

# ULUSLARARASI SOSYAL ARAŐTIRMALAR DERĐİŐİ THE JOURNAL OF INTERNATIONAL SOCIAL RESEARCH

Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal of International Social Research  
Cilt: 14 Sayı: 76 Őubat 2021 & Volume: 14 Issue: 76 February 2021  
www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

## HİŐE SENEDİ FİYAT TAHMİNİNDE MAKİNE ÖĐRENMEŐİ VE YAPAY ZEKA KULLANIMI\*

### THE USE OF MACHINE LEARNING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN STOCK PRICES PREDICTION

Sami KARACAN\*\*  
Mustafa KIRDAR\*\*\*

#### Öz

Hisse senedi fiyatlarının gelecekteki hareket modellerinin tahmin edilmesi, literatürde yaygın olarak araştırılan bir alan olmuştur. Çeşitli teknik, temel ve istatistiksel göstergeler önerilmiş ve farklı sonuçlarla kullanılmıştır. Ancak, hişbir teknik veya tekniklerin kombinasyonu sürekli olarak "pazarı yenmek" için yeterince başarılı olamamıştır. Sınır ağlarının gelişmesiyle birlikte araştırmacılar ve yatırımcılar, pazarın gizemlerinin çözülebileceğini ummaktadır. Ekonomik küreselleşmenin artması ve bilgi teknolojisinin değerlendirilmesiyle birlikte, hisse senedinin geleceğini tahmin etmek için borsa verilerini analiz etmek giderek zorlayıcı, önemli ve ödüllendirici hale gelmiştir. Bu çalışma, yatırımcıların alım satım sırasında doğru kararlar almalarına yardımcı olacak hisse senedi fiyatı tahmin modelleri ve yapay zeka araştırmaları ile ilgili temel bilgileri sunmak amacıyla hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zeka, Finans, Sınır Ağları, Borsalar.

#### Abstract

Predicting future movement patterns of stock prices has been a widely researched area in the literature. Various technical, basic and statistical indicators have been proposed and used with different results. However, no technique or combination of techniques has been successful enough to consistently "beat the market". With the development of neural networks, researchers and investors hope that the mysteries of the market can be unraveled. With the increasing economic globalization and the appreciation of information technology, it has become increasingly challenging, important and rewarding to analyze stock market data to predict the future of the stock. Therefore, the current study will provide basic information on stock price prediction models and artificial intelligence research to help investors make the right decisions when trading.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Finance, Neural Networks, Stock Markets.

\* Bu çalışma doktora öğrenci Mustafa Kırdar'ın doktora tezi ile ilintilidir.

\*\* Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, İ.İ.B.F. İşletme Bölümü Öğretim Üyesi, skaracan@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9921-4652

\*\*\* Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe-Finansman Doktora Programı, mustafa.kirdar@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2709-103X



## 1. GİRİŞ

Borsa, bir ülkenin ekonomik gücünün ve gelişiminin temel göstergelerinden biridir. Borsa, birçok kişi, şirket ve kurumsal yatırımcının finansal durumlarını yükseltmek için ilgi duyduğu bir yerdir. Genel olarak, yatırımcılar yüksek getiri sağlaması ve ümit verici doğası nedeniyle borsayı tercih etmektedirler. Borsada yer alan hisse senetleri, kişinin para yatırabileceği ve yalnızca yatırılan miktarla orantılı olarak sorumlu tutulabileceği yatırım araçlarıdır.

Borsa fiyat değişikliklerini tahmin etmek için doğru yöntemler üretmek, hem finansal hem de teknolojik toplulukların uzun yıllardır hedefi olmuştur. Bu kapsamda hisse senedi fiyatlarının gelecekteki hareket modellerinin tahmin edilmesi, literatürde yaygın olarak araştırılan bir alan olmuştur. Hisse senedi fiyatlarını tahmin etmenin imkansız olduğuna inanan etkin piyasa hipotezinin savunucuları olmakla birlikte, doğru bir şekilde formüle edilip modellenirse, hisse senedi fiyatlarının tahminlerinin oldukça yüksek bir doğruluk düzeyinde yapılabileceğini gösteren önermeler de vardır (Lee ve Ark. 2019, 260). İkinci düşünce okulu, değişkenlerin dikkatli seçimine ve uygun işlevsel formlara veya tahmin modellerine dayanan sağlam istatistiksel, ekonometrik ve makine öğrenimi modellerinin inşasına odaklanmıştır. Literatürde, hisse senetlerinin gelecekteki değerlerini tahmin etmek için zaman serisi analizine ve ayırtmaya dayanan öneriler de bulunmaktadır (Lee ve Ark. 2019, 260).

Bir zaman noktasındaki hisse senedi fiyatı, bir alıcının ve satıcının kabul ettiği en son fiyat tarafından belirlenmektedir. Yani hisse senedi fiyatının arz ve talep tarafından düzenlendiği söylenebilir. Bir şirkette mevcut olan toplam hisse miktarı arza karşılık gelirken, birçok farklı faktör talebi etkiler ve bu da değişken öngörülebilirliğe sahip olabilmektedir. Yatırımcıların başarılı bir yatırımcı olmak için finansal varlıklarını satın alma veya elde tutma konusunda uygun kararlar almaları gerekir. Ancak hisse senedi piyasası son derece değişken, doğrusal olmayan ve dünya genelinde birçok belirsizlikten ve birbiriyle ilişkili ekonomik ve politik faktörlerden etkilenmektedir. Söz konusu bu faktörlerden bazıları enflasyon, faiz oranları, haberler, petrol fiyatları, savaş, terörizm, siyasi istikrarsızlık vs.'dir. Bununla birlikte, piyasayı yönlendiren en önemli faktörlerden birisi de belirsizliktir (Zilinskiene ve Preidys, 2019, 318).

