

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPAY ÖĞRENME YÖNTEMLERİ İLE KISA VADELİ
VE GÜNCEL BİTCOİN FİYAT TAHMİNİ

Bülent GÜNEK

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL

İNTERNET VE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ YÖNETİMİ

Aralık 2023

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

15 / 12 / 2023

İmza
Bülent GÜNEK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAPAY ÖĞRENME YÖNTEMLERİ İLE KISA VADELİ VE GÜNCEL BİTCOİN FİYAT TAHMİNİ

Bülent GÜNEK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnternet Bilişim Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL

Bir alanda meydana gelen değişim veya yeniliğin hızla tüm alanları etkilediği günümüzde teknolojik gelişmeler bu etkileşim sürecini hem kayıt altına alma hem yön verme hem de kolaylık sağlamaktadır. İnternetin gelişmesiyle birlikte nakit olarak kullanılan paralar dijitalleşmiş ve banka hesaplarındaki rakamlar haline gelmiştir. Para, ortaya çıktığı andan bu yana insanlık ve toplumlar için birçok anlam ve özelliği taşımıştır. Birçok fonksiyonu ile ekonomi ve finans sektörü için yeri doldurulamayacak bir icat olmuştur. 2009 yılında Bitcoin'in de ortaya atılmasıyla para çeşitliliğine sanal para ve kripto para kavramları da eklenmiştir. Kripto paraların ortaya çıkışı ile paranın gelişimi ve önemi daha artmıştır. Kripto para, crypto ve currency kelimelerinin birleşimiyle oluşmuştur. Kripto paraların güvenliği, matematiksel şifrelerle korunan kriptografi kullanılarak sağlanmaktadır. Ayrıca kripto paralar merkezi bir otoritenin kontrolü altında olmayan ve finans sektörlerinde hızla popülerlik kazanan bir değişim ve yatırım aracı olmuştur. Kripto para birimlerinin değişim hacmini etkileyen birçok değişkeni bulunmaktadır ve bu da kripto paraların tahminini diğer yatırım araçlarına göre daha zor hale getirmektedir. Bu nedenle, yatırımcılar için doğru yatırım kararlarını alabilmek için akıllı tahmin modellerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bitcoin, dünyanın en değerli kripto para birimi olarak bilinmekte ve birçok borsada işlem görmektedir. Günlük olarak yüksek miktarda işlem gerçekleştirilmektedir. Bu durumda Bitcoin fiyat tahmini için geleneksel tahmin yöntemleri ile yeterli olmayabilir. Bu çalışmada, Bitcoin'in güncel fiyat verileri ile kısa vadeli fiyat tahmini için yapay zeka tabanlı derin öğrenme temelli Uzun Kısa Süreli

Bellek (UKSB) ve Geçitli Tekrarlı Ağ (GTA) gibi modelleri kullanılmıştır. Veri seti, y-finance kütüphanesi kullanılarak Yahoo'nun halka açık API'sinden elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada makine öğrenmesi, derin öğrenme ve performans metrikleri ele alınarak blok zincir teknolojisi ve Bitcoin üzerine literatür çalışması yapılmıştır.

2023, ix+ 44 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bitcoin, Derin öğrenme, Fiyat tahmini, GTA, UKSB.



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SHORT-TERM AND CURRENT BITCOIN PRICE PREDICTION WITH ARTIFICIAL LEARNING METHODS

Bülent GÜNEK

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Internet And Information Technologies Management

Supervisor: Asst. Prof. Ahmet Haşim YURTTAKAL

In today's world, where change or innovation in one field rapidly affects all fields, technological developments provide both recording, guiding and facilitating this interaction process. With the development of the Internet, the money used as cash has been digitalised and has become the numbers in bank accounts. Money has carried many meanings and features for humanity and societies since its emergence. It has been an irreplaceable invention for the economy and finance sector with its many functions. In 2009, with the introduction of Bitcoin, the concepts of virtual money and cryptocurrency were added to the variety of money. This development of money has increased the emergence and importance of cryptocurrencies. Cryptocurrency is a combination of the words crypto and currency. The security of cryptocurrencies is ensured by using cryptography protected by mathematical ciphers. In addition, cryptocurrencies have become an exchange and investment tool that is not under the control of a central authority and has rapidly gained popularity in the financial sectors. Cryptocurrencies have many variables that affect the exchange volume of cryptocurrencies, making it more difficult to predict cryptocurrencies than other investment instruments. Therefore, it is of great importance for investors to develop intelligent forecasting models in order to make the right investment decisions. Bitcoin is known as the world's most valuable cryptocurrency and is traded on many exchanges. A high amount of transactions occur on a daily basis. In this case, traditional forecasting methods may not be sufficient for Bitcoin price prediction. In this study, artificial intelligence-based deep learning models such as Long

Short Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU) are used for short-term price prediction with current price data of Bitcoin. The data set was obtained from Yahoo's public API using the y-finance library. In addition, a literature study on machine learning, deep learning and performance metrics on blockchain technology and Bitcoin was conducted.

2023, ix + 44 pages

Keywords: Bitcoin, Deep Learning, Price Forecast, GRU, LSTM.



TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince bana yol gösteren danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL'a, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Öğr. Görevlisi Halis Aykut COŞKUN'a, kardeşim Sayın Furkan GÜNEK'e ve son olarak her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma, arkadaşlarıma ve maddi manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Bülent GÜNEK
Afyonkarahisar 2023

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin amacı ve motivasyonu	1
1.2 Tezin organizasyonu	3
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
3. MATERYAL ve METOT	12
3.1 Blok Zincir ve Bitcoin	12
3.2 Zaman Serisi Analizi	14
3.3 Yapay Öğrenme	16
3.3.1 Denetimli Öğrenme.....	17
3.3.1.1 Sınıflandırma.....	18
3.3.1.2 Regresyon.....	18
3.3.2 Denetimsiz Öğrenme.....	19
3.3.2.1 Kümeleme	20
3.3.3 Yarı Denetimli Öğrenme.....	20
3.3.4 Takviyeli Öğrenme.....	21
3.4 Derin Öğrenme	21
3.4.1 Evrişimsel Sinir Ağları.....	22
3.4.2 Tekrarlayan Sinir Ağları (TSA)	23
3.4.2.1 Uzun-Kısa Süreli Bellek Ağları	24

3.4.2.2 Geçitli Tekrarlayan Ağlar	25
3.5 Performans Metrikleri.....	26
4. BULGULAR	28
5. SONUÇ.....	34
6. KAYNAKLAR.....	37



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

W_i, W_f, W_c, W_o	Kapıların Ağırlık Matrisleri
f_t	Unut Kapısı
o_t	Çıkış Kapısı
C_t	Hücre Çıkışı
b_i, b_f, b_c, b_o	Kapıların Bias Ağırlığı
σ	Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu
x_t	Girdi Kapısı
h_t	Çıktı Kapısı
r_t	Sıfırlama Kapısı
W, U, b	Öğrenme Parametreleri
n	Örneklem Sayısı
Y_i	Gerçek Değer
$\hat{Y}_i$	Tahmin Edilen Değer
$\tanh$	Tanjant Fonksiyonu

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
API	Uygulama Programlama Arayüzü
BSA	Bayes Sinir Ağları
BTC	Bitcoin
ÇKA	Çok Katmanlı Algılama
DNA	Deoksiriboz Nükleit Asit
DVM	Destek Vektör Makineleri
ESA	Evrişimsel Sinir Ağları
GTA	Geçitli Tekrarlayan Ağlar
ICO	Akıllı Sözleşmeler ve İlk Para Teklifleri
KAGGLE	Veri Bilimciler için Topluluk
KKA	K-en yakın Komşu Algoritmaları

NB	Naive Bayes
OKH	Ortalama Kare Hata
OMH	Ortalama Mutlak Hata
RGB	Elektronik Cihazları için Renk Modelidir
RO	Rastgele Orman
SPK	Sermaye Piyasası Kurulu
TSA	Tekrarlayan Sinir Ağları
UKSB	Uzun Kısa Süreli Bellek
USD	Amerikan Doları
YSA	Yapay Sinir Ağları



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Blok zincir teknolojisi.....	12
Şekil 3.2 Sunucu Tabanlı Ağ ile Eşler Arası Ağ karşılaştırması	13
Şekil 3.3 Bitcoin fiyat grafiği.....	15
Şekil 3.4 Makine Öğrenme Modellemesi.....	17
Şekil 3.5 UKSB Yapısı.....	178
Şekil 4.1 Yıllara göre değişim grafiği	29
Şekil 4.2 Violin grafik.....	29
Şekil 4.3 UKSB Mimarisi ile elde edilen tahmin değerleri.....	31
Şekil 4.4 GTA Mimarisi ile elde edilen tahmin değerleri	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 BTC fiyatındaki değişim noktaları.....	15
Çizelge 4.1 Veri kümesine ait istatistiki bilgiler	28
Çizelge 4.2 Dickey Fuller Testi.....	30
Çizelge 4.3 UKSB Mimarisi	31
Çizelge 4.4 GTA Mimarisi.....	32
Çizelge 4.5 Performans karşılaştırılması.....	33

1. GİRİŞ

1.1 Tezin amacı ve motivasyonu

Para, bankacılık ve finans terimlerine göre mal ve hizmetlerin karşılanabilmesi için kullanılan saklama işlevi ve bir değer ölçütü olan değişim aracıdır (Bankacılık Terimleri 2023). Para icat edilmeden önce takas usulü ile yapılan alışverişlerde deniz kabuğu gibi nesnelerden değerli metallere kadar birçok eşyanın kullanımı olmuştur. Zamanla yapılan bu alışveriş işleminin gereği olarak bir hizmet veya ürün alındığında karşılığında genel kabul gören başka alışverişlerde de kullanılabilecek nesneye yani para ya geçilmiştir. Para her ne kadar alışveriş için bir değişim aracı olsa da aynı zamanda kullanıldığı dönemin ve ait olduğu devletin siyasi, ekonomik ve kültürel değerlerinin de bir göstergesi olmuştur. Eski çağlardan günümüze kralların, imparatorların, devlet başkanlarının ve siyasi otoritelerin bastırdığı paralar kendi medeniyetlerine ait dini, kültürel ve mitolojik değerlere ait izleri taşımıştır (Keş ve Turgut 2015). Para, ait olduğu devletin gelişmişlik düzeyi dönemin kültürü ve coğrafi özelliklerinden etkilenen ve yansıtan unsurlardan biri olmuştur. Tarihsel süreç içinde değişim aracı olarak kullanılan paralara bakılırsa deniz kabuğu; bakır, gümüş, altın ve bunların karışımlarından meydana gelen madeni eşyalar; bez ve kâğıt parçaları olmak üzere birçok nesne para olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise sanal paralar ortaya çıkmıştır.

Yaşanan teknolojik gelişmeler sonucu hayatımızın bir parçası olan internet ile günlük rutinlerimiz hızla değişerek fiziki mekanların ve sınırlarının ötesine geçerek sanallaşmaya başlamıştır. Bu gelişmeler ile dünyanın her yerinde sürekli etkileşim içinde olan iş modelleri gelişmeye başlamış ve bireyler arası etkileşim artmıştır. Yaşanan bu gelişmelere paralel olarak para kavramı da dijitalleşerek banka hesaplarındaki rakamlar haline dönüşmüş hatta 2009 yılından itibaren herhangi bir devlet veya merkez bankasına bağlı olmayan güvenilirliğini içinde bulundurduğu kriptografik yapıda saklayan tamamen dijital ortamlarda üretilen Bitcoin (BTC) adında yeni bir para birimi ortaya çıkmıştır (Tanrikulu 2021).

Satoshi Nakamoto isimli kişi veya zümre tarafından ilk olarak 2008 yılında yayınlanan makale ile Bitcoin ve blok zincir teknolojisi sonraki yıllarda finans sektörü ve araştırmacılar açısından yoğun ilgi çekmeyi başarmıştır. 2009 yılından itibaren Bitcoin,

katılımcılar arası transfer işlemlerini gerçekleştirmek için üçüncü kişilerin olmayışı, güvenilirliği ve düşük maliyetli oluşu gibi özellikleri ile değişim ve yatırım aracı olarak kabul görmüştür (Yavuz vd. 2020).

Satoshi Nakamoto diye tanıtılan kişi ya da grubun aslında Samsung, Toshiba, Nakamushi ve Motorola gibi büyük teknoloji şirketlerinin isimleri ile ilişkilendirilerek oluşturulduğu söylenmektedir. Bitcoin aslında “gölge kurucu” tarafından oluşturulan bir “gölge sistem” olarak dijital ortamda üretilmiş bir sistemdir (Sönmez 2014). Yani Bitcoin için “sanal para” tanımı uygun düşmektedir.

Teknoloji kullanımı neredeyse insanların tüm yaşam alanlarının bir parçası olmuştur. Bu nedenle insanlar yaşanan gelişmeleri ve projeleri yakından takip etmeye çalışmaktadır. Teknolojik gelişmeleri takip etme isteğinin altında merak duygusu, yeni fırsatları keşfetme ve bu gelişmelerin sağladığı kolaylıklar gibi birçok etken vardır.

2017 yılından itibaren dünyanın her yerinde kripto paralar haberlere konu olmakta ve bunlara olan ilgi giderek artmaktadır. Artan ilgi ile birlikte Bitcoin ve kripto paranın ne olduğu, nasıl üretildiği ve geleceği ile alakalı soru işaretleri de çoğalmaktadır. Bitcoin’in finans sektöründe teknolojik bir yatırım aracı olmasının yanında Bitcoin geleceğin finans dünyasının ve dijital altyapısını oluşturacak önemli bir yeniliği ve projesidir. Kripto paralar 2017 yılı itibari ile adından en çok bahsettiren ve en yüksek değerlere ulaşan para birimleri olmaya başlamıştır. Kripto paranın ne olduğuna, para ile farklarına, kripto paraların yapısına, blok zinciri teknolojisine ve finans sektöründe değerlendirilmesine ve uluslararası etkilerine bakmak yararlı olacaktır (Yıldırım 2015).

Ancak Bitcoin ve kripto paraların bilinirliğinin artması, finans sektöründe kullanımın artması, çeşitliliğinin artması ve manipülasyonlar yaşanması ile piyasa değerinde dalgalanmalar olmaktadır. Dünyadaki krizler sonucunda merkezi otorite olan finans kurumlarına güvenin azalması, bir veya birkaç merkeze bağlı olmayan yeni oluşumların meydana gelmesini sağlamıştır. Kripto paralar bu düşünce sayesinde hızla gelişmiştir (Dilek 2018).

Bitcoin’in piyasa değeri arz ve talep ilişkisine göre belirlenmektedir. Bitcoin arzı önceden planlandığı şekilde ilerlemektedir. Bitcoin talebinde ise kişilerin sahip olmak istedikleri

Bitcoin miktarına göre sürekli değişim yaşanmaktadır. Talepte yaşanan bu değişimler Bitcoin'in piyasa değerini etkilemektedir. Diğer para çeşitlerine göre Bitcoin'in istikrarsız bir hal alması önceden belirlendiği gibi devam eden arza karşı hızlı değişim hacmine sahip taleplerin yaşanmasıdır (Luther ve White 2014). Ayrıca yatırımcılar için finans sektöründe doğru tahminler yapabilmek önem arz etmektedir. Yatırımcı için önemli olan zarara uğramamak ve maksimum kar elde etmektir. Ancak finans serilerinin aşırı değişkenlik göstermesi tahminlerin doğruluk oranını düşürmektedir. Bitcoin piyasa değerinin araştırılması önemli bir araştırma konusu olmuştur. Bu araştırmalar için birçok istatistiksel yöntem, derin öğrenme ve makine öğrenme algoritmaları kullanılmaya devam etmektedir. Derin öğrenme algoritmaları üzerine yapılan çalışmalarda yaşanan gelişmeler umut verici olmuştur. Finansal tahminlerde makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmalarının parametreleri ve bu parametrelerin optimizasyonu doğruluk yüzdelerini önemli ölçüde artırdığını gözlemleyen çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda birçok parametre ve farklı değişkenler ele alınmıştır.

