

# HİSSE SENEDİ FİYAT HAREKETLERİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ İLE TAHMİN EDİLMESİ\*

## **Abstract.**

### ***Estimating stock market movements with neural network approach***

*In developing countries like Turkey, many kinds of different speculative movements which cause rigid up and down movements in stock market make the proper estimation of the shares difficult. Financial analysts use various methods to determine share prices. Neural network analysis is one of them that became popular and used frequently in recent years. In this paper, we estimated the Istanbul stock market index by using neural network approach. In the application, performance of the neural network approach seems to higher than regression analysis.*

*Keywords: Neural networks, stock market, estimate*

## **ÖZET**

Türkiye gibi gelişmekte olan piyasalarda her türlü spekülâtif hareketin yaşanması bu borsalarda iniş ve çıkışların çok yüksek olmasını ve dolayısıyla hisse senedi fiyat hareketlerinin tahmin edilmesini güçleştirmektedir. Finansal analistler hisse senedi fiyat hareketlerini belirlerken çeşitli yöntem ve metotlardan yararlanmaktadırlar. Yapay sinir ağları yöntemi son zamanlarda diğer bilimsel alanlarda olduğu gibi finans alanında da sıkça kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Bu çalışmada yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak borsa endeksini tahmin etmeye yönelik İMKB’de bir uygulama yapılmıştır. Uygulama sonucunda, yapay sinir ağları yönteminin performansı regresyon yöntemine göre daha yüksek çıkmıştır.

Anahtar kelimeler : Sinir ağları, hisse senedi piyasası, tahmin

## **GİRİŞ**

Yapay sinir ağları son yıllarda bir çok alanda sıkça kullanılan bir yöntemdir. Yapay sinir ağlarının en belirgin özelliği, insan beyninin çalışma prensibini simüle etmeye çalışmasıdır. Bu özellik yapay sinir ağlarının diğer geleneksel yöntemlerden ayıran en önemli özelliğidir.

---

\* Meltem Karaatlı, İbrahim Güngör, Yusuf Demir, Şeref Kalaycı – Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F İşletme Bölümü

Yapay sinir ağı, portföy yönetimi, borsa endeksi, altın, döviz veya hisse senedi fiyat tahmini gibi değişik alanlarda uygulanan bir yöntemdir. Yapay sinir ağlarının geçmiş bilgi ve deneyimlerden yararlanması, karmaşık ilişkileri öğrenebilmesi özelliği nedeniyle tahmin problemleri için tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir (Bayrakçı, 1997:1-2).

Hisse senetleri, sermaye piyasasında işlem gören menkul kıymetler içerisinde en riskli ve getirisi de en fazla olan yatırım aracıdır. Ekonomik, siyasî ve sosyal gelişmelerden çabuk etkilenmekte ve tepki vermektedirler. Bugüne kadar, özellikle ekonomik faktörlerin hisse senetleri fiyatlarını ne ölçüde ve hangi yönde etkilediği konusunda çok çeşitli yöntemler kullanılarak araştırmalar yapılmış ve yapılmaktadır.

Bu çalışmanın amacında, yapay sinir ağı yöntemi kullanılarak borsa endeksi tahmin edilmeye çalışılmış ve İMKB'da bir uygulama yapılmıştır. Ayrıca, regresyon yöntemi de uygulanarak iki yöntemin tahmini sonuçları karşılaştırılmıştır. Hipotezimiz, yapay sinir ağı yönteminin daha iyi olup olmadığını araştırmaktır.

### **1- Literatür**

Yapay Sinir Ağları son on yıldır hisse senedi fiyat tahmininde kullanılmaktadır. Bu alanda ilk çalışma Kimoto ve arkadaşları tarafından Tokyo Borsası'nda endeks tahmini için yapılmıştır. Yine Tokyo Borsası'nda Mizuno ve arkadaşları yapay sinir ağı yöntemi kullanarak al ve sat hareketlerini %63 doğrulukla tahmin etmişlerdir (Egeli, 2003).

