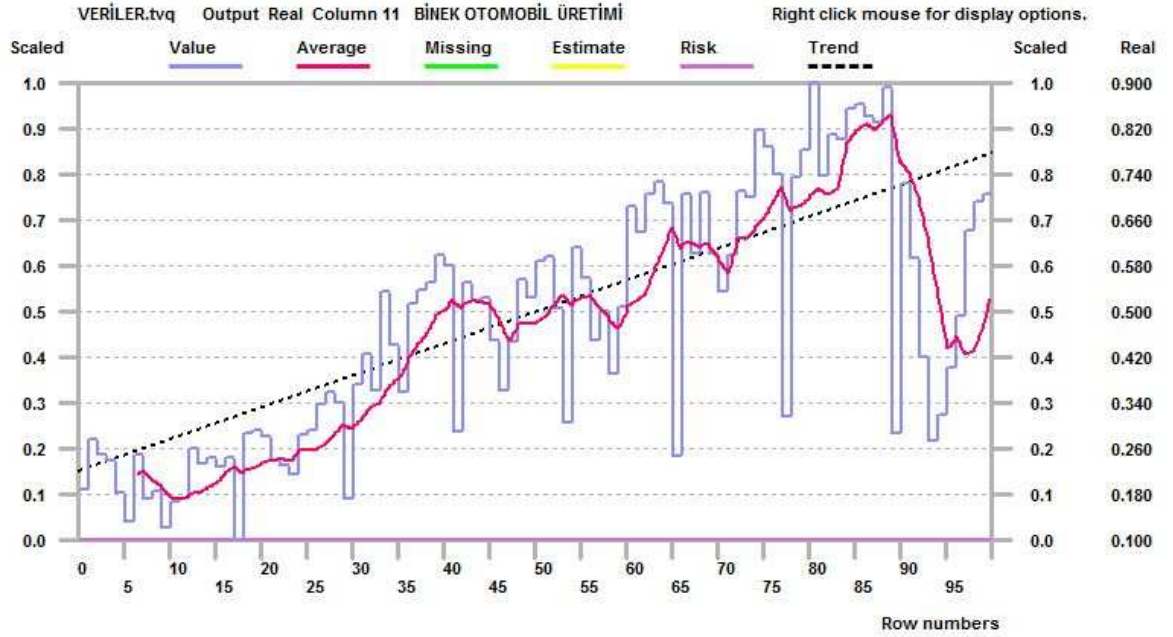
Ekonomide neredeyse her sektör doğrudan veya dolaylı olarak petrole bağımlıdır. Bu nedenle petrol piyasasında ve dolayısıyla fiyatında ortaya çıkan değişiklikler zincirleme olarak hem ülke hem de dünya ekonomisi üzerinde değişik etkiler yaratmaktadır. Ham petrol fiyatlarındaki değişim otomotiv sektöründeki yeri dolayısıyla otomobil üretimini de etkilemektedir.



Şekil 4.10. Türkiye'deki Ham Petrol Varil Fiyatı Dağılım Grafiği

- Türkiye'deki Binek Otomobil Üretim Miktarı

Türkiye'de ve dünyada toplam motorlu taşıt üretiminin yaklaşık % 70 ini otomobil üretimi oluşturmaktadır. Otomobil üretimi, otomotiv sanayinin temelidir.



Şekil 4.11. Türkiye'deki Binek Otomobil Üretim Miktarı Dağılım Grafiği

Çalışmada kullanılan verilerin büyük bir kısmı Merkez Bankası ve Türkiye İstatistik Kurumu verilerinden derlenmiştir. Girdi ve çıktı verilerini gösteren tablo Ek-1’de sunulmuştur.

4.2. Yapay Sinir Ağı Mimarisi

Talep Tahmininde en çok kullanılan yöntem, 2. Bölümde de belirttiğimiz gibi geri yayılım algoritması yöntemidir. Talep tahmininde ağırlıkların fonksiyonu olarak da en yaygın kullanılan fonksiyonun sigmoid fonksiyonu olduğunu da daha önce belirtmiştik. Bu nedenle, çalışmada, öğrenme için geri yayılım algoritması yöntemini ve sigmoid fonksiyonunu kullanan bir program olan ve çeşitli çalışmalarda (Senatore ve arkadaşları 2007) kullanılmış olan EasyNN programı seçilmiştir.

2001-2009 yılları arasındaki 100 adet veri, ağı eğitimi için kullanılmıştır. Yapay sinir ağlarında verilerin etkinliği arttırmak için Bölüm 3’ te de belirtildiği gibi çoğunlukla uygulamakta olan normalizasyon yöntemi bu çalışmada da kullanılmıştır. Veriler [0.1,0.9] aralığında normalize edilerek düzenlemiş ve programa aktarılmıştır.

Bölüm 2’de de açıklandığı gibi, çalışmalarda yaygın olarak test verisi sayısı tüm verilerin %20’sine yakın seçildiği için verilerin 81 tanesi eğitim, 19 tanesi doğrulama için program tarafından otomatik olarak seçilmiştir. Girdi katmanı 10 hücreden, çıktı katmanı ise 1 hücreden oluşmaktadır. Gizli katmanda ise farklı sayılarda hücre bulunabilir. İlerleyen bölümde gizli en uygun hücre sayısı belirlemek için yapılan denemelerden bahsedilmiştir.

Yapay sinir ağı modellemesinde kesinleşmiş bir yöntem olmamakla birlikte optimum gizli hücre sayısını elde etmek için “geometrik piramit kuralı” olarak adlandırılan yöntem kullanılır. Piramit kuralı hücre sayısının bir piramide benzer şekilde girdilerden çıktılara doğru azalması gerektiği varsayımına

dayanır. Gizli katman sayısı ve bu katmanlardaki hücre sayıları öğrenme performansını etkiler.

4.2.1. Yapay Sinir Ağı EasyNN Uygulamaları

Çalışmada öncelikle sabit bir çevrim sayısı belirlenerek gerçeğe en yakın tahmin değerlerini elde edebileceğimiz, momentum ve öğrenme katsayılarının optimal değerleri bulunmaya çalışılmıştır. Çevrim sayısı, öncelikle 1000'de sabit tutularak momentum ve öğrenme katsayıları değiştirilmiş, en uygun değerler belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca bir ve iki katman için farklı hücre sayılarıyla da ayrı ayrı birçok deneme yapılmıştır. Hücre sayısı, momentum katsayısı ve öğrenme katsayısındaki değişimler tahmin sonuçlarını da oldukça etkilemektedir. Bu nedenle çok fazla deneme yapıp sonuçlarını karşılaştırmak gerekmektedir.

Öncelikle öğrenme katsayısı ve momentum katsayısı 0.1'den 0.9'a kadar değişen değerlerde denemiştir. Farklı öğrenme ve momentum değerleri için denemeler yapılmış, belirlenen optimal aralıklarda yoğunlaşarak elde edilen sonuçlar bu çalışmada sunulmuştur.

Öğrenme katsayısı için en uygun aralık 0.5-0.8, momentum katsayısı için en uygun aralık ise 0.6-0.8 olarak belirlenmiştir. Bu değerler üzerinden farklı kombinasyonlar için birçok deneme yapılmıştır. Öncelikle çevrim sayısı sabit tutularak momentum ve öğrenme katsayılarının tahmin değerini nasıl etkilediği gözlemlenmiştir.

Çevrim sayısı sabit, farklı öğrenme katsayıları ve farklı momentum katsayıları farklı değerler alacak şekilde yapılan denemelerden en iyi tahmin sonuçlarını veren katsayılar aşağıdaki çizelgede özetlenmiştir:

Çizelge 4.1. Çevrim sayısı sabit tutularak, farklı öğrenme katsayıları ve farklı momentum katsayıları için en iyi deneme sonuçları

ÖĞR. KATS.	MOMEN. KATS.	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)						ORT. HATA
			1. KATMAN	2. KATMAN	23838	30192	37125	48566	52631	53577	
					HATA ORANLARI						
0.6	0.8	1000	8	-	0,0347	0,0608	0,0073	0,0291	0,0023	0,0479	0,0304
0.6	0.8	1000	5	-	0,0546	0,0140	0,0839	0,0225	0,0199	0,0440	0,0398
0.7	0.8	1000	9	-	0,0452	0,0616	0,1499	0,0119	0,0195	0,0030	0,0485
0.7	0.8	1000	8	-	0,0256	0,0325	0,0002	0,0185	0,0171	0,0579	0,0253
0.7	0.8	1000	6	-	0,0171	0,0726	0,0384	0,0077	0,0438	0,0210	0,0334
0.7	0.8	1000	5	-	0,0442	0,0098	0,0847	0,0146	0,0194	0,0314	0,0340
0.7	0.8	1000	4	-	0,0240	0,0418	0,0543	0,0203	0,0468	0,0462	0,0389
0.7	0.8	1000	10	9	0,0215	0,0028	0,0194	0,0424	0,0364	0,0588	0,0302
0.7	0.8	1000	9	5	0,0272	0,0103	0,0239	0,0255	0,0279	0,0104	0,0208
0.7	0.8	1000	9	2	0,0069	0,0884	0,1541	0,0030	0,0137	0,0159	0,0470
0.7	0.8	1000	8	6	0,0066	0,0265	0,0073	0,0072	0,0659	0,1275	0,0402
0.7	0.8	1000	8	5	0,0281	0,0095	0,0563	0,0495	0,0107	0,0359	0,0317
0.7	0.8	1000	8	4	0,1276	0,0303	0,0104	0,0089	0,0608	0,0324	0,0451
0.7	0.8	1000	8	3	0,0793	0,0133	0,0223	0,0175	0,0569	0,0175	0,0345
0.7	0.8	1000	7	3	0,0373	0,0005	0,0782	0,0617	0,0220	0,0010	0,0334
0.7	0.8	1000	7	2	0,0379	0,0145	0,1488	0,0257	0,0186	0,0395	0,0475
0.7	0.8	1000	4	3	0,0884	0,0283	0,0637	0,0715	0,0215	0,0212	0,0491
0.7	0.8	1000	5	3	0,0429	0,0578	0,0849	0,0158	0,0220	0,0626	0,0477
0.7	0.8	1000	6	2	0,0189	0,0148	0,1170	0,0119	0,0275	0,0534	0,0406

Momentum katsayısı 0.6-0.8, öğrenme katsayısı da 0.4-0.7 aralığında daha iyi sonuçlar vermiştir. Bu aralılarıdaki denemeleri içeren tablolar eklerde sunulmuştur. Tek ara katman için denemeler Ek-2'de, iki katman için denemeler Ek-3'te görülmektedir.

Daha sonra yukarıda seçilen en iyi değerler için en iyi çevrim sayısı değerleri bulunmaya çalışılmıştır. Çevrim sayısı için 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 2000, 2500, 3500 ve 5000 değerleri denenmiştir. Bu denemeler sonucu

tek katmanda ve iki katmanda elde edilen en iyi sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. 250-5000 çevrimde tek katmanda ve iki katmanda elde edilen en iyi sonuçlar

ÖĞR. KATS.	MOMEN. KATS.	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)						ORT. HATA
			1. KATMAN	2. KATMAN	23838	30192	37125	48566	52631	53577	
					HATA ORANLARI						
0.6	0.8	3500	8	-	0,0069	0,0448	0,0559	0,0166	0,0259	0,0016	0,0260
0.6	0.8	5000	8	-	0,0025	0,0308	0,1000	0,0199	0,0081	0,0109	0,0287
0.7	0.8	1000	8		0,0262	0,0325	0,0000	0,0182	0,0171	0,0578	0,0253
0.7	0.8	1250	6		0,0016	0,0708	0,0472	0,0053	0,0309	0,0094	0,0275
0.7	0.8	2000	6		0,0069	0,0448	0,0559	0,0166	0,0259	0,0016	0,0253
0.7	0.8	1250	4		0,0464	0,0198	0,0149	0,0053	0,0338	0,0481	0,0281
0.7	0.8	5000	10	9	0,0193	0,0050	0,1121	0,0053	0,0126	0,0017	0,0260
0.7	0.8	1000	9	5	0,0272	0,0103	0,0239	0,0255	0,0279	0,0104	0,0208
0.7	0.8	1250	9	5	0,0338	0,0148	0,0169	0,0377	0,0202	0,0077	0,0219
0.7	0.8	1500	9	5	0,0268	0,0213	0,0590	0,0124	0,0026	0,0237	0,0211
0.7	0.8	2000	9	5	0,0423	0,0223	0,0429	0,0214	0,0014	0,0410	0,0286
0.7	0.8	2000	8	3	0,0477	0,0158	0,0759	0,0041	0,0017	0,0332	0,0297
0.7	0.8	2500	8	3	0,0508	0,0218	0,0913	0,0089	0,0046	0,0271	0,0341
0.7	0.8	3500	8	3	0,0268	0,0213	0,0590	0,0124	0,0026	0,0237	0,0243
0.7	0.8	5000	8	3	0,0152	0,0083	0,0178	0,0307	0,0117	0,0311	0,0191
0.7	0.8	2000	5	3	0,0044	0,0263	0,0682	0,0149	0,0607	0,0045	0,0298

Aynı çevrim sayıları ile bir önceki aşamada belirlenen en iyi değerlerin tümü eğitilmiştir. Yapılan diğer denemelerin de olduğu çizelge Ek.4'te verilmektedir. Bu denemelerden sonra gerçek değere en çok yaklaşan çevrim sayısı etrafında farklı çevrim sayıları için tekrar denemeler yapılmıştır. Bu deneme sonuçlarından tek katman için en iyi sonucu verenler Ek.5'te sunulmuştur. Gerçek değere en çok yaklaşan çevrim sayısı etrafında farklı

çevrim sayılarında iki katman için en iyi sonucu verenler ise Ek.6'da sunulmuştur.

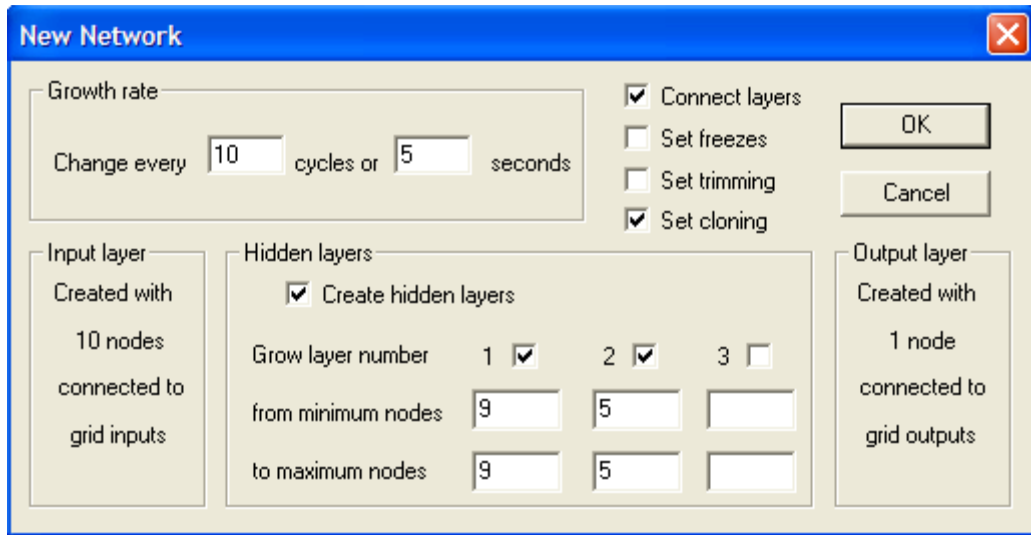
Tüm bu denemeler sonucunda en iyi performansı gösteren momentum sayısının 0.7, öğrenme katsayısının 0.8 olduğu görülmüştür. Bir ve iki ara katmanda farklı hücre sayılarıyla yapılan denemelerde ise, gerçeğe en çok yaklaşan değer, ilk katmanda 9, ikinci katmanda 5 hücre içeren iki katmanlı yapıda elde edildiği gözlemlenmiştir. En iyi sonucu veren çevrim sayısı da 1050 olarak saptanmıştır. 1050 çevrim sayısının altında ve üzerindeki çevrim sayısı değerleri için hata oranlarının arttığı aşağıdaki çizelgede denenmiş olan bazı değerlerden seçmeler alınarak gösterilmiştir. Görüldüğü gibi hata 1050 çevrim sayısına alttan ve üstten yaklaştıkça hata oranı azalmaktadır.

Çizelge 4.3. Farklı çevrimlerde ilk katmanda 9, ikinci katmanda 5 hücre için elde edilen sonuçlar

ÖĞR. KATS.	MOMEN. KATS.	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)						ORT. HATA
			1. KATMAN	2. KATMAN	23838	30192	37125	48566	52631	53577	
					HATA ORANLARI						
0.7	0.8	950	9	5	0,0335	0,0110	0,0433	0,0205	0,0395	0,0139	0,0269
0.7	0.8	1000	9	5	0,0272	0,0103	0,0239	0,0255	0,0279	0,0104	0,0208
0.7	0.8	1050	9	5	0,0262	0,0185	0,0165	0,0301	0,0225	0,0095	0,0206
0.7	0.8	1100	9	5	0,0284	0,0188	0,0139	0,0316	0,0223	0,0109	0,0210
0.7	0.8	1250	9	5	0,0338	0,0148	0,0169	0,0377	0,0202	0,0077	0,0219
0.7	0.8	1300	9	5	0,0347	0,0140	0,0243	0,0418	0,0103	0,0038	0,0215
0.7	0.8	1400	9	5	0,0360	0,0128	0,0329	0,0415	0,0103	0,0024	0,0226
0.7	0.8	1500	9	5	0,0328	0,0095	0,0370	0,0341	0,0068	0,0061	0,0211
0.7	0.8	1550	9	5	0,0300	0,0050	0,0421	0,0297	0,0071	0,0062	0,0218
0.7	0.8	1600	9	5	0,0281	0,0005	0,0490	0,0257	0,0120	0,0024	0,0226
0.7	0.8	1650	9	5	0,0294	0,0013	0,0584	0,0247	0,0204	0,0034	0,0229
0.7	0.8	1700	9	5	0,0360	0,0030	0,0666	0,0258	0,0224	0,0023	0,0260

Tahminleme yapabilmek için ağın oluşturulmasında bu değerler kullanılmıştır. Öncelikle, normalize edilmiş tez verileri EasyNN programına aktarılmıştır. Aşağıda EasyNN programına aktarılan normalize edilmiş verilerin bir kısmı görölmektedir. Verilerin tamamı Ek. 7'de gösterilmektedir.

