

KRİPTO PARA BİRİMİ PİYASALARINDA GPH YÖNTEMİ İLE UZUN HAFIZA ANALİZİ: BITCOİN ÖRNEĞİ

Long Memory Analysis Using the GPH Method in Cryptocurrency Markets: The Case of Bitcoin

İpek M. YURTTAGÜLER* 

Öz

Son yıllarda, para piyasalarında ve bankacılık sektöründe yaşanan krizlerin etkisiyle merkezi para otoritelerine olan güven sarsılmış ve bu nedenle merkezi olmayan bir sistem arayışına girilmiştir. Bu vesile ile, 1998 yılında ilk kripto para kavramı gündeme gelmiştir. Kripto piyasaları, kripto para birimlerinin alınıp satıldığı dijital veya sanal pazar yerlerini ifade etmektedir. Kripto para birimleri, güvenli finansal işlemler için kriptografi kullanan merkezi olmayan dijital varlıklar olarak karşımıza çıkmaktadır. 2009 yılına gelindiğinde ise ana kripto para birimi olan Bitcoin ile ilk işlem gerçekleştirilmiştir. Merkezi olmayan bu sanal paranın zaman içerisinde talebinde gözlemlenen artış ile birlikte piyasa değeri de hızla yükselmiştir. Çalışmanın amacı, piyasa değeri her geçen gün artan bu kripto para piyasalarının yapısını açıklamak ve ana kripto para birimi olan Bitcoin özelinde fiyat hareketlerinin seyrini incelemektir. 17.11.2019 – 10.03.2024 dönemleri arasında haftalık veri setinin kullanıldığı analizde GPH yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Bitcoin serisinin dirençli ve uzun hafızalı bir yapı sergilediği gözlenmektedir. Hafıza parametresinin aldığı değer itibarıyla görece olarak yüksek bir direncin olduğu saptanmış ve bu nedenle de fiyat değişimlerinin tekrar denge seviyesine ulaşmasının zaman alabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler:

Kripto Para, Bitcoin, ARFIMA, GPH, Uzun Hafıza.

JEL Kodları:

E00, E4, C01

Keywords:

Cryptocurrency, Bitcoin, ARFIMA, GPH, Long Memory.

JEL Codes:

E00, E4, C01

Abstract

In recent years, due to the effects of crises in money markets and the banking sector, trust in central monetary authorities has been shaken and therefore a decentralized system has been sought. On this occasion, the concept of the first cryptocurrency came to the fore in 1998. Crypto markets refer to digital or virtual marketplaces where cryptocurrencies are bought and sold. Cryptocurrencies are decentralized digital assets that use cryptography for secure financial transactions. In 2009, the first transaction was made with Bitcoin, the main cryptocurrency. With the increase in demand for this decentralized virtual currency over time, its market value has also increased rapidly. The aim of the study is to explain the structure of these cryptocurrency markets, whose market value is increasing day by day, and to examine the course of price movements specifically for Bitcoin, the main cryptocurrency. The GPH method was used in the analysis using the weekly data set between the periods 17.11.2019 – 10.03.2024. According to the results obtained, it is observed that the Bitcoin series exhibits a resilient and long-memory structure. It has been determined that there is a relatively high resistance in terms of the value of the memory parameter, and therefore it has been determined that it may take time for price changes to reach the equilibrium level again.

* Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, Türkiye, ipeksa@istanbul.edu.tr

Makale Geliş Tarihi (Received Date): 15.11.2023 Makale Kabul Tarihi (Accepted Date): 22.03.2024

Bu eser Creative Commons Atf 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



1. Giriş

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte haberleşme, ulaşım, sağlık, ekonomi gibi pek çok alanda hayatımızı etkileyen gelişmelerin yaşandığına şahit olmaktayız. Oldukça kolay bir şekilde ve kısa bir sürede dünyanın herhangi bir yeri ile iletişim kurulması, alışveriş yapılabilmesi, ticaretin bu denli kolay olması bir yandan ülke sınırlarını önemsizleştirmekte, diğer yandan iktisadi olarak da finansal piyasaların birbirine entegre olmasını sağlamaktadır. Bu entegrasyon küresel anlamda yaşanan krizleri ise derinleştirmektedir.

2000’li yıllardan itibaren yatırımcıların geleneksel finans piyasalarına, iktisadi kurumlara ve politikalarına karşı düşünceleri büyük ölçüde değişikliğe uğramıştır. Özellikle 2008 küresel finansal krizi ile birlikte yatırımcıların risk algısı değişmiş ve merkez bankalarının finansal krizleri yönetebilme becerileri noktasında güvensiz bir ortam oluşmuştur. (Kaya Soylu vd., 2020: 1-2)

Bir yandan küresel kriz sonrasında oluşan güvensiz ortam diğer yandan teknolojik gelişmelerin son yıllarda büyük bir ivme kaydetmesi merkezi otoriteler açısından bir sorun teşkil etmeye başlamış olmakla birlikte para otoritelerinin de görevlerini sorgulatmıştır. Bu nedenle merkezi bir sistem tarafından kontrol edilmeyen, herhangi bir aracıya ihtiyaç duyulmadan transferi gerçekleştirilebilen kripto varlıklar ortaya çıkmıştır. Satoshi Nakamoto’nun 2009 yılında geliştirmiş olduğu Bitcoin, kripto paralar içerisinde ilk merkezizsiz olanıdır (Sagona-Stophel, 2016). Bu şekilde yeni bir sanal ekonominin temelleri atılmış olmaktadır. Kripto para kavramının ilk kullanılmaya başlanması ise 1998 yılında Wei Dai adlı bir bilgisayar mühendisinin çalışmalarına dayanmaktadır. Kripto para, öncelikli olarak şifreli bir para birimi olarak tanımlanmıştır ve kriptografi yöntemi kullanılarak kripto para birimi sistemi yaratılmıştır (Özekenci, 2023: 1194).

Kripto paraların değeri, kullanıcılarının bu para birimlerini mübadele amaçlı tercih etmelerinden veya bir emtia olarak değerlendirmelerinden kaynaklanmaktadır. Bunun dışında bir itibari paranın sağlamış olduğu devlet kaynaklı bir değeri olmadığı gibi altın veya gümüş gibi herhangi bir değerli madenden de değerini almamaktadır. Kripto piyasalarında var olan anlık arz talep koşulları bu paraların değerlerini belirlemektedir (Eğilmez, 2017).

Kripto para kavramının literatüre dâhil olma süreci, paranın sahip olduğu özellikleri ve fonksiyonları göz önüne alındığında mal para, temsili para, itibari para, dijital para gibi sınıflandırmalarla karşımıza çıkmaktadır (Berentsen ve Schär, 2018: 1-2). Kriptografi daha geniş çapta erişilebilir olmaya ve araştırılmaya başladığında, kişiler dijital para birimleri oluşturabilmek adına kriptografi teknolojisini kullanmayı tercih etmişlerdir. Bu şekilde, ilk dijital para birimi oluşturma tasarıları çoğunlukla bir ulusal para birimi veya altın gibi değerli madenlerle desteklenen dijital paraları ortaya çıkarmıştır. Bu ilk dijital para birimi örnekleri işe yarsa da zaman içerisinde merkezileştirilmişlerdir. Ancak bu merkezileştirilme sonucunda hem meşru hükümetlerin hem de bilgisayar korsanlarının saldırılarını bertaraf edebilmek adına merkezi olmayan dijital paralara ihtiyaç gündeme gelmiştir (Antonopoulos, 2014: 3).

Kripto paraların da içinde yer aldığı dijital para ve elektronik para kavramları ile ilişkili olarak literatürde tek bir tanımlamanın olmadığı göze çarpmaktadır. Avrupa Merkez Bankası’nın (ECB) 1998 yılında yayınladığı rapora göre elektronik para, banka hesaplarını içermeksizin, ihraç eden kuruluş dışındaki katılımcılara ödeme yapabilmek adına sıklıkla kullanılan ve parasal değerlerin elektronik olarak depolanabilmesini sağlayan ön ödemeli teknik araçlardır (ECB,

1998: 7). TCMB'ye göre ‘‘Elektronik para ihraç eden kuruluş tarafından kabul edilen fon karşılığı ihraç edilen, elektronik olarak saklanan, bu Kanunda tanımlanan ödeme işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılan ve elektronik para ihraç eden kuruluş dışındaki gerçek ve tüzel kişiler tarafından da ödeme aracı olarak kabul edilen parasal değeri ifade eder’’ şeklinde tanımlanmaktadır (TCMB, 2013: 1).