Bitcoin fiyat tahmini işlemi uzmanlık gerektiren karmaşık bir süreçtir. Yapısı itibariyle spekülatiftir ve riskler barındırır. Bu tezin amacı, yapay öğrenme yöntemleri kullanılarak kısa vadeli güncel fiyat listeleri üzerinden fiyat tahmini yapmaktır. Bu sayede yatırımcılar, analistler ve şirketler için fiyat dalgalanmalarına karşı fikir verilmesi hedeflenmiştir.

1.2 Tezin organizasyonu

Tezin ikinci bölümünde Bitcoin fiyat tahmini ile ilgili yapılan literatür çalışmaları değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde zaman serileri, yapay öğrenme yöntemleri, blok zincir mekanizması detaylı olarak bahsedilmiştir. Tezin dördüncü bölümünde önerilen yöntem ve elde edilen bulgular sunulmuştur. Son bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Jang ve Lee (2017), Bitcoin fiyatlarının tahmin edilmesi ve modellenmesi üzerine deneysel bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada blok zinciri teknolojisinin en önemli özelliklerinin Bitcoin'in zaman serisi analizi ile Bayes Sinir Ağlarının (BSA) etkisi incelenmiştir. Bitcoin'in arz ve talebi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bayes sinir ağının diğer modellerle karşılaştırıldığı deneysel bir çalışma da yapılmıştır. Bitcoin'in fiyatının yüksek volatilité gösterdiği de vurgulanmaktadır. Bu çalışma Bitcoin fiyatlarının modellenmesi ve tahmini için etkili bir araç olarak BSA modelinin kullanılabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak Bayes sinir ağının Bitcoin fiyat tahmini ve açıklama konusunda başarılı olduğu görülmüştür.

Sin ve Wang (2017), Türkiye'deki Bitcoin'in özellikleri ve fiyatının genetik algoritma tabanlı seçici sinir ağı topluluğu kullanılarak tahmin edilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Öncelikle çok katmanlı algılayıcı temelli bir temel model kullanılarak topluluktaki her bir sinir ağı oluşturulmuştur. Ardından, Bitcoin'in fiyat yönünü tahmin etmek için topluluk bir sonraki gün için kullanılmıştır. Çalışma, yaklaşık 200 veri setiyle 2 yıllık bir dönemde kripto para biriminin özelliklerini kullanmıştır. Bir dizi ticaret stratejisi kullanılarak geriye dönük testlerin yapıldığı ve bu stratejilerin performansının değerlendirildiği belirtilmektedir. Çok Katmanlı Algılama (ÇKA) modeli üzerinde yapılan testler, topluluk içindeki farklı eğitim veri kümesi üzerinde doğruluk oranının %58 ila %63 arasında değiştiğini göstermiştir. Geriye dönük testlerden elde edilen sonuçlar, test süresi boyunca toplam 50 işlemde yapılan 32 doğru tahmin olduğunu göstermektedir. Her bir ticaret stratejisinin toplam varlık değeri ve toplam nakit değeri izlenerek kaydedilmiştir. Topluluk yönetim stratejisi, 50 günlük süre boyunca 18.484,43 \$'lık toplam varlık değeri ile sonuçlanırken, en iyi ÇKA modeli sadece 15.336,58 \$'lık toplam varlık değeri elde etmiştir. Geri test yoluyla yapılan değerlendirmede, "önceki gün" stratejisi %85 oranında getiri sağlarken, trendi takip eden strateji yaklaşık %38, topluluktaki en iyi ÇKA modeline dayalı strateji ise %53 oranında getiri sağlamıştır. Bu sonuçlar, topluluk tabanlı yaklaşımın Bitcoin fiyat tahmini için etkili bir yol olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak bu strateji topluluk içindeki en iyi performansı gösterememiştir.

Demir vd. (2019), 2010-2019 yılları arasını kapsayan KAGGLE Bitcoin veri setini

kullanarak çeşitli sınıflandırma yöntemleriyle Bitcoin fiyatını tahmin etmeye yönelik çalışma yapılmıştır. Veri kümesi zaman damgası, blok yüksekliği, kapanış, zorluk, arz ve volatilité gibi 12 farklı özellikten oluşmaktadır. Bu çalışmada Uzun Kısa Süreli Bellek (UKSB), Bayes Sinir Ağları (BSA), Karar Ağaçları, k-en yakın komşu algoritmaları (KKA) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) sınıflandırma yöntemleri dikkate alınmıştır. Her bir yöntem için doğruluk oranları kaydedilmiş, UKSB %97,2 ile en yüksek ve KKA %81,2 ile en düşük doğruluk oranına ulaşmıştır. Bu bulgulara dayanarak, UKSB'nin Bitcoin fiyatlarını tahmin etmede en başarılı doğruluğa sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada kullanılan özelliklerin tahmin mekanizmasında kullanılabilecek temel özellikler olarak ele alınabileceği gözlemlenmiştir.

Bozma ve Akdağ (2021), bu çalışmada Bitcoin fiyat tahmini yapmak için zaman serisi analiz modellerinden Facebook Prophet algoritması kullanılmıştır. 2013-2020 yılları arasındaki günlük verileri kullanmış ayrıca diğer çalışmalarından farklı olarak Stok Akış Oranını da modele eklenmiştir. Modelde Facebook Prophet algoritmasının kullanımı performansı olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Otoregresif entegre hareketli ortalama yöntemine kıyasla Stok Akış Oranının dahil edildiği modelin Facebook Prophet algoritmasının kullanıldığı çalışma sonuçlarına göre zaman serilerini tahmin etmede daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bu model ile Bitcoin'in sınırlı arza sahip diğer değerli emtialar da olduğu gibi bir değer deposu olduğu vurgulanmıştır.

Karasu vd. (2018), çalışmalarında Lineer Regresyon (LR) ve DVM yöntemleri ile 2012-2018 yılları için Bitcoin kapanış fiyat zaman serilerini kullanarak Bitcoin fiyat tahmini yapmıştır. Verileri eğitmek ve veri setinden bağımsız başarıyı artırmak için k-katmanlı çapraz doğrulama metodu seçilmiştir. Elde edilen modelin başarı durumu Ortalama Mutlak Hata (OMH), Pearson korelasyonu gibi performans metrikleri yardımıyla ölçülmüştür. Bitcoin veri seti için LR modelinin tahmin başarımına kıyasla önerilen DVM modelin tahmin başarımının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Sonrasında yapılacak çalışmalar için bir dayanak olacağı belirtilmiştir.

Finans sektöründe blok zincir teknolojisinin uygulamalarına yönelik yapılan akademik çalışma sayısı azdır. Pilkington (2016), blok zinciri teknolojisi, ekonomik araçların çalışma düzenlerini büyük ölçüde etkileme potansiyeline sahip ve geleneksel sistemlerin çalışma şeklini değiştirme yetisine sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu teknoloji dijital

kimlik sağlayıcıları, blok zinciri tabanlı oylama sistemleri ve Ripple dahil olmak üzere geniş bir uygulama yelpazesinin olduğunu ifade etmiştir. Blok zinciri teknolojisinin sanat, turizm ve spor gibi çeşitli sektörlerde uygulamaları olması beklendiğini ve bu teknolojik değişikliklerin sosyo-ekonomik faydalarının olacağı belirtilmiştir.

Davidson vd. (2016), blok zincirleri teknolojisinin kriptografik olarak güvenli ve merkezi olmayan bir defter olduğu için her türlü bilginin yerleştirilebileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca blok zinciri teknolojisinin bilgi ve iletişim teknolojisi inovasyonun ötesinde olduğunu savunarak yeni ekonomik organizasyon ve yönetim türlerine olanak sağladığı belirtilmiştir. Bu çalışmada kamu tercihi ekonomisine ve yeni kurumsal ekonomiye dayanan kontrol yaklaşımının diğer çalışmalara göre daha umut verici olduğu öne sürülerek Backfeed'in Ethereum platformu üzerinde, blok zinciriyle yeni tür ekonomilerin nasıl inşa edilebileceğine dair örnek bir çalışmasından bahsedilmiştir.

Wüst ve Gervais (2017), blok zinciri teknolojisinin ticaret ve güvenilirlik açısından önemli bir yenilik olarak kabul etmişlerdir. Blok zincirinin Bankalar arası ve Uluslararası Ödemeler, Tedarik Zinciri Yönetimi ve Merkezi Olmayan Özerk Organizasyonlar gibi farklı kullanım durumlarında nasıl etkili bir çözüm olabileceğini analiz edilmiştir ve gelecekteki fırsatlar için potansiyeli olduğunu belirtmişlerdir.

Oh ve Shong (2017), Kore'de yapılan bir vaka çalışmasıyla Blok zincirinin finansal kurumlar için iş modeli yeniliği potansiyelini incelemişlerdir. Blok zinciri, finans kurumlarının süreçleri iyileştirme ve iş modelini yenileme olasılığını artıran bir dağıtılmış defter olduğunu belirterek Kore'deki finans kurumları, Blok zincirinin finansal kurumların iş modeli üzerindeki etkilerini ve zorluklarını anlamak için teknoloji doğrulama aşamasında olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak, araştırmacılar Blok zincirinin merkezi olmayan özelliğinin finansal hizmetlerde tam olarak uygulanamayacağını keşfetmişlerdir.

Blemus (2017), çalışmasında Amerika ve Avrupa Birliği'ndeki düzenleyici projeleri ve endüstri tartışmaları incelemiştir ve Blok zinciri düzenlemeleri, ICO yönetmeliği ve akıllı sözleşmelerin yasal geçerliliği üzerinde durmuştur. Blok zinciri'in tartışıldığı ve düzenlemelerin önerildiği ülkelerin mevcut durumunu ele alarak, uluslararası düzeydeki düzenleme trendlerine ışık tutmaktadır.

Yoo (2017), çalışmasında blok zincirlerinin finans sektörüne nasıl uygulandığını ve Kore koşullarına nasıl adapte olduğunu incelemiştir. Yurtiçi ve yurtdışı incelemelerinin sonucunda blok zincirlerinin finans sektöründe en sık olarak takas, havale, menkul kıymetler ve akıllı sözleşmeler gibi alanlarda kullanıldığı belirtmiştir. Kore'de ise tüketicilerin kimlik doğrulama işlemlerinde blok zinciri kullanımında ön plana çıktığını ifade edilmiştir. Ayrıca, finans kuruluşlarının bir blok zinciri konsorsiyumu aracılığıyla birlikte hareket etmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışmasında, blok zinciri teknolojisinin finans sektöründeki değişikliklerin anlaşılmasına ve bu alanda yapılabilecek yeni uygulamaların değerlendirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamıştır.

Miseviciute (2018), AB kurumlarının politika ve düzenleyici girişimlerini ve yaklaşımlarını incelemiştir. Avrupa Birliği (AB)'ndeki blok zinciri ve kripto para düzenlemesinin durumunu açıklamayı amaçlamıştır. AB, blok zinciri ve dağıtık veritabanı teknolojilerinin potansiyelini incelemiştir. Ancak birçok Avrupa kurumu bu alanda düzenlemelerin çok erken olduğuna inandığı belirtmiştir. Sanal para birimlerine gelince, üye devletlerin merkez bankaları bunları para veya yasal ihaleye eşdeğer görmemekle birlikte, sanal para birimlerine olan ilgi göz önüne alındığında, Avrupa Komisyonu'nun gerekli olabilecek düzenlemeleri düşünmesinin beklendiğini ifade etmiştir. Çalışması ile AB'deki blok zinciri ve sanal para birimlerinin mevcut düzenleme ve politika ortamına rehber olmaya çalışmıştır.

Lytvynenko ve Dorokhov (2018), finansal yatırım ve muhasebeyi geliştirmek için yenilikçi teknolojilerin uygulanmasını konu edinmişlerdir. Yatırım durumunun muhasebesi analiz edilerek blok zinciri teknolojisinin denetim verimliliğini artırma potansiyeli, mali yatırımların şeffaflığı ve yolsuzlukla mücadelede etkili bir araç olabileceği konularında öneriler sunulmuştur. Blok zincir teknolojisinin kullanımıyla muhasebe süreçleri yeniden yapılandırılacak ve bilgi ifşasının şeffaflık düzeyinin artırılacağı belirtilmiştir. Bu sayede Ukrayna'nın ekonomik sorunlarının çözümüne katkı sağlayacağı ve uzun vadede yatırım ortamını iyileştireceği ileri sürülmüştür.

Türkiye'de blok zinciri teknolojisini ele alan akademik çalışmalarda 2018 yılında artış yaşanmış olsa da bu alandaki çalışma sayısı yetersiz ve başlangıç seviyesindedir. Bu alandaki ilk çalışma Kripto-Para Bitcoin isimli Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) Araştırma Dairesince açıklanan araştırma raporu olmuştur.

Çarkacıoğlu (2016), Bitcoin'in yenilikçi teknolojiler ve özgürlük sunmasıyla dikkat çeken bir kripto para birimi olup, diğer alt coinlerin de başarısı Bitcoin'e bağlı görünmekte olduğunu belirtmiştir. Bitcoin'in yaygınlaşmasıyla beraber, hükümetlerin Bitcoin'e karşı tutumundan bahsetmiştir. Özellikle düzenlemeler ve teşviklerle Bitcoin piyasasından gelir elde etmek mümkün olabileceğini ve ülkemizin Bitcoin pazarında öne çıkmasını sağlayabileceğini vurgulamıştır.

Ünsal ve Kocaoğlu (2018), çalışmalarında Bitcoin ve kripto paraların ekonomi ve finans dünyasında önem kazandığı belirtilmektedir. Uygulama alanı geniş olan blok zinciri teknolojisi, üniversitelerin kurslar açmasını ve araştırma laboratuvarları kurmasını teşvik etmektedir. Türkiye'de de blok zinciri ile ilgili çalıştaylar ve düzenleyici faaliyetler gerçekleştirilmekte olduğunu belirterek bu teknolojinin teşvik edilmesi, ülkemizin önemli bir dönüşüm sürecine girmesini sağlayacağı vurgulanmıştır.

Karaköse (2017), çalışmasında blok zincir teknolojisini finans sektöründeki etkilerini özellikle teorik ve terminolojik açıdan farklı bir bakış sağlamak amacıyla incelemiştir. Blok zinciri teknolojisinin geleneksel ekonomik yapıyı belli alanlarda değiştirebilecek bir sistem olarak tanıtılmıştır. Ayrıca teknolojinin temel kavramları ve kripto paraların arkasındaki dağıtık yapıyı açıklayarak sistemin finansal uygulama alanları üzerinde durulmuştur.