Lawrence, Johannesburg Borsası'nda hisse senetlerinin fiyat tahmini için yapay sinir ağlarını kullanarak 63 tane değişkenin modele dahil edilebileceğini ifade etmiş ancak, bu değişkenlerden birçoğunun kullanılmasının gereksizliğini belirtmiştir. Lawrence, faiz oranları, ithalat-ihracat rakamları, altın fiyatı, döviz kuru, borsa endeksi gibi değişkenlerin kullanılabilirliğini belirtmiştir (Lawrence, 2003). Hosein de, Tahran Borsa Endeksi'ni tahmin etmek için yapmış olduğu çalışmada çok fazla değişkene ihtiyaç olmadan teknik ve temel faktörler kullanılarak iyi bir tahmin yapılabilirliğini ve yıllık getirilerin hesaplanabilirliğini belirtmiştir (Hosein, 2003). Lawrence, ayrıca etkin piyasa hipotezinin hisse senedi fiyatlarının tahmin edilemeyeceğine yönelik görüşünün doğru olmadığını ve hisse senedi fiyatlarının tahmininde geleneksel tahmin yöntemlerine kıyasla yapay sinir ağlarının daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur (Lawrence, 2003).

Cao, Leggio ve Sehniederjans da Lawrence gibi etkin piyasa hipotezinin aksine hisse senedi fiyat hareketlerinin tahmin edilebileceğini ve tahmin konusunda doğrusal

modellerin tahmin gücü ile tek değişkenli ve çok değişkenli yapay sinir ağı modellerinin karşılaştırması yapıldığında, yapay sinir ağlarının geleneksel yöntemlere göre daha yüksek performans gösterdiğini Çin gibi gelişmekte olan bir piyasada test etmişlerdir (Cao, 2004). Aynı şekilde, Bautista da yapay sinir ağları ile temel ve teknik analiz değişkenlerini kullanarak yapılan tahminin etkin piyasa hipotezinin sonuçlarından daha anlamlı olduğunu ileri sürmüştür (Bautista, 2003).

Chen, Leung ve Daouk ise, Taiwan Borsası piyasa endekslerinin getirilerinin tahmini için yapmış oldukları çalışmada fiyat hareketlerinin yönünü yapay sinir ağları yöntemini kullanarak etkili bir şekilde tahmin etmişler ve buna göre yatırım stratejileri belirlemişlerdir. Çalışmalarında Ocak 1982-Ağustos 1992 yılları arasında kısa dönemli faiz oranı, endeks getirisi, tüketim düzeyi, milli büyüme ve yerli ürünler, tüketici fiyatı ve üretim düzeyi değişkenlerini dikkate almıştır. (Chen, 2002).

Phua ve arkadaşları ise, genetik algoritma (genetic algorithm) ile birlikte sinir ağlarını uygulayarak %81 lik bir doğrulukla Singapur Borsası'nı ve piyasa yönünü tahmin etmişlerdir (Egeli, 2003).

Bautista, Philippine Borsa Endeksi'ni tahmin etmek için yapmış olduğu çalışmasında 1987-2000 yılları arasında temel ve teknik analiz verilerinin haftalık değerlerini kullanmıştır. Kullanılan verilerde tahmindeki sapmalar açısından kısa dönemli aralıkların rasgele alınan aralıklara göre fazla farklılık göstermediğini ancak, kısa dönemli aralıkların uzun dönemli aralıklardan daha iyi sonuçlar verdiğini açıklamıştır (Bautista, 2003).

Türkiye'de ise, yapay sinir ağları genellikle finansal başarısızlığı tahmin etmede kullanılmıştır. Egeli, Özturan ve Badur İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nın yapay sinir ağları yöntemi ile tahmini için yapmış oldukları çalışmada yapay sinir ağları yönteminin hareketli ortalamalar yöntemine (moving average) dayalı tahminlerden daha iyi sonuçlar verdiği ve yapay sinir ağı modelleri arasında, geri yayımlı ağ modelinin tahmin için en uygun teknik olduğunu belirtmiştir (Egeli, 2003).

Çalışkan, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda yapay sinir ağlarını kullanarak; kapanış fiyatları, işlem hacmi ve endeks verilerinin uzun ve kısa vadeli eğilimlerini girdi olarak kullanarak gelecekteki fiyat hareketlerini ve eğilimlerini öngörülebileceğini ileri sürerek en önemli detayın sağlıklı bir girdi çıktı ilişkisi ve iyi bir ağ yapısı kurmak olduğunu belirtmiştir (Çalışkan, 1997:41-54).