Günümüzde anladığımız anlamda kripto para birimleri ile bahsi geçen bu elektronik para birimlerinin özellikleri birbirlerinden ayrılmaktadır. Bitcoin ve Bitcoin benzeri kripto paralar haricindeki elektronik paralar, temelde kendi başlarına birer para birimi olarak tanımlanmamaktadırlar. Bunlar, temsil ettikleri ülkelerin ulusal para birimine bağlıdırlar (Rotman, 2014: 1). Elektronik para ile kripto para birbirlerine oldukça yakın tanımlamalar gibi düşünülse de aralarında bazı temel farklılıklar bulunmaktadır. Rotman (2014) alışmasında bu farklılıkları tablolaştırmıştır.

Tablo 1. Elektronik Para ve Bitcoin Karşılaştırması

	Elektronik Para	Bitcoin
Biçim	Dijital	Dijital
Hesap Birimi	Fiat para birimleri (USD, EUR)	Bitcoin (BTC)
Müşteri Kimliği	Müşteri tanımlaması için Mali Eylem Görev Gücü (FATF) standartları geçerlidir	Anonim
Üretim Yolları	Merkezi otoritenin fiat para birimine karşı dijital olarak verilir	Matematiksel olarak oluşturulmuştur
İhraççı	Yasal olarak kurulmuş e-para veren kuruluş (bir finans kurumu olabilir)	İnsanlar topluluğu

Kaynak: ECB'den (2012) uyarlanmıştır.

Kripto paraların kullanımına ilişkin çeşitli avantaj ve dezavantajlar bulunmaktadır. Bu avantajların başında katılımcıların vergi ve haciz gibi risklerden korunuyor olması gelmektedir. Öte yandan katılımcıların diledikleri gün ve saatte işlem yapılabilir olması, kişisel bilgilerin gizli tutulma imkânı sunulması, bankacılık ve finans piyasalarında yapılan işlemlerin aksine kripto piyasalarında herhangi bir işlem karşılığında ücret alınmıyor olması da diğer avantajlar olarak göze çarpmaktadır. Son olarak ise arz miktarının sınırlı olması nedeniyle enflasyon riskinin itibari paralara göre daha sınırlı olması da bir avantaj olarak değerlendirilmektedir (Sönmez, 2014: 11-12; Alpago, 2018: 425-426; Güleç, 2018: 20-21).

Kripto paraların dezavantajlarının başında ise hukuki statüsünün belirsiz olması gelmektedir. Ayrıca yetersiz bilgi ve yüksek belirsizliğin olması, yasal risklerin varlığı, oynaklığın yüksek oluşu, likiditesinin düşük olması, spekulatif etkilere açık olması karşımıza çıkan dezavantajlardır. Son olarak ise kullanım alanının dar olması, bir diğer değişle sınırlı bir kitle tarafından kullanılıyor olması nedeniyle resmi ödeme aracı olarak değerlendirilmesi noktasında bir direnç ile karşılaşmasını beraberinde getirmektedir (Sönmez, 2014: 11-12; Alpago, 2018: 425-426; Güleç, 2018: 20-21).

Kripto para biriminden bahsettiğimizde Bitcoin ve alternatif coin anlamına gelen altcoin gibi bir ayırım yapmak da olasıdır. Kripto paraların ilki olarak tanımlayabileceğimiz Bitcoin, takma adı Satoshi Nakamoto olan kişi veya kişiler tarafından 2008 yılında yayınlanan ‘‘white paper’’ ile doğmuştur. 2009 yılında ise açık kaynak kodlu yazılım olarak piyasaya sürülmüş ve kullanılmaya başlanmıştır. Yaratıcılarının Bitcoin'in arkasındaki asıl motivasyonu, elektronik işlemlere izin veren ancak aynı zamanda fiziksel paranın birçok avantajlı özelliğini de içeren nakit

benzeri bir ödeme sistemi geliştirmektir (Berentsen ve Schär, 2018: 1). “Altcoin”ler ise Bitcoin’den sonra üretilen kripto paraları temsil eden bir kavramdır. Ethereum, Ripple, Litecoin, Cardano başta olmak üzere zaman içerisinde binlerce farklı altcoin piyasaya sürülmüştür.

Bitcoin de bir çeşit dijital para birimidir. Buna göre, bir merkezi otoritenin kontrolünden uzak, finansal kuruluşların veya siyasal otoritelerin denetlemesinden bağımsız bir para birimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitcoin sisteminin temel özelliği, merkezi olarak yönetilen bir yapısının olmamasının yanında hesaplarını tutmak için münhasır hakka sahip merkezi bir otoritenin de bulunmamasıdır (Berentsen ve Schär, 2018: 3).

Bitcoin, fiziki bir karşılığı olmayan dijital bir para birimidir. Bitcoin para birimi bölünebilirdir. “Satoshi” adı verilen birim, bir Bitcoin’in en küçük birimidir ve bir Bitcoin 100 milyon Satoshi değerindedir. Bitcoin Blockchain, yapılan tüm Bitcoin işlemlerinin kayıtlarını bünyesinde barındıran bir veri dosyasıdır. Bir çeşit Bitcoin sisteminin defteri olarak tanımlanmaktadır. Bitcoin Blok Zinciri, her bloğun kendinden önceki blokların üzerine inşa edildiği ve yeni oluşturulan Bitcoin işlemlerine dair bilgi içeren bloklardan oluşur (Berentsen ve Schär, 2018: 4-5). Bu şekilde küresel anlamda Bitcoin’e ait bir işlem hafızasının oluştuğunu söylememiz mümkündür.

Bitcoin'in bazı önemli yönleri şu şekilde sıralanabilmektedir:

1. Merkeziyetsizlik: Bitcoin dünya çapında merkezi olmayan bir bilgisayar ağı üzerinde çalışmaktadır. Bu eşler arası ağ, merkezi bir otoriteye veya aracıya ihtiyaç duymadan işlemlerin yapılmasına olanak tanımaktadır.

2. Blockchain Teknolojisi: Bitcoin ağındaki işlemler, blockchain adı verilen halka açık bir deftere kaydedilmektedir. İşlem verilerini içeren bloklar, blok zincirine kronolojik bir sırayla eklenir ve tüm işlemlerin kalıcı ve şeffaf bir kaydı oluşturulmaktadır.

3. Sınırlı Arz: Bitcoin'in toplam arzı, enflasyonist baskıları sınırlamak için tasarlanmış 21 milyon jetonla sınırlıdır. Bu kıtlık kodun içine yerleştirilmiştir ve madencilik adı verilen, karmaşık matematik problemlerinin çözülmesini içeren bir süreç aracılığıyla yeni Bitcoinler yaratılmaktadır.

4. Madencilik: Madencilik, yeni Bitcoinlerin oluşturulduğu, işlemlerin doğrulandığı ve blok zincirine eklendiği süreçtir. Madenciler kriptografik bulmacaları çözmek için hesaplama gücünü kullanmakta ve karşılığında ödül olarak yeni basılmış Bitcoinleri almaktadır.

5. Yarılanma Etkinlikleri: Yaklaşık her dört yılda bir, madencilerin işlemleri doğrulamak için aldıkları ödül yarıya indirilmektedir. "Yarılanma" olarak bilinen bu süreç, yeni Bitcoinlerin dolaşıma girme hızını azaltarak, kıtlığına katkıda bulunmakta ve potansiyel olarak fiyat dinamiklerini etkilemektedir.

