



BAŞLICA ETKİN KRİPTO PARALARDA OYNAKLIK ANALİZİ*

 Lokman Salih ERDEM^a

 Hayriye ATİK^b

Öz

Bitcoin'in 2009 yılında ortaya çıkmasıyla birlikte, birçok sektör üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Ancak, kripto para piyasalarındaki yüksek volatilité ve merkezi bir kontrol olmaması, kripto paraların geleceği konusunda belirsizlik yaratmaktadır. Bu anlamda, finansal sektörlerin dinamik yapısı gereği diğer sektörlerden daha hızlı etkilendikleri doğal olarak kabul edilmektedir. Bu araştırmanın temel amacı, Bitcoin, Ethereum, Litecoin ve Ripple gibi dört kripto para biriminin yatırım aracı olarak potansiyelini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda, 1 Ocak 2018 - 1 Ocak 2023 tarihleri arasında, seçili kripto para birimlerinin getiri oranlarının volatilité özellikleri modellenmeye çalışılmıştır. Otoregresif koşullu değişen varyans modelleri (Autoregressive conditional heteroskedasticity - ARCH) analizi kullanılarak yapılan çalışmada, modelin volatilité tahmininin anlamlı sonuçlar vermesi üzerine VAR analizi ve Granger nedensellik ilişkileri eklenerek desteklenmiştir. Bu testlerin sonucunda kripto para birimlerinin risk profili incelenmiş ve gelecekteki fiyat hareketlerine ilişkin bir tahmin sağlanması amaçlanmıştır. Bu şekilde, kripto para birimlerinin potansiyel bir yatırım aracı olarak değerlendirilmesi konusunda tespitler yapılarak literatüre katkıda bulunulmuştur. Bu bağlamda, serilerde ARCH etkisi gözlemlenmiştir. Yapılan VAR ve Granger Nedensellik testleri sonucunda, Bitcoin'deki bir değişikliğin diğer altcoin'leri önemli ölçüde etkilediği ancak Ripple'da anlamlı bir etkinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kripto Para Birimi, ARCH Yöntemi, Granger nedensellik,



VOLATILITY ANALYSIS IN THE MAIN ACTIVE CRYPTOCURRENCIES

Abstract

With the emergence of Bitcoin in 2009, its effects on various sectors have been observed. However, the high volatility and the absence of centralized control in cryptocurrency markets create uncertainty about the future of cryptocurrencies. In this regard, due to the dynamic nature of financial sectors, they are naturally presumed to be more rapidly affected than other sectors. The primary aim of this research is to evaluate the investment potential of four cryptocurrencies: Bitcoin, Ethereum, Litecoin, and Ripple. Towards this aim, between January

*Bu makale, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürüttüğü 'Kripto Paraların Finansal Sistem ve Ödeme Sistemleri Üzerine Etkileri: Seçili Kripto Paralar İçin Ampirik Bir Analiz' başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

^a Öğr. Gör. Dr., Ahi Evran Üniversitesi, Sosyal Bilimler MYO, Dış Ticaret, l.erdem@ahievran.edu.tr

^b Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat, atik@erciyes.edu.tr

Makale Geliş Tarihi: 07.12.2023, Makale Kabul Tarihi: 13.02.2024

1, 2018, and January 1, 2023, the volatility characteristics of selected cryptocurrencies' return rates have been attempted to be modeled. Using Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH) analysis, the volatility prediction of the model yielded significant results, further supported by VAR analysis and Granger causality relationships. As a result of these tests, the risk profile of cryptocurrencies has been examined, aiming to provide a forecast for future price movements. In this way, findings have been made regarding the evaluation of cryptocurrencies as a potential investment vehicle, contributing to the literature. In this context, ARCH effects have been observed in the series. Based on the VAR and Granger Causality tests, it has been concluded that while changes in Bitcoin significantly influence other altcoins, Ripple does not exhibit a significant effect.

Keywords: Cryptocurrency, ARCH Method, Granger causality.



Giriş

Finansal piyasalar, günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle birlikte önemli bir değişim sürecine girmiştir. Kripto paralar, geleneksel finansal araçlardan farklı yetenekleriyle finansal sistemde etki yaratmış ve dikkat çekmiştir. Son on yıl içinde belirgin bir gelişme göstererek tanınırlığını artırmış ve çeşitli amaçlarda kullanılmak üzere birçok kişi ve kurum tarafından benimsenmiştir.

Kripto paralar, merkezi olmayan, çevrimiçi kullanım için tasarlanmış şifreli dijital para birimleridir. Ancak, dünya genelinde geniş bir katılımcı ağına ulaşmıştır Kripto paralar, bireysel kullanıcıların yanı sıra ticaret, yatırım ve kullanım açılarından da cazip hale gelmiştir, çünkü özellikleri bu alanlara uygundur. Geleneksel para sistemi içinde eksik kalan noktaları tamamlayıcı bir rol üstlenerek olumlu bir katkıda bulunmuştur.

Kripto paraların alım-satımı on yılı aşkın bir süredir yapılmaktadır. Bu süre zarfında, piyasa katılımcılarının işlemleri sonucunda bir fiyat mekanizması oluşmuştur. Geçmiş yılların fiyat verileri, teknik analiz yöntemleri kullanılarak bir öngörü sağlamaktadır. Kripto paralar, diğer finansal araçlar gibi finansal yatırımcılar için çekici bir yatırım aracı olabilir.

Günümüzde binlerce farklı kripto para bulunmaktadır. Bu kripto paraların birçok farklı projesi vardır ve piyasaya yeniliklerle çıkmaktadırlar. Kripto paraların farklı kullanım alanları bulunması, sadece yatırımcılar için değil, aynı zamanda ticaret yapan bireyler ve ödeme sistemlerini kullanmak isteyenler için de özel bir alternatif dijital araç haline gelmelerine olanak sağlamıştır.

ARCH yöntemi, kripto paralardaki fiyat hareketliliğinin gelecekteki fiyat oynaklıklarını öngörmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu metodun uygulanmasıyla, seçili dört kripto paranın 01/01/2018-01/01/2023 tarihleri arasındaki günlük fiyat değişimleri üzerinden gelecekteki fiyat oynaklıkları hakkında ampirik bir tahmin oluşturulması amaçlanmaktadır. ARCH analizinin ardından, Granger nedensellik analizleri ile kripto paralar arasındaki etkileşimler incelenecek ve bu analizlerle kripto para piyasalarındaki ilişkiler daha detaylı bir şekilde anlaşılacaktır.

2. Para Birimi Olarak Kriptolar

Dijital para birimi sistemi, internet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, herkesin kolayca erişebildiği bir sistem olarak sunulmaktadır. İnternet aracılığıyla kolay erişim imkanının sağlanması, herhangi bir bireyin dijital para oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Dünyanın herhangi bir yerinden

çevrimiçi hesap açılarak kullanımına başlanabilir. Banka hesabı olmayan milyonlarca kişiye finansal araçlar sunmak, dijital para birimlerinin yetenekleri arasında yer almaktadır. Aynı zamanda, bankalar dışındaki yatırımcılara ulaşma kapasitesine sahiptir. Dijital para birimleri, hiçbir finansal kuruluşla iş yapmayan bireylere yeni fırsatlar sunarak, onların da yatırım yapma olanaklarını artırmaktadır (Mullan, 2016). Geleneksel para birimlerinin ötesinde, dijital bir para alanı da bulunmaktadır. Bu özel alanda, bir dijital para birimi kullanılmaktadır. Bu dijital para birimi, dijital dünyada ödeme sistemlerinde kullanılmaktadır (James & Brunnermeier, 2019, s. 29).

Kripto varlıklar, dijital varlıklar kategorisinde bulunmakta ve temel amacı, geleneksel paraların sunduğu işlevleri yerine getirmektir (Pickford, 2021). Kripto paraların büyük çoğunluğu, Chakravorty ve Gowda'nın (2021) belirttiği üzere, genellikle merkezi bir otoriteye bağlı olmayan blok zincir teknolojisi üzerine kurulmuş dijital para birimleridir. Üretilen kripto paralar, genellikle güvenlik mekanizmaları oluşturmak için blok zinciri sistemleri tarafından kullanılan şifreleme yöntemleriyle desteklenir. Bu sayede, bir sarmal ağ yapılarak merkez bankası veya kamu otoritesi tarafından kontrol edilmeyen dijital değerlerin temsil edildiği bir sistem ortaya çıkar. Bu dijital temsil, özellikle ödeme aracı olarak tasarlanmış ve geleneksel finansal sistemin dışında bir alanı temsil etmektedir. Şifreleme yöntemleri ve blok zincirin sağladığı güvenlik, bu dijital temsili destekleyerek kullanıcıların güvenli bir şekilde işlem yapmalarına olanak tanımaktadır. Özetle, kripto paralar, merkezi olmayan yapıları ve şifreleme teknolojisi sayesinde finansal sistemlere alternatif bir dijital değer temsili sunmaktadır (Cameron Dark, Emery, Ma, & Noone, 2019, s. 196).

