

ALTERNATİF YATIRIM ARAÇLARI İLE BİTCOİN FİYATLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN YAPAY SİNİR AĞI İLE TAHMİNİ

Ahmet SEL¹
Numan ZENGİN²
Zafer YILDIZ³

ÖZET

Tahmin teknikleri ve modelleri, doğru karar alma ve yatırım aşamasında kişiler ve kuruluşlar için son derece önemlidir. Tahminin doğruluğu başarılı kararlar alınmasını sağlar ve yatırımcıların fayda maksimizasyonuna ulaşmasına imkân tanır. Bu çalışmada, kripto para türlerinden en yaygın olarak kullanılan Bitcoin fiyatlarının yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Girdi değişkenler olarak; Dow-Jones, S&P500, Nasdaq100, Eurostoxx Endeksleri, İsviçre Frangı, İngiliz Sterlini, Euro, Altın, Gümüş yatırım araçları alınmıştır. Değişkenlerin 2013-2018 tarihleri arasında işlem görülen günler dikkate alınarak günlük kapanış fiyatları verileri alınmıştır. Çalışmada geri beslemeli yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. 2019 Ocak ayı tahmini yapılarak model test edilmiştir ve modelin tahmin doğruluğu R² değeri %99 başarı ile gerçekleşmiştir. Bitcoin fiyatının borsa endeksleri, para birimleri ve emtia fiyatlarıyla yakından ilişkili olduğu çalışma sonucunda elde edilmiştir. Yatırımların yönlendirilmesi ve portföy sepeti oluşturulurken bu ilişkilerin göz önünde bulundurulması risklerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Bitcoin, Tahmin Modeli, Kripto Para, Derin Öğrenme

Estimation of the Relationship Between Alternative Investment Instruments and Bitcoin Prices with Artificial Neural Network

ABSTRACT

Forecasting techniques and models are extremely important for people and organizations who want to make the right decisions and predict during the investment phase. The accuracy of the forecast enables successful decisions and allows investors to reach the benefit maximization. In this study, it is aimed to estimate Bitcoin prices which are the most commonly used type of crypto money by artificial neural network method. As input variables; Dow-Jones, S & P 500, Nasdaq 100, Euro Stoxx Indices, Swiss Franc, British Pound, Euro, Gold, Silver investment vehicles were taken. Daily closing price data were obtained by considering the trading days between 2013-2018. Feed forward backprop artificial neural network model has been used in the study. The model was tested by making the prediction in January 2019 and the estimated accuracy R² value of the model was realized with 99% success. It is concluded that the Bitcoin price is closely related to stock market indices, currencies and commodity prices. Considering these relationships while directing investments and creating portfolio baskets will contribute to reducing risks.

Keywords: Artificial Neural Networks, Bitcoin, Prediction Model, Crypto Money, Deep Learning

¹ Dr., Matematik Öğretmeni, MEB, selahmet43@gmail.com, orcid.org/0000-0003-1914-5878

² Öğr. Gör., Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Pazar MYO, Finans Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Tokat, numan.zengin@gop.edu.tr, orcid.org/0000-0002-0632-9160

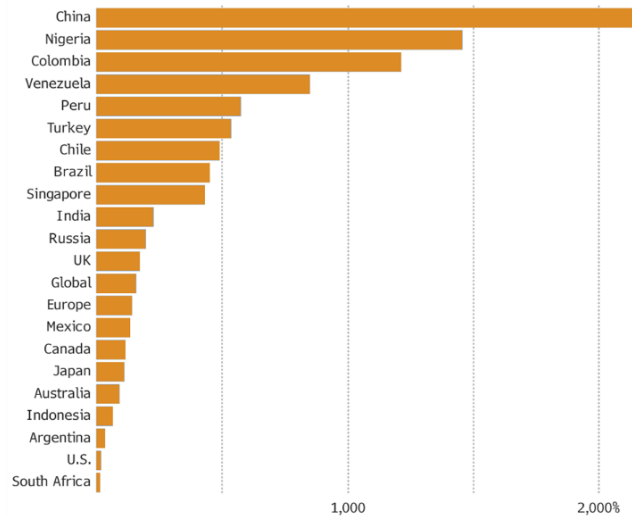
³ Dr., Öğretim Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, zafer.yildiz@cumhuriyet.edu.tr, orcid.org/0000-0002-9136-5034

1. Giriş

Kripto para, 1980’li yıllarda ortaya atılmış fakat olgunlaşması 2010’lu yıllarda yeterli alt yapı için gerekli teknolojilerin gelişmesini takip etmiştir. Kripto para bir dijital para türüdür fakat dijital paradan farklı olarak kendisi para birimidir. Kripto paraların en bilineni Bitcoin olmak üzere birçok türü mevcuttur (Nebil, 2018: 19). Dijital çağla birlikte para aktarma işlemleri, ticaret ve ödeme işlemlerinin büyük çoğunluğu artık internet kanalıyla gerçekleşmektedir. E-Ticaretin yaygınlaşmasıyla birlikte dijital para kavramı ortaya çıkmıştır. Satoshi Nakamoto tarafından ilk dijital para olarak Bitcoin önerilmiştir. Bitcoin, bu bakımdan dijital (kripto) paraların öncüsü olduğu söylenebilir (Khaliov, Gündebahar ve Kurtulmuşlar, 2017:1). Dijital paralar banknotların temsili olup, transfer olabilen ve elektronik olarak saklanabilen şifrelenmiş paralardır (Çarkacıoğlu, 2016: 6).

