



Yapay Sinir Ağları ile Blockchain Verilerine Dayalı Bitcoin Fiyat Tahmini

Uğur YAVUZ^a, Üstün ÖZEN^b, Kübra TAŞ^c, Berat ÇAĞLAR^{d,*}

^{a,b,c,d} Atatürk Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ERZURUM 25240, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 08.12.2019
Kabul: 02.05.2020

Anahtar Kelimeler:
Yapay Sinir Ağları,
Bitcoin, Blokzincir

***Sorumlu Yazar:**
e-posta:
caclarberat@gmail.com

ÖZET

Dünyada internetin ortaya çıkmasıyla birlikte insanlara ödeme, alışveriş vb. işlemlerin yapılabileceği birçok farklı türde e-hizmet sunulmuştur. E-hizmet ağlarının ödeme güvenliklerinde yaşanan olumsuzluklardan dolayı, Blokzincir teknolojisini alt yapısına sahip kripto paralar geliştirilmiştir. Dünya, en popüler kripto para birimi olan Bitcoin ile 2009 yılında "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" isimli makale ile tanıştı. Bitcoin son yıllarda yatırımcılar için cazip bir finansal enstrüman haline gelmiştir. Volatilitesi yüksek piyasalarda işlem gören Bitcoin'de ileriye yönelik fiyat tahmini yapılması yatırımcılar için önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Bitcoin yatırımcılarının arbitraj işlemlerinde olumlu katkı sağlayacak fiyat tahmini yöntemi geliştirilmek istenmiştir. Bu doğrultuda Bitcoin alt yapısını sağlayan Blockchain, Ethereum ve Bitcoin ile ilgili parametrelerden yararlanılmıştır. Önceki araştırma sonuçları doğrultusunda öngörüleme yöntemi olarak yapay zeka tekniklerinden Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda geleceğe yönelik Bitcoin fiyat tahmininde %99 oranında tahminsel başarı sağlanmış olup, istatistiksel model ve basit olasılıklı örnekleme yöntemleri ile test edilmiştir.

Bitcoin Price Prediction Based on Blockchain Data Using Artificial Neural Networks

ARTICLE INFO

Received: 08.12.2019
Accepted: 02.05.2020

Keywords:
Artificial Neural
Networks, Bitcoin,
Blockchain

***Corresponding
Authors**
e-mail:
caclarberat@gmail.com

ABSTRACT

With the advent of the Internet in the world, many several types of e-services have been offered to people such as payment and shopping. Cryptocurrencies with the infrastructure of Blockchain technology have been developed due to the negativities in payment security of e-service networks. The world met the most popular cryptocurrency, Bitcoin, in 2009 with the article "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". In recent years, Bitcoin has become an attractive financial instrument for investors. In Bitcoin, which is traded in high volatility markets, it is important for investors to make a price prediction for the future. In this study, it is aimed to develop a price prediction method that will make positive contribution to Bitcoin investors' arbitrage operations. Accordingly, the parameters related to Blockchain, Ethereum and Bitcoin, which provide the Bitcoin infrastructure, were used. In line with the previous research results, Artificial Neural Networks (ANN) method, one of the artificial intelligence techniques, was used as the prediction method. As a result of the study, 99% predictive success was achieved in the prediction of future Bitcoin prices, and it was tested with statistical model and simple random sampling methods.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

2008 yılının ekim ayında Satoshi Nakamoto'nun yayınladığı makale ile tanıştığımız Blockchain ve Bitcoin kavramları finans dünyasına 2009 yılında hızlı bir giriş yapmıştır. Gerek arkasında yatan gizem olsun gerekse üçüncü kişilerin olmayışı ve oldukça güvenilir bir sistem olması, 1 Bitcoin değerinin Aralık 2017 tarihi itibarıyla yaklaşık olarak 20.000 dolar gibi bir seviyeye yükselmesine neden olmuştur.

Bitcoin'in bu denli kıymetli bir para birimi olması her alanda olduğu gibi akademik alanda da ilgi çeken bir konu olmaya başlamıştır. Araştırmacıların ilk olarak blok zincirine duyduğu ilgi yerini zamanla Bitcoin'e bırakmıştır.

Tablo 1. Bitcoin ve Blockchain Anahtar Kelimesine Göre Google Scholar Arama Sonuçları
(Google Scholar search results by keyword of Bitcoin and Blockchain)

Yıllar	Anahtar Kelimeye Göre Google Scholar Toplam Yıl/Sonuç Sayısı	
	Bitcoin	Blockchain
2018	9680	9540
2017	10600	11900
2016	5480	4210
2015	4680	2090
2014	3830	1480
2013	1900	887
2012	778	672
2011	510	589
2010	318	502
2009	338	464

Araştırmacılar tarafından son zamanlarda farklı yöntemlerle Bitcoin fiyat tahminleri yapılmaktadır. Gerek istatistiksel gerekse de yapay zeka yöntemleriyle yapılan tahminlerin genelinde bağımlı değişken olarak Bitcoin kapanış değeri ele alınırken bağımsız değişkenlerde genelleme yapmak mümkün gözükmemektedir.

Yapay Sinir Ağı (YSA) 1980'li yıllarda sınıflandırma, tahmin ve veri ilişkilendirme için kullanılmak üzere yapay zeka ana başlığı altından yer alan bir yöntemdir. Günümüzde yaygın olarak öngörüleme aracı olarak kullanılmaktadır [15]. Makine öğrenmesi ve istatistiksel teknikler, Bitcoin fiyat tahmini çalışmalarında öngörüleme aracı olarak farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır.