Üzer (2017), uzmanlık alan tezi olarak yaptığı çalışmasında sanal para birimlerinin, alternatif bir ödeme aracı olarak popülerliğini artırarak dünya genelinde önemli bir etki yarattığını ve popülerliğini artırdığını belirtmiştir. Bu para birimlerinin, dağıtılmış defter teknolojisi ve madencilik gibi yeni kavramlarla ilişkilendirilmiş olduğunu ayrıca ülkemizde sanal henüz düzenlenme aşamasında olduğuna değinmiştir. Düzenlemelerin yapılmasının ve araştırmaların derinleştirilmesinin gerekliliğini sanal para birimlerinin, para politikalarını etkileyeceği gerçeğine bağlamıştır.

Tüfek (2017), çalışmasında elektronik ödeme araçlarının gelişimi ve kripto paraların geleceğini konu edinmiştir. İnsanlık tarihinde her zaman önemli bir rolü olan ticaret hayatının zamanla değiştiğini ayrıca coğrafi koşullara ve sosyolojik durumlara bağlı olarak çeşitlendiğini ifade etmiştir. Günümüz dünyasında teknolojik gelişmelerin finansal piyasaları etkilediğini ve ödeme araçlarının dijitalleştiğini belirtmiştir. Bu değişimle

birlikte takas işlemlerinin dijital ortamda gerçekleştiği ve nakit kullanımının azaldığı, kredi ve banka kartı kullanımının ise arttığı yönündeki görüşlerini ifade etmiştir. Bununla birlikte, ödeme araçlarındaki değişimin devam ettiği ve çek gibi sistemlerin dijital ortama taşındığı da belirtilmektedir. Çalışmasında elektronik para sistemlerinin kullanımının arttığı ve kripto para birimlerinin öne çıktığı ifade edilmekte, kripto para birimlerinin vergi gelirlerini ve devletlerin gelecekteki sistemlerini etkileyebileceğini belirtmiştir. Ayrıca ödeme araçlarındaki değişimin finans piyasaları ve kullanıcı davranışları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve dijital ortamda yapılan ödemelerin güvenliği ve kesintisizliğinin gelecekte önemli olacağını vurgulamıştır.

Aslan (2020), çalışmasında para kavramının değişimine ve kripto para üzerinde durmuştur. Kripto para teriminin, crypto ve currency kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşturulduğunu ve merkezi otoriteye veya aracı kurumlara bağlı olmaksızın sanal ağ tarafından kolektif olarak gerçekleştirilen bir uygulamayı ifade ettiğini belirtiyor. Kripto paraların güvenliğini kriptoloji kullanılarak sağladığından ayrıca kripto para birimlerinin, kripto varlıkları olarak da adlandırıldığından ve dijital varlık türlerinden biri olduğunu vurguluyor. Bu yeni dijital varlıkların muhasebeleştirilmesinde ise tartışmalar yaşandığını ve bu konuda muhasebe standartları ve düzenleyici kurumlar tarafından çalışmalar yapıldığını ifade ediyor.

Çetin ve Aydar (2018), çalışmalarında blok zinciri teknolojisindeki temel teknik yaklaşımları, örnek kodları ile incelemiştir. Ayrıca bir blok zincir protokolü üzerindeki işlemlerin, blokların, madencilik faaliyetlerinin ve değer transferlerinin oluşum sürecini ve işleyişini tek tek araştırmıştır. Teknolojik gelişmelerin ilerleyen hızına ayak uydurabilme ve bilginin herkese ulaşabilmesi amacıyla, blok zincir teknolojisinin bileşenlerini açıklama çabasına girmiştir. Öte yandan potansiyel blok zincir uygulamalarını, blok zincir teknolojisinin faydalı ve zararlı yönlerini, en temel özelliklerini ve gelecek beklentilerini de ele almıştır.

Uysal ve Kurt (2018), çalışmalarında çift girişli defter tutma sisteminin geçerliliğini koruduğunu ve blok zinciri teknolojisi ile birlikte muhasebe sektörüne getirilen yeniliklere odaklanıldığını belirtiyor. Defter tutma sisteminin uzun bir geçmişe sahip olduğu ve blok zinciri teknolojisinin ortaya çıkışıyla birlikte muhasebe mesleğinden kaynaklanan kaygıların daha anlaşılır ve dikkate alınır hale geldiği ifade edilmiştir.

Çalışmalarında ilk olarak blok zinciri teknolojisinin muhasebe ve kontrol alanına getirdiği yenilikler ele alınmakta ve daha sonra muhasebe ve kontrol alanında profesyonellerin blok zinciri teknolojisi temelinde gelecekteki defter tutma sistemi üzerinde şekillendirdiği yeterlilik gereksinimleri üzerinde durulmaktadır. Bu çalışma, blok zinciri tabanlı muhasebe ve denetim uygulamalarına dikkat çekmekte ve bu yeniliğe uygun bir şekilde profesyonellerin yeteneklerinin şekillenmesi üzerinde durulmuştur.

Durğay ve Karaarslan (2018), çalışmalarında blok zincirinin değişmezliği garanti altında olan işlem kayıtlarını takip eden merkezi olmayan bir teknoloji olduğu belirtilmiştir. Blok zincir teknolojisinin kripto para ile ün kazandığı ancak üzerinde geliştirilebilecek uygulamalar ile gündemde kalmaya devam ettiğini ve birçok finans kuruluşu bu teknolojiyi aktif olarak kullanmak için çalışmalara başladığını ifade etmişlerdir. Birçok ülkenin bu teknolojiyi e-devlet uygulamalarında test etmeye başladığını belirterek çalışmalarında blok zinciri teknolojilerinin e-devlette kullanımına ilişkin seçilmiş çalışmalar incelenmiş ve sunulmuştur. Devletlerde blok zinciri uygulamalarının potansiyel faydalarını ve olası etkilerini ele almışlardır.

Çetiner (2018), çalışmasında Bitcoin'in ve diğer dijital para birimlerinin bir parçası olduğu farklı ekonomik sistemlerin temel bileşenlerini incelemek istenmiştir. Bitcoin'in tarihsel geçmişi, açıklamaları, diğer ödeme unsurları ile mukayese edilmesi, artıları ve eksileri, Bitcoin ve diğer benzer dijital para birimlerinin ele alınması açısından sonraki araştırmalar için yol gösterici olacak literatüre atıfta bulunularak örnekler verilmiş ve son olarak konuyla ilgili hem dünyadaki hem de Türkiye'deki mevcut durum değerlendirilmiştir.

Baek ve Elbeck (2015), çalışmada 7 Ağustos 2015'ten 1 Ağustos 2018'e kadar olan dönemde 8 popüler kripto para biriminin volatilitelerini modellemeye odaklanmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, tüm kripto para birimleri için asimetrik GARCH modellerinin daha iyi performans gösterdiği tespit etmişlerdir.

Briere vd. (2015), çalışmalarında Bitcoin (BTC), yüksek getiri ve volatilité gibi belirgin özelliklere sahip olduğunu, Amerikalı bir yatırımcı için 2010-2013 döneminde geleneksel ve alternatif yatırımları çeşitlendirdiğini ifade etmişlerdir. BTC yatırımı diğer varlıklarla düşük bir korelasyona sahip olduğunu ve yayılma testleri, küçük bir BTC yatırımının bile

portföylerin risk-getiri dengesini önemli ölçüde iyileştirebildiğini tespit etmişlerdir. Ancak, verilerin erken dönem davranışları yansıtabileceği ve orta veya uzun vadede sonuçların değişkenlik gösterebileceğini belirterek analiz sonuçları dikkatlice değerlendirilmesi gerekliliğini ifade etmişlerdir.

Chu vd. (2015), çalışmasında Bitcoin'in ilk elektronik ödeme sistemi olduğunu ve yoğun ilgi gören bir para birimi olduğunu belirtmiştir. Bitcoin'in Amerikan Doları karşısındaki döviz kurunun log-getirilerinin istatistiksel bir analizini yapmışlardır. Finans alanındaki en popüler on beş parametrik dağılım log-getirilere uyarlanmış ve genelleştirilmiş hiperbolik dağılımın en iyi uyumu sağladığını tespit etmişlerdir. Döviz kurunun gelecekteki değerleri için tahminlerde bulunmuşlardır.

Cheung vd. (2015), çalışmasında Bitcoin'in var oluşu ile dijital ya da kripto para birimlerinin ortaya çıkması, büyük bir fiyat artışı ve dalgalanmalarla birlikte hızlı bir büyümeyi beraberinde getirdiği belirtilmiştir. Phillips, Shi ve Yu tarafından geliştirilen Bitcoin'in her an patlamaya hazır bir balon olduğu yönündeki iddiaları incelemek amacıyla ekonometrik bir yöntem kullanılarak yürütülen araştırmadan bahsedilmiştir. Çalışmada 2010 ve 2014 yılları arasında kısa süre devam eden bir dizi balon olduğu saptanmış ve 2011-2013 yılları arasında en büyüğü Mt Gox borsasının çöküşüyle son bulan üç büyük balon olduğu saptanmıştır.

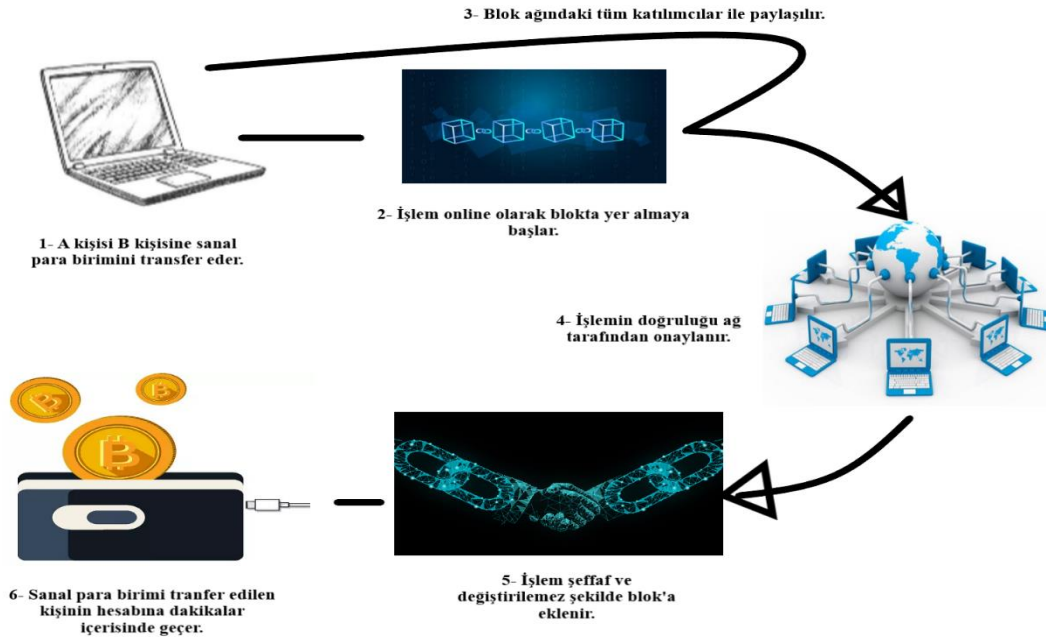
Cheah ve Fry (2015), çalışmalarında Bitcoin konusunun hızla artan kullanımı ve yoğun ilgi görmesinin yanında derin ekonomik ve toplumsal sorunları olduğunu ifade etmişlerdir. Bitcoin fiyatlarındaki aşırı değişkenliğin spekülatif balonlara yol açtığını tespit etmişlerdir.

İçellioğlu ve Öztürk (2018), çalışmalarında Bitcoin ile USD, Avro, Pound, Yen ve Yuan arasındaki ilişkinin var olup olmadığını incelemişlerdir. Çalışmalarının neticesi olarak Bitcoin'in kısa ve uzun dönemde döviz kurlarındaki para birimlerinden bağımsız olarak hareket ettiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Blok Zincir ve Bitcoin

Blok zincir teknolojisi dağıtık defter teknolojisi olarak bilinir ve yakın zamanda büyük ilgi görmektedir. Terim, Satoshi Nakamoto lakaplı kişi ya da zümre tarafından Bitcoin'in tanıtmak için yayınlanan makale ile 2008 yılında ortaya çıkmıştır. Blok zinciri tanımlamak için bir başka terim ise Kayıt-Zinciri'dir. Blok zincir, Bitcoin ve diğer kripto para birimleriyle işlem yapma yeteneğine sahip olan bir platform olmasının yanı sıra, sosyal ve ekonomik sistemlere yıkıcı bir etkisi olabilecek bir teknoloji olarak da kabul görmektedir. Blok zincirin özü, değerli verilerin güvenli ve emniyetli bir şekilde saklanması ve yönetilmesidir. Blok zincir kayıtları şeffaf, dağıtık, sıralı ve zaman damgalıdır. Bu teknolojinin temel bileşenleri, düğümlerden oluşan bir eşler arası ağ, ağ iletişimi yönetmek için belirli bir mutabakat mekanizmasıdır. Blok zincir tam ve doğru bir tanımlı literatürde henüz bulunmamakla birlikte, Vitalik Buterin gibi tanınmış kişiler tarafından yapılan tanımlar mevcuttur (Türkmen ve Durbilmez 2019). Şekil 3.1'de blok zincir çalışma yapısı verilmiştir.



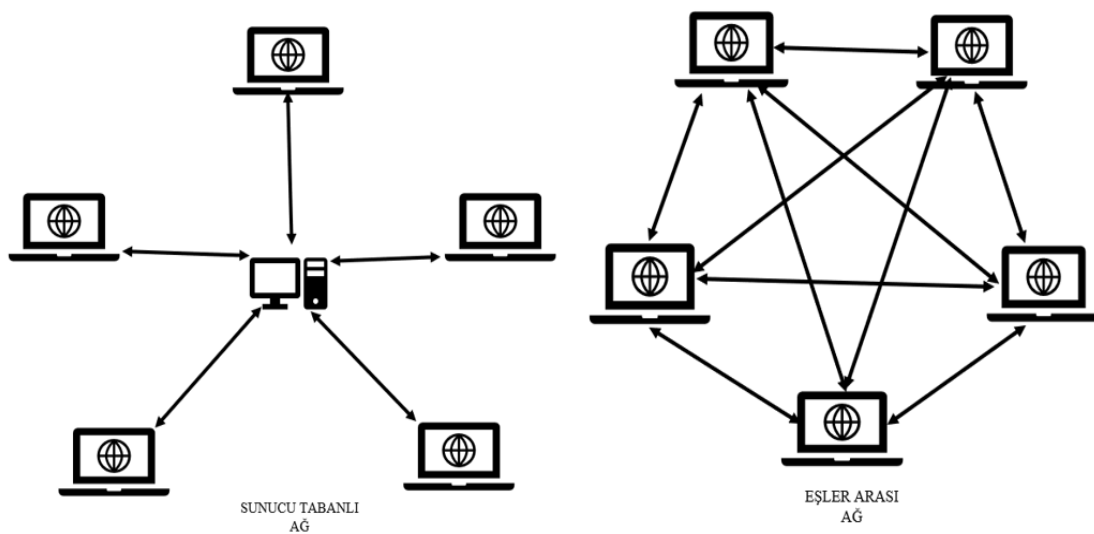
Şekil 3.1 Blok zincir teknolojisi

Blok zinciri teknolojisi, Şekil 3.1'de görüldüğü gibi çok sayıdaki eşten eşe ağındaki

katılımcıların yeni blokların girişi, blokların doğrulanması ve önceden onaylanmış blokların zincire eklenmesi gibi adımlardan oluşmaktadır (Türkmen ve Durbilmez 2019).