Elektronik ödeme sistemleri güvenilir alışverişte üçüncü taraf olarak hizmet veren kuruluşlardır. Ödeme sistemleri yeterince iyi çalışmasına rağmen işlemlerin çoğunda hala zayıflıklar mevcuttur. Sistemler aracı olduğundan dolayı işlem maliyetlerini arttırmakta birlikte minimum pratik işlem sayısını sınırlamaktadır. Bu işlemlerde belli bir dolandırıcılık yüzdesi de kaçınılmaz olarak kabul edilir. Bu maliyetler ve ödeme belirsizlikleri fiziksel para birimi kullanılarak şahsen önlenebilir, ancak güvenilir bir taraf olmadan bir iletişim kanalı üzerinden ödeme yapmak için hiçbir mekanizma yoktur. İhtiyaç duyulan şey güvenilir üçüncü taraflara ihtiyaç duymadan doğrudan birleriyle işlem yapmalarına izin veren güven yerine şifreleme kanıtına dayalı bir elektronik ödeme sistemidir (Nakamoto, 2008:1).

Son yıllarda Bitcoin fiyatlarının hızla yükselişi, spekülâtif yatırımcılar başta olmak üzere alternatif yatırım aracı olarak ilgi görmeye başlamıştır. Şekil 1’de 2017 yılında Bitcoin kullanım artış oranları ülke bazlı görülebilir.



Şekil 1: 2017 Bitcoin İşlem Hacimlerinin Ülkeler Bazında Artışı (Kaynak:Bloomberght.com)

2. Literatür Taraması

Literatür incelendiğinde bazı çalışmalarda Bitcoin' in gerçek bir para birimi olmadığı savunulmuştur. Yermack'ın çalışmasında Bitcoin' in işlem hacminin az, oynaklığının yaygın para birimlerinden daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Bitcoin' in günlük döviz kurları ve altın sifıra yakın korelasyona sahip olması risk yönetimi için Bitcoin' i yararsız hale getiriyor. Ayrıca Bitcoin günlük saldırı ve hırsızlık riskleriyle karşı karşıyadır. Bunlardan dolayı ekonomik olarak Bitcoin' in para biriminden ziyade spekülasyon bir yatırım aracı gibi gözükmektedir (Yermack, 2015: 31).

Tablo 1: Bitcoin Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ile İlgili Literatür Özeti

Yazar	Yıl	Çalışma Konusu	Yöntem	Sonuç
Jang and Lee	2018	An Empirical Study on Modeling and Prediction of Bitcoin Prices BNN on Blockchain Information	Bayesian Sinir Ağları (BNN)	BNN'nin Bitcoin fiyat zaman serilerini öngörmede ve Bitcoin fiyatının yüksek oynaklığını açıklamada iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.
Karasu vd.	2018	Prediction of Bitcoin Prices with Machine Learning Methods Using Time Series Data	Doğrusal Regresyon ve Destek Vektör Makinesi	Bitcoin veri seti için önerilen Destek Vektör Makinesi modelinin fiyat tahmin performansının Doğrusal Regresyon modelinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir
Şahin	2018	Kripto Para Bitcoin: ARIMA ve Yapay Sinir Ağları ile Fiyat Tahmini	YSA ve ARIMA Tahmin Modelleri	Yapay Sinir Ağları MPL modeli ile tahmini fiyatların hem yönleri hem de değerleri ARIMA modelinden başarılı olmuştur.
Aslan vd.	2018	Bitcoin'in Türkiye Piyasasındaki Değerinin Yapay Zeka Teknikleri ile Tahmini	ANFIS, Eğri Uydurma	ANFIS yönteminin Bitcoin'in TL fiyatlarını tahmin etmede en başarılı yöntem olduğu sonucuna varmıştır.
Canoz ve Dirican	2017	The Cointegration Relationship Between Bitcoin Prices And Major World Stock Indices: An Analysis with ARDL Model Approach	ARDL Sınır Testi	Bitcoin fiyatları ile önde gelen ABD ve Çin borsa endeksleri arasındaki eşbütünlük ilişkisi gözlenmiştir. Bu bağlamda yatırımcıların uzun vadeli yatırım kararlarında Bitcoin fiyatlarından etkilenebileceği söylenebilir. BİST100, FTSE100 ve NIKKEI225 endeksleri ile ilişki bulunamamıştır.
Amjad and Shah	2016	Trading Bitcoin and Online Time Series Prediction	Sınıflandırma Tahmin Algoritmaları	Algoritmalar karşılaştırıldığında çarpıcı sonuç sınıflandırma algoritmalarının tüm metriklerde ARIMA dan daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.
Kristoufek	2015	What Are the Main Drivers of the Bitcoin Price? Evidence from Wavelet Coherence Analysis	Dalgacık Metodolojisi	Bitcoin genellikle spekülasyon bir varlık olarak etkilense de uzun vadede ticaret, para arzı ve fiyat düzeyi gibi temel faktörlerin Bitcoin fiyatları üzerinde önemli rolü olduğu görülmüştür. Bitcoin'in artan fiyatları madencilik yapmaya teşvik etmektedir.
Atik vd.	2015	Kripto Para: Bitcoin ve	Granger	Bitcoin ile Japon Yen' inin birbirlerini

