

## Yapay Sinir Ağı Performansına Etki Eden Faktörlerin Analizinde Taguchi Yöntemi: Hisse Senedi Fiyat Tahmini Uygulaması

Alperen ÖZALP\*

A. Sermet ANAGÜN\*\*

### ÖZET

*İlgilenilen problemin yapısına bağlı olarak istatistiksel pek çok tahminleme yöntemi geliştirilmiştir. Bir yapay zeka tekniği olan Yapay Sinir Ağı (YSA); tanıma, sınıflandırma, tahminleme ve eniyileme konularında kullanılan etkili bir tekniktir. YSA'da model belirleme problemi literatürde önemli bir konu olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmada, YSA performansını etkileyen faktörlerin analizi ve performansını iyileştiren uygun değerlerin belirlenmesinde Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Uygun faktör değerleri belirlenmiş YSA, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda (İMKB) işlem gören Koç Holding hisse senedinin fiyat tahmini problemine, Ocak96-Aralık01 dönemi için derlenen veriler dikkate alınarak uygulanmıştır. Yaklaşımın etkinliğini belirlemek ve YSA'da model seçiminin önemini vurgulamak amacıyla, elde edilen sonuç rassal olarak tasarlanmış bir YSA ve çoklu doğrusal regresyon modeli ile karşılaştırılmıştır.*

*Anahtar kelimeler: Taguchi Yöntemi, Yapay Sinir Ağı, Regresyon Analizi, Tahminleme, Hisse Senedi.*

### 1. GİRİŞ

İnsan sinir hücrelerinin öğrenme ve sinyal transferi fonksiyonlarının modellenmesi gayreti ile ortaya çıkmış olan YSA'lar, doğrusal olmayan veriler arasındaki ilişkileri öğrenebilme ve çıkarsama yapabilme yetenekleri nedeniyle, klasik yöntemlere göre daha çok alanda uygulanmakta ve daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir. YSA'nın performansı, ilgilenilen problemin yapısına bağlı olarak değişiklik gösteren; öğrenme katsayısı, momentum terimi, gizli katman sayısı, gizli katmandaki işlem elemanı sayısı, eğitim algoritması, transfer fonksiyonu ve hata düzeyi gibi faktörlerin bir fonksiyonudur (Enke vd, 2000).

Her problem için geçerli olabilecek evrensel bir YSA modeli kurulamamıştır. Bu nedenle her problem için, performansı etkileyen faktörlerin uygun değerlerinin deneysel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Benzer şekilde, diğer bir yapay zeka tekniği olan

\* University of Wisconsin, Production and Manufacturing Eng. Department, Madison, WI 53711.

\*\* Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bademlik, 26030 Eskişehir.

genetik algoritmalarda, problemin uygun bir kromozom yapısı ile modellenmesi ve uygun faktör değerlerinin belirlenmesi probleme bağlı olarak değişiklik göstermekte ve ancak deneysel yaklaşımlar ile çözümlenebilmektedir (Grefenstette, 1986). Bu tür faktörlerin uygun bileşimlerinin istatistiksel yöntemlerle belirlenmesinde, başarısı bir çok çalışma ile kanıtlanmış etkili bir teknik olan deney tasarımı kullanılmaktadır (Enke vd, 2000).

Fiziksel bir sistem matematiksel olarak modellenirken, sistem özellikleri denklemlerle ifade edilmekte ve gelecekte sistemin durumu ve içinde bulunacağı şartlar tahminlenmeye çalışılmaktadır. Ancak, çok sayıda faktörün söz konusu olduğu doğrusal olmayan sistem modellerinde, bir takım kabuller ve sadeleştirmeler yapmadan bütün denklem sistemini çözmek pratik olarak mümkün değildir (Oliveria vd, 2000). Güncel yaşamda bu derece önemli ve gerekli oluşunun yanında, tutarlı tahminleme yapmanın zorluğu, bu konuda bir takım özel yöntemlerin geliştirilmesine sebep olmuştur.

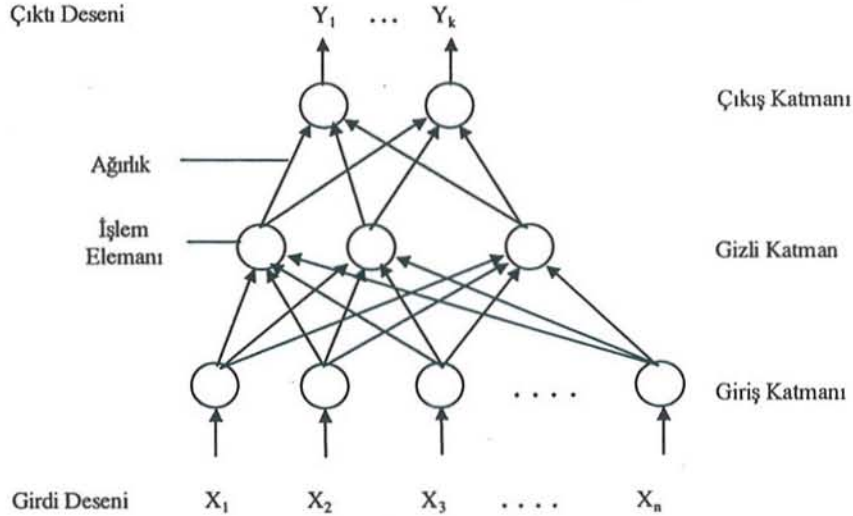
Geleneksel yöntemler, yanlış sonuçların elde edilmesi riski nedeniyle eksik ve/veya aşırı sapma içeren veriler için uygun değildir. Öte yandan, YSA yaklaşımı ise, verilere bağlı olmayıp; eksik, kısmen hatalı veya aşırı sapmalı verileri değerlendirebilir, hatta karmaşık ilişkileri öğrenebilir, genelleyebilir ve bu sayede daha önce hiç karşılaşmadığı sorulara kabul edilebilir bir hatayla cevap bulabilir. Bu özellikleri nedeniyle YSA tahminlemede etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. YSA ile kaynak yönetimi (Raggad, 1996), pazar belirleme (Venugopal ve Beats, 1994) gibi konularda yapılan çalışmalara ek olarak, otellerdeki oda devir hızının tahmini (Law, 1998), uluslararası hava taşımacılığındaki yolcu sayısının tahmini (Faraway ve Chatfield, 1998), finansal analiz ve ev fiyat tahmini (Daniels ve Kamp, 1999), enflasyon oranının tahmini (Aiken, 1999), öğrenci akademik başarı ortalamasının tahmini (McLauchlan vd., 1999), zaman serileri tahmini (Oliveira vd., 2000), firma iflaslarının tahmini (Nasir vd, 2001) gibi bir dizi başarılı tahminleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, dikkate alınan faktör sayısına bağlı olarak hem tam faktöriyel hem de kesirli faktöriyel tasarımlar için uygun ve klasik deney tasarımına alternatif olan Taguchi yöntemi kullanılarak, YSA performansını etkileyen faktörlerin uygun değerleri belirlenmiştir. Geliştirilen YSA, İMKB'de işlem gören Koç Holding hisse senedinin fiyatının tahmini amacıyla kullanılmıştır. Seçilen hisse senedinin fiyatını tahmin etmek amacıyla; döviz kuru, enflasyon oranları, İMKB-100 bileşik endeksi, işlem adedi ve işlem hacmi değerleri gibi bir takım ekonomik göstergelerin Ocak96-Aralık01 dönemine ilişkin değerleri derlenmiştir.