Blok Kavramı: Bir blok zinciri sisteminde verilerin depolanması, bir zincir halinde organize edilen bloklar halinde yapılır. Zincirdeki ilk blok başlangıç bloğu olarak adlandırılır. Her blok bir başlık ve değer içeren verilerden oluşur. Blok başlığındaki herhangi bir değişiklik, başlık özetlerinde bir uyumsuzluğa neden olabilir ve bu da onu zincir için çok önemli bir güvenlik unsuru haline getirir. Bir bloktaki işlem sayısı, büyüklüklerine ve blok sayısına bağlıdır. Her bloktan önce özetleme bilgisi gelir ve tipik olarak yaklaşık 350 ila 500 işlem detayı içerir (Ünal ve Uluyol 2020).

Eşten Eşe Ağ: Eşler arası veya P2P ağı bir iletişim protokolüdür. P2P veri paylaşımı ve dağıtımı için kullanılır. Ağdaki bir bilgisayar bir eşi temsil ederken, kullanıcı başarısız olduğunda bile ağ çalışmaya devam eder. Bu model, bir kuruma veya bir noktaya dayanmadığı için güçlüdür. Ancak, eşler arası iletişim modeli riskler de içerir. Örneğin, telif haklarıyla korunan içeriklere erişim sağlanabilir veya gizlilik açısından sakıncalı durumlar oluşabilir. Bu nedenle eşler arası iletişim modeli daha sağlıklı ve güvenilir bir model olabilmesi kriptoloji ile birlikte kullanılmasına bağlıdır. Bir P2P ağındaki her bir eş düğüm olarak adlandırılır ve eşit kabul edilir (Türkmen ve Durbilmez 2019). Şekil 3.2’de sunucu tabanlı ağlar ile eşler arası ağlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 3.2 Sunucu Tabanlı Ağ ile Eşler Arası Ağ karşılaştırması

Dağıtık Veri Teknolojisi: Dağıtılmış bir veri kaydı, merkezi bir otorite tarafından yönetilmeyen ve kayıtların her bir düğüm veya katılımcı tarafından bağımsız olarak tutulduğu bir veri tabanıdır. Dağıtılmış defter, güvenlik ve veri bütünlüğü açısından merkezi sistemlere göre daha güvenilir bir yapı sağlar. Bu teknolojinin en bilinen örneği blok zinciridir. Dağıtılmış defter teknolojisi, kamu veya finansal verilerin depolandığı kurumlarda kullanılmaktadır. Merkezi sunucuların kullanıldığı ağ yapısının zayıf noktaları, bilgi güvenliği açısından risk oluşturabilir. Dağıtılmış defter ise verilerin dünya genelinde farklı düğümlerde saklandığı için bilgiye erişimi zorlaştırır ve bilgi güvenliğini artırır. Blok zincir, dağıtılmış defter teknolojisinin en bilinen örneğidir ve kriptografi ve mutabakat yapısı ile veri güvenliği sağlar (Şafak vd. 2021).

Mutabakat Mekanizması: Blok zinciri ağındaki her bloğun eşlenik bir kopyası dağıtık yapı üzerindeki tüm kullanıcılarda bulunur. Blok zinciri, kayıtlarındaki verileri senkronize etmek için ağ çapında mutabakat yapılmasını gerekli kılar. Birçok katılımcının bulunduğu blok zincir sisteminde herhangi bir işlemin geçerli olabilmesi, sistemdeki katılımcıların çoğunluğu tarafından kabul edilen protokollere sağlanmasına mutabakat denilmektedir. Blok zinciri ağ yapılarında yaygın olarak kullanılan mutabakat algoritmaları İş İspatı ve Hisse İspatı algoritmalarıdır. İş İspatı algoritması ağa yeni bir blok eklemeyi zorlaştırırken ancak doğrulamayı kolaylaştırır, Hisse İspatı algoritması ise kripto para birimlerini yatırımlara ve zincirdeki üretici düğümlerin payına göre dağıtılmasını sağlar (Usta ve Doğantekin 2017).

3.2 Zaman Serisi Analizi

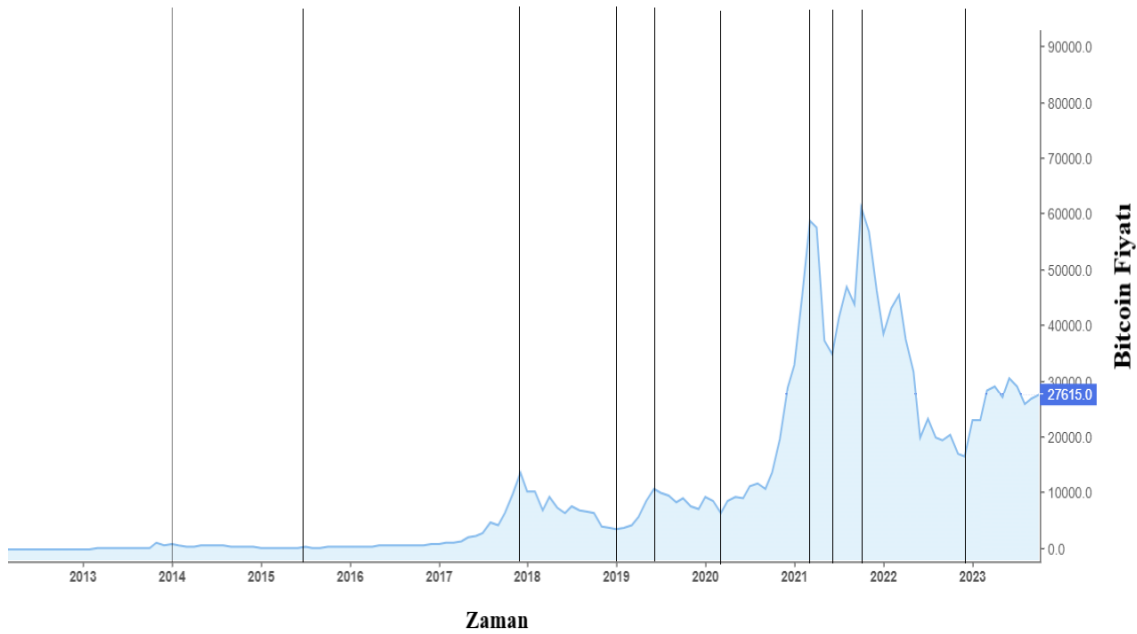
Zaman serileri verileri finanstan teknolojiye, sağlıktan hava durumuna kadar birbirinden farklı alanlara ait farklı ve düzenli zaman periyotlarına göre dağılım gösteren veri türleridir. Kaydedilen verilerin frekansı saat, gün, ay ya da yıl gibi değişen periyotlarda olabilir. Veriler zamana göre sıralı olduğu için aralarında zaman bağlı ilişkiler oluşur. Özellikle birbirine komşu olan değerler arasında korelasyon oluşabilir. Tek değişken içeren ve çok değişken içeren seriler olmak üzere ikiye ayrılır. Tek değişkenli serilerde zamana göre değişen tek bir değişken ve bir bağımsız değişken varken çok değişkenin olduğu serilerde ise zamana bağlı yine bir değişken vardır ancak bağımsız değişkenlerin sayısı 1'den fazladır (Güdelek 2019).

Zaman serilerinde bazı bilinmesi gereken kavramlar vardır. Bunlar trend, mevsimsellik, durağanlık, fark alma, bağımlılık ve gürültüdür. Trend, serinin zaman içerisindeki artan veya azalan davranışını (eğilimini) gösterir. Trend eğilimi, artan, azalan veya durağan olabilir. Mevsimsellik, bir yıllık zaman aralığında tekrarlayan bir eğilim gösteren zaman serilerinde bulunur. Birçok zaman serisinde bu kalıpları görmek mümkündür. Örneğin ısınma maliyetleri yazın düşerken, kışın artar (Özdemir 2008). Tablo 3.1’de Bitcoin fiyatındaki değişim noktaları verilmiştir.

Çizelge 3.1 BTC fiyatındaki değişim noktaları

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.2013	08.2015	12.2017	01.2019	06.2019	03.2020	04.2021	06.2021	10.2021	12.2022

Tablo 3.1’de belirtildiği üzere, değişim noktaları sayısı, önceki ölçek ve değişim noktalarını tahmin etmek için parametre olarak ele alınır. Değişim noktalarının sayısı 10 olarak ele alındı. Değişim noktaları sayısı Şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.3 Bitcoin fiyat grafiği

Bu çalışmada, Bitcoin’in (BTC) düz, yukarı ve aşağı olmak üzere üç farklı piyasa koşuluna göre, her piyasa koşulundan daha ileri analizler için on alt dönem belirlenmiştir. Çalışmanın 2012 yılından ilk dönem tarihine kadar piyasa yukarı yönde hareket etmiştir.

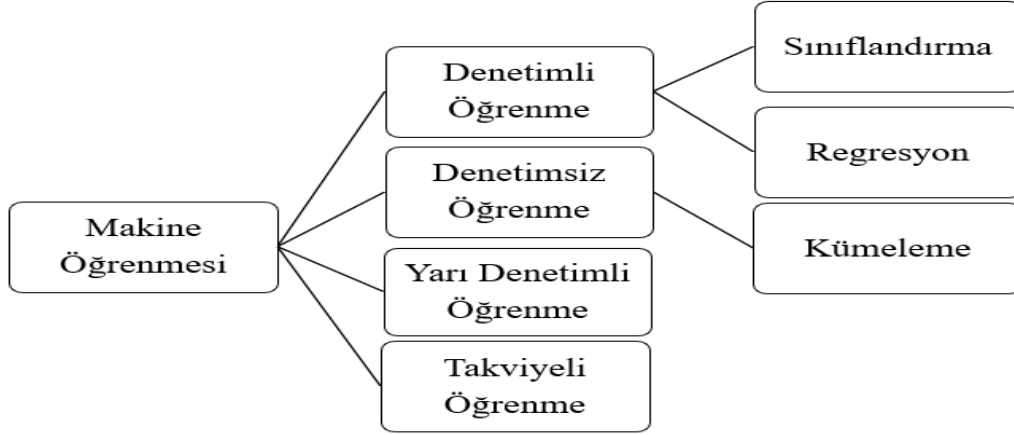
İkinci dönem, çoğunlukla piyasa düz seyrederken kendini aşağı yönde bırakmıştır. Üçüncü dönem Bitcoin'in boğa koşusunu kapsıyor. Dördüncü dönem aşağı yönlü bir salınım gerçekleştirmiştir. Daha sonra küçük bir yükseliş göstererek tekrar kendini aşağı yönlü hareketi devam ettirmiştir. Yedinci dönemde Bitcoin tekrar bir boğa rallisi yapmıştır. Bu seviyelerden piyasa koşullarına göre düzeltme yaparak, zirveyi 2021 yıllarının sonunda tekrar 60000 dolar seviyelerine taşımıştır. Tablo 3.1'de belirtilen onuncu değişim noktasına kadar ayı piyasasında bulunduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 3.3'e zaman periyotlarına genel olarak bakacak olursak 2012-2018 ve 2018-2021 yılları arası piyasa koşullarının düz yönde seyrettiği gözlemlenir. 2017,2021 yıllarında yukarı yönde ve 2018-2022 yıllarında piyasasının aşağı yönde olduğu açıkça görülmektedir.

3.3 Yapay Öğrenme

20. yüzyılın ikinci yarısında düşünebilen makineler üzerine çalışmalar artmaya başlamıştır. Alan Turing'in Hesaplama Makineleri ve Zekâ (1950) adlı ünlü makalesi ile hız kazanan serüven, Arthur Samuel'in 1959 yılında makine öğrenme kavramını literatüre katmasıyla devam etmiştir. Makine öğrenmesi ise yapay öğrenmenin bir alt kümesidir. Yapay öğrenme, genel bir perspektifi ifade etmektedir. Bir çeşit yapay zekâ olan makine öğrenmesi kısaca mevcut veriler ile birtakım öğrenmelerin gerçekleşmesi ve sonrasında tahminler yapan algoritmaların yapısı ve bunların çalışma prensiplerini kapsamaktadır. Bu algoritmalar klasik bilgisayar programlamadan farklı olarak, programın işleyiş basamaklarını takip etmek yerine örnek girdi verilerini modelleyerek, tahmin yapabilir veya karar verebilirler. Makine öğrenme algoritmaları birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin, yüz tanıma sistemleri, e-posta filtrelemeleri, otomatik vitesli araçlar, sıralama problemleri, sözlük uygulamaları, borsa çözümleri, DNA dizilerinin sınıflandırılması, konuşma ve el yazısının tanımlaması, oyunlar, uyarlamalı web sayfaları, hastalıkların teşhisi ve sınıflandırılması gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Kısaca her türlü sınıflandırma ve regresyon probleminin çözümünde makine öğrenmeden faydalanılarak tahmin ve çözümler üretilebilmektedir. İstatistik bilimine dayanan makine öğrenme, birçok alanda yerini derin öğrenme modellerine bırakırken; finansal çözümlerde derin öğrenme algoritmaları kadar etkili sonuçlar vermektedir. Özellikle derin öğrenmeye yetecek kadar veri olmayan alanlarda makine öğrenme kullanılması daha iyi sonuçlar

vermektedir (Tanrıkuu 2021). Şekil 3.4’de makine öğrenmesi çeşitleri verilmiştir.



Şekil 3.4 Makine Öğrenme Modellemesi

Teknolojik gelişmeler ve veri kaynaklarına erişimin artması, makine öğreniminin büyümesine ve önem kazanmasına yol açmıştır. Makine öğrenmesi, yapay zeka tabanlı istatistiksel ve bilgisayar biliminden faydalanan yaygın olarak kullanılan algoritmaların bütünüdür. Ayrıca kümeleme, sınıflandırma ve regresyon tahmini gibi işlemleri optimum başarı ile yapabilmektedir (Baran 2020).

Makine öğrenmesinin daha geniş ifadesi geçmiş deneyimleri kullanarak elde edilen öğrenmelerden model oluşturup geleceğe yönelik tahmin yapan algoritmaların bütünüdür. Yani bilgisayarın eldeki geçmiş verilerden yola çıkarak bir model oluşturup ve bu modeli yeni verilerde kullanarak karar verme sürecine makine öğrenmesi denir (Öğücü 2006).

3.3.1 Denetimli Öğrenme

Denetimli makine öğrenmesi, analizi yapılmak istenen verileri önce eğitim ve test verisi olarak sınıflandırır sonra sınıflandırılmış bu verilerin analiz sonuçları arasında bağlantı bularak sonuç elde etmeye dayanmaktadır (Şengül 2022).

Denetimli öğrenme, girdi verilerini kullanarak çıktıları tahmin etmek için bir makine öğrenme tekniğidir. Bilinen verileri analiz edip tahminler yapmak için bir fonksiyon oluşturur ve doğruluğunu test eder. Süreç bir eğitim aşaması ve bir test aşamasından

oluşur. Eğitim aşamasında, algoritma mevcut verileri analiz eder ve tahminler yapmak için bir fonksiyon oluşturur. Test aşaması, verilerin bir kısmını teste ayırarak tahminlerin doğruluğunu değerlendirmek için kullanılır. Denetimli öğrenme modelleri Sınıflandırma ve Regresyon olarak ikiye ayrılırlar (Baran 2020).

