



Makale Bilgisi

Makale Geliş Tarihi: 04.11.2024

Makale Kabul Tarihi: 14.01.2025

Derin Öğrenme Yöntemleri ile Bitcoin Fiyat Analizi

Serkan METİN*

Öz

Bitcoin öncülüğünde hayatımıza giren kripto paralar, niş bir dijital varlıktan ana akım bir finansal enstrümana dönüşmüş durumda. Bu hızlı gelişim, kripto para piyasasının oldukça dalgalı yapısını anlamak ve yönlendirmek için kapsamlı analiz yöntemlerine olan ihtiyacı da artırdı. Makine öğrenimi ve derin öğrenmenin gelişimi, kripto para analizinde daha karmaşık öngörü modelleri sunarak büyük miktardaki veriden öğrenme yeteneği sağlamaktadır. Bu gelişmiş teknikler, karmaşık piyasa modellerini analiz edebilir, geçmiş verilerden çıkarımlar yapabilir ve kısa vadeli fiyat tahminleri yapmada yardımcı olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı derin öğrenme yöntemleri kullanarak ileriye dönük bir fiyat tahminlemesi yapmaktır. Bu amaç doğrultusunda kripto paralar içerisinde lokomotif görevi gören Bitcoin fiyatını tahmin etmektir. Bu amaç doğrultusunda kripto para yatırımcılarının tercih ettiği diğer kripto paralar arasından seçilen Litecoin, Cardano, Tron, Solana, Ripple, Floki, Ethereum ait 30.01.2023- 30.08.2024 tarihleri arasındaki fiyatlarından oluşan toplam 580 adet veri kullanılmıştır. Bitcoin fiyat tahmin için derin öğrenme yöntemlerinden LSTM, GRU, RNN ve CNN modelleri seçilmiştir. Eğitim aşamasında 580 veriden oluşan veri setinin %75'i kullanılmıştır. Modellerin tahmin doğruluk oranlarına bakıldığında LSTM %75, GRU %82'i, RNN %83 ve CNN %62'lik bir başarı göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: LSTM, RNN, GRU, Derin öğrenme, Blockchain

* Dr. Öğr. Üyesi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri, serkan.metin@ozal.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1765-7474

Bitcoin Price Analysis Using Deep Learning

Abstract

Cryptocurrencies, led by Bitcoin, have evolved from a niche digital asset into a mainstream financial instrument. This rapid development has increased the need for comprehensive analysis methods to understand and navigate the highly volatile nature of the cryptocurrency market. The advancement of machine learning and deep learning enables more complex predictive models in cryptocurrency analysis, providing the ability to learn from vast amounts of data. These advanced techniques can analyze complex market models, extract insights from historical data, and assist in making short-term price predictions. The purpose of this study is to perform a forward-looking price prediction using deep learning methods, specifically aiming to predict the price of Bitcoin, which serves as the market leader among cryptocurrencies. For this purpose, data from other cryptocurrencies commonly chosen by investors—Litecoin, Cardano, Tron, Solana, Ripple, Floki, and Ethereum—were used, covering a total of 580 data points from the period of 30.01.2023 to 30.08.2024. Deep learning models including LSTM, GRU, RNN, and CNN were selected for Bitcoin price prediction. During the training phase, 75% of the dataset of 580 data points was used. Looking at the accuracy rates of the models, LSTM achieved 75%, GRU 82%, RNN 83%, and CNN 62% accuracy.

Keywords: *LSTM, RNN, GRU, DeepLearning, Blockchain*

Giriş

Kripto paraların merkeziyetsiz yapısı, geleneksel bankacılık sisteminin sunduğu aracı hizmetlere olan ihtiyacı azaltmaktadır. Bankaların ve diğer finansal kuruluşların sağladığı işlemler, kripto paralar sayesinde aracısız bir şekilde yapılabilmektedir. Özellikle uluslararası para transferlerinde kullanılan kripto paralar, bu işlemleri hızlandırarak maliyetleri düşürmektedir (Tapscott ve Tapscott, 2016:15).

Bazı ülkelerde yüksek enflasyon ve para birimi değer kaybı gibi durumlar, insanların kripto paralara yönelmesine neden olmuştur. Örneğin, Venezuela'da yerel para birimi bolivarın değer kaybetmesiyle halk Bitcoin gibi kripto para birimlerini alternatif bir değer saklama aracı olarak kullanmaya başlamıştır (Szmigiera, 2023:10). Türkiye'de de benzer bir eğilim gözlemlenmiştir. Türkiye, kripto para birimlerinin oldukça popüler olduğu ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'nin genç ve teknolojiye yatkın nüfusu, kripto para piyasalarına olan ilgiyi artırmaktadır. 2024 yılı itibarıyla, Türkiye'de yaklaşık %20'lik bir kullanıcı kitlesi kripto para cüzdanlarına sahip olduğu tahmin edilmektedir.

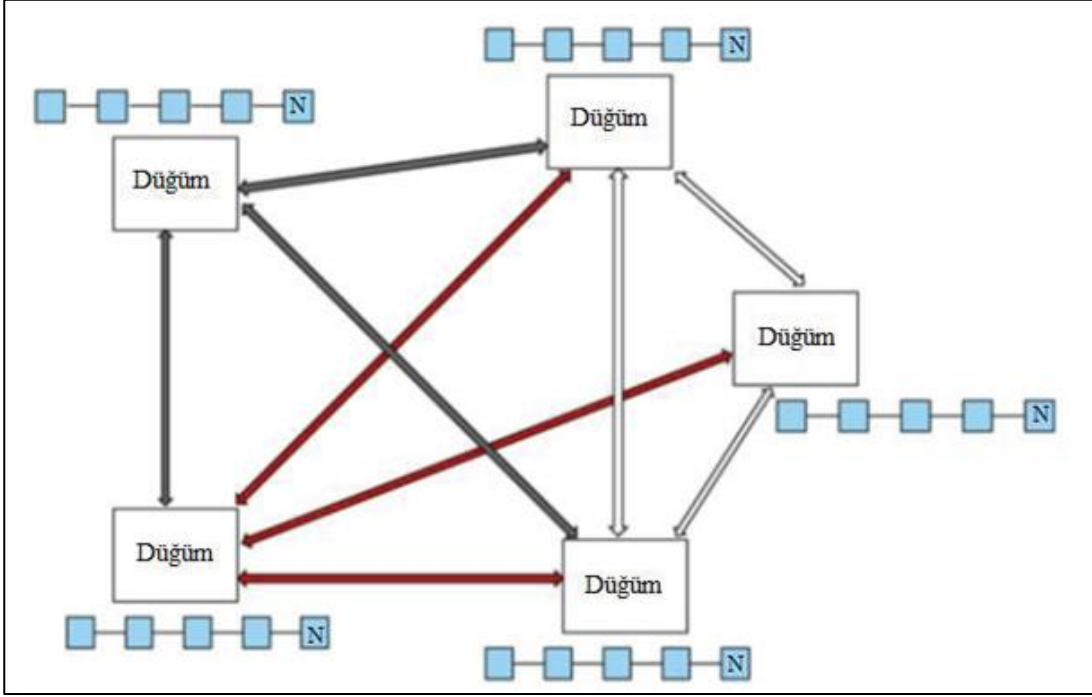
Kripto paralar, geleneksel finansal hizmetlerin yanı sıra birçok farklı alanda da kullanılmaktadır. Kripto paralar ve blok zinciri teknolojisi, tedarik zinciri yönetiminde şeffaflık ve izlenebilirlik sağlamaktadır. Ürünlerin kaynağından itibaren her aşamasının kaydedilmesi, sahteciliğin önüne geçerken, tüketicilere de ürünlerin kökeni hakkında bilgi sunmaktadır. Örneğin, Walmart ve Maersk gibi büyük şirketler, bu teknolojiyi tedarik zincirlerinde uygulamaktadır (Kshetri, 2018:2). Sağlık sektöründe, kripto paralar ve blok zinciri, hasta verilerinin güvenli bir şekilde saklanması ve paylaşılması için kullanılabilir. Bu sistemler, hasta verilerinin manipülasyona karşı korunmasını sağlarken, sağlık hizmeti sağlayıcılarının hastalara daha iyi hizmet vermesine yardımcı olabilir (Azaria vd., 2016:2).

1. BLOKZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNİN YAPISI

Blokzinciri, merkezi kontrolü kaldırması ile veri bütünlüğünü korurken; geniş bir dağıtılmış bağımsız kullanıcı ağına da sahip olmaktadır. Ağı oluşturan bilgisayarlar genellikle tam düğümler olarak adlandırılır. Tam düğümler, defterin bir parçası olarak kaydedilmek üzere ağa girilen işlemleri doğrular. Blokzinciri yönteminin omurgasını eşler arası ağ (P2P) mimarisi oluşturur. Eşler arası sistemler, işlem gücü, depolama kapasitesi veya bilgi dağıtımı gibi hesaplama kaynaklarını doğrudan bir başkası için kullanılabilir hale getiren düğümlerden oluşan dağıtılmış yazılım sistemleridir. Kullanıcılar bilgisayarlarını eşler arası sisteme dahil ettiklerinde, hak ve roller bakımından eşit olan sistemin düğümlerine dönüşürler. Kullanıcılar, katkıda buldukları kaynaklara göre farklılık gösterse de, sistemdeki tüm düğümler aynı

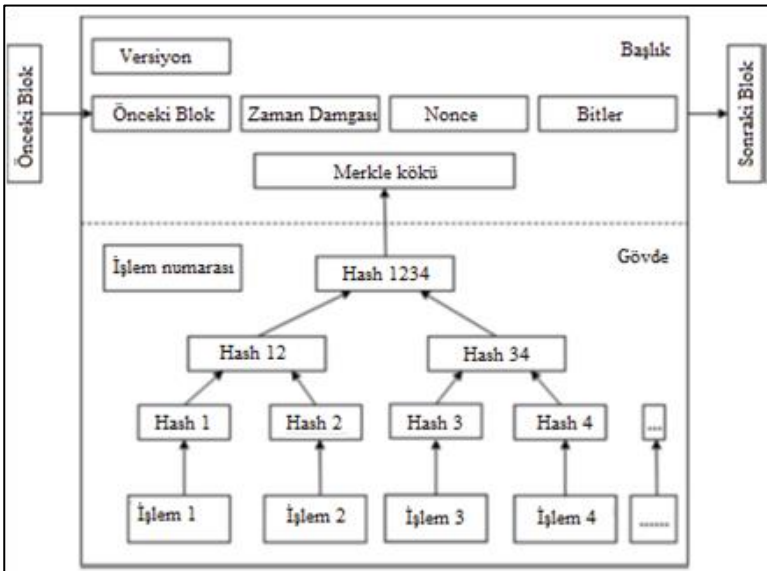
işlevsel kapasiteye ve sorumluluğa sahiptir. Dolayısıyla, tüm kullanıcıların bilgisayarları, kaynakların hem tedarikçisi hem de tüketicisidir (Drescher, 2017).

Şekil 1. P2P Blokzinciri Ağı (Gururaj vd., 2020)



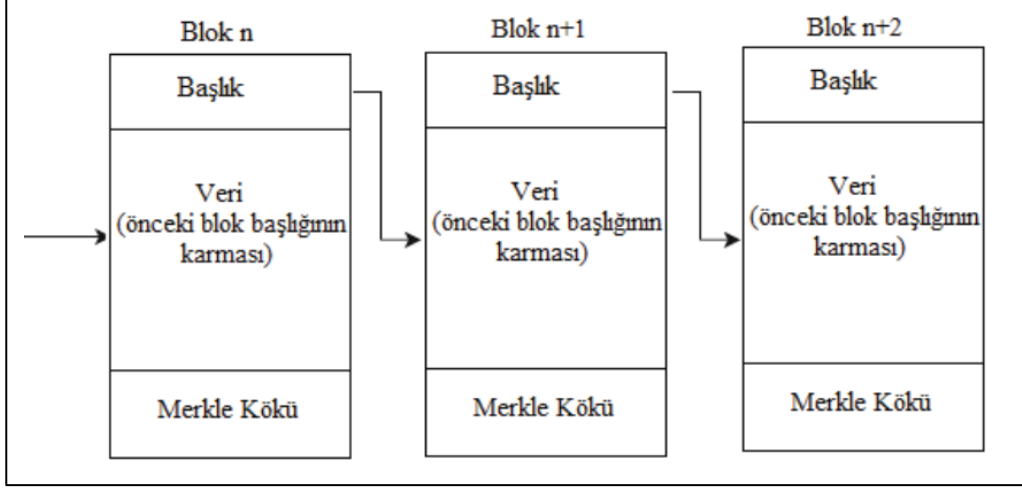
Bloklar, Blokzincirinin yapı taşlarıdır. Bir blok, başlık ve gövden oluşur. Başlık, Sürüm, önceki bloğa işaret eden Önceki blok, Zaman Damgası, Nonce, Bitler, Merkle-kökü gibi bloğun meta verilerini içerir (Wang vd., 2018). Benzer şekilde, blok gövdesi bir işlem sayacı ve işlemlerden oluşur. Şekil 5’de, bir bloğun iç yapısı gösterilmektedir (Poongodi vd. 2020).

Şekil 2. Bloğun İç Yapısı (Wang vd., 2018)



Bloklar, Blokzincirine her seferinde bir blok olmak üzere sırayla eklenen veri yapılarıdır. Blokzinciri, blok adı verilen yapıların kriptografi kullanılarak birbirine bağlandığı ve bu şekilde giderek büyüyen bir kayıt listesi olarak tanımlanabilir.

Şekil 3. Bir Blokzincirinin Temsili



Zincirin ilk bloğu, Genesis (oluşum bloğu) olarak adlandırılır. Genesis bloğu, bir önceki blok özetini referans almayan tek bloktur. Blokların tasarımı, blok zincirinin tasarlandığı amaca bağlı olarak farklılık gösterir. Örneğin, Bitcoin blok zincirindeki bloklar, Ethereum blok zincirindekilerden farklıdır. Sistemin nasıl tasarlandığına bağlı olarak, bloklar farklı boyutlarda olabilir ve çeşitli bilgi türlerini depolayabilir. Bloklar arasındaki bağlantı, aralarında çözülemeyen matematiksel bir bağlantı oluşturan kriptografik karma işlevi kullanılarak oluşturulur (Chiap vd., 2019).

2. KRİPTO PARALAR

Kripto para birimi, kayıtların Secure Hash Algorithm 2 (SHA-2) ve Message Digest 5 (MD5) gibi güçlü kriptografik algoritmalar kullanılarak güvence altına alındığı, ağ tabanlı bir dijital değişim aracıdır. İşlemleri güvenli, şeffaf, izlenebilir ve değiştirilemez kılmak için blokzinciri teknolojisini kullanır. Bu özellikler sayesinde, kripto paralar özellikle finans sektöründe olmak üzere hemen hemen tüm sektörlerde popülerlik kazanmıştır (Patel, 2020). Bitcoin'in 2009'da piyasaya sürülmesiyle başlayan bu süreç, günümüzde binlerce farklı kripto paranın ve milyar dolarlık bir ekosistemin doğmasına neden olmuştur.

2.1. Bitcoin (BTC)

Bitcoin, merkezi olmayan blockchain altyapısı üzerine kurulu olup, Proof of Work (PoW) algoritması ile çalışır. Bitcoin madencileri, işlem bloklarını doğrulamak için karmaşık matematiksel problemleri çözer ve bu işlemler sonucu ödüllendirilir. Bu sistem, güvenliği sağlarken enerji tüketimini artırır.

Bitcoin, tüm kripto piyasasının en büyük kısmını temsil eden kripto paradır. Piyasa değeri değişiklik gösterse de, toplam piyasa değeri 2024 itibariyle yaklaşık 500 milyar dolar civarındadır. Bitcoin ağında 2023 itibariyle yaklaşık 47 milyon aktif cüzdan bulunmaktadır. Ancak, cüzdan sayısı cüzdan sahiplerinin sayısı ile tam örtüşmeyebilir; bir kişi birden fazla cüzdana sahip olabilir.