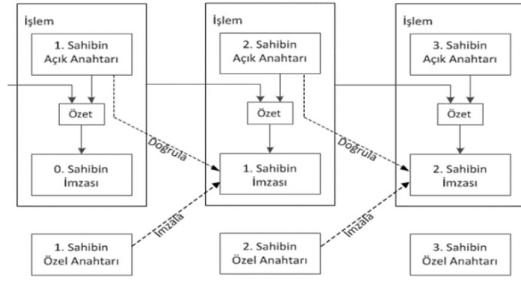
1.1. Literatür Özeti (Literature Review)

Shan ve Zhang (2014) yaptıkları çalışmada Bayes Linear Regression yöntemi kullanarak %89 oranında tahminsel bir başarı sağlarken [24], Madan vd. (2015) yaptıkları çalışmada Makine Öğrenme Algoritmaları kullanarak SVM ile %50 altında başarı, RF yöntemi ile %92 oranına yakın bir başarı sağlamıştır [27].

Greaves (2015) tarafından yapılan çalışmada Linear Regresyon ile %53,4, Logistic Regresyon ile %54,3, SVM ile %53,7, Neural Network yöntemi ile %55,1 oranında başarı elde edilmiştir [9]. Indera vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada MLP-NARX Modeli kullanılmış, değişken olarak Hareketli Ortalama Göstergeleri kullanılmış ve %99 oranında bir başarı elde edilmiştir [33]. Tadvi (2018) tarafından yapılan çalışmada Elliot Dalga teorisi kullanılmış ve 5. Dalgada farklı öngörücü tahminlerde bulunulmuştur [7]. Amjad vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada Kuantum Bazlı Evrimsel Algoritma kullanılmış ve %96 oranında tahminsel başarı elde edilmiştir [41]. Kim ve diğerleri tarafından farklı zamanlarda yapılan çalışma sonucunda 2016 yılında analitik yöntem validasyon oranı %79,57 iken 2017 yılında % 80,39 olduğu görülmüştür [42, 43]. McNally (2016) tarafından yapılan çalışmada ise %52 oranında başarı elde edilmiştir [38]. Steqvist (2017) tarafından yapılan çalışma da Twitter tweetleri kullanılarak %79 oranında bir tahminsel başarıya ulaşılmıştır ve Steqvist (2017) gibi, Kim ve diğerleri de 2016-2017 yıllarında yaptıkları çalışmada Çevrimiçi forumların yorum ve açıklamalarını kullanmışlardır [26, 42, 43]. Sakız ve Gencer (2018) çalışmada kullanılan veri sayısının yetersizliğinden, Sakız ve Kutlugün (2018) seçilen yapay zeka algoritmaları ve parametrelerinden ve Kutlu vd. (2017) çalışmaların da kullandıkları geçmiş Bitcoin fiyatlarıyla ile Bitcoin fiyat tahmininde yararlanılamayacağı sonucuna ulaşmışlardır. Bunun yanı sıra Alessandretti vd. (2018) ise çalışmalarında öğrenme algoritmaları ile kripto paraların kısa vadede tahmininin yapılabildiği sonucuna ulaşmıştır [16, 17, 18, 30]. McNally (2016) yaptığı çalışmada kripto para fiyat tahmininde RNN modelinin, McNally vd. (2018) LSTM modelinin, Karasu vd. (2018) gecikme sayısı 2 olan WMA filtreli P-SVM modelinin, Şahin (2018) yapay sinir ağı MLP modelinin, Lee ve Jang (2017) ise Bayes Sinir Ağı yönteminin karşılaştırdıkları diğer yöntem ve modellere göre daha başarılı oldukları sonucuna ulaşmışlardır [25, 29, 36, 37, 38, 39]. Tahminsel başarı oranını iyileştirmek için Mem vd. (2017)) tarafından yapılan çalışmada Evrimsel Sinir Ağları (CNN) kullanılırken, Catania vd. (2018) Zaman Serisi Analizi kullanmıştır [28, 31]. Lamon vd. (2017) ve Akcora vd. (2018) fiyat tahmininde öngörücü faydası olabilecek değişkenleri araştırmışlardır ve Lamon vd. Bitcoin, Litecoin ve Ethereum için günlük haver ve sosyal medya verilerinin kullanımı araştırıp 67 günlük veriler ile, Akcora vd. ise Block zincir verileri ile grafiksel veriler ile başarılı bir fiyat tahmini yapılabileceği sonucuna ulaşmışlardır [17, 19].

2. MATERYAL ve YÖNTEM (MATERIALS and METHODS)

M.Ö. VII. Yüzyılda Anadolu’da başlayan paranın tarihsel gelişim sürecine farklı bir boyut kazandıran Satoshi Nakamoto, aslında 20. Yüzyılda tanıştığımız “Kişiden Kişiyeye” (Peer-to-Peer - P2P) kavramını, ekonomi ve finans alanlarında bütünleştirmeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda da Blockchain teknolojisini geliştirmiştir. Blockchain olarak isimlendirdiği bu teknoloji aslında bir veritabanı gibi işlem kayıtlarının yapıldığı, şifreli bir sistemdir. Geliştirmiş olduğu bu teknoloji aracılığıyla da ilk kripto para olan Bitcoin’i dünyaya tanıtmıştır.



Şekil 1. Bitcoin İşlem Şeması
(Bitcoin Transaction Scheme)

Bitcoin’in belli bir merkez bankasına ait olmayışından dolayı, dolaşıma katılmasını sağlamak için Bitcoin madencileri tarafından bir algoritmada gereken şifreler çözülmelidir (matematik problemlerini çözmek için özel yazılımlar gibi). Bunun için de CPU işlem gücü ve elektrik enerjisi tüketilmektedir. Toplam Bitcoin sayısı 21 milyonla sınırlandırılmış olup [39], ilk Bitcoin transferi Ocak 2009’da yapılmıştır [13]. Bitcoin ilk çıktığından beri yapılan tüm transfer işlemleri herkese açık, şeffaf, sıralı ve zaman damgalı dijital küresel hesap defteri olan Blok Zincirinde kayıt altına alınmaktadır [8].