		Döviz Kurları Üzerine Etkileri	Nedensellik Analizi	gecikmeli olarak etkilediği, Japan Yan'inden Bitcoine doğru tek yönlü nedensellik olduğunu tespit etmiştir.
Yermack	2015	Is Bitcoin a Real Currency An Economic Appraisal.	Korelasyon	Bitcoin; dolar kuru, Euro, sterlin, yen kurlarıyla ve altın fiyatlarıyla olan korelasyonu çok düşük olduğu tespit edilmiştir.
Baek ve Elbeck	2014	Bitcoin as an investment speculative vehicle first look	Korelasyon ve Regresyon	Bitcoin piyasasının oldukça spekülasyon olduğu sonucuna yol açan güçlü kanıtlar sunmuştur.

3. Materyal ve Metot

Bu çalışmada Bitcoin fiyatlarını tahmin etmek amacıyla aralarında ilişki olduğu düşünülen alternatif yatırım araçları girdi değişkeni olarak alınmıştır. Çalışmada tüm değişkenler için Dolar fiyatlandırmaları üzerinden çalışmalar yürütülmüştür. Tablo 2’de kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri görülebilir.

Tablo 2 : YSA Modelinde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Kısaltma	Açıklaması	Çıktı
NASDAQ 100	ABD ENDEKSİ	
DOW-JONES	ABD ENDEKSİ	
EURO STOXX	AVRUPA ENDEKSİ	
S&P500	ABD ENDEKSİ	
CHF	İSVİÇRE FRANGI	BITCOIN
GBP	İNGİLİZ STERLİNİ	
EURO	AB PARA BİRİMİ	
XAG	GÜMÜŞ	
XAU	ALTIN	

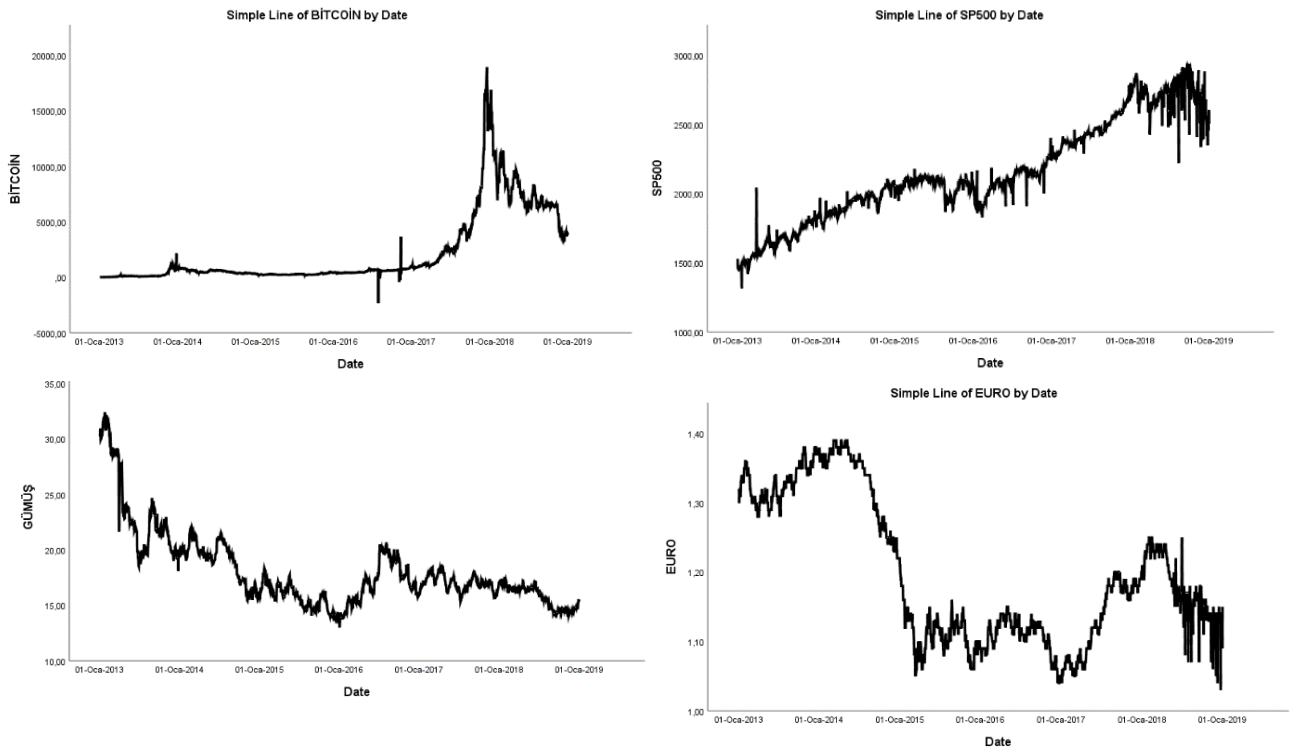
NASDAQ 100 endeksi, NASDAQ borsasına kote olmuş finansal olmayan en büyük 100 menkul kıymeti içerir. Endeks Google, Microsoft, Yahoo, Apple ve Cisco gibi bilgisayar donanım ve yazılımı, telekomünikasyon, toptan/perakende ticaret ve biyoteknoloji ile ilgili büyük sanayi gruplarını kapsar.