Kontrolün kamuya veya şirketlere ait olmadığı bir mekanizmanın varlığı, genellikle dağıtılmış bir defter sistemine dayalı olarak işler. Bu dağıtılmış ağ sistemi, sorumluluğun tek bir merkez yerine daha geniş bir topluluğa yayılmasını sağlar. Kripto paralar, devletler tarafından resmi bir para birimi olarak kabul edilmediği için bu dijital para birimleri ile gerçekleştirilecek işlemler, çoğunlukla çevrimiçi platformlarda gerçekleşmektedir.

3.Kripto Paraların Yaygınlaşması

Bitcoin, finansal piyasalara 2009 yılında alternatif bir dijital para birimi olarak sunulmuştur. İlk çıktığı dönemde, bu yeni teknolojik değişim büyük bir ilgi ve heyecanla karşılanmış ve yatırımcılar bu inovatif yatırım aracını değerlendirmeye başlamıştır. Ancak, bu erken dönemde kullanıcıların hızlı bir şekilde artış göstermesiyle fiyat hareketlerinde yüksek volatilité meydana gelmiş, akabinde, birçok yatırımcı tarafından aşırı spekülâtif bir varlık olarak görülmüştür. Daha sonraki dönemlerde, yüksek oynaklık seviyeleri, zamanla katılımcıların ilgisini çekmiş ve hızla bireyler arasında yayılmıştır (Times, 2021). Kripto para borsalarının kurulması, katılımcılara teknolojik bir kolaylık sağlamış ve isteyen herkesin bu pazara erişebilmesi için önemli bir adım olmuştur. Bu gelişme, Bitcoin gibi kripto paraların kolay bir şekilde alım satım işlemlerinin yapılabilmesine olanak sağlarken, aynı zamanda, hızlı bir şekilde nakde çevrilebilme özelliği, kripto paraları likit bir varlık olarak avantajlı hale getirmiştir. Eğer kripto paralar, sundukları avantajları sürdürülebilir kılabilir ve geliştirmelerini artırabilirse, merkezi otoritelerin kripto paraların meşruiyetini tanıma konusunda daha istikrarlı bir tavır sergileme olasılığı artabilir (Erdem, 2021, s. 1-52).

4.Piyasa Üzerine Etkileri

Para transferi veya dış ticaret işlemlerinde ödeme süreci, bir dizi finansal kuruma ödeme yapmayı gerektiren bir düzenleme içermektedir. Bu süreç, gönderici bankasından başlar ve ardından alıcı bankası,

muhabir banka, SWIFT sistemi, takas sistemi, düzenleyici kurumlar ve nihayetinde alıcıya kadar devam etmektedir. Blok zincir teknolojisi, hesaplar arası doğrudan transfer yeteneği sağlayarak finans sektöründe bir devrim yaratmıştır. Bu teknolojik gelişme, göndericinin hesabından alıcının hesabına doğrudan transfer yapılabilmesine olanak tanımakta ve finans kuruluşlarının gereksiz komisyonları almasına engel olmaktadır. Bu durum, şirketlerin karını artırmakla kalmaz, aynı zamanda ticaretin genişlemesine de olanak sağlar. Ancak, bu teknolojik ilerlemenin finansal kuruluşların etkinliğini azaltması kaçınılmazdır. Bu da mevcut finansal kuruluşların iş yapış biçimlerini yeniden düzenlemelerini gerektirecektir. Bu değişiklikler, kurumları sıradan araçlardan ziyade ödemeler sistemi içinde uzmanlaşmış bir yapıya yönlendirecektir (Hanisoglu, Kizil, & Aslan, 2019, s. 102). Geleneksel ve maliyetli çok taraflı yapıların düzenlenmesi ve yeniden şekillendirilmesi, günümüzde kaçınılmaz bir ihtiyaç haline gelmiştir. Çünkü, bir bireyin varlıklarını kontrol etmek, (işlemlerin hem zaman alıcı hem de kağıt tabanlı olması nedeniyle) işlem maliyetlerini artırırken aynı zamanda hızını da olumsuz etkilemektedir. Bankacılık hizmetleri genellikle manuel işlemlere dayandığı için bu durum, idari işlemlerin ağırlığını artırarak kredi değerliliğini belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Blok zincir teknolojisi, KOBİ'ler için kredi kolaylığı, idari iş yoğunluğunu azaltma, manuel işlemleri veri depolama üzerinden kolaylaştırma ve işlem maliyetlerini düşürme gibi çözümler sunarak hızlı ve etkili ticaret imkanları sağlamaktadır (Belinky, Veitch, & Rennick, 2015). Teknolojinin gelişmesi ile birlikte finansal alanlarda da kolaylıklar artmıştır. Yeni teknolojilerin ortaya çıkması ve finansal hizmet sağlayıcıları arasındaki rekabetin artmasıyla, finansal aktörlerin ihtiyaçları (işlem maliyeti, hızlı işlem, güvenli transfer) daha belirgin hale gelmiştir. Finansal teknoloji firmaları, belirli bir alanda uzmanlaşarak hizmet sunma konusunda öne çıkar ve bu sayede maliyetleri düşürüp işlemleri daha etkili hale getirirler. Bu yaklaşım, işlemleri daha verimli ve hızlı hale getirerek zaman tasarrufu sağlar (Underwood, 2016, s. 15).

Kripto paralar, hane halklarından firmalara kadar geniş bir piyasa katılımı ve artan ilgi ile daha fazla popülerlik kazanmaktadır. Bu yaygınlaşma, kripto paraları özel bir çalışma alanı haline getirmiş ve akabinde merkez bankalarını kendi dijital para birimlerini üretmeleri için zorlamıştır. CBDC (Merkez Bankası Dijital Parası), mevduat hesaplarını yerine koyan bir dijital para formu olarak ortaya çıkmıştır. Bu çeşitli para seçenekleri, hane halklarının ödeme yöntemlerini çeşitlendirerek toplumlara yenilik getirmektedir (Davoodalhosseini, Chiu, Jiang, & Zhu, 2022). Paranın farklı formlarının belirli alanlarda diğerine göre daha etkili olduğu durumlar bulunmaktadır. Bu durum, toplumlara yenilik sunmaktadır.

5. LİTERATÜR TARAMASI

Yermack (2013) çalışmasında Bitcoin'in diğer para birimleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek bir oynaklık sergilediği bir test gerçekleştirmiştir. Bitcoin'in bu artan oynaklığını, paranın temel özelliklerine dayandırmıştır. Yermack, Bitcoin'in hesap birimi olma ve değer deposu olma özelliklerini sağlayamayacağını ifade etmiştir. Ayrıca, Bitcoin'in geleneksel para birimleri ile sıfır korelasyona sahip olduğunu belirtmiştir. 19 Temmuz 2010 ile 29 Kasım 2013 tarihleri arasındaki dönemi kapsayan çalışması, Bitcoin'in bir para birimi olarak değil, spekülatif bir araç olarak değerlendirilebileceği sonucuna varmıştır.

Georgoula, Pournarakis, Bilanakos, N. & Giaglis (2015) tarafından yürütülen bir çalışma, Ekim 2014 - Ocak 2015 dönemini kapsayarak Bitcoin ile S&P500 endeksi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Zaman serisi analizleri kullanılarak, Bitcoin ve borsa (S&P500) arasında negatif bir bağlantı keşfedilmiştir. Bu durum, borsada işlem gören hisselerde bir düşüş yaşandığında sermayelerin Bitcoin'e yönelebileceğini göstermektedir. Çalışma, Bitcoin fiyatlarını etkileyen faktörleri yalnız uzun vadede değil, kısa vadede

ele almıştır. Bu faktörler arasında teknolojik ve ekonomik değişkenler bulunmaktadır. Ayrıca, Twitter gibi sosyal medya platformlarından, bitcoin hakkındaki duygu durum analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde, sosyal medya kullanıcılarının, Bitcoin ile ilgili duygularının bitcoin fiyatları üzerinde olumlu bir etkiye ettiği sonucuna varılmıştır.