2.2. Ethereum (ETH)

Ethereum, 2022 yılında Proof of Stake (PoS) algoritmasına geçmiştir. PoS, madencilik yerine doğrulayıcıların varlıklarını ağda kilitleyerek işlemleri onaylamasını sağlar. Ethereum ağı, akıllı sözleşme ve merkezi olmayan uygulamalar (dApp) geliştirmeye olanak tanıyan ilk platformlardan biridir.

Ethereum ağında aktif adres sayısı yaklaşık 100 milyonu aşmış durumdadır. Bu rakam, Ethereum'un yalnızca bir değer saklama aracı değil, aynı zamanda akıllı sözleşmeler ve DeFi işlemleri için de yaygın olarak kullanıldığını gösterir. Ethereum'un toplam piyasa değeri yaklaşık 250 milyar dolar civarındadır, bu da onu Bitcoin'den sonra en değerli kripto para yapar.

2.3. Litecoin (LTC)

Litecoin, Bitcoin ile aynı blockchain altyapısını kullanır ancak farklılıklar içerir. İşlem süresi daha kısadır (yaklaşık 2.5 dakika), bu da Litecoin'i daha hızlı işlem ihtiyaçlarına uygun hale getirir. Scrypt algoritmasını kullanarak madencilik yapılır, bu da daha hızlı ve verimli bir doğrulama sağlar.

Litecoin için tahmini aktif cüzdan sayısı yaklaşık 4-5 milyon arasındadır, bu da günlük işlem yapan kullanıcılar arasında tercih edildiğini gösterir. Piyasa değeri 6-8 milyar dolar aralığında olan Litecoin, daha çok hızlı ödeme çözümleri için kullanılmaktadır.

2.4. Cardano (ADA)

Cardano, Proof of Stake (PoS) algoritması ile çalışır ve bilimsel araştırmalar sonucu geliştirilmiş bir blockchain altyapısına sahiptir. Özgün bir platform olan Cardano, iki katmanlı bir yapı kullanır: bir katman işlemler için, diğeri ise akıllı sözleşmeler için geliştirilmiştir.

Cardano'nun cüzdan sayısı 2023 itibariyle yaklaşık 4 milyona ulaşmıştır. Bu sayı, özellikle Cardano'nun Afrika gibi gelişmekte olan piyasalarda popüler hale gelmesiyle artmaktadır. Cardano'nun piyasa değeri yaklaşık 10 milyar dolar civarındadır. Eğitim, sağlık ve finansal hizmetler gibi alanlarda kullanılmak üzere çözümler sunmaktadır.

2.5. Tron (TRX)

Tron, içerik oluşturucular için merkezi olmayan bir platform sunar ve Delegated Proof of Stake (DPoS) algoritmasını kullanır. Bu yapı, daha hızlı işlem doğrulamalarına olanak tanır.

Tron ağında yaklaşık 120 milyona yakın aktif adres bulunmaktadır. Tron'un içerik paylaşımı ve oyun sektöründe kullanılması, bu ağdaki cüzdan sayısını artırmıştır. Tron'un toplam piyasa değeri 8 milyar dolar civarındadır ve daha çok içerik oluşturucular ve eğlence sektörü için tercih edilmektedir.

2.6. Solana (SOL)

Solana, yüksek işlem hızını sağlamak amacıyla Proof of History (PoH) ve Proof of Stake (PoS) kombinasyonunu kullanır. Bu iki mekanizmanın birleşimi, işlemlerin hızlı ve güvenilir bir şekilde doğrulanmasını sağlar. Solana cüzdan sayısı 2023 yılı itibariyle yaklaşık 15 milyon civarındadır. Solana, özellikle NFT ve DeFi platformları için tercih edildiği için yüksek işlem kapasitesine sahiptir. Solana'nın piyasa değeri yaklaşık 12 milyar dolardır. Hızlı işlem kapasitesi ile merkezi olmayan finans uygulamaları için tercih edilmektedir.

2.7. Ripple (XRP)

Ripple, diğer blockchain ağlarından farklı olarak Federated Consensus algoritmasını kullanır. Bu teknoloji, bankalar ve finans kurumları arasında hızlı ve düşük maliyetli transferler sağlar. Ripple'in cüzdan sayısı yaklaşık 3 milyon civarındadır. Ripple ağı, özellikle uluslararası ödeme işlemlerinde kullanılmaktadır. Ripple'in piyasa değeri yaklaşık 20 milyar dolardır. Finansal işlemler ve bankalar arası ödemeler için optimize edilmiş bir yapıdadır.

2.8. Floki Inu (FLOKI)

Floki Inu, sosyal medya etkisi ile desteklenen bir memecoin olup, Ethereum ve Binance Smart Chain ağlarında çalışmaktadır. ERC-20 ve BEP-20 token standartlarını kullanır. Floki Inu'nun cüzdan sayısı henüz tam olarak bilinmemekle birlikte, topluluk destekli projelerde cüzdan sayıları hızla artmaktadır. Floki Inu, piyasa değeri açısından nispeten küçük olmasına rağmen topluluk destekli projelerde önemli bir yere sahiptir.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde, kripto para fiyat tahminleri üzerine birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmaların bazıları incelenmiştir.

Abraham vd. (2018) bu makalede, Bitcoin ve Ethereum fiyatlarındaki değişiklikleri tahmin etmek için Twitter verileri ve Google Trends verilerinden yararlanarak lineer bir model kullanarak, fiyat değişikliklerinin yönünü doğru bir şekilde tahmin etmişlerdir. Mudassar vd. (2020), bu çalışmada, kısa ve orta vadede Bitcoin fiyat hareketlerini ve fiyatlarını tahmin etmek için yüksek performanslı makine öğrenimi tabanlı sınıflandırma ve regresyon modellerini kullanmışlardır. Hamayel ve Owda (2021), bu makalede, Bitcoin, Ethereum ve Litecoin olmak üzere üç farklı kripto para biriminin fiyatlarını tahmin etmek için Gated Recurrent Unit (GRU),

tüm kripto para birimleri için Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ve çift yönlü LSTM (bi-LSTM) modellerinden yararlanmışlardır. Tanwar vd. (2021) bu çalışmada Litecoin ve Zcash fiyatlarının karşılıklı bağımlılığını tahmin etmek için Gated Recurrent Units (GRU) ve Long Short-Term Memory (LSTM) içeren derin öğrenme tabanlı hibrit bir model oluşturulmuştur. Kocabaş vd. (2022) BNB, ETH ve XRP kripto paraları üzerine yaptıkları araştırmada yapay sinir ağları (YSA) ve uzun kısa süreli bellek (LSTM) yöntemleri kullanılmışlardır. Pintelas vd., (2022) çalışmada, BTC, ETH ve XRP'nin fiyatlarını tahmin etmek için CNN, LSTM, BiLSTM ve yoğun (dense) katmanlardan oluşan gelişmiş derin öğrenme (DL) modellerinin kullanmışlardır.

Şenol ve Denizhan (2023), Bitcoin, Ethereum ve Cardano kripto paraları için yapay sinir ağları ve regresyon analizi yöntemi kullanarak fiyat tahmini yapmışlardır. Patel vd. Litecoin ve Monero kripto para birimlerinin fiyat tahmini için, LSTM ve GRU tabanlı hibrit bir kripto para tahmin modeli uygulamışlardır. Murray vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, literatürde yaygın olarak kullanılan istatistiksel, ML ve DL yaklaşımlarının, Rippel, Bitcoin, Litecoin, Ethereum ve Monero kripto paralarının fiyatlarını tahmin etme performansları üzerine bir karşılaştırma yapılmıştır. Demirci ve Karaatlı (2023), RNN, LSTM ve GRU modellerini kullanarak Bitcoin, Ethereum ve Ripple üzerine fiyat tahmini çalışması yapmışlardır. Eylasov ve Çiçek (2024) yapmış oldukları çalışmada, Bitcoin, Ethereum ve Binance fiyatlarını tahmin etmek için derin öğrenme yöntemlerinden ARIMA-GARCH ile birlikte LSTM yöntemini kullanmışlardır.

