



## Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi

The International Journal of Economic and Social Research

2022, 18(2)

### Blockchain Analiz Göstergelerinin Bitcoin Fiyatı Üzerindeki Etkisi \*

The Effect of Blockchain Analysis Indicators on Bitcoin Price

Yunus KALKAN<sup>1</sup>  Halim TATLI<sup>2</sup> 

**Geliş Tarihi (Received):** 29 Eylül 2022

**Kabul Tarihi (Accepted):** 8 Aralık 2022

**Yayın Tarihi (Published):** 30 Aralık 2022

**Öz:** Bitcoin, pek çok kullanıcıyı kendine çekmeyi başaran, Blockchain piyasasında en çok ilgi gören ilk başarılı kripto para birimi konumundadır. Bitcoin fiyatının aşırı oynak yapısı, araştırmacıları Bitcoin fiyat hareketlerini incelemeye sevk etmiş ve bu konuda oldukça fazla çalışmanın yapılmasını sağlamıştır. Bu tez, Bitcoin fiyatını belirleyen bazı değişkenler kullanılarak Bitcoin fiyat hareketlerinin yönünü anlamaya dönük analizler içermektedir. Çalışmanın analiz dönemi için Ocak 2012 – Aralık 2021 tarihlerini kapsayan her ayın son gününe ait verilerden oluşan zaman serileri kullanılmıştır. Bitcoin fiyatı bağımlı değişken; Harcanan Çıktı Kâr Oranı (SOPR), Madenci Kârlılığı (PM), Bitcoin Aktif Adres (BAA), Google Trendler (GT) ve Dow Jones Borsası Endüstri Endeksi (DJIA) bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir. Çalışmanın değişkenlerinin ilk önce durağanlık seviyeleri tespit edilmiş, ardından ARDL Sınır Testi ve Toda-Yamamoto Nedensellik Testi uygulanarak analiz sonuçlarına ulaşılmıştır. Elde edilen ARDL (3,0,3,0,0,0) modelinin kısa ve uzun dönem bulgularına göre; Kısa dönemde Blockchain ağına özgü göstergelerden SOPR, PM ve BAA değişkenleri Bitcoin fiyatını anlamlı olarak pozitif etkilediği tespit edilmiştir. InDJIA ve GT değişkenleri ile Bitcoin fiyatı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Uzun dönemde ise SOPR, PM, InDJIA ve BAA anlamlı ve pozitif yönde Bitcoin fiyatı ile ilişkili iken GT ile anlamlı bir ilişkinin varlığı tespit edilmemiştir. Toda-Yamamoto test sonuçlarına göre ise Bitcoin Fiyatı ile SOPR değişkeni arasında çift yönlü, BAA değişkeni arasında tek yönlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bitcoin, Bitcoin Fiyat Hareketliği, Blockchain, Kripto Para

&

**Abstract:** Bitcoin is the first successful cryptocurrency that has attracted the most attention in the Blockchain market, which has managed to attract many users. The extremely volatile nature of the Bitcoin price has prompted researchers to study Bitcoin price movements and has enabled a lot of work to be done on this issue. In this thesis, it contains analyzes aimed at understanding the direction of Bitcoin price movements using some variables that determine the Bitcoin price. January December 2021 – January 2012 For the analysis period of the study, time series consisting of the data of the last day of each month covering the dates were used. Bitcoin price, dependent variable; Spent Output Profit Ratio (SOPR), Miner Profitability (PM), Bitcoin Active Address (BAA), Google Trends (GT) and Dow Jones Stock Exchange Industry Index (DJIA) were selected as independent variables. The stationarity levels of the variables of the study were determined first, then the ARDL Boundary Test and Toda-Yamamoto Causality Test were applied to reach the results of the analysis. According to the short and long-term findings of the ARDL (3,0,3,0,0,0) model obtained: In the short term, SOPR, PM and BAA variables, which are specific to the Blockchain network, have been found to have a significant positive effect on the Bitcoin price. There was no significant relationship between InDJIA and GT variables and Bitcoin price. In the long term, while SOPR, PM, InDJIA and BAA were significantly and positively associated with Bitcoin price, no significant relationship was found with GT. According to the Toda-Yamamoto test results, a two-way Granger causality relationship was found between the Bitcoin Price and the SOPR variable, and a one-way Granger causality relationship between the BAA variable.

**Keywords:** Bitcoin, Bitcoin Price Volatility, Blockchain, Cryptocurrency

**Atıf/Cite as:** Kalkan, Y. & Tatlı, H. (2022). Blockchain Analiz Göstergelerinin Bitcoin Fiyatı Üzerindeki Etkisi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 18(2). 109-140.

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2005 – Bolu

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi Ekonomi ve Siyaset ABD, Yüksek Lisans Öğrencisi, [ykalkan@bingol.edu.tr](mailto:ykalkan@bingol.edu.tr), ORCID: 0000-0001-7148-9446 (Sorumlu Yazar)

<sup>2</sup> Doç. Dr., Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [htatli@gmail.com](mailto:htatli@gmail.com), ORCID: 0000-0002-7940-0087

\* Bu çalışma Yunus KALKAN, Bingöl Üniversitesi Ekonomi ve Siyaset ABD, Tezli Yüksek Lisans programında Doç. Dr. Halim TATLI danışmanlığında hazırlanan "Blockchain Analiz Göstergelerini Kullanarak Bitcoin Fiyat Hareketlerini Tahmin Etmek" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## 1. Giriş

İnternet tabanlı bir sanal para birimi olan Bitcoin, yüksek piyasa değeri ve ticaret hacmi ile Blockchain piyasasının en ünlüsü ve ilk başarılı kripto para birimi konumundadır. Özünde somut bir karşılığı bulunmayan Bitcoin, piyasanın arz-talep koşullarında, zamanla talebin arzı aşması sonucunda dalgalı bir seyir izleyerek fiyatlanmaktadır. Blockchain teknolojisi üzerine inşa edilen Bitcoin'in popülerliği, bankacılık faaliyetlerini hızlandırması, işlem maliyetlerini düşürmesi, hatalı işlemleri ortadan kaldırması ve bilgisayar dolandırıcılığı gibi korsan faaliyetlere karşı oldukça güvenli bir yapı olan kriptografik şifrele sistemi barındırmasıyla birlik hem bireyler hem de ulusal ve uluslararası finans sistemler tarafından kullanılabilir verimli ve etkin çözümler sunarak dikkatleri üzerine çekmektedir.

2008 yılında yayınlanan Satoshi Nakamoto'nun teknik makalesinde ilk defa adı geçen Bitcoin, piyasaya girdiği 2009 yılından itibaren giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır (Nakamoto, 2008). Özellikle 2013'ün son çeyreğindeki fiyat artışıyla, yalnızca Bitcoin'e değil, aynı zamanda potansiyel ve yıkıcı etkisi nedeniyle, temel yenilikçi bir teknoloji olan Blockchain teknolojisine yönelik olarak da küresel çapta büyük ilgi uyanmıştır. Blockchain teknolojisi, kriptografik şifreleme yapısı ile dijital varlıkların, korunması ve transferi açısından güvenli bir yöntem sunmaktadır. Sahip olduğu akıllı sözleşmeler sayesinde Blockchain, bankacılık sektöründeki pek çok hizmeti otomatikleştirerek sunabilmektedir (Pavlidis, 2021). Örneğin bankacılık ve finans sisteminin sunduğu ödemeler, takas ve uzlaştırma sistemleri, menkul kıymetler, krediler ve kredi ile fon oluşturma gibi birtakım hizmetler, Blockchain sistemi sayesinde, daha hızlı ve daha ucuz bir şekilde, üçüncü taraf hizmetlerinden tamamen bağımsız olarak gerçekleştirilerek likiditeye anında erişim imkânı sağlamaktadır.

Günümüzde yaklaşık 21 bin kripto para birimi piyasada işlem görmekte ve bu kripto para birimlerinin toplam piyasa değeri, bazı dönemlerde oynaklık gösterse de 2021 yılı itibarıyla ortalama 2 trilyon ABD Doları'ndan daha fazla bir değere sahip olmuş, ancak 2022 Aralık ayı itibarıyla bu değer yaklaşık olarak 850 milyar ABD Doları seviyesine gerilemiştir. Bu kadar çeşitli kripto para biriminin piyasada işlem görmesine rağmen Bitcoin, tüm kripto paraların toplam piyasa değerinin %40'ından fazlasına tek başına ulaşmıştır. Bitcoin'in kripto para piyasasında, bu kadar yüksek bir değere sahip olmasının nedenlerine baktığımızda: Blockchain teknolojik sistemi üzerine inşa edilen ve 2009 yılında kripto para borsalarında işlem görmeye başlayan ilk başarılı kripto para birimi olmakla beraber Bitcoin'in, bu teknolojik alt yapı dışında ekonomik bir karşılığı bulunmamaktadır. Bitcoin, piyasaya çıktığı ilk zamandan günümüze kadar insanların kabulüyle değer kazanmaya başlamış, piyasanın arz ve talep koşulları Bitcoin'in değerini belirleyen etken olmuştur. Öte yandan piyasada sınırlı sayıda Bitcoin bulunması (Bitcoin belirli bir yaratma prosedürünün bulunması ve toplam arzının 21 milyonla sınırlı olması), zamanla talebin arzı aşması sonucunu doğurmuş, böylelikle Bitcoin fiyatı giderek daha da artmıştır ve piyasada dominant bir kripto para birimi duruma gelmiştir (Coinmarketcap, 2021).

Günümüzde birçok alternatif kripto para biriminin varlığına rağmen, piyasa hakimiyeti ve popüleritesi sayesinde, yapılan araştırmaların pek çoğu Bitcoin odaklı olmaktadır. Öte yandan, kripto para birimleri ile ilgili mevcut çalışmalarda, genel olarak Bitcoin fiyatı ile alternatifleri arasındaki fiyat kıyaslamasına gidilmiş; alternatif olarak da altın, gümüş, döviz cinsinden çeşitli para birimleri, küresel petrol fiyatları, çeşitli borsalar ve faiz ile ilgili birtakım konular analiz edilmiştir. Ayrıca analiz dönemi için genel olarak birkaç yıllık ya da daha kısa zaman aralıkları seçilerek fiyat tahminleme modelleri oluşturulmuştur.

Yapılan literatür araştırmalarında, Blockchain ağına özgü osilatör, indikatör ve çeşitli veri setlerinin nerdeyse hiç kullanılmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, bu çalışmanın motivasyon unsurunu, bu eksikliği giderme çabası oluşturmaktadır. Yapılan yazın araştırması neticesinde, DJIA borsası dışında Polat ve Tuncel (2020), Kakinuma (2021), Nguyen (2022); BIST100, Asya borsaları ve S&P500 gibi çeşitli borsalar ile Bitcoin fiyat ilişkisi incelemişlerdir. Ayrıca literatürde Ata (2019), Yıldırım (2020), Arslan (2020); Google Trend verisini kullanmışlardır. Ancak Blockchain ağına özgü olan SOPR ve PM verileri ile BAA verisi literatürde kullanılmamıştır. Bitcoin fiyat tahmini ile ilgili literatürde pek çok çalışma olmasına rağmen, Blockchain verileri yardımı ile elde edilmiş çeşitli indikatör, osilatör ve hesaplama

araçlarının neredeyse hiç kullanılmamasından ötürü, literatürdeki bu eksikliği gidermek amacıyla, bu çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasındaki temel fikir, yukarıda bahsedilen eksikliği bir nebze olsun giderecek spesifik bulgular ortaya çıkararak literatüre katkı sağlamaktır. Bu maksatla Blockchain verilerinden türetilen pek çok gösterge içerisinde seçilen SOPR ve PM verisinin yanında, BAA sayısı ile literatürde sıklıkla kullanılan GT verisini ve DJIA verisini kullanmak uygun bulunmuş, çalışmanın sonunda ulaşılan bulgularla bu verileri karşılaştırma imkânı doğmuştur. Bu çalışmadaki temel amaç, Bitcoin'in Amerikan Doları cinsinden fiyatı ya da yönü hakkında tahminde bulunurken Blockchain ekosistemi içerisinde şekillenen verileri ekonometrik sisteme dahil ederek bu alana bir yenilik getirmektir. Böylece Blockchain teknolojisinin gelişmesiyle ortaya çıkan ve bu alana özgü olan çeşitli veriler ile şu ana kadar süregelen çeşitli veriler bir arada kullanılmış ve yeni bir bakış açısı sunmak hedeflenmiştir. Bu maksatla yapılan araştırmalar neticesinde elde edilen zaman serileri ile USD cinsinden Bitcoin fiyat ilişkisine odaklanılmış, söz konusu zaman dilimi içerisinde, ele alınan göstergelerin birbirlerini ve Bitcoin fiyatını ne ölçüde etkilediğine ampirik bir bakış açısıyla ışık tutmak amaçlanmıştır.

Böylece bu çalışma iki ana bölümden oluşarak şekillenmiştir. Birinci bölümde kavramsal çerçeve kapsamında finansal teknolojiye dönüşüm ve dijital finans, fiziki paradan dijital paraya geçiş süreci, Blockchain ve Bitcoin hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde ise literatür taraması, veri setleri, analiz yöntemi ve analiz bulgularına yer verilmiştir.

## 2. Kavramsal Çerçeve

### 2.1 Finansal Teknolojideki Dönüşüm

Finansal sektörlerde, özellikle de bankacılık alanında, yeni ürünler geliştirmeye yönelik adımların atılması, yeni teknolojik gelişmelerin ortaya çıkmasını, var olan teknolojinin daha da gelişerek evrimleşmesini sağlamaktadır. Özellikle son yıllarda küresel çapta artan teknoloji kullanımı ile birlikte finans ve teknoloji alanlarındaki adaptasyon süreçlerinin ne ölçüde olduğunu gösteren, kullanıcılara finansal hizmetleri daha kolay, hızlı ve kaliteli bir şekilde kullanmayı amaçlayan "Fintech" kavramı, bu evrimleşmeyi destekler niteliktedir.

Finans ve teknoloji kelimelerini birleşiminden oluşan fintech, Dublin'deki İrlanda Ulusal Dijital Araştırma Merkezi tarafından yenilikçi teknolojinin finansal hizmetlere eklenmesi olarak tanımlamakla birlikte, yetersiz verime sahip finansal hizmetleri (iş modelleri, ürünler, süreçler ve uygulama sistemleri) geliştirmek için yenilikçi teknolojinin uygulanması olarak da tanımlanabilir. Dijital finansın temel katkı değeri, işletme maliyetlerini düşürmeyi ve hizmet farklılaştırılmasına yardımcı olmasıdır. Bu nedenle fintech geliştirme, işletmelerin rekabet gücünü artırmak için önemli bir strateji haline gelmektedir (Lin vd. 2021). 2008 yılından günümüze kadar olan dönemde FinTech 3.0 olarak nitelendirilen gelişim sürecinde teknoloji şirketleri ve yeni organizasyonlar, finansal hizmetleri ve ürünleri, kamuya ve işletmelere doğrudan ulaştırmaya başlamıştır (Özsoy, 2019). Bu süreçle birlikte dijital finans çağının başladığı söylenilebilir.

### 2.2. Dijital Finans

Çevrimiçi finansal hizmetlerin kullanılabilirliği ilk olarak 1990'larda finansal teknoloji olarak anılırken, 2000'lerde dijital finans veya e-finans olarak adlandırıldı. Fintech'in otomatik vızne makinelerinden, kredi kartlarından cep telefonlarına ve uygulama hizmetlerine evrimi, finans sektöründe dikkat çekici olmuştur. Bilgi teknolojisi, Finansal alanda büyük ölçekte yenileşmeyi ve genişlemeyi sağlamıştır. Dijital Finans son yıllarda araştırmacıların ve sanayicilerin ilgisini çekmekte, teknolojinin benimsenmesi ve uyarlanması, endüstriyel ve ekonomik büyüme çağında büyük önem kazanmaktadır. Öte yandan yeni iş modelleri ve teknolojik kavramlar, finansta yenilikçi çözümler için bir temel sağlar. Günümüzde finans sektöründeki müşteriler, zamandan ve mekândan bağımsız, sürekli azalan maliyetlerle akıllı, ancak

kullanımı kolay finansal hizmetler talep etmektedir. Artan İnternet tabanlı ekonomi, dijital cihazların ve medyanın yeni kullanım kalıplarının yanı sıra kullanıcıların, çevrimiçi kanalları yalnızca finansal bilgiye ulaşmak için değil aynı zamanda finansal işlemler için kullanma isteklerinin büyük ölçüde arttığını göstermektedir (Gomber vd. 2017).