Nadarajah, Chan, & Chu (2015) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, Bitcoin'in döviz kurundaki günlük getirileri analiz edilmiştir. Çalışmada finans dünyasındaki en cazip 15 dağılım modeli ele alınmış ve bu modellere log getiriler uygulanmıştır. Temelde, döviz kurunun gelecekteki getiri değerlerini tahmin etmek amaçlanmıştır. Değerlendirmeler neticesinde, genelleştirilmiş hiperbolik dağılım modelinin, log-olasılıkları, AIC, AICc, BIC, HQC, CAIC değerleri, olasılık grafiği ve yoğunluk grafiği gibi kriterlere göre en iyi uyumu sağladığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çalışmanın 1000 günlük döviz kuru verilerini başarılı bir şekilde tahmin ettiğini göstermektedir. Dahası, son 24 ay içinde Bitcoin'in oynaklığında önemli ölçüde bir artış ve getirisinde de belirgin bir yükseliş tespit edilmiştir. Bu bulgularla, Bitcoin'in döviz kuru üzerindeki etkilerini ve volatilitedeki artışın önemine değinmektedir.

Baek & Elbeck (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kripto paraların merkezi otoriteler ve bankacılık sektörü üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma kapsamında, Bitcoin'in bir yatırım aracı olma ya da spekülasyon bir varlık olup olmadığı sorusuna cevap aramıştır. Araştırma kapsamında, Bitcoin fiyat hareketleri ve S&P500 hisse senetlerinin performansı, 2010-2014 yıllarını kapsayan regresyon analizlerine tabi tutulmuştur. Bununla birlikte, yürütülen çalışmada herhangi bir korelasyon tespit edilmemiştir.

Kim, Ariane & Marie (2015), 2010-2013 yılları arasında haftalık verilere dayalı olarak, hisse senetleri, tahviller, para birimleri, emtia, emlak ve korunma fonları gibi çeşitli yatırımları içeren bir portföye sahip bir ABD'li yatırımcının Bitcoin'e olan yaklaşımı analiz edilmiştir. Çalışma, 13 farklı varlık için kümülatif performans istatistikleri sunarak Bitcoin'in yıllık getirilerinin %404 arttığını ve volatilitenin %176 olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, Bitcoin'in taşıdığı riskin yüksekliğini vurgulamaktadır. Araştırmada, Bitcoin ve ABD doları yatırımları karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Geleneksel para birimleri, sabit paralar, gelişmiş ve gelişmekte olan devlet tahvilleri ve hisse senetleri, piyasa yatırımlarını oluşturmaktadır. Yapılan kapsamlı testler sonucunda, Bitcoin'in dahil olduğu ve olmadığı eşit ağırlıklı bir sepet oluşturulmuş ve analizler sonucunda, Sharpe oranının 0.78'den 2.36'ya yükseldiği ve Bitcoin'in performansının önemli ölçüde artırdığını, Bitcoin getirilerinde ise olumlu bir asimetric etki olduğunu göstermektedir. Daha derinlemesine bir analizde, Bitcoin'in portföye dahil edilmediği durumda ise minimum varyans sepeti oluşturulmuştur. Başka bir incelemede, aynı verimli portföy parametrelerinin karşılaştırılması yapılmış ve Bitcoin'in dahil olduğu ve olmadığı durumlar arasında detaylı bir analiz gerçekleştirilmiştir. %6 oynaklık seviyesinde, Bitcoin'in portföye eklenmesinin yıllık ortalama getiriyi %8,8'den %17,6'ya yükselttiği ve aynı zamanda Bitcoin'in portföyün sadece %3'ü dahil edildiğinde yıllık yarı varyansı %4,2'den %2,8'e düşürdüğü belirlenmiştir. Bu bulgular, Bitcoin'in finansal portföylerde etkili bir çeşitlendirme aracı olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Gvozdenović, Marcikić & Radovanov (2016), Dört önemli kripto para birimi olan Litecoin, Bitcoin, Ethereum ve Ripple'in piyasa değerine bağlı olarak günlük fiyat verileri üzerinde bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, günlük getirilerin rastgele yürüyüşünü ve tekrarlayan desenlerini anlamak amacıyla bir otokorelasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Ardından, portföy yönetimi için GARCH analizleri gibi volatilité modelleri kurulmuş ve volatilité analizleri yapılmıştır. Sonuçlar, volatilitenin

zaman içinde bir sürekliliğe sahip olduğunu ve günlük getiriler için volatilitenin asimetrisinin küçük olduğunu belirtmektedir.

Meegan, McHugh & Corbet (2017), bitcoin'in geleneksel para birimleriyle benzer şekilde davranıp davranmadığını incelemiştir. Araştırmada para politikası dışsal bir faktör olarak ele alınmış ve bir GARCH modeli oluşturulmuştur. Analiz sonuçları, uygulanan politikaların Bitcoin getirilerini ciddi anlamda etkilediğini, fakat Bitcoin'in tam anlamıyla geleneksel bir para birimi gibi davranmadığına işaret etmektedir.

Wei (2018), 456 farklı kripto paranın likidite seviyelerini incelemiştir. Para birimleri arasında likiditenin en yüksek olduğu durumda, getiri öngörülerinin daha zor olduğu gözlemlenmiştir. Hurst üssü ile likidite arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş ve likiditenin kripto para öngörülebilirliğinde önemli bir faktör olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, çalışmada Bitcoin ve diğer kripto paralara yönelik verimlilik analizi yapılmış ve Bitcoin'in getirilerde daha verimli olduğu, diğer kripto birimlerin ise bağımsızlık sinyalleri verdiği belirlenmiştir.

Karadeniz (2021), 2018-2020 yılları arasında 499 gözlem üzerinden kripto paraların BİST 100 endeksine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmanın veri seti Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Monero, Iota ve BİST 100'ü içermektedir. GARCH modeli kullanılarak yapılan çalışma, BİST 100 endeksi ile kripto paralar arasında bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu varlıkların birbirini etkilediğini göstermektedir.

Almansour, Almansour & Alshater (2021), 2010-2020 dönemini kapsayan bu çalışmada, günlük verilere dayalı olarak, toplam piyasa değerinin %80'ini oluşturan 9 farklı kripto para birimi üzerinde ARCH ve GARCH analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler, kripto paraların gelecekteki volatilitelerini öngörmekte önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Dahası, kripto para birimlerinin geçmiş volatilitelerinin mevcut volatiliteler üzerinde etkili olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Wang C. (2021), 2013-2020 yılları arasında Bitcoin'in günlük kapanış fiyatları üzerinde durulmuştur. ARCH ve GARCH modelleri, verilerin güçlü bir ARCH etkisi göstermesi nedeniyle tercih edilmiştir. ARCH-LM analizi de bu bağlamda gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, GARCH(1,1) analizi kullanılarak elde edilen bulgular, Bitcoin'in getirilerinin ve volatilitelerinin belirli dönemlerde kümeleme eğiliminde olduğunu, zaman içinde azalsa da devam eden bir süreç oluşturduğunu göstermektedir. Bu bulgular, Bitcoin'in finansal riskleri absorbe edebilen güvenli bir araç olma potansiyeline sahip olduğunu ve yatırımcı portföylerine katkıda bulunabileceğini ortaya koymaktadır.

6. Metodoloji: Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Kripto para piyasalarındaki yüksek volatiliteler ve merkezi bir kontrol olmaması, kripto paraların geleceği konusunda belirsizlik yaratmaktadır. En yüksek işlem hacmine sahip olan 4 kripto para, bu çalışmada ele alınmıştır. Bu kripto paralar; Litecoin, Ethereum, Bitcoin ve Ripple'dir. Kripto paraların kullanımı gün geçtikçe daha yaygın hale gelmektedir. Kullanım ağının genişlemesi ile araştırmalar daha fazla önem taşımaktadır. Bu araştırmada, seçilen 4 kripto paranın 1 Ocak 2018-1 Ocak 2023 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyat getirileri üzerinden, finansal varlıklar gibi hareket edip etmediği incelenmektedir. Bu bağlamda, Nedensellik analizleri ve ARCH testleri kurularak kripto paralar arasında bir nedensellik ilişkisi araştırılacak ve gelecekteki fiyat hareketleri hakkında bir öngörü sağlanıp sağlanmadığı test edilecektir.

7. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada Bitcoin, Litecoin, Ethereum ve Ripple'in gün sonu değerleri kullanılmış olup tüm veriler Investing veri terminalinden alınmıştır. Durağanlık sorunlarından arınmak için kripto paraların düzey fiyatları ile değil getiri oranları ile çalışılmıştır. Örneklem günlük verilerden oluşmaktadır. Seçili 4 kripto paranın da örneklem dönemleri aynı olup 1 Ocak 2018-1 Ocak 2023 tarihleri arasında kapsamaktadır.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

	Mean	Median	Max	Min	Skewness	Kurtosis	J-Bera	Prob
Btc	0.087674	0.060000	19.41000	-39.18000	-0.450273	10.866	4772.381	0.000
Eth	0.159453	0.110000	25.96000	-44.55000	-0.316456	8.6436	2455.114	0.000
Ltc	0.084165	0.080000	33.16000	-38.54000	0.084678	8.6668	2446.836	0.000
Rpl	0.083229	-0.01000	56.67000	-41.78000	1.208295	16.179	13667.86	0.000

Olasılık değerleri, verilerin normal bir dağılımı izlemediğine dair bir sonuç ortaya koyar. Jarque-Bera istatistik değeri 0,00 olarak bulunmuştur, bu da boş hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Dolayısıyla, boş hipotez %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, serinin ARCH yapısının kullanılabileceğini ve değişkenler arasındaki belirsizliği ilişkiyi irdelemek için kullanılabileceğini göstermektedir.