	A	B	C	D	E	F	G
1	Tarih	Şimdi	Açılış	Yüksek	Düşük	Hac.	Fark
2	29.06.2018	5.834,20	6.848,10	5.943,30	5.782,90	29,28K	-0,27%
3	28.06.2018	5.850,00	6.133,10	6.167,70	5.829,90	17,94K	-4,62%
4	27.06.2018	6.133,10	6.073,50	6.181,40	5.989,00	18,27K	0,90%
5	26.06.2018	6.078,50	6.250,80	6.273,70	6.050,20	18,83K	-2,69%
6	25.06.2018	6.246,60	6.146,10	6.334,20	6.082,10	27,91K	1,60%
7	24.06.2018	6.148,00	6.151,90	6.249,70	5.762,90	45,50K	-0,06%
8	23.06.2018	6.152,00	6.041,00	6.253,90	6.014,00	20,70K	1,81%
9	22.06.2018	6.042,60	6.715,20	6.730,70	5.929,10	55,25K	-9,99%
10	21.06.2018	6.713,50	6.760,00	6.787,10	6.680,10	10,65K	-0,69%
11	20.06.2018	6.760,40	6.732,70	6.818,20	6.560,00	18,71K	0,34%
12	19.06.2018	6.737,50	6.711,60	6.832,90	6.666,20	17,38K	0,42%
13	18.06.2018	6.709,20	6.443,50	6.826,80	6.378,60	26,37K	4,25%
14	17.06.2018	6.435,70	6.491,00	6.573,00	6.426,90	9,44K	-0,77%
15	16.06.2018	6.485,90	6.386,20	6.557,20	6.330,00	13,70K	1,58%
16	15.06.2018	6.385,00	6.638,00	6.655,50	6.360,30	21,29K	-3,75%
17	14.06.2018	6.633,70	6.295,10	6.703,40	6.269,50	33,06K	5,38%
18	13.06.2018	6.295,20	6.543,10	6.611,70	6.125,70	45,58K	-3,80%
19	12.06.2018	6.543,90	6.873,20	6.873,20	6.441,00	32,01K	-4,79%

Şekil 2. Bitcoin Günlük Kur Değerleri
(Bitcoin Daily Exchange Values)

Bitcoin kur değerleri, Bitcoin’in yabancı para cinsinden karşılığıdır [36]. Çalışmamızda Bitcoin’in 01.01.2009 - 23.07.2018 tarihleri arasındaki günlük kur değerleri kullanılmıştır.

Madencilik, Bitcoin işlemlerini güvenceye almak, doğrulamak ve Bitcoin arzını sağlamak için eşler arası gerçekleştirilen bilgisayar işlemidir [2]. Hesaplama yetisi olan, açık kaynak kodlu madencilik yazılımını çalıştırabilen ve Bitcoin ağına dahil olan herkes madenci olabilir. Madenciler transfer işlemlerini gerçekleştirirken karmaşık matematik problemlerini özel madencilik yazılımı ile çözerler ve problemi çözebilen her madenci belli bir miktar ödül kazanır. Yani madenciler tarafından yapılan her yeni Blok üretimine karşılık Bitcoin verilmekte ve Bitcoin arzı sağlanmakta, bu işleme de madencilik denilmektedir [8]. Madencilik için yüksek CPU işlem gücüne, elektrige ve zamana ihtiyaç duyulur [13].

Şekil 3, Bitcoin Madencilik Getirileri (Bitcoin Miners Revenue) tablosunu göstermektedir. Tablo, date ve value sütunları içerir. Veriler aşağıdaki gibidir:

date	value
2018-11-14	9873254.19354
2018-11-13	11326127.0809
2018-11-12	11705027.6032

Şekil 3. Bitcoin Madencilik Getirileri [4].
(Bitcoin Miners Revenue)

Madencilik getirisi, günlük çıkarılan Bitcoin miktarının işlem değeri ile toplanıp piyasa değeri ile çarpılmasıyla elde edilen değer olup [4], madencilik getirisini etkileyen etmenler ise Bitcoin fiyatı ve zorluk derecesidir [20].

Şekil 4, Bitcoin Zorluk Değerleri (Bitcoin Difficulty) tablosunu göstermektedir. Tablo, date ve value sütunları içerir. Veriler aşağıdaki gibidir:

date	value
2018-11-14	718444942700
2018-11-13	718444942700
2018-11-12	718444942700

Şekil 4. Bitcoin Zorluk Değerleri [4].
(Bitcoin Difficulty)

Zorluk, Hash fonksiyonun çözülme olasılığı olup, yeni madencilerin Bitcoin ağına katılmasıyla, zorluk seviyesi hızla artmaktadır [12]. Bu da madencilikte çözülen problemleri zorlaştırmaktadır. Toplam Bitcoin sayısı 21 milyonla sınırlandırıldığı için her 4 yılda bir problemler zorlaştırılarak verilen ödül yarıya inmektedir [8].

Cüzdan, Bitcoin depolayabilmek için oluşturulan sanal belleklere verilen isimdir. Cüzdan kullanımı verilen özel gizli anahtarla sağlanmaktadır. Bu anahtarlar gerçek bir cüzdana benzetilmektedir. Gizli anahtarın başkalarının eline geçmesi cüzdanınızı çaldırmaya benzer bu yüzden kimseyle paylaşılmamalıdır [40].

Cüzdan ile ilgili olarak; Cüzdan Kullanım Oranı, Bitcoin Cüzdanı Günlük İşlem Sayısı ve Bitcoin Cüzdanı İşlem Hacmi verileri YSA eğitiminde kullanılmıştır.

date	value
2018-11-14	4288644.8188
2018-11-13	49899418.9562
2018-11-12	92142251.1972

Şekil 5. Bitcoin HASH Değerleri [4].
(Bitcoin Hash Rates)

Hash hızı, madenciler tarafından ağda saniyede yapılan hesaplama etkinliğini gösterir [10]. “Madenciler veya madenci havuzları, karma oranının %51’ini kontrol etmesi halinde, teorik olarak kendi işlem bloklarını çözebileceklerdir” [23]. Yüksek Hash değerleri için madencilikte ASIC türü makineler kullanılmaktadır [14].