Veriler programa aktarıldıktan sonra aşağıdaki şekildeki gibi ağ oluşturulmuştur. İki katmanlı yapıda ilk katmanda 9, ikinci katmanda 5 hücre seçilmiştir.



şekil 4.12. Ağ oluşturma ara yüzü

Klonlama işlemi, öğrenme sürecine en çok katkıda bulunan bir hücreyi klonladığı için programda işaretilenerek seçilmiştir.

Klonlama, karmaşık bir veri dizisinin öğrenilmesinde kullanılacak sinir ağı yapısının bulunmasında problem olması durumunda yardımcı olmaktadır. Sinir ağları, klonlama devredeyken veya ağın öğrenimi sırasında klonlama etkinleştirilerek kullanılmaktadır. Öğrenme prosesinde ortalama hata azalmayı durdurduğu zaman gizli düğümler klonlanmaktadır. En yüksek ağ girdili gizli düğüm öğrenme işlemine katkıda bulunup bulunmadığına karar vermek üzere

dondurulmaktadır. Eğer düğüm öğrenme işlemine katkıda bulunuyorsa klonlanmaktadır. Katkıda bulunmayan düğümler atlanmakta ve bir sonraki en yüksek ağ girdisi sınanmaktadır.

Eğer uygun bir düğüm bulunamazsa keyfi olarak düşük ağırlıklı bir düğüm oluşturulmakta ve tamamen bağlanmaktadır. Daha sonra tamamen aynı bir kopya olacak şekilde klonlanmaktadır. Klon için kullanılan düğüm dondurulmakta ve yerine klonlanan düğüm kullanılmaktadır. Klonlanan düğümün dondurulma derecesi, klonlanan düğüm ve bu düğümün klonu, öğrenme işleminde kullanılmaya başlandıkça düşürülmektedir. Bir düğüm klonlandığında öğrenim sürecinin tekrar başlatılması gerekmez.

Klonlar ve klonlamanın özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Sinir ağı sistemi öğrenme sürecinde ve ortalama hata azalırken düğümler klonlanmaz.
- Klonlama devredeyse ve ortalama hata azalmıyorsa klonlama gerçekleşebilir.
- Klonlanan düğümler dondurulur.
- Dondurma derecesi çok hızlı bir şekilde sifıra ulaşabilir ve ağ gösteriminde asla görünmeyebilir.
- Klonlar önce gizli katman 1, sonra gizli katman 2 ve gizli katman 3'te oluşturulur.
- Bir gizli katmanda klonlanan düğümler diğer katmanlara hareket edebilir.
- Hiç gizli düğüm kullanılmadan oluşturulan ağ sistemleri veya bağlantılar klonlamayı kullanabilir.
- Klonlar klonlanabilir.

Bu özellikleri ve hata oranını düşürmesi nedeniyle klonlamanın kullanılması daha iyi sonuçlara ulaşmada yardımcı olmaktadır. Bir sonraki aşamada programın kullandığı bu özelliğin dışında öğrenmede çok önemli iki

parametre olan momentum ve öğrenme katsayıları değerleri programa girilmiştir.

Öğrenme ve momentum katsayısı değerleri ile birlikte, test verisi sayısı, hedef hata ve çevrim sayısı değerleri girilerek ağına eğitime başlanmıştır. Hedef hata birçok çalışmada da kullanılan bir değer olarak %1 olarak belirlenmiştir (Efe ve Kaynak 2000). EasyNN programının önerdiği hedef hata oranı da %1'dir. Ağına eğitiminde, momentum katsayısı için 0.8, öğrenme katsayısı için 0.7 ve çevrim sayısı için 1050 değerleri kullanılmıştır. Değerlerin programda girildiği ekran aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

The screenshot shows the 'Controls' dialog box for the EasyNN program. The dialog is organized into several sections:

- Learning:** Contains input fields for Learning rate (0.7), Momentum (0.8), Accelerator (0), and Threading (1). Each field has checkboxes for 'Decay' and 'Optimize'.
- Network reconfiguration:** Includes a checkbox for 'Allow manual Network reconfiguration' and three checkboxes for 'Grow hidden layer 1', '2', and '3'.
- Validating:** Features input fields for 'Cycles before first validating cycle' (100) and 'Cycles per validating cycle' (100). It also has a dropdown menu set to '19' with the text 'Select 19 examples at random from the Training examples = 100'.
- Slow learning:** Has a checkbox for 'Delay learning cycles by 0 milliseconds'.
- Stops:** Includes a 'Target' input field (0.01) and several checkboxes for stopping conditions. The checked option is 'Stop when 100% of the validating examples are within 10% of desired outputs'.
- Presentation:** Contains checkboxes for 'Balanced forwards / backwards' and 'Random'.

At the bottom of the dialog, there are three buttons: 'Order full version', 'OK', and 'Cancel'.

Şekil 4.13. Ağ kontrol ara yüzü

Ağda kullanılan veriler özet olarak programdaki bilgi ekranında gösterilmektedir. Bilgi ekranında ayrıca öğrenme ve doğrulama hata oranları aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi belirtilmiştir.

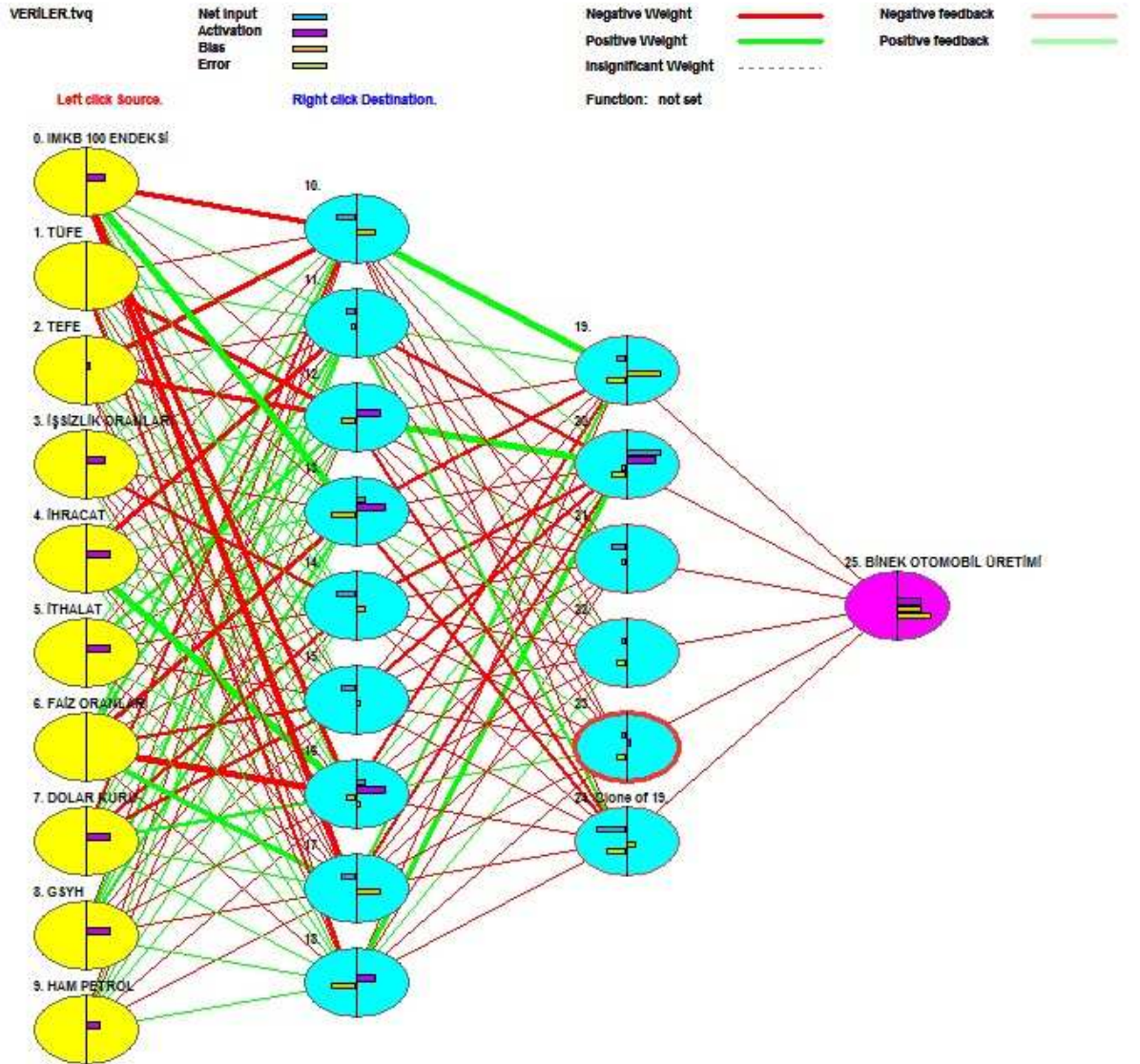
General			
VERİLER.tvq			
Learning cycles:	1050	AutoSave cycles:	not set.
Training error:	0.005471	Validating error:	0.005953
Validating results:	42.11% are within +/- 10.00%.		
Grid		Network	
Input columns:	10	Input nodes connected:	10
Output columns:	1	Hidden layer 1 nodes:	9
Serial columns:	0	Hidden layer 2 nodes:	6
Excluded columns:	1	Hidden layer 3 nodes:	0
Training example rows:	81	Output nodes:	1
Validating example rows:	19	Serial input nodes:	0
Querying example rows:	0	Serial output nodes:	0
Excluded example rows:	0		
Duplicated example rows:	0		
Controls			
Learning rate:	0.7000	Momentum:	0.8000
Validating 'in range' target:	100.00%	Validating range:	10.00%
Target error:	0.0100	No extras enabled.	
Validating rules		Missing data action	
No columns have rules set.		The median value is used.	
<input checked="" type="checkbox"/> Show when a file is opened		Order	Extras
History	Save	Refresh	Continue

Şekil 4.14. Ağ özet görüntü ara yüzü

Tüm veriler programa girilip eğitildikten sonra oluşturulan ağ yapısı ve verilerin analizi ilerleyen bölümde açıklanmaktadır.

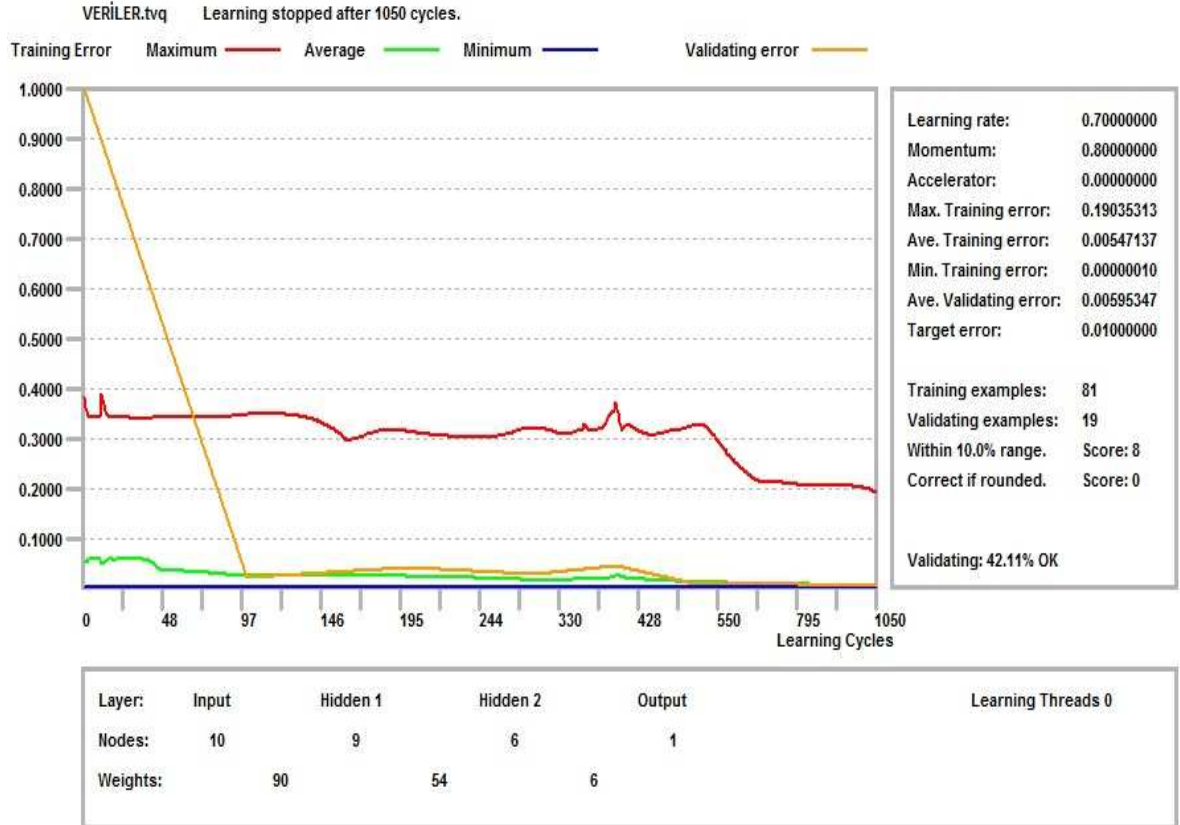
4.2.2. Yapay sinir ağı ve veri analizleri

Şekil 4.2.4'teki ağ yapısında görüldüğü gibi hücreler arasındaki bağlantılar ağırlıklandırılmıştır. Bu bağlantılarda renk, polarizasyonu, kalınlık ise ağırlık değerini temsil etmektedir. Polarizasyon ve ağırlıklardan Bölüm 2'de bahsedilmiştir.



Şekil 4.15. Yapay sinir ağı yapısı

Ağın öğrenme grafiği ise Şekil 4.2.5'te gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 100 çevrime kadar doğrulama hatası eğrisi hızlı bir düşüş göstermekte ve sonrasında çok daha yavaş bir düşüş göstermektedir. Ortalama eğitim hatası % 0.5, ortalama test hatası ise % 0.6 düzeyindedir. Doğrulama oranı % 42.11 olarak bulunmuştur.

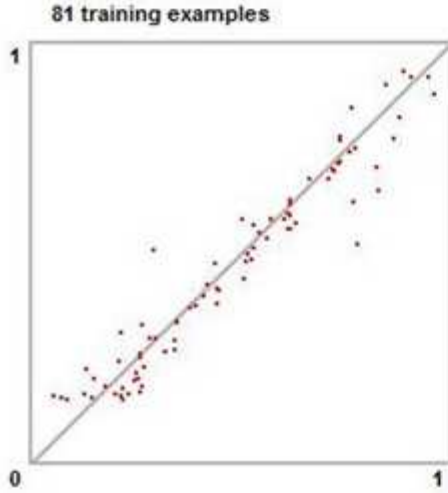


Şekil 4.16. Yapay sinir ağı çevrim grafiği

Grafikte kırmızı çizgi maksimum örnekleme hatasını, mavi çizgi minimum örnekleme hatasını ve yeşil çizgi de ortalama örnekleme hatasını göstermektedir. Turuncu çizgi ise ortalama doğrulama hatasını belirtmektedir. Örnekleme hataları ayrıca Ek-8'de gösterilmektedir. Grafikte maksimum, ortalama ve minimum eğitim hataları da gösterilmektedir. Yatay eksen çevrim sayılarını, dikey eksen ise, eğitim hatasını göstermektedir. Görüldüğü gibi yaklaşık 100 çevrim boyunca eğitim hatası hızla düşmektedir.

Aşağıda eğitim ve test verileri için serpmeye diyagramları ayrı ayrı gösterilmektedir. [0,1] aralığında gösterilen tahmin değerlerinin gerçek değerlere ne kadar yakın olduğu bu diyagramlarda görülebilmektedir. Veriler ne kadar gerçek değere yakınsa noktalar köşegene o kadar yakın olacaktır.

VERİLER.tvq 1050 cycles. Target error 0.0100 Average training error 0.005471



Output column (min to max values)

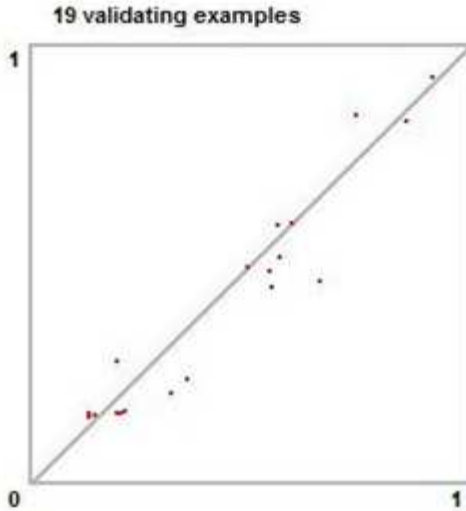
11 BİNEK OTOMOBİL ÜRETİMİ (0.1000 to 0.9000)

X axis: True values after scaling.

Y axis: Predicted values after scaling.

Şekil 4.17. Eğitim verileri için serpmeye diyagramı

VERİLER.tvq 1050 cycles. Target error 0.0100 Average training error 0.005471



Output column (min to max values)

11 BİNEK OTOMOBİL ÜRETİMİ (0.1000 to 0.9000)

X axis: True values after scaling.

Y axis: Predicted values after scaling.