Büyük veri yapıları, bulut depolama, Blockchain ve yapay zekâ gibi teknolojilerin güçlü gelişimi ve geleneksel finans ile gelişen teknolojilerin sürekli entegrasyonu sonucu dijital finans meydana geldi. Dijital finansın en tipik özellikleri paylaşım, kolaylık, düşük maliyet ve düşük eşiktir. Her şeyden önce dijital finans, büyük veri ve bulut bilişim gibi dijital teknolojilerin yardımıyla artan asimetrik bilgi olgusuna çeşitli çözümler getirebilmektedir (Demertzis vd. 2018).

Dijital finanstaki bu gelişim süreci yeni bir kredi fiyatlandırma modelini tanımlamasını sağlayarak kaynak tahsisi verimliliğini ve risk yönetimi yeteneğini geliştirmiştir. Bunu sonucunda kurumları ve işletmeleri dönüştürmeye ve gelişmeye iten algoritmalar ve büyük veri depolama imkânları ortaya çıkmıştır. Böylece firmaların uyguladığı inovasyon projeleri onların piyasa hakkında daha fazla bilgiye erişmelerini sağlayarak risklerden kaçınmalarını kolaylaştırmıştır (Xin, 2021). Dijital finanstaki teknoloji gelişmeler bireylerin ve firmaların daha fazla dijital para kullanımına sevk etmiştir.

### 2.3. Fiziki Paradan Dijital Paraya Geçiş

İçinde bulunduğumuz dijital çağdaki inanılmaz değişim ve dönüşüm, para basma gücünü elinde bulunduran devletlerin bu gücünü erozyona uğratmıştır. Çünkü büyük ölçüde fiyat para birimine bağlı olmayan, çoğunlukla maddi bir karşılık gösterilmeyen, tamamen dijital olan Bitcoin ve alternatif kripto para birimleri, küresel piyasada yer edinmeye başlamıştır. Devletler artık dijital para birimi devrimine yetişerek hem yerel nedenlerle dijital para oluştururken, hem de diğer hükümetlerdeki dijital para projelerine yanıt olarak da hareket etmektedirler. Öte yandan son yirmi yılda, yenilikçi teknolojiler para ve ödeme sistemlerini benzeri görülmemiş bir hızla yeniden şekillendirmiştir. Mobil para ve dağıtılmış defter teknolojilerine dayalı kripto para birimleri dahil, ancak bunlarla sınırlı olmayan birden fazla dijital para biriminin ortaya çıkmasıyla beraber Blockchain teknolojisi, yerel ve uluslararası düzeyde para birimini yöneten geleneksel düzenlemelere meydan okumaya devam etmektedir (Cheng, 2022).

Blockchain, nesnelerin interneti, yapay zekâ ve bulut bilişim gibi son yıllardaki teknolojik gelişmeler, işletmelerin dünya çapında tüketiciler ve yatırımcılar için genişleyen bir dizi dijital hizmet geliştirmesine izin vererek gerçek dünya ile dijital dünya arasındaki çizgiyi iyice bulanıklaştırdı. Dijital ödemeler, kripto varlıklar, yalnızca dijital bankalar ve dijital kredi platformları gibi dijital finansal hizmetler, işlemler sırasında fiziksel temas ihtiyacını azaltma, işlem maliyetlerini düşürme ve güvenliği, şeffaflığı ve finansal durumu iyileştirme potansiyeline sahiptir (Pavlidis, 2021).

Dijital para birimleri; Kripto para birimleri, Stabil paralar ve Merkez Bankalarına ait Dijital Paralar (CBDC) olmak üzere üç grupta değerlendirilebilir. Bunlardan ilki olan Kripto para birimleri, iki taraf arasındaki işlemleri verimli, doğrulanabilir ve kalıcı bir biçimde kaydedebilen açık, dağıtılmış bir defter teknolojisi olan Blockchain alt yapısı üzerine inşa edilmiştir ve en ünlüsü Bitcoin'dir. İkinci grupta yer alan Stabil dijital paralar, Kripto para birimlerinin piyasadaki aşırı fiyat oynaklığından ortaya çıkmıştır. Bunların önemli bir özelliği, fiyatın USD veya EURO gibi başka bir varlığa sabitlenmesi ve fiyat paralar gibi bir varlık havuzuna sabitlenmek üzere tasarlanmış olmalarıdır. Üçüncü grup dijital para biri olan CBDC, merkez bankalarının perakende dijital paraya geçişinin bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır ve fiziksel nakit paraların tamamen ya da kısmen yerine geçmeyi hedeflemektedir (Allen, vd. 2022).

### 2.4. Blockchain Teknolojisi

Blok zinciri, ya da orijinal İngilizce adıyla Blockchain, kriptografik şifreleme yöntemi kullanılarak birbirine bağlanan ve güvenli hale getirilen, bloklar adı verilen, sürekli büyüyen bir kayıt listesi niteliğindeki veri tabanı türüdür. Çağımızın dijital dünyasında pek çok alanda ve yapıda veri transferi yapılmaktadır. Blockchain teknolojisi, bize bu verilerle birlikte değer atfedilen dijital varlıkları da transfer

etme olanağı sağlayan dağıtık bir veri tabanıdır. En genel ifadeyle Blockchain, merkezi bir sunucunun veya güvenilir bir otoritenin varlığına ihtiyaç duymayan, güvenli bir veri paylaşım sistemidir. Blockchain; işlemleri kaydetmek, varlıkları takip etmek ve güven oluşturmak için paylaşılan, değişmez büyük bir dijital defter şeklinde tanımlanabilir. Blockchain kavramı 2008 yılında yayınlanan Satoshi Nakamoto'ya ait "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" isimli teknik makaleyle popülerlik kazanmıştır. Nakamoto Blockchain için; kripto paranın üzerinde inşa edilen teknolojik bir altyapıya sahip olduğundan bahsetmiş ve Blockchain'i birbirine zincirlenmiş kriptografik yapıda bir dizi veri bloğu olarak tanımlamıştır (Nakamoto, 2008).

Blockchain, yapılan tüm işlemlere ait verilerin şifrelenerek, belirli zaman aralıklarında ve kronolojik bir sıra takip edilerek kaydedildiği, önceki bloğun bilgilerini de içeren bloklarının peş peşe gelerek oluşturduğu dijital zincir yapısı olarak tanımlanabilir (Mattila, 2016).

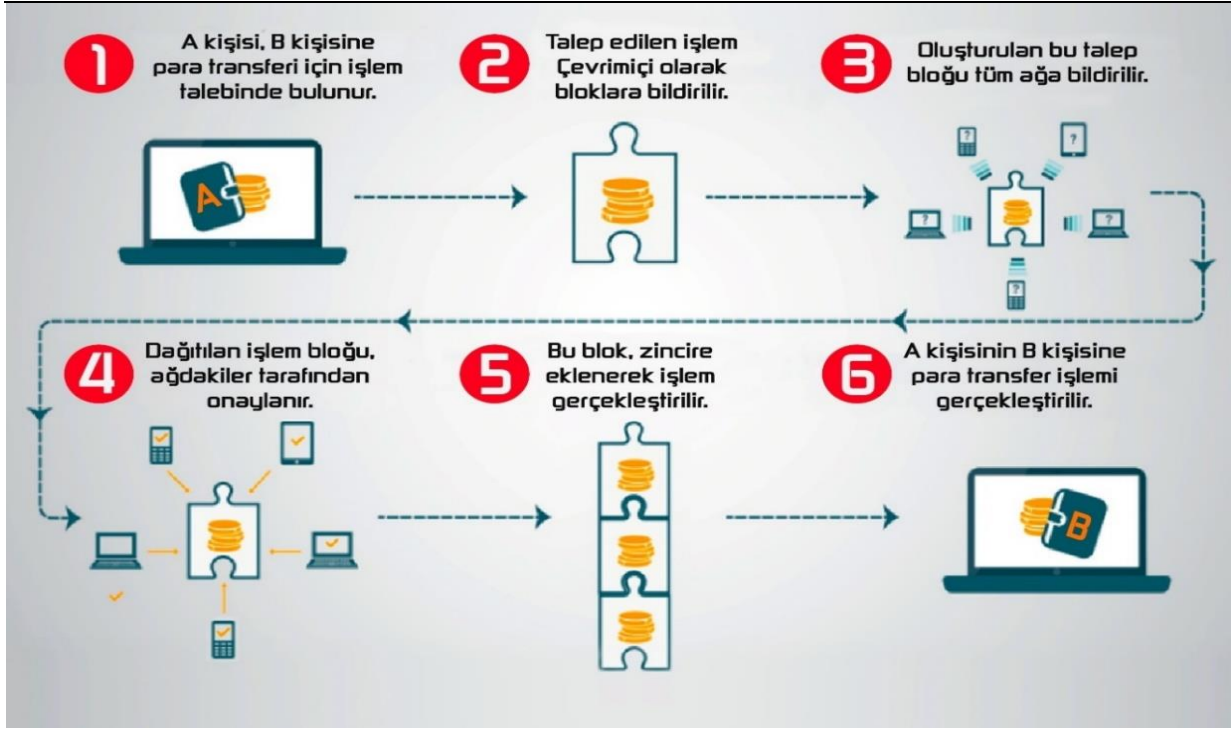
Blockchain teknolojisinin gelişimine katkı sağlayan birçok uzman yaptığı çalışmalarla katkı vermiştir. Bu bağlamda bir belgenin zaman damgası ile birlikte kripto imzalarla nasıl kullanılacağını Bayer vd. (1992) bir belgenin hangi zaman aralığında oluşturulduğunu ve birçok belgenin bir blok halinde nasıl kullanılacağını sistemini geliştirmişlerdir. Anderson (1996) kaydedilen güncellemelerin silinemeyen ve merkezi olmayan bir veri depolama sistemi tanımlamış, Schneier ve Kelsey (1998) güvenilmeyen makineler üzerinde tutulan günlük dosyalarının içerdiği hassas bilgilerin korunması için şifrelemenin nasıl kullanılacağını sistemini ortaya koymuştur. Finney (2004) değiştirilemez ve özgün bir Hashcash tabanlı iş ispatı tokeni oluşturmuş ve Szabo (2005) kripto para teknolojisinde kullanılan akıllı sözleşme "Smart Contract" ve "Bit Gold" mimarisini geliştirmiştir.

Blockchain teknolojisinin anonim, bozulamaz, hacklenemez, dağıtık ve merkezsiz oluşu, bu teknolojik yapının barındırdığı en önemli özelliklerindedir. Blockchain, sahip olduğu bu çalışma prensibi sayesinde, hemen herkesin ilgisini çekmeyi başarmıştır. Daha önce insanların kontrolünde olan pek çok süreç, Blockchain sayesinde ihtiyaç olmaktan çıkarak çok daha risksiz ve şeffaf bir hale gelmiştir.

Kripto para madenciliği (mining) en basit tanımıyla kripto para üretimini yapan ve Blockchain üzerinde işlemleri doğrulayan kişilerin kullandığı yöntemdir. Diğer bir deyişle madenciliğin iki yönü vardır. Birincisi, karmaşık bir kriptografik bulmacayı çözüp yeni blok oluşturarak ve böylelikle blokta oluşturulan yeni kripto paradan bir miktar blok ödülü elde etmektir. İkincisi, yapılan kripto para transfer işlemlerini doğrulamak ve bu doğrulama işlemi karşılığında ödül olarak belli bir miktarda kripto para geliri elde etmektir.

Kripto Para transferi açısından ele alındığında, Blockchain ağında işlem yapan bir kullanıcı, başka bir kullanıcıya Kripto Para transferi yapmak istediğinde, bu transfer için ilk önce bir işlem talebi oluşturur. Talep edilen bu işlem, çevrimiçi olarak blokta tüm ağa bildirilir. Ardından bildirilen bu işlem ağdaki belli sayıdaki doğrulayıcılar tarafından onay sürecine alınarak işlemin doğruluğu teyit edilir ve oluşturulan blok, zincire eklenerek talep işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemin sonunda alıcı tarafın hesabına transfer işlemi, Şekil 1'de yer aldığı gibi gerçekleştirilmiş olur.





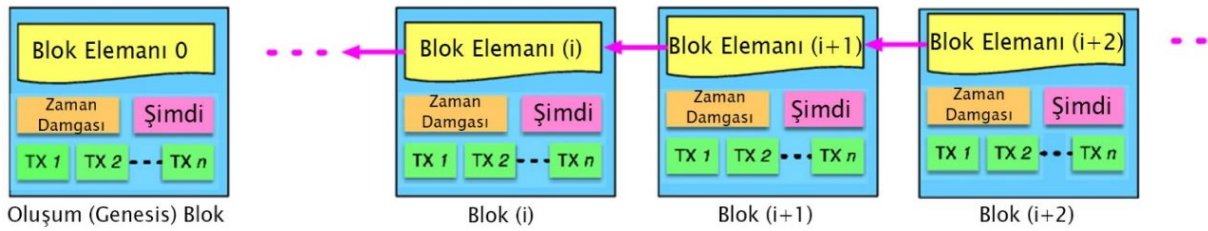
**Kaynak:** (Crosby, 2016) faydalanarak yazar tarafından yeniden oluşturulmuştur.

**Şekil 1:** Blockchain Çalışma Prensipleri

Blockchain teknolojisinin önemli bir unsuru, düğümlerden (node) oluşmaktadır. Düğüm, Blockchain ağındaki katılımcılar tarafından işletilen defterin bir kopyasını ifade etmektedir. Blockchain ağlarını kullanan bazı kripto para işlemlerinde, düğümlerin işlem onayı yetkisi yokken, bazı ağlarda düşük işlemci güç tüketimi nedeniyle, düğümler işlem onayı yapabilmektedir. Düğümler, Blockchain yapısının bütünlüğünü korumayı amaçlamaktadır. Düğümler aracılığıyla, dışarıdan gelebilecek herhangi bir müdahaleye karşı blokların geçmişi arşivlenmektedir (Dev, 2014).

Blockchain teknolojisinin diğer bir unsurunu bloklar oluşturmaktadır. Blok (Block), belirli bir zamanda gerçekleştirilen işlemlere ilişkin, işlem ve onay kayıtlarının tutulduğu şifrelenmiş veri yapılarını ifade eder. Blockchain ağında üretilen her blok birbirlerine zincir şeklinde bağlıdır. Blockchain teknolojisinin açık kaynak kodlu oluşu, bloklar üzerinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin herkes tarafından görüntülenebilmesini sağlamaktadır. Blok kayıtlarının değiştirilemez ve kırılmaz olmasının basit bir mantığı vardır. Şöyle ki blokları kırmak, bozmak ya da değiştirmek için milyarlarca kopyası olan bu kayıt defterindeki tüm blokların değiştirilmesi gerekmektedir. Böyle bir müdahalenin yapılabilmesi ise günümüz teknolojiyle neredeyse imkansızdır. Blockchain teknolojisi açık kaynak kodlu ve anonim olduğu için tüm blok işlemleri, isteyen herkes tarafından görüntülenebilmektedir. Blockchain ağının temel bileşenleri madencilik, blok ve düğümlerden oluşmaktadır. Blok elemanlarının birbiriyle ilişkilendirilmesi Şekil 2’de yer almaktadır.