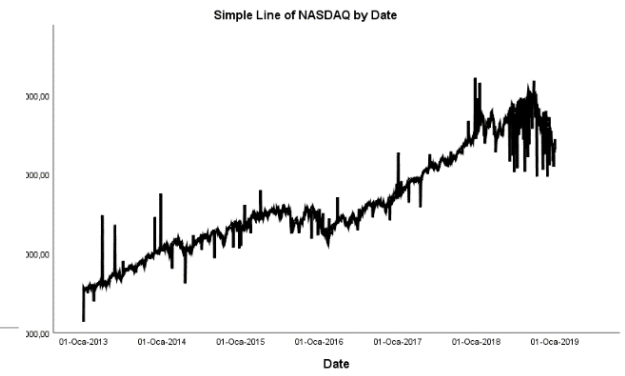
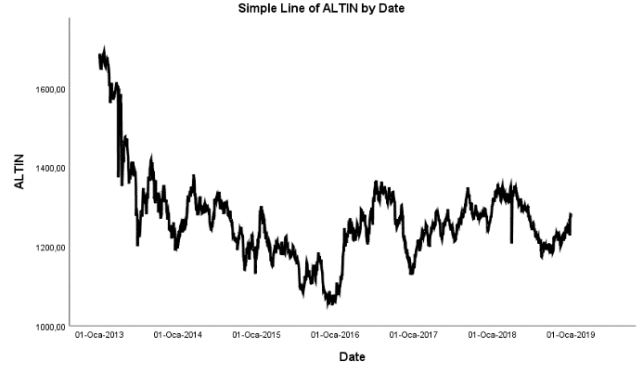
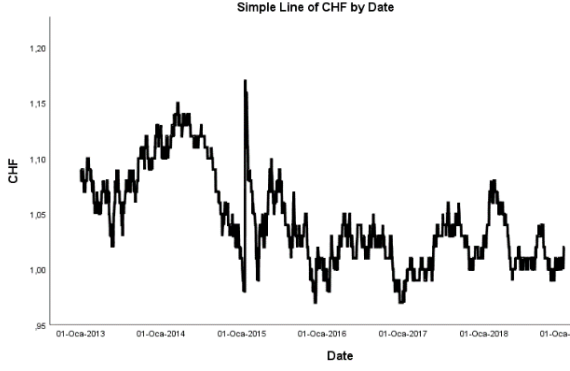
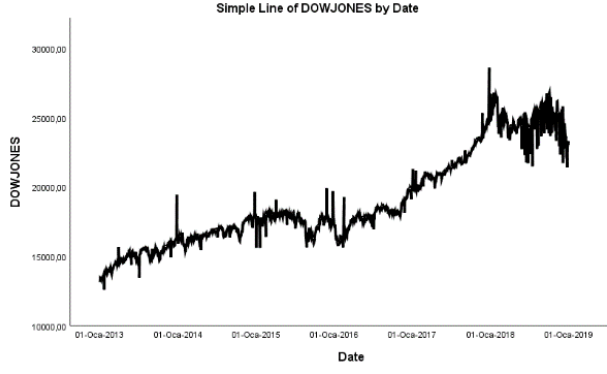
Dow-Jones ortalaması en eski fiyat endekslerinden olup ilk olarak 1884 yılında “The Wall Street Journal’ da yayınlanmıştır. En yaygın kullanıldığı alan sınıai ortalamadır (Çapanoğlu, 1993:156).

Euro Stoxx endeksi, Avrupa'nın en büyük şirketlerinin likit payını göstermektedir. Avrupa ekonomisinin önemli göstergelerinde biridir. Bünyesinde; BMW, Allianz, Unilever, L'oreal gibi firmalar yer almaktadır.