Şekil 4.18. Doğrulama verileri için serpmeye diyagramı

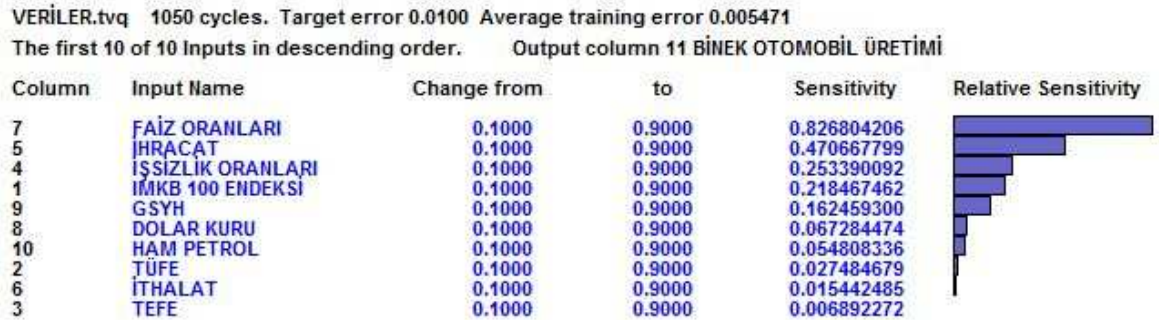
Verilerin hepsi çıktıyı aynı oranda etkilememektedir. Programda girdilerin önem dereceleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:



Şekil 4.19. Girdilerin önem dereceleri

Girdi önem derecesi, girdi düğümünden ilk gizli katmandaki tüm düğümlere olan bağlantıların kesin ağırlıklarının toplamıdır. Her girdi sütununun göreceli önemini göstermektedir. En büyük önem derecesine sahip girdi değişkeninin faiz oranları olduğu şekilde görülmektedir. Önem dereceleri verilerin ağırlık öğrenmesine katkılarının da bir göstergesidir.

Duyarlılık oranları da programda aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:



Şekil 4.20. Verilerin duyarlılık oranları

Duyarlılık Analizi, verinin sonuç üzerindeki etkisinin ne kadar olduğunu bulmasıdır. Yani girdi değerleri değiştikçe çıktıların bundan ne kadar etkilendiği ve nasıl değiştiğini göstermektedir. EasyNN programının duyarlılık analizi görünümünde girdilere göre çıktıların ne kadar değiştiği görülmektedir. Girdi değerlerinin tamamı medyan değerlerine ayarlandıktan sonra bir veri en küçük değerden en büyük değere kadar değiştirilerek çıktı üzerindeki değişimi ölçülmektedir.

Kullanılan verilerle son altı ayın tahmini ve daha sonra da gelecek ayın tahmini yapılmıştır. Bulunan sonuçlar ve gerçek değerler aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. Gerçek değerlerle tahmin değerlerinin karşılaştırılması

GERÇEK DEĞERLERLE TAHMİN DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI								
GERÇEK DEĞERLER	23838	30192	37125	48566	52631	53577	54873	HATA ORANI
TAHMİN DEĞERLERİ	24462	29632	37738	50025	51444	53067	54781	0,0221

Görüldüğü gibi gerçek değerlerden sapma %2.21'dir. Gerçek değerlere oldukça yakın tahmin değerleri elde edilmiştir. Özellikle son ayın tahmininde gerçek değerden sapmanın çok az olduğu görülmektedir.

4.3. Regresyon analizi ile talep tahmini

Regresyon denklemini elde edebilmek ve ilişkinin matematiksel fonksiyonunu ortaya koyabilmek için Minitab 15 programından yararlanılmıştır. Bağımlı değişken olarak (Y) Binek otomobil üretim miktarları atanmış; bağımsız değişken olarak ise (X_i) İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) 100 Endeksi (X_1), Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) (X_2), Toptan Eşya Fiyat Endeksi (TEFE) (X_3), İşsizlik Oranları (X_4), İhracat (X_5), İthalat (X_6), Faiz Oranları (X_7), Dolar

Kuru (X_8), Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH) (X_9) ve Ham Petrol Varil Fiyatları (X_{10}) belirlenmiştir.

Yapılan çözüm sonucunda regresyon denklemi aşağıdaki şekilde ortaya konmuştur.

$$\begin{aligned} \text{BİNEK OTOMOBİL ÜRETİMİ} = & 79838 + 0,283 \text{ İMKB 100 ENDEKSİ} - 71 \text{ TÜFE} \\ & + 961 \text{ TEFE} - 3383 \text{ İŞSİZLİK ORANLARI} \\ & + 0,00359 \text{ İHRACAT} - 0,00092 \text{ İTHALAT} \\ & - 423 \text{ FAİZ ORANLARI} - 4180 \text{ DOLAR KURU} \\ & - 0,000977 \text{ GSYH} + 51 \text{ HAM PETROL} \end{aligned}$$

Denklemden anlaşılacağı üzere İMKB 100 endeksi, TEFE, ihracat ve ham petrol varil fiyatları artı yönde; TÜFE, işsizlik oranları, ithalat, faiz oranları, dolar kuru ve GSYH ise eksi yönde binek otomobil üretim miktarına etki etmektedir.

Kurmuş olduğumuz modelin binek otomobil miktarları üzerindeki değişimi açıklama oranı anlamına gelen belirlilik katsayısı (R^2) ise % 78,7 olarak bulunmuştur. Korelasyon katsayısına baktığımızda ise % 88,7 gibi bir oran bulunmuş ve bu oranda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında artı yönde ve kuvvetli bir ilişkiyi olduğunu ortaya koymaktadır.

Regresyon denkleminde elde edilerek yapılan tahminler ve bu tahminlerin gerçek değerler ile karşılaştırılması aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 4.5. Regresyon denklemiyle yapılan tahminler

REGRESYON DENKLEMİ	SABİT SAYI	İMKB 100 (X1)	TÜFE (X2)	TEFE (X3)	İŞSİZLİK ORAN (X4)	İHRACAT (X5)	İTHALAT (X6)	FAİZ ORANI (X7)	DOLAR KURU (X8)	GSYH (X9)	HAM PETROL (X10)	TAHMINLER	
	79838	0,283 *X1	-71 *X2	961 *X3	-3383 *X4	0,00359 *X5	-0,00092 *X6	-423 *X7	-4180 *X8	- 0,000977 *X9	51 *X10		
TAHMINİ YAPILAN AYLAR	Oca. 09	79838	25934,4	0,29	0,23	15,50	12623711	14717738	13,00	1,6107	2098418	37,71	35910,14
	Şub. 09	79838	24026,6	-0,34	1,17	16,10	14031331	14985579	11,50	1,6813	2182713	39,52	38703,57
	Mar. 09	79838	25764,8	1,10	0,29	15,80	13963711	17976482	10,50	1,6880	2267008	47,10	36226,15
	Nis. 09	79838	31651,8	0,02	0,65	14,90	12222872	16310493	9,75	1,5968	2351304	50,73	36702,42
	May. 09	79838	35003,0	0,64	-0,05	13,60	11469551	16941596	9,25	1,5623	2471836	57,98	37595,14
	Haz. 09	79838	36949,2	0,11	0,94	13,00	12915360	19324029	8,75	1,5301	2592368	67,63	43823,85

4.4. Regresyon ile Yapay Sinir Ağları Tahminlerinin Karşılaştırılması

Talep tahmininde ideal koşullar altında regresyona dayanan istatistiksel yöntemlerle yapay sinir ağları arasında çok fark yoktur. Ancak ideal koşulların olmadığı durumda Yapay Sinir Ağları daha üstündür. Yapay Sinir Ağlarının başlıca üstünlükler şöyle sıralanabilir (Denton 1995):

- Matematiksel modellerde tahmin yapmak isteyen kişi değişkenler arasındaki ilişkileri anlatan bir fonksiyon yapısını varsayım olarak kabul etmesi gerekir. Yapay sinir ağları böyle bir yapıya ihtiyaç duymaz bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi kendisi öğrenir.
- Özellik doğrusal regresyon analizlerde bazı varsayımların yapılması gerekir:
 - Değişkenler arasında korelasyon olmamalıdır.
 - Tahmin hataları her deneme için bağımsızdır.
 - Hatalar sabit varyans ve ortalama ile dağılmışlardır.

Yapay sinir ağıları ise bağımsız değişkenler arasındaki belirsizliğin giderilmesindeki üstünlüğü, herhangi bir varsayıma ihtiyaç kalmadan öğrenmesini sağlar. Önyargılı veya yanılığlı bir varsayıma dayalı modelde regresyon sonucu hatalı olurken yapay sinir ağıları bu kusurdan etkilenmez.

Yapay sinir ağıları ve regresyon analizi ile elde edilen tahminlerdeki hata oranları aşağıdaki çizelgede görülmektedir. Görüldüğü gibi YSA tahmin hatası regresyona göre oldukça düşük değere sahiptir.

Çizelge 4.6. Regresyon ile Yapay Sinir Ağıları Tahminlerinin Karşılaştırılması

	Gerçek Değerler	Regresyon Tahminleri	Reg. Hata Oranları	YSA Tahminleri	YSA Hata Oranları
Ocak 09	23838	35910,1410	0,5064	24775,1111	0,0393
Şubat 09	30192	38703,5677	0,2819	29890,2187	0,0100
Mart 09	37125	36226,1472	0,0242	37955,4702	0,0224
Nisan 09	48566	36702,4230	0,2443	50167,6942	0,0330
Mayıs 09	52631	37595,1438	0,2857	51555,1004	0,0204
Haziran 09	53577	43823,8521	0,1820	53171,2000	0,0076
Hata Oranları Ortalamaları			0,2541		0,0221

Regresyonla yapılan tahminlerdeki ortalama sapma yüzdesi %25'leri bulurken yapay sinir ağılarındaki ortalama sapma yüzdesi %2'lerde seyretmektedir. Bu durum yapay sinir ağılarının üstünlüğünü ortaya koymaktadır.

Regresyon Analizi daha önce değinildiği gibi, değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayımına dayanmaktadır, oysa Yapay Sinir Ağıları böyle bir varsayımda bulunmamaktadır. Hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkileri inceleyebildiğinden çalışmadaki doğrusal olmayan ilişkileri de ortaya çıkartmaktadır. Bunun sonucu olarak da daha düşük tahmin hataları elde edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada yapay sinir ağlarının talep tahmininde uygulanması ve kullanılan diğer yöntemlere göre üstünlükleri ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Yapay sinir ağlarının öğrenme ve unutma becerisi sayesinde çok daha iyi sonuçlar verdiği ve diğer istatistiksel yöntemler gibi varsayımlara ihtiyaç duymadığı görülmüştür.

Türkiye'deki toplam binek otomobil üretimi verileri kullanılarak geleceğe yönelik tahminlemeler yapılmıştır. Etkinliğini karşılaştırmak amacıyla da regresyon analizi de uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapay sinir ağlarının, sahip oldukları farklı özellikleri sayesinde binek otomobil talebi tahminlerinde geleneksel yöntemlere alternatif olarak kullanılabileceği söylenebilir.

Ağın ağırlıklarının yorumlanmasının zorluğu, genel minimumu bulamama örnek sayısının büyüklüğü, modellemenin çok zaman alması gibi dezavantajları olmasına rağmen yapay sinir ağları doğrusal olmayan ilişkiyi başarıyla modelleyebilmesi, veri yapısındaki fonksiyonel ilişki için herhangi bir ön bilgiye gereksinim duymaması, veri kaybını olmaması ve ağ yapısının esnek olması yönleriyle diğer yöntemlere göre üstün bir yöntemdir.

Yapay Sinir Ağları hem daha iyi tahmin oranlarında bulunması hem de değişkenlerin arasında bulunan gerçek ilişkiyi ortaya çıkarabilmesi nedeniyle yapılacak benzer çalışmalarda, geleneksel istatistiksel yöntemlerinin yanı sıra yararlanılabilecek, hem araştırmacılara hem de uygulayıcılara tavsiye edilebilecek bir yöntemdir.

Yapay sinir ağı algoritmalarının, doğrusal olmayan ve dinamik sistemleri modellemede yararlı olduğu birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. Ancak istatistiksel yöntemler beraberinde sorun alanına ilişkin anlaşılabilir ve yorumlamaya imkân veren parametreler üretmesine karşın, yapay sinir

ağlarındaki bağlantı ağırlıklarını henüz yorumlama imkanı bulunmadığı bilinmektedir. Bu nedenle yapay sinir ağları ile ulaşılan sonuçlarda modelin kapalı bir kutu olarak kaldığı da unutulmamalıdır.

İleriye yönelik yapılacak çalışmalar için; farklı mimarilere sahip yapay sinir ağı modelleri kullanılarak, Türkiye'ye veya belirli bir bölgeye yönelik iç ve dış binek otomobil talebine ve hammadde üretimine ilişkin tahmin çalışmaları önerilebilir. Ayrıca yapay sinir ağları ile zaman serisi tahmin yöntemlerinin birleştirildiği melez modellerin tahmin performansları araştırılabilir.

Ülkemizde gerek yapay sinir ağları, gerekse melez yaklaşımlarla tahminleme çalışmalarının sınırlı sayıda olduğu dikkate alınır, önerilen çalışmaların Türkiye'deki otomotiv literatürüne ve otomotiv sektöründeki uygulamacılar ile karar verme konumunda olan yöneticilerin geleceğe yönelik planlama çalışmalarına önemli katkılar sağlayacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

ACAR, N. 1989. Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları. Yeniçağ, Ankara, s. 38.

ARCHER, B. 1980. Forecasting Demand: Quantitative and Intuitive Techniques. International Journal of Tourism Management, Vol: 5. s.177.

BALCI, A. 2004. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntem, Teknik ve İlkeler, Pegema Yayıncılık, Ankara.

BAŞOĞLU, U. PARASIZ, İ. 2003. İktisadi Verilerin Analizi Ve Temel Öngörü Yöntemleri. Ekin Kitabevi, Bursa. s.78.

BOLAT, S. KALENDERLİ, Ö. 2003. Yapay Sinir Ağı ile İzolatör Konum Açısı Optimizasyonu. Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, İstanbul. s.190.

BOLT, G. 1994. Market and Sales Forecasting: A Total Approach. Kogan Page, Londra. p. 56.

CASIMIR, C. 1994. Applying Neural Networks. Probus Publishing. p. 64-65.

CHIN, K. ARTHUR, R. 1996. Neural Networks vs. Conventional methods of forecasting, The Journal of Business Forecasting Methods & Systems. p. 17.

ÇUHADAR, M., KAYACAN. 2005. Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Konaklama İşletmelerinde Doluluk Oranı Tahmini: Türkiye'deki Konaklama İşletmeleri Üzerine Bir Deneme. Anatolia Turizm Araştırmaları Dergisi, Cilt 16, Sayı 1. Antalya. s. 21.

DEMUTH H., BEALE M. 2000. Neural Network Toolbox for Use with Matlab, MathWorks Inc., p.29.

DENTON, J. W. 1995. How Good are Neural Networks for Casual Forecasting?, The Journal of Business Forecasting Methods&Systems. p.17.

EFE, Ö., KAYNAK, O. 2000. Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul. s. 6.

ELMAS Ç. 2003. Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama), Seçkin Yayıncılık, Ankara, s. 23.

EKUT, H., AKGÜÇ, Ö. 1997. Stratejik Yönetim ve Senaryo Tekniği. İrfan Yayınevi, İstanbul. s. 210.

FIRAT, M., GÜNGÖR, M. 2004. Askı Madde Konsantrasyonu ve Miktarının Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi.,İMO Teknik Dergi, 3267-3282, Yazı 219 s. 3271.

FRETCLING, D. C. 2001. Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies. Butterworth-Heinemann. p. 211.

GÖKÇEN, G. 2004. Enflasyon Muhasebesi Teori – Uygulama, İstanbul, Yayılım Yayıncılık, s.36.

HAYKIN, S., 1994. Neural Networks, New Jersey.

http://www.tiptr.com/dizaynline/brain_anatomy/sekil7.jpg, Erişim Tarihi: 05.04.2010. Konu: Beyin Anatomisi.

<http://www.tcmb.gov.tr>, Erişim Tarihi:10.04.2010. Konu: Enflasyon Raporu.

http://www.ekodialog.com/Acik_ogretim_iktisat/milli_gelir_analizi_makroekon_omik_degiskenler.html, Erişim Tarihi:10.04.2010. Konu: Milli Gelir Analizi.

<http://www.tuik.gov.tr>,Erişim Tarihi:03.11.2009 Konu: İstatistikler.

İÇÖZ, O. 2005. Turizm Ekonomisi, Turhan Kitabevi, 3. Basım, Ankara. s.102.

JESAN J. P., LAURO D. 2003. Human Braind and Neural Network Behavior: A Comparsion. Ubiquity, 4(37):1 – 4.

KAASTRA, I., BOYD, M. 1996. Designing A Neural Network for Forecasting Financial and Econometric Time Series, Neurocomputing. p. 215-236.

KAYNAR, O. TAŞTAN, S. 2009. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 33, s.161-172

KEFELİ, H.C. 2007. Çok Katmanlı İleri Sürümlü YSA'da Standart Geri Yayılım ve Momentum Geri Yayılım Algoritmalarının Karşılaştırılması. Eğitim Araştırmaları Dergisi, Ankara. s. 23.

KUO, R.J., CHAN, C.H.,HWAN, Y.C. 2001. An Intelligent Stock Trading Decision Support System through Integration of Genetic Algorithm based Fuzzy Neural Network and Artificial Neural Network. Vol.118., Taiwan. p. 21-45.

LIN, C. T., LEE, C. S. 1996. Neural Fuzzy Systems. Prentice Hall. p. 47.

MANDIC, D. P., CHAMBERS J. A. 2001. Recurrent Neural Networks for Prediction-Learning Algorithms Architectures and Stability, John Wiley & Sons Ltd., p.22.

MASTERS, T., 1993. Practical Neural Network Recipes in C++, Academic Press, Inc., London.

McALEER, M., 2007. Efficient Estimation: The Rao-Zyskind Condition, Kruskal's Theorem and Ordinary Least Squares, Department of Economics, University of Western Australia.