**Kaynak:** (Zheng, Xie, Dai, Chen, & Wang, 2018)



**Şekil 2:** Blockchain Mimari Yapısı

## 2.5. Bitcoin

Bitcoin, Blockchain teknolojik altyapısı kullanılarak oluşturulan ilk başarılı kripto para birimidir. Bir kişi, kurum ya da aracıya ihtiyaç duymadan, kişiden kişiye elektronik para aktarma sistemi "Peer-to-Peer" (P2P) ilk defa Bitcoin sayesinde gerçekleşmiştir. P2P ödeme sistemi, Bitcoin'in yaratıcı Satoshi Nakamoto'nun teknik makalesinde detaylandırılmış, bu gelişmeyle birlikte Bitcoin küresel ölçekte bir yayılma sürecine girmiştir.

Satoshi Nakamoto tarafından 2008 yılının son çeyreğinde Bitcoin teknik dokümanının yayınlanmasından sonra 2009 yılının başında, "blok 0" olarak da adlandırılan ilk blok (Genesis bloğu) oluşturularak yine aynı dönemde ilk Bitcoin transferi Nakamoto ve programcı Hal Finney arasında yapılmıştır. Aynı yıl, New Liberty Standart isimli borsa, ilk Bitcoin kurunu 1 \$ = 1.309,03 BTC olarak yayınladı. Gerçekleşen ilk Bitcoin alışverişi 2010 Mayıs ayında 10.000 Bitcoin ödenerek 2 pizza siparişi için yapılmıştır. 2010 Temmuz ayında kurulan ve 4 yıl sonra iflasını açıklayacak olan ilk Bitcoin borsası olan Mt. Gox kurulmuştur. Yine aynı yıl Bitcoin'in market değeri 1 milyon Dolar'ı aşmıştır. 2011 Nisan ayında Bitcoin'in Euro ve İngiliz Sterlini ile satışına başlanmasıyla Bitcoin'in piyasa değeri 10 Milyon Dolar seviyesine ulaşmıştır (BtcTürk, 2020).

Bitcoin ile ilgili olumlu gelişmeler ABD kaynaklı olmakla beraber 2016 Mart ayında Japonya Bakanlar Kurulu tarafından, Bitcoin gibi sanal paraların gerçek paraya benzer bir fonksiyonu olduğunu bildirmiş, Japon hükümeti bir yıl sonra Bitcoin'i resmi ödeme yöntemi olarak kabul etmiştir. 2017 yılındaki olumlu gelişmelerle birlikte büyük bir artış yakalayan Bitcoin, aynı yılın son çeyreğinde önce 10.000 \$, ardından 20.000 \$ seviyesine ulaşmıştır. 2017 yılının ikinci yarısında Çin devletinin yasaklamalarıyla ve 2008 küresel krizinin patlak vermesiyle yükseliş ivmesini kaybeden Bitcoin, daha sonra ciddi bir yükseliş sergileyerek 2020 yılının sonlarına doğru 500 milyar Dolar'ı aşarak Visa'nın piyasa değerini geçmiş, ardından 2021 Şubat ayında 1 trilyon dolara seviyesine ulaşmıştır. Ayrıca 2018 Ocak ayında 16.800.000 Bitcoin'in üretilmesiyle toplam Bitcoin'in %80'i üretilmiş, 2021 Aralık ayında ise 18.089.000 Bitcoin'in üretilmesiyle toplam arzın %90'ı piyasaya sürülmüştür (Coinmarketcap, 2021).

## 3. Literatür Taraması

Blockchain alt yapısının gelişip çalışma standartlarının sağlam bir yapıya kavuşmasıyla birlikte, bu alt yapı üzerine kurulan Bitcoin, gittikçe popülerlik kazanmaya başladı. Esasında 2009 yılı itibarıyla şekillenen bu sanal para birimiyle ilgi bilimsel araştırmalar daha eskiye dayanmakla birlikte hem Blockchain hem de Bitcoin ile ilgi çalışmaların günümüzde gittikçe arttığı görülmektedir. Çalışmalarda bu artışla beraber Bitcoin'e olan bakış açısında da çeşitlilik gözlenmektedir.

Bu bağlamda Dirican ve Canoz (2017), Tuncel ve Gürsoy (2020) ve Gülcü ve Kıtık (2022), Bitcoin fiyatı ile borsa endeksleri arasındaki ilişkiyi; Philippasa vd. (2019); Samirkas (2020); Chen vd. (2020), Yıldırım (2020), Guégan ve Renault (2021), Bitcoin fiyatı ile sosyal medya haberleri arasındaki ilişkiyi; Gürsoy ve Sökmen (2021), Gronwald (2019) Bitcoin fiyatı ile petrol ve altın fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir.

Bunun yanında bazı çalışmalarda önemli kişilerin ve olayların Bitcoin fiyatına olan etkisini analiz etmeye yönelmişlerdir. Örneğin Ullah vd. (2021) yaptıkları çalışmada, 1 Kasım 2019 ile 31 Mayıs 2021 arasında Bloomberg'den aldıkları Bitcoin fiyatına ilişkin bir panel veri kullanmış, ünlü kişilerin ve hükümet politikalarının Bitcoin fiyat oynaklığı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ünlü kişilerin Bitcoin'e yönelik olumlu ifade taşıyan tweetlerinin ve olumlu hükümet politikalarının, Bitcoin fiyatını önemli ölçüde ve olumlu bir şekilde etkilediği bulgusuna ulaşılmış, ayrıca ünlülerin olumlu ifadelerin, Bitcoin fiyatında geçici bir üssel artışa neden olabileceği sonucuna varılmıştır. Güler (2021) yaptığı çalışmada, farklı yatırımcı duyarlılığı ve EGARCH modeli kullanılarak Covid-19 salgını dikkate alınmış, yatırımcı duyarlılığının Bitcoin getirileri ve koşullu oynaklık üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular, yatırımcı duyarlılığının özellikle Covid-19 salgını sonrasında Bitcoin getirileri ve oynaklığı üzerinde

olumlu bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca VAR modelinden elde edilen sonuçlar hem rasyonel hem de irrasyonel yatırımcı duygularının Bitcoin getirileri üzerinde bir etkisi olduğunu göstermekle birlikte, yatırımcı duyarlılığının olumlu etkisini, spekülasyon ve irrasyonel yatırımcıların kaçırma korkusu (FOMO) davranışına bağlanmıştır. Ahn ve Kim (2020) çalışmalarında Bitcoin fiyat dalgalanmalarının yatırımcıların duygu yapısıyla ne ölçüde ilişkili olduğu araştırılmıştır. Bu bağlamda; Hesaplamalı Dilbilim ve Psikodilbilim Araştırma Merkezi tarafından sunulan bir Python Kitaplığı, Loughran ve McDonald's sözlüğü ve noktasal karşılıklı bilgi yöntemiyle anlamsal yönlendirme olmak üzere üç metinsel duygu analizi tekniği kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, yatırımcıların dikkat ve duyarlılık durumlarının Bitcoin fiyatlarında son derece yüksek oynaklığa ve sıçramalara neden olduğunu göstermiş, ayrıca yatırımcıların duyarlılığının, varlık fiyatlarında nasıl şekillendiğine dair mevcut çalışmaları tanımlamıştır.

Hükümetlerin ekonomik politikalarının, ekonomik olayların veya finansal işlemlerin Bitcoin fiyatına olan etkisini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Bu bağlamda Kalyvas, Papakyriakou, Sakkas ve Urquhart (2020) yaptıkları çalışma ile Bitcoin fiyatının çökme riskinin ekonomik belirsizlik ve davranışsal faktörlerle ilişkisi incelenmiştir. Ekonomik belirsizliğin Bitcoin fiyatının çökme riski ile negatif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu, bununla beraber ekonomik belirsizliğin yüksek olması durumunda Bitcoin'in çökme riskinin düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca davranışsal faktörlerin Bitcoin çökme riski ile zayıf bir ilişkisi olduğu, yatırımcıların Bitcoin'e yatırım yaparak ekonomik belirsizlikten korunabileceği sonucuna varılmıştır. Vo vd. (2021) yaptıkları çalışmada ise Bitcoin'in gelişim sürecindeki beş farklı dönemi ayırt etmek için bir zaman serisi yapısal kırılma analizi kullanılarak Bitcoin fiyat hareketleri incelenmiştir. Bitcoin'e ait, 15 Ekim 2010'dan 1 Ocak 2020'ye kadar dakikalık, açık-yüksek-düşük-kapanış ve hacim ticaret verileri kullanılmıştır. Her dönem içinde, Bitcoin'in kapanış fiyatı, ekonomiklik, uzun vadeli istikrar yapısı, para politikası ve yatırımcı duyarlılığını kapsayan yerleşik bir dizi ekonomik göstere göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, Bitcoin'in spekülasyon bir ticaret mekanizması olmaktan çıkarak makroekonomik faktörlere duyarlı bağımsız bir yatırım aracı olduğu ve olgunlaştığını göstermektedir. Chen (2021) bu çalışmasıyla para teorisi, yönetim analizi, bilgisayar bilimi ve finans alanlarından faydalanarak, Bitcoin fiyatını etkileyen farklı etkenleri kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Çalışmada çeşitli durağanlık testleri ve eş bütünleşme testi yapıldıktan sonra, Bitcoin fiyatını ampirik olarak tahmin etmek için temel olarak VEC modeli ile daha önceki çalışmalarda kullanılan alternatif modellerden VAR ve ADRL modelleri kullanılmıştır. 2009-2019 günlük verilerinden oluşan temel model, kısa vadede Bitcoin fiyatının esas olarak güncel durumdan ve finansal beklentilerden etkilendiğini, blok zinciri teknolojisi faktörlerinin ise Bitcoin fiyatı üzerinde yalnızca küçük bir etki gösterdiğini, ayrıca farklı ekonometrik modellerin kullanılması kısa vadede farklı sonuçlar verdiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Literatürde Bitcoin fiyat oynaklığının tahmini için bazı modellemeler yapan çalışmalar Millera vd. (2019), Ali ve Shatabda (2020) Aggarwal vd. (2020), Kaya vd. (2020), Chkili, (2021) yapılmıştır. Örneğin Millera vd. (2019) çalışmalarında, 1 dakikalık fiyat verilerine dayalı olarak Bitcoin kripto para birimi için otomatik fiyat modeli arama prosedürünü incelenmiştir. Bunu başarmak için, Spline düzleştirme parametrik olmayan regresyon yöntemine dayalı bir arama algoritması önerilmiştir. Bazı iyi bilinen teknik analiz kalıplarını araştırılmış ve kalıpların etkinliğini değerlendirmek için algoritmik ticaret stratejisi oluşturulmuştur. Teknik analiz modellerini tanımlamak için Spline'leri yumuşatma yönteminin ve belirli teknik analiz modellerine dayalı stratejilerin, koşulsuz ticaret stratejilerinin sonuçlarını önemli ölçüde aşan getiriler sağladığı bulunmuştur. Ali ve Shatabda (2020) yaptıkları çalışmada, bir tahmin modelini geliştirmek için uygun bir veri seçim yöntemini araştırarak basit bir doğrusal regresyon tahmin algoritması eğitmek için bir model önerisinde bulunulmuştur. Böylece Lineer Regresyon modeli seçilerek 7 gün boyunca Bitcoin fiyatı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Doğrusal regresyon modeli kapsamında çeşitli metodolojiler, tanımlanan uygun bir veri yığınıyla eğitilerek tahmin için kabul edilebilir sonuçlara ulaşılmıştır. Hata hesaplaması için yüzde hata yöntemi uygulanmış olup modelin tahminleme doğruluğu %96,97 olarak bulunmuştur. Aggarwal vd. (2020) çalışmalarında, Bitcoin'in fiyat davranışını analiz etmeyi amaçlayarak makine öğrenme algoritmasından faydalanmışlardır. 2012'den 2018'e kadar olan



günlük Bitcoin fiyatını modele dahil ederek Bitcoin fiyat serisindeki kısa vadeli, orta vadeli ve uzun vadeli eğilimi belirlemek ve Bitcoin fiyatını tahmin edip edemediğini bulmak için makine öğrenme algoritmasını kullanmış, bu algoritmanın kısa vadede Bitcoin fiyatlarını beş adım ileride tahmin ettiği bulgusuna ulaşmışlardır. Kaya vd. (2020) yaptıkları çalışma ile, makine öğrenimi, zaman serisi analizi ve derin öğrenme yöntemleri kullanılarak Bitcoin fiyatlarındaki dalgalanmalara ilişkin birtakım tahmin ve sınıflandırma yöntemleri değerlendirilmiştir. Çalışmalarında, koronavirüs pandemisi öncesi ve sonrası Bitcoin kapanış fiyatları ve yukarıdan aşağıya trendlere dayalı iki ayrı veri seti oluşturulmuştur. Bu iki veri seti üzerinde tahmin ve sınıflandırma yöntemlerinin başarısı irdelenmiştir. Karşılaştırmalar sonucunda pandemi öncesi verilerle yapılan çalışmada Destek Vektör Makineleri yönteminin, pandemi sonrası verilerle yapılan çalışmada ise ARIMA yöntemi oldukça başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Son olarak Chkili (2021) 2013-2020 dönemlerine ait verileri kullanarak Bitcoin fiyatındaki oynaklık dinamiklerini tanımlamak için en iyi modeli belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada, uzun bellek modeli ve Markov anahtarlama modeli olmak üzere iki tür model kullanılarak, Bitcoin piyasasının oynaklık dinamiklerinde uzun belleğin varlığını göstermiştir. Ayrıca, uzun belleği açık bir şekilde hesaba katan FIGARCH modeli, Bitcoin fiyatlarının oynaklığını modellemede diğer tüm modellerden daha iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Çalışma konusunun güncel olması, bağımlı değişkenin farklı çalışmalarda farklı analiz yöntemleriyle farklı bağımsız değişkenlerle ilişkisini analiz edilmesi nedeniyle Bitcoin fiyatını etkileyen faktörlerin belirlenmesi için ilgili çeşitli çalışmalar Tablo halinde hazırlanmış ve Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1: Literatür Tablosu**

Yazarlar	Araştırma Konusu ve Yöntemi	Araştırma Dönem	Araştırma Bulguları
Cüneyt Dirican, İsmail Canoz (2017)	Bitcoin fiyatlarının borsa işlemlerinde yatırımcı kararları üzerindeki etkisi. ARDL sınır testi yöntemi	24 Mayıs 2013 - 05 Kasım 2017 tarihleri arası haftalık 206 gözlem	Bitcoin fiyat düzeyleri ile önde gelen ABD ve Çin borsa endeksleri arasında eşbütünleşme ilişkisi gözlemlenmiştir. Bu açıdan bu borsalardaki yatırımcıların uzun vadeli yatırım karar süreçlerinde Bitcoin fiyatlarından etkilenebilecekleri sonucuna varılmıştır
Mert Baran Tuncel, Samet Gürsoy (2020)	Bitcoin fiyatı ile BİST100 ve VIX korku endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi. Zivot- Andrews yapısal kırılma testi, Toda-Yamamoto nedensellik analizi	06.08.2010 ile 06.01.2020 arası dönem	Bitcoin fiyatının her iki değişken üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüş, VIX endeksinden BİST100 endeksine doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığı ortaya konmuştur
Yunus Gülcü, Mehmet Anıl Kıtık (2022)	Bitcoin ve BIST100 endeksi arasındaki ilişkiyi tespit etmek. Geleneksel birim kök testleri, Engel-Granger Eş Bütünleşme Analizi ve Toda-Yamamoto Nedensellik Testleri	15.04.2011 ile 25.06.2021 dönemi için günlük veriler	Bitcoin-Bist100 endeksi arasındaki eş bütünleşme ilişkisinin olduğu, Engel-Granger Nedensellik Testine göre BIST100 endeksinden Bitcoin fiyatlarına doğru çift yönlü, olduğu görülmüştür.