Hisse senedi piyasası tahmininin karşı karşıya olduğu diğer bir zorluk ise, bir fiyatın çok kısa bir süre içinde dramatik bir şekilde düşmesi gibi aşırı fiyat hareketlerinin öngörülemezliğidir. Çoğu hisse senedi tahmin modeli, uzun vadeli tahminler için son "n" yıldaki günlük geçmiş verileri kullanır, ancak daha sık değişiklikleri tahmin etmek için genellikle alternatif bilgilerin kullanımını ihmal eder. Tahmin bilgilerinin alım satım kararları vermek için kullanılması bir insan tarafından dikkate alınmasını gerektirir.

Bu nedenle bu durum, hisse senedi seçimi ve alım / satım miktarı açısından kısıtlama ve belirsizlik getirir, bu da yatırımların performansını etkileyebilir ve potansiyel olarak beklenen getirileri azaltabilir. Ticaret sürecinin otonom bir temsilci tarafından kontrol edilmesine izin vermek, duygu temelli kısıtlamaları atlatır ve daha kısa bir zaman diliminde daha büyük sonuçlar verebilir. Ayrıca, riskli ve güvenli hisse senetlerinden iyi bir denge seçerken, çeşitli sektörler arasında çeşitlenerek ve genel yatırımların bir kısmını buna göre her hisse senedine tahsis ederek otomatik işlem öncesinde portföyü optimize etmek de olumlu sonuçları artırmaktadır (Zilinskiene ve Preidys, 2019, 319).

Hisse senedi fiyat hareketlerinin analiz edilmesini ele alan geniş bir literatür de bulunmaktadır. Bunlar arasında en önemlileri Bollinger Bantları, Hareketli Ortalamaların Uyumu/Uyumsuzluğu (MACD), göreceli güç indeksi (RSI), hareketli ortalama (MA), stokastik momentum indeksi (SMI) 'dir. Bununla birlikte baş ve omuz deseni, ters baş ve omuz deseni, üçgen, bayrak vb. formasyonlara dayalı teknikler de mevcuttur. Bu yaklaşımlar, kullanıcıya, yakın gelecekte hisse senedi fiyatlarının hangi yönde hareket etme olasılığının daha yüksek olduğunu anlamalarına yardımcı olabilmektedir (Wen ve ark. 2019, 558-567).

Bununla birlikte son yıllarda önce çıkan farklı tahmin yöntemleri de bulunmaktadır. Bunlar arasında en önemli araçlar yapay zeka ve makine öğrenimine dayalı yöntemlerdir. Bu çalışmada bu konuda yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

## 2. HİSSE SENEDİ FİYATININ TAHMİNİ KONUSUNA GENEL BAKIŞ

Hisse senedi fiyatındaki değişiklikleri tahmin etmenin ana motivasyonu potansiyel parasal getirilerdir. Bu yatırım aracının doğuşundan bu yana hisse senedi performans tahmini alanında çok sayıda araştırma yapılmıştır. Çünkü yatırımcılar doğal olarak daha sonra satarak kar elde etmek için diğerlerinden daha iyi performans göstereceğini tahmin ettikleri hisse senetlerine yatırım yapmak istemektedirler. Yıllar



boyunca büyük bir hisse senedi tahmin teknikleri envanteri geliştirilmiştir, ancak bu tekniklerin çoğunun gerçek tahmin performansının tutarlılığı hala tartışmalıdır (Cherednik, 2019, 448).

Hisse senedi fiyat tahmini için kullanılan teknikler şu kategorilere ayrılabilir:

1. Tahminlerin, temelde şirketlerin yayınlanmış mali tabloları aracılığıyla incelenerek yapıldığı Temel Analiz.
2. Tahminlerin, yalnızca tarihsel fiyatlar ve hacimler analiz edilerek yapıldığı Teknik Analiz.
3. Tahminlerin, belirli hisse senetleri ile ilgili yayınlanan makaleler, raporlar ve yorumların analiz edilerek yapıldığı Duyarlılık Analizidir.

Son kategori diğer ikisinden çok daha yenidir, çünkü yalnızca internetin icadı ve güncel haber makalelerinin çevrimiçi veri tabanları ile mümkün olmuştur. Hisse senedi tahmin tekniklerinin üç genel kategorisinden, teknik analiz ve duyarlılık analizi esas olarak günler veya daha az ölçekte kısa vadeli tahmin için kullanılır. Öte yandan temel analiz, çeyrek ve yıllar ölçeğinde orta vadeli ve uzun vadeli tahmin için kullanılmaktadır (Cherednik, 2019, 448).

Bununla birlikte son yıllarda, hisse senedi tahminine çeşitli makine öğrenimi ve veri madenciliği tekniklerinin uygulamalarının popülaritesi artmaktadır. Makine öğrenimi ve veri madenciliği kullanan mevcut çalışmaların çoğu, teknik analiz ve duyarlılık analizine dayalı tahmin modelleri oluşturmaya odaklanmaktadır. Bu çalışmaların birçoğundan elde edilen sonuçlar, tarihsel fiyat ve hacim verileriyle eğitilmiş tahmin modellerinin kısa vadeli tahminlerde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir (Zilinskiene ve Preidys, 2019: 319).

Bu kapsamda borsa tahmin problemi iki bileşene ayrılabilir:

- "Bilgi tabanımızın" bir parçası olarak hangi bilgilerin ve öngörücülerin izlenmesi gerektiği,
- Etkili kural oluşturma ve tahmin için hangi yapay zeka (AI) algoritmalarının kullanılacağı.

Literatür, yatırımcıların "toplu zekasını" yakalayan çevrimiçi kaynakların, bir finansal uzman sisteminin bilgi tabanının ayrılmaz bir bileşeni olması gerektiğini göstermektedir. Bu tür sistemlerin bilgi tabanı tipik olarak bir hisse senedinin tarihsel fiyatlarına ve / veya hisse senedi fiyatlarının bir zaman serisi analizinden çıkarılan teknik göstergelere dayanmaktadır (Kose, 2019, 13-28; Lin, Yang ve Song, 2011, 212; Chourmouziadis ve Chatzoglou, 2016, 298-311).