S&P 500 endeksi, 500 büyük Amerikan şirketini içermektedir. Amerika hisse senedi piyasasının yaklaşık olarak %75'ini kapsamaktadır. Bu endeksi oluşturan hisselerin %93'ü New York Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem görmektedir. Bu endeks ABD ekonomisinin en önemli göstergelerindedir. Çalışmada kullanılan değişkenler için zaman serisi grafikleri Grafik 1'de görülebilir.

Grafik 1: Girdi ve Çıktı Değişkenleri Zaman Serisi Grafikleri(\$)





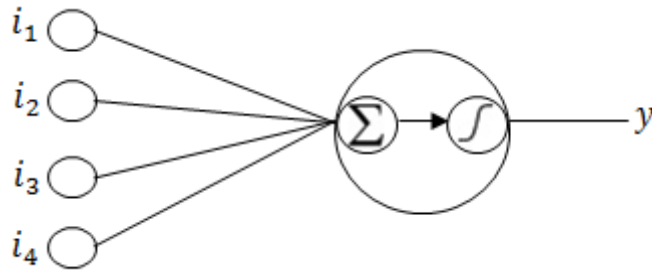
Grafikler incelendiğinde ABD endeksleri olan NASDAQ, DOWJONES ve SP500 grafiklerinin yükselen bir yapıda olduğu görülmektedir. Diğer bir endeks olan EUROSTOXX yani Avrupa endeksinin ABD endeksine nazaran daha stabil görülmektedir. Değerli madenler olan Altın ve Gümüş grafikleri ise birbirine benzer bir seyrinde hareket ettiği ve son zamanlarda azalan yönde bir seyir izlediği söylenebilir. Para birimleri için CHF yatay bir seyir izlerken GBP ve EURO grafiğinin ise benzer yapıda azalan bir yöne sahip olduğu görülmektedir.

4. Yapay Sinir Ağı (YSA)

Yapay sinir ağları, insan beyninin çalışma prensibini temel alarak bilgilerden yeni bilgiler türetebilme yeteneğini yardım ihtiyaç duymadan otomatik olarak gerçekleştiren bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2003: 29).

Yapay sinir ağları birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle finans alanında tahmin metotları arasında oldukça yaygın kullanılan yöntemlerden biridir.

Bu çalışmada tahminleme yöntemi olarak birçok farklı alanda sergilediği yüksek başarılarıyla tanınan yapay sinir ağları kullanılmıştır. Bu model, doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonu içeren nöronlardan oluşmaktadır. Şekil 2’de yapay sinir ağlarının çalışma prensibi görülebilir.



Şekil 2: Yapay Sinir Ağları Çalışma Prensibi

Şekil 2’deki nöronun dört girişi ve tek çıkışı bulunmaktadır. Verinin her boyutu (i_1, i_2, i_3, i_4) farklı ağırlıkla (w_1, w_2, w_3, w_4) çarpılarak nörona ulaşmakta ve girişler nöronda işlem gördükten sonra üretilen değer y adıyla çıkışa aktarılmaktadır. Nöronlarda ilk işlem birimi gelen bilgileri toplayan doğrusal birimdir ve toplama sonucunu ikinci birime göndermektedir. İkinci birime giriş olarak hazırlanan n değeri aşağıdaki eşitlikte verilmiştir (Bellanger, 2000).

$$n = \sum_k i_k w_k \quad (1)$$

İkinci işlem birimi, nöronun doğrusal olmayan fonksiyonunu içeren birimdir. Gelen toplam değeri, bu aktivasyon fonksiyonundan geçtikten sonra elde ettiği değeri nöronun çıkışına vermektedir. Nöron çıkışındaki y değeri aşağıda verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$y_{\text{out}} = f(n) \quad (2)$$

Eşitlik (2) deki f ifadesi tercih edilen aktivasyon fonksiyonunu temsil etmektedir. En sık kullanılan aktivasyon fonksiyonları sigmoid, hiperbolik tanjant ve basamak fonksiyonlarıdır. Her zaman olmasa da her bir aktivasyon fonksiyonunun diğerlerine göre daha başarılı olduğu problemler de mevcuttur.

Yapay sinir ağlarında tahminleme yapılırken genellikle verileri eğitmek için olarak geriye yayılım algoritması türevleri kullanılmaktadır. Eğitim algoritması yardımıyla nöronlar arasındaki bağlantıların ağırlıkları ayarlanarak ağın çıkışı optimize edilir. Veride bulunan çıkış değerinin y değeri ile temsil edildiğini kabul edelim. Ağın çıkışında elde edilen y^* değerinin y değerinden farkı yardımıyla ağdaki tüm bağlantıların ağırlıkları güncellenir ve bu güncelleme yapılırken genellikle hedefe yakınsayarak yaklaşan eğim azaltma yöntemi kullanılır. Aşağıda verilen denklemlerin uygulanmasıyla bir yapay sinir ağı üzerinde geri yayılım algoritmasını kullanarak katsayıların güncellenmesi sağlanmaktadır.