Yazarlar	Araştırma Konusu ve Yöntemi	Araştırma Dönem	Araştırma Bulguları
Dionisis Philippasa Hatem Rjiba, Khaled; Guesmi, Stéphane Goutte (2019)	Bitcoin fiyatının Twitter ve Google Trends'ten türetilen bilgilendirici sinyaller ve atfedilen sıçramalarla hareket edip etmediğini. Tanımlayıcı istatistikler, ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık hesaplamaları ve iki değişkenli bir VARX çerçevesi üzerine inşa edilen Granger nedensellik yaklaşımını	1 Ocak 2016 ile 28 Mayıs 2018 arası kapsayan günlük Bitcoin fiyat seviyeleri	Bitcoin fiyatlarının kısmen sosyal ağlarda medyanın dikkatine yönelik bir ivme tarafından yönlendirildiğini ve yatırımcıların duygusal bir iştahla hareket ettiklerini göstermiştir.
Mustafa Can Samirkas (2020)	Google Aramaları ile Bitcoin'in popülaritesi ile Bitcoin fiyatı arasındaki ilişki çift yönlü olarak araştırılması.Bitcoin fiyatı ile Google Trends Verileri arasındaki nedensellik ilişkisi VAR modeline dayalı Toda-Yamamoto testi	Nisan 2013-Mart 2020 tarihleri arasındaki aylık veriler	Bitcoin Fiyatı ile Google Aramaları arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, bu ilişkinin Bitcoin fiyatının Google aramalarına doğru yüksek pozitif korelasyon ve nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır
Çilem Yıldırım (2020)	Bitcoin fiyatı ile "Bitcoin" kelimesinin Google Trends üzerinden arama sayısı arasındaki ilişki.ARD L testi, Philips Perron ve ADF birim kök testleri	26.04.2015 ve 19.04.2020 tarihlerini kapsayan haftalık 261 gözlem	Yapılan sınır testine göre ele alınan iki değişken arasında eş bütünleşmenin varlığı ve ayrıca yapılan Granger Testine göre Bitcoin Google arama sayısı ile Bitcoin fiyatı arasında tek yönlü bir ilişkinin varlığı elde edilmiştir
Dominique Guégan, Thomas Renault (2021)	Sosyal medyadaki yatırımcı duyarlılığı ile gün içi Bitcoin getirileri arasındaki ilişki. iStockTwits bir veri analizi	1 Ağustos 2017 ile 1 Aralık 2019 arasındaki dönemler için günlük veri	Yatırımcı duyarlılığı ile Bitcoin getirileri arasında 15 dakikaya kadar olan sıklıklarda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulundu
Eric Edgari, Jocelyn Thiojaya, Nunung Nurul Qomariyah (2022)	COVID-19 salgını sırasında Bitcoin ile ilgili yazılan tweetlerin Bitcoin fiyatı üzerindeki etkisi. XG-Boost ve VADER duyarlılık analizi	5 Şubat 2021 - 17 Aralık 2021 dönemleri için dakikalık Bitcoin fiyat verisi	Twitter duyarlılık analizinin COVID-19 sırasında Bitcoin fiyatını etkilediğine ve duygu analizine sahip modellerin kullanılmasının iyi bir performans gösterdiği kanıtlanmıştır
Ahmed Ibrahim (2021)	Bitcoin kripto para biriminin erken piyasa hareket tahmini için Tweetlerin toplanmasını, manipüle edilmesini ve yorumlanması. Lojistik Regresyon, Destek Vektör Mekanizması ve Naive Bayes modelleri	Mart 2020 - Mayıs 2020 (Covid-19 dönemi) için dakikalık veri	XGBoost-Composite topluluk modeli ile Twitter duyarlılığı ve Bitcoin'in gelecekteki fiyat dalgalanmaları arasında açık bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir

Yazarlar	Araştırma Konusu ve Yöntemi	Araştırma Dönem	Araştırma Bulguları
Sana Guizani, Ines Kahloul Nafti (2019)	Bitcoin fiyat oynaklığın nedenlerini anlamak, fiyatın ana belirleyicilerini tespit etmek. Auto Regressive Distributed Lag (ARDL) modeli, Toda-Yamamoto ve Granger nedensellik testi	19/12/2011 ile 06/02/2018 arasındaki dönemde günlük veriler	Adres sayısının, çekicilik göstergesinin ve madencilik zorluğunun seçilen zaman içerisindeki değişikliklerle Bitcoin fiyatı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, öte yandan işlem hacminin, hisse senedi fiyatlarının, EUR/USD döviz kurunun, makroekonomik ve finansal gelişmelerin, Bitcoin fiyatını uzun vadede olduğu kadar kısa vadede de etkilemediğini göstermiştir
Aditi Mittal, Vipasha Dhiman, Ashi Singh, Chandra Prakash (2019)	Bitcoin fiyatı ile Twitter ve Google arama modelleri arasındaki korelasyonu belirleme. Doğrusal Regresyon, Polinom Regresyon, Tekrarlayan Sinir Ağı ve Uzun Kısa Süreli Bellek temelli analiz	9 Nisan 2014'ten 07 Ocak 2019'a arası, dakikalık Bitcoin fiyat verisi	Google Trendler ve Tweet hacmi verilerinin Bitcoin fiyatı ile ilgili önemli ölçüde bir korelasyona sahip olduğu ve tweetlerin duyularıyla önemli bir ilişkisin olmadığı sonucuna varılmıştır
Eray Gemici, Müslüm Polat (2019)	Bitcoin'in fiyatı ile hacmi arasındaki ilişkiyi tespit etmek. VECM yöntemi, nedensellik testleri	1 Ocak 2012 ile 7 Nisan 2018 tarihlerini kapsayan toplam 2.286 gözlem verisi	Bitcoin fiyatındaki negatif şoklardan, işlem hacmindeki negatif şoklara ve işlem hacmindeki pozitif şoklardan, fiyatlardaki pozitif şoklara doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca Bitcoin fiyatı ile hacmi arasındaki ilişkinin eş bütünleşik olduğu sonucuna ulaşılmıştır

Yapılan literatür taraması bir bütün olarak değerlendirildiğinde, Blockchain ekosistemi içerisinde şekillenmiş olan hesaplama araçlarına neredeyse hiç yer verilmediği görülmüştür. Bu nedenle bu çalışma, Blockchain ekosistemi içerisinde yer alan pek çok hesaplama yöntemi gösterge ve formüller ön testten geçirilerek SOPR ve PM verileri ile BAA verisi kullanılarak literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

#### 4. Materyal ve Metot

Araştırmanın analiz dönemi, 2012 Ocak – 2021 Aralık tarihlerini kapsayan 120 aylık veri setinden oluşmaktadır. Değişkenlerin bazılarının günlük verilerine ulaşamadığı kısıtı altında aylık veriler üzerinde analizler yapılmıştır. Çalışmada hem Blockchain ağına özgün veriler kullanılmış hem de küresel çapta sıklıkla başvurulan bazı verilere yer verilmiştir. Elde edilen Blockchain verileri, kendi alanında öncü olan “Glassnode ve CryptoQuant” veri sağlayıcılarının ücretli verilerinden elde edilmiştir. Analizde, her ayın son günü kapanış verileri kullanılarak 6 adet veri setine yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan lnBTCp bağımlı değişkeni; SOPR, PM, GT, BAA, lnDJIA bağımsız değişkenleri ifade etmektedir.

Modelde hem USD cinsinden Bitcoin fiyatının temsil eden BTCp ve bu verinin logaritması alınarak elde

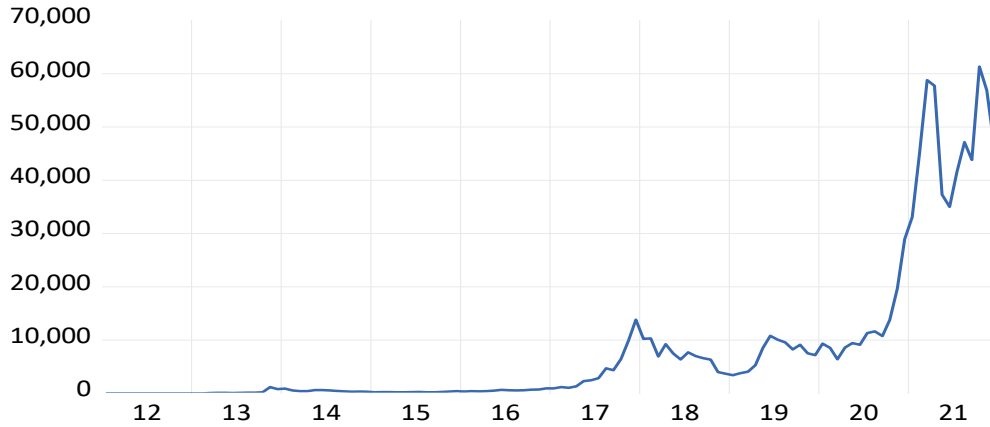
edile lnBTCp bağımlı değişkenine ait veriler hem de tüm bağımsız değişkenlere ait veriler, yukarıda belirtilen zaman dilimi kapsamında, 120 aylık veri seçilmiş olup her ayın kapanış fiyatlarından faydalanılmıştır. Veri setine ait kısaltmaları, açıklamaları ve değişken türü Tablo 2’de yer almaktadır.

**Tablo 2:** Kullanılan veri setlerine ait değişkenler ve kısaltmalar tablosu

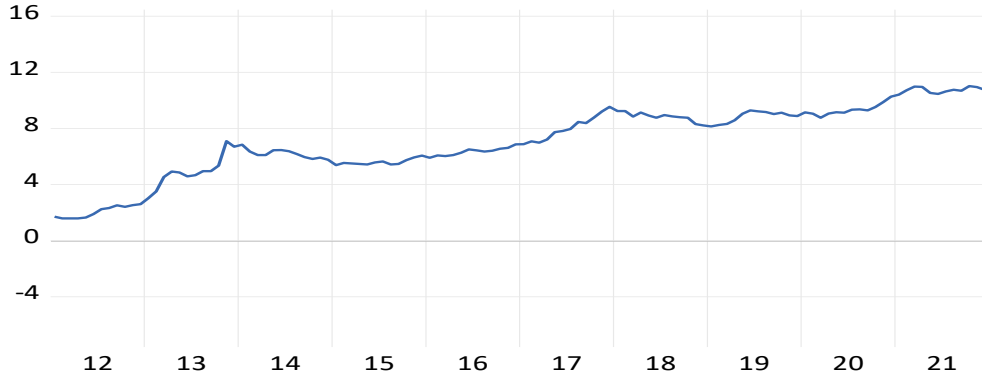
Değişkenin Sırası	Değişkenin Kısa adı	Değişkenin Tam adı	Değişkenin Türü	Değişkenin Kaynağı
1	lnBTCp	Bitcoin USD fiyatı (logaritmik)	Bağımlı Değişken	(Investing, 2007-2022)
2	SOPR	Harcanan Çıktı Kar Oranı (Spent Output Profit Ratio)	Bağımsız Değişken	(Cryptoquant, 2019-2022)
3	PM	Puell Multiple	Bağımsız Değişken	(Glassnode, 2019-2022)
4	GT	Google Trends	Bağımsız Değişken	(Trends, 2022)
5	BAA	Bitcoin Aktif Adres sayısı	Bağımsız Değişken	(Glassnode, 2022)
6	lnDJIA	Dow Jones Endüstri Borsası (logaritmik)	Bağımsız Değişken	(Finans, 1998-2022)

Dikey ekseninde USD cinsinden Bitcoin fiyatını, yatay ekseninde 2012 – 2021 yıllarını kapsayan zamanı gösteren 1 numaralı grafik incelendiğinde, 2017 yılının başına kadar Bitcoin fiyatının yataya yakın bir seyir izlediği, aynı yılın sonunda bir yükseliş gösterdiği ve asıl zirvesinin 2020 yılı sonu ile 2021 yılı içerisinde büyük çaplı yükseliş sergileyip 60 bin USD fiyatını geçerek elde ettiği gözlemlenmiştir

**Grafik 1:** 2012 Ocak-2021 Aralık Dönemlerini Kapsayan Aylık Bitcoin Fiyat (\$) Grafiği



Grafik 2, Bitcoin fiyatının 10 yıllık hareketini gösteren Grafik 1’de yer alan verilerin logaritması alınarak (lnBTCp) oluşturulmuştur. USD cinsinden Bitcoin fiyat hareketlerinin aşırı dalgalı yapısı, bu sayede daha yatay bir görünüm kazanmıştır.

**Grafik 2:** 2012 Ocak - 2021 Aralık Dönemlerine Ait Bitcoin Logaritmik Grafik

Bitcoin'in alış fiyatı ile satış fiyatı arasındaki değişimin ölçüsünü gösteren Grafik 3'te, yatay ekseninde 2012 – 2021 yıllarını kapsayan zaman dilimi, dikey ekseninde SOPR verisi yer almaktadır. 2012 yılının ilk çeyreğinde oldukça dalgalı bir seyir izleyen SOPR grafiği, daha sonraki dönemlerde 1 seviyesinde hareket etmiş ve daha stabil bir görünüm kazanmıştır.

**Grafik 3:** 2012 Ocak - 2021 Aralık Dönemlerini Kapsayan Aylık SOPR Verisi

Grafik 3'te yer alan SOPR değişkeni, bir Coin'in alış fiyatı ile satış fiyatı arasındaki değişimi ölçerek kâr ve zarar oranlarını vermektedir. UTXO (Türkçeye, "Harcanmamış İşlem Çıktısı" Blockchain üzerindeki işlemlerin başlangıç ve bitiş noktasını tespit etmeye yarayan veri) verisinden yararlanarak elde edilen SOPR verisinde, kâr ve zararın olmadığı değer eşiği 1 olarak kabul edilir. Herhangi bir Coin için, SOPR değeri 1'in üzerindeyken satış yapıldığında kârlı satış olduğu, 1'in altındaysa zararına satış yapıldığını göstermektedir (Shirakashi, 2022). SOPR indikatörü ayrıca Blockchain Piyasasını bir bütün olarak, düşüş eğiliminde mi yoksa yükseliş eğiliminde mi olduğunu göstermektedir.

SOPR için diğer bir ifade şekli Denklem 1'deki gibi gösterilebilir.

$$SOPR = \frac{\text{değer.fiyat}_{\text{harcanan}}[\text{USD}](\text{harcanan tüm çıktılar})}{\text{değer.fiyat}_{\text{elde etme}}[\text{USD}](\text{harcanan tüm çıktılar})}$$

(1)

En basit haliyle ifade etmek gerekirse, Bitcoin için SOPR hesaplama biçimini şu şekilde ifade edilebilir: SOPR, belirli bir zaman dilimindeki BTC Satış Fiyatı (USD) / belirli bir zaman dilimindeki BTC yaratma ya da satın alma maliyeti (USD) şeklinde ifade edilebilir. Başka bir deyişle gerçekleşen değer (USD),



çıktının yaratılmasındaki ya da satın alınmasındaki değere (USD) bölünmesi şeklindedir. Eğer satış fiyatı, çıktının üretim ya da satın alma maliyetinden yüksekse (SOPR > 1), kârlı bir satış işlemi yapıldığını, düşükse (SOPR <1) zararına satış yapıldığını ifade eder. SOPR, yalnızca dikkate alınan zaman ölçeğinde (günlük, saatlik vb.) hareket eden madeni paralar dikkate alınarak ve üretim ya da satın alma anındaki itibari değer ile harcandığı andaki itibari değer arasındaki oran alınarak ölçülür.

Blockchain madenci verilerini gösteren Grafik 4'ün dikey ekseninde PM verisi, yatay ekseninde 2012 – 2021 yıllarını kapsayan zaman dilimi yer almaktadır. Söz konusu zaman dilimi içerisinde PM verisinin dalgalı bir seyir izlediği gözlenmektedir.

**Grafik 4:** 2012 Ocak - 2021 Aralık Dönemleri Aylık Puell Multiple Verisi



İkinci bağımsız değişken, Blockchain strateji uzmanı David Puell tarafından geliştirilen PM indikatörü, bir Coin ihracının günlük USD değerinin 365 günlük hareketli ortalamasına bölünmesiyle hesaplanır. Blockchain madenci verilerini ölçen bu indikatör, bugünün toplam itibari para cinsinden madenci gelirini yıllık ortalamayla karşılaştırarak sunar (Puell, 2019).