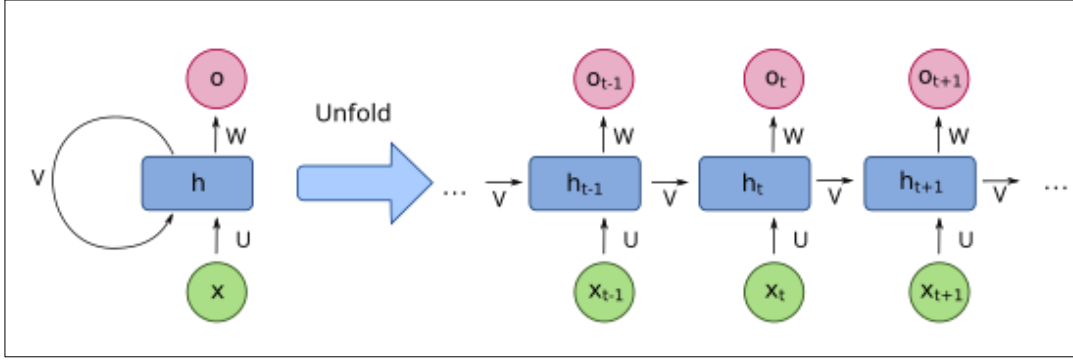
4. Yöntem ve Bulgular

Bu çalışmada Bitcoin fiyat tahmini için RNN, LSTM, GRU ve CNN modelleri uygulanmıştır.

4.1. RNN (Recurrent Neural Network - Tekrarlayan Sinir Ağı)

RNN, ardışık verilerle (dizi verileriyle) çalışmak için tasarlanmış bir sinir ağı türüdür. RNN'ler, özellikle dil modeli oluşturma, zaman serisi tahmini, çeviri ve konuşma tanıma gibi görevlerde kullanılır. RNN'lerin diğer sinir ağlarından farkı, verilerin sıralı yapısını koruyarak geçmiş bilgilere dayalı tahmin yapabilmeleridir. Bunun sebebi, her bir zaman adımında gizli durumu güncelleyerek bir önceki adımdaki bilgiyi hafızasında tutmalarındır.

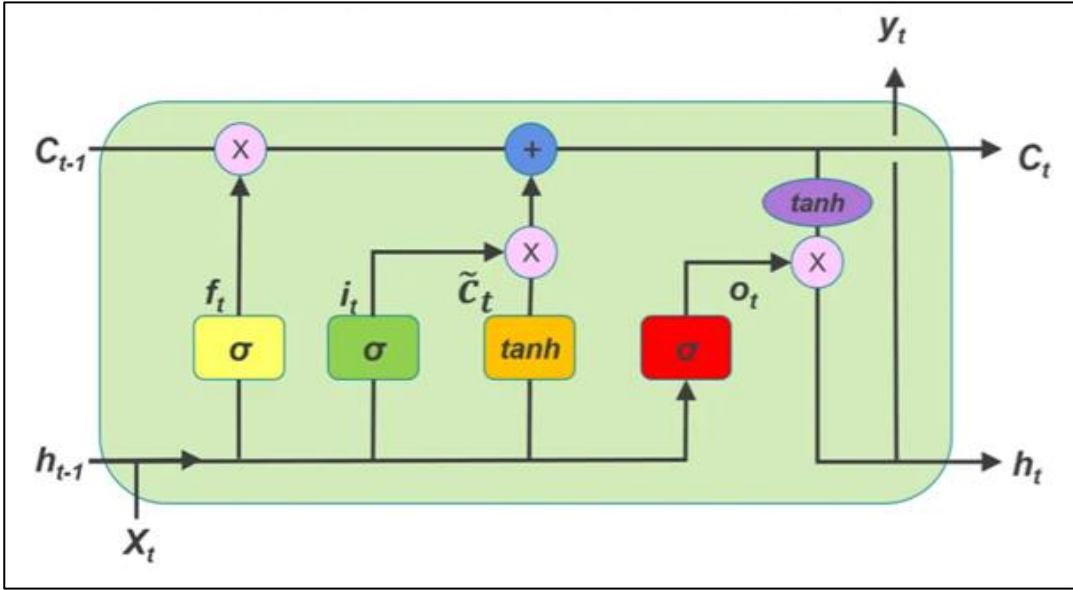
Şekil 4. RNN Yapısal Modeli



4.2. LSTM (Long Short-Term Memory – Uzun Kısa Süreli Hafıza)

RNN'ler ardışık verilerle başa çıkmak için kullanışlı olsa da, uzun süreli bağımlılıkları öğrenmede zayıf kalabilirler. LSTM ağları, bu sorunu çözmek için geliştirilmiştir. LSTM hücreleri, özellikle uzun süreli bağımlılıkları öğrenebilmek için tasarlanmış bir yapıdır. LSTM hücresi, unutma, güncelleme ve çıktı olmak üzere üç kapıdan oluşur. Bu kapılar, bilgiyi hangi ölçüde koruyacağını veya unutacağını kontrol eder.

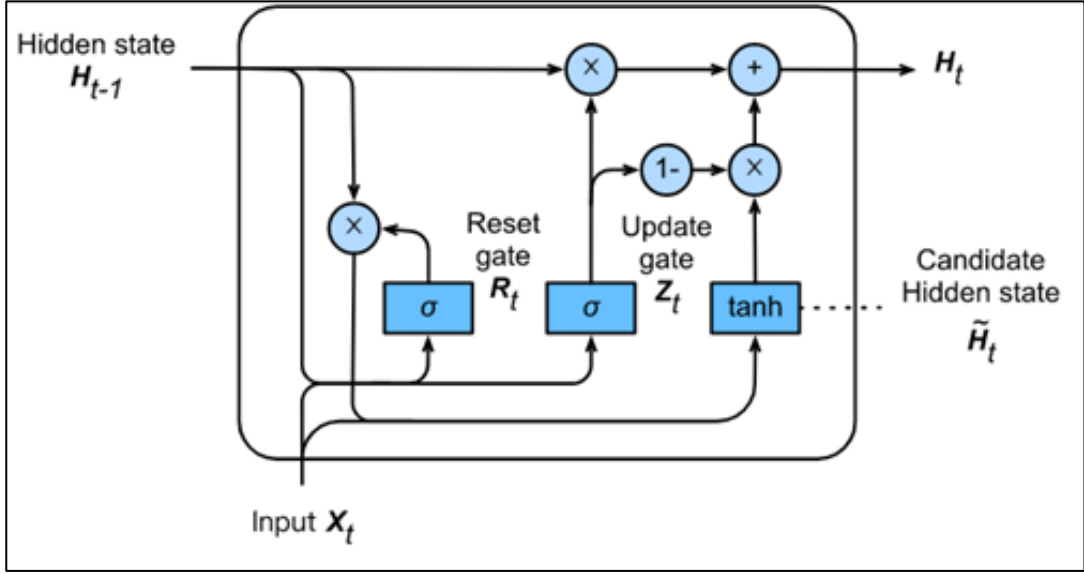
Şekil 5. LSTM Yapısal Modeli



4.3. GRU (Gated Recurrent Unit – Kapılı Tekrarlayan Birim)

GRU, LSTM'lere benzer şekilde uzun süreli bağımlılıkları öğrenmek için geliştirilmiş bir yapıdır, ancak daha az parametre içerir ve daha basittir. GRU hücresinde, LSTM'deki gibi birden fazla kapı bulunur, ancak unutma ve giriş kapıları birleştirilmiştir.