$$e = y^* - y \quad (3)$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2} e^2 \quad (4)$$

$$\Delta w = -\eta \frac{\partial \varepsilon}{\partial w} \quad (5)$$

Bu eşitliklerden ilki daha önce bahsedildiği gibi ağın hesapladığı değer verideki çıkış değerine göre ne kadar saptığını gösteren e (hata) değerinin bulunmasını sağlamaktadır. İkinci denklemden ise üzerinde hesaplama yapılan nörona ilişkin ani hata enerjisi (ε) değeri hesaplanmaktadır. Son olarak ani hata enerjisinin ilgili nörona gelen tüm bağlantı ağırlıklarına mevcut ağırlıkların (w) tersi oranında dağıtılması yardımıyla her ağırlığın güncellenme miktarı (Δw) hesaplanmaktadır. Her ağırlığın güncelleme miktarı bir öğrenme oranı parametresiyle (η) orantılı şekilde küçültülmektedir. Bu işlem verinin her noktası için tekrarlanmakta ve η parametresi sayesinde bir anlamda bulunan çözümlerin ortalaması hesaplanmaktadır.

Bitcoin fiyatlarının tahmini sonuçların performansları R2, RMSE, MAE, MAPE değerleri hesaplanarak ölçülmüştür. Burada;

$$y_i = \text{Gözlem değerleri}$$

$$\bar{y}_i = \text{Gözlem değerlerinin ortalaması}$$

$$\hat{y}_i = \text{Tahmin değerleri}$$

$$n = \text{Gözlem sayısı}$$

olmak üzere;

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (7)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad (8)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{n} * 100 \quad (9)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada R2 için 1'e en yakın değeri almamız gerekirken diğerleri için en düşük değeri veren tahmin başarılı sayılacaktır

5. Analiz ve Bulgular

Bu çalışmada YSA ağ tipi olarak, yapay sinir ağlarında en çok kullanılan modellerden biri olan hatayı geriye yayma modeli kullanılmıştır. Tahmin işlemleri sırasında nöron sayısı 1-20 aralığında değişmektedir. Girdi değerlerimizle Bitcoin' in 2019 yılı Ocak ayına ait olan fiyatı yapay sinir ağları ile tahmin edilmiştir.

Girdi değerleri dikkate alındığında veri sayıları ülke bazlı olarak farklılık göstermektedir. Çünkü borsaların açık olduğu günler resmî tatil gibi etkenlerin devreye girmesiyle birlikte değişmektedir. Bundan dolayı analizin anlamlı ve sürdürülebilir olması adına borsaların açık olduğu ortak günler seçilmiştir. Bu durumda 2013-2018 yılları arasında her bir girdi için 1598 veri girişi yapılmıştır. Bu verilen YSA ağında eğitim, doğrulama ve test sayıları Tablo 3'deki gibi verilmiştir.

Tablo 3: YSA Modelindeki Verilerin Ağıdaki Dağılımı

Veri sayısı	Eğitim	Doğrulama	Test
100%	70%	15%	15%
1598	1118	240	240

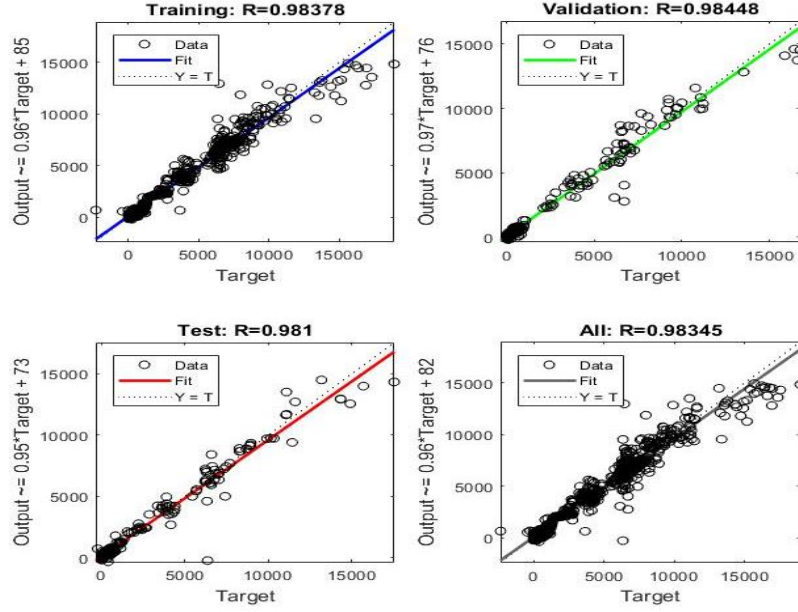
Farklı nöron sayılarına göre ağıın eğitim işleminden sonra performans değerleri belirlenmiştir. Buna göre eğitim sırasında nöron sayısı 1 ile 20 arasında seçilerek denemeler yapılmıştır. Nöron sayılarına göre elde edilen performans değerleri Tablo 4’ de verilmiştir.