Bitcoin işlem sayısı bir seansta ya da belli bir dönemde alınıp satılan menkul kıymet adedidir [1]. Veri setinin işlem miktarına ek olarak toplam işlem sayısı da dahil edilmiştir. İşlem onayı ise bir işlemin blok dahiline alınıp kabul edildiği anlamına gelmektedir.

Bitcoin ağ açığı, işlem ücretleri ile Bitcoin madenciliğinin maliyeti arasındaki farkı gösterir [5]. Madencilik sonucu elde edilen verilerin ve Bitcoin’in geçmiş işlem verilerinin global hesap defterine eklenmesinde kullanılan işlem gruplarına Blok denir [2]. Bu çalışmada MB cinsinden ortalama Blok boyutları da bağımsız değişken olarak alınmıştır.

Ethereum, ilk defa Kuzey Amerika konferansında kurucusu Vitalik Buterin tarafından tanıtılmıştır [20]. Ethereum, Bitcoin’de tanıtılan Blok Zinciri’nin mantığından yola çıkılarak yeniden tasarlanmış bir kripto paradır ve kendi para birimi de Ether olarak adlandırılır. Ethereum’un blok zinciri anlaşmaları ile Ether gönderilebilir, alınabilir, depolanabilir [11]. “Ana güç kaynağı ETH olan bir Kripto işletim sistemidir” [34].

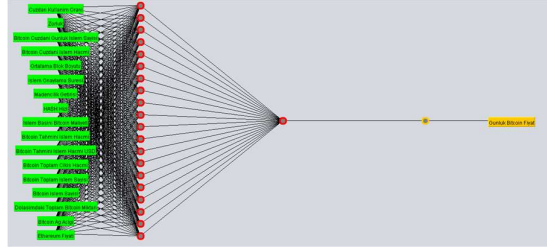
Ethereum’un bu çalışmada ele alınma sebebi ise Bitcoin’in en büyük rakibi olarak görülmesidir. Hatta “Bitcoin Vol 2” olarak tanımlanmaktadır [34]. Bu verilere ek olarak YSA’nın daha başarılı sonuçlar vermesi amacıyla, eğitim sırasında Bitcoin ile ilgili ek veriler de kullanılmıştır. Bu veriler şunlardır.

- İşlem Başına Bitcoin Maliyeti
- Bitcoin Tahmini İşlem Hacmi (BTC)
- Bitcoin Tahmini İşlem Hacmi (USD)
- Bitcoin Toplam Çıkış Hacmi
- Bitcoin Toplam İşlem Sayısı
- Dolaşımdaki Toplam Bitcoin Miktarı

A	B	C	D	E	F	G
2	7880	100.00	50.45141	188.29619197	500.00017	502.179
3	210072018	64.84	71.62729	275.613.994.81	442.101.37	348.200
4	210072018	64.84	70.14113	462.606.078.09	924.213.88	225.629
5	210072018	66.52	118.622.76	989.977.824.78	950.792.00	225.379
6	190072018	68.01	118.288.28	11002.818.288.23	1127.518.76	218.769
7	180072018	97.38	115.016.17	793.711.674.58	1.041.500.14	373.566
8	170072018	86.34	118.478.84	777.077.074.08	1.271.671.08	309.882
9	160072018	65.78	101.005.97	915.062.968.61	740.151.04	193.151
10	150072018	59.02	104.205.20	108.971.062.37	780.185.11	170.427
11	140072018	34.96	104.706.70	469.464.862.62	890.429.18	209.908
12	130072018	53.95	107.073.00	485.428.561.35	821.101.02	203.535
13	120072018	61.01	100.685.71	703.803.683.65	848.828.66	200.605
14	110072018	58.50	177.114.68	852.380.954.72	1.174.009.09	318.063
15	100072018	51.50	76.188.09	545.971.184.75	1.048.021.00	265.148
16	90072018	84.37	84.097.09	106.294.254.00	713.013.01	116.830
17	80072018	76.34	148.833.22	212.054.288.01	520.095.47	172.300
18	70072018	60.91	122.802.52	799.978.128.35	948.279.95	209.951
19	60072018	58.13	97.701.28	487.693.282.53	1.171.527.62	199.400
20	50072018	56.92	105.975.66	605.609.804.04	809.909.00	308.788
21	40072018	41.27	111.527.60	872.292.597.01	1.067.627.88	376.142
22	30072018	21.81	112.108.07	112.018.018.32	951.964.55	299.298
23	20072018	74.09	116.142.41	993.349.856.09	928.824.07	116.247
24	10072018	58.71	82.824.07	592.288.869.09	738.228.07	281.051
25	30062018	97.81	110.715.31	466.384.541.81	1.080.974.50	197.881
26	20062018	85.11	118.021.19	703.674.479.03	911.817.78	187.674
27	10062018	50.71	107.068.84	976.613.880.81	951.719.08	148.574

Şekil 6. YSA Eğitiminde Kullanılan Diğer Bitcoin Verileri
(Other Bitcoin Data Used in YSA Training)

Yapay sinir ağı, biyolojik sinir ağlarını taklit ederek, basit belleklere sahip paralel işlem elemanları sayesinde öğrenen, genelleme yapan, çıkarımda bulunan ve yeni bilgi üretebilen bilgisayar programıdır [22]. YSA bilgiyi öğrenerek elde etmesi ve saklaması yönüyle insan beynine benzemektedir [35].



Şekil 7. YSA Mimarisi
(ANN Architecture)

Toplanan verilerden 3491 x 18 boyutunda bir veri seti ortaya çıkmıştır. Bu veri seti ışığında iki katmanlı ileri beslemeli danişmalı bir YSA oluşturulmuştur. 17 adet giriş (input) değişkeni (nöron) bulunmaktadır. Hedef (Target) değeri olarak 3491 x 1’lik günlük Bitcoin kapanış değerleri kullanılmıştır.