En iyi faktör değerleri Taguchi yöntemi ile belirlenen YSA kullanılarak gerçekleştirilen tahminlemelerden elde edilen sonuçlar; hem rassal olarak tasarlanmış bir YSA modelinin sonuçları hem de uzun dönem tahmin yapmaya imkan veren istatistiksel yöntemlerden olan regresyon analizinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

## 2. YAPAY SİNİR AĞLARI

İnsan beyninin düşünme, problem çözme ve tanıma gibi yeteneklerini sergileyecek biçimde geliştirilmiş bir matematiksel model olan YSA, insan beynindeki işlem elemanlarını temsil eden birimlerin bir araya gelmesi ile oluşur (Simpson, 1990). Bir YSA; bağlantı mimarisi (ağ topoloji), hesaplama dinamiği (etkinlik fonksiyonları) ve öğrenme dinamiği (öğrenme kuralları) olmak üzere üç elemandan oluşmaktadır (Masson ve Wang, 1990). Çok katmanlı bir YSA Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çok Katmanlı Bir YSA

Ağ yapısı, Şekil 1'de gösterildiği gibi, işlem elemanlarının yer aldığı katmanları ve katmanlar ve/veya katmanlarda yer alan işlem elemanları arasındaki bağlantıları içerir. Her YSA'da dış kaynaklardan gelen uyarıları alan bir giriş katmanı ve ağda türetilen uyarıları dışarıya göndermeyi sağlayan bir çıkış katmanı bulunur. Çözümü araştırılan probleme bağlı olarak belli sayıda işlem elemanının yer aldığı girdi ve çıktı katmanları arasında bulunan ve dış ortamla hiçbir etkileşimi bulunmayan ve gizli katman olarak tanımlanan bir katman yer alabilir (Simpson, 1990). İşlem elemanları arasındaki bağlantıların her biri, bağlantının gerilimini veya gücünü ve etkileşimini gösteren, pozitif veya negatif değer alabilen ağırlıklar ile temsil edilir.

Hesaplama dinamiği, çok sayıda birbiri ile bağlantılı işlem elemanlarının dışarıdan aldığı girdi desenlerini (uyarıları) işleyerek bu girdilere cevap niteliğinde bir çıktı deseni türetilmesine dayanır. Her bir işlem elemanının çıktısı, kendisine gelen uyarıların ağırlıklı toplamının belirli veya rassal nitelikli transfer fonksiyonlarından geçirilmesi ile elde edilir. Transfer fonksiyonu uygulamaya bağlı olarak seçilir (Caudill, 1988). Öğrenme dinamiği ise, sistemin bir bütün olarak istenen işlevi yerine getirecek şekilde bilginin depolandığı işlem elemanları ve/veya katmanlar arasındaki ağırlıklarının girdi-çıkış ilişkilerini en iyi düzeyde öğrenecek biçimde ayarlanması sürecidir (Simpson, 1990).

Bir YSA'nın performansı, sözü edilen öğrenme kurallarında yer alan ve kullanılan ağın yapısına bağlı olan bir dizi faktörden etkilenmektedir. Çok katmanlı bir YSA'daki katman sayısı ve katmanlarda yer alan işlem elemanı sayısı, ağın eğitilmesinde kullanılan genelleştirilmiş delta kuralında yer alan ve toplam hatayı en küçükleyecek biçimde öğrenme sırasındaki ilerleme hızını temsil eden öğrenme katsayısı ile öğrenme sırasında ilerleme yönünü veren momentum terimi bu tür faktörlerdir (Zurada, 1992; Anagün ve Liou, 1993). Öğrenme katsayısının düzgün bir yakınsamayı garanti edecek şekilde 0 ile 1 arasında seçilmesi önemli ve gereklidir. Öğrenme katsayısının büyük olması, ağın bütünsel en iyiye yakınsaması yerine bir yerel en iyi noktasına takılmasına neden olmaktadır. Öte yandan küçük öğrenme katsayısı yakınsamayı yavaşlatacağından ardıştırma sayısı artmaktadır (Fu, 1994).

Çok katmanlı bir YSA'da bir gizli katman kullanılması durumunda her türlü ilişki incelenebilmektedir (Burr, 1988). Sahip olduğu katman ve işlem elemanı sayısı yönüyle yeterince büyük olan bir ağ, rassal olarak seçilmiş bir karmaşık ilişkiyi temsil edebilmektedir. Ancak, ağın verilen problem için en iyi sonuçları verecek büyüklükte veya yapıda belirlenmesi gerekmektedir. Gizli katmandaki işlem elemanlarının sayısının az veya fazla olması, ağın ya bir iyiye yakınsamasını engelleyerek salınım yapmasına, dolayısıyla girdi-çıktı desenleri arasındaki ilişkiyi öğrenememesine ya da girdi-çıktı desenlerini ezberlemesine ve dolayısıyla başarının düşmesine neden olmaktadır (Bailey ve Thompson, 1990; Klimasauskas, 1989). Bir başka ifadeyle, YSA, veri yapısını kavrayacak ve sonuçta probleme ilişkin modeli oluşturacak bir büyüklükte olmalıdır.

Çok katmanlı YSA'da, en hızlı iniş algoritması mantığında geliştirilmiş geriyayılım algoritması kullanılmaktadır. Geriyayılım algoritmasında, adım büyüklüğüne ek olarak, ağın bir önceki ardıştırmadaki adım değişimlerini dikkate alarak uygun yönde bir yerel en iyi noktada takılmadan hata yüzeyinin en küçük noktasına doğru inilmesine imkan veren momentum terimi yer almaktadır. Öğrenme katsayısında olduğu gibi, 0 ile 1 arasında değer alan momentum terimi de çözümü araştırılan probleme uygun olarak belirlenmek durumundadır (Zurada, 1992).