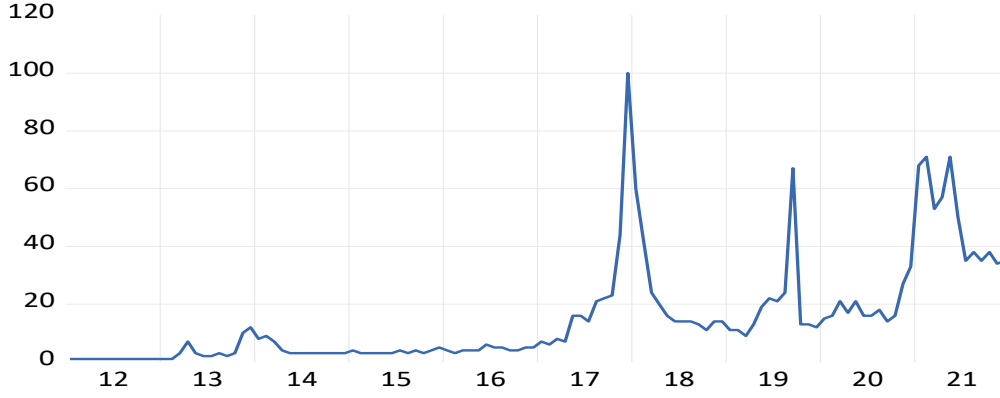
Basitçe anlatmak gerekirse Puell Multiple, günlük çıkarılan Bitcoin değerinin (USD) 365 günlük çıkarılma değerine bölünmesi olarak açıklanabilir ve Blockchain madencilerinin uzun vadeli yatırım ufkuyla ve planlama kararlarıyla uyumlu bir şekilde, beklenen temel geliri yansıtmak için 365 günlük bir ortalama seçilir.

Puell Multiple, bir Coin'in arz yönü ile ilgilidir ve hesaplama yöntemi Denklem 2'deki gibidir.

$$\text{Puell Multiple} = \frac{\text{Madencilik Geliri USD}}{365 \text{ günlük hareketli ortalama (Maden Geliri USD)}} \quad (2)$$

Puell Multiple indikatörü için genel olarak dip değer 0.4 tepe değer 4 olarak kabul edilmekle birlikte bu değerleri aşabilmektedir. Bitcoin açısından değerlendirildiğinde, Puell Multiple 0.4 değerine yaklaştığında, Bitcoin'in aşırı değersiz olduğu ve fiyatının yükseliş eğilimine gireceğini; 4 değerine yaklaştığında ise aşırı değerli olduğu ve Bitcoin fiyatının düşme eğilimine gireceği anlamını taşımaktadır.

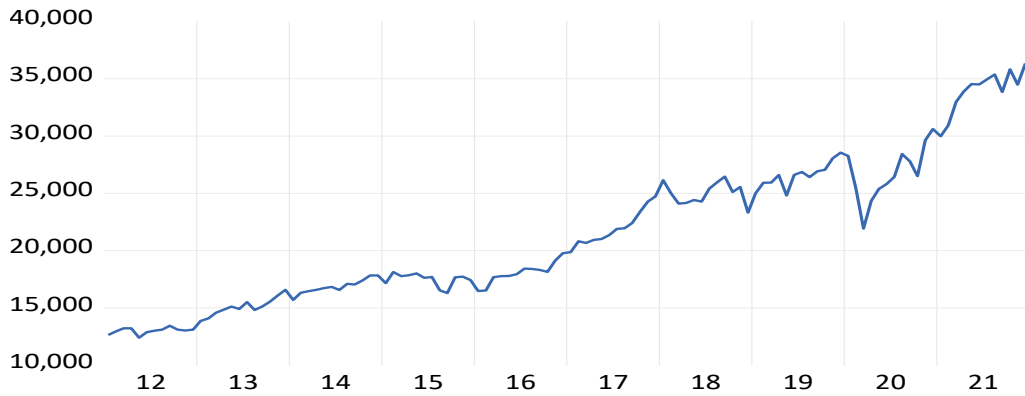
Google arama motoru üzerinden yapılan Bitcoin ile ilgi aramalarının oranını veren GT verisine ait Grafik 5'in dikey ekseninde GT verisi, yatay ekseninde 2012 – 2021 yıllarını kapsayan zaman dilimi yer almaktadır. Oransal olarak en yüksek seviyeye 2017 yılının sonunda ulaşıldığı, ayrıca 2019 yılı ile 2021 yılında oldukça yüksek bir orana ulaşıldığı gözlenmektedir.

**Grafik 5:** 2012 Ocak - 2021 Aralık Dönemlerini Kapsayan Aylık Google Trends Verisi

Bitcoin Aktif Adres sayısına ait veriyi sunan Grafik 6'da dikey ekseninde Aktif Adres sayısı, yatay ekseninde 2012 – 2021 yıllarını kapsayan zaman dilimi yer almaktadır. Ele alınan zaman dilimi içerisinde Aktif Adres verisinin dalgalı bir seyir izlemekle beraber yukarı yönlü bir trend çizdiği gözlenmektedir.

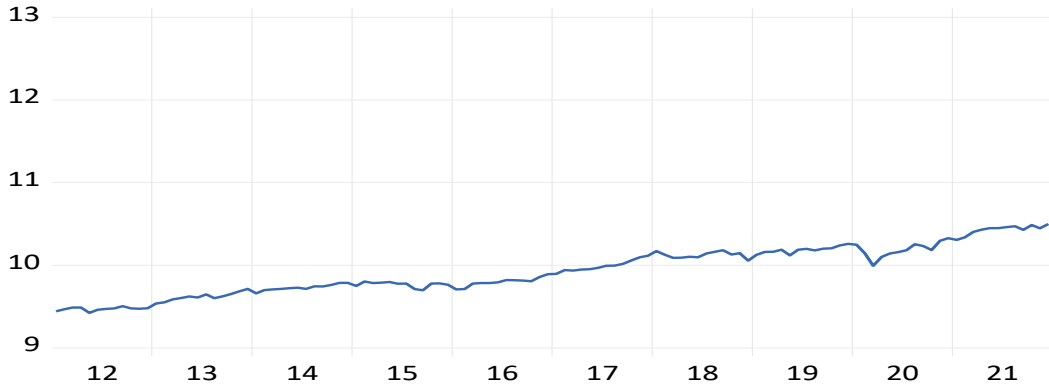
**Grafik 6:** 2012 Ocak - 2021 Aralık Dönemlerini Kapsayan Bitcoin Aktif Adres Verisi

Dikey ekseninde USD cinsinden DJIA fiyatını, yatay ekseninde 2012 – 2021 yıllarını kapsayan zaman dilimini gösteren Grafik 7 incelendiğinde, DJIA fiyatının dalgalı bir seyir izlemekle beraber yukarı yönlü bir trend çizdiği ve fiyatın yaklaşık 3 kat arttığı gözlenmektedir.

**Grafik 7:** 2012 Ocak - 2021 Aralık Dönemlerine Ait Dow Jones Endüstri Borsası Verisi

Grafik 8, USD cinsinden DJIA fiyatının 10 yıllık hareketini gösteren 7 numaralı grafiğin logaritması alınarak (lnDJIA) oluşturulmuştur. DJIA fiyat hareketlerinin dalgalı yapısı, bu sayede daha yatay bir görünüm kazanmıştır.

**Grafik 8:** 2012 Ocak - 2021 Aralık Dönemi Dow Jones Endüstri Borsası Logaritmik Verisi



## 5. Çalışmanın Modeli ve Analiz Yöntemi

### 5.1. Çalışmanın Modeli

Bağımlı değişken Bitcoin fiyatı ile bağımsız değişkenler SOPR, PM, GT, BAA ve lnDJIA arasındaki ilişki analiz edilirken önce ADF, PP ve Zivot Andrews birim kök testleri uygulanmış sonra ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri ile ilişki analiz edilmiştir. Literatürde yapılan önceki araştırmalara dayanarak ve araştırmanın amacına uygun olarak kullanılan modele dayalı şu hipotezler kurulmuştur:

H1: Harcanan Çıktı Kâr Oranı (SOPR) değişkeni, Bitcoin fiyatından hem etkilenir hem de Bitcoin fiyatını etkiler.

H2: Madenci Kârlılığı (PM) değişkeni Bitcoin fiyatını etkiler.

H3: Bitcoin Aktif Adres Sayısı (BAA) değişkeni Bitcoin fiyatını pozitif etkiler.

H4: Google Trenler (GT) değişkeni ile Bitcoin fiyatı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

H5: Dow Jones Endüstri Borsası Endeksi (lnDJIA), Bitcoin fiyat hareketliliğini pozitif etkilemektedir.

Çalışmanın hipotezleri ve değişkenleri dikkate alınarak Denklem 3'teki model oluşturulmuştur.

$$\ln BTCp_t = \beta_0 + \beta_1 SOPR_t + \beta_2 PM_t + \beta_3 GT_t + \beta_4 BAA_t + \beta_5 \ln DJIA_t + u_i \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Seçilen çok değişkenli modelde birden fazla bağımsız değişken (SOPR, PM, GT, BAA, lnDJIA) bulunmaktadır.  $i$  ise 1'den  $n$ 'ye kadar olan gözlemleri ifade etmektedir. Çalışmada sadece tek bir bağımlı değişken (lnBTCp) yer almaktadır.

## 5.2. Çalışmanın Analiz Yöntemi

En az iki değişken arasında uzun dönem ilişkilerin varlığı araştırılırken sıklıkla Angle-Granger (1987) ve Johansen (1988) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testlerinde, serilerin düzeyde durağan olmaları ve aynı düzeyde farkları alındığında durağan hale gelmeleri gerekmektedir. Diğer bir deyişle değişkenlerin aynı dereceden bütünleşmeye sahip olmaları gerekmektedir.

Değişkenlerin bütünleşme derecelerinin aynı olması kısıtını ortadan kaldırmak amacıyla ARDL sınır testi geliştirilmiş ve böylece uzun dönem ilişkilerin varlığı daha farklı bir yöntemle test edilmiştir. Modelde kullanılan değişkenlerin durağanlık derecelerini belirlemeye gerek kalmadan, yani modelin değişkenlerinin I(1) veya I(0) olmasının tespitine ihtiyaç duyulmadan sınır testi uygulanabilmektedir. Ancak modelde kullanılan değişkenlerin kritik değerlerinin I(2) olma ihtimali göz ardı edilmemelidir (Pesaran vd. 2001).

Bu yöntemde ilk olarak değişkenler arasındaki uzun dönemde bir eş bütünleşme ilişkisinin olup olmadığını tespit edilmesi gerekir. Bu nedenle Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli (UECM) kurulmalı ve maksimum gecikme uzunluğu belirlenerek tahmin edilmelidir. Çalışmanın değişkenlerine göre kurulan UECM, Denklem 4’de verilmiştir.

$$\begin{aligned} \Delta \ln BTCp_t = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_{1,i} \Delta \ln BTCp_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2,i} \Delta SOPR_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{3,i} \Delta PM_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^n \alpha_{4,i} \Delta GT_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{5,i} \Delta BAA_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{6,i} \Delta \ln DJIA_{t-i} + \beta_1 \ln BTCp_{t-1} + \\ & \beta_2 SOPR_{t-1} + \beta_3 PM_{t-1} + \beta_4 GT_{t-1} + \beta_5 BAA_{t-1} + \beta_6 \ln DJIA_{t-1} + \epsilon_t \end{aligned} \quad (4)$$

Modelde  $\beta_0$ , otonom sabit parametreyi;  $\Delta$  fark operatörü,  $t$ , zamanı değişkeni;  $\epsilon_t$ , hata terimini göstermektedir.  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_4, \alpha_5$  ve  $\alpha_6$  kısa dönem ilişkisini,  $\beta_1, \beta_2, \beta_4, \beta_5$  ve  $\beta_6$  ise uzun dönem ilişkisini vermektedir. Kısa ve uzun dönem ilişkisini daha açık görmek için ayrı ayrı denklemlerle gösterilebilir. Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini tespit etmek için Pesaran tarafından önerilen sınır testi yapılır (Pesaran vd. 2001). Bu test F testine dayalı olarak yapılmaktadır. Denklem 4’deki değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisini test etmek amacıyla oluşturulan trendsiz modelin sıfır hipotezi ve alternatif hipotez, sırasıyla:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0,$$

$$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq \beta_6 \neq 0$$

şeklinde ve eşbütünleşme olması durumunda sıfır hipotezi kabul edilmez.

Hesaplanan test istatistik değeri kritik değerden daha büyük bir değere sahipse, uzun dönem ilişkinin olmadığını varsayan temel hipotez reddedilir. Test istatistik değeri, alt kritik değerden daha küçük bir değere sahipse, uzun dönem ilişkinin olmadığını varsayan temel hipotez kabul edilir. Ayrıca test istatistik değerleri alt ve üst kritik değerler arasındaysa, değerlerin durağanlık özelliklerine sahip olması aranır.

Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkisi çalışmanın değişkenleri göz önünde bulundurarak Denklem 5 aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$\begin{aligned} \ln BTCp_t = & \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1,i} \ln BTCp_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_{2,i} SOPR_{t-i} + \sum_{i=0}^v \beta_{3,i} PM_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^w \beta_{4,i} GT_{t-i} + \sum_{i=0}^y \beta_{5,i} BAA_{t-i} + \sum_{i=0}^z \beta_{6,i} \ln DJIA_{t-i} + \epsilon_t \end{aligned} \quad (5)$$

Değişkenler arasındaki en uygun ve iyi ilişkiyi veren modeli bulmak için  $p, q, v, w, y$  ve  $z=1, 2, \dots, m$  ve  $i=1, 2, \dots, k$ ’nın bütün muhtemel değerleri için EKK tahminleri yapılır. Burada  $m$  maksimum gecikme uzunluğunu  $k$  bağımsız değişken sayısını vermektedir.

Kısa dönem analizi, Denklem 6 ile tahmin edilir.

$$\Delta \ln BTCP_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_{1,i} \Delta \ln BTCP_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2,i} \Delta SOPR_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{3,i} \Delta PM_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{4,i} \Delta GT_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{5,i} \Delta BAA_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{6,i} \Delta \ln DJIA_{t-i} + \epsilon_t \quad (6)$$

Entegre ve koentegre süreçlerini barındıran Vektör Otoregresyon (VAR) modeline dayalı çıkarımlar yapabilen Toda-Yamamoto testi (1995), bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisinin varlığını ve yönünü belirlemek amacıyla oluşturulmuş, Granger nedensellik testinin gelişmiş bir versiyonudur. Granger nedensellik testinde verilerin analiz edilebilmesi için gerekli olan durağanlık şartı, bu testte bir zorunluluk olmaktan çıkmıştır. Diğer bir deyişle, değişkenlerin kaçınıcı dereceden eşbütünleşik oldukları önemsizdir ve değişkenler analize, seviye değerleri ile dahil edilmektedir (Toda ve Yamamoto, 1995). Bu test üç adımla uygulanmaktadır. Birinci adımda Akaike (AIC), Schwarz (SC) ve Hannan – Quinn (HQ) gibi bilgi kriterlerinden yararlanılarak uygun gecikme uzunluğu (p) tespit edilir. İkinci adımda maksimum bütünleşme derecesi (dmax) bulunur. Son adımda ise en uygun gecikme uzunluğuna maksimum bütünleşme derecesi eklenerek VAR (p+dmax) modeli tahmin edilir.

Testin temel hipotezleri

$$H_0 = \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_p = 0$$

H1 = En az bir değer 0'dan farklıdır.

$$H_0 = \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_p = 0$$

H1 = En az bir değer 0'dan farklıdır.

Her iki hipotez için katsayının birlikte sıfırdan farklı bir değer alması durumunda, iki değişken arasında iki yönlü bir Granger nedenselliğinden bahsedilebilir.

## 6. Araştırma Bulguları

### 6.1. Birim Kök Testi Sonuçları

Yapılan çalışmada değişkenlerin durağanlık seviyesini tespit edebilmek için ADF ve PP birim kök testleri uygulanmış, son olarak da yapısal kırılmayı dikkate alan Zivot-Andrews testine yer verilmiştir. Test sonuçlarına göre sabitli model seçilmiştir.