Ayrıca literatürde etkin piyasa hipotezini kanıtlamaya veya çürütmeye çalışan bir çok çalışma da bulunmaktadır. Bu çalışmalar, değişkenlerin seçimine ve tahmin tekniklerine göre üç başlık altında sınıflandırılabilir:

İlki kesitsel veriler üzerinde basit regresyon tekniklerini kullanan çalışmalardan oluşmaktadır (Basu, 1983, 129-156; Jaffe ve ark., 1989, 135-148; Rosenberg ve ark, 1985, 5-14; Fama ve French, 1995, 131-155; Chui ve Wei, 1998, 275-293).

Literatürün ikinci kolu hisse senedi fiyatlarını tahmin etmek için otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA), Granger Nedensellik Testi , otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) ve kuantil regresyon (QR) gibi ekonomik araçları takip eden hisse senedi getirilerini tahmin etmek için zaman serisi modellerinin ve tekniklerinin kullanılmasına dayanmaktadır ( Jarrett ve Kyper, 2011, 53-58; Mondal ve ark., 2014, 13; Mishra, 2016, 37-48).

### 3. HİSSE SENEDİ FİYATININ TAHMİNİNDE YAPAY ZEKA VE MAKİNE ÖĞRENMESİNE YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Hisse senedi fiyatının tahminine yönelik yapılan diğer bir grup çalışma ise, hisse senedi getirilerinin tahmini için yapay zeka ve makine öğrenimi araçlarının kullanılmasını içeren çalışmalardır (Mostafa, 2010:sh. 6302-6309; Siddiqui ve Abdullah, 2015, 36).

Yapay zeka ve onun alt gruplarından biri olan makine öğrenmesinin asıl amacı verilerdeki şablonları bulmak, özetlemek, programlamadan öğrenmektir. Finansal zaman çizelgesi verilerinin dinamik, doğrusal olmayan ve son derece değişken olduğu göz önüne alındığında, makine öğrenimi, ikinci tür verileri analiz etmek için uygun bir araçtır. Makine öğrenimi algoritmaları; denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, gelişmiş öğrenme ve derin öğrenme gibi sınıflara ayrılmaktadır. Bununla birlikte, finansal araçların fiyat tahmini için en yaygın kullanılan algoritmalar, denetimli öğrenme sınıfına girenlerdir (Siddiqui ve Abdullah, 2015, 36).

Bununla sınırlı olmamak üzere, denetimli öğrenme algoritmaları da başlangıçta farklı ve özel gereksinimler ve uygulamanın sonunda farklı sonuçlar ile sınıflandırma ve regresyon, doğrusal regresyon,



karar ağaçları / regresyon ağacı, rastgele orman sınıflandırma ve destek vektör makineleri algoritmaları olarak kategorize edilmektedir. Literatür incelemesi, hisse fiyatlarını tahmin etmek için yaygın olarak kullanılan makine öğrenimi tekniklerini ortaya koymaktadır. Esas olarak sinir ağları ve destek vektör makineleri en yaygın kullanılan yöntemler arasındadır. Hem sinir ağları hem de destek vektör makineleri, özelliklerine bağlı olarak zaman serisi verilerini tahmin etmek için kullanılacak standart makine öğrenme teknikleridir (Yadav, Jha ve Sharan, 2020, 2091-2100).

Destek vektör makineleri, denetimli öğrenme kategorisine giren bir makine öğrenimi algoritmasıdır. Algoritma, finansal araçların fiyat tahminini yürütmek için kullanılabilir. Bilimsel veri tabanlarında bulunan çalışmalara dayanarak, çoğu durumda SVM algoritmasının kullanıldığı veya SVM algoritmasının diğer algoritmalarla birleştirildiği söylenebilir. Ayrıca, SVM algoritması sadece finansal piyasalarda değil, çok yönlülüğü nedeniyle diğer alanlarda da uygulanmaktadır. Popülerlik ve uygulanabilirlik, yöntemin yüksek toplam performansı ve matematiksel olarak iyi hazırlanmış bir algoritma eğitimi yöntemi ile doğrulanabilmektedir (Fu ve ark., 2018, 1806).

Bilgisayar bilimi alanındaki çalışmalar, hisse senedi piyasalarını tahmin etmeye yardımcı olabilecek geleneksel olmayan sinyalleri keşfetmeye odaklanmıştır. Geleneksel olmayan sinyalleri keşfetmeye odaklanan çalışmalar, Sosyal Ağ Hizmeti (SNS) mesajları yatırımcıların duyguları, haber makaleleri veya arama motoru sorguları gibi Web verilerini analiz etmiştir (Abayomi-Alli ve ark., 2019, 197-212).

Bu çalışmalar, yatırımcıların SNS platformlarından gelen duygularının ve arama sorgusu sıklığı verilerinin gelecekteki hisse senedi fiyatlarını tahmin etmek için yararlı bilgiler sağladığını bulmuşlardır. Bilgisayar bilimi alanında gelecekteki hisse senedi fiyatlarını tahmin etmeye yönelik diğer yaklaşımlardan biri, Neural Network (NN) veya Reinforcement Learning (RL) gibi makine öğrenimi tekniklerini kullanan yapay zeka tabanlı modeller oluşturmaktır. NN ve RL şu anda en yaygın kullanılan makine öğrenimi yöntemleri arasındadır. Doğal dil işleme, görüntü sınıflandırma ve konuşma tanıma gibi çeşitli alanlardaki en son teknolojiye sahip yöntemlerin çoğu, Convolutional Neural Network (CNN) veya Recurrent Neural Network (RNN) modellerine dayanmaktadır (Eapen, Bein ve Verma, 2019, 264-270).

Takeuchi ve Lee (2013) tahmin performansını artırmak için temel bir momentum stratejisine ileri beslemeli bir sinir ağı uygulamışlardır. Yazarlar, önerdikleri modelin ABD hisse senedi piyasası tahminine ilişkin performansının orijinal momentum stratejisinden daha iyi olduğunu ortaya koymuştur (Takeuchi ve Lee, 2013: 75).