6. Değer Deposu ve Dijital Altın: Bitcoin genellikle altına benzer bir değer deposu olarak görülmektedir. Sınırlı arzı ve merkezi olmayan yapısı, birçok yatırımcının bunu enflasyona karşı bir koruma ve potansiyel bir uzun vadeli yatırım varlığı olarak görmesine yol açmaktadır.

7. Değişkenlik: Bitcoin'in fiyatı başlangıcından bu yana oldukça oynaklık göstermektedir. Fiyat dalgalanmaları piyasa talebi, düzenleyici haberler, makroekonomik eğilimler ve yatırımcı duyarlılığı gibi faktörlerden etkilenebilmektedir.

8. Benimsenme ve Kabul Görme: Zamanla Bitcoin, çeşitli satıcılar ve işletmeler tarafından bir ödeme aracı olarak kabul görmeye başlanmıştır. Ek olarak, finansal kurumlar ve yatırımcılar bir varlık sınıfı olarak Bitcoin'e giderek daha fazla ilgi göstermektedir.

Bitcoin'in etkisi yalnızca dijital bir para birimi olmanın ötesine uzanmakta; daha geniş kripto para birimi ve blockchain endüstrisinin gelişimini teşvik ederek çok sayıda başka kripto para biriminin ve yenilikçi blockchain tabanlı projelerin yaratılmasına ilham vermektedir. Merkezi olmayan doğası ve teknolojik yenilikleri, geleneksel finansal sistemlere meydan okumakta ve para ve finansın geleceği hakkında tartışmalara yol açmaktadır.

Bütün bu gelişmeler neticesinde günümüzde Bitcoin'in finans piyasalarında önemli bir yer edindiğini gözlemek mümkündür. Bu sebeple, Bitcoin fiyat hareketlerinin analiz edilmesi önem arz etmektedir. Literatürde Bitcoin fiyatlarını uzun hafıza açısından analiz eden çalışmaların oldukça sınırlı olduğu gözlenmektedir. Oysaki, uzun hafıza modelleri fiyat hareketlerini daha iyi anlamak noktasında başvurulan önemli modellerdir. Uzun hafızalı modeller kullanılarak fiyatlarda meydana gelen anormal hareketleri tespit etmek mümkündür. Öte yandan, Bitcoin piyasası merkezizsiz yapısı nedeniyle risk unsurunu bünyesinde barındırmakta bu nedenle de yatırımcılar açısından portföy optimizasyonu noktasında uzun vadeli tahminlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeplerle çalışmada, Bitcoin fiyatlarının uzun hafıza analizinin yapılması ve bu analiz yönteminin görece olarak sınırlı yer bulduğu mevcut literatüre katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Çalışmada, piyasa değeri her geçen gün artan ana kripto para birimi olan Bitcoin özelinde fiyat hareketlerinin seyri incelenmektedir. 17.11.2019 – 10.03.2024 dönemleri arasında haftalık veri setinin kullanıldığı analizde Geweke ve Porter-Hudak (GPH) uzun hafıza yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, ele alınan dönemde, Bitcoin serisinin uzun hafızalı olduğu, yaşanan şokların etkilerinin sonlu olmasına karşın fiyatlar üzerindeki etkisinin belirli bir süre kendisini gösterdiği gözlenmektedir.

Çalışmanın giriş bölümünde kripto para piyasaları ve Bitcoin'in özellikleri açıklanmış ve ardından literatür incelemesi yapılmıştır. Üçüncü bölüm ile birlikte ekonometrik analize yer verilmiş, veri seti açıklanmış ve analiz yöntemi olarak başvurulan uzun hafıza modelleri ve GPH analizi teorik çerçevede ele alınmıştır. Son olarak ise elde edilen ampirik bulgular ve bu bulgular doğrultusunda çalışmanın sonucu değerlendirilmektedir.

2. Literatür İncelemesi

Kripto para ve Bitcoin literatürü incelendiğinde bir yandan kripto piyasa oluşumu ve gelişimini anlatan tanımlayıcı çalışmalar bulunurken bir yandan da ampirik çalışmaların son yıllarda görece olarak artış kaydettiği göze çarpmaktadır.

Rambaccussing ve Mazibas (2020) çalışmalarında seçmiş oldukları kripto para birimlerinin getiri ve oynaklıklarının uzun hafıza davranış özelliği gösterip göstermediklerini araştırmışlardır. Bitcoin başta olmak üzere Litecoin, Ethereum, Bitcoin Cash ve XRP gibi getirisi yüksek kripto paraların analize konu olduğu çalışmada Ocak 2014 - Aralık 2019 arasında günlük veriler kullanılmıştır. Uzun hafızanın varlığını standart GPH testine ek olarak Davidson ve Sibbertsen'in (2009) log-periyodogram yanlılığı testi ve Davidson ve Rambaccussing'in (2015) atlamalı örnekleme testi - kullanarak test edilmiş olup Ethereum'un getirisinin uzun hafızaya sahip

olduğunu ancak diğer kripto paraların benzer bir uzun hafıza özelliği göstermediğini tespit etmişlerdir.

Kaya Soylu vd. (2020) çalışmalarında potansiyel uzun bellek özelliklerine dikkat ederek Ripple, Ethereum ve Bitcoin kripto paralarının oynaklıklarını incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre ele alınan üç kripto para için de günlük veriler kullanarak, Yeniden Ölçeklendirilmiş Aralık İstatistikleri (R/S), Gaussian Yarı Parametrik (GSP) ve GPH kullanarak uzun bellek özelliğini testleri uygulanmıştır. Elde ettikleri bulgulara göre üç kripto para biriminin getirilerinin de uzun belleğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Al-Yahyaee vd. (2018) çalışmalarında hisse senedi, altın, döviz ve Bitcoin piyasalarının uzun hafıza özelliklerini ve zamana göre değişen etkinliğini incelemiştir. Uygulanan yöntem ışığında ele alınan dört piyasada da uzun hafıza özelliğinin bulunduğu gözlenmiştir. Öte yandan bu piyasalar arasında bir karşılaştırma yapıldığında ise araştırmaya konu olan 2010-2017 yılları arasında Bitcoin piyasasının görece olarak daha verimsiz olmasına karşın hisse senedi piyasalarının en verimli yapıya sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Wu vd. (2022) çalışmalarında Covid-19 pandemisi boyunca Bitcoin'in verimliliği ve uzun hafıza özelliğini gösterip göstermemesi üzerindeki etkilerine odaklanmışlardır. Buna göre Bitcoin piyasasının pandemi boyunca altın ile birlikte oldukça verimli bir yapı sergiledikleri ve özellikle Bitcoin'in diğer kripto paralardan (Ethereum, Binance Coin ve S&P 500) daha güvenilir bir yapıya sahip olduğu ve pandemi döneminde uzun hafıza özelliği gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Mensi vd. (2019) çalışmalarında dört farklı GARCH modeli kullanarak Bitcoin ve Ethereum piyasalarının uzun bellek ve yapısal kırılma özelliklerini test etmişlerdir. 2011-2018 yılları arasında kapsayan günlük serilerin ele alındığı bu çalışmada Bitcoin ve Ethereum'un uzun bellek özelliği gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Güleç ve Aktaş (2019) çalışmalarında Bitcoin başta olmak üzere el almış oldukları sekiz farklı kripto paranın uzun hafıza ve değişen varyans özelliklerini test etmişlerdir. 04.2013-02.2018 tarih aralığını kapsayan dönemin incelendiği çalışmada Bitcoin serisinin uzun hafızaya sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kripto piyasası ile ilgili literatür incelendiğinde, farklı ekonometrik yöntemler kullanılarak farklı analizlerin uygulandığı göze çarpmaktadır. Bu çalışmaya konu olan GPH yöntemi kullanılarak uzun hafıza analizlerinin yapıldığı literatür örnekleri yukarıda sıralanmıştır. Bu örnekler doğrultusunda Bitcoin veri setinin uzun hafızalı bir yapıya sahip olduğuna ilişkin genel bir kabul görüşten bahsetmek mümkündür. Bir diğer deyişle, literatürde var olan çalışmaların büyük çoğunluğu Bitcoin serisine ilişkin benzer bir sonuca işaret etmektedir.