Bütün bu faktörler, ağın genelleme yeteneği üzerinde etkilidirler. Genelleme, ağın, eğitim esnasında kullanılan veriler ile test aşamasında ağa girilen daha önce görmediği verilere karşı ürettiği sonuçların tutarlılığı veya uygunluğu ile ilişkilidir ve ağın yapısına büyüklüğüne, öğrenme algoritmasına, problemin karmaşıklığına, eğitim verilerinin kalitesine ve sayısına bağlıdır (Fu, 1994). Dolayısıyla, iyi bir genelleme için; veri sayısının ne olması, nasıl bir öğrenme algoritmasının kullanılması, ilgili faktörlerin değerlerinin ne olması, ağın nasıl bir yapı ve büyüklükte olması gerektiği çözümü aranan probleme uygun olarak araştırılmalıdır (Anagün, 1999).

Her biri kendisine ait ağ yapısına, hesaplama ve öğrenme dinamiğine sahip olmakla birlikte, YSA'lar kullandıkları öğrenme kurallarına bağlı olarak iki grupta incelenirler ve desen tanıma, sınıflandırma ve tahminlemeden, görüntü ve konuşma işleme, robot uygulamaları ve eniyileme konulara kadar bir çok alanda yoğun biçimde kullanılmaktadırlar (Siyahi ve Anagün, 1998).

İlgilenilen problem(ler)in çözümünde klasik yöntemlerin kullanılması, kimi durumlarda; zaman, para, donanım veya personel yönüyle pahalı ve elde edilen hassasiyet yönüyle yetersiz olabilir. YSA'lar, klasik yöntemlerin olmadığı, uygulanmasının uygun olmadığı veya uygulanması halinde elde edilen sonuçların yeterli olmadığı durumlarda, ilgilenilen problem(ler)in çözümünde etkilidirler (Caudill, 1993). Problemin yapısına olan bağımlılığın yanı sıra, YSA'lar aşağıda verilen yetenekleri nedeniyle klasik yöntemlere göre tercih edilmektedirler (Klimasauskas, 1989; Fu, 1994; Bose ve Liang, 1996):

- YSA'lar verilerden hareketle bilinmeyen ilişkileri veya veriler arasındaki içsel dinamikleri öğrenebilmekte ve kendilerini organize ederek yenileyebilmektedirler.
- Bellek ve işlem elemanı iç içe olup, paralel ve asenkronize bir çalışma söz konusudur.
- Bilgiler işlem elemanları arasındaki ağırlıklarda saklanır ve eğitim süreci uzun olmakla birlikte, test aşamasında reaksiyon zamanı oldukça kısadır.
- YSA'lar doğrusal olmadıkları için, karmaşık problemlere doğrusal tekniklerden daha iyi ve etkin biçimde çözüm üretirler.
- YSA'lar, işlem elemanları arasında yer alan ağırlıklardaki bozulma nedeniyle oluşacak hatayı tolere edecek, verilerde eksiklik olduğunda uygun sınıflandırmayı yapacak ve karar aşamasında bilginin yetersiz olması halinde birikimini kullanarak sonuç üretecek yetenektedirler.
- YSA'ların hafızasında yer alan verilerin özellikleri ile yeni karşılaşılan bir duruma ilişkin verinin ilişkilendirilmesi olarak tanımlanan genelleme yetenekleri vardır.

### **3. HİSSE SENEDİ FİYATI TAHMİN PROBLEMİ**

Hisse senetlerinin fiyatları rekabetçi bir ortamda arz ve talebe göre belirlenir. Hisse senetlerinin fiyatları; ekonomik faktörler, psikolojik faktörler ve diğer faktörler olmak üzere üç tür faktörden etkilenmektedir (Harrington, 1987).

Ekonomik faktörler içinde en önemlisi bileşik endekstir. Hisse senedi fiyatını etkileyen diğer ekonomik faktörlerin belirlenmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Berberoğlu vd (1992) tarafından yapılan araştırmaların sonucunda dolar kuru, mark kuru ve enflasyon oranının hisse senedi fiyatını etkilediği ortaya çıkmıştır. Hisse senedi fiyatını etkileyen diğer bir faktör de psikolojik faktördür. Firmalarla ilgili çıkan söylentiler, hükümet bunalımları, liderlerin vefatı, firmaların mali ve idari yapılarıyla ilgili çeşitli söylentilerin varlığı ve kişilerin tepkileri arz ve talep üzerinde olumlu ya da olumsuz etki yapabilmektedir (Sarı, 1992).

Bunların dışında hisse senedi fiyatları üzerinde takvim etkileri de söz konusu olabilmektedir. Takvim etkileri, sadece bir sektöre ait hisse senedi fiyatlarını etkileyen

mevsimsel etkiler veya bütün hisse senetlerinin fiyatlarını etkileyen belirli aylar veya günler olabilir. İMKB' de Ocak ayında görülen dalgalanma, diğer aylarda görülen dalgalanmaya göre daha yüksektir (Balaban vd., 1996). Benzer şekilde, hafta başı (Pazartesi Salı günleri) artış oranları, hafta sonu (Perşembe ve Cuma günleri) artış oranlarından genellikle daha düşüktür (Seler, 1996). İçeriden bilgilendirme de (firma içinden bazı bilgilerin sızdırılması) hisse senedi fiyatlarını etkileyen diğer bir faktördür.

Hisse senedi fiyatının gelecekteki seyrini ve böylece bir hisse senedinin uygun alım satım zamanını tahmin etme çabası, yatırımcıların en ısrarlı çabalarından biri olmuştur. Bu arayış, bilimsel olandan gizemli ve büyüleyici olana kadar birçok yöntem ortaya çıkarmıştır. Bugün, özellikle gelişmiş ülkelerde birçok ekonomik ve sosyal değişkeni dikkate alan oldukça kompleks ekonometrik modellerle hisse senedi fiyatını tahmin etmeye çalışan yatırımcılar bulunmaktadır (Özçam, 1996).

Hisse senedinin fiyatını ekonomik faktörlerden etkilenen arz ve talep belirlemektedir. Bu nedenle hisse senedinin fiyatını; işlem adedi, işlem hacmi, dolar kuru, mark kuru, bileşik endeks, TEFE, TÜFE gibi ekonomik göstergelerin değerlerindeki değişmelerin hisse senedi fiyatı hakkında bilgi verebileceği kabul edilmektedir.