Analizde ilk olarak seçili 4 kripto para biriminin durağanlıkları alınmıştır. Durağanlık analizleri için ADF (Augmented Dickey Fuller) ve PP (Phillips Peron) testleri yapılmıştır. ADF ve PP birim kök testlerinin uygulanmasında, karmaşıklık modellerinin zorluklarını aşmak ve zaman serilerinin trend bileşenlerini ele almak, bu testlerin avantajlarına katkı sağlar.

8. Birim Kök Analizi

Pek çok zaman serisi birim kök içermektedir. Bir zaman serisini birim köklerden ayrılması, denklemin uygunluğu açısından oldukça önemlidir. Durağanlık, bir serinin varyans, kovaryans ve ortalamalarının zaman içerisinde değişmemesidir (Takım, 2010). Arch/Garch modellemesinde ilk adım, seriler durağan olmalıdır.

8.1. ADF Birim Kök Testi

Dickey ve Fuller tarafından geliştirilmiştir. Bir zaman serisi içerisinde birim köklerin varlığı araştırılmıştır. $Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$, u_t hata terimidir. Hipotez ise şu şekilde kurulmuştur,

$$H_0: |\rho| \geq 1 \text{ (seri durağan değildir)}$$

$$H_1: |\rho| < 1 \text{ (seri durağandır)}$$

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad \delta = \rho - 1 \quad (4)$$

8.2. Phillips Perron Birim Kök Testi

PP testinde hata terimlerinin zayıf bağımlı olduğu ve heterojen bir yapının olduğu kanıksanmıştır. Yapı itibariyle ADF testinden daha esnektir.

$$\Delta Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + u_t \quad (5)$$

Bu test, nonparametrik düzeltmeler içermekte olup, test istatistiğinin hesaplanmasında bu düzeltmeler uygulanmaktadır. Bu nedenle, otokorelasyon test istatistiğinin dağılımını etkilemez. Özellikle sıfır frekansta, bu düzeltmeler kararlı tahminler sağlar. Phillips-Perron (PP) testi, birim kökün varlığına dair temel hipotezi içerir. Test istatistiğinin asimptotik dağılımı, Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi ile aynıdır. Bu test, zaman serisi verilerinde birim kök problemlerini ele almak ve serinin durağanlığını belirlemek için kullanılır. PP testi, nonparametrik düzeltmeleri içerdiği için bazı durumlarda daha esnek bir seçenek sunabilir ve ADF testi ile benzer sonuçlar elde edilir (Çağlayan & Saçaklı, 2006).

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_1: \alpha < 0$$

Tablo 2: Birim Kök Testleri

Değişkenler	ADF		PP	
	T-Stat	Prob	T-Stat	Prob
Bitcoin	-45.81857	0.0000	-45.70753	0.0001
Ethereum	-46.12575	0.0001	-46.00499	0.0001
Litecoin	-46.21411	0.0000	-46.21232	0.0001
Ripple	-43.30956	0.0000	-43.33511	0.0000

Serilerde birim kökün olup olmadığı, ADF ve PP testleri ile sınanmıştır. Her iki testin sonuçlarına göre seriler durağandır ve olasılık değerleri 0.05'in altındadır. Bu durumda, H_0 hipotezi reddedilir ve seri birim kök içermemektedir. ARIMA modelinin I değeri 0 olarak belirlenir. Serilerin, birim kök içermemesi ve durağan olması nedeniyle durağanlık modelleriyle devam edilecektir.

Birim kök analizlerinin yapılmasından sonra, serilerin durağan olduğu anlaşılmıştır. Ardından, ARMA yapıları incelenmiş ve seri için en uygun ARMA yapısı belirlenmiştir. Bu ARMA yapılarının belirlenmesinde Akaike (AIC) ve Schwarz (SIC) kriterleri baz alınmıştır. ARMA yapılarının sonuçlarında ise ARCH etkisinin olduğu anlaşılmıştır. Bu anlamda yapılan ARCH/LM testleri ARCH etkisinin olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 3. Bitcoin ARMA (1,1) Testi

Değişken	Katsayı	S.Hata	T-stat	Prob
Sabit	0.087819	0.088505	0.992253	0.3212
AR(1)	-0.485064	0.211899	-2.289130	0.0222
MA(1)	0.416227	0.217877	1.910379	0.0562

Uygun ARMA değerleri Akaike kriterlerine göre tespit edilmiştir.

Durağanlık ve korelogramlara göz atarak, serinin uygun ARMA değerleri belirlenmiştir. AR ve MA yapılarını belirlemede özellikle korelogramlardan faydalanılmış, gecikme uzunluklarındaki anlamlılıklara odaklanılarak bu yapılar içerilmiştir. Model oluşturulurken en düşük AIC değeri tercih edilmiştir. Bitcoin için uygun ARMA modeli ARMA(1,1) olarak belirlenmiştir. Bu model, birinci dereceden ($p=1$) AR ve birinci dereceden ($q=1$) MA terimlerini birleştirmektedir.

Tablo 4. Litecoin ARMA(2,3)

Değişkenler	Katsayı	St-Hata	T-Stat	Prob
C	0.084326	0.120469	0.699982	0.4840
AR(1)	-1.803161	0.063974	-28.18575	0.0000
AR(2)	-0.906127	0.057108	-15.86702	0.0000
MA(1)	1.729927	0.066595	25.97687	0.0000
MA(2)	0.791504	0.061298	12.91230	0.0000
MA(3)	0.059231	0.020304	-2.917190	0.0036

AR(2) ve MA(3) katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır. Litecoin için uygun ARMA modeli ARMA(2,3) olarak belirlenmiştir. Bu model, ikinci dereceden ($p=2$) AR ve üçüncü dereceden ($q=3$) MA terimlerini içermektedir.

Tablo 5. Ethereum ARMA (2,1) Testi

Değişkenler	Katsayı	S-Hata	T-Stat	Prob
C	0.161496	0.131887	1.224505	0.2209
AR(1)	0.567264	0.174944	3.242548	0.0012
AR(2)	0.102207	0.019652	5.200712	0.0000
MA(1)	-0.642936	0.176148	-3.649968	0.0003

Ethereum için ARMA modeli ARMA(2,1) olarak belirlenmiştir. Bu model, birinci dereceden ($p=2$) AR ve ikinci dereceden ($q=1$) MA modellerinin birleşiminden oluşmaktadır.

Tablo 6. Ripple ARMA (2,2) Testi

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	T-Stat	Prob
C	0.084708	0.150832	0.561604	0.5745
AR(1)	1.739015	0.005887	295.3803	0.0000
AR(2)	-0.979970	0.005620	-174.3655	0.0000
MA(1)	-1.756793	0.288536	-6.088635	0.0000
MA(2)	1.000000	0.328245	3.046508	0.0023

P değerleri, bir katsayının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Bu değerler genellikle 0.05 anlamlılık düzeyiyle karşılaştırılır. Eğer bir katsayının p değeri 0.05'ten küçükse, ilgili katsayı istatistiksel olarak anlamlı kabul edilir. Bu durumda, AR(2) ve MA(2) katsayıları, istatistiksel olarak anlamlıdır, yani modelde önemli bir rol oynamaktadırlar.

Durağanlık ve korelogram analizleri yapılarak seriler için en uygun ARMA değerleri belirlenmiştir. AR ve MA yapılarını belirlemede özellikle korelogramlardan faydalanılmış ve gecikme uzunluklarındaki anlamlılıklara odaklanılarak bu yapılar dahil edilmiştir. Model oluşturulurken en düşük AIC değerleri tercih edilmiştir. Bitcoin için ARMA modeli ARMA(1,1), Litecoin ARMA(2,3), Ether ARMA(2,1) ve Ripple ARMA(2,2) olarak belirlenmiştir.