Bayrakçı da, yapay sinir ağlarını kullanarak bir hisse senedi fiyatını tahmin etmeğe çalışmıştır. Çalışmasında Ocak 1990-Aralık 1995 yılları arasında hisse senedi fiyatları, bileşik endeks, dolar ve mark kur fiyatları, mevduat ve interbank faiz oranı değişkenlerinin aylık değerlerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda, çözülmek istenen problem karmaşıklıkça daha büyük bir ağ veri seti gerektiği böyle bir çalışmanın ise çok daha fazla zaman gerektirdiği belirtilmiştir. Verilerin haftalık ve günlük alınmasıyla fiyatlar arasındaki atlamaların azalacağını ve daha iyi sonuçlar elde edileceğini açıklanmıştır. Ayrıca, veri setine psikolojik faktörlerin de ilâve edilebileceği ancak bunun çok zaman, emek ve para gerektirdiğini ayrıca bu faktörlerin sınıflandırılmasının oldukça güç olacağı belirtmiştir (Bayrakçı, 1997:32-45). Ayrıca, Diler'in yapmış olduğu çalışmada geniş bir literatür taramasına yer verilmiş ve İMKB 100 endeksinde ileriye dönük tahmin için bir uygulama yapılmıştır. Sonuç olarak, İMKB Ulusal 100 Endeksinin ertesini günlük yönü %60,81 oranında tahmin edilmiştir (Diler, 2003:65-80).

## **2. Yapay Sinir Ağı**

Yapay sinir ağı, karmaşık yapıda içsel ilişkilere sahip, ya da arasındaki ilişkiler bilinmeyen problemlere çözüm bulabilmek için geliştirilen bir yapay zeka tekniğidir (Çakar, 1996:77).

Yapay sinir ağları, beynin çalışma ilkelerinin bilgisayarlar üzerinde uygulanması ile ortaya çıkmış, beyni oluşturan en küçük hücrelerin yani nöronların matematiksel olarak modellenmesi üzerinde yoğunlaşmıştır (Efe ve Kaynak, 2000:2).

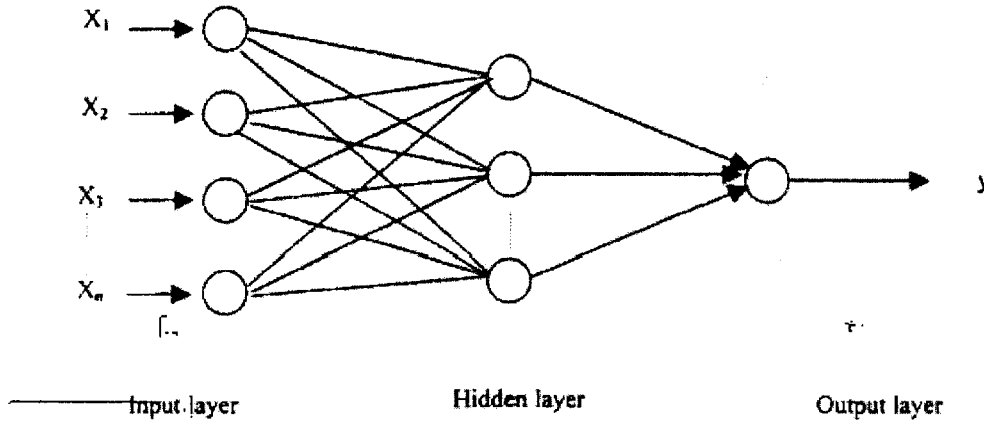
Yapay sinir ağları herhangi bir olay karşısında girdi ve çıktılar arasındaki ilişkiyi mevcut örneklerle uygulayarak genellemeler yapmak ve ortaya çıkabilecek daha önce rastlanılmamış problemlere, önceki girdilerden çağrışım yaparak problemi çözmeye çalışan bir sistemdir. Bu özelliğiyle sinir ağları insan beyninde görülen zeki davranışlara benzetilir. Bir sinir ağının zeki davranışı, bağlantı hatları üzerindeki ağırlıkların değerleriyle ölçülür. Bu ağırlıklar sayesinde ağ bir genelleme yapar ve bu ağın sahip olduğu bilgiyi temsil ederler. Ağın zeki bir davranış sergileyebilmesi için mevcut tüm ağırlıkların problem tarafından öğrenilmesi, istenen özellikleri geliştirecek şekilde optimum ağırlık değerlerinin belirlenmesi gerekir. Optimum ağırlıklar belirlendiğinde ağ da öğrenmiş olur. Optimum ağırlık değerleri bir öğrenme kuralına göre belirlenir. Çoğunlukla bağlantılara, başlangıç değerleri olarak tesadüfi ağırlıklar atanır ve bu

ağırlıklar eldeki örnekler incelendikçe bir kurala göre değiştirilerek doğru ağırlıklar bulunmaya çalışılmaktadır (Aydın ve Özkan, 1996:178).