#### 4. KOÇ HOLDİNG HİSSE SENEDİ FİYAT TAHMİNİNE İLİŞKİN VERİLERİN DÜZENLENMESİ

Koç Holding hisse senedi fiyatı ve tahmini için tercih edilen faktörlerin Ocak96-Aralık01 dönemine ilişkin değerleri; işlem adedi ve işlem hacmi için [www.analiz.com](http://www.analiz.com) internet sitesi; dolar-mark kurları için Yapı Kredi Bankası Yatırım Danışmanlığı Servisi; TEFE-TÜFE oranları için Garanti Bankası Yatırım Danışmanlığı Servisi; bileşik endeks için ise T.C. Merkez Bankası aracılığıyla elde edilmiştir.

Amaç geçmiş aylara ait verileri kullanarak izleyen ayda hisse senedinin fiyat değerini tahmin etmektir. Literatürde bu şekildeki tahminlerde, hisse senedinin fiyatını tahmin etmek için önceki üç aya ilişkin fiyat değerleri de alınmaktadır (Altuğ, 1994). Böylece tahmin yapılırken, belirtilen ekonomik göstergelere ek olarak, hisse senedinin sadece bir önceki aydaki değil, son üç aydaki fiyat seyrine de bakılmakta ve fiyatın o dönemdeki eğilimleri değerlendirmeye katılmaktadır. Buna göre; (t), (t+1), (t+2) aylarındaki hisse senedi fiyat verileri de girdi grubuna dahil edilerek, (t+3) ayındaki fiyat çıktı olarak incelenmektedir. Bu düşüncenin etkisiyle, Koç Holding için dikkate alınan ekonomik göstergelere ek olarak fiyat değişkenlerini içerecek üç sütun oluşturulmuştur. Her yeni sütun bir öncekinden bir ay ilerisini gösterecek şekilde kaydırma yaparak elde edilmiştir. Hisse senedinin (t) ayı fiyatının yanına, (t+1) ve (t+2) sütunları, en sona (t+3) ayı sütunları eklenerek, hisse senedi fiyatını etkileyecek toplam değişken sayısı 10'a çıkarılmıştır.

Derlenen verilerdeki eğilim ve şiddetli dalgalanmaların etkisini azaltmak, aynı zamanda da YSA'ya uygun veri biçimini elde edebilmek için, orijinal veriler çeşitli

dönüşümlere tabi tutulmuştur. Transfer fonksiyonu olarak seçilen hiperbolik tanjant fonksiyonun  $[-1, 1]$  aralığında değer alıyor olmasından dolayı mevcut verilerin değişim oranları;

$$C_i = \frac{[b_i - b_{(i-1)}]}{b_{(i-1)}}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve böylece derlenen tüm verilerin değerleri transfer fonksiyonu için uygun olan tanım aralığına indirgenmiştir. Hesaplama kullanılan yöntem nedeni ile Ocak96 ve Aralık01 dönemlerine ilişkin değişim oranları hesaplanamamıştır. Değişim oranlarına göre düzenlenmiş verileri örneklemek amacıyla Şubat96-Haziran96 dönemi verileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Şubat96-Haziran96 Dönemi İçin Değişim Oranlarına Göre Düzenlenmiş Veriler

Tarih	(t)	(t+1)	(t+2)	İ. Adedi	İ. Hacmi
Şubat96	0.032079	-0.12625	0.012601	0.575525	0.781621
Mart96	-0.12625	0.012601	0.093867	-0.32058	-0.23225
Nisan96	0.012601	0.093867	0.195018	1.906775	3.291835
Mayıs96	0.093867	0.195018	0.370742	0.374172	0.941644
Haziran96	0.195018	0.370742	0.45854	-0.23846	-0.40805
B. Endeks	Dolar	Mark	TÜFE	TEFE	(t+3)
0.203814	0.009569	0	0.024691	0.021053	0.093867
0.212395	0.052125	0.075089	-0.45783	-0.40206	0.195018
0.037645	0.077744	0.063193	0.244444	0.224138	0.370742
-0.0562	0.05	0.010574	0.089286	0.140845	0.45854
0.042641	0.051108	0.049714	-0.2623	-0.49383	-0.20269

Tablo 1'de görüldüğü gibi, ekonomik göstergeleri ve ilgili dönemlere ilişkin fiyat değişimlerini içeren 10 ve tahmin edilmek istenen (t+3)'üncü döneme karşı gelen bir değişkenden oluşan veri dosyası elde edilmiştir. Girdi katmanında 10 girdi ve çıktı katmanında 1 işlem elemanına sahip bir YSA ile yapılacak denemelerde kullanılmak üzere, toplam 70 veri deseninin; ilk 59 tanesi (Şubat96-Aralık00 dönemi) eğitim, son 11 tanesi de (Ocak01-Kasım01 dönemi) test verisi olarak iki gruba ayrılmıştır.

## 5. TAGUCHI YÖNTEMİ İLE YAPAY SINIR AĞI PERFORMANSINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN UYGUN DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Taguchi, çok sayıda değişkenin az sayıda deney ile süreç performansı üzerindeki etkisinin araştırılmasında, diğer tasarımlara kıyasla daha etkin olan ortogonal dizilerin kullanımını önermektedir (Antony ve Roy, 1999). Öte yandan, Taguchi tarafından geliştirilen ve hem tam hem de kesirli faktöriyel tasarımlarda kullanılan Taguchi yöntemi; özellikle yüksek mertebeden etkileşimlerin incelenmesi, rassallaştırma ve bloklara ayırma gibi konularda yetersizliği nedenleriyle daha ziyade üç düzeyli tasarımlarda kullanılmaktadır (Fowlkes ve Creveling, 1995).

Gerek kalite tasarımında ve gerekse hem ürünün imalatı aşamasında hem de kullanımında söz konusu olan değişkenliği azaltacak şekilde mükemmel (robust) tasarım elde edilmesi için, Ross (1988), Taguchi yöntemi mantığına uygun yedi adımdan oluşan bir yaklaşım önermektedir. YSA performansını etkileyen faktörlerin uygun değerlerinin araştırıldığı bu çalışma, ilgili yaklaşıma uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

### **Adım 1 : Değerlendirilecek Faktör ve/veya Etkileşimlerin Seçilmesi**

Bu adımda, söz konusu olan problem ve bu problemin çözümüne ilişkin amaç ortaya konulduktan sonra; beyin fırtınası, süreç akış şeması, süreç haritası ve sebep-sonuç diyagramı gibi yöntem ve teknikler kullanılarak, ilgilenilen performans karakteristiğine etkisi olan faktör ve/veya bileşik etkiler seçilmektedir.