8.3.ARCH Analizi

Engle (1982) Artıkların varyansının sabit olmadığı düşüncesiyle, zaman serisi verilerinde otokorelasyon sorunlarına neden olduğunu savunuyor. Bu durum, öngörülebilirlikte zorluklara yol açabilir. Bu nedenle, zaman serilerinin ARCH tekniği ile modellenmesi gerektiği belirtilmektedir. ARCH modeli, artıkların varyansındaki değişiklikleri yakalamak ve modellerken bu değişkenliği dikkate almak için kullanılır. Bu sayede, zaman içinde artıkların varyansındaki değişimleri modelleyerek, otokorelasyon problemlerine daha etkili bir çözüm sağlanabilir

Zaman serilerinde görülen varyans değişimi sorunu, istatistiksel olarak anlamsız sonuçlara neden olabilir. Bu sorunu ele almak için varyans ve kovaryans değişimine müdahale etmeyen yöntemler önerilmiştir. Bu bağlamda, otoregresif koşullu değişen varyansı (ARCH) modeli geliştirilmiştir. Bu model, sabit varyans varsayımını göz ardı ederek, varyansın gecikmiş öngörü hatalarının karelerine bağlı olarak değişmesine izin verir. ARCH modeli, değişen varyansları modellemek için kullanılır, bu nedenle varyans zamanla değişebilir ve bu değişiklikler modele entegre edilir (Ceyhan & Gündüz).

$$y_t = u_t \quad (6)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 \quad (7)$$

Bu varsayımda koşulların aşağıdaki gibi olması gerekir.

$$\alpha_0 > 0 \text{ and } \alpha_1 \geq 0$$

Tablo 7: Bitcoin Arch (1,0) Test

Değişkenler	Katsayı	S.Hata	Z-Stat	Prob
Sabit	0.093371	0.088151	1.059212	0.2895
AR(1)	0.435112	0.269894	-1.612162	0.1069
MA(1)	0.381201	0.280747	1.357808	0.1745
Varyans Denklemi				
Sabit (β_0)	13.94734	0.212853	65.52559	0.0000
Resid $(-1)^2(\beta_i)$	0.075595	0.017547	4.308095	0.0000

ARCH heteroskedastisite testi: (0.0002).

* $p \leq .01$; ** $p \leq .05$

Modelin varyans denkleminde, sabit terim 13.94734 ve resid değeri 0.075595 olarak belirlenmiştir. Bu durum, modelde ARCH etkisinin varlığını göstermektedir. ARCH etkisi, zaman serisindeki koşullu varyansın geçmiş hatalara bağlı olarak değiştiğini ifade eder. Sabit ve resid değerlerinin pozitif olması, koşullu varyansın pozitif olduğunu ve modelin bu değişikliği etkili bir şekilde yakaladığını gösterir.

ARCH etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. ARCH değerleri modelin varyansını açıklamada etkilidir. ARCH modeli, zaman serisinin oynaklığını açıklamak için kurulmuştur.

ARCH etkisinin varlığını belirlemek için yapılan ARCH testi, belirli bir anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilir. Örneğin, ARCH(1) testinde, p değerinin 0.0000 olması, test sonucunun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir. Bu durumda, modelin hatalarında geçmiş dönemlere bağlı olarak varyans değişiminin olduğu kabul edilir.

Bu tür analizler, modelin güvenilirliğini ve doğruluğunu değerlendirmek adına önemlidir. ARCH etkisinin doğru bir şekilde modelleme süreci, finansal piyasalardaki volatilitenin anlaşılmasına ve gelecekteki değişimlerin tahmin edilmesine katkıda bulunabilir.

Tablo 8. Litecoin Arch (1,0) Test

Değişkenler	Katsayı	S.Hata	Z-Stat	Prob
Sabit	0.078805	0.117069	0.673153	0.5009
AR(1)	-0.354084	0.024859	-14.24382	0.0000
AR(2)	-0.930192	0.020527	-45.31453	0.0000
MA(1)	0.294270	0.038639	7.615794	0.0000
MA(2)	0.927603	0.021396	43.35498	0.0000
MA(3)	-0.051664	0.027254	-1.895663	0.0580
Varyans Denklemi				
Sabit (β_0)	24.95985	0.548033	45.544444	0.0000
Resid $(-1)^2(\beta_i)$	0.137798	0.022270	6.187532	0.0000

ARCH heteroskedastisite testi: (0.0000).

Bu modelin varyans denkleminde, sabit terimin değeri 24.95985, resid teriminin değeri ise 0.137798'dir. Bu durum, modelde ARCH etkisinin varlığını göstermektedir. Sabit ve resid değerlerinin pozitif olması, koşullu varyansın pozitif olduğunu ve modelin bu değişikliği etkili bir şekilde yakaladığını gösterir. Bu, ARCH etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtir.

Tablo 9. Ethereum Arch (1,0) Test

Değişkenler	Katsayı	S.Hata	Z-Stat	Prob
Sabit	0.149033	0.136431	1.092371	0.2747
AR(1)	-0.636074	0.100701	6.316479	0.0000
AR(2)	0.087761	0.023888	3.673809	0.0002
MA(1)	-0.693175	0.099659	-6.955479	0.0000
Varyans Denklemi				
Sabit (β_0)	23.03737	0.486456	47.35796	0.0000
Resid $(-1)^2(\beta_i)$	0.097418	0.021189	4.597472	0.0000

ARCH heteroskedastisite testi: (0.0000).

Bu modelin varyans denkleminde, sabit terimin değeri 23.03737, resid teriminin değeri ise 0.097418'dir. Bu durum, modelin ARCH etkisinin varlığını göstermektedir. Bu durum, ARCH etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtir.

Tablo 10. Ripple Arch test (1,0)

Değişkenler	Katsayı	S.Hata	Z-Stat	Prob
Sabit	-0.271167	0.228352	-1.187494	0.2350
AR(1)	0.463988	0.187946	2.468724	0.0136
AR(2)	0.499338	0.187675	2.660645	0.0078
MA(1)	-0.477632	0.190438	-2.508070	0.0121
MA(2)	0.451871	0.188549	-2.396570	0.0165
Varyans Denklemi				
Sabit (β_0)	17.99269	0.479759	37.50357	0.0000
Resid $(-1)^2(\beta_i)$	0.857534	0.038884	22.05364	0.0000

ARCH heteroskedastisite testi: (0.0000).

Bu modelin varyans denkleminde, sabit terimin değeri 17.99269, resid teriminin değeri ise 0.857534'tir. Bu durum, modelde ARCH etkisinin varlığını göstermektedir. Bu durum, ARCH etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtir.

Yapılan ARCH testi sonuçları incelendiğinde, p değerinin 0.005'in altında olduğu görülüyor. Bu durum, boş hipotezin reddedildiği ve ARCH etkisinin var olduğu sonucuna işaret eder. Modeldeki ARCH etkisinin daha iyi anlaşılması için AR ve MA yapılarının istatistiksel anlamlılıkları değerlendirildi ve belirli ARCH yapıları analiz edildi. Yapılan analizler sonucunda ARCH(1,0) modelinin en uygun model olduğu belirlendi. ARCH(1,0) modeli, artıklardaki ARCH etkisini açıklamak ve modelin doğruluğunu artırmak için kullanılmaktadır.

Tablo 11. Değişkenlerin Getirileri Durağanlıklarının Alınması

Değişkenler	T-Stat	Prob
Bitcoin	-39.40081	0.0000
Lite	-15.39759	0.0000
Ether	-17.71959	0.0000
Ripple	-23.77617	0.0000

Var analizi için ARCH getirilerinin durağanlıkları alınmıştır.

Bitcoin, Litecoin, Ether ve Ripple'in Arch Getirilerinin Birim Kök Analizi sonuçlarına göre, seçili dört kripto para biriminin getiri oranlarında birim kök analizi yapılmış ve elde edilen P, olasılık değerleri 0.0000 olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, getiri oranlarında durağanlığın tespit edildiğini göstermektedir.

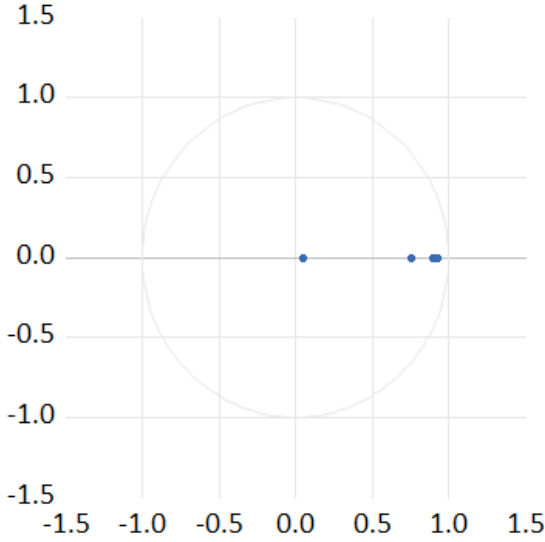
Değişkenler için VAR modeli oluşturulacaktır. VAR modeli kurmak için değişken getirilerinin durağan hale getirilmiş halleri kullanılmış ve VAR modeline uygun hale getirilmiştir.