Tablo 3'te yer alan ADF birim kök testinin %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerine seviye değerleri açısından bakıldığında, SOPR, PM ve GT değerlerinin, sabitli model modelde durağan olduğu tespit edilmiştir.  $\ln BTCP$ , BAA ve  $\ln DJIA$  değişkenleri sabitli model için durağan dışı olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan  $\ln BTCP$ , BAA ve  $\ln DJIA$  değişkenlerinin sabitli modelde birinci farkı alındığında bu değişkenlerin %1 düzeyinde durağanlaştığı sunucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

	Seviye Değeri						
	$\ln BTCP$	SOPR	PM	GT	BAA	$\ln DJIA$	
Sabitli	t-Statistic	-1.627	-8.132***	-5.019***	-3.158**	-1.135	0.008
	Prob.	0.466	0.000	0.000	0.025	0.700	0.957



<b>Sabitli &amp; Trendli</b>	t-Statistic	-2.333	-8.133***	-5.119***	-4.630***	-5.686***	-3.345*
	Prob.	0.413	0.000	0.000	0.002	0.000	0.064
<b>1. Fark</b>							
		<b>d(lnBTCp)</b>	<b>d(SOPR)</b>	<b>d(PM)</b>	<b>d(GT)</b>	<b>d(BAA)</b>	<b>d(lnDJIA)</b>
<b>Sabitli</b>	t-Statistic	-9.226***	-	-	-	-29.167***	-12.810***
	Prob.	0.000	-	-	-	0.000	0.000
<b>Sabitli &amp; Trendli</b>	t-Statistic	-9.241***	-	-	-	-28.791***	-12.928***
	Prob.	0.000	-	-	-	0.000	0.000

Not: (\*), (\*\*) ve (\*\*\*) sırasıyla %10, %5 ve %1 oranında anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 4'te yer alan PP birim kök testinin sonuçlarına bakıldığında ADF testiyle benzer sonuçlar verildiği görülmektedir. Buna göre SOPR, PM ve GT değerlerinin, sabitli model modelde düzeyde durağan olduğu buna karşın lnBTCp, BAA ve lnDJIA değişkenlerinin birinci farkı alındığında durağanlaştığı sunucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 4:** PP Birim Kök Testi Sonuçları

	<b>Seviye Değeri</b>						
		<b>lnBTCp</b>	<b>SOPR</b>	<b>PM</b>	<b>GT</b>	<b>BAA</b>	<b>lnDJIA</b>
<b>Sabitli</b>	t-Statistic	-1.665	-4.849***	-5.019***	-3.312**	-0.830	-0.382
	Prob.	0.446	0.000	0.000	0.017	0.806	0.908
<b>Sabitli &amp; Trendli</b>	t-Statistic	-2.220	-4.857***	-5.119***	-4.610***	-2.880	-3.366*
	Prob.	0.474	0.001	0.000	0.002	0.173	0.061
<b>1. Fark</b>							
		<b>d(lnBTCp)</b>	<b>d(SOPR)</b>	<b>d(PM)</b>	<b>d(GT)</b>	<b>d(BAA)</b>	<b>d(lnDJIA)</b>
<b>Sabitli</b>	t-Statistic	-9.215***	-	-	-	-12.826***	-11.952***
	Prob.	0.000	-	-	-	0.000	0.000
<b>Sabitli &amp; Trendli</b>	t-Statistic	-9.262***	-	-	-	-12.766***	-11.914***
	Prob.	0.000	-	-	-	0.000	0.000

Not: (\*), (\*\*) ve (\*\*\*) sırasıyla %10, %5 ve %1 oranında anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Model için yapılan ADF ve PP birim kök testleri göz önünde bulundurulduğunda, SOPR, PM ve GT verileri düzeyde durağan olduğu için bu verilerin tekrardan Zivot-Andrews birim kök testine tabi tutulmamıştır. Tablo 3 ve Tablo 4'te tüm model yapıları ele alınmışsa da bu aşamada lnBTCp, BAA ve lnDJIA verileri, belirlenen model yapısına uygun olduğu için sadece A - Modeli (Sabit, yapısal kırılma olmayan birim köklü seri) ile ilgili değerler incelenmiştir Tablo 8'de ve değerlendirilmiştir.

lnBTCp, BAA ve lnDJIA değişkenlerine ait testin istatistik değerlerini veren Tablo 5 incelendiğinde, her üç değişkene ait t-istatistik değerinin kritik değerlerden büyük olduğunu göstererek H0 temel hipotezini reddetmemektedir. Diğer bir deyişle bu test, bu üç değişkene ait serinin durağan dışı olduğunu I(1), ADF ve PP testlerinin seviye değerleri için elde edilen sonuçları teyit ettiğini göstermektedir. Öte yandan bu durağan dışılığın sebebinin bir kırılma olmadığı, her üç veri seti için de tespit edilmiştir.

**Tablo 5:** Zivot-Andrews Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Model Yapısı	t-İstatistiği	Olasılık Değeri	Gecikme Değeri	Kırılma Tarihi	Sonuç
lnBTCp	A - Modeli (Sabit)	-2.907	0.302	1	2018-04	I(1)
	C - Modeli (Sabit+Trend)	-3.656	0.012	1	2014-01	I(1)
BAA	A - Modeli (Sabit)	-4.429	0.000	4	2018-02	I(1)
	C - Modeli (Sabit+Trend)	-4.359	0.000	4	2018-02	I(1)
lnDJIA	A - Modeli (Sabit)	-3.919	0.068	0	2015-05	I(1)
	C - Modeli (Sabit+Trend)	-4.954	0.003	0	2020-01	I(1)

**Not:** Çalışma, sabitli model üzerine kurulmuş ancak tüm model yapıları bir fikir vermesi açısından tabloya dahil edilmiştir. Test istatistiğine ait kritik değerler Zivot-Andrews (1992) testinden elde edilmiştir. Zivot ve Andrews testinin kukla değişkenlerine ait %1, %5 ve %10 seviyelerindeki kritik değerler sırasıyla: A-Modeli (Sabit) için -5.34, -4.93 ve -4.58; C-Modeli (Sabit+Trend) için -5.57, -5.08 ve -4.82'dir.

## 6.2. ARDL Test İstatistikleri

Tablo 6'da değişkenler arasında uzun dönemde ilişki olup olmadığının tespitini vermektir. Elde edilen F istatistik değeri, alt ve üst sınır değerlerden büyük olması durumunda değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin varlığından söz edilebilir. Bulunan F istatistiği (14.205), %1 önem seviyesindeki kritik değerlerden (3) daha büyük olduğundan lnBTCp bağımlı değişken verisi ile SOPR, PM, GT, BAA, lnDJIA bağımsız değişken verileri arasında, uzun dönemli eşbütünlük olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 6:** F İstatistiği ve Kritik Değerler

Model	k	m	F İstatistiği	Önem Düzeyi	Alt Sınır	Üst Sınır
ARDL (3,0,3,0,0,0)	5	4	14.205	1%	2.08	3
				5%	2.39	3.38
				10%	3.06	4.15

**Not:** k açıklayıcı değişken sayısını; m maksimum gecikme uzunluğunu, %1, %5 ve %10 önem seviyelerini ifade etmektedir. Ayrıca Akaike Bilgi Kriteri kullanılarak ARDL (3,0,3,0,0,0) modeli oluşturulmuştur.

Tablo 7'deki veriler ışığında, Breusch-Godfrey Seri Korelasyon LM Test istatistiklerine göre modelde otokorelasyon sorunun olmadığı, Jarque-Bera testinin olasılık değerlerinin normallik varsayımı sağladığını, Breusch-Pagan-Godfrey test istatistiğine göre değişken varyans sorunu taşımadığı sonucuna

ulaşmıştır. Modelin fonksiyonel yapısının belirlenip belirlenmediğinin tespiti için kullanılan Ramsey RESET Test istatistiğine göre, model kurma hatası bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

**Tablo 7:** Modelin Tanısal Test Sonuçları

Testin Adı	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Seri Korelasyon LM Test (Breusch-Godfrey)	1.624	0.443
Normallik Varsayımı (Jarque-Bera)	4.535	0.103
Değişen Varyans Testi (Breusch-Pagan-Godfrey)	6.505	0.837
Ramsey RESET Test	2.386	0.146

Tablo 8’de modelin hata teriminin (ECM(-1)) değeri, uzun dönemde Bitcoin fiyatlarında ortaya çıkan hataların bağımsız değişkenler yardımıyla düzeltildiğini göstermektedir. ECM(-1)’in katsayı değeri 1’den küçük, işareti negatif ve anlamlıdır. Bu değer göz önünde bulundurulduğunda, uzun dönemde meydana gelen bir sapma durumunda, sonraki her bir dönem için sapma giderilerek, yaklaşık olarak %6 oranında tekrar birbirine yaklaşmaktadır.

**Tablo 8:** ARDL Modeli

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t- İstatistiği	Olasılık Değeri
<b>lnBTCp(-1)</b>	0.747	0.088	8.518	0.000
<b>lnBTCp(-2)</b>	-0.091	0.113	-0.802	0.424
<b>lnBTCp(-3)</b>	0.279	0.081	3.438	0.001
<b>SOPR</b>	5.191	0.953	5.447	0.000
<b>PM</b>	0.232	0.015	15.662	0.000
<b>PM(-1)</b>	-0.073	0.028	-2.644	0.009
<b>PM(-2)</b>	0.044	0.028	1.572	0.119
<b>PM(-3)</b>	-0.095	0.020	-4.842	0.000
<b>GT</b>	0.000	0.001	-0.083	0.934
<b>BAA</b>	0.000	0.000	2.174	0.032
<b>lnDJIA</b>	0.276	0.183	1.503	0.136

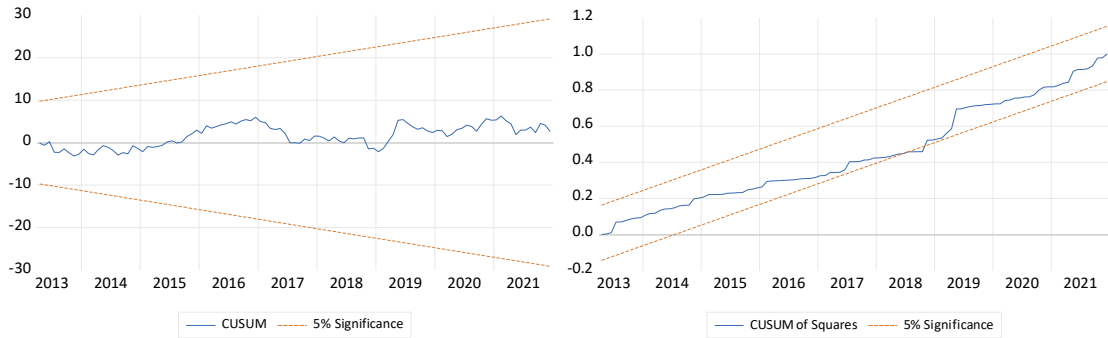
C	-7.646	1.899	-4.025	0.000
ECM (-1)	-0.064	0.006	-10.253	0.000
R-kare	0.998	Olasılık (F-ist.)	0.000	
Düzeltilmiş R-kare	0.997	Durbin-Watson ist.	2.073	
F-istatistiği	4114.758	S.E. Regresyonu	0.119	

Not: Akaike bilgi kriteri kullanılmış, sabitli ve 4 gecikmeli ARDL (3,0,3,0,0) modeli seçilmiştir.

CUSUM ve CUSUM-Q testleri, modelde yapısal kırılmanın olup olmadığını test etmektedir. Modelde yapısal bir kırılma bulunmuyorsa modele ait katsayılar, CUSUM ve CUSUM-Q grafiklerine ait kırmızı çizgilerin, yani katsayıların kararlılığını gösteren %95'lik kritik sınırın içinde kalır, aksi durumda bu testler, hangi zaman aralığında yapılsam kırılma olduğunu grafiksel olarak göstermektedir.

Grafik 9'da sol tarafta yer alan CUSUM testi incelendiğinde, modelde herhangi bir yapısal kırılma olmadığı görülmektedir. Sağ tarafta yer alan CUSUM-Q testi incelendiğinde, testte 2018 Haziran ve 2018 Kasım aylarını kapsayan 6 aylık dönemde yapısal kırılmaya rastlanmıştır. Bundan ötürü söz konusu 6 aylık dönem için modele kukla değişken eklenip kısa ve uzun dönem testler uygulanarak sonraki aşamada model tekrar tahmin edilip değerlendirilmiştir.

**Grafik 9: CUSUM ve CUSUM-Q Test Grafikleri**



Tespit edilen yapısal kırılma nedeniyle oluşturulan kukla değişkenli ARDL yönteminin tüm aşamaları uygulanarak model yeniden tahmin edilmiştir. Önce kısa dönem, sonra uzun dönem sonuçları sunulmuştur.

Kukla değişken eklenerek tahmin edilen ve Tablo 9'da sunulan modelin sonuçları incelendiğinde, modele ait hata düzeltme teriminin (ECM(-1)) 1'den küçük olduğu, işaretinin negatif ve olasılık değerinin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu istatistiğe ait değerler açısından bakıldığında, Bitcoin fiyatında kısa dönemde meydana gelecek bir sapma, bir sonraki dönemde %6.4'lük kısmı giderilerek uzun dönemde dengesine ulaşabileceği ifade edilebilir. Bu terime bakıldığında oluşan modelin anlamlı olduğu ve çalıştığı anlamına gelmektedir.

Çalışmada kullanılan bağımlı değişken olan Bitcoin fiyatı ile bağımsız değişkenlerden olan DJIA verileri çarpık olma eğilimi taşıdıkları bilinmektedir. Hem çarpıklığı hem olası değişen varyansı gidermek için bu değişkenler doğal logaritmalı olarak modele dahil edilmiştir. Bu nedenle bağımlı değişken olan lnBTCp logaritmalı, lnDJIA bağımsız değişkeni logaritmalı ve diğer bağımsız değişkenler (PM, GT, BAA) logaritmasızdır. Modelin kısa ve uzun dönem katsayıları Gujarati, (2006) tarafından önerilen biçimde

yorumlanacaktır. Bu bağlamda bağımlı değişken logaritmali, bağımsız değişken logaritmasız ise yarı esnekliğe göre yorum yapılacaktır. Eğer bağımlı değişken logaritmali, bağımsız değişken de logaritmali ise bu durumda da esnekliğe göre yorum yapılması gerekmektedir.

Buna göre kısa dönemde lnBTCp değişkeninin bir ve üç dönem önceki değerleri %1 düzeyinde anlamlı olduğu, iki dönem önceki değerinin anlamsız olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle Bitcoin fiyatı kendisinin bir ve üç dönem önceki değerlerinden anlamlı olarak pozitif olarak etkilenmektedir. SOPR değişkeninin cari dönem değerinin %1 düzeyinde anlamlı olduğu; PM değerinin cari dönem değeri ile bir ve üç dönem önceki değerleri %1 düzeyinde anlamlı olduğu ve iki dönem önceki değerin anlamsız olduğu tespit edilmiştir. BAA değişkenini ise cari dönem değerinin %10 seviyesinde anlamlıdır. Kısa dönem bulgularına göre lnBTCp; SOPR, PM ve BAA'nın cari dönem değerleri ile aynı yönlü anlamlı ilişki içinde iken, lnDJIA, GT ve KD ile anlamlı değildir. SOPR bağımsız değişkeninin cari döneminde meydana gelen bir puanlık bir değişmeye karşılık Bitcoin fiyatında %5.234 bir değişme meydana gelir. PM değişkeninin cari döneminde meydana gelen bir puanlık bir değişmeye karşılık Bitcoin fiyatında %0.231 bir değişme meydana gelir. BAA değişkeninde cari döneminde meydana gelen bir birimlik bir değişmeye karşılık Bitcoin fiyatında %0.0000002'lik bir değişme meydana gelir. lnDJIA değişkeninin cari döneminde meydana gelen %1'lik bir değişme Bitcoin fiyatında %0.288'lik bir değişmeye yol açar. Ayrıca lnDJIA, GT değişkenleri ile kukla değişkene (KD) ait olasılık değerinin kısa dönem katsayıları tüm önem düzeylerinde anlamsız olduğu sonucuna varılmıştır.