Gizli katman (Hidden layer) 20 nörondan oluşmaktadır. Aktivasyon fonksiyonu olarak doğrusal olmayan hiperbolik tanjant sigmoid transfer fonksiyonu tercih edilmiştir. Çıkış katmanı (Output layer) 1 nörondan oluşmaktadır. Aktivasyon fonksiyonu olarak, doğrusal problemler çözmek amacıyla kullanılan lineer aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır.

Algorithms	
Data Division:	Random (dividerand)
Training:	Levenberg-Marquardt (trainlm)
Performance:	Mean Squared Error (mse)
Calculations:	MEX

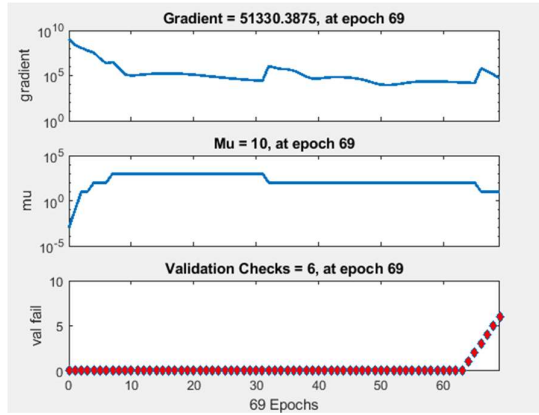
Şekil 8. YSA Algoritma Özeti
(ANN Algorithm Summary)

Veri setinden rasgele seçilen %60 oranındaki veri (2095 adet veri) eğitim (training) için kullanılırken, %20 oranında veri test (testing) ve doğrulama (validation) için kullanılmıştır. Eğitim algoritması olarak dik iniş (steepest descen) ve Newton algoritmalarının birleşiminden oluşan Levenberg – Marquardt (LM) algoritması tercih edilmiştir.

3. BULGULAR (FINDINGS)

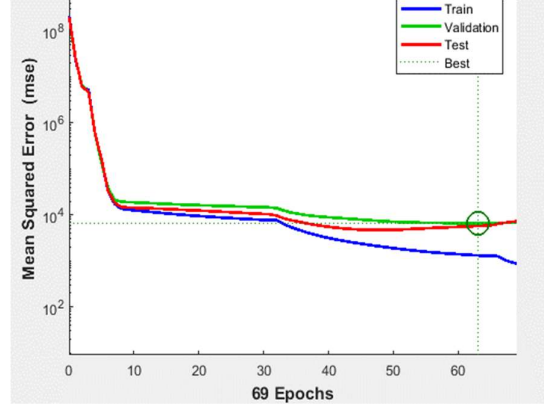
Çalışmanın sonuçlarını en uygun şekilde sunmak için uygulama sonrası elde edilen veriler ışığında grafikler oluşturulmuştur. Bu grafikler yorumlanmak suretiyle çalışma sonuçlarına ulaşılmak istenmiştir. Sonuçların yorumlanmasında istatistiksel verilerden de yararlanılmıştır.

YSA iterasyon sayısı maksimum 1000 olarak belirlenmiş ama 7. saniyede 6 tekrarlanan doğrulama hatası olduğundan 69. İterasyon da sonuca ulaşılmıştır.



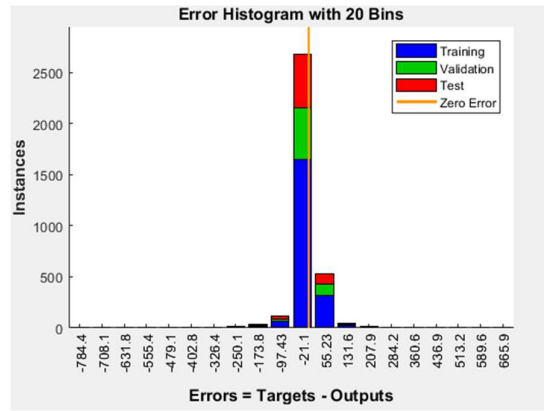
Şekil 9. YSA Eğitim Durumu
(ANN Educational Status)

YSA'nın performansının değerlendirmede sıklıkla başvurulan istatistiksel yöntemlerden biri olan ortalama karesel hata (Mean Squared Error-MSE) oranının sifira yaklaşması, tahmin edilen değer ile gerçek değerlerin birbirine oldukça yakın değerler olduğunun göstergesidir. MSE değeri için eğitim verisinden ziyade test ve doğrulama verileri önemlidir. Oluşturulan bu modelde 63. iterasyonda en iyi uyumun ve performansın sağlandığı gözükmektedir.



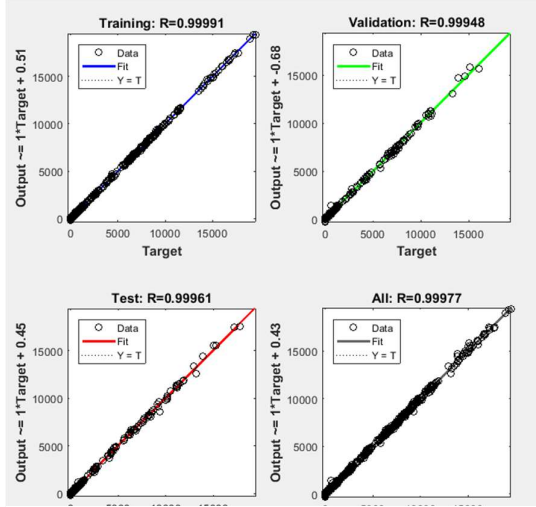
Şekil 10. YSA Performans Grafiği
(ANN Performance Graph)

Error Histogramı, en sade hali ile tahmin hatasının -21.1 olduğunu ifade etmektedir. Hedef ile çıkış değerleri arasındaki farkın -21,1 oranında olması verilerin birbirlerine uyumlu olduğunu göstermektedir.