NGUVEN, H. H., CHAN, C. W. 2004. Multiple Neural Networks for a Long Time Series Forecast. s. 90-98.

ÖZTEMEL, E. 2003. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul. s. 20-39.

SEATON, A.V., BENNET, M. M. 1996. Marketing Tourism Products – Concepts, Issues, Cases. International Thomson Business Pres. p. 108.

SENATORE, A., RUGGIRE, A., PALADE, V., CIORTAN., S., 2007. Neural Network Based Study Of Friction Coefficient Variation In Sliding Bearings Romania. p.25-41.

ŞAHİN, A. E. 2001. Eğitim Araştırmalarında Delphi Tekniği ve Kullanımı. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, No: 20. s. 219.

ŞAHİN, S. Ö., ÜLENGİN, F. ve ÜLENGİN, B. 2002. Senaryo Analizi İçin Dinamik Bir yaklaşım Önerisi. İTÜ Dergisi/b, Sosyal Bilimler, Cilt: 1, Sayı:1. s. 35–46.

THALL, N. 1992. Neural Forecasts: A Retail Sales Booster, Discount Merchandiser. p. 41.

TEKİN, M. 1996. Üretim Yönetimi. Arı Ofset Matbaacılık, Konya. s. 72.

TÜBİTAK. 2001. Teknoloji Öngörüsü ve Ülke Örnekleri Çalışma Raporu. Bilim ve Teknoloji Politikaları Dairesi Başkanlığı, Ankara. s. 14-15.

Ural, A., 2005. Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi, İstanbul. s. 31-42

WITKIN, B.R., ALTSCHULD, J.W. 1995. Thousand Oaks: Sage. Pp. Planning Conducting Needs Assessments, Thousand Oaks, p. 193-203

WOLPSW R. J., BIRBAUMER N., MCFARLAND, D.J. PFURTSCHELLER, G., VAUGHAN, T. M. 2002. Brain-computer interfaces for communication and control", Clinical Neurophysiology. p. 767-791.

YÜKÇÜ, S. 2002. Vergi Kanunları ve Tekdüzene göre Finansal Muhasebe ve Dönem Sonu İşlemleri, İzmir, s.57.

YÜKSEK, A., G., BİRCAN, H., 2007. Sivas İlinde Yapay Sinir Ağları İle Hava Kalitesi Modelinin Oluşturulması Üzerine Bir Uygulama, Sivas, s.97-111.

ZHANG, X. Time Series Analysis and Prediction by Neural Networks, Optimization Methods and Software”, 1994, p. 151-170

ZHANG, G., PATUWO, B.E. 1998. Forecasting with Artificial Neural Networks:The State of the Art, International Journal of Forecasting. p. 35-62.

EKLER

- EK-1. Kullanılan Gerçek Tez Verileri Çizelgesi
- EK-2. Tek Ara Katman için Denemeler Çizelgesi
(Momentum Katsayısı 0.6-0.8, Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)
- EK-3. İki Ara Katman için Denemeler Çizelgesi
(Momentum Katsayısı 0.6-0.8, Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)
- EK-4. 250-5000 Çevrimde Tek ve İki Katmanda Elde Edilen Denemeler Çizelgesi
- EK-5. Farklı Çerimlerde Tek Katmanda En İyi Sonuçlar Çizelgesi
- EK-6. Farklı Çerimlerde İki Katmanda En İyi Sonuçlar Çizelgesi
- EK-7. Kullanılan Normalize Edilmiş Tez Verileri Çizelgesi
- EK-8. Örneklem Hataları Çizelgesi

EK-1. KULLANILAN GERÇEK TEZ VERİLERİ ÇİZELGESİ

	AY/YIL	İMKB 100 ENDEKSİ	TÜFE (%)	TEFE (%)	İŞSİZLİK ORANLARI (%)	İHRACAT (ADET/AY)	İTHALAT (ADET/AY)	GECELİK FAİZ ORANLARI	DOLAR KURU (ALİŞ-SATIŞ ORT.)	GSYH	HAM PETROL VARİL FİYATI	BİNEK OTOMOBİL ÜRETİM MİKTARI (ADET/AY)
1	Mart 01	8022,72	6,1	10,1	7,30	2476805,52	3060289,965	82,00	1,05654	15922077,27	28,42098	13886
2	Nisan 01	12367,36	10,3	14,4	6,70	3174389,83	3710404,250	79,00	1,16057	16173158,21	28,32312	20694
3	Mayıs 01	10879,83	5,1	6,3	7,07	3259422,32	4051047,094	76,00	1,15653	17332340,06	30,28710	18512
4	Haziran 01	11204,24	3,1	2,9	7,43	3113432,49	4012618,537	74,00	1,26742	18491521,91	29,40972	17667
5	Temmuz 01	9914,61	2,4	3,3	7,80	3270748,34	4544074,269	78,00	1,31988	19650703,76	27,92454	13537
6	Ağustos 01	9878,88	2,9	3,5	8,67	3613781,95	4956233,720	73,00	1,36855	18788994,09	29,14792	9595
7	Eylül 01	7625,87	5,9	5,4	9,53	3811003,12	5059166,678	76,00	1,53297	17927284,41	27,59882	18494
8	Ekim 01	9848,76	6,1	6,7	10,40	4497637,60	5394590,248	75,00	1,58973	17065574,74	23,03242	12565
9	Kasım 01	11633,93	4,2	4,2	10,77	4314377,68	5434760,908	62,00	1,48455	16533708,69	19,71382	13691
10	Aralık 01	13782,76	3,2	4,1	11,13	3841164,55	4983637,836	59,00	1,43957	16001842,65	19,56654	8694
11	Ocak 02	13252,32	5,3	4,2	11,50	3546821,62	4697482,356	58,00	1,32084	15469976,61	20,88380	12194
12	Şubat 02	11055,67	1,8	2,6	10,77	3209606,77	4106792,501	57,00	1,39932	16051468,51	22,31915	12641
13	Mart 02	11679,43	1,2	1,9	10,03	3954643,67	5353900,891	54,00	1,33249	16632960,41	27,21770	19486
14	Nisan 02	11441,50	2,1	1,8	9,30	3605901,15	5564951,642	48,00	1,33146	17214452,32	29,17431	17301
15	Mayıs 02	10413,70	0,6	0,4	9,40	4149884,40	5980745,041	48,00	1,41289	18435197,22	29,66462	18062
16	Haziran 02	9379,92	0,6	1,2	9,50	4205041,25	5966606,128	48,00	1,60273	19655942,12	28,40437	17002
17	Temmuz 02	10236,46	1,4	2,7	9,60	5110907,14	7585423,873	48,00	1,68187	20876687,02	30,22885	18245
18	Ağustos 02	9547,30	2,2	2,1	10,07	4872648,48	7258816,260	46,00	1,62582	20237363,03	31,00611	7201
19	Eylül 02	8842,24	3,5	3,1	10,53	5288447,09	7440818,840	46,00	1,64867	19598039,05	32,70648	21439
20	Ekim 02	10251,92	3,3	3,1	11,00	5761925,58	7968032,751	46,00	1,67016	18958715,06	31,27704	21760
21	Kasım 02	13300,40	2,9	1,6	11,43	5779773,42	7982117,059	44,00	1,54347	18211392,15	28,42733	21090
22	Aralık 02	10369,92	1,6	2,6	11,87	5136023,57	8484014,962	44,00	1,63450	17464069,25	31,93491	17777

EK-1. KULLANILAN GERÇEK TEZ VERİLERİ ÇİZELGESİ

23	Ocak 03	11032,03	2,6	5,6	12,30	5841864,81	7349085,069	44,00	1,64222	16716746,34	36,05757	17093
24	Şubat 03	11574,44	2,3	3,1	11,53	4756531,19	6837893,369	44,00	1,60280	17110670,02	38,27455	15864
25	Mart 03	9475,09	3,1	3,2	10,77	6452092,37	9478556,261	44,00	1,70821	17504593,7	34,68530	21180
26	Nisan 03	11509,95	2,1	1,8	10,00	5972001,46	8547583,099	41,00	1,58241	17898517,37	29,15486	21893
27	Mayıs 03	11381,42	1,6	-0,6	9,80	5765651,16	8328746,891	41,00	1,43466	19190584,17	29,93886	25375
28	Haziran 03	10884,43	-0,2	-1,9	9,60	5395663,08	8179960,656	38,00	1,42172	20482650,97	32,35522	26871
29	Temmuz 03	10572,04	-0,4	-0,5	9,40	5920578,01	8792500,534	35,00	1,42184	21774717,77	33,07833	25450
30	Ağustos 03	11611,84	0,2	-0,2	9,70	5353166,37	8393711,410	32,00	1,40100	21165882,2	33,65948	12709
31	Eylül 03	13055,90	1,9	0,1	10,00	5650785,88	8567815,167	29,00	1,37671	20557046,63	30,25493	27902
32	Ekim 03	15754,34	1,4	0,6	10,30	6840147,04	9343542,774	26,00	1,49140	19948211,06	32,21024	32127
33	Kasım 03	14617,53	1,6	1,7	11,00	5846634,60	7749220,827	26,00	1,46476	19425556,3	32,33007	27088
34	Aralık 03	18625,02	0,9	0,6	11,70	6574387,30	11856153,158	26,00	1,39584	18902901,54	33,61928	40564
35	Ocak 04	17259,25	0,7	2,6	12,40	6217714,80	8575389,598	26,00	1,33319	18380246,78	35,38787	33281
36	Şubat 04	18889,20	0,6	1,6	11,37	4852702,30	8168726,777	24,00	1,32391	18931955,1	35,91022	26964
37	Mart 04	20190,83	0,9	2,1	10,33	6905953,16	11185305,202	22,00	1,31129	19483663,41	37,53617	38822
38	Nisan 04	18022,69	0,6	2,7	9,30	6873795,87	10723241,810	22,00	1,44013	20035371,72	37,62756	40749
39	Mayıs 04	17081,08	0,4	0,0	9,37	7755246,54	12003730,872	22,00	1,48534	21199612,97	41,46896	41717
40	Haziran 04	17967,60	-0,1	-1,1	9,43	7913126,09	12671168,403	22,00	1,48591	22363854,22	38,78333	45421
41	Temmuz 04	19380,86	0,2	-1,5	9,50	8210631,82	12698255,918	22,00	1,46832	23528095,47	41,49168	43910
42	Ağustos 04	20218,37	0,6	0,8	9,67	6943476,95	11589935,075	22,00	1,49719	22866022,53	45,51205	21572
43	Eylül 04	21953,52	0,9	1,9	9,83	8508770,85	12761097,956	20,00	1,49770	22203949,58	46,45332	41731
44	Ekim 04	22899,89	2,2	3,2	10,00	8715199,18	12076685,697	20,00	1,47015	21541876,64	51,96600	39293
45	Kasım 04	22486,20	1,5	0,8	10,50	8296093,43	12480245,936	20,00	1,41940	21010345,4	45,40188	39725
46	Aralık 04	24971,68	0,4	0,1	11,00	9134744,84	14742931,984	18,00	1,34210	20478814,17	38,80591	33967
47	Ocak 05	27330,35	0,9	-0,90	11,50	6791013,68	9812593,440	17,00	1,32870	19947282,93	42,62144	27235
48	Şubat 05	28396,17	0,3	-0,02	11,70	7449079,15	10998599,631	16,50	1,28850	20490709,71	45,00115	33627
49	Mart 05	25557,76	0,4	2,13	10,90	8638660,74	13302963,657	15,50	1,37060	21034136,49	51,68007	42188

EK-1. KULLANILAN GERÇEK TEZ VERİLERİ ÇİZELGESİ

50	Nisan 05	23591,64	1,1	2,02	10,00	8333848,27	13036202,298	15,00	1,37300	21577563,27	51,01286	39624
51	Mayıs 05	25236,48	1,1	-0,32	9,20	8198283,74	13450174,257	14,50	1,36560	22826232,23	48,52854	44512
52	Haziran 05	26957,32	0,5	0,34	9,10	8223321,30	13565707,879	14,25	1,34130	24074901,19	55,22871	45150
53	Temmuz 05	29615,29	-0,1	-0,25	9,10	7721229,15	12854016,876	14,25	1,33070	25323570,15	58,83802	38164
54	Ağustos 05	30908,02	1,0	1,73	9,40	7463948,76	13789130,790	14,25	1,35080	24766151,61	64,97673	22864
55	Eylül 05	33333,23	1,4	1,65	9,70	9139263,23	13907772,870	14,25	1,34060	24208733,08	64,86908	46396
56	Ekim 05	31963,99	1,9	0,66	10,10	9194578,23	13709733,722	14,00	1,34730	23651314,54	60,83068	42293
57	Kasım 05	38088,65	1,2	-2,26	10,60	8082259,76	13161425,354	13,75	1,34970	22811973,38	54,81214	33855
58	Aralık 05	39777,70	0,4	-0,22	11,20	9803608,22	15792640,185	13,50	1,34300	21972632,22	55,66323	37755
59	Ocak 06	44590,22	0,8	1,96	11,80	6852361,05	10886143,042	13,50	1,32190	21133291,06	61,19504	29354
60	Şubat 06	47015,88	0,2	0,26	11,90	8040295,10	13002336,012	13,50	1,31130	21981590,08	57,68651	38457
61	Mart 06	42911,32	0,3	0,25	10,90	9890483,58	15498642,541	13,50	1,34270	22829889,1	60,27654	51833
62	Nisan 06	43880,43	1,3	1,94	9,90	8636489,09	15533516,371	13,25	1,31950	23678188,11	67,76340	48387
63	Mayıs 06	38132,21	1,9	2,77	8,80	9976544,30	17848715,804	13,25	1,53680	24757588,81	69,69710	53465
64	Haziran 06	35453,31	0,3	4,02	8,80	12473103,41	19816116,730	17,25	1,60290	25836989,5	69,02528	55298
65	Temmuz 06	36067,92	0,9	0,86	8,80	11037294,09	18352593,393	17,50	1,49540	26916390,2	72,98007	52337
66	Ağustos 06	37285,94	-0,4	-0,75	9,10	10029934,37	18069729,664	17,50	1,46820	26281077,08	70,92758	18315
67	Eylül 06	36924,86	1,3	-0,23	9,10	11246825,55	17962771,416	17,50	1,49190	25645763,96	61,24858	53465
68	Ekim 06	40582,25	1,3	0,45	9,30	10221240,86	16617806,171	17,50	1,45010	25010450,84	56,76102	45542
69	Kasım 06	38168,53	1,3	-0,29	9,60	12597578,14	18778932,179	17,50	1,46000	24288367,34	56,53625	53710
70	Aralık 06	39117,46	0,2	-0,12	10,50	12339721,90	18710534,382	17,50	1,41310	23566283,83	59,11210	45519
71	Ocak 07	41182,55	1,0	-0,05	11,00	9360832,70	15123441,529	17,50	1,42210	22844200,33	52,93491	40533
72	Şubat 07	41430,99	0,4	0,95	11,40	10701450,81	15931512,712	17,50	1,39220	23423143	57,22851	45415
73	Mart 07	43661,12	0,9	0,97	10,40	12609289,91	18670523,005	17,50	1,38610	24002085,67	59,75674	53909
74	Nisan 07	44984,45	1,2	0,80	9,80	11313572,23	17651331,307	17,50	1,32740	24581028,34	63,88371	53228
75	Mayıs 07	47081,49	0,5	0,39	8,90	12235130,27	19991389,258	17,50	1,32530	25644741,16	64,79370	62129
76	Haziran 07	47093,67	-0,2	-0,11	8,80	11870413,74	18904636,628	17,50	1,31470	26708453,98	68,52886	59902

EK-1. KULLANILAN GERÇEK TEZ VERİLERİ ÇİZELGESİ

77	Temmuz 07	52824,89	-0,7	0,06	8,80	11451462,06	19520662,349	17,50	1,30060	27772166,8	74,39523	56273
78	Ağustos 07	50198,60	0,0	0,85	9,20	11509470,07	19234927,622	17,50	1,32420	27200521,2	71,62314	23614
79	Eylül 07	54044,22	1,0	1,02	9,30	11438902,47	18399512,349	17,25	1,21000	26628875,59	75,47062	55818
80	Ekim 07	57615,72	1,8	-0,13	9,70	11907601,57	18788360,312	16,75	1,18580	26057229,99	81,63036	59463
81	Kasım 07	54213,82	2,0	0,89	10,10	13475211,55	19791807,786	16,25	1,18460	25532447,75	88,42218	68608
82	Aralık 07	55538,13	0,2	0,15	10,60	11466859,78	19020664,412	15,75	1,16470	25007665,52	85,69084	55991
83	Ocak 08	42697,56	0,8	0,42	11,30	12515572,99	19138497,444	15,50	1,17220	24482883,28	87,06751	61507
84	Şubat 08	44776,88	1,3	2,56	11,60	13225591,97	19122731,292	15,25	1,17670	24748393,43	89,39812	60868
85	Mart 08	39015,44	1,0	3,17	10,70	14133400,13	20702856,749	15,25	1,27650	25013903,57	98,87432	64973
86	Nisan 08	43468,12	1,7	4,50	9,60	14801305,96	23278558,081	15,25	1,27750	25279413,72	106,60953	65610
87	Mayıs 08	39969,63	1,5	2,12	8,90	15618749,90	24255147,428	15,75	1,21550	26202572,08	117,91765	63931
88	Haziran 08	35089,53	-0,4	0,32	9,00	14514859,30	24097238,386	16,25	1,22370	27125730,43	127,11896	63118
89	Temmuz 08	42200,75	0,6	1,25	9,40	15314935,92	25022349,112	16,75	1,18530	28048888,79	127,26594	67891
90	Ağustos 08	39844,48	-0,2	-2,34	9,80	13041773,87	22721777,378	16,75	1,18180	26816855,32	110,66932	21342
91	Eylül 08	36051,30	0,5	-0,90	10,30	15832369,68	22060328,723	16,75	1,23160	25584821,85	96,21220	55089
92	Ekim 08	27832,93	2,6	0,57	10,90	14565544,53	21410911,167	16,75	1,49640	24352788,38	71,78904	45057
93	Kasım 08	25714,98	0,8	-0,03	12,30	14992479,06	19181735,140	16,25	1,56550	23229918,98	50,03448	31681
94	Aralık 08	26864,07	-0,4	-3,54	13,60	11956486,32	17699075,886	15,00	1,51230	22107049,58	36,50714	20500
95	Ocak 09	25934,37	0,3	0,23	15,50	12623710,83	14717737,701	13,00	1,61070	20984180,18	37,71061	23838
96	Şubat 09	24026,59	-0,3	1,17	16,10	14031331,16	14985579,375	11,50	1,68130	21827133,59	39,52020	30192
97	Mart 09	25764,83	1,1	0,29	15,80	13963711,21	17976482,297	10,50	1,68800	22670087	47,10129	37125
98	Nisan 09	31651,81	0,0	0,65	14,90	12222871,81	16310492,876	9,75	1,59680	23513040,41	50,72723	48566
99	Mayıs 09	35002,99	0,6	-0,05	13,60	11469551,14	16941596,006	9,25	1,56230	24718360,27	57,98371	52631
100	Haziran 09	36949,20	0,1	0,94	13,00	12915359,96	19324028,657	8,75	1,53010	25923680,14	67,63071	53577