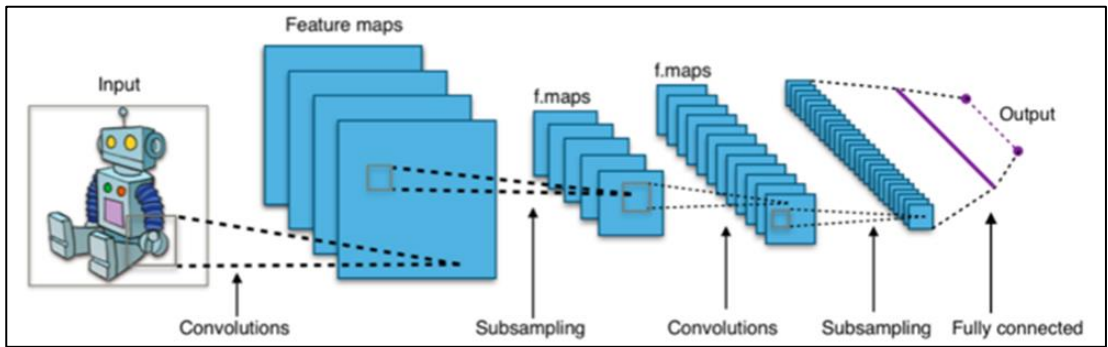
Şekil 6. GRU Yapısal Modeli



4.4. CNN (Convolutional Neural Network - Evrişimli Sinir Ağı)

CNN'ler, görüntü işleme gibi iki boyutlu verilerde yaygın olarak kullanılan bir ağ türüdür. CNN'ler, evrişim ve havuzlama işlemleri aracılığıyla görsel özellikleri çıkarır. Özellikle görüntü sınıflandırma, nesne tanıma ve yüz tanıma gibi görevlerde etkili bir şekilde kullanılır. CNN'lerde genellikle birden fazla evrişim katmanı, havuzlama katmanı (pooling layer) ve tam bağlantılı katmanlar bulunur. Bu yapı, bir görüntünün özneliklerini kademeli olarak çıkarır ve son katmanda sınıflandırma yapılır.

Şekil 7. CNN Yapısal Modeli



Kripto paralar ile ilgili fiyat tahmini yapılırken kullanılacak olan veri setinin büyüklüğü ve kullanılan yöntemlerin derin öğrenme yöntemleri olmasından dolayı kullanılacak yazılım dilinin uygun seçilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda çalışmada Python 3.11 versiyonu kullanılmıştır. Bunun temel amacı Python dilinin makine öğrenmesi ve yapay zeka uygulamaları için sunmuş olduğu geniş kütüphanelerinin olmasıdır. Çalışmamızda Keras kütüphanesi içerisindeki LSTM, Dense, GRU, SimpleRNN, Conv1D, MaxPooling1D, Flatten

bileşenleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada 30.01.2023- 30.08.2024 tarihleri arasındaki Litecoin, Cardano, Tron, Solana, Ripple, Floki, Ethereum ve Bitcoin fiyatlarından oluşan toplam 580 adet veri kullanılmıştır. Modellerin eğitim ve test işlemlerinin yapılması sürecinden verileri %75'i test, %25'de eğitim için ayrılmıştır. Bitcoin'in fiyatının tahmini için diğer kripto paraların fiyat değişimleri kullanılmıştır. Yapılan test ve eğitim süreçlerine elde edilen hata metrikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Model Verilerinin Performans Ölçüt Değerleri

	MAE	MSE	RMSE	R2
LSTM	1561,8	4547439	2132,473	0,752423
GRU	1320,334	3295726	1815,413	0,820571
RNN	1302,284	3031598	1741,148	0,834951
CNN	1994,76	6875571	2622,131	0,625673

Yöntemlerin tahminlerine ait olan değerler aşağıda tablo halinde verilmiştir

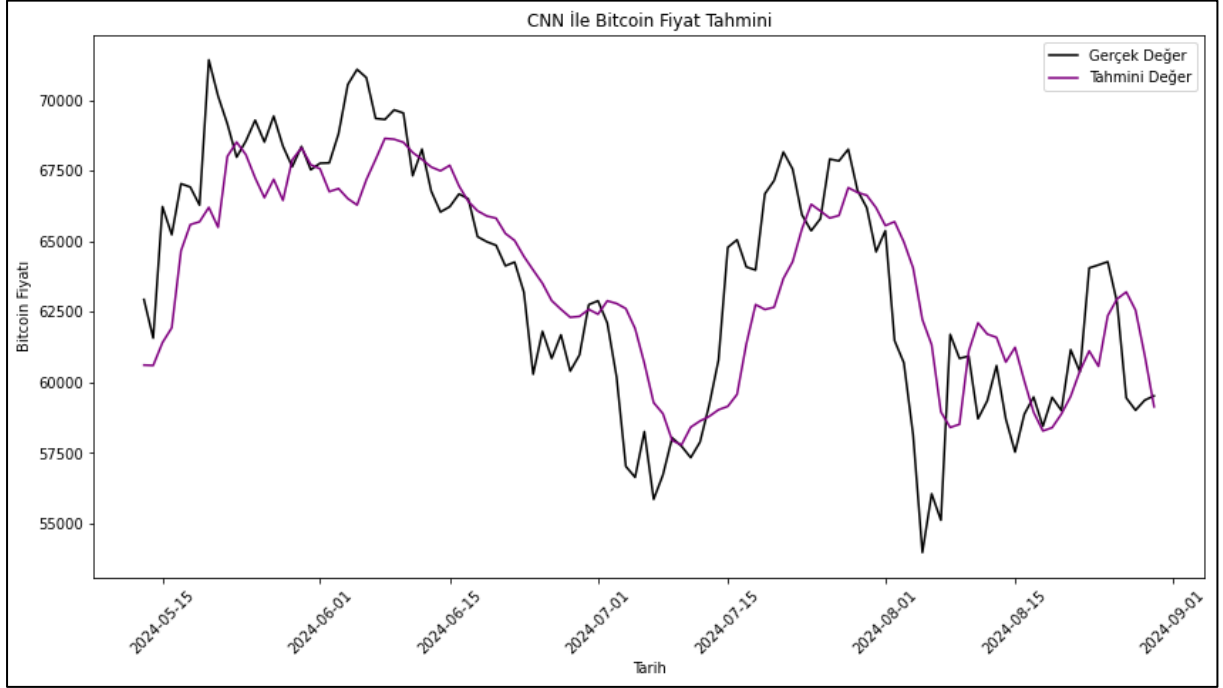
Tablo 2. CNN Yönetimi ile Yapılan Tahmin Sonuçları

Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	CNN İle Tahmin Fiyatı	Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	CNN İle Tahmin Fiyatı	Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	CNN İle Tahmin Fiyatı
13.05.2024	62.937,20	60.614,66	02.06.2024	67.773,50	66.755,85	22.06.2024	64.261,00	65.024,58
14.05.2024	61.569,40	60.601,58	03.06.2024	68.807,80	66.864,37	23.06.2024	63.196,20	64.462,09
15.05.2024	66.225,10	61.410,89	04.06.2024	70.549,20	66.508,42	24.06.2024	60.292,70	63.980,36
16.05.2024	65.231,00	61.934,81	05.06.2024	71.083,70	66.282,80	25.06.2024	61.809,40	63.510,10
17.05.2024	67.036,80	64.662,44	06.06.2024	70.791,50	67.179,47	26.06.2024	60.849,40	62.895,18
18.05.2024	66.917,50	65.588,39	07.06.2024	69.347,90	67.897,95	27.06.2024	61.685,30	62.588,69
19.05.2024	66.279,10	65.689,06	08.06.2024	69.310,10	68.640,75	28.06.2024	60.403,30	62.306,08
20.05.2024	71.422,70	66.199,40	09.06.2024	69.650,60	68.610,88	29.06.2024	60.973,40	62.338,90
21.05.2024	70.139,90	65.493,31	10.06.2024	69.538,20	68.502,48	30.06.2024	62.754,30	62.586,51
22.05.2024	69.155,40	68.003,50	11.06.2024	67.319,80	68.140,55	01.07.2024	62.890,10	62.417,05
23.05.2024	67.975,70	68.509,91	12.06.2024	68.260,10	67.899,70	02.07.2024	62.103,30	62.889,16
24.05.2024	68.547,60	68.063,71	13.06.2024	66.773,10	67.627,04	03.07.2024	60.199,30	62.795,43
25.05.2024	69.284,40	67.242,43	14.06.2024	66.034,80	67.491,66	04.07.2024	57.026,30	62.613,66
26.05.2024	68.514,80	66.542,47	15.06.2024	66.223,00	67.686,73	05.07.2024	56.641,80	61.908,07