Tablo 12. Gecikme Uzunluğu

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-28736.36	NA	6.22e+08	31.60018	31.61229	31.60465
1	-23669.64	10105.59*	2410571.*	26.04688*	26.10742*	26.06922*
2	-23659.18	20.82513	2425288.	26.05297	26.16194	26.09317
3	-23650.30	17.62257	2444365.	26.06080	26.21821	26.11888
4	-23640.11	20.19577	2460024.	26.06719	26.27302	26.14313

Not: Optimal gecikme uzunluğu 1 olarak belirlenmiştir.

Karmaşık bir düzlemde polinomların dağılımını anlamak maksadıyla, noktaların çember içerisinde yer alması gerekmektedir.



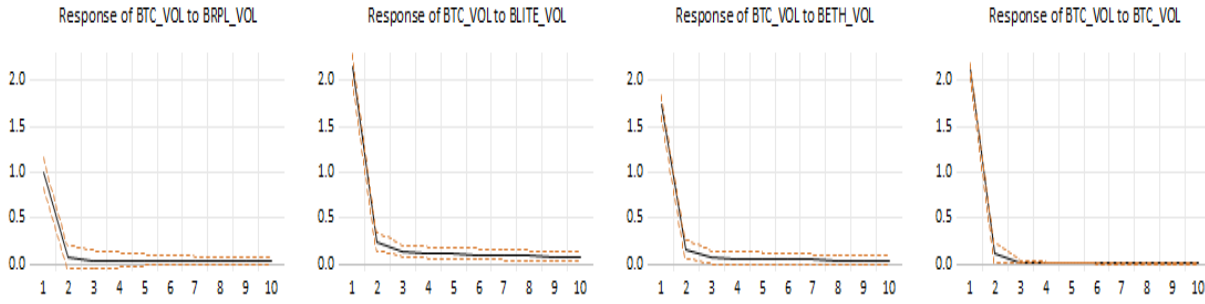
Şekil 1: AR Karakteristik Polinomlarının Ters Kökleri

AR karakteristik polinomlarının ters köklerinin birim çember içerisinde olması, modelin istikrarı için önem arz etmektedir. Şekil 1’de modelin istikrarına ilişkin AR karakterlerinin ters kökleri verilmiştir.

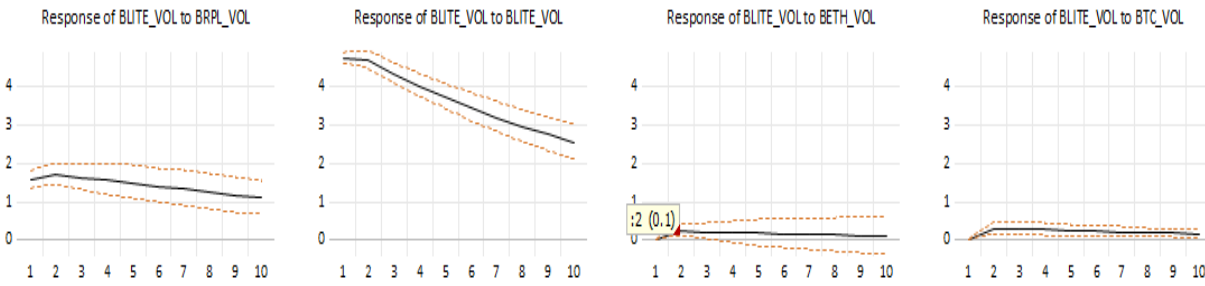
8.4. VAR Analizi

Bir finansal varlığın üzerinde diğer değişkenlerin etkisinin olup olmadığını anlamak için nedensellik testleri kurulmaktadır. Etki-tepki analizi, model üzerinde etkili olan değişimin bir politika aracı olarak kullanılma potansiyelini değerlendirmek üzeredir. Etki-tepki dinamikleri, rassal hata dağılımının standart sapmalarındaki bir değişimin, mevcut ve değerlerin ne olduğunu gösterir. VAR analizi içinde, incelenen değişkenler arasındaki dinamik etkileşimlerin belirlenmesi ve simetrik ilişkilerin tespit edilmesi açısından etki-tepki değerleri önemlidir. Etki-tepki kapasitesinin grafikleri aşağıda gösterilmiştir. Modeldeki değişkenlere uygulanan şokların, değişkenlerin nasıl tepki verdiğini göstermektedir. Ardından, değişkenlere uygulanan şokların, modeldeki açıklara tepkisini gösteren reaksiyonlar analiz edilmektedir. Bu unsurlar, sistemdeki değişkenler arasındaki ilişkileri anlamak adına önem taşımaktadır.

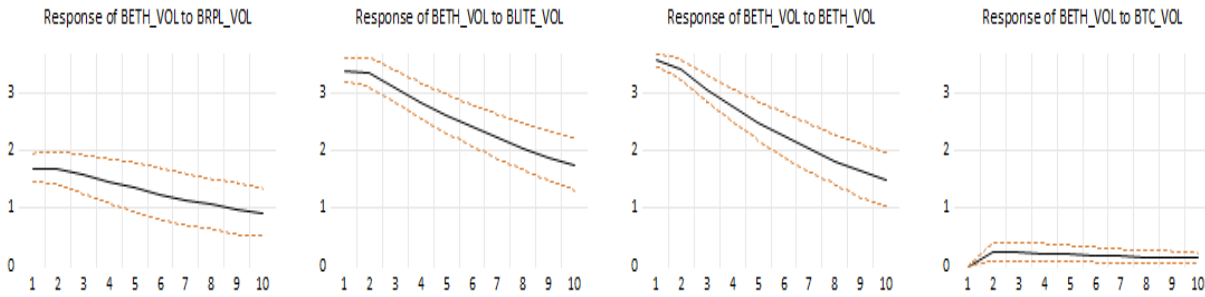
Etki tepki analizi ile meydana gelen şoklar karşısında, değişkenlerin ne tepki vereceği anlaşılır. Şokların hareket alanını anlamak amacıyla, ilk olarak değişkenlerin 10 dönem içindeki hareketleri irdelenir. Serilerde meydana gelen şoklardaki 1 birimlik değişime diğer serilerin nasıl tepkiler verdiği grafikler yardımıyla ortaya koyulur (Akyüz, 2018).



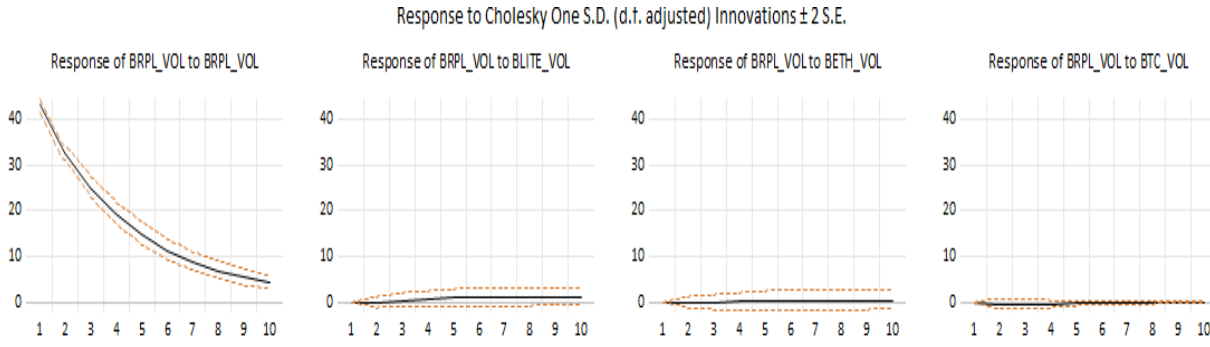
Bitcoin'de olumsuz bir şok yaşandığında, Litecoin ve Ethereum daha yüksek bir tepki gösterirken, Ripple bu değişkenlere kıyasla daha az bir tepki vermektedir. Değişkenler arasında anlamlı bir tepki gözlemlenmiş, bu durumda Bitcoin'in diğer değişkenler üzerinde önemli bir etkisi olduğu anlaşılmıştır.



Litecoin'de meydana gelen bir şoka karşı değişkenlerde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Özellikle Ethereum ve Bitcoin davranışlarında bir bozulma kaydedilmemiştir. Ripple ise, anlamlılık düzeyi çok düşük olarak değerlendirilebilecek bir tepki vermiştir.



Ether'de meydana gelen bir şok durumunda, en anlamlı tepkiyi Litecoin göstermiştir. Bunun dışında önemli bir tepki gözlenmemiştir.



Ripple'da meydana gelen değişime hiçbir değişken anlamlı bir tepki vermemiştir. Değişkenler arasındaki istikrarlı yapı bozulmamıştır. Ripple'da meydana gelen bir bozulma veya stres döneminde diğer değişkenlerin duyarsız kaldığı gözlemlenmiştir.