Krauss ve ark. S & P 500 hisse senetlerinin gelecekteki fiyatlarını tahmin etmede derin sinir ağlarının, gradyan artırılmış ağaçların, rastgele ormanların ve bu yöntemlerin topluluklarının performansını analiz etmişleridir (Krauss, Do ve Huck, 2017, 689-702).

Fischer ve Krauss, Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağlarının derin sinir ağlarından ve rastgele ormanlardan daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır (Fischer ve Krauss, 2018: 654-669).

Deng ve ark. RNN tabanlı bir RL modeli ve gradyan kaybolma problemini ele alan bir eğitim algoritması önermişlerdir. Yazarlar, modellerini Çin hisse senedi endeksi vadeli işlem verileri, emtia vadeli işlem verileri ve S & P 500 endeks verileri üzerinde doğrulamışlardır (Fischer ve Krauss, 2018, 654-669).

Tsai ve Quan Dow Jones Endüstriyel Ortalama Endeksini tahmin etmek için mum çubuğu grafik görüntülerini kullanmışlardır. Yazarlar, mum çubuğu grafik görüntülerinden özellikleri otomatik olarak çıkarmak için içerik görüntüsü alma tekniğine dayalı bir model kullanmışlardır. Guo ve ark. mum grafiklerine dayalı olarak fiyat hareketlerini tahmin eden CNN tabanlı bir model önermişlerdir (Tsai ve Quan, 2014, 1-24).

Tüm bu çalışmalar, çeşitli girdi değişkenleri arasında, bu tür yapay zeka tabanlı modellerin gelecekteki getirilerle ilişkili karmaşık doğrusal olmayan kalıpları verimli bir şekilde yakaladığını göstermiştir. Ancak önceki çalışmaların çoğu, fiyat, hacim, teknik ve diğer finansal göstergeler gibi çeşitli girdi değişkenlerini kullanarak yalnızca tek bir ülkede sınırlı sayıda menkul kıymet veya bileşik endeks üzerinde optimize edilmiş yüksek performanslı bir model oluşturmaya odaklanmıştır. Çalışmalarında, belirli bir ülkede kâr getirdiği tespit edilen sinyallerin veya örüntülerin başka ülkelerde kâr getirip getirmeyeceği belirlenmemiştir.

Tsang ve arkadaşlarının çalışmaları yapay zeka teknikleri ve geri yayılım sinir ağlarını (BPNN) kullanarak bir hisse senedi alım / satım uyarı sistemine dayanmaktadır. Sistem, Ocak 2004'ten Aralık 2005'e kadar olan dönemde Hong Kong ve Shanghai Banking Corporation Holdings'den alınan geçmiş fiyat verileriyle eğitilmiş ve test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, uygulanan sistemin kısa vadeli fiyat hareket yönlerini yaklaşık %74 doğrulukla tahmin edebildiğini göstermiştir (Tsang ve ark., 2020, 319).





Lin, hisse senedi fiyatının geçmişteki düşük seviyesinin %k üzerine çıktığında satın almak ve geçmiş yerel yüksek seviyesinden %k düştüğünde satmak olan filtre kuralını değiştirmeye çalışmıştır. Filtre kuralında önerilen değişiklik, temel analizle ilişkili üç karar değişkeninin birleştirilmesidir. Li, Wu ve Wang, (2020) tarafından yapılan araştırmada, Lin'in çalışmasını geliştirmek için karar ağacı tekniği kullanılmıştır (Li, Wu ve Wang, 2020, 2012).

Zhong ve Enke borsa getirilerini tahmin etmek için veri madenciliği yöntemlerini ve sinir ağlarını kullanan bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu çalışmada, veri madenciliği için makine öğrenmesinde değişken alaka analizi tekniğini benimseyerek finansal ve ekonomik değişkenlerin tahmin gücünü araştırmak için bir girişimde bulunulmuştur (Zhong ve Enke, 2019, 4). Yazarlar, seviye tahmini ve sınıflandırma için kullanılan sinir ağı modellerinin etkinliğini incelemiştir. Sonuçlar, sinir ağı sınıflandırma modelleri tarafından yönlendirilen ticaret stratejilerinin, aynı riske maruz kalma altında diğer stratejiler tarafından önerilenlerden daha yüksek kârlar ürettiğini göstermiştir.

Cao, Q., Leggio, K.B. ve Schniederjans, M.J. tarafından yapılan çalışmada Çin pazarındaki hisse senedi fiyatları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın amacı, Şangay Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören firmalar için, yapay sinir ağlarının (YSA) hisse senedi fiyat hareketini tahmin etmedeki doğruluğunu göstermektir. YSA'nın doğruluğunu göstermek için yazarlar, Fama ve French'in modeli ile tek değişkenli ve çok değişkenli sinir ağı modellerinin tahmin gücü arasında karşılaştırmalı bir analiz yapmışlardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, YSA'nın yatırımcılara hisse senedi seçiminde öngörü güçlerini geliştirme fırsatı sunduğunu ve daha da önemlisi, basit bir tek değişkenli modelin, çok değişkenli bir modele göre getirileri tahmin etmede daha başarılı olduğunu göstermiştir (Cao ve ark. 2005, 2499-2512).

Al-Haddad ve Al-Sorqan, Amman Borsası'nda (ASE) listelenen Ürdünlü sanayi şirketlerinin kurumsal yönetim ve performans göstergelerinin önerilen değişkenlerden etkilenip etkilenmediğine dair kanıt sağlamayı ve önemli olanı sağlamayı amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Çalışma rastgele örnekleme Ürdünlü sanayi firmasından oluşmaktadır. Çalışma, kurumsal yönetim ve kurumsal performans arasında pozitif bir doğrudan ilişki bulmuştur (Al-Haddad ve Al-Sorqan, 2011, 83).