3. Veri ve Metodoloji

Çalışmada, ana kripto para birimi olan Bitcoin para birimine ait zaman serisinin uzun hafıza özelliği test edilmiştir. Bu amaçla, 17.11.2019 – 10.03.2024 dönemleri arasında 226 gözlemden oluşan haftalık veri seti kullanılmıştır. Bu tarih aralığının seçilmesinin temel nedeni Covid-19 pandemisinin ilan edilmesiyle birlikte farklı bir yatırım yöntemi olarak kripto piyasalarına olan ilginin artmasından kaynaklanmaktadır. Kripto piyasası 24 saat açık olan bir piyasa olmasından dolayı bir kapanış fiyatı bulunmamaktadır. Bu nedenle kapanış fiyatı olarak Greenwich (GMT +0) saatiyle 00:00'daki fiyatlar kullanılmaktadır. Çalışmada bu saatin tercih edilmesinin önemi

bir nedeni dünya piyasalarında işlem hacminin görece olarak daha yoğun olduğu bir zaman dilimine denk gelmesinden kaynaklanmaktadır (Güleç ve Aktaş, 2019: 496).

Araştırmaya konu olan Bitcoin serisine ilişkin öncelikli olarak durağan bir yapıya sahip olup olmadığı test edilmiş, sonrasında GPH testi kullanılarak uzun hafıza analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz Rats programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1. Uzun Hafıza Kavramı ve ARFIMA Modeli

Uzun hafıza kavramı pek çok farklı pozitif bilim tarafından uzun yıllar kullanılmış olmakla birlikte 1980’li yıllardan itibaren özellikle Granger ve Joyeux (1980), Hosking (1981) alışmalarıyla birlikte iktisat biliminde de yer bulmaya başlamıştır.

Geleneksel zaman serisi yöntemleri çoğunlukla serilerin $I(0)$ veya $I(1)$ olmasına dayandırılmaktadır. Uzun hafıza modelleri ise bu noktada devreye girmekte ve serilerin tam sayı olmayan bütünleşme derecelerinin bulunabileceği ihtimaline dayanmaktadır. Bütünleşme derecelerinin reel sayı olma ihtimalinin sorgulanmaya başlanması ile birlikte uzun hafıza modellerinin temelleri atılmıştır (Barışık ve evik, 2008: 11-12).

Serilerin kısa veya uzun hafızaya sahip olma özellikleri otokorelasyon fonksiyonlarının yavaşlama hızına göre belirlenmektedir. Bu noktada, geleneksel zaman serisi analizlerinde yer alan ve otokorelasyon fonksiyonlarının daha hızlı bir şekilde azalma trendi gösterdiği saptanan AR, MA ve ARMA modelleri kısa hafızalı modeller olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan ise otokorelasyon fonksiyonlarının yavaşça azalma eğiliminde olduğunun gözlemlendiği uzun hafıza modellerinden en sıklıkla karşımıza çıkanı ise ARFIMA modelidir (Xiu ve Jin, 2007: 138-139).

İktisadi ve finansal zaman serilerinde kesirli bütünleşik modellere başvuruluyor olması serilerin $I(0)$ veya $I(1)$ olmasından kaynaklanmamaktadır. İktisadi zaman serilerine ait otokorelasyon fonksiyonları çoğunlukla yavaşça azalma hareketi göstermektedir. Bu tip serilerin birinci farkı alındığında dahi ‘‘aşırı farklandırılmış’’ (overdifferenced) olduğu dikkat çekmektedir. Bu zellik, karakteristik bir uzun hafıza sürecine ait bir özelliktir (Banerjee ve Urga, 2005: 14). Bu noktada serilerin kısa veya uzun hafıza özelliğini tespit etme noktasında birim kök analizleri bize önsel bir ıkarışma gücü sunduğu gözlenmektedir. Serilerin $I(0)$ veya $I(1)$ olma zorunluluğunun ortadan kalktığı, bütünleşme derecelerinin (d) reel sayı olabileceği düşüncesiyle uzun hafıza modelleri geliştirilmiştir.

Uzun hafıza, teorik olarak bakıldığında, ele alınan zaman serisinin yavaşça azalan korelogramın bulunması durumudur. Dolayısıyla serinin korelogram grafiğinin azalma şekline göre (rneğin üssel veya hiperbolik olarak) ARMA, ARIMA veya ARFIMA modellerinden uygun olanına başvurulmaktadır (Granger ve Ding, 1996: 61-62).

Bütünleşme derecesi olarak bilinen d parametresinin aldığı değere göre serilerin hafıza durumu hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Buna göre, serilerin $I(0)$ olma durumu $d=0$ iken gerçekleşmektedir. Kısa hafıza olarak tanımlanan bu durumda yaşanan ekonomik şokların etkileri geometrik olarak azalmaktadır. Bütünleşme derecesinin $d=1$ olması durumunda serilerin sonsuz bir hafızası bulunmakta ve şoklar karşısında kalıcı etkileri bünyesinde barındırdıkları gözlenmektedir. Bütünleşme derecesi $0 < d < 1$ olması halinde seriler şokların etkilerini bir süre bünyelerinde barındırırlar ancak belirli bir süre sonra bu şokların etkileri sönümlenmektedir.

Diğer bir deyişle, seriler ortalamaya dönmektedir ve şokların etkileri hiperbolik şekilde azalmaktadır. Şokların etkilerinin serilerde varlığını sürdürmesini ifade eden bu durum, uzun hafıza olarak tanımlanmaktadır (Neely ve Rapach, 2008: 624).

Uzun hafıza iktisadın birçok alanında olduğu gibi finansal zaman serilerinin modellenmesinde de sıklıkla başvurulan bir yöntem olarak göze çarpmaktadır. Uzun hafızanın varlığı, aşırı volatilitenin yarattığı zararları bertaraf edebilmek noktasında önem kazanmaktadır. Bu sayede yatırımcıların gelecek döneme ilişkin beklentileri şekillenmekte ve dolayısıyla da piyasa etkinliği etkilenmektedir. Literatürde uzun hafıza özelliğinin finansal piyasalarda sıklıkla araştırıldığı gözlenmekte ve uzun hafıza özelliğinin, gelişmekte olan ülke piyasalarında gelişmiş ülke piyasalarına oranla daha belirgin bir şekilde kendini gösterdiği göze çarpmaktadır (Güleç ve Aktaş, 2019: 494-495).

Zaman serilerindeki uzun hafıza durumu farklı analiz yöntemleriyle araştırılsa da çalışmada, literatürde sıklıkla başvurulan bir yöntem olması nedeniyle ARFIMA modeli kullanılmıştır.

3.2. ARFIMA Modeli

ARFIMA modeli, fark alma parametresinin tam sayı olmayan değerlerine izin vererek ARIMA modelinin genelleştirilmiş ve genişletilmiş hali olarak karşımıza çıkmaktadır. AR, MA, ARMA ve ARIMA süreçleri, geleneksel tam sayılı modeller olup yalnızca kısa dönemli bağımlılığı yakalayabilirler. ARFIMA modelleri ise özellikle uzun hafızalı zaman serilerinin modellenmesinde kullanılmaktadır.