**Tablo 9:** Kısa Dönem Kukla Değişkenli ARDL Modeli

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t- İstatistiği	Olasılık Değeri
lnBTCp(-1)	0.743	0.088	8.491	0.000
lnBTCp(-2)	-0.080	0.113	-0.708	0.480
lnBTCp(-3)	0.276	0.081	3.402	0.001
SOPR	5.234	0.951	5.505	0.000
PM	0.231	0.015	15.671	0.000
PM(-1)	-0.072	0.028	-2.612	0.010
PM(-2)	0.042	0.028	1.493	0.138
PM(-3)	-0.096	0.020	-4.897	0.000
GT	0.000	0.001	-0.197	0.844
BAA	0.000	0.000	1.903	0.060
lnDJIA	0.288	0.183	1.574	0.119
KD	-0.068	0.053	-1.275	0.205
C	-7.816	1.898	-4.117	0.000
ECM (-1)	-0.061	0.006	-10.317	0.000



<b>R-kare</b>	0.998	Olasılık (F-ist.)	0.000
<b>Düzeltilmiş R-kare</b>	0.997	Durbin-Watson ist.	2.070
<b>F-istatistiği</b>	3794.457	S.E. Regresyonu	0.119

Not: Akaike bilgi kriteri kullanılarak sabitli ve 4 gecikmeli, kukla değişkenli ARDL (3,0,3,0,0,0) modeli seçilmiştir.

Tablo 10'daki uzun dönem bulgularına göre lnBTCp; SOPR, PM, BAA ve lnDJIA'nın değerleri ile aynı yönlü anlamlı ilişki içinde iken, GT ile anlamlı değildir.

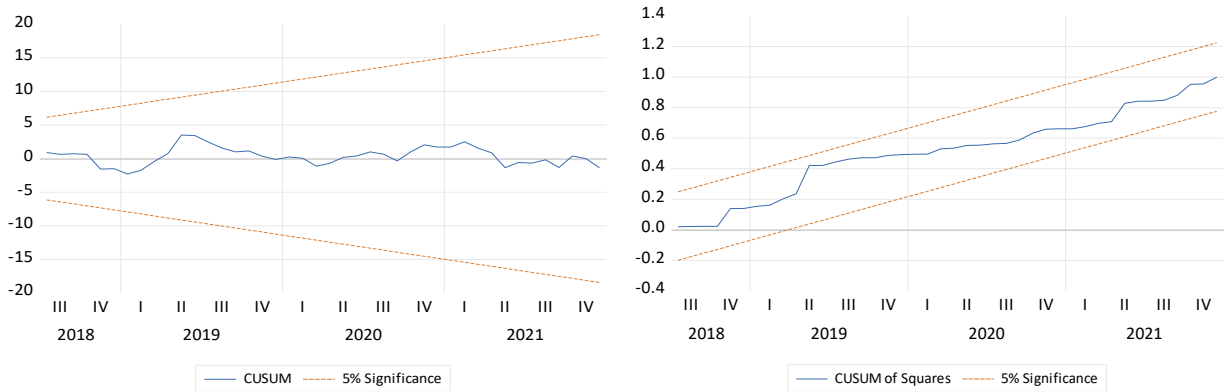
Uzun Dönem modelinde elde edilen katsayı değerleri ile olasılık değerleri göz önünde bulundurulduğunda; uzun dönemde SOPR değişkeninde meydana gelen bir puanlık bir artış, Bitcoin fiyatını %85.292 arttırmaktadır. PM değişkeninde meydana gelen bir birimlik bir artış, Bitcoin fiyatını %1.704 arttırmaktadır. BAA değişkeninde meydana gelen bir birimlik bir artış, Bitcoin fiyatını %0.000003 arttırmaktadır. Ayrıca lnDJIA değerinde meydana gelen %1'lik bir artış, lnBTCp'yi %4.698 arttırmaktadır. Kukla değişkenli model ile yapısal kırılmayı içeren modelin kısa ve uzun dönem sonuçlarına bakıldığında, model katsayı işaretleri ve büyüklükleri benzer bulunmuştur. Model ve analiz yönteminde kurulan hipotezler (GT değişkeni hariç) doğrulanmıştır.

**Tablo 10: Uzun Dönem Kukla Değişkenli ARDL Modeli**

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t- İstatistiği	Olasılık Değeri
<b>SOPR</b>	85.292	35.253	2.419	0.017
<b>PM</b>	1.704	0.513	3.321	0.001
<b>GT</b>	-0.003	0.017	-0.200	0.842
<b>BAA</b>	0.000	0.000	1.928	0.057
<b>lnDJIA</b>	4.698	1.911	2.459	0.016
<b>C</b>	-127.369	33.796	-3.769	0.000

Tahmin edilen yeni modelde için CUSUM ve CUSUM-Q Test Grafikleri Grafik 10'da verilmektedir. Her iki teste bakıldığında herhangi bir yapısal kırılma olmadığı görülmektedir.

**Grafik 10: Kukla Değişkenli CUSUM ve CUSUM-Q Test Grafikleri**



### 6.3. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Tablo 11’de Toda-Yamamoto Nedensellik Testi sonuçları verilmektedir. Buna göre lnBTCp ve SOPR değişkenleri arasında %1 önem düzeyinde çift yönlü, lnBTCp ve BAA değişkenleri arasında %5 düzeyinde tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Diğer değişkenler arasında (lnBTCp ve PM, PM ve BTCp; BTCp ve GT, GT ve BTCp; BAA ve BTCp; BTCp ve DJIA, DJIA ve BTCp) anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

**Tablo 11:** Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Göstergeler	Gecikme Değeri	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Nedensellik İlişkisi
BTCp→SOPR	2	9.678	0.008	Var
SOPR→BTCp	2	10.399	0.005	Var
BTCp→PM	2	0.390	0.823	Yok
PM→BTCp	2	1.565	0.457	Yok
BTCp→GT	2	1.059	0.589	Yok
GT→BTCp	2	0.177	0.915	Yok
BTCp→BAA	2	6.393	0.041	Var
BAA→BTCp	2	0.233	0.889	Yok
BTCp→DJIA	2	4.274	0.118	Yok
DJIA→BTCp	2	0.660	0.718	Yok

### 7. Tartışma ve Sonuç

Teknolojik gelişmeler ve finansal yeniliklerle birlikte “Kripto Para Birimleri” yeni bir enstrüman olarak karşımıza çıkmaktadır. Kripto Para birimleri arasında en çok kullanılanı Bitcoin’dir. Çalışmada Bitcoin fiyatı ile blockchain ağına özgü bir hesaplama yöntemi sunan Harcanan Çıktı Kar Oranı, Blockchain madencilerinin gelirini yansıtan Puell Multiple indikatörü, Google Trends, Bitcoin Aktif Adres sayısı ve Dow Jones Endüstri Borsası arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Tüm değişkenler için 2012 Ocak – 2021 Aralık dönemini kapsayan 10 yıllık bir zaman aralığı seçilmiş ve her ayın son günü kapanış verileri ele alınmıştır. Böylece her bir değişken için 120 adet veri kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler ile Bitcoin fiyatı arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişki ARDL sınır testiyle analiz edilmiştir. Kısa dönem bulguları incelendiğinde lnBTCp’nin SOPR, PM ve BAA’nın cari dönem değerleri ile pozitif yönlü anlamlı bir ilişki içinde iken, lnDJIA ve GT ile anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Uzun dönemde, SOPR, PM, BAA ve lnDJIA anlamlı ve pozitif yönde lnBTCp’yi etkilemektedir. Ancak GT ile Bitcoin fiyatı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Son olarak, lnBTCp ve SOPR değişkenleri arasında %1 önem düzeyinde çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Öte yandan lnBTCp ve BAA değişkenleri arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunmu, diğer değişkenler arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisinin tespit edilememiştir.

Çalışmanın analiz sonuçlarının literatürdeki diğer çalışmalarla kıyaslamak gerekmektedir. Bitcoin fiyatı ile SOPR, PM ve BAA arasındaki ilişkiye yönelik bir çalışma literatürde rastlanılmamıştır. Bundan dolayı bu değişkenlerin bulguları ile literatürdeki diğer çalışmalar arasında doğrudan bir kıyaslama imkânı bulunmamaktadır.

Bitcoin ile Google aramaları arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalar incelendiğinde: Samirkas (2020), uyguladığı Toda-Yamamoto testi sonuçlarına göre, Bitcoin Fiyatı ile Google Aramaları arasında tek yönlü

bir nedensellik ilişkisi olduğu, bu ilişkinin Bitcoin fiyatının Google aramalarına doğru yüksek pozitif korelasyon taşıdığı sonucuna ulaşmıştır. Yıldırım (2020), Bitcoin fiyatı ile "Bitcoin" kelimesinin Google Trends üzerinden aranma sayısı arasındaki ilişki, ARDL testi ile sınanmış, iki değişken arasında eş bütünleşmenin varlığı kanıtlanmış ve ilişkini yönü pozitif olduğu bulunmuş, Granger Testine göre Bitcoin Google arama sayısı ile Bitcoin fiyatı arasında tek yönlü bir ilişkinin varlığına ulaşılmıştır. Philippasa vd. (2019) çalışmalarında, Bitcoin fiyatının Google Trends ve Twitter verileri ile hareket edip etmediğini, Granger nedensellik yaklaşımı ile irdelemiştir. Elde ettikleri bulgular, Bitcoin fiyatlarının kısmen sosyal ağlarda, medyanın dikkatine yönelik bir ivme tarafından yönlendirildiğini ve yatırımcıların duygusal bir iştahla hareket ettiklerini göstermiştir. Benzer biçimde Mittal vd. (2019) çalışmalarında, Bitcoin fiyatı ile Twitter ve Google arama modelleri arasındaki korelasyonu incelemiş, Doğrusal Regresyon, Polinom Regresyon, Tekrarlayan Sinir Ağı ve Uzun Kısa Süreli Bellek temelli analiz sonucunda, Google Trendler ve Tweet verilerinin Bitcoin fiyatı ile ilgili önemli ölçüde bir korelasyona sahip olduğu ve tweetlerin ifade ettiğini duygularla önemli bir ilişkinin olmadığına ulaşılmıştır. Literatürdeki bu çalışmaların aksine yapılan ARDL testinin analiz bulguları, Bitcoin fiyatı ile Google Trends değişkeni arasındaki hem kısa ve uzun dönem anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Benzer biçimde ilgili değişkenler arasında Toda-Yamamoto test sonuçlarına göre yukarıdaki çalışmaların aksine, anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu farklılığın nedeni olarak ele alınan verinin sıklığının (dakikalık veri gibi) ve döneminin farklılık göstermesi olduğu düşünülmektedir.

Google Trends ve sosyal medya verileriyle benzerlik gösteren ve Blockchain ağ kayıtlarından elde edilen diğer bir bağımsız değişken olan BAA'nın, ARDL test sonuçlarına göre hem kısa dönem hem de uzun dönem katsayı değerlerinin pozitif ve anlamlı olduğunu, Bitcoin fiyatından BAA değişkenine doğru tek yönlü %5 düzeyinde Granger nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Bu açıdan değerlendirdiğimizde, BAA değişkenine ait test sonuçları ile Samirkas (2020), Yıldırım (2020), Philippasa vd. (2019), Mittal vd. (2019) çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Bu bulgulara dayalı olarak, sosyal ağların Bitcoin fiyat hareketleri üzerinde etkili olduğu ifade edilebilir.

Bitcoin ile Borsa arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalara bakıldığında; Gülce ve Kıtık (2022), Bitcoin ve BIST100 endeksi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Elde ettikleri bulgularda, Bitcoin ve Bist100 endeksinin eşbütünleşik olduğu, Engel-Granger Nedensellik Testi sonuçlarına göre BIST100 endeksinden Bitcoin fiyatlarına doğru çift yönlü, Toda-Yamamoto Nedensellik test sonuçlarına göre Bist100 endeksinden Bitcoin fiyatına doğru %5 düzeyinde tek yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğu sonucunu bulmuşlardır. Tuncel ve Gürsoy (2020) çalışmalarında, Bitcoin fiyatı ile BİST100 ve VIX korku endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi, Toda-Yamamoto nedensellik analizi yapmışlardır ve Bitcoin fiyatının her iki değişken üzerinde anlamlı bir etkinin olmadığını bulmuşlardır. Başka bir çalışmada Dirican ve Canoz (2017), Bitcoin fiyatlarının borsa işlemlerinde yatırımcı kararları üzerindeki etkisini ARDL sınır testi yöntemini kullanarak incelemiştir. Çalışma bulgularında, Bitcoin fiyatı ile önemli bazı ABD ve Çin borsa endekslerinin eşbütünleşik olduğu gözlemlenmiş ve bu borsalarda işlem yapan yatırımcıların uzun vadeli yatırım yaparken Bitcoin fiyatlarından etkilenebilecekleri sonucunu bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada Bitcoin fiyatı ile küresel bir borsa olan Dow Jones Borsası (InDJIA) arasındaki ilişkide; Bitcoin fiyatı ile InDJIA verilerinde ARDL kısa dönem bulgularının anlamlı olmadığı, uzun dönemde ise InDJIA'nın önemli düzeyde InBTCp'yi pozitif etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca Toda-Yamamoto Nedensellik test sonuçlarına göre ise anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Dolayısıyla çalışma kapsamında elde edilen bulgular, Gülce ve Kıtık (2022)'ın çalışmalarıyla örtüşmemekte, Tuncel ve Gürsoy (2020) ile Dirican ve Canoz (2017)'ün çalışmalarıyla paralellik göstermektedir. Bu açıdan InDJIA'nın Bitcoin fiyat hareketliliği üzerinde uzun dönemde pozitif yönde etkili olduğu söylenebilir.

Elde edilen bulgular ve yapılan değerlendirmeler çerçevesinde, Bitcoin fiyat hareketleri hakkında bilgi sahibi olmak isteyen kişilerin, bu çalışmada incelenen Blockchain ağına özgü göstergelerden SOPR, PM ve BAA verilerini bir bütün olarak göz önünde bulundurmaları durumunda daha isabetli sonuçlara ulaşabilecekleri düşünülmektedir. Yani Bitcoin'e yatırım yapacak yatırımcılar karlılıklarını ve gelirlerini arttırmak için borsa, sosyal medya ağlarının yanında SOPR, PM ve BAA değişkenlerini takip etmeleri

önerilmektedir. Ayrıca şu da unutulmamalıdır ki her ne kadar kendine özgü bir işleyişi olsa da kripto para piyasası ile bazı istisnalar dışında küresel finans piyasaları benzer şekilde hareket etmektedir. Kripto para piyasası düşüş eğiliminde iken incelediğimiz değişkenler de genel itibarıyla düşüş eğilimi sergilemektedir. Aynı durum tersi için de geçerlidir. Bitcoin veya alternatif bir kripto para satın almayı düşünen yatırımcılar, kısa veya uzun dönemde, incelediğimiz göstergelerin düşük seviyede oldukları bir dönemde alış işlemlerini gerçekleştirmeleri, göstergelerin belirlediğimiz üst sınıra yaklaşmaları durumunda satış işlemlerini gerçekleştirmeleri durumunda, yüksek oranda kâr elde edebileceklerini, oluşturduğumuz modele dayanarak ifade edebiliriz.

Bitcoin fiyat hareketliliği ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda, Bitcoin fiyatı ile Blockchain ağına özgü göstergelerin seçilip analize dahil edilmesi durumunda, Bitcoin fiyat denklemine yeni boyut kazandırılarak daha isabetli sonuçlara varılabileceği önerilmektedir.