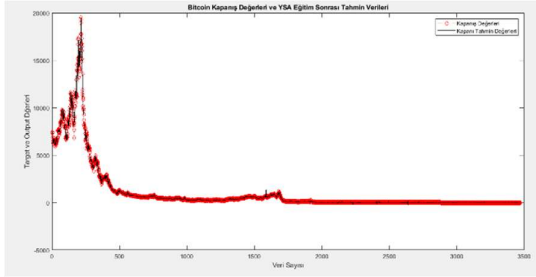
Şekil 11. YSA Hata Grafiği
(ANN Error Graph)

Ağın doğrulamasındaki son adım ve en önemli adım ağ çıktıları ile hedefler arasındaki ilişkilerin ortaya konulduğu regresyon grafikleridir. Grafiklerde doğru tahmin için 45 derecelik çizgi (Fit) boyunca hedef ve çıkış değerlerinin aynı hızda olması gerekmektedir. R değeri ise genele bakıldığında 0,99977 gibi bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır. R değeri 0 – 1 aralığında değişiklik göstermekle beraber 1'e yakın olması da başarı göstergesidir.



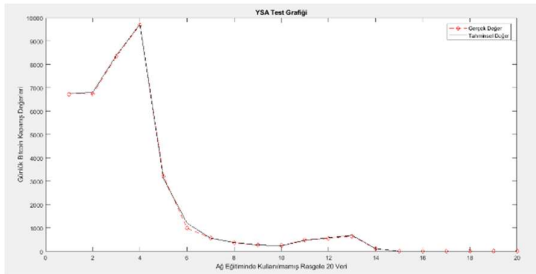
Şekil 12. YSA Regresyon Grafiği
(ANN Regression Graph)

YSA eğitimi sonucu elde edilen tahminsel değerlerle YSA eğitiminde kullanılan hedef veri setlerinin birbirine yakınlığı Şekil 13'de gösterilmiştir.



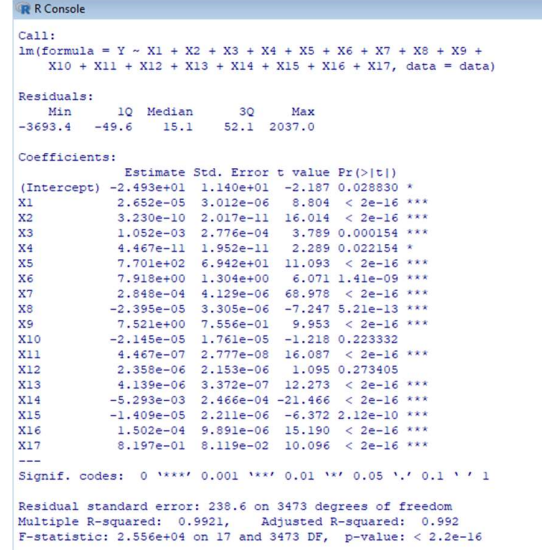
Şekil 13. Bitcoin Fiyatı – YSA Tahmin Fiyatı
Karşılaştırma Grafiği
(Bitcoin Price-ANN Forecast Price Comparison Graph)

YSA başarımını daha doğru bir test amacıyla YSA eğitiminde kullanılmamış ve veri setinden basit olasılıklı örnekleme yöntem ile 20 adet veri elde edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda küçük oranda sapmaların görüldüğü, oldukça başarılı bir Bitcoin fiyat tahmini gerçekleşmiştir. Sonuçlar, Şekil 14'de gösterilmiştir.



Şekil 14. Rasgele Veri Setiyle YSA Test Sonucu
(ANN Test Result with Random Data Set)

Bu çalışmada kullanılan yapay zeka yöntemlerinden yapay sinir ağı tekniğini doğrulamak ve istatistiksel bir bakış açısı oluşturmak için, hazırlanan veri seti çoklu regresyon analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak elde edilen sonuçlar Şekil 15'de görülmektedir.



Şekil 15. R Programlama Dili Çoklu Regresyon
Analiz Çıktısı

(R Programming Language Multiple Regression Analysis Output)

4. SONUÇ ve TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Bitcoin, 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından geliştirilmiştir [6]. İlk transferin gerçekleştirilmesinde bu yana 9 yıl geçmiştir [32]. 22 Mayıs'ın Dünya Pizza Günü olarak ilan edilmesi ve 22 yaşındaki bir futbolcunun Sakarya'nın amatör küme takımına transferi sırasında 0.0524 Bitcoin teklif verilmesi, dünyada ve ülkemizde Bitcoin'in nasıl bir konuma sahip olduğunu göstermektedir.

Dünya ekonomisine hızlı ve etkili bir giriş yapan bu sanal para biriminin akademik çalışmalarda araştırmacılar için ilgi çekici olduğu ortadadır. Bitcoin fiyat tahmini konusunda da farklı yöntem ve farklı veri setleri kullanılarak yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Bu çalışmada yapay zeka yöntemlerinden yapay sinir ağı tekniği kullanılarak 2009 – 2018 yılları arasındaki Blockchain ve Bitcoin parametreleri doğrultusunda 3491 x 18 boyutlarında bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veri seti ile tanjant sigmoid transfer fonksiyonu ve Levenberg – Marquardt (LM) algoritması kullanılarak eğitim gerçekleştirilmiş ve çok katmanlı YSA oluşturulmuştur. Eğitim sonucundan oluşturulan regresyon grafiği göstergeleri doğrultusunda 0.99977 oranında R değeri elde

edilmiştir. Ağın başarısı, basit olasılıklı örnekleme yöntemi ile belirlenen ağın eğitimi sırasında kullanılmayan 20 farklı değer (ağa önceden tanıtılmamış 20 veri) doğru tahminiyle farklı bir teknikle kanıtlanmıştır.

Çalışma sonunda Bitcoin fiyat tahmininde, cüzdan kullanım oranı, zorluk, cüzdan günlük işlem sayısı, ortalama blok boyutu, işlem onay süresi, madencilik getirisi, HASH değeri, iş başı maliyeti, işlem hacmi dolar karşılığı, toplam işlem sayısı, günlük işlem sayısı, dolaşımdaki toplam Bitcoin miktarı, ağ açığı ve Ethereum değerleriyle çok yüksek istatistiksel anlamlılık olduğu kanıtlanmıştır.