Kesikli zaman serisi analizlerinde karşımıza sıklıkla çıkan ARFIMA modeli, Granger ve Joyeux (1980), Granger (1980) ve Hosking (1981) tarafından geliştirilmiş olup görece daha esnek bir yapıda olduğu söylenebilmektedir. Buna göre; bir y_t zaman serisi, $(1-L)^d$ operatörünü uyguladıktan sonra Binom açılımı tarafından tanımlanmışsa, kesirli olarak farkı alınmış bir modeli takip ettiği söylenir:

$$(1 - L)^d = 1 + \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\Gamma(d + 1)(-L)^j}{\Gamma(d - j + 1)\Gamma(j + 1)} \quad (1)$$

$$(1 - L)^d = 1 - dL + d(d - 1) \frac{L^2}{2!} - \dots \quad (2)$$

herhangi bir reel d için, seri, p ve q 'nun sonlu negatif olmayan tamsayılar olduğu, durağan ve ters çevrilebilir bir ARMA(p,q) temsilini takip eder. Y_t zaman serisinin $y_t \sim I(d)$ ile ifade edilen d mertebesinden entegre olduğu söylenebilir. Standart gösterimi genişleterek, $y_t \sim \text{ARFIMA}(p,d,q)$ olarak ifade edilebilir. Böylece, genel zaman serisi modeli şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\Phi(L)(1 - L)^d y_t = \Theta(L)\varepsilon_t \quad t = 1,2, \dots \quad (3)$$

(3) numaralı denklemde yer alan (L) gecikme operatörünü kullanıldığı d değişkeni ise kesirli bütünleşme parametresini ifade etmektedir. $\Phi(L) = 0$ ve $\Theta(L) = 0$ 'ın tüm kökleri birim çemberin dışındadır ve ε_t beyaz gürültü sürecindedir (Baillie, 1996: 21; Gil-Alana ve Toro, 2002: 280-281).

Bu tür süreçler ($d > 0$) uzun hafızalı süreçler sınıfına aittir. Bu durum, $I(0)$ veya kısa hafızalı süreçlerin aksine zaman içerisinde gözlemler arasında önemli bir bağımlılık gösterme yeteneklerinin olmasından kaynaklanmaktadır. Aslında, modelin ARMA yapısı tarafından üretilen gözlemler arasındaki bağımlılık geometrik bir oranda azalırken, kesirli fark alma parametresi tarafından üretilen bağımlılık çok daha yavaş hiperbolik oranda azalır. Bu nedenle, gözlemler arasındaki uzun menzilli bağımlılık, nihayetinde yalnızca kesirli fark alma parametresi d tarafından belirlenir (Gil-Alana ve Toro, 2002: 281). Bütünleşme katsayısı olan d 'nin alabileceği değerlere göre serilerin hafıza durumları değişebilmektedir. Buna göre:

Tablo 2. d Parametresine Göre Serilerin Hafıza Özellikleri

$d=0$	Y_t serisi bir ARMA(p,q) temsilini takip eder. Kısa hafızalı ve durağan bir özellik göstermektedir.
$0 < d < 0.5$	Seri kovaryans durağandır. Otokorelasyon fonksiyonu oldukça yavaş bir şekilde azalma eğiliminde olur. Uzun hafıza özelliği gösterir ve dirençli bir yapıdadır.
$0.5 < d < 1$	Seri durağan olmayan ancak ortalamaya dönen bir yapıdadır. Yaşanan herhangi bir iktisadi şokun uzun dönemde etkisini kaybedeceği kabul edilir.
$d \geq 1$	Seriler durağan değildir ve şokların etkisi sonsuza kadar devam ettiğinden ortalamaya geri dönmez.
$-0.5 < d < 0$	Seri kısa hafızalı veya dirençli olmayan bir yapıdadır. Şokların kalıcı etkileri bulunmamaktadır.

Kaynak: (Barkoulas ve Baum, 1997: 191; Gil-Alana ve Toro, 2002: 281; Man, 2003: 477-491; Choi ve Zivot, 2007: 348).

ARFIMA modellerinde bütünleşme katsayısı olan d 'nin tahmin edilebilmesi için literatürde parametrik, yarı parametrik ve parametrik olmayan tahmin yöntemleri bulunmaktadır. Çalışmada, yarı parametrik bir yöntem olan ve d parametresinin tespiti için literatürde çoğunlukla başvurulduğunun gözlemlendiği GPH yöntemi kullanılmıştır.

3.3. GPH Yöntemi

Bir seriye ait uzun hafızanın varlığının test edilmesi noktasında en sıklıkla karşımıza çıkan yöntem yarı parametrik bir yöntem olan Geweke ve Porter-Hudak (1983) tarafından geliştirilen GPH yöntemidir. Bu yöntem ile birlikte bütünleşme derecesi olan " d " parametresi tahmin edilmeye çalışılmaktadır. GPH yönteminde, serinin "kısa bellek" (ARMA) parametrelerinin açık bir şekilde belirtilmeksizin d parametresini hesaplamak için spektral bir regresyon tahmincisi kullanılmaktadır.

Kesirli bütünleşmede hafıza parametresi " d "nin tahmini için Geweke ve Porter-Hudak (1983) yarı parametrik bir yaklaşım önermiştir. Kesirli olarak entegre edilmiş bir süreç $\{x_t\}$ verildiğinde, spektral yoğunluğu şu şekilde verilir (Wang vd., 2007: 853):

$$f(\omega) = \left[2 \sin\left(\frac{\omega}{2}\right) \right]^{-2d} f_u(\omega) \quad (4)$$

Formülde yer alan ω Fourier frekansı iken $f_u(\omega)$ u_t 'e karşılık gelen spektral yoğunluk olmakla birlikte u_t sıfır ortalamalı durağan bir kısa hafıza hata terimidir. $f(\omega)$ spektral yoğunluğunun logaritmasını alarak şu denkleme ulaşılmaktadır:

$$\ln f(\omega_j) = \ln f_u(0) - d \ln[4 \sin^2(\omega_j/2)] + \ln[f_u(\omega_j)/f_u(0)] \quad (5)$$

Kesirli fark parametresi olan d , denklem (5)'den oluşturulan regresyon denklemleriyle tahmin edilebilmektedir. Bu noktada GPH $d < 0$ için tutarlılık ve asimptotik normalliği ispat etmeye çalışmaktadırlar (Barkoulas ve Baum, 1998: 118; Wang vd., 2007: 853).

Bütünleşme katsayısı olan “ d ” parametresinin istatistiksel olarak anlamlılığı tek taraflı basit t -testine göre belirlenmektedir. Buna göre; $H_0: d=1$, $H_1: d < 1$ hipotezleri test edilmektedir. Bu hipotezlerden H_0 'ın reddi serinin birim kök barındırmamasına karşın kesirli bütünleşik bir yapıda olunabileceği ihtimalini doğurmaktadır. Bir diğer deyişle bu durum, serinin uzun hafızalı olabileceğini düşündürmektedir (Yurttagüler ve Kutlu, 2019: 221).

4. Ampirik Bulgular

4.1. Birim Kök Test Sonuçları

Serilerin bütünleşme derecelerinin anlaşılması adına uygulanan ilk yöntem birim kök testleridir. Bu sayede serilerin hafıza durumlarına dair önsel bir tahminde bulunmak mümkün olmaktadır. Bitcoin serisinin durağanlığının test edilebilmesi adına da literatürde açıklayıcı gücü açısından daha çok kabul gören PP (Phillips Perron) ve KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin) birim kök testleri uygulanmıştır. PP birim kök testinde serinin birim köke sahip olduğunu ifade eden sıfır hipotezine karşılık alternatif hipotezi serinin durağan olduğunu göstermektedir. KPSS testinde ise durum tam tersi şekildedir. KPSS birim kök testinde sıfır hipotez serinin durağanlığını analiz ederken alternatif hipotezi serinin birim köke sahip olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 3. Birim Kök Test Sonuçları (Sabit Terimli)

	Phillips Perron		KPSS	
	Test İstatistiği	%1 Kritik Değer	Test İstatistiği	%1 Kritik Değer
Bitcoin	-1.076868	-3.459362	0.448744	0.739000
Δ Bitcoin	-13.24996	-3.459494	0.150011	0.739000

Elde edilen sonuçlar, %1 kritik değer baz alındığında, PP birim kök testine göre Bitcoin serisinin birim kök içerdiği ve birinci farkı alındığında serinin durağan hale geldiği gözlenmekte, KPSS birim kök testlerine göre ise serinin durağan olduğu saptanmaktadır.