Ağ yapısı giriş (input layer), gizli/saklı (hidden layer) ve çıkış (out layer) katmanlarından oluşur. Ağa bilgi ve örnek girişi, giriş seti ile yapılır. Sonuç değerler çıkış seti olarak bulunur. Saklı katman sayısı, çözülecek problemin modellenmesine göre değişiklik gösterir (Aydoğan, 2000:4).

Şekilde görüldüğü gibi giriş katmanı dışardan veriyi alır ve çeşitli bağlantı yöntemleri ile verileri gizli katmana iletir. Daha sonra veriler yine bağlantılar kullanılarak gizli katmandan çıkış katmanına iletilir. Gizli katman yok ise, direkt çıkış katmanına iletilir (Bayrakçı,1997:8).

**Şekil 1: Yapay Sinir Ağının Genel Yapısı**



### 3. Uygulama

Bu çalışmada İMKB 100 endeksi bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Veri setinde 1990 yılının Ocak ayından 2002 yılının Aralık ayına kadar olan aylık veriler kullanılmaktadır. Bağımsız değişkenler olarak, hazine bonusu faiz oranları, Cumhuriyet Altını fiyatı, enflasyon oranı (TUFÉ), sanayi üretim endeksi, tasarruf mevduatı faiz oranı, döviz kuru (Amerikan Doları) ve zaman değişkenleri kullanılmıştır. Bu verilerin tamamı Merkez Bankasına ait web sitesinden elde edilmiştir ([www.tcmb.gov.tr](http://www.tcmb.gov.tr)). Analizde kullanılan veriler aylık olarak (ay sonları itibariyle) dikkate alınmış ve İMKB Ulusal-100 endeksinin kapanış fiyatları kullanılmıştır.

Çalışmada veriler aylık olarak temin edilebilmiştir. Veriler günlük olarak temin edilebilseydi, ağ daha iyi bir performans sergileyebilirdi. Ancak, modelde kullanılan değişkenlerin bir kısmı için günlük verilerin temin edilmesi mümkün olmamıştır. Bu nedenle veriler aylık olarak alınmış (Ocak 1990-Aralık 2002) ve zaman aralığı geniş tutulmuştur.