Hajizadeh ve ark. karar ağacı, sinir ağı, ilişkilendirme kuralları ve faktör analizi gibi veri madenciliği tekniklerinin borsalarda uygulanması hakkında bir çalışma yapmışlardır. Çeşitli teknik, temel ve istatistiksel göstergeler önerilmiş ve farklı sonuçlarla kullanılmıştır. (Hajizadeh ve ark., 2010, 109-118).

Benzer şekilde Soni, borsa hareketlerini tahmin etmek için kullanılan makine öğrenme teknikleri ve yapay zeka alanındaki bazı güncel literatürü incelemiştir. Yapay Sinir Ağları (YSA), borsa tahmin alanında baskın makine öğrenme tekniği olarak belirlenmiştir (Hajizadeh ve ark., 2010, 109-118).

El-Baky ve Mastorakis, borsa fiyatlarının hızlı tahmin edilmesi için yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Önerilen yaklaşımda, yeni yüksek hızlı zaman gecikmeli sinir ağları (HSTDNN'ler) kullanılmıştır. Yazarlar, yaklaşımın teorik hesaplamalarını doğrulamak ve sonuçları simüle etmek için de MATLAB aracını kullanmışlardır (El-Bakry ve Mastorakis, 2010, 129-135).

V. Vamitha ve ark.nın Çok Değişkenli Markov Zinciri hakkındaki araştırmaları da borsa tahmin sistemlerinde yeni bir yaklaşım sağlamıştır. 1993'ten beri araştırmacılar, zaman değişkeninde ve zamanla değişmeyen birinci dereceden, yüksek dereceden, iki faktörlü ve ikili değişkenlerde kayıtları tahmin etmek, hisse senedi fiyatı vb. için birçok yöntem önermişlerdir (Vamitha ve ark., 2012, 217-230).

Anass Nahil, birçok yatırımcının paralarını doğru zamanda yatırmasına ve yakın gelecekte daha fazla fayda elde etmesine yardımcı olacak destek vektör makinesi (SVM) hakkında yeni bir borsa tahmini yöntemi önermiştir. Sermaye yatırımı endüstrisi için zaman serisi tahmininde popüler bir araçtır. Ayrımcı sınıflandırıcı bir algoritmaya dayanan bu makine öğrenimi tekniği, finansal verileri daha doğru tahmin edebilmektedir (Nahil ve Lyhyaoui, 2018, 161-169).

Dimple Bohra'nın ARIMA modeli kullanarak Narendra Pahuja, Abhishek Oturkar, Kailash Sharma, Jatin Shrivastava borsa tahminleri yapmışlardır. Mahantesh Angadi, Amogh Kulkarni Sai ile Veri Madenciliği Tekniklerini kullanarak borsa tahmini yöntemini önermişlerdir (Angadi ve Kulkarni, 2015:654).

Literatürdeki hisse senedi fiyatı tahminine ilişkin son önermelerden bazıları arasında Mehtab ve Sen'in gerçekleştirdiği ve NIFTY 50 hisse senedi fiyat hareketlerini doğru bir şekilde tahmin etmek için makine öğrenimi ve uzun ve kısa süreli bellek (LSTM) tabanlı derin öğrenme ağlarının nasıl kullanılabileceğini gösterdiği bir çalışma da bulunmaktadır (Mehtab ve Sen, 2019, 624).

Yazarlar, tahmin modellerini oluşturmak için Ocak 2015'ten Aralık 2017'ye kadar üç yıl boyunca günlük hisse senedi fiyatlarını kullandılar. Modellerin tahmin doğrulukları daha sonra bir haftalık bir zaman



ufkunda NIFTY endeksinin yakın değerinin hareket modellerini tahmin etme yeteneklerine göre değerlendirildi (Mehtab ve Sen, 2019, 624).

Yazarlar, test amacıyla, Ocak 2018'den Haziran 2019'a kadar olan dönem için NIFTY 50 endeks değerlerini kullanmışlardır. Modellerin tahmin gücünü daha da iyileştirmek için, yazarlar, Twitter'da NIFTY 50'de kamuoyundaki duyguları analiz etmek için bir duygu analizi modülü dahil etmişlerdir. Duyarlılık analizi modülünün çıktısı, çok sağlam ve doğru bir tahmin modeli oluşturmak için geçmiş NIFTY 50 endeks değerlerine ek olarak tahmine dayalı modelle beslenmiştir. (Mehtab ve Sen, 2019, 624).

Duyarlılık analizi modülü, çok değişkenli bir öngörü ortamında doğrusal olmayışı ele almak için kendi kendini düzenleyen bir bulanık sinir ağı (SOFNN) kullanmaktadır. Mehtab ve Sen kısa süre önce, çok değişkenli bir zaman serisinde evrimsel sinir ağlarını (CNN) kullanarak hisse senedi fiyatı ve hareket tahminine başka bir yaklaşım önermişlerdir (Mehtab ve Sen, 2020, 624). Yazarlar tarafından önerilen tahmine dayalı model, gelecekteki NIFTY endeks değerlerini ve bunların hareket modellerini tahmin etmede yüksek düzeyde doğruluk sağlamak için ileriye dönük doğrulama becerisine sahip bir CNN'nin öğrenme yeteneğini kullanmaktadır.

Yazarlar, tahminlerde kullanılan değişkenlerin sayısı, genel sistemde kullanılan alt modellerin sayısı ve modellerin eğitimi için girdi verilerinin boyutu bakımından farklılık gösteren üç farklı CNN mimarisi önermiş, deneysel sonuçlar, CNN tabanlı çok değişkenli tahmin modelinin, haftalık bir tahmin ufku ile NIFTY endeks değerlerinin hareketini tahmin etmede oldukça doğru olduğunu açıkça göstermişlerdir.