Çalışmada; YSA'nın eğitim aşamasında farklı faktör düzeyleri için türettiği ortalama hata değeri performans karakteristiği olarak seçilmiş ve seçilen karakteristiğin en küçülenmesi amaçlanmıştır. YSA'larda böyle bir performans karakteristiği bir dizi faktörden etkilenmektedir. Çalışma kapsamında; kabul edilebilir hata düzeyi denemeler boyunca 0.05 değerinde tutularak, verilere uygunluğu nedeniyle transfer fonksiyonu için hiperbolik tanjant seçilerek ve bir gizli katman içeren YSA oluşturularak dört faktör dikkate alınmıştır.

### **Adım 2 : Faktör Düzeylerinin Seçilmesi**

YSA'nın performansına etki eden faktörlere ilişkin olarak literatürde yapılan açıklamalar ışığında; öğrenme katsayısı ve momentum terimi için [0.1, 0.5], gizli katmandaki işlem elemanı sayısı için [3, 7] aralığında değerler atanmıştır. Eğitim algoritması faktörü için ise, denemelerde kullanılan Qwicknet programında yer alan ve öğrenme katsayısı, momentum terimi gibi YSA'nın hesaplama dinamiğini oluşturan faktörlerin kullanıcı tarafından belirlendiği üç algoritma seçilmiş ve faktörlerin düzeyleri Tablo 2'de verilmiştir:



Tablo 2. Seçilen Faktörler ve Düzeyleri

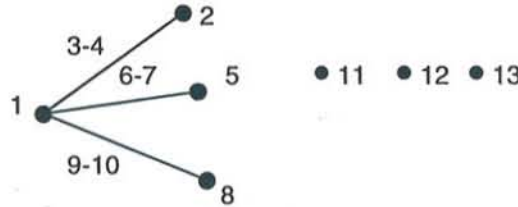
Faktör	1. Düzey	2. Düzey	3. Düzey
A Öğrenme Katsayısı	0.1	0.3	0.5
B Momentum Terimi	0.1	0.3	0.5
C Gizli Katman İşlem Elemanı Sayısı	3	5	7
D Eğitim Algoritması	Geriyayılım	Rassal geriyayılım	Parti geriyayılım

### Adım 3 : Uygun Ortogonal Dizinin Seçilmesi

Bu adımda, Taguchi tarafından tasarlanmış ortogonal dizilerden, ilgilenilen performans karakteristiğine etki eden faktörler ve düzeyleri dikkate alınarak bir ortogonal dizi seçilmektedir. Ortalama hata değerine üç-düzeyle dört faktörün etkili olduğu dikkate alındığında;  $L_{81}(3^{40})$  ve  $L_{27}(3^{13})$  şeklinde iki farklı tasarım alternatifleri söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada, yüksek mertebeden bileşik etkiler göz önüne alınmadığından,  $L_{27}(3^{13})$  ortogonal dizisi seçilmiştir.

### Adım 4 : Faktör ve/veya Bileşik Etkilerin Sütunlara Atanması

Faktör ve/veya bileşik etkilerin seçilen ortogonal diziyeye göre sütunlara atanmasında, Taguchi tarafından geliştirilen doğrusal grafikler (linear graphs) veya üçgen tablolar (triangular tables) kullanılmaktadır. İncelenmek istenen faktör ve/veya bileşik etkilerin sayısına bağlı olarak kesirli faktöriyel tasarıma yönelik farklı tasarımlar için geliştirilmiş doğrusal grafikler söz konusudur. Seçilen doğrusal grafik, etkisi araştırılmak istenen faktör ve/veya bileşik etkiler dikkate alınarak uygun şekilde düzenlenebilmektedir.  $L_{27}(3^{13})$  ortogonal dizisi için düzenlenen doğrusal grafik Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2.  $L_{27}(3^{13})$  Ortogonal Dizisi İçin Kullanılan Doğrusal Grafik

İlgilenilen performans karakteristiği için, Şekil 2’de verilen doğrusal grafik dikkate alınarak; asıl faktörler (A, B, C ve D) sırasıyla; 1., 2., 5. ve 8. sütunlara, bileşik etkiler (AB, AC, AD) sırasıyla; 3-4, 6-7, 9-10 numaralı sütunlara karşılık gelecek şekilde tasarım matrisi oluşturulmuş ve 11-13 numaralı sütunlar hata terimine aktarılmak üzere boş bırakılmıştır.

**Adım 5 : Testlerin Yapılması**

Bu adımda, belirlenen tasarım temelinde deneyler gerçekleştirilmekte ve seçilen performans karakteristiğine ilişkin gözlem değerleri elde edilmektedir. Belirlenen faktör ve düzeyleri dikkate alınarak toplam 27 deney yapılmış ve YSA ile eğitim süreci tamamlandığında elde edilen eğitim hatası değerleri kaydedilmiştir.

**Adım 6 : Sonuçların Analiz Edilmesi**

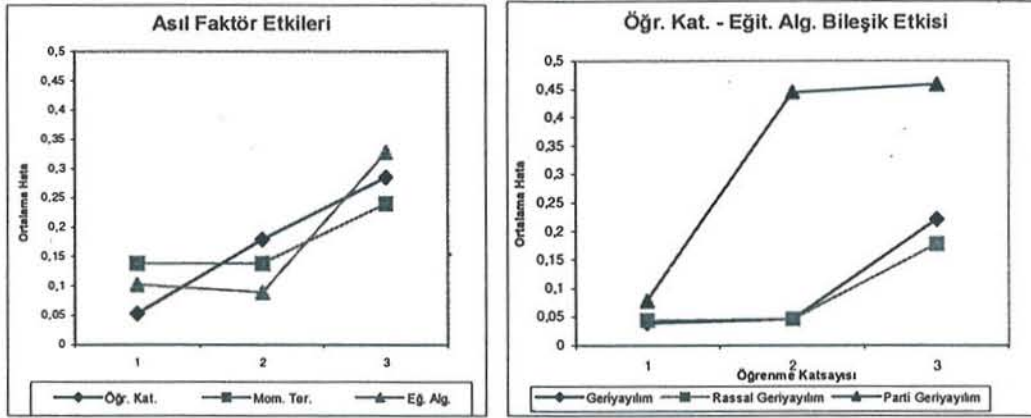
Elde edilen gözlem değerlerinin analizinde, varyans analizi ve asıl faktör ve/veya bileşik etkilerin düzeylere göre ortalama etkilerini gösteren grafikler kullanılmaktadır. Veriler için ANOVA programı ile elde edilen varyans analizi sonuçları Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 3. Varyans Analizi Sonuçları

