

KRİPTO PARA PİYASALARINDA FİNANSAL RİSK YÖNETİMİ¹

FINANCIAL RISK MANAGEMENT IN CRYPTOCURRENCY MARKETS

Önder BÜBERKÖKÜ* 

Araştırma Makalesi / Geliş Tarihi: 15.09.2021
Kabul Tarihi: 31.12.2021

Öz

Bu alışmada Binance coin (BCH), Bitcoin cash (BNB), Stellar (XLM) ve Cardano'dan (ADA) oluşan kripto para birimlerini içeren yatırımların yol açabileceği risklerin nasıl ölçülebileceği ve yönetilebileceğine ilişkin analizler üzerinde durulmuştur. Bu amaçla öncelikle van der Weide (2002) tarafından geliştirilen dört değişkenli GO-GARCH-NLS (Generalized orthogonal-general autoregressive conditional heteroskedasticity- non-linear least squares) modeli kullanılarak ilgili kripto para birimleri için zamanla değişen şartlı varyans, kovaryans ve korelasyon değerleri elde edilmiş, ardından Kroner ve Sultan (1993) ile Kroner ve Ng (1998) tarafından geliştirilen yaklaşımlar dikkate alınarak optimal portföy ağırlıkları ile optimal hedge rasyoları belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca hem tekil kripto para birimleri hem de bu kripto para birimlerine dayalı olarak oluşturulan optimal portföyler için kısa ve uzun pozisyonlar dikkate alınarak yeniden örnekleme yöntemine (bootstrapped) dayalı tarihi simülasyon yöntemi ile piyasa riski ölçüm analizlerine yer verilmiştir. Tüm bu analizler sonucunda bu kripto para birimlerine dayalı olarak beklenen getiri oranlarında bir değişikliğe yol açmadan riski minimize eden optimal portföy ağırlıklarının nasıl belirlenebileceği, bu optimal portföylerin taşıdığı piyasa riskinin ve sağladığı çeşitlendirme etkisinin ne olduğu ve her bir kripto para biriminde taşınabilecek uzun (kısa) pozisyonların yol açabileceği risklerin diğer para birimlerinde taşınabilecek kısa (uzun) pozisyonlar ile nasıl hedge edilebileceği gibi konulara dönük olarak önemli bulgulara ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kripto para birimleri, Yatırım stratejileri, Finansal risk yönetimi, Hedging işlemleri

JEL Sınıflaması: C58,G11,G15

Abstract

In this study, the investment strategies of four cryptocurrencies—Binance coin (BCH), Bitcoin cash (BNB), Stellar (XLM) and Cardano (ADA)—and how the financial risks caused by these investment strategies can be measured and managed are investigated. For this purpose, the time-varying conditional variances, covariances and correlations for the relevant cryptocurrencies are first obtained using the four-variable GO-GARCH-NLS (generalised orthogonal-general autoregressive conditional heteroskedasticity-non-linear least squares) model developed by van der Weide (2002). Second, the optimal portfolio weights and optimal hedge ratios are determined using the approaches developed by Kroner and Sultan (1993) and Kroner and Ng (1998). The study also includes market risk measurement analyses using the bootstrap historical simulation method, taking into account the downside and upside market risks for both single cryptocurrencies and the optimal portfolios of these cryptocurrencies. These analyses provide important information about how to determine the optimal portfolio weights that minimise risk without changing the expected return rates based on these cryptocurrencies. They also show the market risk of these optimal portfolios and diversification effect they provide as well as how the risks posed by the long (short) positions that can be taken in each cryptocurrency can be hedged with the short (long) positions that can be taken in other cryptocurrencies.