Hisse senedi fiyatları ve hisse senedi getirilerinin hareket modellerini doğru bir şekilde tahmin etmek için verimli tahmin modellerinin ve algoritmalarının tasarımı, araştırma topluluğunun oldukça uzun bir süre boyunca önemli ölçüde dikkatini çekmiştir. Bu tür önermelerin çoğu, çeşitli sinir ağlarının uygulanmasını içermektedir. Sinir ağları, verilerdeki doğrusal olmayanlığı modelleme yeteneğine sahiptir ve bu özelliğin, hisse senedi fiyat hareketlerindeki karmaşık kalıpların madenciliğinde son derece etkili olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca, doğrusal olmayanlığı modelleme yeteneği, uygun sayıda gizli katman ve bu tür gizli katmanlardaki düğüm sayısı seçilerek uyarlamalı olarak kontrol edilebilmektedir (Ding ve Qin, 2020, 1307-1317).

Mostafa, sinir ağı tabanlı modellerin Kuveyt'teki borsa hareketlerini ne kadar doğru tahmin edebileceğini incelemiştir (Mostafa, 2010, 6302-6309).

Kimoto ve arkadaşları ise, sinir ağı tabanlı tahmin modellerinin tarihsel muhasebe verilerine nasıl uygulanabileceğini araştırmışlardır (Kimoto ve ark, 1990, 122). Model oluşturma sürecinde, yazarlar çeşitli makroekonomik değişkenler kullandılar ve daha sonra modeli hisse senedi getiri hareketlerindeki varyasyon modellerini tahmin etmek için uygulamışlardır.

Zhang ve arkadaşları finansal veri madenciliğinde çok katmanlı bir geri yayılım (BP) sinir ağının uygulanmasını önemişlerdir (Lin ve ark, 2004, 548). Önerilen şema, akıllı görevleri yerine getiren değiştirilmiş bir sinir ağı tabanlı tahmin modelidir. Sistem, hisse senedi piyasasına gelecek trendlerin tahminine göre alış ve satış işaretleri üzerinde sağlam tahminler yapabilmektedir. Şangay bileşik endeksinin yedi yıllık simülasyon sonuçları, sistemin elde ettiği getirinin, Satın Al ve Tut Stratejisi ile elde edilenin yaklaşık üç katı olduğunu göstermektedir.

Basalto ve arkadaşları alım satım yapılan hisse senedi fiyatlarının benzer zamansal davranışlarının tespit edilebilmesi için Dow Jones Endeksi şirketlerini analiz etmek için ikili kümelenmeye dayalı bir yaklaşım önermiştir (Basalto ve ark., 2005, 196-206). Yazarların temel amacı, şirketlerin hisse senedi fiyatlarını yöneten dinamikleri araştırmak ve anlamaktır. Önerilen şema, zamansal kalıpları kümelemek ve benzerlik ölçülerini bulmak için mali zaman serileri arasındaki korelasyon katsayılarına dayalı olarak yürütülen kaotik harita algoritmasının ikili bir versiyonunu içermektedir.

Bu tür sistemlerin ortaya çıkan dinamikleri, farklı endüstri kollarına ait şirketler kümelerini oluşturmuştur. Bu şirket kümeleri, portföy yapısını optimize etmek için kazançlı bir şekilde kullanılabilir. Chen ve ark. Tayvan Menkul Kıymetler Borsası Endeksi'nin getiri yönünü tahmin etmek için bir model oluşturmak için bir yaklaşım önermişlerdir (Chen ve ark, 2003, 901-923). Yazarlar, sağlam tahmin modelleri tarafından yönlendirilen hisse senedi alım satımının daha etkili olduğunu ve genellikle daha yüksek bir yatırım getirisi sağladığını iddia etmişler ve sağlam bir tahmin modeli oluşturmak amacıyla, geçmiş borsa verilerini kullanarak olasılıklı bir sinir ağı (PNN) oluşturmuş ve onu eğitmişlerdir. Modelin tahmin edilen çıktısı, çeşitli endeks ticaret stratejileri oluşturmak için uygulanmıştır. Sonuçlar, PPN'nin çıktısı kullanılarak yapılan yatırım stratejilerinin uzun vadede en yüksek yatırım getirisini sağladığını göstermiştir.



De Faria ve arkadaşları Brezilya borsasının ana endeksinin hareketlerini tahmin etmek için bir sinir ağı ve uyarlanabilir bir üssel yumuşatma yöntemi kullanan bir tahmin modeli önermişlerdir. Yazarlar, hem sinir ağının hem de üstel yumuşatma modellerinin tahmin performansını, özellikle piyasa getirilerinin işaretine odaklanarak karşılaştırmışlardır. Simülasyon sonuçları, indeks getirilerini tahmin etmede her iki yöntemin de eşit derecede verimli olduğunu gösterirken, sinir ağı modelinin pazar hareketini tahmin etmede uyarlamalı üslu yumuşatma yönteminden daha doğru olduğunu göstermiştir.

Leigh ve arkadaşları, 1981-1999 döneminde New York Borsası'ndaki borsa endekslerini tahmin etmek için doğrusal regresyon ve basit sinir ağı modellerinin kullanılmasını önermişlerdir (Leigh ve ark, 2005: 1-8). Yazarlar tarafından önerilen şema, işlem hacimlerindeki ani yükselişleri verimli ve doğru bir şekilde tanımlayan istatistiksel model tanımaya dayalı bir şablon eşleştirme mekanizması kullanılması olmuştur. Hacimdeki artış için bir eşik sınırı belirlenerek ve işlem gören hacmin önemli artışlar sergilediği günler belirlenmiştir. Tarihsel fiyat, işlem hacmi ve birincil faiz oranına dayalı olarak gelecekteki fiyat değişikliğini tahmin etmek için doğrusal bir regresyon modeli uygulanmıştır.

Shen ve arkadaşları doğrusal olmayan bir zaman serisi hisse senedi fiyatı değerleri üzerinde tahmin için uyarlanabilir öğrenme ve budama yeteneğine sahip, kademeli gecikmeli sinir ağına (TDNN) dayanan yeni bir şema önermiştir (Xue-shen ve ark, 2007, 1654-1659). TDDN modeli, daha hızlı ağ yakınsaması sağlayan ayarlanabilir bir öğrenme hızı parametresi içeren yinelemeli bir en küçük kare (RLS) tekniği ile eğitilmiştir. Eğitimli sinir ağı modeli, modelin aşırı uyum olasılığını azaltan bir budama algoritması kullanılarak optimize edilmiştir. Simüle edilmiş bir ortamdaki deneysel sonuçlar, budanmış modelin azaltılmış bir karmaşıklığa, daha hızlı bir yürütmeye ve gelişmiş bir tahmin doğruluğuna sahip olduğunu açıkça göstermiştir.