Birim kök test sonuçlarına göre Bitcoin serisine ilişkin $I(0)$ veya $I(1)$ olmasına yönelik bir görüş birliği bulunmamaktadır. Hem bir görüş birliğinin bulunmaması hem de literatürde birinci farklarının alınması sonrasında durağan olan serilerin uzun hafızalı olabileceğinin savunulması gerekçeleriyle kesirli bütünleşme analizi uygulanmaktadır. Uzun hafıza, geleneksel birim kök testlerinde, birim kök bulunması lehine bir sapma yaratmaktadır. Bu nedenlerle analize konu olan Bitcoin serisine parçalı durağanlık testi uygulamak gerekmektedir (Turgutlu, 2004: 64). Bu amaçla ARFIMA sürecini dikkate alan yarı parametrik bir analiz olan GPH yöntemine başvurulmuştur.

4.2. GPH Test Sonuçları

Çalışmada, Bitcoin serisinin uzun hafıza özelliği gösterip göstermediğini anlayabilmemiz için yarı parametrik bir yöntem olan GPH yöntemine başvurulmuştur. Geweke ve Porter-Hudak (1983) alışmalarında bütünleşme derecesinde oluşan değişimleri karşılaştırabilmek adına optimal ordinat sayısı olarak belirlenen “ $m=T^\lambda$ ” değerin en uygun 0.50 – 0.60 arasında olacağını belirtmiştir. Literatürde son yıllarda yapılan çalışmalar ise bu aralığın biraz daha genişletilmesi noktasında görüş birliği sunmaktadır. “d” parametresindeki tüm değişimleri gözlemleyebilmek adına 0,40-0,70 arasındaki tüm değerler için ayrı ayrı d değeri tahmin edilmektedir (Turgutlu, 2004: 65). Buna göre elde edilen bulgular Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 4. Bitcoin Serisine Ait GPH Test Sonuçları

$m=T^\lambda$	Bitcoin	
	d	t-istatistiği
0,40	0.69807*	2.023977965
0,45	0.93464	3.428990718
0,50	0.87954	4.002821645
0,55	0.90924	4.838699377
0,60	0.8981	5.688137311
0,65	0.89782	6.728267386
0,70	0.89197	7.888653047

Not: 1) Kullanılan kritik değerler tek taraflı hipotez testleri için kullanılan t dağılım tablosundan elde edilmiştir. Bunlar %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyleri için sırasıyla 2,326, 1,645 ve 1,282 şeklinde dir. 2) * işareti, %1 düzeyinde anlamlı olan d parametresine işaret etmektedir.

Tespit edilen GPH test sonuçlarına göre, 17.11.2019 – 10.03.2024 dönemleri arasında haftalık Bitcoin serisine ilişkin kesirli bütünleşme katsayısı $d=0.69807$ şeklinde tespit edilmiştir. Buna göre seride birim kökün olduğunu ifade eden sıfır hipotezi kabul edilmemekte ve serinin kesirli btnleşlik özellikler sergilediği göze çarpmaktadır. Kesirli bütünleşme katsayısı olan d’nin almış olduğu bu değer, serinin durağan olmadığını ancak ortalamaya dönen bir özellik sergilediğini ortaya koymaktadır. Bir başka ifade ile, araştırmaya konu olan serinin yaşanan iktisadi şokların etkilerini uzun süre bünyesinde barındırdığını göstermektedir. Ele alınan dönem içerisinde Bitcoin serisinin oldukça dirençli bir yapıya sahip olmasına rağmen ortalamaya dönen dinamik bir süreç içerisinde olduğu söylenebilmektedir. GPH test sonuçlarına göre, ele alınan dönemde, kesirli bütünleşme parametresinin $0 < d < 1$ aralığında bulunması nedeniyle serinin uzun hafızalı olduğu ileri sürülebilmektedir.

Bir zaman serisinin uzun hafızalı bir yapıda olması, uzak gözlemler arasında korelasyonun kalıcı olmasıdır. Kısa hafızalı serilerin otokorelasyon fonksiyonları hızlıca azalma eğiliminde olurken, uzun hafızalı serilerde otokorelasyon fonksiyonları yavaş bir azalma eğilimindedir. Bunun anlamı ise, geçmiş gözlemlerin gelecek değerler üzerinde uzun süreli bir etki yarattığı şeklinde yorumlanmaktadır.

$0 < d < 1$ aralığının tespit edilmesi ile birlikte, Bitcoin serisine ilişkin, yaşanan iktisadi şokların etkilerinin belirli bir süre kalıcı olduğu, ancak sonrasında bu şokun etkilerinin sonlanacağı ve serinin ortalamaya geri döneceği tahmininde bulunulabilir. Bu noktada, d parametresinin $0 < d < 1$ aralığında aldığı değerin önemine de değinmek gerekmektedir. $0 < d < 0.5$ ve $0.5 < d < 1$ aralıklarının her ikisi de uzun hafızalı bir yapıyı ifade etmekle birlikte özellikleri açısından bazı farklılıkları bulunmaktadır. $0 < d < 0.5$ aralığı serinin ortalamaya dönen ve kovaryans

durağan bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu tip bir seride yaşanan iktisadi şokların etkileri daha yavaş ortadan kalkmaktadır. Öte yandan $0.5 < d < 1$ aralığında ise serinin ortalamaya döndüğü ancak yaşanan iktisadi şokların gelecekteki değerler üzerinde uzun dönemli bir etkisi olmadığı şeklinde değerlendirilmektedir (Kahyaoğlu ve Abuk Duygulu, 2005: 68-69).

Analiz sonucunda $d=0.69807$ olarak tespit edilen bütünleşme derecesi Bitcoin serisinin uzun hafızalı bir özellik barındırırken ekonomide yaşanan iktisadi şokların etkilerinin belirli bir süre sonrasında sönümlenmeye başladığını ifade etmektedir.

5. Sonuç

Küreselleşme kavramı ekonomik, siyasal, kültürel unsurları bünyesinde barındıran ve temelde ülkelerin ve dünya halklarının bütünleşmesi olarak tanımlanan bir olgudur. Her ne kadar küreselleşme konusu sosyolojik ve siyasal öğeleri kapsıyor olsa da ekonomik bütünleşme noktasında daha önemli adımların atıldığı gözlenmektedir. Küreselleşmenin olumlu ekonomik sonuçları yadsınamazken beraberinde gelen sorunların olduğu da açıktır. Küreselleşen dünyada yaşanan krizlerin daha da derinleştiği göze çarpmaktadır. Özellikle 2000’li yıllardan itibaren yaşanan küresel finansal krizler merkezi otoritelere karşı güven sarsıcı etkiler yaratmıştır. Bu noktada yatırımcılar merkezi otoriteden bağımsız, neredeyse maliyetsiz, aracısız ve hızlı aktarım imkânı sunan alternatiflere yönelmeye başlamışlardır. Kripto para piyasası bu açıdan bakıldığında iyi bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır.

Kripto para kavramı, aslen 1990’ların sonlarında kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen bir yatırım ve ödeme aracı olarak hayatımıza girmesi 2008 yılında Bitcoin’in oluşturulmasıyla gerçekleşmiştir. Günümüzde baktığımızda her ne kadar fiziki paranın kullanımı gibi bir alan henüz bulamamış olsa da bir yatırım enstrümanı olma özelliği göstermektedir. Bir diğer değişle paranın fonksiyonlarından hesap birimi olma özelliğini aktif bir şekilde yerine getiremeye de değer saklama fonksiyonunu yerine getirdiği gözlenmektedir. Bu nedenlerdir ki kripto piyasalarına her geçen gün artan bir ilgi bulunmaktadır.

Çalışmada ana kripto para birimi olarak tanımlanan Bitcoin’in fiyat hareketlerinin uzun hafıza özelliği gösterip göstermediği araştırılmıştır. 17.11.2019 – 10.03.2024 dönemleri arasında haftalık gözlemin kullanıldığı analizde Bitcoin serisinin dirençli bir yapı sergilediği gözlenmektedir. Elde edilen bulgulara göre, serinin durağan olmayan, dirençli ve uzun hafıza yapısının yanında ortalamaya dönen bir özelliği olduğu sonucuna varılmıştır. Bu açıdan bakıldığında literatürde genel kabul gören sonuçlar ile örtüşen (Güleç ve Aktaş, 2019; Kaya Rambaccussing ve Mazibas, 2020; Kaya Soylu vd., 2020; Wu vd., 2022) bir sonuca ulaşıldığı gözlenmektedir.