Keywords: Cryptocurrencies, Investment strategies, Financial risk measurement, Hedging

JEL Classification: C58,G11,G15

¹**Bibliyografik Bilgi (APA):**FESA Dergisi, 2021; 6(4), 735-755 / DOI: 10.29106/fesa.996151

*Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Erciş İşletme Fakültesi, onderbuber@gmail.com , Van - Türkiye, ORCID : 0000-0002-7140-557X

1.Giriş

Blokzincir teknolojisi ve kripto para piyasaları son yılların en önemli gelişmelerinden birini temsil etmektedir. Özellikle Bitcoin'in piyasalarda aktif olarak işlem görmeye başlaması ve kısa sürede oldukça yüksek getiri oranları sunması bu alana dönük ilgiyi oldukça artırmıştır. Aslında Bitcoin ve çeşitli altcoin'ler ile token'ların oluşturduğu kripto para piyasaları altyapısı blokzincir teknolojisine dayanan finansal piyasalardır. Blokzincir teknolojisi, en genel ifadeyle, merkezi bir otoritenin onayı olmadan veri aktarımına ve parasal değeri olan kripto para birimlerinin transfer edilmesine imkan veren dağıtık (merkezi olmayan) bir sistemdir (Kang, Lee ve Park, 2021; s.1-2; Meegan vd., 2021; s.3). Kripto para birimleri ise kökeni bu blokzincir teknolojisine dayanan dolayısıyla herhangi bir ülke veya otoritenin denetiminde olmayan, işlemlerinde kriptografiyi (şifrelemeyi) kullanan dijital para birimleridir (Ashford ve Schmidt, 2020; s.1; Pieters ve Vivanco, 2016; s.3).

Uygulamada ve literatürde dayandıkları teknolojik altyapıya da bağlı olarak kripto para birimlerinin uzun vadede itibari paraların (fiat money) yerine geçebilecekleri ve küresel bir parasal sisteme dönüşebilecekleri ifade edilse de günümüzde kripto para birimleri daha çok kısa vadede sundukları yüksek getiri oranları ile dikkatleri üzerlerine çekmektedirler (Keller ve Scholz, 2019; s.1). Fakat kripto para birimleri blokzincir teknolojisinin bir sonucu olarak ortaya çıktıklarından, itibari paraların aksine herhangi bir ülkenin para birimini temsil etmemektedirler. Bu durum da kripto para birimlerinin "asli değerlerinin" (intrinsic value) bulunmaması sonucunu doğurmaktadır. Bu nedenle bu halleriyle kripto para birimlerinin daha çok birer sanal (dijital) varlık oldukları ifade edilebilir (Yousaf ve Ali, 2020; s.1). Bu hususlara rağmen bu piyasalarda işlem yapan yatırımcı sayısının ve bu piyasalardaki işlem hacminin giderek artması ise literatürde ayrı bir tartışma konusunu oluşturmaktadır. Çünkü, belirtilen özelliklere sahip olan kripto para piyasalarının temel dinamiklerini geleneksel finans teorileri ile açıklayabilmek oldukça güçtür. Çünkü geleneksel finans teorileri yatırımcıların rasyonel olduklarını varsaymakta ve para birimlerinin değerlerinin açıklanmasında satın alma gücü paritesi ve / veya garantisiz faiz oranı paritesi gibi temel finans teorilerini kullanmaktadır (Kristoufek, 2013; s.1).

Bu unsurların yanı sıra literatürdeki bazı çalışmalarda geleneksel finansal piyasalardan farklı olarak kripto para piyasalarında işlem yapan yatırımcıların daha çok spekülâtorlerden ve bireysel yatırımcılardan oluştuğu, bunların da daha çok davranışsal finansal modellere uygun bir davranış biçimi sergiledikleri ve bu nedenlere bağlı olarak da bu piyasalarda önemli fiyat balonlarının oluşabileceği ifade edilmektedir (Lehman, 2017; s.1; Keller ve Scholz, 2019; s.1-2; Al-Mansour, 2020; s.159-160; Kaya, 2018; s.42; Hidajat, 2019; s. 348; Kristoufek, 2013; s.1). Fakat, bu tür dezavantajlarına rağmen, Coinmarketcap.com verilerine göre 2 Haziran 2021 tarihi itibariyle bu piyasalarda işlem gören varlık sayısının 10.219'a, bu varlıkların toplam piyasa değerinin yaklaşık 1 trilyon 669 milyar dolara ve bu varlıkların işlem gördüğu borsa sayısının da 393'e ulaşması, aslında kripto para piyasalarının küresel bazda gördüğu ilginin bir sonucudur. Tüm bu gelişmeler de yatırımcılar ve portföy yöneticileri açısından kripto para piyasalarındaki yatırımların maruz kalabileceği finansal risklerin nasıl yönetileceği sorusunu gündeme getirmektedir (Charfeddine, Benlagha ve Maouchi, 2020, s.198; Mensi vd., 2020; s. 13).

Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada Binance coin, Bitcoin cash, Stellar ve Cardano'dan oluşan dört önemli kripto para birimine dayalı yatırımların finansal risklerinin nasıl ölçülüp yönetilebileceği analiz edilmiştir. Bu çalışmanın literatüre iki temel katkısının olduğu ifade edilebilir: Öncelikle henüz yeni bir araştırma alanı olması nedeniyle literatürde kripto para piyasalarından kaynaklanabilecek finansal risklerin nasıl yönetilmesi gerektiği konusunda sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. İkinci olarak bu çalışmada van der Weide (2002) tarafından geliştirilen GO-GARCH-NLS modeli ile Kroner ve Sultan (1993) ile Kroner ve Ng (1998) tarafından geliştirilen yaklaşımlar dikkate alınarak, ilgili kripto para birimleri için optimal portföy ağırlıklarının nasıl belirlenebileceği, bu optimal portföylerin taşıdığı piyasa riskinin ve sağladığı çeşitlendirme etkisinin nasıl ölçülebileceği ve her bir kripto para biriminde taşınabilecek uzun (kısa) pozisyonların yol açabileceği risklerin diğer para birimlerinde taşınabilecek kısa (uzun) pozisyonlar ile nasıl hedge edilebileceği gibi konuların tamamına dönük analizlere yer verilmiştir.

2. Literatür Taraması

Bu alanla ilgili literatürde yer alan çalışmaların genel bir ifadeyle üç sınıfta toplanabileceği ifade edilebilir. Birinci sınıfta yer alan çalışmalar geleneksel finansal varlıklara odaklanan çalışmalardan oluşmaktadır. Örneğin Arouri, Lahiani ve Nguyen (2011) çalışmalarında Körfez İşbirliği Konseyi'ni oluşturan ülkelerin spot hisse senedi endeksleri ile spot Brent petrolden oluşturulabilecek en etkin portföyleri ve optimal hedge rasyolarını incelemişlerdir. Çalışma bulgularına göre Brent petrol ile ilgili ülke hisse senedi endekslerinden oluşan iki varlıklı portföylerde petrolün optimal ağırlığı yaklaşık 0.40 ile 0.70 arasında değişen değerler alınken; optimal hedge rasyoları da 0.078 ile 0.4289 arasında değişen değerler almaktadır. Benzer şekilde Basher ve Sadorsky (2016) de çalışmalarında gelişen ülke ekonomilerinin spot hisse senedi endekslerine yapılacak yatırımların finansal riskinin VIX endeksi, faiz oranları, petrol ve altın fiyatları ile en iyi şekilde nasıl hedge edilebileceğini incelemişlerdir. Çalışma bulgularına göre gelişen ülke ekonomilerinin spot hisse senedi endekslerine yapılacak

yatırımların riskinin hedge edilmesinde en etkili varlık petrol fiyatları olmakta ve optimal hedge rasyosu da yaklaşık 0.22 çıkmaktadır.

İkinci sınıfta yer alan çalışmalar ise geleneksel finansal varlıklarla kripto para birimlerini içeren çalışmalardan oluşmaktadır. Örneğin Pal ve Mitra (2019) Bitcoin'den kaynaklanan riskin S&P500 endeksi, altın ve buğday fiyatları ile en etkin şekilde nasıl hedge edilebileceğini inceledikleri çalışmalarında, en etkin hedging işlemine Bitcoin'de 1 dolarlık uzun pozisyon taşınması durumunda altın piyasasında 0.70 dolarlık kısa pozisyon taşınması ile ulaşılabildiğini ifade etmişlerdir. Shahzad vd. (2020) ise G7 ülkelerinin hisse senedi piyasalarına yapılacak yatırımlardan kaynaklanabilecek finansal riskler için Bitcoin ve altının sunabileceği hedging etkinliğini ve portföy çeşitlendirme etkisini inceledikleri çalışmalarında, altının Bitcoin'e göre hem daha iyi hedging etkinliği sağlayabildiğini hem de daha iyi çeşitlendirilmiş portföyler oluşturabildiğini ifade etmişlerdir.