Kaynak	Birleştirildi?	SS	sd	MS	F	% katkı
A	H	0.24284	2	012142	16.49728	24.71
B	H	0.06274	2	0.03137	4.26223	5.20
AB	H	0.07111	4	0.01778	2.41576	4.51
C	E	0.00378	2			
AC	E	0.03088	4	0.00772		
D	H	0.32300	2	0.16150	21.94293	32.40
AD	H	0.13503	4	0.03376	4.58696	11.44
HATA	-	0.08836	12	0.00736		20.73
TOPLAM	-	0.92309	26			

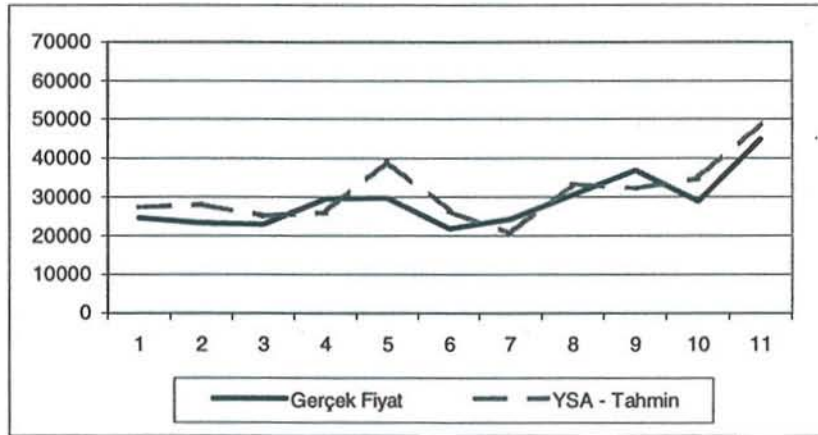
Elde edilen F değerleri, ilgili serbestlik dereceleri dikkate alınarak %5 anlam düzeyinde test edilecek olursa,  $F_{0,05;2;12}=3.89$  ve  $F_{0,05;4;12}=3.26$  için; A, B ve D faktörleri ile AD bileşik etkisinin kritik olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Öte yandan, Tablo 3'ün son sütununda yer alan ve varyans analizi tablosundaki her bir bileşenin toplam varyans içindeki payını ifade eden % katkı değerleri dikkate alınır, kritik olan faktörler ve bileşik etkinin uygun değerlerinin belirlenmesi ile toplam değişkenlikte %74.75 oranında azalmanın sağlanabileceği görülmektedir.

Kritik olduğuna karar verilen faktör ve bileşik etkilerin uygun değerlerinin belirlenmesi için ortalama etki grafikleri dikkate alınmıştır. Varyans analizine göre kritik olan asıl faktör ve bileşik etkilere ilişkin ortalama etki grafikleri Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Kritik Olan Faktör ve Bileşik Etkilerin Ortalama Etki Grafikleri

Yapılan deneyler ve ilgili grafiklerin analizi sonucunda; asıl faktörlerden öğrenme katsayısı, momentum terimi ve eğitim algoritması ile öğrenme katsayısı-eğitim algoritması bileşik etkisinin performans karakteristiği olan ortalama hata üzerinde kritik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Kritik faktörlerin uygun değerleri dikkate alınarak belirlenen A1B1C3D2 bileşimi (öğrenme katsayısı: 0,1, momentum terimi: 0,1, işlem elemanı sayısı: 7, algoritma: rassal geri yayılım) kullanılarak yapılan tahminleme sonuçları (ortalama tahmin hatası %15,13) ile gerçekleşen fiyat değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil.4'de verilmiştir.



Şekil 4. Gerçek ve Tahmini Fiyatların Karşılaştırılması (YSA)

### **Adım 7 : Doğrulama Denei(ler)inin Yapılması**

Gerçekleştirilen uygulamanın bir ürünün imalatı aşamasındaki değişkenliği azaltarak mükemmel bir tasarım elde edilmesi şeklinde olmaması nedeniyle, bu adımda, uygun faktör değerleri belirlenmiş YSA kullanılarak ilgili döneme ilişkin olarak yapılan tahminler ile gerçekleşen fiyat değerleri karşılaştırılmıştır. Tahminlerdeki ortalama %15.13 tahmin hatası ve gerçekleşen fiyat değerlerine uygun bir seyrin elde edilmiş olması YSA'nın performansını etkileyen faktörlerin değerlerinin uygun olarak belirlendiğini ve seçilen hisse senedinin izleyen dönemlerdeki fiyat değerlerinin tahmininde kullanılabileceğini göstermektedir.

YSA'nın performansına etki eden faktörlerin açıklandığı gibi sistematik bir şekilde belirlenmesi yerine, rassal olarak tasarlanmış YSA ile fiyat tahminlerinin yapılması halinde, tahmin sonuçlarının faktör değerlerinden etkilenip etkilenmediğini araştırmak amacıyla; öğrenme katsayısı 0.3, momentum terimi 0.1, gizli katmandaki işlem elemanı sayısı 7 ve eğitim algoritması parti geriyayılım olan bir YSA ile aynı döneme ilişkin tahminler yapılmış ve ortalama tahmin hatası %34.42 olarak elde edilmiştir.

Taguchi yöntemi kullanılarak, YSA performansına etki eden faktörlerin en iyi değerlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmanın, tahmin sonuçları üzerindeki etkisi, hisse senedi fiyat tahmin problemi için %1-2 mertebesinde bir iyileşmenin bile önemli olduğu dikkate alınır, daha net anlaşılmaktadır.