EK-2. TEK ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

TEK ARA KATMAN, ÖĞR:0.5, MOM:0.8, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.5	0.8	1000	10	-	0,3397	0,4230	0,4495	0,6189	0,6403	0,6676
0.5	0.8	1000	9	-	0,3471	0,3866	0,4184	0,6159	0,6867	0,7401
0.5	0.8	1000	8	-	0,2991	0,4257	0,4408	0,6130	0,6773	0,7548
0.5	0.8	1000	7	-	0,3594	0,4331	0,4408	0,6047	0,6324	0,6621
0.5	0.8	1000	6	-	0,3398	0,4209	0,4574	0,6154	0,6370	0,6667
0.5	0.8	1000	5	-	0,3313	0,4142	0,4424	0,6216	0,6444	0,6685
0.5	0.8	1000	4	-	0,3309	0,3639	0,4085	0,5668	0,6246	0,7540
0.5	0.8	1000	3	-	0,3413	0,4162	0,4240	0,6043	0,6803	0,7266
0.5	0.8	1000	2	-	0,3069	0,4389	0,4111	0,5892	0,6875	0,8043

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.5	0.8	1000	10	-	0,0726	0,0588	0,0823	0,0313	0,0746	0,0520	0,0619						
0.5	0.8	1000	9	-	0,0960	0,0323	0,1458	0,0360	0,0075	0,0510	0,0614						
0.5	0.8	1000	8	-	0,0556	0,0656	0,1000	0,0405	0,0211	0,0719	0,0591						
0.5	0.8	1000	7	-	0,1348	0,0841	0,1000	0,0535	0,0860	0,0598	0,0864						
0.5	0.8	1000	6	-	0,0729	0,0536	0,0661	0,0368	0,0793	0,0533	0,0603						
0.5	0.8	1000	5	-	0,0461	0,0368	0,0968	0,0271	0,0687	0,0507	0,0543						
0.5	0.8	1000	4	-	0,0448	0,0891	0,1660	0,1129	0,0973	0,0707	0,0968						
0.5	0.8	1000	3	-	0,0777	0,0418	0,1343	0,0542	0,0168	0,0318	0,0594						
0.5	0.8	1000	2	-	0,0309	0,0986	0,1607	0,0778	0,0064	0,1421	0,0861						

EK-2. TEK ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

TEK ARA KATMAN, ÖĞR:0.5, MOM:0.7, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.5	0.7	1000	10	-	0,3665	0,4272	0,4075	0,6038	0,6348	0,6723
0.5	0.7	1000	9	-	0,3531	0,3905	0,4170	0,6178	0,6724	0,7302
0.5	0.7	1000	8	-	0,3602	0,4231	0,4260	0,6146	0,6412	0,6722
0.5	0.7	1000	7	-	0,4324	0,4464	0,4547	0,5180	0,5595	0,6257
0.5	0.7	1000	6	-	0,3793	0,3989	0,4005	0,6127	0,6684	0,7326
0.5	0.7	1000	5	-	0,3961	0,3857	0,4276	0,5813	0,6145	0,6465
0.5	0.7	1000	4	-	0,3541	0,4484	0,4493	0,5852	0,6491	0,7988
0.5	0.7	1000	3	-	0,4423	0,4626	0,4840	0,5945	0,5858	0,6911
0.5	0.7	1000	2	-	0,4360	0,4581	0,4664	0,5237	0,5618	0,7123

8

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.5	0.7	1000	10	-	0,1572	0,0693	0,1680	0,0549	0,0825	0,0453	0,0962						
0.5	0.7	1000	9	-	0,1149	0,0225	0,1486	0,0330	0,0282	0,0369	0,0640						
0.5	0.7	1000	8	-	0,1374	0,0591	0,1303	0,0380	0,0733	0,0454	0,0806						
0.5	0.7	1000	7	-	0,3653	0,1174	0,0717	0,1892	0,1914	0,1115	0,1744						
0.5	0.7	1000	6	-	0,1977	0,0015	0,1823	0,0410	0,0340	0,0403	0,0828						
0.5	0.7	1000	5	-	0,2507	0,0345	0,1270	0,0902	0,1119	0,0819	0,1160						
0.5	0.7	1000	4	-	0,1181	0,1224	0,0827	0,0841	0,0619	0,1343	0,1006						
0.5	0.7	1000	3	-	0,3966	0,1579	0,0118	0,0695	0,1533	0,0186	0,1346						
0.5	0.7	1000	2	-	0,3767	0,1467	0,0478	0,1803	0,1880	0,0115	0,1585						

EK-2. TEK ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

TEK ARA KATMAN, ÖĞR:0.5, MOM:0.7, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.5	0.6	1000	10	-	0,3939	0,4325	0,4002	0,5841	0,6241	0,6921
0.5	0.6	1000	9	-	0,3807	0,4084	0,4037	0,6027	0,6482	0,7040
0.5	0.6	1000	8	-	0,3801	0,4207	0,4189	0,6066	0,6361	0,6742
0.5	0.6	1000	7	-	0,4269	0,4311	0,4523	0,5671	0,6039	0,6445
0.5	0.6	1000	6	-	0,3873	0,4106	0,3996	0,6074	0,6495	0,7324
0.5	0.6	1000	5	-	0,4067	0,4138	0,4141	0,5790	0,6181	0,6723
0,5	0.6	1000	4	-	0,4173	0,4622	0,4990	0,5508	0,5946	0,7050
0.5	0.6	1000	3	-	0,4134	0,4255	0,4338	0,5814	0,6257	0,6653
0.5	0.6	1000	2	-	0,4876	0,5216	0,5241	0,5107	0,5051	0,6209

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.5	0.6	1000	10	-	0,2438	0,0826	0,1829	0,0858	0,0980	0,0172	0,1184						
0.5	0.6	1000	9	-	0,2021	0,0223	0,1758	0,0567	0,0632	0,0003	0,0867						
0.5	0.6	1000	8	-	0,2002	0,0531	0,1448	0,0506	0,0806	0,0426	0,0953						
0.5	0.6	1000	7	-	0,3480	0,0791	0,0766	0,1124	0,1272	0,0848	0,1380						
0.5	0.6	1000	6	-	0,2229	0,0278	0,1842	0,0493	0,0613	0,0400	0,0976						
0.5	0.6	1000	5	-	0,2842	0,0358	0,1546	0,0938	0,1067	0,0453	0,1200						
0.5	0.6	1000	4	-	0,3177	0,1569	0,0188	0,1379	0,1406	0,0011	0,1288						
0.5	0.6	1000	3	-	0,3053	0,0651	0,1143	0,0900	0,0957	0,0552	0,1209						
0.5	0.6	1000	2	-	0,5396	0,3056	0,0700	0,2007	0,2700	0,1183	0,2507						

EK-2. TEK ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

TEK ARA KATMAN, ÖĞR:0.5, MOM:0.7, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.6	0.8	1000	10	-	0,3260	0,4276	0,4447	0,6253	0,6412	0,6675
0.6	0.8	1000	9	-	0,2733	0,3405	0,3897	0,6178	0,6899	0,7442
0.6	0.8	1000	8	-	0,3057	0,4238	0,4934	0,6203	0,6935	0,7379
0.6	0.8	1000	7	-	0,3463	0,4302	0,4440	0,6154	0,6372	0,6640
0.6	0.8	1000	6	-	0,3259	0,4264	0,4684	0,6227	0,6358	0,6692
0.6	0.8	1000	5	-	0,3340	0,3939	0,4487	0,6245	0,7057	0,7352
0.6	0.8	1000	4	-	0,3323	0,4183	0,4379	0,6103	0,6400	0,6653
0.6	0.8	1000	3	-	0,3398	0,4264	0,4242	0,6030	0,6366	0,6646
0.6	0.8	1000	2	-	0,3551	0,4471	0,4357	0,5873	0,6740	0,7855

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.6	0.8	1000	10	-	0,0294	0,0703	0,0921	0,0213	0,0733	0,0521	0,0564						
0.6	0.8	1000	9	-	0,1370	0,1477	0,2044	0,0330	0,0029	0,0568	0,0970						
0.6	0.8	1000	8	-	0,0347	0,0608	0,0073	0,0291	0,0023	0,0479	0,0304						
0.6	0.8	1000	7	-	0,0935	0,0768	0,0935	0,0368	0,0791	0,0571	0,0728						
0.6	0.8	1000	6	-	0,0290	0,0673	0,0437	0,0254	0,0811	0,0497	0,0494						
0.6	0.8	1000	5	-	0,0546	0,0140	0,0839	0,0225	0,0199	0,0440	0,0398						
0.6	0.8	1000	4	-	0,0493	0,0471	0,1060	0,0448	0,0750	0,0552	0,0629						
0.6	0.8	1000	3	-	0,0729	0,0673	0,1339	0,0562	0,0799	0,0562	0,0778						
0.6	0.8	1000	2	-	0,1213	0,1191	0,1105	0,0808	0,0259	0,1155	0,0955						

EK-2. TEK ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

TEK ARA KATMAN, ÖĞR:0.5, MOM:0.7, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.6	0.7	1000	10	-	0,3490	0,4240	0,4315	0,6160	0,6390	0,6662
0.6	0.7	1000	9	-	0,3608	0,4020	0,4334	0,6084	0,6631	0,7251
0.6	0.7	1000	8	-	0,3457	0,4185	0,4435	0,6242	0,6424	0,6786
0.6	0.7	1000	7	-	0,3918	0,3968	0,4534	0,5900	0,6235	0,6489
0.6	0.7	1000	6	-	0,3723	0,4045	0,4152	0,5958	0,6841	0,7453
0.6	0.7	1000	5	-	0,3778	0,4019	0,4506	0,6047	0,6310	0,6644
0.6	0.7	1000	4	-	0,3676	0,4482	0,4575	0,5934	0,6531	0,7852
0.6	0.7	1000	3	-	0,3606	0,4509	0,4507	0,5898	0,6769	0,7961
0.6	0.7	1000	2	-	0,4607	0,4803	0,4816	0,5222	0,5643	0,6816

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.6	0.7	1000	10	-	0,1020	0,0613	0,1190	0,0358	0,0765	0,0540	0,0748						
0.6	0.7	1000	9	-	0,1392	0,0063	0,1151	0,0477	0,0416	0,0297	0,0633						
0.6	0.7	1000	8	-	0,0916	0,0476	0,0945	0,0230	0,0715	0,0364	0,0608						
0.6	0.7	1000	7	-	0,2371	0,0068	0,0743	0,0765	0,0989	0,0785	0,0954						
0.6	0.7	1000	6	-	0,1756	0,0125	0,1523	0,0675	0,0113	0,0584	0,0796						
0.6	0.7	1000	5	-	0,1929	0,0060	0,0800	0,0535	0,0880	0,0565	0,0795						
0.6	0.7	1000	4	-	0,1607	0,1219	0,0659	0,0712	0,0561	0,1150	0,0985						
0.6	0.7	1000	3	-	0,1386	0,1287	0,0798	0,0769	0,0217	0,1305	0,0960						
0.6	0.7	1000	2	-	0,4547	0,2023	0,0167	0,1827	0,1844	0,0321	0,1788						

EK-2. TEK ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

TEK ARA KATMAN, ÖĞR:0.5, MOM:0.7, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.4	0.8	1000	10	-	0,3495	0,4203	0,4366	0,6137	0,6398	0,6639
0.4	0.8	1000	9	-	0,3423	0,3829	0,406	0,6174	0,6874	0,7391
0.4	0.8	1000	8	-	0,3574	0,4185	0,4326	0,6151	0,6508	0,682
0.4	0.8	1000	7	-	0,4177	0,3911	0,4812	0,5401	0,5948	0,5927
0.4	0.8	1000	6	-	0,3469	0,4439	0,4341	0,5895	0,6526	0,7764
0.4	0.8	1000	5	-	0,3463	0,4125	0,4379	0,6145	0,6396	0,6626
0.4	0.8	1000	4	-	0,3303	0,4284	0,444	0,5895	0,6666	0,777
0.4	0.8	1000	3	-	0,3503	0,4037	0,4274	0,6091	0,638	0,6689
0.4	0.8	1000	2	-	0,4308	0,4486	0,4561	0,509	0,5504	0,7017

86

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.4	0.8	1000	10	-	0,1036	0,0521	0,1086	0,0394	0,0753	0,0572	0,0727						
0.4	0.8	1000	9	-	0,0808	0,0416	0,1711	0,0337	0,0065	0,0496	0,0639						
0.4	0.8	1000	8	-	0,1285	0,0476	0,1168	0,0373	0,0594	0,0315	0,0702						
0.4	0.8	1000	7	-	0,3189	0,0210	0,0176	0,1546	0,1403	0,1583	0,1351						
0.4	0.8	1000	6	-	0,0954	0,1111	0,1137	0,0773	0,0568	0,1025	0,0928						
0.4	0.8	1000	5	-	0,0935	0,0325	0,1060	0,0382	0,0756	0,0591	0,0675						
0.4	0.8	1000	4	-	0,0429	0,0723	0,0935	0,0773	0,0366	0,1034	0,0710						
0.4	0.8	1000	3	-	0,1061	0,0105	0,1274	0,0466	0,0779	0,0501	0,0698						
0.4	0.8	1000	2	-	0,3603	0,1229	0,0688	0,2033	0,2045	0,0036	0,1606						

EK-2. TEK ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

TEK ARA KATMAN, ÖĞR:0.5, MOM:0.7, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.7	0.8	1000	10	-	0,3271	0,4271	0,4584	0,6235	0,6405	0,6724
0.7	0.8	1000	9	-	0,3310	0,4241	0,4164	0,6313	0,6784	0,7063
0.7	0.8	1000	8	-	0,3086	0,4125	0,4897	0,6271	0,7037	0,7450
0.7	0.8	1000	7	-	0,3464	0,4312	0,4414	0,6167	0,6370	0,6614
0.7	0.8	1000	6	-	0,3221	0,4285	0,4710	0,6340	0,6616	0,6894
0.7	0.8	1000	5	-	0,3307	0,3956	0,5313	0,6296	0,7053	0,7263
0.7	0.8	1000	4	-	0,3243	0,4162	0,5164	0,6519	0,6595	0,7367
0.7	0.8	1000	3	-	0,2812	0,3334	0,4313	0,6006	0,6330	0,6571
0.7	0.8	1000	2	-	0,2867	0,4507	0,4049	0,5820	0,6892	0,8057

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.7	0.8	1000	10	-	0,0328	0,0691	0,0641	0,0241	0,0743	0,0452	0,0516						
0.7	0.8	1000	9	-	0,0452	0,0616	0,1499	0,0119	0,0195	0,0030	0,0485						
0.7	0.8	1000	8	-	0,0256	0,0325	0,0002	0,0185	0,0171	0,0579	0,0253						
0.7	0.8	1000	7	-	0,0938	0,0793	0,0988	0,0347	0,0793	0,0608	0,0745						
0.7	0.8	1000	6	-	0,0171	0,0726	0,0384	0,0077	0,0438	0,0210	0,0334						
0.7	0.8	1000	5	-	0,0442	0,0098	0,0847	0,0146	0,0194	0,0314	0,0340						
0.7	0.8	1000	4	-	0,0240	0,0418	0,0543	0,0203	0,0468	0,0462	0,0389						
0.7	0.8	1000	3	-	0,1121	0,1655	0,1194	0,0599	0,0851	0,0669	0,1015						
0.7	0.8	1000	2	-	0,0947	0,1282	0,1733	0,0891	0,0039	0,1441	0,1056						

EK-3. İKİ ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

İKİ ARA KATMAN, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.7	0.8	1000	10	10	0,3775	0,3938	0,4408	0,6297	0,6400	0,7110
0.7	0.8	1000	10	9	0,3235	0,4006	0,4993	0,6118	0,6667	0,7456
0.7	0.8	1000	10	8	0,3292	0,4283	0,5558	0,6207	0,6428	0,7175
0.7	0.8	1000	10	7	0,3466	0,4310	0,5435	0,6557	0,6989	0,7676
0.7	0.8	1000	10	6	0,3085	0,4155	0,6611	0,6447	0,6796	0,7726
0.7	0.8	1000	10	5	0,6198	0,6200	0,6201	0,6204	0,6205	0,6208
0.7	0.8	1000	10	4	0,3431	0,3995	0,5645	0,6411	0,6734	0,6704
0.7	0.8	1000	10	3	0,3361	0,4104	0,5650	0,6254	0,6515	0,6600
0.7	0.8	1000	10	2	0,3481	0,4198	0,5307	0,6164	0,6688	0,7192