Derin Öğrenme Yöntemleri ile Bitcoin Fiyat Analizi / Serkan METİN

27.05.2024	69.428,70	67.192,02	16.06.2024	66.674,70	66.955,58	06.07.2024	58.259,20	60.680,56
28.05.2024	68.366,00	66.446,49	17.06.2024	66.498,80	66.409,22	07.07.2024	55.861,10	59.283,86
29.05.2024	67.635,80	67.878,76	18.06.2024	65.159,90	66.074,48	08.07.2024	56.724,70	58.896,63
30.05.2024	68.354,70	68.308,40	19.06.2024	64.980,90	65.892,02	09.07.2024	58.039,40	57.946,17
31.05.2024	67.530,10	67.708,29	20.06.2024	64.854,30	65.814,23	10.07.2024	57.746,70	57.785,30
01.06.2024	67.760,80	67.565,13	21.06.2024	64.128,50	65.275,51	11.07.2024	57.337,30	58.414,97

Grafik 1. CNN İle Bitcoin Fiyat Tahmini Grafiği



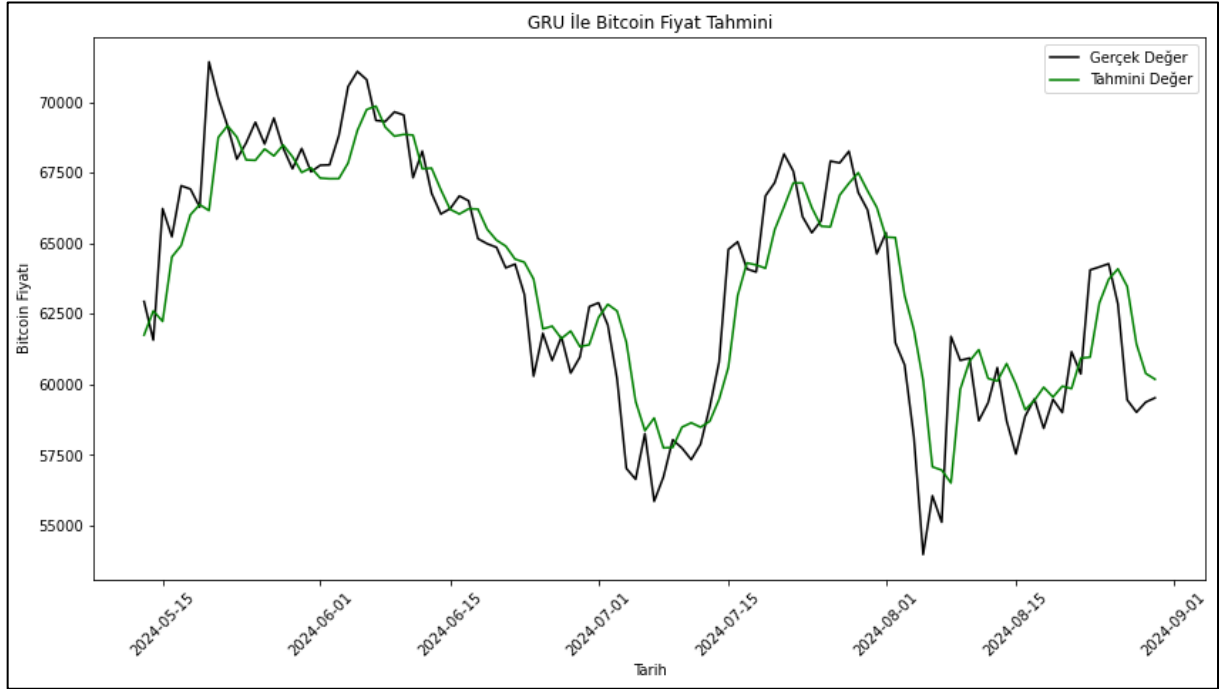
Tablo 2. GRU Yönetimi İle Yapılan Tahmin Sonuçları

Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	CNN İle Tahmin Fiyatı	Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	CNN İle Tahmin Fiyatı	Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	CNN İle Tahmin Fiyatı
13.05.2024	62.937,20	60.614,66	02.06.2024	67.773,50	66.755,85	22.06.2024	64.261,00	65.024,58
14.05.2024	61.569,40	60.601,58	03.06.2024	68.807,80	66.864,37	23.06.2024	63.196,20	64.462,09
15.05.2024	66.225,10	61.410,89	04.06.2024	70.549,20	66.508,42	24.06.2024	60.292,70	63.980,36
16.05.2024	65.231,00	61.934,81	05.06.2024	71.083,70	66.282,80	25.06.2024	61.809,40	63.510,10
17.05.2024	67.036,80	64.662,44	06.06.2024	70.791,50	67.179,47	26.06.2024	60.849,40	62.895,18
18.05.2024	66.917,50	65.588,39	07.06.2024	69.347,90	67.897,95	27.06.2024	61.685,30	62.588,69

Derin Öğrenme Yöntemleri ile Bitcoin Fiyat Analizi / Serkan METİN

19.05.2024	66.279,10	65.689,06	08.06.2024	69.310,10	68.640,75	28.06.2024	60.403,30	62.306,08
20.05.2024	71.422,70	66.199,40	09.06.2024	69.650,60	68.610,88	29.06.2024	60.973,40	62.338,90
21.05.2024	70.139,90	65.493,31	10.06.2024	69.538,20	68.502,48	30.06.2024	62.754,30	62.586,51
22.05.2024	69.155,40	68.003,50	11.06.2024	67.319,80	68.140,55	01.07.2024	62.890,10	62.417,05
23.05.2024	67.975,70	68.509,91	12.06.2024	68.260,10	67.899,70	02.07.2024	62.103,30	62.889,16
24.05.2024	68.547,60	68.063,71	13.06.2024	66.773,10	67.627,04	03.07.2024	60.199,30	62.795,43
25.05.2024	69.284,40	67.242,43	14.06.2024	66.034,80	67.491,66	04.07.2024	57.026,30	62.613,66
26.05.2024	68.514,80	66.542,47	15.06.2024	66.223,00	67.686,73	05.07.2024	56.641,80	61.908,07
27.05.2024	69.428,70	67.192,02	16.06.2024	66.674,70	66.955,58	06.07.2024	58.259,20	60.680,56
28.05.2024	68.366,00	66.446,49	17.06.2024	66.498,80	66.409,22	07.07.2024	55.861,10	59.283,86
29.05.2024	67.635,80	67.878,76	18.06.2024	65.159,90	66.074,48	08.07.2024	56.724,70	58.896,63
30.05.2024	68.354,70	68.308,40	19.06.2024	64.980,90	65.892,02	09.07.2024	58.039,40	57.946,17
31.05.2024	67.530,10	67.708,29	20.06.2024	64.854,30	65.814,23	10.07.2024	57.746,70	57.785,30
01.06.2024	67.760,80	67.565,13	21.06.2024	64.128,50	65.275,51	11.07.2024	57.337,30	58.414,97

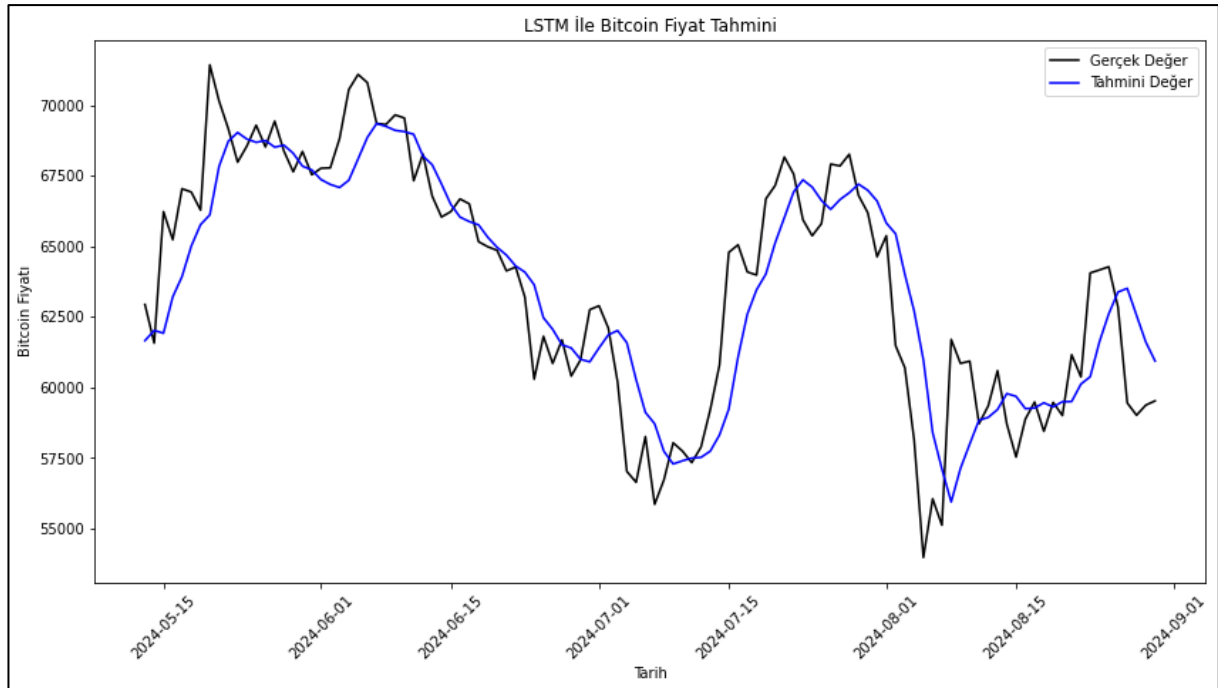
Grafik 2. GRU İle Bitcoin Fiyat Tahmini Grafiği