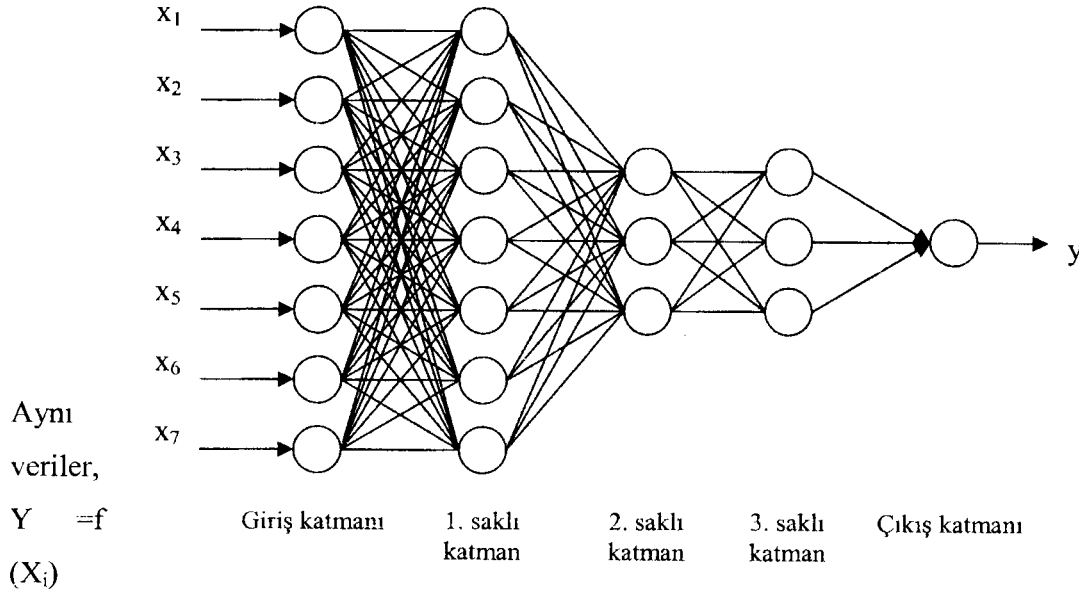
Analizde MATLAB 6.1 software programı kullanılarak geri yayımlı ağ (backpropagation network) tercih edilmiştir. Çünkü, 1990-2002 yılları arasında yer alan her değişken için 156 veri kullanılmış olup bu verilerin %80'i (125 tanesi) öğrenme amaçlı, %20'si de (31 tanesi) test amaçlı alınmıştır. Bu seçim tamamen tesadüfi yöntemle yapılmıştır. Bu şekilde beş ayrı veri grubu oluşturulmuştur. Endeks değerlerinin tahmini için kurulacak ağda 5 katman yer almaktadır. Bu ağlardan ilki giriş katmanı, en son yani 5'nci katman çıkış katmanı ve aradaki 3 katman da saklı (gizli) katmandır. Giriş katmanına 7 nöron (bağımsız değişkenler için), 1'nci saklı katmana 7 nöron, 2'nci saklı katmana 3 nöron, 3'ncü saklı katmana 3 nöron ve son katman yani çıkış katmanına da, 1 nöron (bağımlı değişken için) kullanılmıştır. Gizli katmandaki nöron sayılarına karar verilirken çeşitli denemeler yapılmış, farklı nöron sayıları kullanılmış ve en iyi tahminin bu nöron sayılarında olduğu gözlenmiştir. En iyi grup ve en iyi ağ yapısı seçilirken, tahmin performans ölçümüne bakılır. Bu ölçüm aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Goh ve Law, 2002:503):

$$\text{Hata Karcleri Ortalamasının Karekökü (RMSE)} = \left[ \frac{\sum (Y_1 - Y_2)^2}{n} \right]^{1/2}$$

Yukarıda belirtilen formüle göre tahmin performans ölçümleri yapılmıştır. Bu sonuçlara bakılarak tahmin performans ölçümü içinde en küçük değeri veren ağ en uygun ağ ve en küçük değeri veren grup en iyi grup olarak belirlenmiştir.

Buna göre, bu veriler için en uygun yapay sinir ağı modelinin Şekil 2'de verildiği şekilde olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, yapılan uygulama sonucunda RMSE değeri 1311,65 bulunmuştur.

## Şekil 2 : Uygulamada Kullanılan Yapay Sinir Ağı Modeli



regresyon modeli için uygulandığında RMSE 2002,5625 olarak ortaya çıkmıştır. Burada,  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7 + e$  doğrusal regresyon modeli dikkate alınmıştır. Modelde bağımlı değişken olarak İMKB 100 endeksi, bağımsız değişken olarak hazine bonosu faiz oranı, cumhuriyet altın fiyatı, enflasyon oranı (TUFE), sanayi üretim endeksi, tasarruf mevduatı faiz oranı, döviz kuru (Amerikan Doları) ve zaman değişkenleri kullanılmıştır.

Yapay sinir ağı ve regresyon yöntemlerinin RMSE değerleri karşılaştırıldığında, yapay sinir ağı modelinin daha düşük bir RMSE değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle gelecek dönemlere ait tahminler yapmak için yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır.