Elde edilen bulgular neticesinde Bitcoin serilerinin bütünleşme derecesi $d=0.69807$ olarak belirlenmiştir. Bütünleşme derecesinin $0.5 < d < 1$ aralığında tespit edilmiş olması Bitcoin serisinin uzun hafızaya sahip olmasının yanında ortalamaya dönen bir yapıda olduğu ve iktisadi şokların etkilerinin ise belirli bir süre varlığını sürdürüp ardından etkisini yitirdiği şeklinde değerlendirilmektedir. Diğer bir değişle; Bitcoin fiyatlarını etkileyen herhangi bir iktisadi şokun belirli bir süre etkisini sürdüreceği ancak uzun dönemde etkisini kaybedeceği kabul edilmektedir.

Bitcoin piyasası, uzun dönemde kendi denge değerine geri dönme şeklinde bir hareket izlemektedir. Ancak elde edilen bulgulara göre, uzun hafızaya sahip olmasına karşın görece olarak yüksek bir direncin ($0.5 < d < 1$) varlığı tespit edilmiş olmasından dolayı makro ekonomik

istikrar doğrultusunda incelendiğinde, bu geri dđnüşü beklemenin riskli olabileceği tahmin edilmektedir. Bunun en temel nedeni, bütünlüşme derecesi $0.5 < d < 1$ aralığında olan bir zaman serisinin, geçmişteki hareketlerin gelecekteki hareketlerle kısmen ilişkili olduğunu göstermesi ve dolayısıyla geleceğe ilişkin sınırlı bir miktarda öngörülebilirliğe sahip olmasıdır.

Çalışmaya konu olan Covid-19 pandemi döneminde bu tip bir sonuçla karşılaşılması da doğal karşılanmaktadır. Bitcoin, günümüzde genel kabul görmüş merkeziyetsiz özellikte bir yatırım enstrümanı olarak karşımıza çıkmakla birlikte, dünya üzerindeki gelişmelerden oldukça etkilenmektedir. Tüm dünyada uygulanan yasaklar, kripto piyasalarına aracılık eden bazı kuruluşların ele alınan dönemde iflas etmesi, dünyanın çeşitli yerlerinde yaşanan savaşlar ve pandemi etkisiyle tüm dünyada yükselen enflasyon oranlarını kontrol altına alabilmek adına sıkı para politikalarına yönelmesi neticesinde kripto piyasalarında alım satım işlemlerinde yüksek oranda daralma gözlenmiştir. Bu nedenledir ki, Bitcoin fiyatlarının denge düzeyine gelmesini sağlamak için çeşitli politik olaylara ihtiyaç duyulabileceği veya politik olaylardan doğrudan etkilenebileceği varsayılmaktadır. Öte yandan, birçok ülkenin kripto piyasalarına ilişkin kapsamlı yasal düzenlemesinin bulunmaması yatırımcılar açısından riskli bir ortamı da beraberinde getirmektedir. Tüm bu nedenlerle, Bitcoin fiyatlarında meydana gelen dalgalanmaların uzun dönemde tekrar denge değerine ulaşmasını beklemek yatırımcının alması gereken bir risk olarak değerlendirilmektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazar, makalenin tamamına yalnız kendisinin katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Araştırmacıların Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Alpago, H. (2018). Bitcoin’den Selfcoin’e kripto para. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 411-428. <https://doi.org/10.21733/ibad.419462>
- Al-Yahyaee, K.H., Mensi, W. and Yoon, S.M. (2018). Efficiency, multifractality, and the long-memory property of the Bitcoin market: A comparative analysis with stock, currency, and gold markets. *Finance Research Letters*, 27, 228–234. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.03.017>
- Antonopoulos, A.M. (2014). *Mastering Bitcoin*. CA: O’Reilly Media.
- Baillie, R.T. (1996). Long memory processes and fractional integration in econometrics. *Journal of Econometrics*, 73, 5-59. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01732-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01732-1)
- Banerjee, A. and Urga, G. (2005). Modelling structural breaks, long memory and stock market volatility: An overview. *Journal of Econometrics*, 129, 1-34. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.09.001>
- Barışık, S. ve Çevik, E.İ. (2008). Yapısal kırılma testleri ile Türkiye’de işsizlik histerisinin analizi: 1923-2006 dönemi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 109-134. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/kmusekad/>
- Barkoulas, J.T. and Baum, C.F. (1997). Long memory and forecasting in Euroyen deposit rates. *Financial Engineering and the Japanese Markets*, 4, 189-201. <https://doi.org/10.1023/A:1009630017314>
- Barkoulas, J.T. and Baum, C.F. (1998). Fractional dynamics in Japanese financial time series. *Pacific-Basin Finance Journal*, 6, 115-124. [https://doi.org/10.1016/S0927-538X\(97\)00028-0](https://doi.org/10.1016/S0927-538X(97)00028-0)
- Berentsen, A. and Schär, F. (2018). A short introduction to the world of cryptocurrencies. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 100(1), 1-16. <https://doi.org/10.20955/r.2018.1-16>
- Choi, K. and Zivot, E. (2007). Long memory and structural changes in the forward discount: An empirical investigation. *Journal of International Money and Finance*, 26(3), 342-363. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2007.01.002>
- Davidson, J. and Rambaccussing, D. (2015). A test of the long memory hypothesis based on self-similarity. *Journal of Time Series Econometrics*, 7(2), 115-141. <https://doi.org/10.1515/jtse-2013-0036>
- Davidson, J. and Sibbertsen, P. (2009). Tests of bias in log-periodogram regression. *Economics Letters*, 102(2), 83-86. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2008.11.020>
- ECB. (1998). *Report on electronic Money* (European Central Bank). Retrieved from <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/emoneyen.pdf>
- ECB. (2012). *Virtual currency schemes* (European Central Bank). Retrieved from <http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>
- Eğilmez, M. (2017). Kripto paralar, Bitcoin ve blockchain. Erişim adresi: <http://www.mahfiegilmez.com/2017/11/kripto-paralar-Bitcoin-ve-blockchain.html>
- Geweke, J. and Porter-Hudak, S. (1983). The estimation and application of long memory time series models. *Journal of Time Series Analysis*, 4(4), 221-238. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.1983.tb00371.x>
- Gil-Alana, L.A. and Toro, J. (2002). Estimation and testing of ARFIMA models in the real exchange rate. *International Journal of Finance and Economics*, 7, 279–298. <https://doi.org/10.1002/ijfe.192>
- Granger, C.W.J. (1980). Long memory relationships and the aggregation of dynamic models. *Journal of Econometrics*, 14(2), 227-38. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(80\)90092-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(80)90092-5)
- Granger, C.W.J. and Ding, Z. (1996). Varieties of long memory models. *Journal of Econometrics*, 73, 61-77. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01733-X](https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01733-X)
- Granger, C.W.J. and Joyeux, R. (1980). An introduction to long-memory time series models and fractional differencing. *Journal of Time Series Analysis*, 1, 15-39. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.1980.tb00297.x>
- Güleç, Ö.F. (2018). Bitcoin ile finansal göstergeler arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 18-37. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/klujfeas/>