Tablo 3. LSTM Yönetimi İle Yapılan Tahmin Sonuçları

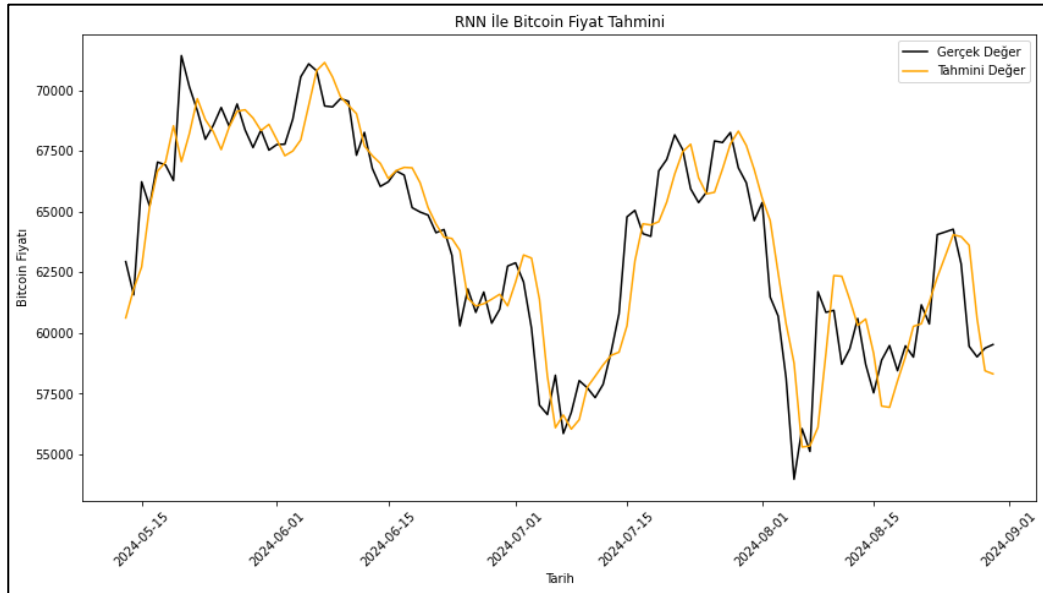
Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	LSTM İle Tahmin Fiyatı	Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	LSTM İle Tahmin Fiyatı	Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	LSTM İle Tahmin Fiyatı
13.05.2024	62.937,20	61.657,03	02.06.2024	67.773,50	67.187,53	22.06.2024	64.261,00	64.300,67
14.05.2024	61.569,40	62.017,39	03.06.2024	68.807,80	67.079,10	23.06.2024	63.196,20	64.082,29
15.05.2024	66.225,10	61.919,79	04.06.2024	70.549,20	67.336,39	24.06.2024	60.292,70	63.635,35
16.05.2024	65.231,00	63.207,27	05.06.2024	71.083,70	68.090,73	25.06.2024	61.809,40	62.467,86
17.05.2024	67.036,80	63.925,37	06.06.2024	70.791,50	68.852,85	26.06.2024	60.849,40	62.057,07
18.05.2024	66.917,50	65.003,83	07.06.2024	69.347,90	69.344,00	27.06.2024	61.685,30	61.509,35
19.05.2024	66.279,10	65.765,67	08.06.2024	69.310,10	69.244,25	28.06.2024	60.403,30	61.396,30
20.05.2024	71.422,70	66.108,41	09.06.2024	69.650,60	69.102,80	29.06.2024	60.973,40	60.995,92
21.05.2024	70.139,90	67.829,46	10.06.2024	69.538,20	69.057,07	30.06.2024	62.754,30	60.906,66
22.05.2024	69.155,40	68.719,03	11.06.2024	67.319,80	68.962,36	01.07.2024	62.890,10	61.398,96
23.05.2024	67.975,70	69.026,90	12.06.2024	68.260,10	68.192,21	02.07.2024	62.103,30	61.860,32
24.05.2024	68.547,60	68.793,05	13.06.2024	66.773,10	67.883,38	03.07.2024	60.199,30	62.014,62
25.05.2024	69.284,40	68.679,44	14.06.2024	66.034,80	67.203,52	04.07.2024	57.026,30	61.582,61
26.05.2024	68.514,80	68.740,52	15.06.2024	66.223,00	66.484,59	05.07.2024	56.641,80	60.278,46
27.05.2024	69.428,70	68.508,19	16.06.2024	66.674,70	66.030,90	06.07.2024	58.259,20	59.117,41
28.05.2024	68.366,00	68.578,05	17.06.2024	66.498,80	65.873,21	07.07.2024	55.861,10	58.714,43
29.05.2024	67.635,80	68.289,61	18.06.2024	65.159,90	65.757,23	08.07.2024	56.724,70	57.737,25
30.05.2024	68.354,70	67.834,62	19.06.2024	64.980,90	65.315,39	09.07.2024	58.039,40	57.289,91
31.05.2024	67.530,10	67.702,02	20.06.2024	64.854,30	64.960,69	10.07.2024	57.746,70	57.402,69
01.06.2024	67.760,80	67.360,55	21.06.2024	64.128,50	64.687,75	11.07.2024	57.337,30	57.497,06

Grafik 3. LSTM İle Bitcoin Fiyat Tahmini Grafiği



Tablo 4. RNN Yönetimi İle Yapılan Tahmin Sonuçları

Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	RNN İle Tahmin Fiyatı	Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	RNN İle Tahmin Fiyatı	Tarih	Bitcoin Gerçek Fiyatı	RNN İle Tahmin Fiyatı
13.05.2024	62.937,20	60.621,06	02.06.2024	67.773,50	67.298,98	22.06.2024	64.261,00	63.948,85
14.05.2024	61.569,40	61.810,02	03.06.2024	68.807,80	67.493,64	23.06.2024	63.196,20	63.889,02
15.05.2024	66.225,10	62.718,77	04.06.2024	70.549,20	67.950,84	24.06.2024	60.292,70	63.398,63
16.05.2024	65.231,00	65.181,12	05.06.2024	71.083,70	69.372,23	25.06.2024	61.809,40	61.428,45
17.05.2024	67.036,80	66.666,97	06.06.2024	70.791,50	70.803,25	26.06.2024	60.849,40	61.110,83
18.05.2024	66.917,50	67.035,98	07.06.2024	69.347,90	71.138,03	27.06.2024	61.685,30	61.203,90
19.05.2024	66.279,10	68.531,81	08.06.2024	69.310,10	70.538,74	28.06.2024	60.403,30	61.390,47
20.05.2024	71.422,70	67.055,22	09.06.2024	69.650,60	69.718,90	29.06.2024	60.973,40	61.593,83
21.05.2024	70.139,90	68.205,69	10.06.2024	69.538,20	69.371,37	30.06.2024	62.754,30	61.117,39
22.05.2024	69.155,40	69.649,68	11.06.2024	67.319,80	69.033,79	01.07.2024	62.890,10	62.095,31
23.05.2024	67.975,70	68.788,18	12.06.2024	68.260,10	67.702,88	02.07.2024	62.103,30	63.212,55
24.05.2024	68.547,60	68.294,92	13.06.2024	66.773,10	67.298,26	03.07.2024	60.199,30	63.083,46
25.05.2024	69.284,40	67.552,54	14.06.2024	66.034,80	66.984,70	04.07.2024	57.026,30	61.384,88
26.05.2024	68.514,80	68.476,27	15.06.2024	66.223,00	66.359,68	05.07.2024	56.641,80	58.219,66
27.05.2024	69.428,70	69.129,91	16.06.2024	66.674,70	66.688,96	06.07.2024	58.259,20	56.099,29
28.05.2024	68.366,00	69.191,91	17.06.2024	66.498,80	66.818,38	07.07.2024	55.861,10	56.620,93
29.05.2024	67.635,80	68.853,48	18.06.2024	65.159,90	66.801,33	08.07.2024	56.724,70	56.040,36
30.05.2024	68.354,70	68.336,57	19.06.2024	64.980,90	66.185,80	09.07.2024	58.039,40	56.429,95
31.05.2024	67.530,10	68.589,35	20.06.2024	64.854,30	65.166,59	10.07.2024	57.746,70	57.762,04
01.06.2024	67.760,80	67.956,13	21.06.2024	64.128,50	64.483,49	11.07.2024	57.337,30	58.217,06