Etki tepki analizi, karmaşık yapıları daha anlaşılır kılmak amacıyla grafikler aracılığıyla yorumlanırken, her bir değişkene uygulanan bir birim şok karşısında diğer değişkenlerin tepkimeleri analiz edilmektedir. Değişkenler arası ilişkinin incelenmesi için, her değişkenin birbirine ve diğer tüm değişkenlere uygulanan bir birim şoka verdiği tepkiler şekilde incelenmiştir. Bu analizde özellikle dikkat çeken nokta, Bitcoin'in diğer değişkenler üzerindeki önemli etkisidir. Bitcoin fiyatlarında meydana gelen bir değişim karşısında, diğer değişkenlerin ciddi bir tepki verdiği ortaya çıkarken, Bitcoin'in diğer değişkenlerde meydana gelen değişimlere kayıtsız kaldığı gözlemlenmiştir. Seçili dört kripto para, kripto para birimleri arasında en çok işlem gören para birimlerindedir. Bu bağlamda, Bitcoin'in bir lokomotif para birimi olarak görülmesi mümkündür. Ayrıca, Ripple'da meydana gelen değişimlerde hiçbir değişkenin tepki vermemesi, Ripple'ın diğer değişkenlerden farklı bir davranış sergilediğini göstermektedir.

8.5. Granger Nedensellik Analizi

Özellikle ekonomi ve finans gibi alanlarda sıkça kullanılan Granger nedensellik, bu çalışmanın bu bölümünde değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla kullanılacaktır. Bu analiz, bir değişkenin geçmiş değerlerinin başka bir değişkenin gelecekteki değerlerini tahmin edip etmediğini belirlememize yardımcı olacaktır. Granger nedensellik analizi yapabilmek için serilerin durağan olması gerekmektedir.

Tablo 13: Granger Nedensellik Analizi

	Ki-kare	df	Prob.
Bağımlı değişken BTC			
BRPL_VOL	0.263740	1	0.6076
BLITE_VOL	2.121112	1	0.1453
BETH_VOL	2.612300	1	0.1060
Bağımlı değişken ETH			
BRPL_VOL	0.184732	1	0.6673
BLITE_VOL	0.834863	1	0.3609
BTC_VOL	9.866178	1	0.0017
Bağımlı değişken LİTE			
BRPL_VOL	1.418454	1	0.2337
BETH_VOL	0.105911	1	0.7448
BTC_VOL	17.12833	1	0.0000
Bağımlı değişken RPL			
BLITE_VOL	0.301965	1	0.5827
BETH_VOL	0.286298	1	0.5926
BTC_VOL	0.941379	1	0.3319

H_0 : Granger nedeni değildir.

H_1 : Granger nedenidir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin yer aldığı Tablo 13'te, Granger nedensellik testleri sonuçlarından da anlaşılacağı üzere, modeller 1. Gecikmede ele alınmış ve olasılık değerleri üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Bitcoin bağımlı değişken olarak seçilmiş ve diğer seçilen kripto paralardan herhangi birinden, Bitcoin'e doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Hiçbir değişken onun Granger nedeni değildir, H_0 reddedilir. Fakat önemli bir noktadır ki, Bitcoin lokomotif bir para birimi

olarak Ripple üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bitcoin, Ripple'ın Granger nedeni olmadığı için H_0 reddedilir.

Ripple, seçili dört kripto para birimi içerisinde bağımsız bir noktada bulunmakta ve kendi fiyat hareketlerini belirlerken bir başka kripto para biriminin fiyatlarını tahmin etmesini mümkün kılmamaktadır. Yapılan analizler sonucunda, Ripple ile diğer kripto para birimleri arasında bir nedensellik bağı tespit edilememiştir.

Litecoin ve Ether için benzer durumlar söz konusudur. Bu aşamada, seçilen kripto para birimleri arasında sadece Bitcoin'den Ethereum ve Litecoin'e doğru bir nedensellik ilişkisi belirlenmiştir. Her iki kripto para birimi de Bitcoin'in Granger nedeni olup, H_1 alternatif hipotez kabul edilir.

Sonuç

2009 yılında ortaya çıkan kripto para birimlerinin sağladığı avantajlar, ekonomik aktivitelerin kripto para kullanımını artırmasında önemli rol oynamıştır. Kripto para birimlerinin kendi içerisinde farklı özellikleri olsa da, ortak noktaları çoğunlukla düşük maliyet ve hızlı para transferleridir. Bu çalışmada, işlem hacmi en yüksek kripto para birimlerinden dördü seçilmiş ve analiz edilmek üzere çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmanın amacı bu dört kripto para biriminin bir yatırım aracı potansiyeline sahip olup olmaması durumunu sınamaktır. Bu amaca yönelik olarak seçilen kripto para birimlerinin getiri oranlarının volatilité özellikleri modellenmeye çalışılmıştır.

Literatürde yaygın olarak Bitcoin'in volatilité modellemeleri yapılmıştır. Bu çalışmada Litecoin, Ethereum ve Ripple analize dahil edilerek içerisinde Bitcoin'in de yer aldığı bir sepet oluşturulmuş ve bu 4 kripto para biriminin, birbirlerinin fiyatlarını nasıl etkilediği üzerine modeller kurularak önce volatilité, daha sonra nedensellik analizleri ile sınanmıştır. Bu testlerin sonucunda kripto para birimlerinin risk yapısı incelenmiş ve gelecekteki fiyat hareketlerine yönelik bir öngörü sağlanması amaçlanmıştır. Böylelikle kripto para birimlerinin potansiyel bir yatırım aracı olarak kullanılabilirliği hususunda, tespitler ortaya konularak literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Analiz kısmında, Bitcoin, Litecoin, Ethereum ve Ripple'ın günlük verileri kullanılarak getiri oranları alınmıştır. ADF ve PP durağanlık analizlerine tabii tutularak birim kök sorunlarından arındırılarak seriler durağan hale getirilmiştir.

Araştırmada, kripto para birimlerinin volatilité ölçümlerini yapmak için ARCH modelleri oluşturulmuş ve daha sonra kripto para birimlerine uygulanan bir birim şok karşısında diğer kripto paraların tepkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu bağlamda, kripto para birimleri arasındaki dinamikler araştırılmış ve ilişkiler detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Son aşamada, Granger nedensellik analizi kullanılarak analizin derinliği artırılmış ve modelin güvenilirliği doğrulanmıştır.

Bu araştırmada, hızla yaygınlaşan kripto para birimlerinin yatırım aracı olma potansiyeli sorgulanmıştır. 1 Ocak 2018 - 1 Ocak 2023 tarihleri arasında birçok olumsuz şokun meydana geldiği önemli bir beş yıllık dönem incelenmiştir. Geçmiş yıllara referansla, kripto para birimlerinin etkinliğini sürdürme kabiliyeti ve gelecekteki fiyat hareketlerine dair önemli ipuçları sunabilme potansiyeli, koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak literatüre katkıda bulunulmuştur.

ARCH testi sonuçlarına göre, tüm kripto para birimleri için hesaplanan p değerleri 0.005'in altında olduğundan, kripto para birimlerinde ARCH etkisinin olduğu belirlenmiştir. Etki-Tepki

analizlerinden elde edilen bulgular, Bitcoin'e uygulanan bir şok karşısında Ethereum ve Litecoin'in önemli ölçüde tepki verdiğini göstermektedir. Ethereum'da gerçekleşen bir şokun ardından, Litecoin'in belirgin bir tepki verdiği ancak Litecoin'de gerçekleşen bir şokun Ethereum'da önemli bir etkiye neden olmadığı gözlemlenmiştir. Ripple'in davranışlarında ise anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiş, bu durum Ripple'in diğer kripto para birimlerinden farklı bir hareket sergilediği sonucunu doğurmuştur. Granger nedensellik analizi, Bitcoin'den Ethereum ve Litecoin'e doğru güçlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuşken, Ripple'in bağımsız bir para birimi davranışı sergilediği belirlenmiştir. Bitcoin'den Ripple'a doğru ise güçlü bir nedensel ilişki tespit edilememiştir. Bu bağlamda, Bitcoin'deki bir değişikliğin diğer altcoin'leri önemli ölçüde etkilediği halde, Ripple'in anlamlı bir etki göstermediği sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın sonunda, geleneksel ve kripto para birimleri arasında SWOT (sistemin güçlü ve zayıf yönleri ile sunduğu fırsatlar ve taşıdığı tehditler) analizi mantığından hareketle bir karşılaştırma yaparak, kripto para sistemin geleneksel para sistemine karşı güçlü ve zayıf yönleri ile geleceğe dönük olası fırsat ve tehditlerini özetle şu şekilde ifade etmek mümkündür: Kripto para sisteminin güçlü yönleri olarak genellikle sınırlı arza ve daha güvenilir bir mekanizmaya sahip olması, işlem maliyetlerinin düşük ve işlem hızının yüksek olması; zayıf yönleri olarak ise, nispeten yüksek oynaklığa, henüz sınırlı kullanım ve düzenleme mekanizmalarına sahip olması gösterilebilir. Öte yandan, yeni para sisteminin geleceğe matuf sunduğu fırsatlar olarak oldukça kıymetli bir değer saklama aracı olma vasfına sahip olması, dolayısıyla oldukça karlı bir yatırım aracı olması, uluslararası ödemelerde daha güvenli ve kolay olması ve blok zincir sisteminin diğer yeniliklerine açık olması; taşıdığı tehditler olarak da siber saldırılara ve öngörülemeyen kamu müdahalelerine açık olması, enerji kaynaklı üretim maliyetinin ve yol açacağı çevre sorunlarının yüksek olması ve merkez bankalarının kendi dijital paralarını üretmesi ile sistemin özünde var olan rekabeti bozucu etki yapma ihtimali sayılabilir.