3.3.1.1 Sınıflandırma

Sınıflandırma, makine öğrenmesinin alt öğrenme alanıdır ve bir eğitim verisi üzerinden model elde ederek yeni verilerin tahmin edilmesini sağlayan bir yöntemdir (Şengül 2022).

Naive Bayes (NB), sınıflandırma için olasılıkları kullanan denetimli makine öğrenmesi algoritmasıdır. Bu sınıflandırma algoritması bir veya daha fazla özellik barındıran veri seti için bir eğitim seti oluşturur ve bu eğitim sonunda yeni gelen her bir veriyi doğru bir sınıfa yönlendirmeyi amaçlar (Khakikhouei 2020).

K-en yakın Komşu Algoritması (KKA), sınıflandırılmak istenen yeni verinin algoritmada daha önce belirlenmiş sınıflardaki verilerden k tanesine olan yakınlığına göre sınıflandırılması işlemidir. KKA gürültülü ve basit eğitim veri setlerine karşı başarılı olması sebebiyle en sık kullanılan makine öğrenme algoritmalarından biridir (Cunningham ve Delany 2021).

Destek Vektör Makineleri algoritması, tüm eğitim verileri için elde edilen hedeflerden en fazla e sapmasına sahip, aynı zamanda mümkün olduğunca doğrusal $f(x)$ fonksiyonunu bulmaktır. Hatalar e değerinden küçük olduğu sürece yöntem tarafından önemsenmeyecek ancak e değerinden büyük herhangi bir sapma da kabul edilmeyecektir (Cervantes vd. 2020).

3.3.1.2 Regresyon

Performans ölçütleri (hata ölçümleri), bazı alanlarda değerlendirme çerçeveleri için çok önemli bileşenlerdir. Makine öğrenimi regresyon deneylerinde performans ölçütleri, eğitilen model tahminlerini test veri setindeki gözlemlenen verilerle yani gerçek verilerle karşılaştırmak için kullanılır. Regresyon en küçük kareler yöntemi modelinde; doğru uyarlama, polinom uyarlama ve üstel fonksiyonlara eğri uyarlama şeklindedir. Gerçek dünyada bulunan çeşitli alanlardaki veri seti için en küçük kareler yöntemi bu gerçek

dünya verilerini modelleyen en doğru fonksiyonu oluşturmaya çalışmaktadır. İşte bu sürece regresyon analizi denilmektedir (Özekes 2003).

Yapay Sinir Ağları algoritmasında, birbirine bağlanmış birçok nörondan (işlem birimi) oluşan matematiksel sistemlerdir (Öztemel 2003). Öğrenme, girdi ve çıktı verilerinin işlenerek bağlantı ağırlıklarının belirlenmesi ile gerçekleşir. Bu işlem bir yakınsama meydana gelene kadar sistem içinde tekrarlanır. YSA girdi-çıkı değişkenleri arasındaki tüm doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilir (Pabuçcu 2017). YSA kesin olmayan verileri yönetme yeteneğinden dolayı üretim planlama, tıp, imalat ve finans gibi birçok alanda kullanılmasını mümkün kılmaktadır (Teke vd. 2019).

Uzun Kısa Süreli Bellek algoritması, Tekrarlayan Sinir Ağları (TSA) mimarisine dayanan ve girdileri rastgele aralıklarla hatırlama yöntemiyle öğrenen yapay zeka modelidir. Öğrenme işlemi gerçekleşince değerler saklanır ve değişmezler. Nöronlar arası ileri-geri bağlantılara müsaade eder. Daha çok zaman serilerini işlemek, sınıflandırmak ve tahmin etmek için kullanılırlar (Hochreiter ve Schmidhuber 1997).

Rastgele Orman (RO) algoritması, torbalama temelli bir makine öğrenmesi yöntemidir. Rastgele Orman algoritması, birçok karar ağacı oluşturarak doğruluğu yüksek ve kararlı modeller oluşturmak için bunları birleştirir. Algoritmada ağacı büyütmek modelin rastgelelik oranını arttırmaktadır. Yöntem olarak düğümleri ayırırken en önemli özellik yerine, rastgele bir özellik alt kümesi içindeki en iyi özelliği aramaktadır. Bu durum geniş bir çeşitlilik yaratarak daha iyi modellerin elde edilmesini sağlamaktadır (Çelik ve Özdemir 2023).

Extreme Gradient Boosting (XGBoost) algoritması, tahmin gücünün yüksek olması ve aşırı uyma (overfitting) çok yakalanmaması, boş verilerin yönetimi ve tüm bunları çok hızlı yapabilmesi XGBoost'u son yılların önemli makine öğrenme yöntemlerinden biri haline getirmiştir. Karar ağaçları tabanını kullanan algoritmalar içinde verimi en yüksek olanlardan biridir (Chen ve Guestrin 2016).

3.3.2 Denetimsiz Öğrenme

Denetimsiz makine öğrenimi, etiketlenmemiş verileri kullanarak bir sistemi eğitmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Bu yöntem, bilinen çıktılar olmadan verilerden anlamlı bilgiler

çıkarmak için kullanılır. Denetimsiz öğrenme, hesaplamalı istatistiklerle ilişkilidir ve veri madenciliğiyle birleştirilebilir. Bu yaklaşım, organizmaların davranışlarını kontrol etmek veya tahmin etmek yerine, verilerdeki kalıpları ve anormallikleri belirlemeye odaklanır. Etiketleme veya sınıflandırma gerektirmez ve gizli yapılarla ilişkileri ortaya çıkarmaya çalışır (Khakikhouei 2020). Denetimsiz öğrenme, neden-sonuç veya girdi-çıkı ilişkisi olmadan sadece girdi verileriyle ilgilenir. Bu nedenle, regresyon görevleri için uygun değildir. Denetimsiz öğrenmesi genel olarak, kümeleme, boyut azaltma ve verilerdeki düzensizliklerin tanımlanması gibi alanlarda kullanılır. Denetimsiz öğrenme yöntemlerinde, modelin girdi verileri bilinirken, kategori verileri bilinmemektedir (Baran 2020).

3.3.2.1 Kümeleme

Kümeleme, büyük miktarda verinin benzer özelliklere göre gruplara ayrılmasını sağlayan bir tekniktir. Bu teknik, yüksek benzerlikle bir araya getirilen ve düşük benzerlikle diğer gruplardan ayrılan kümeler oluşturmayı hedefler. Kümeleme, etiketlenmemiş verilerden anlamlı alt kümeler oluşturmanın bir yoludur ve denetimsiz öğrenmenin bir parçasıdır. Kümeleme işlemi için farklı mesafe hesaplama yöntemleri kullanılabilir, örneğin Öklid, Manhattan, Mahalanobis gibi. Bu hesaplamalar, veri tabanını belirli mesafelere göre alt kümeler halinde ayırır. Kümeleme, üyelerin benzerlik gösterip diğer kümelerden farklı özelliklere sahip olduğu kümeleri belirleme amacı taşır. X-Mean ve K-Mean algoritmaları, kümeleme algoritmalarının örnekleridir. Kümeleme, veri tabanındaki kayıtların bölünmesine olanak tanıyarak veri analizi için önemli bir tekniktir. Kümeleme analizi çok değişkenli analiz yöntemlerinden biridir. Bu yöntemle veri setinde gözlemlenen verileri benzerleriyle aynı gruba taşıma işlemi gerçekleştirilir (Özekes 2003).

3.3.3 Yarı Denetimli Öğrenme

Yarı denetimli öğrenme, az sayıda etiketli veri ve daha fazla sayıda etiketsiz veriyle çalışır. Denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenmelerin kullanılamadığı veri setlerinde kullanılır. Bu yöntem, etiketsiz veriler hakkında bilgi edinmek ve bunları kategorize etmek için az sayıda etiketli veri ile başlamayı içerir. Denetimli öğrenme ve yarı denetimli öğrenme arasındaki temel fark, etiketli verilerin çokluğudur; denetimli öğrenme için bol

miktarda etiketli veri bulunurken, yarı denetimli öğrenmede etiketsiz veriler daha fazladır (Kızılkaya ve Oğuzlar 2018).

3.3.4 Takviyeli Öğrenme

Takviyeli makine öğrenimi, sistemlerin tekrarlayan bir şekilde öğrenmesini sağlayan bir yöntemdir. Sistem, mantıklı çözümler için yönlendirilir. Bu yöntem, oyun programları, otomasyon, hastalık teşhisi ve fabrika ayarları gibi alanlarda kullanılır. Takviyeli öğrenmede, başlangıçta en uygun çözüm bilinmez. Amacı, sistemin hedeflerine ulaşmak için doğru kararları nasıl vereceğini öğrenmektir. Sistem, karşılaştığı durumları hatırlar ve birçok yinelemeden sonra doğru çözümü öğrenir (Wenzel vd. 2019).

3.4 Derin Öğrenme

Derin öğrenme, yapay sinir ağı algoritmalarının üzerine kurulan gelişmiş bir makine öğrenimi tekniğidir ve son yıllarda büyük ilgi görmektedir. Destek vektör makinesi ve k-en yakın komşu algoritmaları gibi geleneksel yöntemlere kıyasla, derin öğrenme denetimsiz özellik öğrenmenin imkânlarına sahiptir. Ayrıca büyük veri için sağlam bir eğitim gücüne sahiptir. Derin öğrenme sınıflandırma, tahmin, bilgisayar görüşü, görüntü işleme ve görsel-işitsel tanıma gibi görevlerde kullanılmaktadır (Zhen vd. 2020).

Derin öğrenme, çeşitli alanlarda, örneğin konuşma tanıma, görsel nesne tanıma ve ilaç keşfi gibi alanlarda son teknolojik gelişmeleri önemli ölçüde ilerleten bir hesaplama modelidir. Bu yöntemler, çoklu işlem katmanlarından oluşan modellerin çoklu soyutlama seviyelerine sahip veri temsillerini öğrenmesine olanak tanır. Derin öğrenme, geriye yayılma algoritması kullanarak büyük veri kümelerindeki karmaşık yapıların keşfedilmesini sağlar. Her katmandaki temsilin bir önceki katmandaki temsilden hesaplanması için dahili parametreleri nasıl değiştirmesi gerektiğini gösterir. Özellikle derin evrimsel ağlar görüntü, video, konuşma ve ses işleme alanlarında önemli bir ilerleme sağlamışken, tekrarlayan ağlar sıralı veriler, örneğin metin ve konuşma, üzerinde çalışmalar yapmaktadır (LeCun vd. 2015).

Makine öğreniminin bir alt alanı olan derin öğrenme, çoklu seviyelerde temsil ve soyutlama öğrenmeye odaklanmaktadır. Bu algoritmalara dayanarak veriler arasındaki karmaşık ilişkileri modellemek için kullanılır. Derin öğrenme, yüksek seviye özellikler

ve kavramların daha düşük seviyeli terimlerle tanımlandığı ve bu özelliklerin hiyerarşik bir yapı oluşturduğu derin mimarilere sahiptir. Temsillerin ve faktörlerin öğrenilmesi, alt düzey kavramların birçok üst düzey kavramı tanımlanmasına yardımcı olabileceği bir hiyerarşi oluşturur (Deng ve Yu 2014).

Derin öğrenme yöntemleri, bilgisayar üzerinden büyük veri setlerindeki görüntü tanıma ve ses tanıma gibi alanlarda ilişkileri etkili bir şekilde yakalayabilir. Bu yöntemler özellikle öneri sistemleri gibi alanlarda geleneksel yöntemlere göre daha avantajlıdır. Ancak sinir ağları büyüdükçe bazı sorunlar ortaya çıkabilir. Sinir ağı ağırlıklarının ayarlanmasını sağlayan gradyan değeri, birbirine bağlı uzun ağlarda kaybolabilir ve bu kaybolan gradyan problemi olarak bilinir. Sıralı verilerle çalışmak için tercih edilen derin öğrenme modeli Tekrarlayan Yapay Sinir Ağları'dır. Özellikle tahmin, doğal dil işleme, çeviri, metin ve müzik üretimi gibi araştırma alanlarında zaman serileri kullanılır. Uzun Kısa Süreli Bellek ve Geçitli Tekrarlayan Ağlar (GTA) ise uzun dönemli bağımlılıkları öğrenebilen ve ağları kaybolan gradyan sorununu çözen yapılar olarak bilinir. GTA, UKSB'e alternatif olarak kullanılan ve daha basit bir yapıya sahip olan bir yöntemdir. Her iki yöntem de genellikle eşdeğer sonuçlar verir (Zhang vd. 2019).

Bu çalışma geleneksel sinir ağlarından farklı olarak onların eksikliklerini tamamlayan Tekrarlayan Sinir Ağları (TSA)'nın özel modellerinden olan Uzun-Kısa Süreli Bellek Ağları (UKSB) ve Geçitli Tekrarlayan Ağları (GTA) mimarileri ile Bitcoin fiyat tahmini çalışması yapılmıştır.

3.4.1 Evrimsel Sinir Ağları

Derin öğrenme, makine öğrenimi alanında bir teknik olup, yapay sinir ağlarının bir alt kümesidir. Bu yöntemde, bir modele belirli girdi verileri sağlanarak modelin çıktısının tahmin edilmesi hedeflenir. Derin öğrenme algoritmaları, büyük miktarda veriyle eğitilerek, modelin kendi kendine hataları düzeltmesini sağlar. Günümüzde, işlem gücünün artmasıyla birlikte derin öğrenme, birçok alanda önemli bir rol oynamaktadır. Derin öğrenme ağları diğer makine öğrenimi araçlarına kıyasla daha yüksek doğruluk oranıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Evrimsel Sinir Ağları (ESA), görüntü ile ilgili problemlerde kullanılan ve dil modelleme, duygu analizi, dil çevirisi gibi alanlarda kullanılabilen derin öğrenme mimarileridir. Evrimsel Sinir Ağlarının yaygın

kullanılmasının nedeni, insan müdahalesi olmadan görüntülerden önemli kalıpları çıkarma yeteneğine sahip olmasıdır. Bu model; evrişim, havuzlama ve tam bağlı katmanlardan oluşur ve ayrıca ağırlık parametrelerini paylaşarak hesaplama zamanını azaltır. Evrişim katmanı, evrişimsel sinir ağlarının (ESA) temel yapı taşıdır ve girdi verilerinden çıktı üretmek için kullanılır. Bu katman, bir çekirdek veya filtre ile girdi verileri üzerinde evrişim işlemi uygular. Giriş verisi bir görüntü ise, çekirdek 0 ve 1'lerden oluşan bir 2 boyutlu dizi olacaktır. Çekirdek, giriş verilerinin üzerinde belirli bir adım değeriyle sağa doğru hareket eder ve tüm genişlik boyunca ayrıştırılır. Bu işlem görüntünün tamamı üzerinde tekrarlanır. Evrişim işlemi sonucunda çıkan özellik haritası, bir sonraki aşamada girdi olarak kullanılır. Evrişim, giriş görüntüsü ile bir çekirdek arasındaki nokta çarpımının alınmasıdır. Çıktı, evrişim işlemi sonucunda elde edilen özellik haritasıdır. Evrişim katmanının her çıktısı, bir aktivasyon fonksiyonundan geçirilir. Adım ve dolgu, evrişim filtresinin hareketini ve özellik haritasının boyutunu belirlemede kullanılır. Havuzlama, boyutu azaltmak için kullanılır ve tam bağlantılı katman, CNN mimarisinin son katmanıdır ve sınıflandırma için kullanılır. Bu katmanda, diğer katmanlardan gelen girdiler alınarak belirli sayıda sınıfa ayırma işlemi gerçekleştirilir. Hata hesaplaması için bir çıkış katmanı kullanılır ve ardından geriye yayılım algoritması ile ağırlıklar ve önyargılar güncellenir. Bu işlem, eğitim için tekrarlanır (Sahu ve Dash 2021).