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.7	0.8	1000	10	10	0,2278	0,1517	0,0347	0,0682	0,0349	0,0714	0,0981						
0.7	0.8	1000	10	9	0,1902	0,1821	0,2185	0,1158	0,0533	0,0340	0,1323						
0.7	0.8	1000	10	8	0,1760	0,1256	0,1301	0,1029	0,0872	0,0050	0,1044						
0.7	0.8	1000	10	7	0,1324	0,1200	0,1493	0,0523	0,0075	0,0645	0,0877						
0.7	0.8	1000	10	6	0,2278	0,1517	0,0347	0,0682	0,0349	0,0714	0,0981						
0.7	0.8	1000	10	5	0,5514	0,2658	0,0294	0,1033	0,1189	0,1391	0,2013						
0.7	0.8	1000	10	4	0,1412	0,1844	0,1165	0,0734	0,0437	0,0703	0,1049						
0.7	0.8	1000	10	3	0,1587	0,1621	0,1157	0,0961	0,0748	0,0847	0,1154						
0.7	0.8	1000	10	2	0,1287	0,1429	0,1694	0,1091	0,0503	0,0026	0,1005						

EK-3. İKİ ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

İKİ ARA KATMAN, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.7	0.8	1000	10	10	0,3752	0,4216	0,4827	0,6134	0,6398	0,6854
0.7	0.8	1000	9	9	0,4642	0,4635	0,4635	0,4644	0,4640	0,4653
0.7	0.8	1000	9	8	0,4804	0,4899	0,5140	0,5305	0,5523	0,5819
0.7	0.8	1000	9	7	0,3465	0,3830	0,4548	0,6704	0,7306	0,7728
0.7	0.8	1000	9	6	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214	0,6215
0.7	0.8	1000	9	5	0,3253	0,3954	0,5015	0,6552	0,6726	0,6969
0.7	0.8	1000	9	4	0,3268	0,3661	0,3742	0,6456	0,7002	0,6768
0.7	0.8	1000	9	3	0,3637	0,4445	0,5688	0,6338	0,6828	0,6722
0.7	0.8	1000	9	2	0,3189	0,3642	0,5653	0,6370	0,6824	0,6930

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.7	0.8	1000	10	10	0,9621	0,5554	0,2687	0,0274	0,1019	0,1174	0,3388						
0.7	0.8	1000	9	9	0,4657	0,1602	0,0537	0,2731	0,3294	0,3393	0,2702						
0.7	0.8	1000	9	8	0,5169	0,2263	0,0494	0,1697	0,2018	0,1737	0,2229						
0.7	0.8	1000	9	7	0,0941	0,0413	0,0715	0,0493	0,0559	0,0974	0,0683						
0.7	0.8	1000	9	6	0,9621	0,5554	0,2687	0,0274	0,1019	0,1174	0,3388						
0.7	0.8	1000	9	5	0,0272	0,0103	0,0239	0,0255	0,0279	0,0104	0,0208						
0.7	0.8	1000	9	4	0,0319	0,0836	0,2360	0,0105	0,0120	0,0389	0,0688						
0.7	0.8	1000	9	3	0,1484	0,1126	0,1613	0,0080	0,0132	0,0454	0,0815						
0.7	0.8	1000	9	2	0,0069	0,0884	0,1541	0,0030	0,0137	0,0159	0,0470						

EK-3. İKİ ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

İKİ ARA KATMAN, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.7	0.8	1000	8	9	0,3281	0,4426	0,5504	0,6322	0,6848	0,7455
0.7	0.8	1000	8	8	0,3969	0,4400	0,5099	0,6455	0,6675	0,7264
0.7	0.8	1000	8	7	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214
0.7	0.8	1000	8	6	0,3188	0,3889	0,4934	0,6343	0,7375	0,7940
0.7	0.8	1000	8	5	0,3256	0,4033	0,4622	0,6073	0,6845	0,7295
0.7	0.8	1000	8	4	0,3571	0,4116	0,4847	0,6332	0,6498	0,6814
0.7	0.8	1000	8	3	0,3418	0,4048	0,4789	0,6501	0,6525	0,6919
0.7	0.8	1000	8	2	0,3140	0,3907	0,6139	0,6389	0,7006	0,7249

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.7	0.8	1000	8	9	0,0360	0,1079	0,1237	0,0105	0,0103	0,0586	0,0578						
0.7	0.8	1000	8	8	0,2532	0,1014	0,0410	0,0103	0,0353	0,0315	0,0788						
0.7	0.8	1000	8	7	0,9621	0,5554	0,2687	0,0274	0,1019	0,1176	0,3388						
0.7	0.8	1000	8	6	0,0066	0,0265	0,0073	0,0072	0,0659	0,1275	0,0402						
0.7	0.8	1000	8	5	0,0281	0,0095	0,0563	0,0495	0,0107	0,0359	0,0317						
0.7	0.8	1000	8	4	0,1276	0,0303	0,0104	0,0089	0,0608	0,0324	0,0451						
0.7	0.8	1000	8	3	0,0793	0,0133	0,0223	0,0175	0,0569	0,0175	0,0345						
0.7	0.8	1000	8	2	0,0085	0,0220	0,2534	0,0000	0,0126	0,0294	0,0543						

EK-3. İKİ ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

İKİ ARA KATMAN, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.7	0.8	1000	6	2	0,3227	0,3936	0,4325	0,6465	0,7109	0,6666
0.7	0.8	1000	6	3	0,3031	0,4138	0,5465	0,6198	0,6507	0,6616
0.7	0.8	1000	6	4	0,3677	0,4562	0,4679	0,6933	0,7073	0,6995
0.7	0.8	1000	6	5	0,3385	0,4201	0,5795	0,6613	0,6840	0,6938
0.7	0.8	1000	7	6	0,3591	0,5247	0,6318	0,6788	0,6961	0,7670
0.7	0.8	1000	7	5	0,2717	0,4224	0,5570	0,5795	0,6248	0,6581
0.7	0.8	1000	7	4	0,3162	0,3975	0,7087	0,6429	0,6614	0,7447
0.7	0.8	1000	7	3	0,3049	0,3997	0,4515	0,6783	0,7071	0,7049
0.7	0.8	1000	7	2	0,3047	0,4053	0,5627	0,6553	0,6790	0,6764

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.7	0.8	1000	6	2	0,0189	0,1925	0,2364	0,5162	0,5697	0,4969	0,3384						
0.7	0.8	1000	6	3	0,0429	0,2431	0,4692	0,4744	0,4827	0,4898	0,3670						
0.7	0.8	1000	6	4	0,1610	0,1419	0,0447	0,0851	0,0223	0,0067	0,0770						
0.7	0.8	1000	6	5	0,0688	0,0516	0,1831	0,0351	0,0114	0,0148	0,0608						
0.7	0.8	1000	7	6	0,1339	0,3134	0,2899	0,0625	0,0061	0,0892	0,1491						
0.7	0.8	1000	7	5	0,1421	0,0573	0,1372	0,0930	0,0970	0,0655	0,0987						
0.7	0.8	1000	7	4	0,0016	0,0050	0,4469	0,0063	0,0441	0,0575	0,0936						
0.7	0.8	1000	7	3	0,0373	0,0005	0,0782	0,0617	0,0220	0,0010	0,0334						
0.7	0.8	1000	7	2	0,0379	0,0145	0,1488	0,0257	0,0186	0,0395	0,0475						

EK-3. İKİ ARA KATMAN İÇİN DENEMELER ÇİZELGESİ (Momentum Katsayısı 0.6-0.8,Öğrenme Katsayısı 0.4-0.7)

İKİ ARA KATMAN, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 1000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER										
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)					
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042
0.7	0.8	1000	3	2	0,4003	0,4107	0,4291	0,6147	0,6469	0,7798
0.7	0.8	1000	4	3	0,3447	0,3882	0,4586	0,5932	0,6770	0,7191
0.7	0.8	1000	4	2	0,3572	0,3755	0,3942	0,5979	0,6932	0,7296
0.7	0.8	1000	5	3	0,3303	0,3764	0,4482	0,6288	0,7071	0,6601
0.7	0.8	1000	5	4	0,3450	0,3570	0,3655	0,6081	0,7245	0,6829
0.7	0.8	1000	6	5	0,3385	0,4201	0,5795	0,6613	0,6840	0,6938
0.7	0.8	1000	6	4	0,3677	0,4562	0,4679	0,6933	0,7073	0,6995
0.7	0.8	1000	6	3	0,3031	0,4137	0,5465	0,6198	0,6507	0,6616
0.7	0.8	1000	6	2	0,3227	0,3936	0,4325	0,6465	0,7109	0,6666

											% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	% HATA	ORT. % HATA
0.7	0.8	1000	3	2	0,2640	0,0280	0,1239	0,0379	0,0650	0,1074	0,1044						
0.7	0.8	1000	4	3	0,0884	0,0283	0,0637	0,0715	0,0215	0,0212	0,0491						
0.7	0.8	1000	4	2	0,1279	0,0601	0,1952	0,0642	0,0019	0,0361	0,0809						
0.7	0.8	1000	5	3	0,0429	0,0578	0,0849	0,0158	0,0220	0,0626	0,0477						
0.7	0.8	1000	5	4	0,0894	0,1064	0,2538	0,0482	0,0471	0,0302	0,0958						
0.7	0.8	1000	6	5	0,0688	0,0516	0,1831	0,0351	0,0114	0,0148	0,0608						
0.7	0.8	1000	6	4	0,1610	0,1419	0,0447	0,0851	0,0223	0,0067	0,0770						
0.7	0.8	1000	6	3	0,0429	0,0355	0,1158	0,0299	0,0595	0,0605	0,0574						
0.7	0.8	1000	6	2	0,0189	0,0148	0,1170	0,0119	0,0275	0,0534	0,0406						

EK-4. 250-5000 ÇEVİRİMDE TEK VE İKİ KATMANDA ELDE EDİLEN DENEMELER ÇİZELGESİ

1. KATMAN 8, ÖĞR:0.6, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0.6	0.8	8	-	250	0,4017	0,4421	0,4815	0,4726	0,4932	0,6274	0,1695	0,0304
0.6	0.8	8	-	500	0,3509	0,4139	0,4408	0,5839	0,6204	0,7871	0,6512	0,1748
0.6	0.8	8	-	750	0,3282	0,4535	0,4728	0,5934	0,6497	0,7711	0,8360	0,0919
0.6	0.8	8	-	1000	0,3057	0,4238	0,4934	0,6203	0,6935	0,7379	0,8934	0,0722
0.6	0.8	8	-	1250	0,3245	0,4282	0,4947	0,5960	0,6772	0,7218	0,8936	0,0366
0.6	0.8	8	-	1500	0,3205	0,4233	0,5081	0,6056	0,6830	0,7236	0,8950	0,0336
0.6	0.8	8	-	2000	0,3197	0,4207	0,5148	0,6090	0,6839	0,7221	0,8971	0,0329
0.6	0.8	8	-	2500	0,3172	0,4199	0,5201	0,6121	0,6832	0,7178	0,8984	0,0314
0.6	0.8	8	-	3500	0,3155	0,4146	0,5246	0,6209	0,6853	0,7082	0,8994	0,0260
0.6	0.8	8	-	5000	0,3159	0,4118	0,5388	0,6262	0,6863	0,6965	0,8995	0,0287

1. KATMAN 5, ÖĞR:0.6, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0.6	0.8	5	-	250	0,4132	0,4411	0,4701	0,4723	0,4883	0,5676	0,1855	0,0398
0.6	0.8	5	-	500	0,3528	0,4197	0,4810	0,6292	0,6621	0,6891	0,6734	0,1997
0.6	0.8	5	-	750	0,3454	0,4023	0,4676	0,6254	0,6950	0,7239	0,6141	0,0437
0.6	0.8	5	-	1000	0,3340	0,3939	0,4487	0,6245	0,7057	0,7352	0,5805	0,0328
0.6	0.8	5	-	1250	0,3354	0,3938	0,4408	0,6139	0,7097	0,7515	0,6402	0,0509
0.6	0.8	5	-	1500	0,3362	0,3988	0,4530	0,6095	0,7062	0,7577	0,6720	0,0469
0.6	0.8	5	-	2000	0,3312	0,4059	0,4658	0,6098	0,7044	0,7624	0,6590	0,0428
0.6	0.8	5	-	2500	0,3270	0,4042	0,4699	0,6110	0,7108	0,7699	0,6602	0,0415
0.6	0.8	5	-	3500	0,3202	0,4039	0,4787	0,6092	0,7104	0,7689	0,6271	0,0350
0.6	0.8	5	-	5000	0,3419	0,3999	0,4569	0,6056	0,6904	0,7292	0,7468	0,0396

EK-4. 250-5000 ÇEVİRİMDE TEK VE İKİ KATMANDA ELDE EDİLEN DENEMELER ÇİZELGESİ

1. KATMAN 9, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0,7	0,8	9	-	250	0,4153	0,4217	0,4390	0,4546	0,4598	0,4970	0,2201	0,0485
0,7	0,8	9	-	500	0,3823	0,4187	0,4405	0,5880	0,6379	0,6769	0,2493	0,2315
0,7	0,8	9	-	750	0,3534	0,4278	0,4304	0,6169	0,6638	0,6943	0,3869	0,0921
0,7	0,8	9	-	1000	0,3310	0,4241	0,4164	0,6313	0,6784	0,7063	0,5657	0,0662
0,7	0,8	9	-	1250	0,3205	0,4218	0,4070	0,6397	0,6857	0,7159	0,7738	0,0439
0,7	0,8	9	-	1500	0,3065	0,4221	0,3807	0,6406	0,6857	0,7226	0,8822	0,0582
0,7	0,8	9	-	2000	0,3142	0,4183	0,3630	0,6610	0,6773	0,6818	0,8998	0,0669
0,7	0,8	9	-	2500	0,3206	0,3958	0,3135	0,6397	0,6974	0,7004	0,8999	0,0660
0,7	0,8	9	-	3500	0,3121	0,4213	0,3141	0,6455	0,6935	0,7040	0,9000	0,0735
0,7	0,8	9	-	5000	0,3055	0,4054	0,3062	0,6422	6,8930	0,7068	0,9000	0,0729

1. KATMAN 8, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0,7	0,8	8	-	250	0,3864	0,4293	0,4761	0,4775	0,5093	0,6525	0,1632	0,0253
0,7	0,8	8	-	500	0,3413	0,4275	0,4562	0,6040	0,6311	0,7859	0,6204	0,1521
0,7	0,8	8	-	750	0,3058	0,4294	0,4874	0,5933	0,6511	0,7416	0,8768	0,0791
0,7	0,8	8	-	1000	0,3084	0,4125	0,4898	0,6273	0,7037	0,7449	0,8952	0,0496
0,7	0,8	8	-	1250	0,3251	0,4216	0,4978	0,6003	0,6769	0,7213	0,8899	0,0341
0,7	0,8	8	-	1500	0,3236	0,4195	0,5078	0,6078	0,6818	0,7201	0,8909	0,0324
0,7	0,8	8	-	2000	0,3135	0,4191	0,5187	0,6096	0,6836	0,7225	0,8892	0,0337
0,7	0,8	8	-	2500	0,3070	0,4198	0,5243	0,6138	0,6823	0,7210	0,8864	0,0381
0,7	0,8	8	-	3500	0,2995	0,4187	0,5360	0,6215	0,6818	0,7158	0,8748	0,0425
0,7	0,8	8	-	5000	0,2997	0,4200	0,5718	0,6233	0,6848	0,7099	0,8661	0,0525

EK-4. 250-5000 ÇEVİRİMDE TEK VE İKİ KATMANDA ELDE EDİLEN DENEMELER ÇİZELGESİ

1. KATMAN 6, ÖGR:0.7, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0,7	0.8	6	-	250	0,4115	0,4107	0,4447	0,4620	0,4735	0,5247	0,2039	0,0334
0.7	0.8	6	-	500	0,3790	0,4010	0,4614	0,6068	0,6310	0,6679	0,2145	0,2111
0.7	0.8	6	-	750	0,3421	0,4160	0,4659	0,6178	0,6409	0,6627	0,1289	0,0747
0.7	0.8	6	-	1000	0,3221	0,4285	0,4710	0,6340	0,6616	0,6894	0,1483	0,0560
0.7	0.8	6	-	1250	0,3172	0,4278	0,4667	0,6423	0,6705	0,6976	0,1652	0,0275
0.7	0.8	6	-	1500	0,3139	0,4217	0,4791	0,6260	0,6447	0,6760	0,2165	0,0358
0.7	0.8	6	-	2000	0,3189	0,4174	0,4624	0,6495	0,6740	0,7053	0,8086	0,0253
0.7	0.8	6	-	2500	0,3316	0,4233	0,4540	0,6415	0,6559	0,7068	0,7945	0,0399
0.7	0.8	6	-	3500	0,3287	0,3768	0,4085	0,6366	0,6900	0,7159	0,8969	0,0473
0.7	0.8	6	-	5000	0,3263	0,3762	0,4016	0,6399	0,6917	0,6924	0,8992	0,0479

1. KATMAN 4, ÖGR:0.7, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0.7	0.8	4	-	250	0,3805	0,4018	0,4340	0,4693	0,5268	0,6921	0,2087	0,0389
0.7	0.8	4	-	500	0,2775	0,4173	0,4994	0,6189	0,6629	0,7954	0,6444	0,1404
0.7	0.8	4	-	750	0,3113	0,4225	0,5309	0,6380	0,6704	0,7514	0,6654	0,0651
0.7	0.8	4	-	1000	0,3243	0,4162	0,5164	0,6519	0,6595	0,7367	0,6957	0,0430
0.7	0.8	4	-	1250	0,3020	0,3916	0,4825	0,6355	0,6685	0,7381	0,7957	0,0281
0.7	0.8	4	-	1500	0,2983	0,3893	0,4436	0,6183	0,7050	0,7403	0,8449	0,0467
0.7	0.8	4	-	2000	0,2999	0,4019	0,4403	0,6249	0,7349	0,7463	0,8849	0,0507
0.7	0.8	4	-	2500	0,3092	0,4074	0,4140	0,6265	0,7563	0,7426	0,8981	0,0609
0.7	0.8	4	-	3500	0,3259	0,3963	0,4031	0,6320	0,7527	0,7175	0,8998	0,0553
0.7	0.8	4	-	5000	0,3219	0,3910	0,4153	0,6365	0,7423	0,7092	0,8999	0,0456