- Güleç, T.C. ve Aktaş, H. (2019). Kripto para birimi piyasalarında etkinliğin uzun hafıza ve değişen varyans özelliklerinin testi yoluyla analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(2), 491-510. <https://doi.org/10.17153/oguiibf.520679>
- Hosking, J.R.M. (1981). Fractional differencing. *Biometrika*, 68(1), 165-176. <https://doi.org/10.1093/biomet/68.1.165>
- Kahyaoğlu, H. ve Duygulu, A.A. (2016). Finansal varlık fiyatlarındaki değişme – Parasal büyüklükler etkileşimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 63-85. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/en/pub/deuiibfd/>
- Kaya Soylu, P., Okur, M., Çatıkkaş, Ö. and Altıntig, Z.A. (2020). Long memory in the volatility of selected cryptocurrencies: Bitcoin, Ethereum and Ripple. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(6), 107. <https://doi.org/10.3390/jrfm13060107>
- Man, K.S. (2003). Long memory time series and short term forecasts. *International Journal of Forecasting*, 19, 477-491. [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(02\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(02)00060-2)
- Mensi, W., Al-Yahyaee, K.H. and Kang, S.H. (2019). Structural breaks and double long memory of cryptocurrency prices: A comparative analysis from Bitcoin and Ethereum. *Finance Research Letters*, 29, 222-230. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.07.011>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Retrieved from <https://Bitcoin.org/Bitcoin.pdf>
- Neely, C.J. and Rapach, D.E. (2008). Real interest rate persistence: Evidence and implications. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 90(6), 609-641. <https://doi.org/10.20955/r.90.609-642>
- Özekenci, S.Y. (2023). Kripto para birimlerinin Bitcoin ile etkileşiminin incelenmesi: Toda-Yamamoto nedensellik testi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 25(45), 1193-1209. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/kmusekad/>
- Rambaccussing, D. and Mazibas, M. (2020). True versus spurious long memory in cryptocurrencies. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(9), 186. <https://doi.org/10.3390/jrfm13090186>
- Rotman, S. (2014). *Bitcoin versus electronic money* (World Bank Working Paper No. 88164). Retrieved from <https://www.cgap.org/sites/default/files/Brief-Bitcoin-versus-Electronic-Money-Jan-2014.pdf>
- Sagona-Stophel, K. (2016). Bitcoin 101: How to get started with the new trend in virtual currencies. Retrieved from <https://www.scribd.com/document/237328281/bitcoin-101>
- Sönmez, A. (2014). Sanal para Bitcoin. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC*, 4(3), 1-14. <https://doi.org/10.7456/10403100/001>
- TCMB. (2013). Ödeme ve menkul kıymet mutabakat sistemleri, ödeme hizmetleri ve elektronik para kuruluşları hakkında kanun. (2013, 27 Haziran). *Resmî Gazete* (Sayı: 28690).Erişim adresi: <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/2f1f7375-31cb-4c3b-b5c6-72d8561140a7/%C3%96deme+Sistemleri+Kanunu.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTW-ORKSPACE-2f1f7375-31cb-4c3b-b5c6-72d8561140a7-nbMvi47>
- Turgutlu, E. (2016). Fisher Hipotezinin tutarlılığının testi: Parçalı durağanlık ve parçalı koentegrasyon analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 55-75. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/deuiibfd/>
- Wang, W., Van Gelder, P.H.A.J.M., Vrijling, J.K. and Chen, X. (2007). Detecting long-memory: Monte Carlo simulations and application to daily streamflow processes. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(2), 851-862. <https://doi.org/10.5194/hess-11-851-2007>
- Wu, X., Wu, L. and Chen, S. (2022). Long memory and efficiency of Bitcoin during COVID-19. *Applied Economics*, 54(4), 375-389. <https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1962513>
- Xiu, J. and Jin, Y. (2007). Empirical study of ARFIMA model based on fractional differencing. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 377(1), 138-154. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2006.11.030>
- Yurttağüler, İ.M. ve Kutlu, S. (2019). İşsizlikte uzun hafıza etkisi ve histerisiz hipotezinin geçerliliği. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 214-225. Erişim adresi: <http://esjournal.cumhuriyet.edu.tr/>

LONG MEMORY ANALYSIS USING THE GPH METHOD IN CRYPTOCURRENCY MARKETS: THE CASE OF BITCOIN

EXTENDED SUMMARY

The Aim of the Study

The aim of the study is to perform analysis using Bitcoin, the main cryptocurrency. In this context, the study aims to explain the structure of cryptocurrency markets, whose market value is increasing day by day, and to examine the course of price movements specifically for Bitcoin, the main cryptocurrency. On the other hand, it tries to explain Bitcoin technology, market dynamics, and its effects on financial markets. It is seen that studies analyzing the crypto market in terms of long memory are quite limited in the literature. The study especially aims to contribute to the existing literature in this respect.

Literature

Crypto markets refer to the digital or virtual marketplaces where cryptocurrencies are traded. Cryptocurrencies are decentralized digital assets that use cryptography for secure financial transactions. Bitcoin, created in 2009, was the first cryptocurrency, and since then, thousands of other cryptocurrencies have been developed, each with unique features, purposes, and technologies. The journey of crypto markets has been characterized by rapid growth, technological innovation, regulatory challenges, price volatility, and increasing mainstream interest and adoption, evolving into a global market with a diverse array of digital assets and participants.

The concept of cryptocurrencies and the beginnings of crypto markets traced back to a whitepaper published in October 2008 by an anonymous person or group using the pseudonym Satoshi Nakamoto. The first recorded commercial transaction using Bitcoin occurred in 2010 when someone purchased two pizzas for 10,000 Bitcoins, highlighting the early use case of Bitcoin as a medium of exchange. As Bitcoin gained attention and value, other cryptocurrencies, often referred to as altcoins, began to emerge, offering variations in technology, consensus mechanisms, use cases, and governance models. Crypto markets began forming as platforms (cryptocurrency exchanges) emerged to facilitate the buying, selling, and trading of digital assets. Mt. Gox, established in 2010, was one of the first and most influential cryptocurrency exchanges, handling a vast majority of Bitcoin transactions until its collapse in 2014.

Over time, the crypto space expanded significantly, with the creation of numerous other cryptocurrencies, the development of blockchain technology for various purposes beyond finance, the rise of initial coin offerings (ICOs), and the exploration of blockchain's potential in industries like finance, supply chain, healthcare, and more.

Bitcoin is the first and most well-known cryptocurrency, often referred to as digital gold or the pioneer of the crypto industry. Bitcoin's impact extends beyond just being a digital currency; it has spurred the development of the broader cryptocurrency and blockchain industry, inspiring the creation of numerous other cryptocurrencies and innovative blockchain-based projects. Its

decentralized nature and technological innovations have challenged traditional financial systems and sparked discussions about the future of money and finance.

Methodology

In the study, the long memory feature of the time series of the Bitcoin currency was tested. For this purpose, a weekly data set was used between 17.11.2019 and 10.03.2024. The main reason for choosing this date range is due to the increased interest in crypto markets as a different investment method with the declaration of the COVID-19 pandemic. Since the crypto market is a 24-hour market, there is no closing price. For this reason, prices at 00:00 Greenwich (GMT +0) time are used as the closing price. Regarding the Bitcoin series, which is the subject of the research, it was first tested whether it has a unit root, and then long memory analysis was carried out using the GPH test.

Empirical Results

In the analysis using the weekly data set between the periods 17.11.2019 – 10.03.2024, it is observed that the Bitcoin series exhibits a resilient structure. It was concluded that the series has a non-stationary but mean-reverting feature. According to the findings, it is observed that although the effects of the shocks experienced in the considered period are finite, their effects on Bitcoin prices manifest themselves for a long time.

Conclusion

According to the findings of the analysis, it is accepted that any economic shock affecting Bitcoin prices will continue to have an effect for a certain period of time, but will lose its effect in the long term. In other words, the Bitcoin market follows a movement of returning to its equilibrium value in the long run. However, according to the findings, it is estimated that waiting for this return may be risky when examined in line with macroeconomic stability since a relatively high resistance has been detected. It is considered natural to encounter such a result during the COVID-19 pandemic period, which is the subject of the study. Although Bitcoin appears as a generally accepted decentralized investment instrument today, it is highly affected by developments in the world. As a result of the bans imposed all over the world, the bankruptcy of some institutions that mediate the crypto markets during the period in question, the wars in various parts of the world, and the resort to tight monetary policies in order to control the rising inflation rates all over the world due to the pandemic effect, a high rate of contraction in trading transactions in the crypto markets was observed. For this reason, it is assumed that various political events may be needed or directly affected by political events to ensure that Bitcoin prices reach the equilibrium level. On the other hand, the lack of comprehensive legal regulations regarding crypto markets in many countries creates a risky environment for investors. For all these reasons, waiting for the fluctuations in Bitcoin prices to reach the equilibrium value again in the long term is considered a risk that the investor should take.