3.4.2 Tekrarlayan Sinir Ağları (TSA)

Fang vd. (2021) e göre Jordan ağı, 1986 yılında Jordan tarafından dağıtık paralel işleme teorisi altında önerilmiştir ve lojistik fonksiyon kullanarak gizli katman düğümlerini gerçekleştirir. Aynı dönemde TSA öğrenme teorisi de geliştirilmiştir ve geri yayılım algoritması kullanılmıştır. TSA'nın temel fikri, sıralı bilgiyi kullanarak sonraki bilgileri tahmin etmektir. Ayrıca her bir elemanın hesaplaması önceki hesaplamalara bağlıdır. TSA, gradyan patlaması sorunu ve gradyan kaybolması nedeniyle yalnızca önceki adımları gözden geçirebilir. Bu nedenle TSA, önceden hesaplanmış bilgileri hafızasına alır ve pratikte sadece önceki adımları kullanır.

TSA'nın avantajı, bir cümledeki bir kelimenin anlamını tahmin etmek için önceki kelimelerin bilgisine dayanabilmesidir. Bu, insanların bilgiyi öğrenilmiş bilgiler temelinde işlemesine benzer. TSA mimarisi, bir önceki kelimeye dayanarak bir sonraki

kelimeyi tahmin ederek okuduğumuz cümleleri anlamlandırabilir.

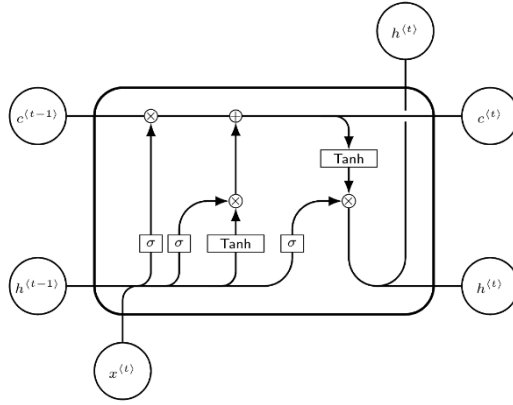
Ciftci (2018) ye göre TSA'lar, durum bilgisini koruma becerisine sahip sinir ağı mimarileridir. Bu mimariler, belirli bir düzeni olan verilere uygulanabilir ve belirli bir girdi için bir çıktı üretebilirler. GTA'lar ve TSA'lar gibi birimler, derin TSA mimarilerinin önemli iki alt mimarileridir. Bu sinir ağı mimarileri, ikili sınıflandırma problemlerinde kullanılabilir. Ancak, derin istiflenmiş bir mimaride birimlerin çok küçük veya çok büyük olması, TSA mimarilerinin ilk katmanlarının ağırlıklarını güncellemeyi zorlaştırır. Bu sorunu çözmek için düzenlileştirme yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler, geriye yayılım algoritması güncellemelerine bağlantı ağırlıklarının kaybolmasını veya patlamasını önlemede yardımcı olur.

3.4.2.1 Uzun-Kısa Süreli Bellek Ağları

Uzun Kısa Süreli Bellek (UKSB) lerin tanıtımını Hochreiter ve Schmidhuber (1997) tarafından yapılmış ve daha sonra birçok kişi tarafından çalışmalarla geliştirilmiştir. Birçok çeşitli problemler üzerinde son derece iyi çalışmakta ve artık yaygın olarak kullanılmaktadır.

TSA'ların uzun vadeli bağımlılıklarla mücadele etmede başarısız olmasından dolayı UKSB'ler geliştirilmiştir. TSA'ların bilgileri birbirine bağlamayı öğrenemediği ve uzun vadeli bağımlılıklara uyum sağlamadığı belirtilmektedir. Ancak UKSB'lerin bu sorunu çözdüğü ve uzun vadeli bağımlılıklarla başa çıkma kapasitesine sahip olduğu vurgulanmaktadır. Yani, UKSB'ler TSA'lara göre daha iyidir çünkü uzun vadeli bağımlılıkları analiz edebilirler (Manaswi 2018).

UKSB mimarisi, giriş, unut, hafıza ve çıkış katı olmak üzere dört katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar sayesinde bilgi daha sonra kullanılmak üzere saklanır ve eski sinyalin Gradyan yok olması probleminden kaynaklı etkiler ortadan kaldırılmış olur (Graves 2012). Şekil 3.5'de örnek UKSB yapısı verilmiştir.



Şekil 3.5 UKSB Yapısı

Bir UKSB ağının çıkış katmanları aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$i_t = \sigma(W_i [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (1)$$

$$f_t = \sigma(W_f [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (2)$$

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \tanh(W_c [h_{t-1}, x_t] + b_c) \quad (3)$$

$$o_t = \sigma(W_o [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (4)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad (5)$$

Denklemdede; W_i, W_f, W_c, W_o ağırlık matrislerini, f_t unut kapısı, o_t çıkış kapısı ve C_t hücre çıkışını temsil eder. σ sigmoid aktivasyon fonksiyonunu b_i, b_f, b_c ve b_o ise her bir kapının bias ağırlığını göstermektedir (Rafi vd. 2021).

3.4.2.2 Geçitli Tekrarlayan Ağlar

Geçitli Tekrarlayan Ağlar (GTA), 2014 yılında önerilen ve TSA'lardaki gradyan sorununu çözen bir yapıdır. GTA, geçitli birimleri sayesinde bilgi akışını uyarlamalı olarak kontrol eder. Bu geçitli yapı, UKSB'ye benzer olsa da farklı hafızalara ihtiyaç duymadan aynı hücre birimi içinde bilgi akışını kontrol edebilir. GTA'daki geçit mekanizmaları, TSA'ların yapılarının basit bir kopyasıdır. GTA ve UKSB birbirinden

farklı olsa da geçitli yapıları benzerdir. Performanslarına karar vermek genellikle soruna bağlıdır. GTA'nın daha hızlı ilerlediği bildirilmektedir ve hem GTA hem de UKSB, geçit birimleri tarafından sağlanan yapı sayesinde TSA'lara göre daha iyi sonuçlar elde etmektedir. Hem yeni girdi hem de gizli katmandaki önceki durumdan gelen bilgi hem UKSB hem de GTA'da korunur (Gruber ve Jockisch 2020).

GTA mimarisinde güncelleme kapısı, sıfırlama kapısı bulunmaktadır. Bir GTA mimarisinin çıkış katmanları aşağıdaki denklemlerle hesaplanır.

$$Z_t = \sigma_g (W_z x_t + U_z h_{t-1} + b_z) \quad (6)$$

$$r_t = \sigma_g (W_r x_t + U_r h_{t-1} + b_r) \quad (7)$$

$$h_t = z_t * h_{t-1} + (1 - z_t) * \tanh(W_h x_t + U_h (r_t * h_{t-1}) + b_h) \quad (8)$$

Verilen denklemlerde x_t girdi, h_t çıktı, z_t güncelleme kapısı, r_t sıfırlama kapısı, W , U , b ise öğrenme parametrelerini göstermektedir (Cho vd. 2014).

3.5 Performans Metrikleri

Performans değerlendirme disiplinleri arasında bir araştırma problemidir. Performans ölçütleri hakkında bilgi ve anlayışı geliştirmek için çeşitli ölçütler incelenmiştir. Performans ölçütleri, çeşitli alanlardaki değerlendirme çerçevelerinin önemli unsurlarıdır ve özellikle makine öğrenimi regresyon deneylerinde kullanılır. Tahminlerin gerçek verilerden ne kadar farklı olduğunu ölçmek için performans ölçütleri kullanılır ve bu ölçütler, yazılım geliştirmede tahmin yöntemlerini seçmek veya tedarik zinciri gibi alanları desteklemek için de kullanılır. Prognostik - durum tabanlı bakımda da performans ölçütleri önemlidir ve büyük ölçüde bu ölçütler üzerine dayanır. Performans ölçütleri genel olarak uzaklık ve benzerlik kavramlarıyla ilişkilidir ve tipoloji kullanılarak düzenlenebilir (Dey ve Salem 2017).

Çalışmada önerilen modellerin değerlendirilmesi Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Kare Hatası (OKH) gibi yaygın olarak kullanılan regresyon metrikleri

kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metrikler üç adımdan oluşur: nokta mesafesinin hesaplanması, normalizasyonun gerçekleştirilmesi ve bir veri seti üzerinde nokta sonuçlarının toplanması. OMH ve OKH formülleri Denklem 9 ve 10'da verilmiştir.

$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |(Y_i - \hat{Y}_i)| \quad (9)$$

$$OKH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (10)$$

Denklemlerde, n örneklem sayısını ifade ederken, Y_i gerçek değeri, $\hat{Y}_i$ tahmin edilen değeri vermektedir (Çelik ve Özdemir 2023).

4. BULGULAR

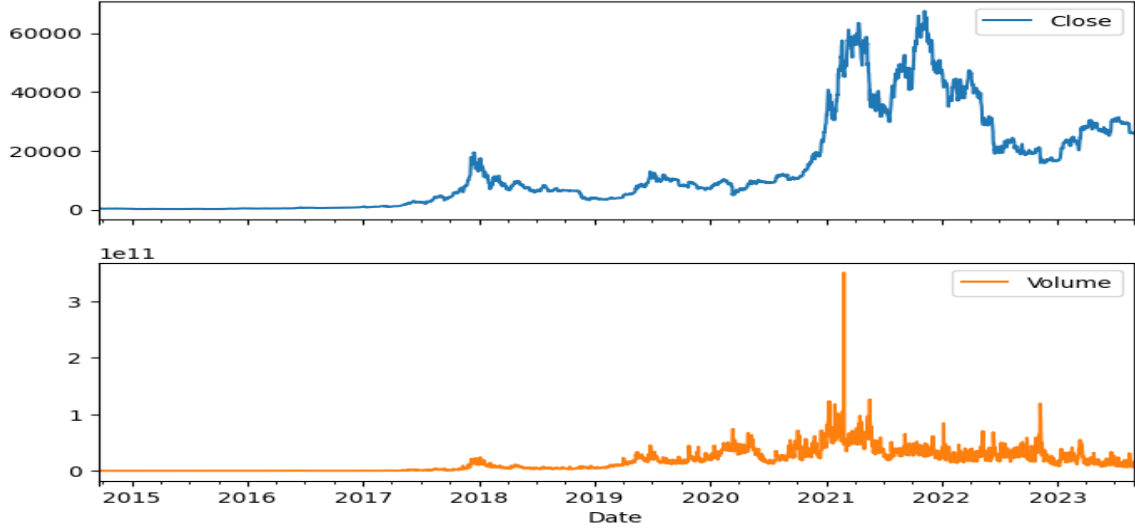
Tez çalışması kapsamında bibliometrik analiz ve zaman serisi analizleri gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada R programlama dili ve bibliometrix ve biblioshiny kütüphaneleri kullanılarak blok zincir teknolojisi üzerinde, Web of Science (WoS) veri tabanında, yalnızca “blockchain” anahtar kelimesi aranarak, 2016'dan 2022'ye kadar yayınlanan 3927 Science Citation Index araştırma makalesi incelenmiştir. Yıllık bilimsel makaleler, alıntı başına en iyi makaleler, yazarlar, ülkeler, kaynaklar ve anahtar kelimeler analiz elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Çin, Kore ve Amerika en çok makaleye ve en çok alıntıya sahip ülkelerdir. Norveç (52,88), Fas (50,00) ve Irak (43,50) ortalama makale atıflarının en yüksek olduğu ülkelerdir. Blockchain kelimesi en çok veri, güvenlik, gizlilik ve IoT kelimeleri ile birlikte kullanılmıştır. Kanada, Avustralya, Katar, Japonya ve Singapur gibi ülkeler yaptıkları işbirlikleri ile yayın sayısını artırmışlardır (Günek ve Yurttakal 2022).

İkinci aşamada ise kripto para tahminine yönelik zaman serisi analizi gerçekleştirilmiştir. Kripto paralar arasından en bilinen para birimlerinden birisi Bitcoin'dir. Bitcoin'e yatırım yapabilmek için teknik analiz mutlaka bilinmelidir. Aksi halde yapılan yatırımlar riskli hale gelebilmektedir. Bu analizler, tarihsel fiyat kalıplarını içermektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasında yapay zeka tabanlı kısa vadeli Bitcoin fiyat tahmini yapılmıştır. Uygulama açık kaynak kodlu Python ortamında geliştirilmiştir. Veri kümesi olarak 30 Ağustos 2023 tarihli güncel fiyat listesi kullanılmıştır. Veriler Yahoo firmasının halka açık uygulama programlama ara yüzünü kullanan açık kaynak kodlu Python tabanlı yfinance kütüphanesi kullanılarak elde edilmiştir. Örnek veri kümesine ait istatistiki Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Veri kümesine ait istatistiki bilgiler

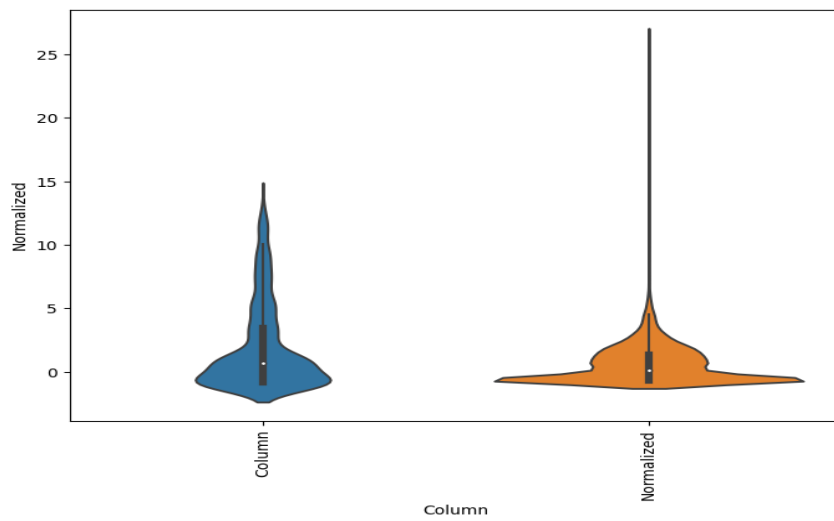
Parametre	Sayı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Açılış	3269	1.385005e+04	1.600283e+04	1.768970e+02	6.754973e+04
En Yüksek	3269	1.418138e+04	1.639692e+04	2.117310e+02	6.878962e+04
En Düşük	3269	1.348622e+04	1.555206e+04	1.715100e+02	6.638206e+04
Kapanış	3269	1.385650e+04	1.599937e+04	1.781030e+02	6.756683e+04
Hacim	3269	1.651546e+10	1.938123e+10	5.914570e+06	3.509679e+11

Çizelgede yer alan 3269 örneklem 17.09.2014 ile 29.08.2023 tarihleri arasında yer alan günlük değerlerdir. Veri kümesi hakkında daha yakından fikir sahibi olabilmek için yıllara ait kapanış fiyatları ve hacim değerlerinin değişim grafiği Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Yıllara göre değişim grafiği