EK-4. 250-5000 ÇEVİRİMDE TEK VE İKİ KATMANDA ELDE EDİLEN DENEMELER ÇİZELGESİ

1. KATMAN 10, 2. KATMAN 9, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0.7	0.8	10	9	250	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214	0,6214	0,0302
0.7	0.8	10	9	500	0,6209	0,6210	0,6210	0,6211	0,6212	0,6213	0,6203	0,3388
0.7	0.8	10	9	750	0,3292	0,3965	0,5187	0,6150	0,6883	0,7379	0,3089	0,3384
0.7	0.8	10	9	1000	0,3235	0,4006	0,4993	0,6118	0,6667	0,7456	0,3959	0,0327
0.7	0.8	10	9	1250	0,5343	0,5343	0,5335	0,5322	0,5146	0,5326	0,4385	0,2968
0.7	0.8	10	9	1500	0,3039	0,3478	0,4913	0,5455	0,5965	0,6900	0,2735	0,0795
0.7	0.8	10	9	2000	0,3465	0,4202	0,6471	0,6315	0,6882	0,7433	0,3660	0,0899
0.7	0.8	10	9	2500	0,6215	0,6215	0,6215	0,6215	0,6215	0,6215	0,6215	0,3389
0.7	0.8	10	9	3500	0,3925	0,4152	0,4452	0,4886	0,5462	0,6623	0,3477	0,1458
0.7	0.8	10	9	5000	0,3228	0,3975	0,4349	0,6355	0,7006	0,7030	0,4025	0,0260

1. KATMAN 9, 2. KATMAN 5, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0.7	0.8	9	5	250	0,3281	0,3741	0,4878	0,5644	0,6588	0,7301	0,2563	0,0208
0.7	0.8	9	5	500	0,2841	0,3698	0,4681	0,6329	0,6562	0,7563	0,4746	0,0508
0.7	0.8	9	5	750	0,3359	0,4424	0,5266	0,6299	0,6433	0,6908	0,6414	0,0594
0.7	0.8	9	5	1000	0,3253	0,3954	0,5015	0,6552	0,6726	0,6969	0,7152	0,0577
0.7	0.8	9	5	1250	0,3274	0,3936	0,4981	0,6630	0,6779	0,6988	0,7426	0,0219
0.7	0.8	9	5	1500	0,3271	0,3957	0,5079	0,6607	0,6872	0,7085	0,7096	0,0211
0.7	0.8	9	5	2000	0,3301	0,4084	0,5108	0,6252	0,6929	0,7331	0,7353	0,0286
0.7	0.8	9	5	2500	0,3388	0,3535	0,3881	0,5316	0,6729	0,7338	0,2833	0,1050
0.7	0.8	9	5	3500	0,2878	0,4368	0,5980	0,6378	0,6722	0,7598	0,3905	0,0858
0.7	0.8	9	5	5000	0,3166	0,3856	0,4028	0,6469	0,6898	0,7101	0,4224	0,0394

EK-4. 250-5000 ÇEVİRİMDE TEK VE İKİ KATMANDA ELDE EDİLEN DENEMELER ÇİZELGESİ

1. KATMAN 8, 2. KATMAN 3, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0.7	0.8	8	3	250	0,3757	0,3953	0,4242	0,4817	0,5390	0,6372	0,2835	0,0345
0.7	0.8	8	3	500	0,3972	0,4196	0,4322	0,6077	0,6028	0,6720	0,2202	0,1488
0.7	0.8	8	3	750	0,3711	0,4228	0,4643	0,6331	0,6340	0,6934	0,2847	0,1076
0.7	0.8	8	3	1000	0,3418	0,4048	0,4789	0,6501	0,6525	0,6919	0,3631	0,0650
0.7	0.8	8	3	1250	0,3644	0,3945	0,4522	0,6180	0,6816	0,7215	0,3534	0,0520
0.7	0.8	8	3	1500	0,3572	0,3786	0,4305	0,6257	0,6963	0,7320	0,3650	0,0613
0.7	0.8	8	3	2000	0,3318	0,3932	0,4526	0,6415	0,6907	0,7276	0,3294	0,0297
0.7	0.8	8	3	2500	0,3328	0,3908	0,4451	0,6332	0,6887	0,7233	0,1986	0,0341
0.7	0.8	8	3	3500	0,3252	0,3910	0,4609	0,6310	0,6937	0,7209	0,1558	0,0243
0.7	0.8	8	3	5000	0,3215	0,3962	0,4811	0,6193	0,7000	0,7261	0,1619	0,0191

1. KATMAN5, 2. KATMAN 3, ÖĞR:0.7, MOM:0.8, 250-5000 ÇEVİRİM İÇİN TAHMİNLER												
ÖĞRENME KATSAYISI	MOMENTUM KATSAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		ÇEVİRİM SAYISI	GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)							
		1. KATMAN	2. KATMAN		0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7211	ORT. HATA
0.7	0.8	5	3	250	0,3619	0,4019	0,4670	0,5057	0,5868	0,7144	0,2514	0,0477
0.7	0.8	5	3	500	0,3400	0,4208	0,4922	0,6163	0,6827	0,7685	0,7534	0,0950
0.7	0.8	5	3	750	0,3405	0,4193	0,4917	0,6509	0,7090	0,6734	0,5378	0,0453
0.7	0.8	5	3	1000	0,3303	0,3764	0,4482	0,6288	0,7071	0,6601	0,5886	0,0360
0.7	0.8	5	3	1250	0,3324	0,3812	0,4678	0,6280	0,7112	0,6553	0,5573	0,0424
0.7	0.8	5	3	1500	0,3282	0,3710	0,4591	0,6213	0,7417	0,6864	0,5362	0,0492
0.7	0.8	5	3	2000	0,3181	0,3890	0,4564	0,6294	0,7339	0,7010	0,5182	0,0298
0.7	0.8	5	3	2500	0,3109	0,4027	0,4471	0,6267	0,7183	0,7047	0,5117	0,0286
0.7	0.8	5	3	3500	0,3027	0,4073	0,4189	0,6240	0,7093	0,7077	0,4750	0,0437
0.7	0.8	5	3	5000	0,3070	0,4093	0,4048	0,6261	0,7035	0,7012	0,4085	0,0450

EK-5. FARKLI ÇEVİRİMLERDE TEK KATMANDA EN İYİ SONUÇLAR ÇİZELGESİ

ÖĞR. KATS.	MOMEN. KATS.	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)						
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7212
0.6	0.8	3250	8	-	0,3150	0,4157	0,5236	0,6193	0,6841	0,7096	0,8994
0.6	0.8	3500	8	-	0,3155	0,4146	0,5246	0,6209	0,6853	0,7082	0,8994
0.6	0.8	3750	8	-	0,3156	0,4141	0,5267	0,6217	0,6856	0,7061	0,8994
0.6	0.8	3850	8	-	0,3156	0,4139	0,5276	0,6220	0,6857	0,7052	0,8994
0.6	0.8	3900	8	-	0,3156	0,4138	0,5282	0,6221	0,6857	0,7047	0,8994
0.6	0.8	3950	8	-	0,3156	0,4137	0,5287	0,6223	0,6857	0,7042	0,8993
0.6	0.8	4000	8	-	0,3156	0,4136	0,5292	0,6225	0,6857	0,7038	0,8993
0.6	0.8	4050	8	-	0,3156	0,4135	0,5298	0,6227	0,6858	0,7033	0,8993
0.6	0.8	5000	8	-	0,3159	0,4118	0,5388	0,6262	0,6863	0,6965	0,8995
0.7	0.8	900	8	-	0,3053	0,4203	0,4971	0,6273	0,6920	0,7367	0,8930
0.7	0.8	950	8	-	0,3056	0,4144	0,4920	0,6290	0,7000	0,7409	0,8939
0.7	0.8	1000	8	-	0,3084	0,4125	0,4898	0,6273	0,7037	0,7449	0,8952
0.7	0.8	1050	8	-	0,3141	0,4153	0,4903	0,6178	0,6979	0,7423	0,8953
0.7	0.8	1100	8	-	0,3246	0,4191	0,4857	0,5989	0,6783	0,7261	0,8916
0.7	0.8	2200	6	-	0,3253	0,4103	0,4700	0,6491	0,6749	0,7087	0,8826
0.7	0.8	1100	6	-	0,3189	0,4287	0,4691	0,6383	0,6662	0,6937	0,1513
0.7	0.8	1250	6	-	0,3172	0,4278	0,4667	0,6423	0,6705	0,6976	0,1652
0.7	0.8	1500	6	-	0,3139	0,4217	0,4791	0,6260	0,6447	0,6760	0,2165
0.7	0.8	2000	6	-	0,3189	0,4174	0,4624	0,6495	0,6740	0,7053	0,8086
0.7	0.8	1950	6	-	0,3183	0,4188	0,4607	0,6482	0,6735	0,7045	0,7610
0.7	0.8	2050	6	-	0,3200	0,4156	0,4643	0,6502	0,6744	0,7062	0,8421
0.7	0.8	2100	6	-	0,3216	0,4135	0,4662	0,6503	0,6747	0,7072	0,8633
0.7	0.8	2150	6	-	0,3235	0,4117	0,4682	0,6498	0,6748	0,7081	0,8756
0.7	0.8	1200	4	-	0,3041	0,3960	0,5000	0,6417	0,6576	0,7369	0,7777
0.7	0.8	1250	4	-	0,3020	0,3916	0,4825	0,6355	0,6685	0,7381	0,7957
0.7	0.8	1300	4	-	0,3007	0,3891	0,4667	0,6286	0,6801	0,7389	0,8097

EK-6. FARKLI ÇEVİRİMLERDE İKİ KATMANDA EN İYİ SONUÇLAR ÇİZELGESİ

ÖĞR. KATS.	MOMEN. KATS.	ÇEVİRİM SAYISI	ARA KATMAN HÜCRE SAYISI		GERÇEK DEĞERLER (OCAK-TEMMUZ 2009)						
			1. KATMAN	2. KATMAN	0,3167	0,3995	0,4898	0,6389	0,6919	0,7042	0,7212
0.7	0.8	4950	10	9	0,3230	0,3947	0,4322	0,6412	0,6977	0,6988	0,4031
0.7	0.8	4750	10	9	0,3067	0,3880	0,4664	0,6749	0,6928	0,6871	0,3858
0.7	0.8	5000	10	9	0,3228	0,3975	0,4349	0,6355	0,7006	0,7030	0,4025
0.7	0.8	5050	10	9	0,3222	0,3988	0,4362	0,6329	0,7025	0,7050	0,4027
0.7	0.8	5100	10	9	0,3221	0,3992	0,4367	0,6316	0,7036	0,7062	0,4022
0.7	0.8	1050	9	5	0,3250	0,3921	0,4979	0,6581	0,6763	0,6975	0,7199
0.7	0.8	950	9	5	0,3273	0,4039	0,5110	0,6520	0,6646	0,6944	0,7110
0.7	0.8	1000	9	5	0,3253	0,3954	0,5015	0,6552	0,6726	0,6969	0,7152
0.7	0.8	1250	9	5	0,3274	0,3936	0,4981	0,6630	0,6779	0,6988	0,7426
0.7	0.8	1300	9	5	0,3277	0,3939	0,5017	0,6656	0,6848	0,7015	0,7362
0.7	0.8	1400	9	5	0,3281	0,3944	0,5059	0,6654	0,6848	0,7059	0,7196
0.7	0.8	1500	9	5	0,3271	0,3957	0,5079	0,6607	0,6872	0,7085	0,7096
0.7	0.8	1600	9	5	0,3256	0,3997	0,5138	0,6553	0,6836	0,7059	0,7043
0.7	0.8	1700	9	5	0,3281	0,3983	0,5224	0,6554	0,6764	0,7026	0,6851
0.7	0.8	2000	9	5	0,3301	0,4084	0,5108	0,6252	0,6929	0,7331	0,7353
0.7	0.8	1100	9	5	0,3257	0,3920	0,4966	0,6591	0,6765	0,6965	0,7277
0.7	0.8	1650	9	5	0,3260	0,4000	0,5184	0,6547	0,6778	0,7018	0,6911
0.7	0.8	1550	9	5	0,3262	0,3975	0,5104	0,6579	0,6870	0,7086	0,7081
0.7	0.8	5300	8	3	0,3215	0,3962	0,4855	0,6185	0,7002	0,7259	0,1631
0.7	0.8	5500	8	3	0,3214	0,3960	0,4888	0,6183	0,7002	0,7254	0,1636
0.7	0.8	2000	8	3	0,3318	0,3932	0,4526	0,6415	0,6907	0,7276	0,3294
0.7	0.8	2500	8	3	0,3328	0,3908	0,4451	0,6332	0,6887	0,7233	0,1986
0.7	0.8	3500	8	3	0,3252	0,3910	0,4609	0,6310	0,6937	0,7209	0,1558
0.7	0.8	5550	8	3	0,3214	0,3959	0,4896	0,6183	0,7002	0,7253	0,1637
0.7	0.8	5000	8	3	0,3215	0,3962	0,4811	0,6193	0,7000	0,7261	0,1619
0.7	0.8	4950	8	3	0,3215	0,3961	0,4804	0,6194	0,7000	0,7261	0,1616
0.7	0.8	5600	8	3	0,3214	0,3959	0,4905	0,6183	0,7003	0,7251	0,1638
0.7	0.8	5400	8	3	0,3215	0,3961	0,4871	0,6183	0,7002	0,7257	0,1634
0.7	0.8	5450	8	3	0,3215	0,3960	0,4879	0,6183	0,7002	0,7256	0,1635
0.7	0.8	2400	5	3	0,3120	0,4010	0,4496	0,6271	0,7204	0,7043	0,5131
0.7	0.8	1950	5	3	0,3191	0,3870	0,4569	0,6300	0,7363	0,7004	0,5195
0.7	0.8	2000	5	3	0,3181	0,3890	0,4564	0,6294	0,7339	0,7010	0,5182
0.7	0.8	2050	5	3	0,3172	0,3910	0,4559	0,6290	0,7317	0,7016	0,5175
0.7	0.8	2100	5	3	0,3163	0,3928	0,4553	0,6286	0,7296	0,7021	0,5166
0.7	0.8	2250	5	3	0,3140	0,3975	0,4529	0,6278	0,7244	0,7034	0,5148
0.7	0.8	2350	5	3	0,3127	0,3999	0,4508	0,6274	0,7217	0,7041	0,5137
0.7	0.8	2500	5	3	0,3109	0,4027	0,4471	0,6267	0,7183	0,7047	0,5117

EK-7. KULLANILAN NORMALİZE EDİLMİŞ TEZ VERİLERİ ÇİZELGESİ

	AY/YIL	İMKB 100 ENDEKSİ	TÜFE (%)	TEFE (%)	İŞSİZLİK ORANLARI (%)	İHRACAT (ADET/AY)	İTHALAT (ADET/AY)	GECELİK FAİZ ORANLARI	DOLAR KURU (ALİŞ-SATIŞ ORT.)	GSYH	HAM PETROL VARİL FİYATI	BİNEK OTOMOBİL ÜRETİM MİKTARI (ADET/AY)
1	Mart 01	0,1064	0,5954	0,7082	0,1511	0,1000	0,1000	0,9000	0,1000	0,1288	0,1658	0,1871
2	Nisan 01	0,1759	0,9000	0,9000	0,1000	0,1418	0,1237	0,8672	0,2277	0,1447	0,1650	0,2758
3	Mayıs 01	0,1521	0,5228	0,5388	0,1312	0,1469	0,1361	0,8345	0,2227	0,2184	0,1796	0,2474
4	Haziran 01	0,1573	0,3778	0,3872	0,1624	0,1381	0,1347	0,8126	0,3589	0,2922	0,1731	0,2363
5	Temmuz 01	0,1366	0,3270	0,4050	0,1936	0,1476	0,1540	0,8563	0,4233	0,3659	0,1621	0,1825
6	Ağustos 01	0,1361	0,3633	0,4139	0,2674	0,1681	0,1691	0,8017	0,4830	0,3111	0,1712	0,1312
7	Eylül 01	0,1000	0,5809	0,4987	0,3411	0,1799	0,1728	0,8345	0,6849	0,2563	0,1597	0,2471
8	Ekim 01	0,1356	0,5954	0,5566	0,4149	0,2210	0,1850	0,8235	0,7545	0,2015	0,1257	0,1699
9	Kasım 01	0,1641	0,4576	0,4452	0,4461	0,2101	0,1865	0,6816	0,6254	0,1677	0,1011	0,1846
10	Aralık 01	0,1985	0,3850	0,4407	0,4773	0,1817	0,1701	0,6488	0,5702	0,1338	0,1000	0,1195
11	Ocak 02	0,1900	0,5374	0,4429	0,5085	0,1641	0,1596	0,6379	0,4245	0,1000	0,1098	0,1650
12	Şubat 02	0,1549	0,2835	0,3720	0,4461	0,1439	0,1381	0,6270	0,5208	0,1370	0,1204	0,1709
13	Mart 02	0,1649	0,2400	0,3408	0,3837	0,1885	0,1835	0,5942	0,4388	0,1740	0,1568	0,2600
14	Nisan 02	0,1611	0,3053	0,3386	0,3213	0,1676	0,1912	0,5287	0,4375	0,2109	0,1714	0,2316
15	Mayıs 02	0,1446	0,1965	0,2766	0,3298	0,2002	0,2064	0,5287	0,5375	0,2886	0,1750	0,2415
16	Haziran 02	0,1281	0,1965	0,3091	0,3383	0,2035	0,2059	0,5287	0,7705	0,3662	0,1656	0,2277
17	Temmuz 02	0,1418	0,2545	0,3769	0,3468	0,2578	0,2648	0,5287	0,8677	0,4439	0,1792	0,2439
18	Ağustos 02	0,1307	0,3125	0,3528	0,3865	0,2435	0,2529	0,5068	0,7989	0,4032	0,1850	0,1000
19	Eylül 02	0,1195	0,4068	0,3965	0,4262	0,2684	0,2596	0,5068	0,8269	0,3625	0,1976	0,2855
20	Ekim 02	0,1420	0,3923	0,3974	0,4660	0,2968	0,2788	0,5068	0,8533	0,3219	0,1870	0,2897
21	Kasım 02	0,1908	0,3633	0,3305	0,5028	0,2978	0,2793	0,4850	0,6978	0,2743	0,1658	0,2809
22	Aralık 02	0,1439	0,2690	0,3742	0,5397	0,2593	0,2976	0,4850	0,8095	0,2268	0,1919	0,2378