Ning ve arkadaşları kaotik bir sinir ağına dayanan bir hisse senedi endeksi tahmini şeması önermiştir (Ning ve ark., 2009, 14). Modeli oluşturmak için Çin borsasından ve Shenzhen borsasından alınan veriler kullanılmıştır. Borsa endekslerindeki doğrusal olmayan, stokastik ve kaotik örüntüler kaotik sinir ağı tarafından öğrenilmiş ve kaotik sinir ağının öğrenmeleri borsaların gelecek endeks değerlerinin tahmin edilmesinde kazançlı bir şekilde uygulanmıştır.

#### 4. SONUÇ

Borsada hisse fiyatının tahmin edilmesi, hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için en zorlu alanlardan biridir. Finansal piyasaların, pekçok ekonomik, politik ve psikolojik faktörlerden etkilenebildiği düşünüldüğünde, karmaşık bir sistem olduğunu söylemek çok da yanlış olmayacaktır. Finansal enstrümanların başarılı bir şekilde fiyatlandırılması ve ticareti; çeşitli ekonomik, politik faktörler ve piyasalarda faaliyet gösteren katılımcıların duyguları, finansal enstrümanların sürekli fiyat oynaklığı gibi faktörler nedeniyle zorlaşmaktadır.

Borsalarda yatırımcılar hisse senetlerini uygun bir zamanda alıp-satarak getirilerini maksimize etmek isterler. Hisse senedi piyasası verileri tam zamanlı olduğundan normalde doğrusal olmayan bir modeldedir. Dolayısıyla hisse senetlerinin gelecekteki fiyatını tahmin etmek oldukça zordur. Dahası, borsalarda bulunan veriler genellikle geniş ve anlaşılmazdır ve piyasaların iyi tanımlanmış modelleri yoktur.

Ekonominin ana bileşenlerinden biri olan finansal piyasaların büyümesi ve gelişmesi dünya ekonomisi açısından önemli bir faktördür. Yapay zeka ise katlanarak gelişen bir alandır. Yapay zekanın finansal piyasalarda kullanımı, kapsamlı araştırma gerektiren yeni ve yoğun olarak gelişen bir olgudur.

Ekonomik küreselleşmenin artması ve bilgi teknolojilerinin değerlendirilmesiyle birlikte, hisse senedi fiyatlarının geleceğini tahmin etmek için borsa verilerini analiz etmek giderek zorlayıcı, önemli ve ödüllendirici hale gelmiştir. Çalışmamızda, yatırımcıların alım satım sırasında doğru kararlar almalarına yardımcı olacak yapay zeka ve makine öğrenmesi çalışmalarına değinilmiş ve bu tür yeni teknolojilerin başarısına vurgu yapılmıştır.

Görünen odur ki, portföy yönetiminde robot danışmanlık, yapay zekanın finans alanında kullanımı gibi konular önümüzdeki dönemde de artan bir önem ve popülerlikle profesyonel ve akademik çevrelerde gündemde kalmaya devam edecek ve yeni çalışmalarla desteklenmeye ihtiyaç duyulacaktır.

#### KAYNAKÇA

Abayomi-Alli, O., Misra, S., Abayomi-Alli, A., & Odusami, M. (2019). A review of soft techniques for SMS spam classification: Methods, approaches and applications. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 86, 197-212.