## Kaynaklar

- Aggarwal, D., Chandrasekaran, S., & Annamalai, B. (2020). A complete empirical ensemble mode decomposition and support vector machine-based approach to predict Bitcoin prices. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 27, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100335>
- Ahn, Y., & Kim, D. (2020). Sentiment disagreement and bitcoin price fluctuations: a psycholinguistic. *APPLIED ECONOMICS LETTERS*, 27(5), 412-416. doi:<https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1619013>
- Ali, M., & Shatabda, S. (2020). A Data Selection Methodology to Train Linear Regression Model to Predict Bitcoin Price. 2020 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technology (s. 330-335). Dhaka: Institute of Electrical and Electronics Engineers. doi:<https://doi.org/10.1109/ICAICT51780.2020.9333525>
- Allen, F., Gu, X., & Jagtiani, J. (2022). Fintech, Cryptocurrencies, and CBDC: Financial Structural Transformation in China. *Journal of International Money and Finance*, 124, 1-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2022.102625>
- Anderson, R. J. (1996). The Eternity Service. Cambridge Üniversitesi Bilgisayar Laboratuvarı, 1-11. Şubat 12, 2022 tarihinde <http://www.cl.cam.ac.uk/~rja14/Papers/eternity.pdf> adresinden alındı
- Arslan, U. (2020). The Relationship Between Bitcoin Returns and Google Trend: Country Level Evidence. İstanbul: İstanbul Bilgi University Institute Of Social Science, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=Eb5EkakJlp3olBdo\\_wNEGb-bm0pZn-pVTvJ6guekKxlMpgu\\_ODMZv0oMNHwjz9Wd](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=Eb5EkakJlp3olBdo_wNEGb-bm0pZn-pVTvJ6guekKxlMpgu_ODMZv0oMNHwjz9Wd) adresinden alındı
- Ata, B. (2019). Google Trends Verileri ile Kripto Para İlişkisi: Bitcoin Örneği. Burdur: Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=Mir2IXQK1dkmQ9Ige3PZbiGfLkttDByCZzyRixRxwI086ZwxUGzF4YERR3S0nZDn> adresinden alındı
- Bayer, D., Haber, S., & Stornetta, W. S. (1992). Improving the Efficiency and Reliability of Digital Time-Stamping. *Methods in Communication, Security, and Computer Science*, 329-334. Şubat 17, 2022 tarihinde [http://www.math.columbia.edu/~bayer/papers/Timestamp\\_BHS93.pdf](http://www.math.columbia.edu/~bayer/papers/Timestamp_BHS93.pdf) adresinden alındı
- BtcTürk. (2020, Mayıs 1). Bilgi Platformu: BtcTürk. Ocak 18, 2022 tarihinde BtcTürk Web Sitesi: <https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/bitcoin-tarihi/> adresinden alındı
- Chen, Y. (. (2021). Empirical Analysis of Bitcoin Price. *Journal of Economics and Finance*, 692-715. doi:<https://doi.org/10.1007/s12197-021-09549-5>
- Cheng, P. (2022). Decoding the rise of Central Bank Digital Currency in China: designs, problems, and prospects. *Journal of Banking Regulation*, 1-15. doi:<https://doi.org/10.1057/s41261-022-00193-5>
- Chkili, W. (2021). Modeling Bitcoin price volatility: long memory vs Markov switching. *Eurasian Economic Review: A Journal in Applied Macroeconomics and Finance*, 11(3), 433-448. doi:<https://doi.org/10.1007/s40822-021-00180-7>
- Coinmarketcap. (2021, Aralık 1). Coinmarketcap. Aralık 2, 2021 tarihinde Coinmarketcap Web Sitesi: <https://coinmarketcap.com/> adresinden alındı
- Crosby, M. (2016). BlockChain Technology: Beyond Bitcoin. *Applied Innovation Review*, 6-19. Şubat 25, 2022 tarihinde <http://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf> adresinden alındı
- Cryptoquant. (2019-2022, Şubat 18). CryptoQuant. Ocak 4, 2022 tarihinde Cryptoquant Web Sitesi: <https://cryptoquant.com/asset/btc/chart/market-indicator/spent-output-profit-ratio->

- sopr?window=DAY&sma=0&ema=0&priceScale=linear&metricScale=log&chartStyle=line adresinden alındı
- CryptoQuant. (2022, Ocak 1). CryptoQuant. CryptoQuant Web Sitesi: <https://cryptoquant.com/privacy-policy> adresinden alındı
- Demertzis, M., Merler, S., & Wolff, G. B. (2018). Capital Markets Union and the Fintech Opportunity. *Journal of Financial Regulation*, 4(1), 157-165. doi:<https://doi.org/10.1093/jfr/fjx012>
- Dev, J. A. (2014). Bitcoin Mining Acceleration and Performance. 2014 IEEE 27. Kanada Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Konferansı (CCECE) (s. 1-6). Toronto: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/CCECE.2014.6900989>
- Dirican, C., & Canoz, İ. (2017). THE COINTEGRATION RELATIONSHIP BETWEEN BITCOIN PRICES AND MAJOR WORLD STOCK INDICES: AN ANALYSIS WITH ARDL MODEL APPROACH. *Journal of Economics, Finance and Accounting (JEFA)*, 4(4), 377-392. doi:<http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2017.748>
- Edgari, E., Thiojaya, J., & Qomariyah, N. N. (2022). The Impact of Twitter Sentiment Analysis on Bitcoin Price during COVID-19 with XGBoost. 2022 5th International Conference on Computing and Informatics (ICCI) (s. 337-342). New Cairo: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). doi:<https://doi.org/10.1109/ICCI54321.2022.9756123>
- Finans, G. (1998-2022, Eylül 4). Google Finans. Ocak 9, 2022 tarihinde Google Web Sayfası: <https://www.google.com/finance/quote/DJI:INDEXDJX?sa=X&ved=2ahUKEwjBlZqaz7b2AhVOOs0KHQ85CMoQ3ecFegQIHRAc&window=MAX> adresinden alındı
- Finney, H. (2004, Ağustos 15). RPOW - Reusable Proofs of Work. Satoshi Nakamoto Institute, 1-3. Şubat 19, 2022 tarihinde <https://nakamotoinstitute.org/rpow/> adresinden alındı
- Gemici, E., & Polat, M. (2019). Relationship between price and volume in the Bitcoin market. *The Journal of Risk Finance*, 20(5), 435-444. Şubat 25, 2022 tarihinde <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JRF-07-2018-0111/full/pdf?title=relationship-between-price-and-volume-in-the-bitcoin-market> adresinden alındı
- Glassnode. (2019-2022, Şubat 18). Glassnode Studio. Ocak 6, 2022 tarihinde Glassnode Web Sitesi: <https://studio.glassnode.com/metrics?a=BTC&category=&m=indicators.PuellMultiple> adresinden alındı
- Glassnode. (2022, Ocak 3). Bitcoin: Number of Active Addresses. Ocak 16, 2022 tarihinde Glassnode Web Sitesi: <https://studio.glassnode.com/metrics?a=BTC&category=Addresses&m=addresses.ActiveCount> adresinden alındı
- Glassnode. (2022, Ocak 1). Glassnode. Glassnode Web Sitesi: <https://glassnode.com/company> adresinden alındı
- Gomber, P., Koch, J.-A., & Siering, M. (2017). Digital Finance and FinTech: current research and future research directions. *Journal of Business Economics*, 87, 537-580. doi:<https://doi.org/10.1007/s11573-017-0852-x>
- Gronwald, M. (2019). Is Bitcoin a Commodity? On price jumps, demand shocks, and certainty of supply. *Journal of International Money and Finance*, 86-92. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2019.06.006>
- Guégan, D., & Renault, T. (2021). Does investor sentiment on social media provide robust information for Bitcoin returns predictability? *Finance Research Letters*, 38, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101494>



- Guizani, S., & Nafti, I. K. (2019). The Determinants of Bitcoin Price Volatility: An Investigation With ARDL Model. *Procedia Computer Science*, 164, 233-238. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.177>
- Gülcü, Y., & Kıtık, M. A. (2022). BITCOİN FİYATLARI İLE BORSA İSTANBUL 100 ENDEKSİ NEDENSELLİK VE EŞ BÜTÜNLEŞME İLİŞKİSİ. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32(2), 615-624. doi:<https://doi.org/10.18069/firatsbed.1032053>
- Güler, D. (2021). The Impact of Investor Sentiment on Bitcoin Returns and Conditional Volatilities during the Era of Covid-19. *Journal of Behavioral Finance*, 1-14. doi:<https://doi.org/10.1080/15427560.2021.1975285>
- Haber, S., & Stornetta, W. S. (1991). How to Time-stamp a Digital Document. *Journal of Cryptology*, 3(2), 99-111. Mart 1, 2022 tarihinde <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.46.8740&rep=rep1&type=pdf> adresinden alındı
- Investing. (2007-2022, Ocak 1). Fusion Media Limited. Ocak 3, 2022 tarihinde Investing Web Sitesi: <https://tr.investing.com/crypto/bitcoin/historical-data> adresinden alındı
- Kakinuma, Y. (2021). Nexus between Southeast Asian stock markets, bitcoin and gold: spillover effect before and during the COVID-19 pandemic. *Journal of Asia Business Studies*, 16(4), 693-711. 2022 tarihinde <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JABS-02-2021-0050/full/pdf?title=nexus-between-southeast-asian-stock-markets-bitcoin-and-gold-spillover-effect-before-and-during-the-covid-19-pandemic> adresinden alındı
- Kalyvas, A., Papakyriakou, P., Sakkas, A., & Urquhart, A. (2020). What drives Bitcoin's price crash risk? *Economics Letters*, 191, 1-4. doi:<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.108777>
- Kaya, U., Akba, F., Medeni, İ. T., & Medeni, T. D. (2020). Covid-19 Öncesi ve Sonrasındaki Bitcoin Fiyat Değişimlerinin Makine Öğrenmesi, Zaman Serileri Analizi ve Derin Öğrenme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *International Journal of Informatics Technologies*, 13(3), 341-355. doi:<https://doi.org/10.17671/gazibtd.648424>
- Lin, H.-J., Chen, C.-C., Chiu, Y.-h., & Lin, T.-Y. (2021, Nisan 5). How financial technology (fintech) can improve the business performance of securities firms by using the dynamic data envelopment analysis modified model. *Managerial and Decision Economics*, 1-20. doi:<https://doi.org/10.1002/mde.3443>
- Mattila, J. (2016, Mayıs 10). The Blockchain Phenomenon – The Disruptive Potential of Distributed Consensus Architectures. *ETLA Working Papers*, 6-7. Şubat 11, 2022 tarihinde <http://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-38.pdf> adresinden alındı
- Millera, N., Yanga, Y., Sunb, B., & Zhang, G. (2019). Identification of Technical Analysis Patterns with Smoothing Splines for Bitcoin Prices. *Journal of Applied Statistics*, 46(12), 2289-2297. doi:<https://doi.org/10.1080/02664763.2019.1580251>
- Mittal, A., Dhiman, V., Singh, A., & Prakash, C. (2019). Short-Term Bitcoin Price Fluctuation Prediction Using Social Media and Web Search Data. *Twelfth International Conference on Contemporary Computing* (s. 1-16). Delhi: Department of Information Technology Indira Gandhi Delhi Technical University for Women. doi:<https://doi.org/10.1109/IC3.2019.8844899>
- Nakamoto, S. (2008, Ocak 3). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Şubat 10, 2022 tarihinde Bitcoin.org Web Sitesi: <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper> adresinden alındı
- Nguyen, K. Q. (2022). The correlation between the stock market and Bitcoin during COVID-19 and other uncertainty periods. *Finance Research Letters*, 46(A), 1-5. doi:<https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102284>

- Özsoy, Ç. Y. (2019). Yükselen teknoloji ürünü bitcoin'in arz – talep ve fiyat hareketlerinin markov rejim değişim hata düzeltme modeli ile incelenmesi. Ankara: Ulusal Tez Merkezi. Nisan 5, 2022 tarihinde [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=aEzj\\_IdWAŞjSAfK3qwrBiEOw2U\\_dPHlxAeyP1iB8xU3EJAdPWSzKfPr8If3algZ](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=aEzj_IdWAŞjSAfK3qwrBiEOw2U_dPHlxAeyP1iB8xU3EJAdPWSzKfPr8If3algZ) adresinden alındı
- Pavlidis, G. (2021). Europe in the digital age: regulating digital finance without suffocating innovation. *Law, Innovation & Technology*, 13(2), 464-477. doi:<https://doi.org/10.1080/17579961.2021.1977222>
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. doi:<https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Philippasa, D., Rjiba, H., Guesmi, K., & Goutte, S. (2019). Media attention and Bitcoin prices. *Finance Research Letters*, 30, 37-43. doi:<https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.03.031>
- Polat, M., & Tuncel, F. B. (2020). Borsa İstanbul ve Kripto Paralar Arasında Saklı Eşbütünlük İlişkisi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 57(654), 119-137. 2022 tarihinde <https://eds.p.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=3f4eef01-dade-49fb-a7c7-d62efc760fb0%40redis> adresinden alındı
- Puell, D. (2019, Nisan 5). A New Barometer of Bitcoin's Market Cycles. Medium Web Sitesi: <https://medium.com/unconfiscatable/the-puell-multiple-bed755cfe358> adresinden alındı
- Samirkas, M. C. (2020). Google Aramaları ile Bitcoin Fiyatı Arasındaki İlişkinin Tespiti. *PressAcademia Procedia*, 11(1), 67-72. doi:<https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2020.1242>
- Schneier, B., & Kelsey, J. (1998). Cryptographic Support for Secure Logs on Untrusted Machines. *Proceedings of the 7th USENIX Security Symposium* (s. 1-11). Texas: USENIX Association. Şubat 13, 2022 tarihinde [http://usenix.org/publications/library/proceedings/sec98/full\\_papers/schneier/schneier.pdf](http://usenix.org/publications/library/proceedings/sec98/full_papers/schneier/schneier.pdf) adresinden alındı
- Shirakashi, R. (2022, Ocak 3). Glassnode Academy. Glassnode Web Sitesi: <https://academy.glassnode.com/indicators/sopr/sopr-spent-output-profit-ratio> adresinden alındı
- Szabo, N. (2005, Aralık 29). Bit Gold. Şubat 16, 2022 tarihinde Unenumerated Web Sitesi: <http://unenumerated.blogspot.com/2005/12/bit-gold.html> adresinden alındı
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250. doi:[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8)
- Trends, G. (2022, Ocak 5). Google Trends. Google Web Sayfası: <https://trends.google.com.tr/trends/explore?date=2012-01-01%202021-12-31&q=%2Fm%2F05p0rrx> adresinden alındı
- Tuncel, M. B., & Gürsoy, S. (2020). KORKU ENDEKSİ (VIX), BITCOIN FİYATLARI VE BİST100 ENDEKSİ ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR UYGULAMA. *Electronic Journal of Social Sciences*, 19(76), 1999-2011. Aralık 24, 2021 tarihinde <https://eds.s.ebscohost.com/eds/Citations/FullTextLinkClick?sid=c7f03ff9-87cd-4ea7-9bfb-792b1787bc15@redis&vid=1&id=pdfFullText> adresinden alındı
- Ullah, S., Attah-Boakye, R., Adams, K., & Zafarian, G. (2021). Assessing the influence of celebrity and government endorsements on bitcoin's price volatility. *Journal of Business Research*, 228-239. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.055>

- Vo, A., Chapman, T. A., & Lee, Y.-S. (2021). Examining Bitcoin and Economic Determinants: An Evolutionary Perspective. *Journal of Computer Information Systems*, 1-15. doi:<https://doi.org/10.1080/08874417.2020.1865851>
- Xin, W. (2021). Application of Blockchain Technology and Cloud Computing in Digital Finance. 2021 IEEE Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS) (s. 759-764). Shenyang: Institute of Electrical and Electronics Engineers. doi:<https://doi.org/10.1109/TOCS53301.2021.9688853>
- Yıldırım, Ç. (2020). GOOGLE TRENDS "BİTCOİN" ARAMALARI İLE BİTCOİN/USD FİYATLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ: ARDL SINIR TESTİ. *Journal of Knowledge Economy and Knowledge Management*, 15(2), 99-113. Mart 8, 2022 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1186981> adresinden alındı
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X., & Wang, H. (2018, Ekim 17). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352-375. doi:<http://dx.doi.org/10.1504/IJWGS.2018.095647>