EK-7. KULLANILAN NORMALİZE EDİLMİŞ TEZ VERİLERİ ÇİZELGESİ

23	Ocak 03	0,1545	0,3415	0,5071	0,5766	0,3016	0,2562	0,4850	0,8190	0,1793	0,2225	0,2289
24	Şubat 03	0,1632	0,3198	0,3979	0,5113	0,2366	0,2376	0,4850	0,7706	0,2043	0,2390	0,2129
25	Mart 03	0,1296	0,3778	0,4006	0,4461	0,3381	0,3338	0,4850	0,9000	0,2294	0,2123	0,2821
26	Nisan 03	0,1622	0,3053	0,3363	0,3809	0,3094	0,2999	0,4522	0,7456	0,2545	0,1712	0,2914
27	Mayıs 03	0,1601	0,2690	0,2311	0,3638	0,2970	0,2919	0,4522	0,5642	0,3366	0,1770	0,3368
28	Haziran 03	0,1521	0,1384	0,1718	0,3468	0,2748	0,2865	0,4195	0,5483	0,4188	0,1950	0,3563
29	Temmuz 03	0,1471	0,1239	0,2338	0,3298	0,3063	0,3088	0,3867	0,5484	0,5010	0,2004	0,3377
30	Ağustos 03	0,1638	0,1675	0,2489	0,3553	0,2723	0,2943	0,3539	0,5229	0,4623	0,2047	0,1718
31	Eylül 03	0,1869	0,2908	0,2601	0,3809	0,2901	0,3006	0,3212	0,4930	0,4235	0,1794	0,3697
32	Ekim 03	0,2301	0,2545	0,2828	0,4064	0,3614	0,3289	0,2884	0,6338	0,3848	0,1939	0,4247
33	Kasım 03	0,2119	0,2690	0,3337	0,4660	0,3019	0,2708	0,2884	0,6011	0,3516	0,1948	0,3591
34	Aralık 03	0,2760	0,2182	0,2860	0,5255	0,3454	0,4204	0,2884	0,5165	0,3183	0,2044	0,5346
35	Ocak 04	0,2542	0,2037	0,3751	0,5851	0,3241	0,3009	0,2884	0,4396	0,2851	0,2175	0,4398
36	Şubat 04	0,2802	0,1965	0,3310	0,4972	0,2423	0,2861	0,2666	0,4282	0,3202	0,2214	0,3575
37	Mart 04	0,3011	0,2182	0,3515	0,4092	0,3653	0,3960	0,2447	0,4127	0,3553	0,2335	0,5120
38	Nisan 04	0,2664	0,1965	0,3760	0,3213	0,3634	0,3791	0,2447	0,5709	0,3904	0,2342	0,5371
39	Mayıs 04	0,2513	0,1820	0,2565	0,3270	0,4162	0,4258	0,2447	0,6264	0,4644	0,2627	0,5497
40	Haziran 04	0,2655	0,1457	0,2110	0,3326	0,4256	0,4501	0,2447	0,6271	0,5384	0,2427	0,5979
41	Temmuz 04	0,2881	0,1675	0,1901	0,3383	0,4435	0,4511	0,2447	0,6055	0,6125	0,2629	0,5782
42	Ağustos 04	0,3015	0,1965	0,2931	0,3525	0,3676	0,4107	0,2447	0,6409	0,5704	0,2927	0,2872
43	Eylül 04	0,3293	0,2182	0,3404	0,3667	0,4613	0,4534	0,2229	0,6416	0,5283	0,2997	0,5499
44	Ekim 04	0,3444	0,3125	0,4019	0,3809	0,4737	0,4284	0,2229	0,6078	0,4862	0,3407	0,5181
45	Kasım 04	0,3378	0,2617	0,2913	0,4234	0,4486	0,4431	0,2229	0,5454	0,4524	0,2919	0,5237
46	Aralık 04	0,3776	0,1820	0,2637	0,4660	0,4988	0,5256	0,2010	0,4506	0,4186	0,2429	0,4487
47	Ocak 05	0,4153	0,2160	0,2177	0,5085	0,3584	0,3460	0,1901	0,4341	0,3847	0,2713	0,3610
48	Şubat 05	0,4324	0,1776	0,2570	0,5255	0,3978	0,3892	0,1846	0,3848	0,4193	0,2889	0,4443
49	Mart 05	0,3870	0,1820	0,3528	0,4574	0,4691	0,4731	0,1737	0,4855	0,4539	0,3385	0,5558

EK-7. KULLANILAN NORMALİZE EDİLMİŞ TEZ VERİLERİ ÇİZELGESİ

50	Nisan 05	0,3555	0,2313	0,3479	0,3809	0,4508	0,4634	0,1683	0,4885	0,4884	0,3336	0,5224
51	Mayıs 05	0,3818	0,2313	0,2436	0,3128	0,4427	0,4785	0,1628	0,4794	0,5678	0,3151	0,5861
52	Haziran 05	0,4094	0,1863	0,2730	0,3043	0,4442	0,4827	0,1601	0,4496	0,6473	0,3649	0,5944
53	Temmuz 05	0,4519	0,1428	0,2467	0,3043	0,4141	0,4568	0,1601	0,4366	0,7267	0,3917	0,5034
54	Ağustos 05	0,4726	0,2277	0,3350	0,3298	0,3987	0,4908	0,1601	0,4612	0,6912	0,4373	0,3041
55	Eylül 05	0,5114	0,2530	0,3314	0,3553	0,4991	0,4951	0,1601	0,4487	0,6558	0,4365	0,6106
56	Ekim 05	0,4895	0,2915	0,2873	0,3894	0,5024	0,4879	0,1573	0,4569	0,6203	0,4065	0,5572
57	Kasım 05	0,5875	0,2422	0,1571	0,4319	0,4358	0,4679	0,1546	0,4599	0,5669	0,3618	0,4472
58	Aralık 05	0,6145	0,1841	0,2480	0,4830	0,5389	0,5638	0,1519	0,4517	0,5136	0,3681	0,4981
59	Ocak 06	0,6915	0,2073	0,3453	0,5340	0,3621	0,3851	0,1519	0,4258	0,4602	0,4092	0,3886
60	Şubat 06	0,7304	0,1689	0,2695	0,5426	0,4333	0,4622	0,1519	0,4127	0,5141	0,3832	0,5072
61	Mart 06	0,6647	0,1725	0,2690	0,4574	0,5441	0,5531	0,1519	0,4513	0,5681	0,4024	0,6815
62	Nisan 06	0,6802	0,2501	0,3444	0,3723	0,4690	0,5544	0,1491	0,4228	0,6220	0,4580	0,6366
63	Mayıs 06	0,5882	0,2893	0,3814	0,2787	0,5492	0,6387	0,1491	0,6896	0,6907	0,4724	0,7027
64	Haziran 06	0,5453	0,1776	0,4371	0,2787	0,6988	0,7104	0,1928	0,7707	0,7593	0,4674	0,7266
65	Temmuz 06	0,5552	0,2146	0,2962	0,2787	0,6128	0,6570	0,1956	0,6387	0,8280	0,4968	0,6880
66	Ağustos 06	0,5747	0,1210	0,2244	0,3043	0,5524	0,6467	0,1956	0,6054	0,7876	0,4815	0,2448
67	Eylül 06	0,5689	0,2465	0,2476	0,3043	0,6253	0,6428	0,1956	0,6345	0,7472	0,4096	0,7027
68	Ekim 06	0,6274	0,2451	0,2779	0,3213	0,5639	0,5939	0,1956	0,5831	0,7068	0,3763	0,5995
69	Kasım 06	0,5888	0,2465	0,2449	0,3468	0,7062	0,6726	0,1956	0,5953	0,6608	0,3746	0,7059
70	Aralık 06	0,6040	0,1696	0,2525	0,4234	0,6908	0,6701	0,1956	0,5377	0,6149	0,3937	0,5992
71	Ocak 07	0,6370	0,2255	0,2556	0,4660	0,5124	0,5394	0,1956	0,5488	0,5690	0,3479	0,5342
72	Şubat 07	0,6410	0,1841	0,3002	0,5000	0,5927	0,5689	0,1956	0,5121	0,6058	0,3798	0,5978
73	Mart 07	0,6767	0,2197	0,3011	0,4149	0,7069	0,6686	0,1956	0,5046	0,6426	0,3985	0,7085
74	Nisan 07	0,6979	0,2407	0,2935	0,3638	0,6293	0,6315	0,1956	0,4325	0,6794	0,4292	0,6996
75	Mayıs 07	0,7314	0,1892	0,2753	0,2872	0,6845	0,7167	0,1956	0,4299	0,7471	0,4360	0,8156
76	Haziran 07	0,7316	0,1355	0,2530	0,2787	0,6627	0,6772	0,1956	0,4169	0,8148	0,4637	0,7866

EK-7. KULLANILAN NORMALİZE EDİLMİŞ TEZ VERİLERİ ÇİZELGESİ

77	Temmuz 07	0,8233	0,1000	0,2605	0,2787	0,6376	0,6996	0,1956	0,3996	0,8824	0,5073	0,7393
78	Ağustos 07	0,7813	0,1544	0,2958	0,3128	0,6411	0,6892	0,1956	0,4286	0,8460	0,4867	0,3138
79	Eylül 07	0,8428	0,2277	0,3033	0,3213	0,6368	0,6588	0,1928	0,2884	0,8097	0,5153	0,7334
80	Ekim 07	0,9000	0,2842	0,2521	0,3553	0,6649	0,6729	0,1874	0,2587	0,7733	0,5610	0,7809
81	Kasım 07	0,8456	0,2944	0,2975	0,3894	0,7588	0,7095	0,1819	0,2572	0,7400	0,6115	0,9000
82	Aralık 07	0,8668	0,1689	0,2645	0,4319	0,6385	0,6814	0,1765	0,2328	0,7066	0,5912	0,7356
83	Ocak 08	0,6613	0,2110	0,2766	0,4915	0,7013	0,6857	0,1737	0,2420	0,6732	0,6014	0,8075
84	Şubat 08	0,6945	0,2465	0,3720	0,5170	0,7439	0,6851	0,1710	0,2475	0,6901	0,6187	0,7992
85	Mart 08	0,6023	0,2226	0,3992	0,4404	0,7982	0,7427	0,1710	0,3700	0,7070	0,6891	0,8526
86	Nisan 08	0,6736	0,2748	0,4585	0,3468	0,8382	0,8365	0,1710	0,3712	0,7239	0,7466	0,8609
87	Mayıs 08	0,6176	0,2610	0,3524	0,2872	0,8872	0,8721	0,1765	0,2951	0,7826	0,8306	0,8391
88	Haziran 08	0,5395	0,1268	0,2721	0,2957	0,8211	0,8663	0,1819	0,3052	0,8413	0,8989	0,8285
89	Temmuz 08	0,6533	0,1950	0,3136	0,3298	0,8690	0,9000	0,1874	0,2581	0,9000	0,9000	0,8907
90	Ağustos 08	0,6156	0,1355	0,1535	0,3638	0,7328	0,8162	0,1874	0,2538	0,8216	0,7767	0,2842
91	Eylül 08	0,5549	0,1856	0,2177	0,4064	0,9000	0,7921	0,1874	0,3149	0,7433	0,6693	0,7239
92	Ekim 08	0,4234	0,3415	0,2833	0,4574	0,8241	0,7684	0,1874	0,6400	0,6649	0,4879	0,5932
93	Kasım 08	0,3895	0,2131	0,2565	0,5766	0,8497	0,6872	0,1819	0,7248	0,5935	0,3263	0,4189
94	Aralık 08	0,4079	0,1232	0,1000	0,6872	0,6678	0,6332	0,1683	0,6595	0,5221	0,2258	0,2733
95	Ocak 09	0,3930	0,1740	0,2681	0,8489	0,7078	0,5246	0,1464	0,7803	0,4507	0,2348	0,3167
96	Şubat 09	0,3625	0,1283	0,3100	0,9000	0,7921	0,5344	0,1300	0,8670	0,5043	0,2482	0,3995
97	Mart 09	0,3903	0,2327	0,2708	0,8745	0,7881	0,6433	0,1191	0,8752	0,5579	0,3045	0,4898
98	Nisan 09	0,4845	0,1544	0,2868	0,7979	0,6838	0,5827	0,1109	0,7632	0,6115	0,3315	0,6389
99	Mayıs 09	0,5381	0,1994	0,2556	0,6872	0,6387	0,6056	0,1055	0,7209	0,6882	0,3854	0,6919
100	Haziran 09	0,5693	0,1609	0,2998	0,6362	0,7253	0,6924	0,1000	0,6813	0,7648	0,4570	0,7042

EK-8. ÖRNEKLEME HATALARI ÇİZELGESİ

VERİLER.tvq cycle 1050. Target error 0.0100 Average training error 0.005471 Average validating error: 0.005953
 The first 100 of 100 Example rows in descending order.

Row	Example	Scaled Error	Relative Error
77	#77	0.1903531255	Red
61	#61	0.0385355831	Red
76	#76	0.0215516685	Red
29	#29	0.0190193302	Red
17	#17	0.0151377778	Red
30	#30	0.0136349310	Red
75	#75	0.0131389553	Red
26	#26	0.0128955970	Red
72	#72	0.0124257376	Red
57	#57	0.0121095529	Red
18	#18	0.0106228230	Red
37	#37	0.0102688040	Red
9	#9	0.0096462278	Red
22	#22	0.0093550372	Red
19	#19	0.0084056169	Red
49	#49	0.0083066065	Red
60	#60	0.0078027757	Red
83	#83	0.0072836941	Red
5	#5	0.0064328766	Red
63	#63	0.0059754378	Red
35	#35	0.0059545277	Red
12	#12	0.0052835863	Red
6	#6	0.0046760162	Red
0	#0	0.0044964442	Red
71	#71	0.0040139747	Red
70	#70	0.0037016305	Red
16	#16	0.0036300851	Red
86	#86	0.0035459324	Red
27	#27	0.0033815882	Red
41	#41	0.0032674667	Red
43	#43	0.0030973075	Red
80	#80	0.0030899715	Red
21	#21	0.0028398521	Red
53	#53	0.0028195457	Red
20	#20	0.0027601680	Red
36	#36	0.0026687302	Red
31	#31	0.0024951319	Red
59	#59	0.0024201601	Red
65	#65	0.0022558188	Red
52	#52	0.0022554467	Red
64	#64	0.0022443832	Red
67	#67	0.0022229717	Red
42	#42	0.0022185435	Red
48	#48	0.0021956087	Red
55	#55	0.0021911046	Red
87	#87	0.0021580885	Red
93	#93	0.0020920341	Red
73	#73	0.0020388584	Red
10	#10	0.0020065849	Red
74	#74	0.0018687267	Red
3	#3	0.0018536365	Red
79	#79	0.0017790566	Red
14	#14	0.0017559717	Red
38	#38	0.0015982128	Red
11	#11	0.0015862845	Red
13	#13	0.0015703899	Red
34	#34	0.0015238550	Red
2	#2	0.0014914178	Red
89	#89	0.0014322118	Red
78	#78	0.0013613341	Red
81	#81	0.0013530291	Red
1	#1	0.0012756528	Red
54	#54	0.0012303768	Red
46	#46	0.0011394809	Red
39	#39	0.0010831363	Red
15	#15	0.0009035309	Red
7	#7	0.0008950961	Red
51	#51	0.0008595329	Red
28	#28	0.0008368992	Red
84	#84	0.0008138938	Red
85	#85	0.0008115882	Red
97	#97	0.0007175275	Red
68	#68	0.0006585035	Red
25	#25	0.0006004551	Red
47	#47	0.0005280009	Red
23	#23	0.0003923612	Red
98	#98	0.0003912837	Red
4	#4	0.0003911264	Red
62	#62	0.0003861878	Red
50	#50	0.0002993702	Red
88	#88	0.0002970501	Red
8	#8	0.0002158629	Red
96	#96	0.0002108226	Red
33	#33	0.0002032717	Red
94	#94	0.0001773001	Red
32	#32	0.0001608819	Red
44	#44	0.0001469299	Red
24	#24	0.0001354637	Red
66	#66	0.0000902740	Red
99	#99	0.0000804136	Red
45	#45	0.0000668183	Red
82	#82	0.0000620453	Red
95	#95	0.0000394446	Red
90	#90	0.0000350042	Red
40	#40	0.0000346061	Red
91	#91	0.0000144118	Red
58	#58	0.0000116254	Red
56	#56	0.0000013474	Red
69	#69	0.0000009186	Red
92	#92	0.0000000975	Red

ÖZGEÇMİŞ

Nazife Yazıcıoğlu 01.01.1984 tarihinde Ankara'da doğmuştur. İlköğrenimini Merinos İlköğretim Okulu'nda ve orta öğrenimini Bursa Atatürk Lisesi'nde tamamlamıştır. 2001 yılında Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazanan Nazife Yazıcıoğlu, 2006 yılında lisans derecesini almış ve aynı yıl Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitime başlamıştır. Halen T.C. Vakıflar Bankası'nda çalışmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleriyle bana yardımcı olan ve yol gösteren danışmanım sayın Doç. Dr. H. Cenk Özmutlu'ya, maddi manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca eğitimim boyunca bana her zaman her konuda destek olan aileme çok teşekkür ederim.