Grafik 4. RNN İle Bitcoin Fiyat Tahmini Grafiği

Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada Bitcoin fiyat tahmini için yatırımcıların tercih ettiği diğer kripto para birimleri olan çalışmada Litecoin, Cardano, Tron, Solana, Ripple, Floki, Ethereum'a ait 30.01.2023- 30.08.2024 tarihleri arasındaki fiyatlarından oluşan toplam 580 adet veri kullanılmıştır. Bitcoin fiyat tahmin için model olarak LSTM, GRU, RNN ve CNN modelleri seçilmiştir. Modellerin tahmin doğruluk oranlarına bakıldığında LSTM %75, GRU %82'i, RNN %83 ve CNN %62'lik bir başarı göstermiştir.

Kripto para fiyatlarını etkileyen tek bir unsur olmadığından dolayı yapılacak her çalışmada eklenecek yeni faktörler yöntemlerin başarı oranını da etkileyeceği unutulmamalıdır. Kripto para piyasası, sahip olduğu yüksek volatilité, merkeziyetsiz yapısı ve ulusal para birimlerinden bağımsız olarak işleyebilmesi nedeniyle ekonomik dinamikleri etkileyebilecek güçlü bir finansal araç olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, özellikle gelişmekte olan ülkeler için hem fırsatlar hem de riskler doğurur. Kripto para analizleri, finansal kaçakçılık ve kara para aklama gibi yasadışı faaliyetlerin tespitinde de önemlidir. Özellikle sıkı sermaye kontrollerine sahip ülkelerde, bireyler ve şirketler sermaye kontrollerini aşmak için kripto paraları kullanabilirler. Kripto para analizleri sayesinde, ülkeler finansal hareketleri daha iyi izleyebilir ve belirli eğilimleri tespit ederek kaçakçılıkla mücadele edebilirler. Bu analizler, dijital finansal aktivitelerin düzenlenmesi açısından da önemli veriler sunar. Kripto paralardan elde edilen kazançlar, birçok ülke tarafından vergilendirilmeye başlanmıştır. Ancak bu, henüz oldukça karmaşık bir süreçtir. Kripto para analizleri, hükümetlere bu kazançların izlenmesi ve vergilendirilmesi konusunda yardımcı olur. Analizler, hangi kullanıcıların ne kadar kazanç elde ettiğini ve bu kazançların hangi işlem türlerinden kaynaklandığını belirleyerek vergi uyumunu artırır ve vergilendirme süreçlerini kolaylaştırır. Ayrıca Kripto para analizleri, yasa yapıcılar ve düzenleyiciler için sektörü daha iyi anlamak adına önemli bir kaynaktır. Böylece kullanıcı hakları korunabilir ve piyasa güvenilir hale getirerek KOBİ'lerin alternatif finansman yollarına erişimini sağlayabilir.

Kaynakça

Abraham, J., Higdon, D., Nelson, J. ve Ibarra, J. (2018). Cryptocurrency Price Prediction Using Tweet Volumes and Sentiment Analysis. *SMU Data Science Review*, 1(3)

Chiap, G., Ranalli, J. ve Bianchi, R. (2019). Blockchain Tecnologia e applicazioni per il business. ISBN:978-88-203-9007-5, 2019,

Demirci, E. ve Karaatlı, M. (2023). Kripto Para Fiyatlarının LSTM Ve GRU Modelleri İle Tahmini. *Mehmet Akif Ersoy İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 134-157

Drescher, D. (2017). *Blockchain Basics A Non-Technical Introduction in 25 Steps*, Apress, ISBN 978-1-4842-2603-2, 1-120.

Eylasov, N. ve Çiçek, M. (2024). Kripto Para Fiyatlarının Tahmini: Arıma-Garch Ve Lstm Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *FESA Dergisi*, 9(1), 48 – 62

Gururaj, H.L, Athreya, M.A, Kumar, A., Holla, A., Nagarajath S.M. ve Kumar, V.R. (2020). Blockchain: A New Era Of Technology. *Cryptocurrencies and Blockchain Technologies and Applications*,3-24

Hamayel, M.J. ve Owda, A.Y. (2021). A Novel Cryptocurrency Price Prediction Model Using GRU, LSTM and bi-LSTM Machine Learning Algorithms. *AI 2021*, 2, 477–496

Kocabaş, A., Canik, F., Yeşilyurt, C. ve Günkut, M. (2022). Yapay Zeka Teknikleri ile Kripto Para Değeri Tahmini, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 14 (1): 42-71., <https://doi.org/10.55827/ebd.1060983>

Kshetri, N. (2018). Blockchain’s roles in strengthening cybersecurity and privacy. *Journal of International Technology and Information Management*, 27(1), 2-7.

Mudassir, M., Bennbaia, S., Unal, D. ve Hammoudeh M. (2020). Time-series forecasting of Bitcoin prices using high-dimensional features: a machine learning approach. *Neural Computing and Applications*, <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05129-6>

Murray, K., Rossi, A., Carraro, D. ve Visentin, A. (2023). On Forecasting Cryptocurrency Prices: A Comparison of Machine Learning, Deep Learning, and Ensembles. *Forecasting* , 5, 196–209

Patel, M.M., Tanwar, S., Gupta, R. ve Kumar, N. (2020). A Deep Learning-based Cryptocurrency Price Prediction Scheme for Financial Institutions. *Journal of Information Security and Applications* 55 (2020) 102583

Pintelas, E., Livieris, I.E., Stavroyiannis, S., Kotsilieris, T., ve Pintelas, P. (2020). Investigating the Problem of Cryptocurrency Price Prediction: A Deep Learning Approach. *International Federation for Information Processing*, 584, 99–110

Poongodi, T., Sujatha, R., Sumathi, D., Suresh, P. ve Balamurugan, B. (2020). Blockchain In Social Networking. *Cryptocurrencies and Blockchain Technologies and Applications*, 55-76

Szmigiera, M. (2023). The Impact of Cryptocurrency on the Global Economy. *Journal of Digital Finance*, 4(1), 10-12.

Şenol, D. Ve Denizhan, D. (2023). Kripto Para Değerinin Yapay Sinir Ağları Ve Regresyon Analizi İle Tahmini. *Journal of Industrial Engineering* 34(1), 42-69

Tanwar, S., Patel, N.P., Patel, S.N., Patel, J.R., Sharma, G. ve Davidson, I.E. (2021). Deep Learning-Based Cryptocurrency Price Prediction Scheme With Inter-Dependent Relations. *IEEEAccess* , 9

Tapscott, D. ve Tapscott, A. (2016). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, *Business, and the World*. Penguin Random House, 20.

Wang, B., Chen, S., Yao, L., Liu, B., Xu, X. ve Zhu, L. (2018). A Simulation Approach for Studying Behavior and Quality of Blockchain Networks. *ICBC 2018*, LNCS 10974, 18-31.