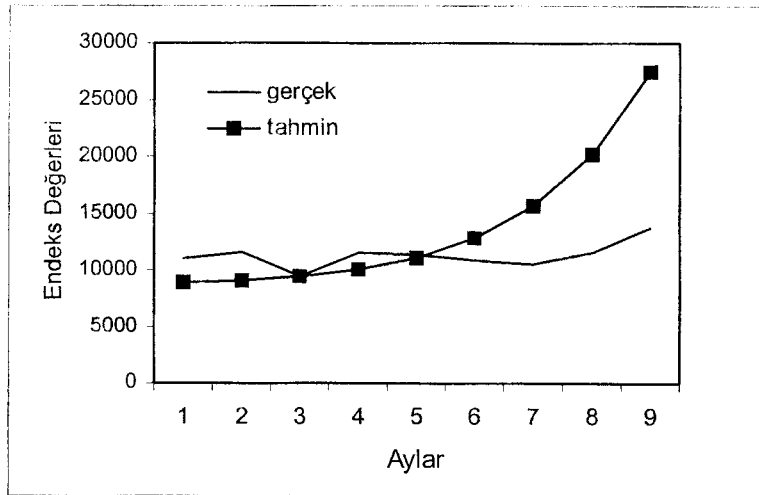
Her değişkenin (zaman değişkeni hariç) tahmin edilecek döneme ilişkin değeri, bu değişken bağımlı olduğu ve zaman değişkenininin bağımsız olduğu bir model ile tahmin edilmiştir. Çünkü bu verilerin gelecek dönemdeki değerleri bilinmemektedir. Bağımsız değişkenlerin tahmini için kurulacak ağda 5 katman yer almaktadır. Bu ağlardan ilki giriş katmanı, en son yani 5'nci katman çıkış katmanı ve aradaki 3 katman da saklı (gizli) katmandır. Giriş katmanına 1 nöron (zaman değişkeni için), 1'nci saklı katmana 7 nöron, 2'nci saklı katmana 3 nöron, 3'ncü saklı katmana 3 nöron ve son katman yani çıkış katmanına da 1 nöron (tahmin yapılacak değişken için) kullanılmıştır. Giriş ve çıkış katmanına 1 nöron yazılmasının sebebi, tek bir giriş ve tek bir çıkışın olmasından kaynaklanmaktadır. Bu şekilde her veri için 5'er grup yapılmış ve bu gruplardan en iyileri

seçilerek gelecek dönemlerin bağımsız değişkenlerinin tahmini değerlerine ulaşılmıştır. En iyi grubun yaptığı öğrenme sonucunda 2003 yılının ilk 9 ayı için elde edilen tahmini endeks değerleri ve gerçek endeks değerleri Tablo 1’de, bu değerlerin ilişkin grafik ise, Şekil 3’de verilmiştir.

**Tablo 1: Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Bulunan En İyi Grubun Tahmini Endeks Değerleri**

AYLAR	TAHMİNİ DEĞERLER	GERÇEK DEĞERLER
Ocak	8902,5	11032,03
Şubat	9086,5	11574,44
Mart	9438	9475,09
Nisan	10058	11509,95
Mayıs	11108,75	11381,41
Haziran	12845,25	10884,43
Temmuz	15670,25	10572,04
Ağustos	20219	11611,84
Eylül	27495	13758,78

**Şekil 3: Gerçek Değerler ve Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Bulunan Tahmini Değerler**





Şekil 3'e bakıldığında, gerçek değerler ve tahmini değerlerin her ikisinde de Mayıs ayına kadar bir yükseliş görülmektedir. Mart ve Mayıs ayında tahmini ve gerçek değerlerin birbirlerine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Tahmini değerler Haziran ayından itibaren yükseliş gösterirken gerçek değerlerin Haziran ve Temmuz ayında düşüş gösterdiği ancak, Ağustos ve Eylül ayında yükselişe geçtiği görülmektedir. Ancak, tahmini değerlerin yükselişi gerçek değerler karşısında daha hızlı ilerlemektedir. Gerçek değerlerin Ağustos ayından sonra daha temkinli adımlarla yükselmesini o dönemde Amerika Birleşik Devleti ve Irak arasındaki savaşın gündemde olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır.

### **SONUÇ**

Türkiye gibi gelişmekte olan ülke borsalarının her türlü spekülatif harekete açık olması, bu borsalarda iniş ve çıkışların da çok yüksek olması sonucunu doğurmaktadır. Bu yüzden bu tür borsalarda fiyat tahmininde bulunmak oldukça zor olmaktadır.

Yapay sinir ağları karmaşık problemlere, diğer tekniklerden daha iyi ve etkin şekilde cevap vermektedir. Bu sebeple hemen hemen tüm alanlarda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak, yapay sinir ağları geleneksel yöntemlerden farklı olarak öğrenme için daha çok veriye ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca, değişik veri grupları oluşturularak öğrenme aşamasının yapılması gerektiğinden, geleneksel yöntemlere göre çok fazla zaman alıcı olmaktadır.