Veri kümesinin ilk %70'i eğitim için, %70-%90'lık kısmı doğrulama için, %90'ından sonrası test için ayrılmıştır. Optimize edici algoritmanın daha hızlı ve kararlı çalışabilmesi için veriler, eğitim verilerinin ortalama ve standart sapma değerlerine göre normalize edilmiştir. Normalize edilmiş veriler, Violin grafik ile Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Violin grafik

Violin grafik, veri kümesinin standart sapma dağılımını sütunlarla temsil eden ve dağılımların genişliklerini gösteren bir tür grafikdir. Şekle göre, normalize edilmiş verilerin ilk çeyrek, ortalama ve üçüncü çeyrek arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Uygulamamız aynı zamanda bir zaman serisi problemi olduğu için veri kümesinin durağanlık analizi de gerçekleştirilmiştir. Durağanlık analizi, bir zaman serisinin zaman içindeki istatistiksel özelliklerinin sabit kalıp kalmadığını belirler. Çalışmada durağanlık analizi Dickey Fuller Testi ile yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Dickey Fuller Testi

Parametre	Değer
Test İstatistiği	0.347427
P Değeri	0.979419
Gecikme Sayısı	27
Gözlem Sayısı	2260
Kritik Değer (%1)	-3.433247
Kritik Değer (%5)	-2.862820
Kritik Değer (%10)	-2.567451

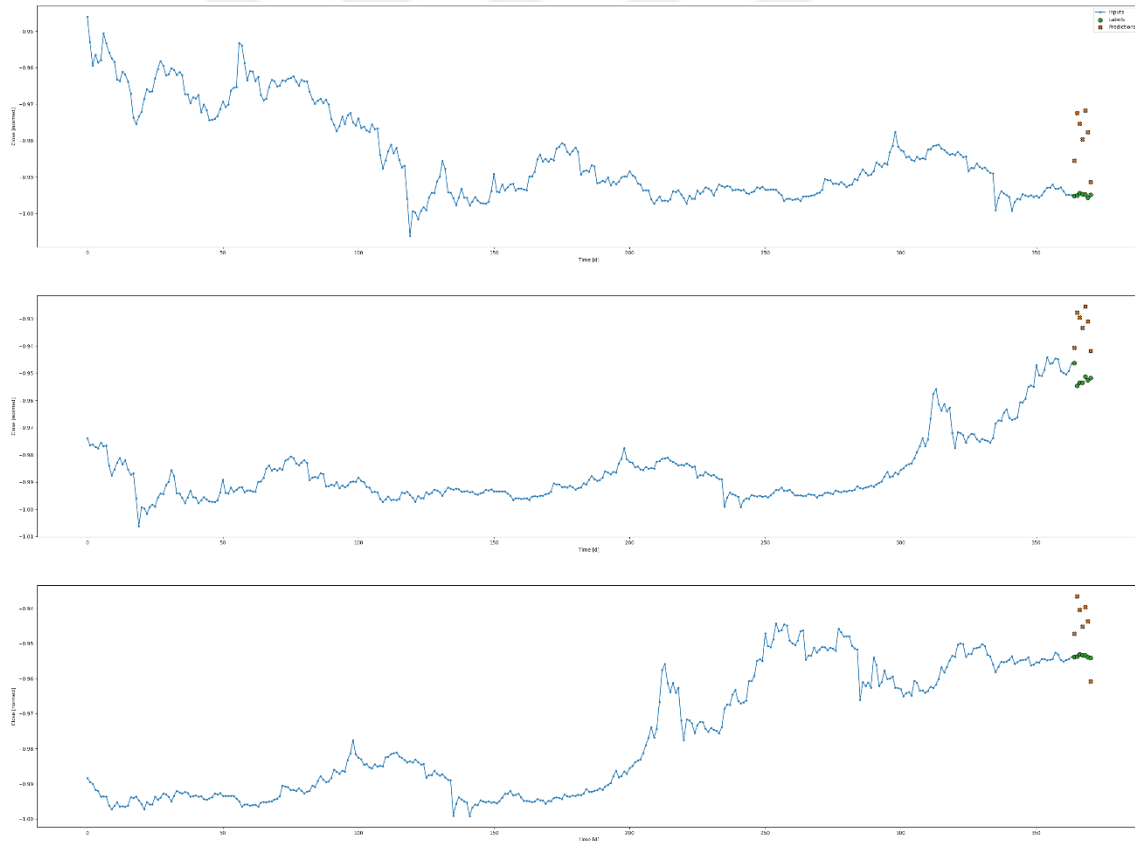
Test istatistiği değeri hipotez testinin sonucunu göstermektedir. Eğer bu değer kritik değerlerin altında ise, nötral hipotez, istatistiksel olarak istikrarlı olmadığı için reddedilir. Elde edilen değere göre 0.347427 kritik değerlerin altında değildir. Yine hipotez testinin reddedilmesinde kullanılan diğer bir değer p-değeridir. Eğer p-değeri, belirlenen anlamlılık düzeyi (örneğin, 0.05) altında ise, nötral hipotez reddedilir ve seri istatistiksel olarak istikrarlı değildir. Bu durumda, test istatistiği değeri de kritik değerlerin altında olacaktır. Elde edilen değerlere göre p-değeri 0.979419 ile oldukça yüksek olduğu için nötral hipotezi reddetme sebebi yoktur. Bu, zaman serisinin istatistiksel olarak istikrarlı olduğunu gösterir.

Regresyon analizinde 2 farklı yöntem kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu yöntemler UKSB ve GTA tabanlı yaklaşımlardır. Kullanılan UKSB mimarisinin yapısı Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 UKSB Mimarisi

Katman Türü	Hücre Sayısı	Parametre Sayısı
UKSB	256	268288
Tam Bağlı Katman	7	1799
Çıkış	1	0

Ağın toplam eğitilebilir parametre sayısı 270.087'dir. Optimize edici algoritma olarak ADAM kullanılmıştır. Kayıp fonksiyon OKH'dir. Epoch sayısı 25'tir. Modeller, ardışık örneklerden oluşan bir pencereye dayalı olarak bir dizi tahmin yapılmıştır. Verinin görselleştirilmesi için girdi penceresi genişliği 364, etiket penceresinin genişliği 7, pencerenin kayma miktarı 7 olarak belirlenmiştir. Doğrulama verisi üzerinde elde edilen tahmin grafiği Şekil 4.3'de verilmiştir.



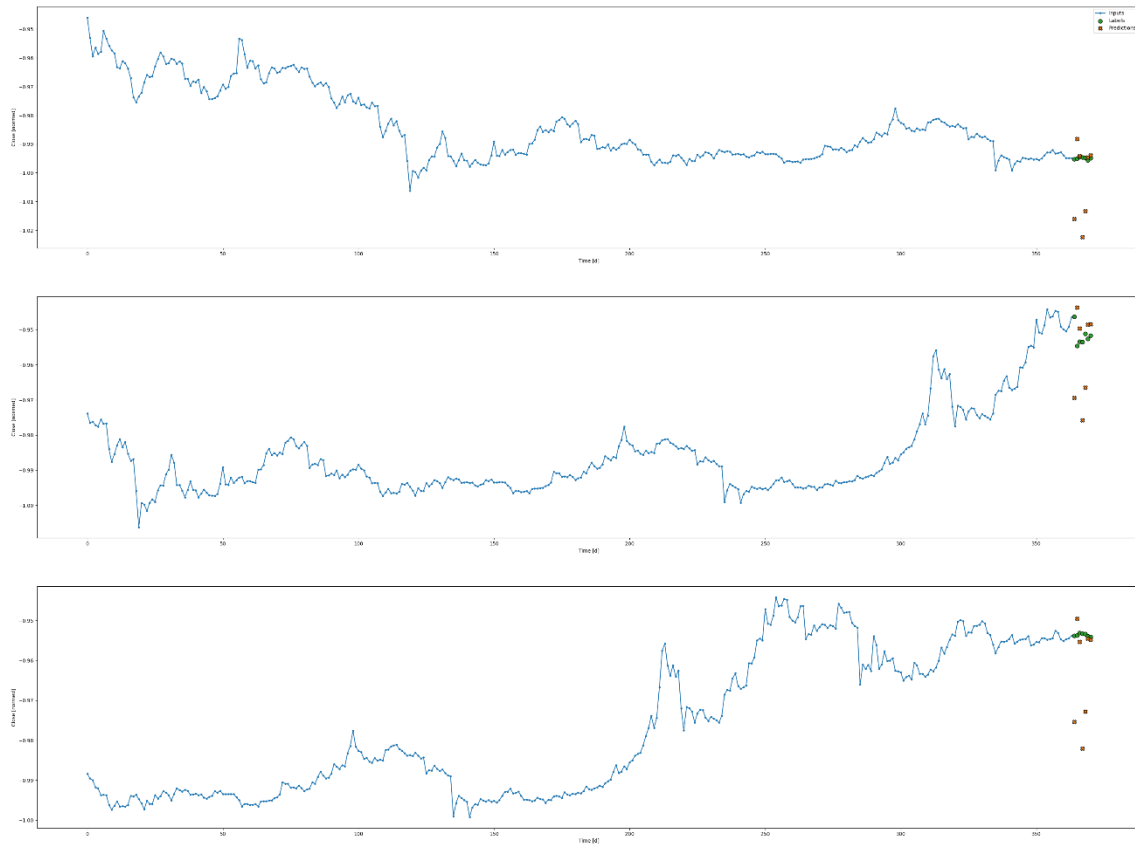
Şekil 4.3 UKSB Mimarisi ile elde edilen tahmin değerleri

Öte yandan kullanılan GTA mimarisinin yapısı Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 GTA Mimarisi

Katman Türü	Hücre Sayısı	Parametre Sayısı
GTA	256	201984
Tam Bağlı Katman	7	1799
Çıkış	1	0

Ağın toplam eğitilebilir parametre sayısı 203,783'tür. Optimize edici algoritma olarak Adaptif Moment Tahmin Yöntemi (ADAM) kullanılmıştır. Kayıp fonksiyon OKH'dir. Epoch sayısı 25'tir. Elde edilen tahmin grafiği Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4 GTA Mimarisi ile elde edilen tahmin değerleri

Elde edilen grafik değerleri karşılaştırıldığında GTA mimarisinin tahmin edilen 7 değerden bazılarını tam doğru veya çok yakın tahmin ettiği görülmektedir. Performanslar OMH ve OKH hata oranlarıyla karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.5'de hata oranları karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.5 Performans karşılaştırılması

Mimari	OKH	OMH
GTA	5.319	1.794
UKSB	5.807	1.863

GTA tüm hata oranlarında UKSB ağından daha düşük hata oranı elde etmiştir. Aynı zamanda GTA mimarisinin karmaşıklığı daha azdır ve UKSB mimarisine göre daha hızlı çalışmaktadır.



5. SONUÇ

2008 yılında yaşanan küresel kriz sonrasında Satoshi Nakamoto adlı bir kişi veya grup tarafından yaşanan krizlere çözüm olarak ilan edilmesinin ardından Bitcoin, ilk olarak 2009 yılında oluşturuldu. Bitcoin, internet üzerinden 7 gün 24 saat işlem yapılabilen, sınırlı arzı olan, hızlı transfer edilebilen ve takibi zor olan bir dijital para birimidir. Gün geçtikçe Bitcoin değeri, 2010 yılından bu yana talep ve spekülasyonlara rağmen katlanarak artmış ve birçok yatırımcının ilgisini çekmiştir. Bitcoin'in arzı 21 milyon adetle sınırlıdır. Her bir Bitcoin'in çözümlenebilmesi için bilgisayar işlemcilerinin gücüyle blok zinciri verilerinin çıkarılması gerekmektedir. Başlangıçta blok başına 50 Bitcoin kazanılan bu yapıda, yaklaşık her 4 yılda bir kazanılan bu oran yarıya düşmektedir. Yaklaşık 19 milyon Bitcoin üretildi. Bitcoin ilk üretilen kripto paradır. 2011 yılından itibaren kripto para süreci hızla çeşitlenmiştir. Günümüzde 6000'den fazla çeşitte kripto para ve token ile bu süreç devam etmektedir. Token bağımsız bir blok zinciri olmayan ancak kripto paradan üretilen hisse senedi, dijital ürün veya menkul kıymet olarak ifade edilebilen varlıklardır. Tüm bu gelişmelerle kripto para piyasası da hızla büyümüş Bitcoin hala en büyük hacme sahip kripto para birimi olmakla birlikte, Ethereum ve Cardano gibi diğer kripto para birimleri de önemli bir kullanıma sahiptir (Çokmutlu ve Kılıç 2022).

Kartal (2020) a göre alt coin, Bitcoin'e alternatif olarak ortaya çıkan kripto paralara verilen isimdir. Yaklaşık 2900 farklı alt coin bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kripto para birimleri Bitcoin, Ethereum, XRP, Bitcoin Cash ve EOS olarak sıralanabilir. Bitcoin'in piyasadaki payı diğerlerinden fazladır. Bitcoin, blok zinciri teknolojisini kullanan ilk uygulamadır. Blok zinciri teknolojisi, kripto piyasasının bel kemiğini oluşturan bir dağıtık defter teknolojisidir. Blok zinciri, işlemleri güvenilir, denetlenebilir ve değişmez hale getirir. Finansal hizmetler sektörü, bu teknolojinin güvenlik, değişmezlik, şeffaflık ve işlem maliyetlerini ortadan kaldırma gibi özelliklerinden faydalanmaktadır. Ayrıca blok zinciri teknolojisi, piyasa faaliyetlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak sağlar. Bitcoin, açık anahtar altyapı mekanizması kullanır. Kullanıcılar bir çift açık ve özel anahtar ile işlem yaparlar. İşlemler her on dakikada bir bloğa yazılır ve önceki bloklara bağlanır. Tüm işlemler, kullanıcıların disk depolarında saklanır ve her yeni işlemin doğruluğu, önceki bloklara dayanılarak kontrol edilir. Bu

sayede tüm işlemler güvenli bir şekilde kaydedilir ve doğrulanır.

Bitcoin Madenciliği, blok zinciri sisteminde yeni Bitcoin yaratma, hileli işlemleri önleme ve çifte harcamayı engelleme işlemidir. Madenciler, onay bekleyen işlemleri doğrular ve bunları kaydeder. İlk doğrulama işlemi yapan madenci, madencilik ödülünü alır ve yeni bir blok zincire eklenir. Her 10 dakikada bir blok oluşumu gerçekleşir çünkü Bitcoin arzı sınırlıdır. Eğer blok oluşumu 10 dakikanın altında gerçekleşirse, sistem otomatik olarak algoritmayı karmaşıktırır ve blok oluşumu yavaşlar. Aynı şekilde 10 dakikadan fazla sürerse, sistem süreci kolaylaştırır ve blok oluşumu hızını sabit tutar. Bu şekilde blok zinciri sürekli olarak güncellenir ve Bitcoin işlemleri güvenli bir şekilde gerçekleştirilir. Bu süreç, Bitcoin madencilerinin görev ve sorumluluklarını yerine getirmelerini sağlar (Çakracıoğlu 2016).