### **6. ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON MODELİ İLE KOÇ HOLDİNG HİSSE SENEDİ FİYAT TAHMİNİ**

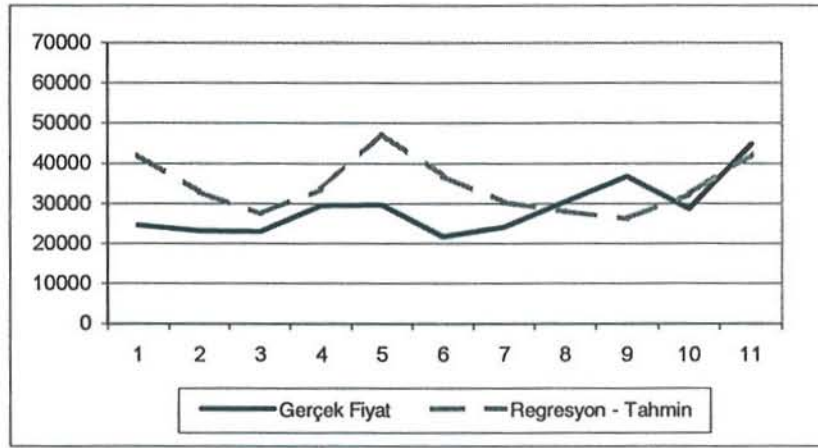
Hisse senedi fiyatı üzerinde ekonomik göstergeler olarak adlandırılan; işlem adedi ve hacmi, dolar ve mark kuru, TEFE-TÜFE oranları, bileşik endeks değeri ve senedin önceki üç aya ilişkin fiyat değerleri gibi göstergelerin etkisini incelemek ve YSA ile elde edilmiş tahmin sonuçlarıyla karşılaştırmak amacıyla çoklu doğrusal regresyon modeli oluşturulmuştur.

Çoklu doğrusal regresyon modeli ile seçilen hisse senedi fiyatının tahmini işlemi için hazırlanan veri gruplarından, fiyatın izleyen ay gerçekleşecek değeri ile arasındaki korelasyon ilişkisi en yüksek olan değişkenlerin belirlenebilmesi için stepwise regresyon uygulanmış ve Minitab paket programıyla yapılan analiz sonrasında; değişken adları ve katsayı değerleri Tablo.4'de belirtilen regresyon modeli elde edilmiştir.

Tablo 4. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları

Bağımsız Değişken	Değişken	Katsayılar
Sabit		2365.1
(t+2)	X <sub>3</sub>	0.38934
İŞLEM ADEDİ	X <sub>4</sub>	-0.00001551
İŞLEM HACMİ	X <sub>5</sub>	0.00000115
B.ENDEKS	X <sub>6</sub>	1.2197

Elde edilen modelin belirlilik katsayısı %98.56 olarak gerçekleşmiştir. Regresyon denkleminin tutarlılık testi (p=0.000) denklemin bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayabilir nitelikte olduğunu göstermektedir. Belirlenen regresyon modeli ile yapılan tahminlemede ortalama hata %32.30 olarak gerçekleşmiştir. Çoklu doğrusal regresyon modelini kullanılarak ilgili döneme (Ocak01-Kasım01) ilişkin elde edilen tahmin sonuçları ile gerçekleşen fiyat değerleri Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Gerçek ve Tahmini Fiyatların Karşılaştırılması (Regresyon Analizi)

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Taguchi yöntemi kullanılarak YSA performansını etkileyebilecek faktörlerin uygun değerleri belirlenmiş ve İMKB’de işlem gören Koç Holding hisse senedinin fiyatı, Ocak96-Aralık01 dönemine ilişkin olarak derlenmiş ekonomik göstergeler dikkate alınarak, YSA yaklaşımıyla tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Performansı etkileyen faktörlerin değerleri rassal olarak belirlenmiş bir YSA ile yapılan tahminleme sonucunda %34.42 düzeyinde bir tahmin hatası söz konusu olmakla birlikte, ilgili faktörlerin uygun değerleri Taguchi yöntemiyle belirlenmiş YSA modeli ile yapılan tahminlerde %15.13 düzeyinde bir tahmin hatası elde edilmiştir. Belirlilik katsayısı %98.56 olan bir regresyon modeli kullanılarak, aynı döneme ilişkin olarak yapılan tahminlerde %32.30 düzeyinde tahmin hatası gerçekleşmiştir. Her bir uygulamadan elde

edilen tahmin hataları, verilerin eksik veya aşırı sapmalar gösterdiği durumlardaki performansı ve doğrusal olmayan ilişkileri öğrenebilme yeteneği sayesinde uygun faktör değerleri belirlenmiş YSA'nın, regresyon analizine kıyasla daha tutarlı tahminler yapabileceğini göstermektedir.

Taguchi yöntemi kullanılarak belirlenen kritik faktör ve bileşik etkileri ile farklı transfer fonksiyonunu ve gizli katman sayısını içerecek şekilde yeni bir tasarım oluşturularak, faktör düzeylerinin değer alabildikleri değişim aralığı daraltılıp daha hassas değerler bulunabilir ve YSA'nın performansı iyileştirilebilir. Bu şekilde YSA'nın daha gerçekçi değerler türeterek tahmin yapması sağlanabilir. Uygun olan göstergeler için aylık veriler yerine günlük veya haftalık veri kullanılması, veriler arasındaki aşırı dalgalanmalar azalacağından, tahmin hatasını azaltıcı yönde etki yaratabilir. Ayrıca, hisse senedi fiyatının diğer hisse senetlerinin fiyatlarındaki değişimden etkilenme durumu, çalışmaya eklenecek yeni veriler ile incelenebilir. Geçmiş dönemlerdeki veriler incelenerek büyük dalgalanmaların sebepleri araştırılabilir ve mümkün olduğu ölçüde önemli olaylar değerlendirilip sayısallaştırılarak bu veriler de girdi desenlerine dahil edilebilir.

Özellikle hisse senedi fiyatını etkileyen ekonomik ve/veya psikolojik faktörlerin değerlendirilmesindeki yetersizliğin etkisini azaltacak biçimde, YSA ile etkileşimli bir şekilde çalışacak bir uzman sistem tasarlanabilir. Bir anlamda melez (hybrid) sistemler olarak ifade edilen böylesi bir yapı ile, uzman sistemlerin sahip olabildiği uzman bilgisiyile, YSA'ların doğrusal olmayan ilişkileri öğrenebilme ve çıkarsama yapabilme yetenekleri birleştirilerek daha başarılı sistemler oluşturulabilir.