Tablo 4: YSA Modelinin Nöron Sayılarına Göre Performans Değerleri

Nöron Sayısı	R ²	RMSE	MAE	MAPE(%)
1N	0,9481	1450	2515	69
2N	0,9020	1992	4158	112
3N	0,9358	1612	3352	83
4N	0,9581	1303	2492	62
5N	0,9447	1496	2857	71
6N	0,9664	1165	2313	60
7N	0,9843	798	1442	37
8N	0,9651	1189	2342	60
9N	0,9011	2001	3676	95
10N	0,9248	1744	3388	88
11N	0,8883	2127	3928	101
12N	0,9995	139	259	7
13N	0,7424	3229	5878	152
14N	0,9066	1944	3627	93
15N	0,8972	2040	3746	97
16N	0,9320	1659	3198	82
17N	0,8469	2489	4685	121
18N	0,8826	2180	3858	99
19N	0,9354	1616	2986	77
20N	0,9250	1742	3176	82

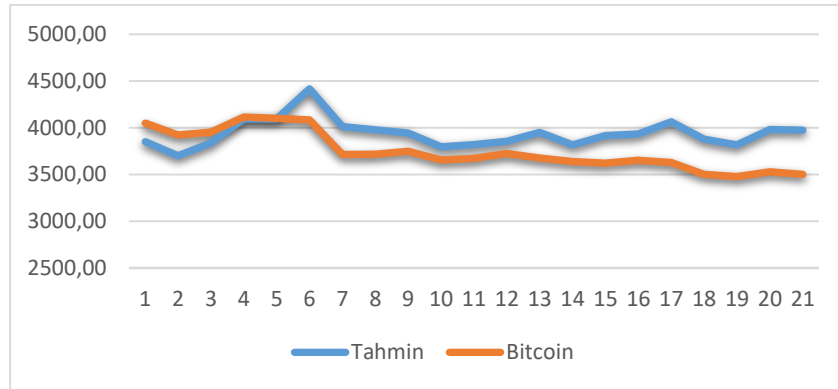
Tablo 4 incelenirse R2 değeri en yüksek ve RMSE, MAE, MAPE(%) değeri en düşük olan nöron sayısı en iyi performansı göstermektedir. Buna göre en iyi model olan 12 nöron sayısına sahip olan modeldir. Ayrıca Grafik 2’de 12N YSA modelinin korelasyon (R) değerleri aşağıda verilmiştir.

Grafik 2: En İyi Modelin Eğitim Geçerlilik- Test Veri Seti R Değerleri



En iyi performansa sahip olan 12 nöronlu yapay sinir ağı modeline göre 2019 yılı Ocak ayının Bitcoin fiyatları Dolar bazlı olarak tahmin edilmiştir. Grafik 3'te Bitcoin tahmin değerleri ile gerçek verilerinin grafiği görülebilir.

Grafik 3: Test Setine İlişkin YSA Öngörü Değerlerinin Gerçek Değerler ile Karşılaştırılması



Grafik 3 incelendiğinde 2019 Ocak ayı için borsanın açık olduğu 21 gün boyunca elde edilen tahmin ve gerçek değerlerin grafiğidir. Tahmin ve gerçek değerler için elde edilen modelin performansının yüksek olduğu Tablo 4 ve Grafik 3 ile daha iyi anlaşılabilir.

6. Sonuç

Tahminleme, nedeni ve sonucu bilinen örneklerden yararlanarak yeni karşılaşılan bir örnek hakkında yorum yapabilmeyi sağlayan bir işlemdir. Tahmin sonuçlarının başarılı olması doğru kararlar alınmasını sağlayacak ve böylece fayda maksimizasyonu

sağlayacağından dolayı tahmin modellerine olan ilgiyi arttırmıştır. Bu ilgiyle birlikte model çeşitlilikleri artmıştır. Bu çalışmada, son yıllarda birçok alanda kullanımı yaygınlaşan yapay sinir ağları yöntemi kullanılmıştır. Veri madenciliği tahmin yöntemleri içerisinde yer alan yapay sinir ağları modeli; çok sayıda değişkenle çalışabilme, verilerin eğitilebilmesi, sınıflama, genelleme yapabilme gibi önemli özellikleri mevcuttur.