Finansal piyasalarda yaşanan değişimler, diğer sektörler için de daha hızlı gerçekleşir. Bu dinamik ortamda, finansal yeniliklerle ilgili hizmet sunan aktörler arasındaki rekabet daha yoğundur. Özellikle ödeme sistemleriyle ilgili ihtiyaçlar, dinamik bir zeminde hızla evrildiği için, finansal yeniliklerin hızlı, maliyet-etkin, entegre ve güvenilir modüllerle geliştirilebilmesi kritik bir öneme sahiptir.

Kripto para birimleriyle yapılan para transferlerinde işlem maliyetleri düşüktür. Ayrıca, işlemler hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir ve doğrudan transfer imkanı sunarlar. Öte yandan, ulusal para birimleriyle yapılan transferlerde işlem maliyetleri artar, işlem hızı yavaşlar ve birden fazla komisyona maruz kalınabilir. Bu durumda, finansal kurumlar kripto para birimlerinin kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, bu tür transferlerle ilgili sarf ettikleri çabayı azaltabilirler. Finansal şirketler yeni uzmanlık alanlarına yönelebilir, altyapılarını geliştirerek mevcut sistemin ağırlığından kurtulabilir ve yeni projeler geliştirebilirler.

Kripto para sistemleri, bu ihtiyaçlara daha fazla avantaj sunma potansiyeline sahiptir. Ancak, hükümetlerin bu konudaki yasal ve ekonomik altyapıyı oluşturmak için daha hızlı adımlar atması ve merkez bankalarının gerekli araçları hızlı bir şekilde uygulaması önemlidir. Gelecek perspektifinde dikkate alınması gereken önemli bir nokta, bu kararların tekil ülkeler yerine küresel bir bakış açısıyla ve entegre modellerle hayata geçirilmesidir. Çünkü kripto paraların uluslararası ödemelerde kabul görmesi ve sorunsuz bir şekilde uygulanabilmesi, bahsedilen avantajların tam anlamıyla ortaya çıkabilmesine bağlıdır.

Etik Kurul İzni

Bu makale, etik kurul izni gerektiren bir çalışma grubunda yer almamaktadır.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarların eşit katkısı bulunmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma tek yazarlı olduğundan herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.



Kaynakça

- Akyüz, H. E. (2018). Vektör otoregresyon (VAR) modeli ile iklimsel değişkenlerin istatistiksel analizi, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 10(2), 184-192. <https://doi.org/10.29137/umagd.402272>
- Almansour, B. Y., Almansour, A., & Alshater, M. (2021). Performance of ARCH and GARCH models in forecasting cryptocurrency market volatility. *Industrial Engineering & Management Systems*, 20(2), 130-139. <https://doi.org/10.7232/iems.2021.20.2.130>
- Baek, C., & Elbeck, M. (2015). Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. *Economics Letters*, 22(1) 30-34. <https://doi.org/10.1080/13504851.2014.916379>
- Belinky, M., Veitch, A., & Rennick, E. (2015). The Fintech 2.0 paper: Rebooting financial services. 1-20.
- Cameron Dark, Emery, D., Ma, J., & Noone, C. (2019). Cryptocurrency: Ten years on. *Reserve Bank of Australia, Bulletin*, 195-214.
- Ceyhan, V., & Gündüz, O. *VEKTÖR OTOREGRESYON MODELLERİ*. <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/vceyhan/109840/VAR.pdf> adresinden alındı
- Chakravorty, C., & Gowda, N. (2021). Comparative study on cryptocurrency transaction and banking transaction. *Global Transitions Proceedings 2*, 530–534 . <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.08.064>
- Davoodalhosseini, M., Chiu, J., Jiang, J., & Zhu, Y. (2022). Bank market power and central bank digital currency: Theory and quantitative assessment. *Bank of Canada Staff Working Paper 2019-20*. Funds Management and Banking Department Ottawa, Ontario, Canada K1A 0G9, 1-27.
- Erdem, E. (2021). *Para banka ve finansal sistem* (11. Baskı). Detay Yayınevi.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom. *Econometrica*, 50(4), 987-1007.
- Georgoula, I., Pournarakis, D., Bilanakos, C., N., D., & Giaglis, G. M. (2015). Using time-series and sentiment analysis to detect the determinants of bitcoin prices. *9th Mediterranean Conference on Information Systems At: Samos, Greece, Department of Management Science*, 1-14. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2607167>
- Gvozdrenović, N., Marcikić, A., & Radovanov, B. (2016). A time series analysis of four major cryptocurrencies. *Facta Universitatis, Series: Economics and Organization*, 15(3), 271-278. <https://doi.org/10.22190/FUEO1803271R>
- Hanisoglu, G. S., Kizil, C., & Aslan, T. (2019). Kripto paraların finansal piyasalara etkileri ve muhasebeleştirilmesi. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- James, H., & Brunnermeier, M. K. (2019). The digitalization of money. *Princeton University*, 1-32. <http://www.nber.org/papers/w26300>
- Karadeniz, Ö. (2021). *Analysis of the relationship between cryptocurrencies and Borsa Istanbul: Before and After Covid-19*. Istanbul Bilgi University Institute of Social Science Financial Economics Master's Degree Program.

- Kim, O., Ariane, S., & Marie, B. (2015). Virtual currency, tangible return: portfolio diversification with bitcoin. *Journal of Asset Management*, 16(6), 365-373. <https://doi.org/10.1057/jam.2015.5>
- Meegan, A., McHugh, G., & Corbet, S. (2017). The influence of Central Bank monetary policy announcements on cryptocurrency return volatility. *Investment Management and Financial Innovations*, 14(4), 60-72. [https://doi.org/10.21511/imfi.14\(4\).2017.07](https://doi.org/10.21511/imfi.14(4).2017.07)
- Mullan, P. C. (2016). A history of digital currency in United States. *Palgrave Advances in the Economics of Innovation and Technology*, Virginia , USA. 1-278.
- Nadarajah, S., Chan, S., & Chu, J. (2015). Statistical analysis of the exchange rate of bitcoin. *Plos One*, School of Mathematics, University of Manchester, Manchester M13 9PL, United Kingdom, 10(7), 1-27. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133678>
- Pickford, S. (2021, ocak 29). Digital currencies: Economic and geopolitical challenges. https://www.chathamhouse.org/2021/01/digital-currencies-economic-and-geopolitical-challenges?gclid=CjwKCAjwnZaVBhA6EiwAVVyyv9DWcew2hhfj2-vUgYOadSKJRCsA1hFDqwXD3tm5CLFtYHRArGpUBxoCFNQQAvD_BwE
- Takım, A. (2010). Türkiye’de GSYİH ile ihracat arasındaki ilişki: Granger nedensellik testi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 14(2), 315-330.
- Times, T. E. (2021). Cryptocurrency is gaining worldwide acceptance, Here are 5 reasons why. <https://economictimes.indiatimes.com/markets/cryptocurrency/cryptocurrency-is-gaining-worldwide-acceptance-here-are-5-reasons-why/articleshow/87209465.cms>
- Underwood, S. (2016). Blockchain beyond bitcoin. *Communications of the ACM*, 59(11), 15-17. <https://doi.org/10.1145/2994581>
- Wang, C. (2021). Different GARCH model analysis on returns and volatility in bitcoin . *Management School, Liverpool University, London City, United Kingdom*, 1(1), 37-59. <https://doi.org/10.3934/DSFE.2021003>
- Wei, W. C. (2018). Liquidity and market efficiency in cryptocurrencies. *Economics Letters*, 21-24. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.04.003>
- Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a real currency? *Department of Finance, New York University Stern School of Business*, 1-14. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2361599>.