Bu çalışmada, yapay sinir ağları ile tahmin yapma olanakları araştırılarak bu yöntemle İMKB Ulusal 100 Endeksi tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada veriler aylık olarak temin edilebilmiştir. Veriler günlük olarak temin edilebilseydi ağ daha iyi bir performans sergileyebilirdi. Ancak, modelde kullanılan değişkenlerin bir kısmı için günlük verilerin temin edilmesi mümkün olmamıştır. Bu nedenle veriler aylık olarak alınmış (Ocak 1990-Aralık 2002) ve zaman aralığı geniş tutulmuştur.

Yapılan uygulamaların sonucunda, yapay sinir ağları yönteminin regresyon yöntemine göre daha yüksek bir tahmin performansı gösterdiği gözlenmiştir. Burada performans ölçütü olarak tahmini değerlerin gerçek değerlerden sapmalarını dikkate alan hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) kriteri kullanılmıştır. Yapay sinir ağı yönteminin RMSE değeri regresyon yöntemine göre daha düşük çıkmıştır.

## KAYNAKÇA

- AYDIN, M. E., Y. ÖZKAN (1996). “Dağılım Türlerinin Belirlenmesinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması,” *Birinci Ulusal Zeki İmalat Sistemleri Sempozyumu ZİS'96 da Sunulan Bildiri*, 30-31 Mayıs, Sapanca –Sakarya.
- AYDOĞAN, T., S. ÇÖMLEKÇİ ve M. ALBAYRAK (2000). “Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Yeteneği Uygulaması,” *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4(1):5-10, 2000.
- BAUTİSTA, C. C. (2003). “Predicting The Philippine Stock Price Index Using Artificial Neural Networks,” <http://www.up.edu.ph/~cba/bautista/papers/ann01.pdf>>, (15.08.2003).
- BAYRAKÇI, A. O. (1997). *Hisse Senedi Fiyatının Tahmininde Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 1997.
- CAO, Q., K.B. LEGGIO, M.J. SCHNIEDERJANS (2004). “ A Comparison Between Fama and French’s Model and Artificial Neural Networks in Predicting the Chinese Stock Market,” *Computers and Operations Research*, <http://www.sciencedirect.com>>, (01.06.2004).
- CHEN, A. S., M. T. LEUNG ve H. DAOUK (2002). “Application of Neural Networks to An Emerging Financial Forecasting and Trading the Taiwan Stock Index,” *Computers & Operations Research*, 1-23.
- ÇAKAR, T., A. K. TÜRKER ve A. TORAMAN (1996). “İmalat Sistemlerinin Tasarlanmasında Yapay Sinirsel Ağların Kullanılması,” *Birinci Ulusal Zeki İmalat Sistemleri Sempozyumu ZİS'96 da Sunulan Bildiri*, 30-31 Mayıs, Sapanca-Sakarya.
- ÇALIŞKAN, O. (1997). *Developing A Neural Network System for Financial Prediction and An Application on ISE*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- DİLER, A.İ. (2003). “İMKB Ulusal-100 Endeksinin Yönünün Yapay Sinir Ağları Hata Geriye Yayma Yöntemi İle Tahmin Edilmesi”, *İMKB Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 25-26.
- EFE, Ö., O. KAYNAK (2002). *Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları*, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, Basım No:696, İstanbul.
- EGELİ, B., M. ÖZTURAN ve B. BADUR (2003). “Stock Market Prediction Using Artificial Neural Networks,” <http://www.hicbusiness.org/BIZ2003Proceedings/Birgul%20Egeli.pdf>>, (20.08.2003).

GOH, C., R. LAW (2002). "Forecasting Accuracy Measurement." *Tourism Management* 23(449-510).

HOSEIN, P. "Stock Price Prediction by Artificial Neural Networks: A Study of Tehran's Stock Exchange (T.S.E)", *Management Studies, Quarterly Journal of Management & Accounting School*, No.31&32, Autumn&Winter, 2001-2002. Allame Tabatabaee University, <http://sakhteman.com/abdoh/TSE%20Price%20Prediction.doc>, (05.07.2003).

LAWRENCE, R. (2003). "Using Neural Networks to Forecast Stock Market Prices," Department of Computer Science, University of Manitoba, December 2 1997. <http://www.cs.uiowa.edu/~rlawrenc/research/nn.pdf>, (01.07.2003).