Bu çalışmada Bitcoin fiyatları yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak çeşitli alternatif yatırım araçları ile tahmin edilmiştir. Oluşturulan YSA modeli için en iyi sonucu veren 12 nöronlu model yardımıyla 2019 Ocak ayı tahmini $R^2=0.99$ başarı ile elde edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda finans alanında çoğunlukla YSA tahmin modelleri kullanılmakta ve yüksek başarı elde edildiği görülmektedir. Canoz ve Dirican (2017) çalışmasında Bitcoin fiyatları ile ABD borsa endeksleri arasındaki eşbütünleşme ilişkisi gözlenmiştir. Bu bağlamda Bitcoin fiyatlanmasında YSA modelinin yüksek tahmin değeri elde etmesinde ABD endekslerinin etkisinin yüksek olduğu söylenebilir. Yermack (2015) çalışmasında Bitcoin; Dolar Kuru, Euro, Sterlin, Yen kurları ve Altın fiyatlarıyla olan korelasyonu çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak YSA modelinin içinde bağımsız değişken olarak yer aldığı tahminleme başarısına katkı sunduğu görülmüştür.

Kripto paralara olan yoğun ilginin giderek artması fiyatlama konusunda da ilgiyi arttırmaya devam etmektedir. Özellikle Bitcoin değerinin borsa endeksleri, para birimleri ve emtia fiyatlarıyla yakından ilişkili olduğu çalışma sonucunda elde edilmiştir. Yatırımların yönlendirilmesi ve portföy sepeti oluşturulurken bu ilişkilerin göz önünde bulundurulması risklerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca günümüzde teknolojik ilerlemeler sayesinde makine öğrenme ve akıllı sistemlerin gelişmesi ile kripto paraların fiyatları farklı yollarla da tahmin edilebilir. Hatta insanlar para girdisi hariç yatırım sisteminin dışında kalarak yapay zekâ sayesinde tüm süreçleri otomatik hale getirebilir.

KAYNAKÇA

- Amjad, M., & Shah, D. (2017). Trading Bitcoin and Online Time Series Prediction. In NIPS 2016 Time Series Workshop (pp. 1-15).
- Aslan F., Pençe İ, Çeşmeli M.Ş., Kalkan A. (2018). “Bitcoin’in Türkiye Piyasasındaki Değerinin Yapay Zeka Teknikleri ile Tahmini”. 5 th International Management Information Systems Conference. October 24-26 2018 Ankara
- Atik, M., Köse, Y., Yılmaz, B. ve Sağlam, F. (2015). Kripto Para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri. *Bartın Üniversitesi İİ BF Dergisi*, 6(11), 247-261.
- Baek, C. And M. Elbeck (2014). Bitcoin as an Investment or Speculative Vehicle? A First Look. *Applied Economics Letters Journal* . Vol 22 (1). 30-34
- Bellanger, M., (2000). *Digital Processing of Signal: Theory and Practice*, John Wiley and Sons, USA.
- Çapanoğlu, M.B. (1993). “Türkiye ve Dış Ülkelerde Sermaye Piyasası Özelleştirme Uygulamaları ve Menkul Kıymet Borsaları”, İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Çarkacıoğlu, Abdurrahman (2016). “Kripto-Para BITCOIN”, Sermaye Piyasası Araştırma Dairesi, Araştırma Raporu.
- Dirican, C., & Canoz, I. (2017). The cointegration relationship between Bitcoin prices and major world stock indices: An analysis with ARDL model approach. *Journal of Economics, Finance and Accounting*, 4(4), 377-392.
<https://twitter.com/StockTwits/status/967035319592869888>, Erişim(15/04/2019)
- Jang, H., & Lee, J. (2018). An Empirical Study on Modeling and Prediction of Bitcoin Prices With Bayesian Neural Networks Based on Blockchain Information. *IEEE Access*, 6, 5427-5437.
- Karasu, S., Altan, A., Saraç, Z., & Hacıoğlu, R. (2018, May). Prediction of Bitcoin prices with machine learning methods using time series data. In 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEE.
- Khalilov, M. C. K., Gündebahar, M., & Kurtulmuşlar, İ. (2017). Bitcoin ile Dünya ve Türkiye’deki Dijital Para Çalışmaları Üzerine Bir İnceleme. *Proceedings of 19. Akademik Bilişim Konferansı*.
- Kristoufek, L. (2015). What are the main drivers of the Bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis. *PloS one*, 10(4), e0123923.
- Nakamoto, Satoshi (2008). “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”.
- Nebil, F.S. (2018). “Bitcoin ve Kripto Paralar”, İstanbul, Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık A.Ş.
- Öztemel, E. (2003). *Yapay sinir ağları*. PapatyaYayıncılık, İstanbul.
- Sel A. (2020). Determination of G20 Indices Affecting BIST with Hybrid Regression Models. I. International Applied Statistics Conference, 131.
- Sel A. (2020). Investigation of the Relation of Gold Prices and Crypto Money in the Pandemia Process with Machine Learning Methods. I. International Applied Statistics Conference, 132.
- Şahin, E. E. (2018). Kripto para Bitcoin: ARIMA ve yapay sinir ağları ile fiyat tahmini. *Fiscaoeconomia*, 2(2), 74-92.
- Yermack, David (2015). “Handbook of Digital Currency-Bitcoin, Innovation, Financial Instruments and Big Data” Academic Press. Pages 31-43.