Bitcoin'in artan işlem hacmi ve değerinin oynaklığı, finansal piyasalarda önemli bir yatırım aracı olarak kabul edilmesine neden olmuştur. Bitcoin, en popüler ve yaygın olarak kullanılan kripto paradır. Bugün yüzlerce kripto para birimi işlem görmekte ve piyasa değerine sahip olmaktadır. Kripto paraların düşük işlem maliyetleri ve hükümet kontrolünden bağımsız olması, yatırım aracı olarak kullanımının temel nedenleridir. Ancak, kabul edilebilirlik düşüktür, güven eksikliği vardır ve fiyatlar aşırı oynak olduğu için Bitcoin'in yatırım aracı olarak kullanılması olumsuz etkilenmektedir. Eğer Bitcoin, mal ve hizmet satın alma işlemlerinde kullanılması durumunda, yasal para birimleriyle rekabet etmesi nedeniyle bu para birimlerinin değerini etkileyecektir. Öte yandan, yatırım aracı olarak kullanılması durumunda ise, tahvil, hisse senedi gibi varlıklarla rekabet etmesi nedeniyle, bu varlıkları etkileyecektir. Sonuç olarak, Bitcoin devletler tarafından uygulanan para politikalarından etkilenecektir (Ferdiansyah 2019).

Bitcoin, diğer para birimleri gibi borsalarda işlem görebilen ve değer kazanabilen bir kripto para birimidir. Ancak Bitcoin'i etkileyen faktörler, diğer borsa işlemlerinden farklı olabilir çünkü Bitcoin merkezi olmayan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, yatırımcıların doğru kararlar verebilmesi için Bitcoin'in değerini tahmin etmek oldukça önemlidir. Bitcoin fiyat tahmini için istatistiksel modellerin yanı sıra yapay zeka teknolojileri de kullanılmaktadır. YSA, DVM, LR gibi en yaygın kullanılan yapay zeka modelleri, Bitcoin fiyat tahmininde de kullanılabilir (Karasu vd. 2018).

Bu çalışmada, Bitcoin'in kısa vadeli fiyat tahmini için yapay zeka tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir. Uygulama, Python dilinde açık kaynak kodlu olarak yazılmıştır. 30 Ağustos 2023 tarihli güncel fiyat verileri kullanarak uygulama çalıştırılmıştır. Veri seti, y-finance kütüphanesi kullanılarak Yahoo'nun halka açık API'sinden elde edilmiştir. Veri seti, eğitim, doğrulama ve test verileri olarak ayrılmıştır. Veriler, eğitim verilerinin ortalama ve standart sapma değerlerine göre normalize edilmiştir.

Uygulama ayrıca, veri setinin durağanlık analizini de yapmıştır. Durağanlık analizi, bir zaman serisinin istatistiksel özelliklerinin zaman içinde sabit olup olmadığını belirlemektedir. Bu analiz için Dickey Fuller Testi kullanılmış ve test istatistiği değeri 0,347427 olarak bulunmuştur. Bu değer kritik değerlerin altında olmadığı için zaman serisi durağan olarak kabul edilmiştir.

Regresyon analizinde iki farklı yöntem kullanılmıştır: UKSB ve GTA. Bu yöntemler karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. GTA mimarisi, tahmin edilen fiyat değerlerinin daha doğru olarak tahmin edilmesinde daha başarılı olmuştur. Performansların OMH ve OKH hata oranları ile karşılaştırılması sonucunda da GTA mimarisi daha düşük hata oranlarına sahip olmuştur. GTA mimarisi ayrıca, UKSB mimarisine göre daha az karmaşıklığa sahip ve daha hızlı çalışmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada yapay zeka tabanlı bir uygulama kullanılarak Bitcoin'in kısa vadeli fiyat tahmini yapılmıştır. Yapılan analizler ve karşılaştırmalar, GTA mimarisinin daha iyi performans sergilediğini göstermektedir. Bu çalışma, Bitcoin'i takip eden ve fiyat değişikliklerini tahmin etmek isteyen yatırımcılar için değerli bir araştırma olabilir.

6. KAYNAKLAR

- Akdağ M, Bozma G, 2021, Prediction Of Bitcoin Price With Stock To Flow Model And Facebook Prophet Algorithm, *Uluslararası Ekonomi İşletme Ve Politika Dergisi*, 5(1), 16–30.
- Aslan Ü, 2020, Kripto Para Muhasebesi Üzerine Yapılan Tartışmalar Ve Finansal Raporlama Üzerindeki Etkileri, *TIDE Academia Research* , 2(2), 257–285.
- Baek C, Elbeck M, 2015, Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look, *Applied Economics Letters*, 22(1), 30–34.
- Baran M, 2020, Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Çoklu Etiketli Verilerin Sınıflandırılması, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113s, Sivas.
- Blemus S, 2017, Law and blockchain: A legal perspective on current regulatory trends worldwide, *Revue Trimestrielle de Droit Financier (Corporate Finance and Capital Markets Law Review)* RTDF, (4-2017).
- Breiman L, 2001, Random Forests, *Machine Learning*, 45, 5–32.
- Briere M, Oosterlinck K, Szafarz A, 2015, Virtual Currency, Tangible Return: Portfolio Diversification With Bitcoin, *Journal Of Asset Management*, 16, 365–373.
- Cervantes J, Garcia-Lamont F, Rodríguez-Mazahua L, Lopez A, 2020, A Comprehensive Survey On Support Vector Machine Classification: Applications, Challenges And Trends, *Neurocomputing*, 408, 189–215.
- Cheah E T, Fry J, 2015, Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin, *Economics letters*, 130, 32–36.
- Chen T, Guestrin C, 2016, Xgboost: A scalable tree boosting system, In *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining* , 785–794.
- Cheung A, Roca E, Su J J, 2015, Crypto-Currency Bubbles: An Application Of The Phillips–Shi–Yu (2013) Methodology On Mt. Gox Bitcoin Prices, *Applied Economics*, 47(23), 2348–2358.

- Cho K, Van Merriënboer B, Bahdanau D, Bengio Y, 2014, On the properties of neural machine translation: Encoder-decoder approaches, arXiv preprint arXiv: 1409, 1259.
- Chu J, Nadarajah S, Chan S, 2015, Statistical analysis of the exchange rate of Bitcoin, PloS one, 10(7), e0133678.
- Ciftci B, Apaydin M S, 2018, A deep learning approach to sentiment analysis in Turkish, In 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP), 1–5, IEEE.
- Cunningham P, Delany S J, 2021, k-Nearest neighbour classifiers-A Tutorial, ACM computing surveys (CSUR), 54(6), 1–25.
- Çarkacıoğlu A, 2016, Kripto-para Bitcoin, Sermaye piyasası kurulu araştırma dairesi araştırma raporu.
- Çelik S, Özdemir D, 2023, Rastgele orman regresyon algoritması ile bitcoin fiyat tahmini, *Journal of Scientific Reports-B*, (008), 55–64.
- Çetin S C, Aydar M, 2019, Blokzincir protokolleri üzerine örnek kodlar yardımıyla genel bir inceleme, In IV. INSAC International Natural and Engineering Sciences Congress, 132–142.
- Çetiner M, 2018, Bitcoin (kripto para) ve blok zincirin yeni dünyaya getirdikleri.
- Çokmutlu M E, Kılıç M, 2022, Kripto varlıklar olarak tokenların muhasebeleştirilmesi, *International Journal of Applied Economic and Finance Studie*, 7(1), 19-36.
- Davidson S, De Filippi P, Potts J, 2016, Economics of blockchain, Available at SSRN 2744751.
- Demir A, Akılotu B N, Kadiroğlu Z, Şengür A, 2019, Bitcoin price prediction using machine learning methods, In 2019 1st International Informatics and Software Engineering Conference (UBMYK), November, 1–4, IEEE.
- Deng L, Yu D, 2014, Deep learning: methods and applications, *Foundations and trends® in signal processing*, 7(3–4), 197–387.

- Dey R, Salem F M, 2017, August, Gate-variants of gated recurrent unit (GRU) neural networks, In 2017 IEEE 60th international midwest symposium on circuits and systems (MWSCAS), 1597–1600, IEEE.
- Durğay Z, Karaarslan E, 2018, Blokzinciri teknolojisinin e-devlet uygulamalarında kullanımı: ön inceleme, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Muğla, 154–158.
- Fang W, Chen Y, Xue Q, 2021, Survey on research of RNN-based spatio-temporal sequence prediction algorithms, Journal on Big Data, 3(3), 97.
- Graves A, 2012, Long short-term memory, In Supervised sequence labelling with recurrent neural networks ,37–45, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Gruber N, Jockisch A, 2020, Are GRU cells more specific and LSTM cells more sensitive in motive classification of text?, Frontiers in artificial intelligence, 3, 40.
- Güdelek M U, 2019, Zaman serisi analiz ve tahmini: Derin öğrenme yaklaşımı, Master's thesis, TOBB University of Economics and Technology, Graduate School of Engineering and Science.
- Güneş B, Yurttakal A H, 2022, Bibliometric Analysis of Research Papers on Blockchain Technologies, In 2022 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU), September, 1–5, IEEE.
- Hochreiter S, Schmidhuber J, 1997, Long short-term memory, *Neural computation*, 9(8), 1735–1780.
- İçellioglu C Ş, Öztürk M B E, 2018, Bitcoin ile döviz kurları arasındaki ilişkinin durumları: 2013-2017 Dönemi için Johansen testi ve Granger nedensellik testi, Maliye ve Finans Yazıları , 1 (109), 51–70.
- Jang H, Lee J, 2017, An empirical study on modeling and prediction of bitcoin prices with bayesian neural networks based on blockchain information, IEEE Access, 6, 5427–5437.
- Karaköse İ S, 2017, Elektronik ödemelerde blok zinciri sistemi ve uygulamaları, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 106s, Kayseri.

- Karasu S, Altan A, Saraç Z, Hacıoğlu R, 2018, Prediction of Bitcoin prices with machine learning methods using time series data Zaman Serisi Verilerini Kullanarak Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Bitcoin Fiyat Tahmini, Presented at the 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), May, IEEE, 1–4, Izmir.
- Kartal C, 2020, Modeling Bitcoin Prices With K-Star Algorithm, Business & Management Studies: An International Journal, 8(1), 213.
- Khakikhouei R, Varol A, 2020, Bitcoin Mekanizması ve Bitcoin Fiyat Tahmini Üzerine Yapılan Çalışmalar, Presented at the IV. Uluslararası Battalgazi Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Malatya.
- Kızılkaya Y M, Oğuzlar A, 2018, Bazı denetimli öğrenme algoritmalarının R programlama dili ile kıyaslanması, Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi , 37 (37) , 90–98.
- LeCun Y, Bengio Y, Hinton G, 2015, Deep learning, Nature, 521(7553), 436–444.
- Luther W J, White L H, 2014, Can Bitcoin become a major currency?.
- Lytvynenko A, Dorokhov Y, 2018, The Economic Substance of Accounting for Financial Investment and the Prospect of Using “Blockchain” to Control Investment Activity in Ukraine, Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 1 (3), 103–108.
- Manaswi N K, 2018, Rnn and lstm, Deep Learning with Applications Using Python: Chatbots and Face, Object, and Speech Recognition With TensorFlow and Keras, 115–126.
- Miseviciute J, 2018, Blockchain and virtual currency regulation in the EU, Journal of Investment Compliance, 19(3), 33–38.
- Oh J, Shong I, 2017, A case study on business model innovations using Blockchain: focusing on financial institutions. Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship, 11(3), 335–344.
- Öğücü M O, 2006, Yapay sinir ağları ile sistem tanıma, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97s, İstanbul.

- Özekes S, 2003, Veri madenciliği modelleri ve uygulama alanları, İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi, 65–82.
- Özdemir Ö, 2008, Zaman Serisi Modellemesinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı ve Bir Uygulama, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, 120s, Eskişehir.
- Öztemel E, 2003, Yapay sinir ağları, PapatyaYayıncılık, İstanbul, 48.
- Pabuçcu H, 2017, Yapay Sinir Ağları Veri Ön İşlemesi: Zaman Serisi Tahminlemesi için Gerekli midir?, Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi.
- Pilkington M, 2016, 11 Blockchain technology: principles and applications, Research handbook on digital transformations, 225(2016).
- Rafi S H, Deeba S R, Hossain E, 2021, A short-term load forecasting method using integrated CNN and LSTM network, IEEE Access, 9, 32436–32448.
- Sahu M, Dash R, 2021, A survey on deep learning: convolution neural network (CNN), In Intelligent and Cloud Computing: Proceedings of ICICC 2019, Volume 2, 317–325, Springer Singapore.
- Sin E, Wang L, 2017, July, Bitcoin price prediction using ensembles of neural networks, In 2017 13th International conference on natural computation, fuzzy systems and knowledge discovery (ICNC-FSKD), 666–671, IEEE.
- Sönmez A, 2014, Sanal para Bitcoin.
- Şafak E, Arslan Ç, Gözütok M, Köprülü T, 2021, Dağıtık Defter Teknolojileri ve Uygulama Alanları Üzerine Bir İnceleme, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (29), 36–45.
- Şengül Z, 2022, Makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak bitcoin fiyat tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 68s, Edirne.
- Tanrıkulu H M, 2021, Bitcoin fiyat hareketlerinin makine öğrenme algoritmaları ile tahmini, Bayburt Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 131s, Bayburt.
- Tüfek B Ü, 2017, Elektronik ödeme araçları ve geleceğin yaklaşımı kripto para, Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 114s, İstanbul.

- Türkmen S Y, Durbilmez S E, 2019, Blockchain teknolojisi ve Türkiye finans sektöründeki durumu, *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 30–45.
- Usta A, Doğanekin S, 2017, Blockchain 101, MediaCat Kitapları, İstanbul.
- Uysal T, Kurt G, 2018, Muhasebede ve denetimde blok zinciri teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(2), 467–481.
- Ünal G, Uluyol Ç, 2020, Blok Zinciri Teknolojisi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 13(2), 167–175.
- Ünsal E, Kocaoğlu Ö, 2018, Blok zinciri teknolojisi: Kullanım alanları, açık noktaları ve gelecek beklentileri, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (13), 54–64.
- Üzer B, 2017, Sanal para birimleri, Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Ödeme Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Wüst K, Gervais A, 2018, Do you need a blockchain?, In 2018 crypto valley conference on blockchain technology (CVCBT), June, 45–54, IEEE.
- Yavuz U, Özen Ü, Çağlar B, Taş K, 2020, Yapay Sinir Ağları ile Blockchain Verilerine Dayalı Bitcoin Fiyat Tahmini, Journal of Information Systems and Management Research, 2(1), 1–9.
- Yıldırım F, 2015, Kripto Paralar, Blok Zinciri Teknolojisi Ve Uluslararası Ürünlere Olası Etkiler, Medeniyet Araştırmaları Dergisi, 2(4), 81–97.
- Yoo S, 2017, Blockchain based financial case analysis and its implications, Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship, 11(3), 312–321.
- Keş Y, Turgut B F, 2015, Kültür ve Sanatın Yansıması Para Tasarımı" Osmanlı Son Dönem Kaimeleri ve Cumhuriyet'in İlk Emisyonları", Medeniyet Sanat Dergisi, 1(2), 31–47.
- Wenzel H, Smit D, Sardesai S, 2019, A literature review on machine learning in supply chain management. In Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management: Innovative Approaches for Supply Chains, Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), Volume 27, 413–441, Berlin: epubli GmbH.

Zhang S, Yao L, Sun A, Tay Y, 2019, Deep learning based recommender system: A survey and new perspectives, *ACM computing surveys (CSUR)*, 52(1), 1–38.

Zhen Z, Liu J, Zhang Z, Wang F, Chai H, Yu Y, vd., 2020, Deep learning based surface irradiance mapping model for solar PV power forecasting using sky image, *IEEE Transactions on Industry Applications*, 56(4), 3385–3396.