Literatüre bakıldığında çalışmaya en fazla benzerlik gösteren çalışma İndera vd (2018) tarafından yapılan çalışmadır. Çalışmada MLP-NARX Modeli ve Hareketli Ortalama Göstereçler kullanılarak %99 başarı oranına ulaşılmıştır. Yapılan bu çalışma ile kullanılan yöntem ve sonuç bazında bir benzerlik görülmektedir. Yöntem açısından ise Şahin (2018) yılında yaptığı çalışmada Bitcoin fiyat tahmininde kullanılmak üzere en iyi yöntemin Yapay Sinir Ağları MLP yöntemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Graves (2015), Sakız ve Gencer (2018), Sakız ve Kutlugün (2018), Şahin (2018), Madan vd. (2015), Mem vd. (2017), Lee ve Jang (2017), Catania vd. (2018), McNally vd. (2018) ve McNally (2016) tarafından yapılan çalışmalarda tahmin için kullanılan değişkenler ise bu çalışmada kullanılan değişkenler ile benzerlikler göstermektedir. Kutlu vd. (2017) Türkiye’de geçmişteki Bitcoin fiyatları ile Akcora vd. (2018) seçilen yapay zeka algoritmaları ve parametreleri ile Bitcoin fiyat tahmininden yararlanılamayacağı sonucuna ulaşmışlardır. Ancak, geçmiş Bitcoin fiyatlarını da kullanan Yapay Sinir Ağı Yöntemi ile başarılı bir sonuç elde etmişlerdir. Literatür başlığı altında yapılan çalışmalar incelendiğinde istatistiksel tekniklerin, Bitcoin fiyat tahmininde yapay zeka tekniklerine oranla başarı oranının düşük olduğu bu çalışmayla bir daha kanıtlanmış olup, kur ve borsa endekslerinin, piyasa göstergelerinin ve haber, sosyal medya, google aramaları gibi nitel verilerin tek başına anlamlı bir sonuç vermediği belirlenmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda istatistiksel anlamlı değişkenler ile nitel verilerin bir arada kullanılması tahminsel başarı oranını arttırabilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

[1] Anonim, “Bankacılık ve Finans Terimleri”, *bankalar.org*, URL: <https://www.bankalar.org/bankacilik-terimleri>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].

[2] Anonim, “Bitcoin mining”, *Bitcoin.com*, URL: <https://www.Bitcoin.com/Bitcoin-mining>. [Erişim Tarihi: Kasım 16, 2019].

[3] Anonim, “Bitcoin Network Deficit”, *quandl.com*, Haziran 19, 2018. URL: <https://www.quandl.com/data/BCHAIN/NETDF-Bitcoin-Network-Deficit>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].

[4] Anonim, “Blockchain”, *quandl.com*, URL: <https://www.quandl.com/data/BCHAIN-Blockchain>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].

[5] Anonim, “What the hell is this chart supposed to Show”, *reddit.com*, 2016. URL: https://www.reddit.com/r/btc/comments/47ddlu/what_the_hell_is_this_chart_supposed_to_show/. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].

[6] Anonim, “Satoshi Nakamoto”, *tr.wikipedia.org*, URL: https://tr.wikipedia.org/wiki/Satoshi_Nakamoto. [Erişim Tarihi: Aralık 26, 2018].

[7] A. A. Tadvi, "Bitcoin price prediction", *International Journal of Academic Research and Development*, ss.1112-1114, 2018.

[8] A. Çarkacıoğlu, “Kripto-Para Bitcoin”, *sok.gov.tr*, Aralık 2016. Link: <https://www.spk.gov.tr/SiteApps/Yayin/YayinGoster/1130>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].

[9] A. Greaves, B. AU, "Using the Bitcoin Transaction Graph to Predict", *semanticscholar.org*, Aralık 8, 2015. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Using-the-Bitcoin-Transaction-Graph-to-Predict-the-Greaves-Au/a0ce864663c100582805ffa88918910da89add47>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].

[10] A. K. Joshua, C. D. IAN, W. F. Edward, "The Economics of Bitcoin Mining or, Bitcoin in the Presence of Adversaries", *Proceedings of WEIS*, ss. 11, Haziran 2013.

[11] A. M. Antonopoulos, *Mastering Bitcoin* (1 b.), United States Of America, O'Reilly, 2015.

[12] A. M. Antonopoulos, “Mastering Bitcoin (2b.)”, 2017. *O'Reilly*, United States Of America. Link: <http://dl.ebooksworld.ir/motoman/Oreilly.Mastering.Bitcoin.Unlocking.Digital.Cryptocurrencies.www.EBooksWorld.ir.pdf>. [Erişim Tarihi: Kasım. 2, 2018].