## KAYNAKLAR

- AIKEN, M. (1999), *Using A Neural Network to Forecast Inflation, Industrial Management and Data Systems*, 99: 7, 296-301.
- ALTUĞ, S. (1994), *Price Prediction in İMKB Using Neural Networks*, MBA Thesis, Bilkent University, Ankara.
- ANAGÜN, A.S. (1999), *Bilgi Güvelliğinin Sağlanmasında Kullanıcı Özelliklerine Dayalı Bir Yapay Sinirsel Ağ Yaklaşımı*, *Endüstri Mühendisliği*, 10: 4, 3-11.
- ANAGÜN, A.S., LIOU, Y.H.A. (1993), *A Neural Network Application for Apnea Recognition: A Preliminary Study*, *ASME Intelligent Engng System through Artificial Neural Networks*, 3, 321-326.
- ANTONY J., ROY, R.K. (1999), *Improving The Process Quality Using Statistical Design of Experiments: A Case Study*, *Quality Assurance*, 6, 87-95.
- BAILEY, D., THOMPSON D. (1990), *How to Develop Neural Network Applications*, *AI Expert*, 38-47.

- BALABAN, E., CANDEMİR, H.B., KUNTER, K. (1996), *İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Aylık Dalgalanma Tahmini, Sermaye Piyasası ve İMKB Üzerine Çalışmalar*, İşletme ve Finans Yayınları, Ankara.
- BERBEROĞLU, N., ARSLAN, S., AFŞAR, M. (1992), *Hisse Senetlerinde Değerleme Yöntemleri ve Türkiye'de Hisse Senetlerinin Fiyatlarını Belirleyen Faktörlerin Analizi*, Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10, 1-34.
- BOSE, N.K., LIANG, P. (1996), *Neural Network Fundamentals with Graphs, Algorithms, and Applications*, McGraw-Hill, New York.
- BURR, D. J. (1988), *Experiments on Neural Net Recognition of Spoken and Written Text*, IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 36: 7, 1162-1168.
- CAUDILL, M. (1993), *What is a Neural Network?*, AI Expert, 7-14.
- CAUDILL, M. (1988), *Neural Network Premier, Part-I*, AI Expert, 2-7.
- DANIELS, H., KAMP, B. (1999), *Application of MLP Networks to Bond Rating and House Pricing*, Neural Computation and Applications, 8, 226-234.
- ENKE, D. , DIWE, P., VAITIANATHASAMY, S. (2000), *Factorial Design For Developing Feed Forward Neural Network Architectures*, ASME Intelligent Engng System through Artificial Neural Networks, 10, 109-114.
- FARAWAY, J., CHATFIELD, C. (1998), *Time Series Forecasting with Neural Networks: A Comparative Study Using the Airline Data*, Application Statistics, 47: 2, 231-250.
- FOWLKES, W.Y, CREVELING, C.M. (1995), *Engineering Methods for Robust Product Design Using Taguchi Methods in Technology and Product Development*, Canada: Addison-Wesley Publishing Company.
- FU, L. M. (1994), *Neural Networks in Computer Intelligence*, New York: McGraw-Hill.
- GREFENSTETTE, J. (1986), *Optimization of Control Parameters for Genetic Algorithms*, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 16, 122-128.
- HARRINGTON, D. (1987), *Modern Portfolio Theory*, New Jersey: Prentice Hall.
- KLIMASAUSKAS, C. C. (1989), *An Introduction to Neural Networks*, Part III: Training a Neural Network, PC AI, 20-24.
- LAW, R. (1998), *Room Occupancy Rate Forecasting: A Neural Network Approach*, International Journal of Contemporary Hospitality Management, 10: 6, 234-239.
- MASSON, E., WANG, Y. J. (1990), *Introduction to Computing and Learning in Artificial Neural Networks*, European Journal of Operational Research, 47: 1, 1-28.

- MCLAUCHLAN, R.A., WECKMAN, G.R., PALLERLA, S., VEGALETI, V. (1999), *Predicting Student Academic Success in the Engineering Curriculum at Texas A&M University Kingville Using Neural Networks*, ASME Intelligent Engng System through Artificial Neural Networks, 9, 1183-1188.
- NASIR, M.L., JOHN, R.I., BENNETT, S.C., RUSSELL, D.M. (2001), *Selecting the Neural Network Topology for Student Modelling of Prediction of Corporate Bankruptcy*, Campus Wide Information Systems, 18: 1, 13-22.
- OLIVERIA, K.A., VANNUCCI, A, SILVA, E.C. (2000), *Using Artificial Neural Networks to Forecast Chaotic Time Series*, Physica A, 284, 393-404.
- ÖZÇAM, F. (1996), *Teknik Analiz ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, Sermaye Piyasası Kurulu, Ankara.*
- RAGGAD, B.G. (1996), *Neural Network Technology for Knowledge Resource Management, Management Decision*, 34: 2, 20-24.
- ROSS, P.J. (1988), *Taguchi Techniques for Quality Engineering*, New York: McGraw-Hill.
- SARI, Y. (1992), *Borsada Teknik Analiz*, İstanbul: Scala Yayıncılık & Tanıtım A.Ş.
- SELER, İ.T. (1996), *Haftanın Günleri: İMKB' ye Etkileri Üzerine Bir İnceleme, Sermaye Piyasası ve İMKB Üzerine Çalışmalar*, İşletme ve Finans Yayınları, Ankara.
- SIMPSON, P.K. (1990), *Artificial Neural Systems: Foundations, Paradigms, Applications, and Implementations*, New York: Pergamon Press.
- SİYAHİ, B., ANAGÜN, A.S. (1998), *Sismik Sıvılaşma Potansiyelinin Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Yedinci Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı*, 552-561.
- VENUGOPAL, V., BAETS, W. (1994), *Neural Networks and Statistical Techniques in Marketing Research: A Conceptual Comparison*, Marketing Intelligence and Planning, 12: 7, 30-38.
- ZURADA, J. M. (1992), *Introduction to Artificial Neural Systems*, St. Paul: West Publishing.



## Analyzing Performance of Artificial Neural Networks by Taguchi Methods: Forecasting Stock Market Prices

### ABSTRACT

*A wide variety of statistically based forecasting methods have been developed depending on the nature of the problem concerned. An Artificial Neural Network (ANN), one of the artificial intelligence techniques, is considered to be a powerful tool for recognition, classification, forecasting, and optimization. The design of an ANN architecture has been widely recognized as an important issue in the literature. In this paper, Taguchi method was used to analyze the factors that affect the performance of an ANN and to determine appropriate values of the factors regarding to improving the performance of an ANN. A stock, namely Koç Holding, has been chosen from IMKB for an application purpose and the optimized ANN has been applied to forecast prices of the selected stock using data in the period of Jan96-Dec01. In order to determine efficiency of the approach and to emphasize the necessity of performance optimization in ANN, the result obtained was compared with a randomly designed ANN and the multiple regression model.*

**Key Words:** Taguchi Method, Artificial Neural Network, Regression Analysis, Forecasting, Stock.