- Al-Haddad, W., & Al-Sorqan, S. (2011). Sukairi-Musa, dan Mahmood-Nur. 2011. "The Effect of Dividend Policy Stability on the Performance of Banking Sector Listed on Amman Stock Exchange". *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(5).
- Angadi, M. C., & Kulkarni, A. P. (2015). Time Series Data Analysis for Stock Market Prediction using Data Mining Techniques with R. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 6(6).
- Basalto, N., Bellotti, R., De Carlo, F., Facchi, P., & Pascazio, S. (2005). Clustering stock market companies via chaotic map synchronization. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 345(1-2), 196-206.
- Basu, S. (1983). The relationship between earnings' yield, market value and return for NYSE common stocks: Further evidence. *Journal of financial economics*, 12(1), 129-156.
- Cao, Q., Leggio, K. B., & Schniederjans, M. J. (2005). A comparison between Fama and French's model and artificial neural networks in predicting the Chinese stock market. *Computers & Operations Research*, 32(10), 2499-2512.
- Cherednik, I. (2019). Artificial intelligence approach to momentum risk-taking. *arXiv preprint arXiv:1911.08448*.
- Chen, A. S., Leung, M. T., & Daouk, H. (2003). Application of neural networks to an emerging financial market: forecasting and trading the Taiwan Stock Index. *Computers & Operations Research*, 30(6), 901-923.
- Chourmouziadis, K., & Chatzoglou, P. D. (2016). An intelligent short term stock trading fuzzy system for assisting investors in portfolio management. *Expert Systems with Applications*, 43, 298-311.
- Chui, A. C., & Wei, K. J. (1998). Book-to-market, firm size, and the turn-of-the-year effect: Evidence from Pacific-Basin emerging markets. *Pacific-Basin finance journal*, 6(3-4), 275-293.
- Ding, G., & Qin, L. (2020). Study on the prediction of stock price based on the associated network model of LSTM. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 11(6), 1307-1317.
- Eapen, J., Bein, D., & Verma, A. (2019, January). Novel deep learning model with CNN and bi-directional LSTM for improved stock market index prediction. In *2019 IEEE 9th annual computing and communication workshop and conference (CCWC)* (pp. 0264-0270). IEEE.
- El-Bakry, H. M., & Mastorakis, N. (2010). Fast forecasting of stock market prices by using new high speed time delay neural networks. *International Journal of Computer and Information Engineering*, 4(1), 129-135.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1995). Size and book-to-market factors in earnings and returns. *The journal of finance*, 50(1), 131-155.
- Fischer, T., & Krauss, C. (2018). Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions. *European Journal of Operational Research*, 270(2), 654-669.
- Fu, X., Du, J., Guo, Y., Liu, M., Dong, T., & Duan, X. (2018). A machine learning framework for stock selection. *arXiv preprint arXiv:1806.01743*.
- Hajizadeh, E., Ardakani, H. D., & Shahrabi, J. (2010). Application of data mining techniques in stock markets: A survey. *Journal of Economics and International Finance*, 2(7), 109-118.
- Jaffe, J., Keim, D. B., & Westerfield, R. (1989). Earnings yields, market values, and stock returns. *The Journal of Finance*, 44(1), 135-148.
- Jarrett, J. E., & Kyper, E. (2011). ARIMA modeling with intervention to forecast and analyze Chinese stock prices. *International Journal of Engineering Business Management*, 3(3), 53-58.
- Kimoto, T., Asakawa, K., Yoda, M., & Takeoka, M. (1990, June). Stock market prediction system with modular neural networks. In *1990 IJCNN international joint conference on neural networks* (pp. 1-6). IEEE.
- Kose, U. (2019). Using artificial intelligence techniques for economic time series prediction. In *Contemporary Issues in Behavioral Finance*. Emerald Publishing Limited.
- Krauss, C., Do, X. A., & Huck, N. (2017). Deep neural networks, gradient-boosted trees, random forests: Statistical arbitrage on the S&P 500. *European Journal of Operational Research*, 259(2), 689-702.
- Lee, J., Kim, R., Koh, Y., & Kang, J. (2019). Global stock market prediction based on stock chart images using deep Q-network. *IEEE Access*, 7, 167260-167277.
- Leigh, W., Hightower, R., & Modani, N. (2005). Forecasting the New York stock exchange composite index with past price and interest rate on condition of volume spike. *Expert Systems with Applications*, 28(1), 1-8.
- Li, X., Wu, P., & Wang, W. (2020). Incorporating stock prices and news sentiments for stock market prediction: A case of Hong Kong. *Information Processing & Management*, 102212.
- Lin, X., Yang, Z., & Song, Y. (2011). Intelligent stock trading system based on improved technical analysis and Echo State Network. *Expert systems with Applications*, 38(9), 11347-11354.
- Lin, L., Cao, L., Wang, J., & Zhang, C. (2004). The applications of genetic algorithms in stock market data mining optimisation. *Management Information Systems*.
- Mehtab, S., & Sen, J. (2020). Stock Price Prediction Using Convolutional Neural Networks on a Multivariate Timeseries. *arXiv preprint arXiv:2001.09769*.
- Mehtab, S., & Sen, J. (2019). A robust predictive model for stock price prediction using deep learning and natural language processing. Available at SSRN 3502624.
- Mishra, V. K. (2016). Inventory model of deteriorating item with revenue sharing on preservation technology investment under price sensitive stock dependent demand. *International Journal of Mathematical Modelling & Computations*, 6(21), 37-48.
- Mondal, P., Shit, L., & Goswami, S. (2014). Study of effectiveness of time series modeling (ARIMA) in forecasting stock prices. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications*, 4(2), 13.





- Mostafa, M. M. (2010). Forecasting stock exchange movements using neural networks: Empirical evidence from Kuwait. *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6302-6309.
- Nahil, A., & Lyhyaoui, A. (2018). Short-term stock price forecasting using kernel principal component analysis and support vector machines: the case of Casablanca stock exchange. *Procedia Computer Science*, 127, 161-169.
- Ning, Y. Z. M. (2009). Research on the Measurement of Investor Sentiment in Chinese Stock Market: the CICS's Construction [J]. *Journal of Financial Research*, 11, 014.
- Rosenberg, B. (1985). Prediction of common stock betas. *The Journal of Portfolio Management*, 11(2), 5-14.
- Siddiqui, T. A., & Abdullah, Y. (2015). Developing a nonlinear model to predict stock prices in India: an artificial neural networks approach. *IUP Journal of Applied Finance*, 21(3), 36.
- Takeuchi, L., & Lee, Y. Y. A. (2013). Applying deep learning to enhance momentum trading strategies in stocks. In *Technical Report*. Stanford University.
- Tsai, C. F., & Quan, Z. Y. (2014). Stock prediction by searching for similarities in candlestick charts. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, 5(2), 1-21.
- Tsang, K. W., Li, H., Lam, F. M., Mu, Y., Wang, Y., & Qu, H. (2020). TradAO: A Visual Analytics System for Trading Algorithm Optimization. *arXiv preprint arXiv:2008.11319*.
- Zilinskiene, I., & Preidys, S. (2019). Artificial intelligence for stock market price prediction.
- Xue-shen, S., Zhong-ying, Q., Da-Ren, Y., Qing-hua, H., & Hui, Z. (2007, August). A novel feature selection approach using classification complexity for SVM of stock market trend prediction. In *2007 International Conference on Management Science and Engineering* (pp. 1654-1659). IEEE.
- Vamitha, V., Jeyanthi, M., Rajaram, S., & Revathi, T. (2012). Temperature prediction using fuzzy time series and multivariate Markov chain. *International Journal of Fuzzy Mathematics and Systems*, 2(3), 217-230.
- Wen, F., Yang, X., & Zhou, W. X. (2019). Tail dependence networks of global stock markets. *International Journal of Finance & Economics*, 24(1), 558-567.
- Yadav, A., Jha, C. K., & Sharan, A. (2020). Optimizing LSTM for time series prediction in Indian stock market. *Procedia Computer Science*, 167, 2091-2100.
- Zhong, X., & Enke, D. (2019). Predicting the daily return direction of the stock market using hybrid machine learning algorithms. *Financial Innovation*, 5(1), 4.