- [13] A. Sönmez, "Sanal Para Bitcoin", *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC*, vol. 4, no. 3, 2014.
- [14] BTC Akademi, "HashRate Nedir", *btcakademi.com*, Aralık 14, 2017. URL: <http://btcakademi.com/hashrate-nedir/>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].
- [15] B. Ataseven, "Yapay Sinir Ağları İle Öngörü Modellemesi", *Öneri Dergisi*, ss. 101-115. Ocak 2013. Doi: 10.14783/od.v10i39.1012000311
- [16] B. Kutlu, D. Sezer, U. T. Gümüş, "Can Bitcoins' Prices Be Predicted By Google Trends Data? An Example of Turkey With Comparison of USA", *International Journal of Academic Value Studies*, ss.167-177, Mayıs 2017.
- [17] B. Sakız, A. H. Gencer, "Yapay Sinir Ağları ile Bitcoin Fiyatını Tahminleme", *International Conference on Eurasian Economies*, ss. 438-44, 2018.
- [18] B. Sakız, E. Kutlugün, "Bitcoin price forecast via blockchain technology and artificial intelligence algorithms", *26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, İzmir, Türkiye, Mayıs 2-5, 2018
- [19] C. G. Akcora, A. K. Dey, Y. R. Gel ve M. Kantarcioğlu, "Forecasting Bitcoin Price with Graph Chainlets", *Springer International Publishing*, ss. 765-776, Haziran 2018.
- [20] C. Türk, "Türkiye'de Bitcoin Madenciliği Karlı Mı? Kar Analizi", *coin-turk.com*, Eylül 9, 2019. URL: <https://coin-turk.com/turkiyede-bitcoin-madenciligi-karli-mi-kar-analizi>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].
- [21] C. Lamon, E. Nielsen, E. Redondo, "Cryptocurrency Price Prediction Using News and Social Media Sentiment", *SMU Data Sci. Rev.*, vol. 1, no. 3, ss. 1-22, 2017.
- [22] Ç. Elmas, *Yapay Zeka Uygulamaları*, Ankara, Seçkin, 2016.
- [23] D. Bradbury, "The problem with Bitcoin", *Computer Fraud & Security*, vol. 2013, no. 11, ss. 5-8, Kasım 2013.
- [24] D. Shah, K. Zhang, "Bayesian regression and Bitcoin", *52nd annual Allerton conference on communication, control, and computing (Allerton)* Illinois, USA, IEEE, 2014. ss. 409-414.
- [25] E. E. Şahin, "Kripto Para Bitcoin: ARIMA ve Yapay Sinir Ağları İle Fiyat Tahmini". *Fiscaoeconomia*, ss. 74-92, 2018.
- [26] E. Steqvist, J. Lönnö, Predicting Bitcoin price fluctuation with Twitter sentiment analysis, 2017.
- [27] I. Madan, S. Saluja, A. Zhao, "Automated Bitcoin Trading via Machine Learning Algorithms", *cs229.stanford.edu*, 2015. URL: <http://cs229.stanford.edu/proj2014/Isaac%20Madan,%20Shaurya%20Saluja,%20Aojia%20Zhao,Automated%20Bitcoin%20Trading%20via%20Machine%20Learning%20Algorithms.pdf>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].
- [28] J. Mern, S. Anderson, J. Poothokaran, "Using Bitcoin Ledger Network Data to Predict the Price of Bitcoin", *cs229.stanford.edu*, 2017. URL: <http://cs229.stanford.edu/proj2017/final-reports/5228421.pdf>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].
- [29] J. Lee, H. Jang, "An Empirical Study on Modeling and Prediction of Bitcoin Prices With Bayesian Neural Networks Based on Blockchain Information", *IEEE Access*, ss. 5427-5437, 2017.
- [30] L. Alessandretti, A. Albahrawy, L. M. Aiello ve A. Baronchelli, "Anticipating Cryptocurrency Prices Using Machine Learning", *Hindawi Complexity*, Kasım 2018. Doi: 10.1155/2018/8983590
- [31] L. Catania, S. Grassi, F. Ravazzolo, "Forecasting Cryptocurrencies Financial Time Series", *Centre For Applied Macro – And Petroleum Economics (Camp)*, Mart 2018.
- [32] M. Atik, Y. Köse, B. Yılmaz, F. Sağlam, "Kripto Para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri", *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, vol. 6, no. 11, ss 247-261, Mayıs 2015.
- [33] N. I. Indera, I. M. Yassin, A. Zabidi, Z. I. Rizman, "Non-Linear Autoregressive With Exogeneous Input (Narx) Bitcoin Price Prediction Model Using Pso-Optimized Parameters And Moving Average Technical Indicators", *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, ss.791 808, 2017. Doi: 10.4314/jfas.v9i3s.61
- [34] O. Atam, "Ethereum (ETH) Nedir? Nasıl Çalışır?", *coin-turk.com*, Kasım 21, 2019. URL: <https://coin-turk.com/inceleme-ethereum-nedir>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].

- [35] S. Haykin, *Neural Networks - A Comprehensive Foundation*, Ontario, Prentice-Hall, 2016.
- [36] S. Karasu, A. Altan, Z. Saraç, R. Hacıoğlu, "Prediction of Bitcoin Prices with Machine Learning Methods Using Time Series Data", *26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, İzmir, Türkiye, Mayıs 2-5, 2018.
- [37] S. McNally, J. Roche, S. Caton, "Predicting the Price of Bitcoin Using Machine Learning", *26th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing*, Dublin, İrlanda, 2018. ss. 339-343.
- [38] S. McNally, "Predicting the price of Bitcoin using Machine Learning. *Research Project*", PhD Thesis, School of Computing National College, İrlanda, 2016.
- [39] S. Nakamoto, "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System", *Bitcoin.org*, Ekim 31, 2008. URL: <https://Bitcoin.org/Bitcoin.pdf>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].
- [40] S. S. Katherine, "Bitcoin 101: How to get started with the new trend in virtual currencies", *scribd.com*, 2015. URL: <https://www.scribd.com/document/237328281/Bitcoin-101>. [Erişim Tarihi: Aralık 04, 2019].
- [41] U. Amjad, T. A. Jilani, H. Tariq, A. Hussain, "A Quantum based Evolutionary Algorithm for Stock Index and Bitcoin Price Forecasting", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 9, no. 9, ss. 123-133, 2018. Doi: 10.14569/IJACSA.2018.090917
- [42] Y. B. Kim, J. G. Kim, W. Kim, J. Im, T. H. Kim, S. J. Kang, C. H. Kim, "Predicting Fluctuations in Cryptocurrency Transactions Based on User Comments and Replies", *Plos One*, Ağustos 2016.
- [43] Y. B. Kim, J. G. Kim, W. Kim, J. Im, T. H. Kim, S. J. Kang, C. H. Kim, "When Bitcoin encounters information in an online forum: Using text mining to analyse user opinions and predict value fluctuation", *Plos One*, Mayıs 2017.