Üçüncü sınıfta yer alan çalışmalar ise doğrudan kripto para birimlerine odaklanan çalışmalardan oluşmaktadır. Bu çalışmalar herhangi bir kripto para biriminde taşınacak bir pozisyonun yol açabileceği risklerin diğer kripto para birimleri ile en etkin şekilde nasıl hedge edilebileceği ve bu kripto para birimlerini içeren iki varlıklı, minimum risk düzeyine sahip optimal portföylerin nasıl oluşturulabileceği konularına odaklanan çalışmalardır. Bu makalenin konusunu da bu sınıfta yer alan çalışmalar oluşturmaktadır. Fakat, bu tür çalışmaların diğer iki sınıfta yer alan çalışmalara göre henüz oldukça yeni çalışmalar oldukları ifade edilebilir. Bu nedenle literatürde henüz bu konuda sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Örneğin Antonakakis, Chatziantoniou ve Gabauer (2019) çalışmalarında, Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Ripple (XRP), Dash (DASH), Litecoin (LTC), Monero (XMR), Stellar (XLM) ve Bitshares (BTS) için optimal hedge rasyolarını ve optimal portföy ağırlıklarını incelemişlerdir. Çalışma bulgularına göre optimal portföylerde ETH'nin ağırlığı zamanla artarken; BTC'nin ağırlığı zamanla azalmakta, özellikle BTC ve ETH'ye dayalı optimal hedge rasyoları ise giderek daha büyük değerler almaktadır. Mensi vd. (2020) çalışmalarında Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Litecoin (LTC) ve Ripple (XRP) için optimal hedge rasyolarını ve optimal portföy ağırlıklarını hesaplamışlardır. Çalışma bulgularına göre tüm dönem dikkate alındığında BTC ile ETH'den oluşacak optimal portföyde BTC'nin ağırlığı %20.71, ETH'nin ağırlığı ise %79.29 olmaktadır. BTC ve LTC ile BTC ve XRP'den oluşacak optimal portföylerde ise BTC'nin ağırlığı sırasıyla %11.28 ve %17.73 olmaktadır. Optimal hedge rasyoları ise BTC / ETH için 0.9792, BTC / LTC için 1.0253 ve BTC / XRP için 0.8773 çıkmaktadır. Pavlova (2020) çalışmasında benzer analizleri Bitcoin ile teknolojik altyapıları blokzincir teknolojisine dayanan dört farklı sektörel borsa yatırım fonunu dikkate alarak yapmıştır. Çalışma bulgularına göre blokzincir teknolojisine dayanan ilgili sektörel borsa yatırım fonları, içerisinde Bitcoin bulunan portföylerin risklerinin daha etkin bir şekilde hedge edilmesine ve bu portföylerin etkinliğinin artırılmasına önemli katkılar sağlayabilmektedir. Charfeddine, Benlagha ve Maouchi (2020) çalışmalarında Bitcoin (BTC) ve Ethereum (ETH) için optimal hedge rasyolarını ve optimal portföy ağırlıklarını çeşitli yöntemler kullanarak hesaplamışlardır. Çalışma bulgularına göre BTC ve ETH'den oluşan iki varlıklı portföylerde BTC'nin optimal ağırlığı kullanılan yöntemle bağlı olarak %21.4 ile %25.1 arasında değişmektedir. Optimal hedge rasyoları ise kullanılan yöntemle bağlı olarak -0.012 ile -0.030 arasında değişen değerler almakla birlikte, en etkin hedging işlemine optimal hedge rasyosunun -0.0280 olması durumunda ulaşılmaktadır. Aggarwal (2021) çalışmasında Ripple (XRP), Stellar (XLM) ve Litecoin (LTC) için benzer analizleri yapmıştır. Çalışma bulgularına göre optimal portföy ağırlıkları XRP / LTC için 0.56 / 0.44; LTC / XLM için 0.60 / 0.40 ve XRP / XLM için 0.71/ 0.39 olmaktadır. Optimal hedge rasyoları ise XRP/ LTC için 0.58; LTC / XLM için 0.50 ve XRP /XLM içinse 0.55 olmaktadır.

3. Veri ve Metodoloji

3.1. Veri

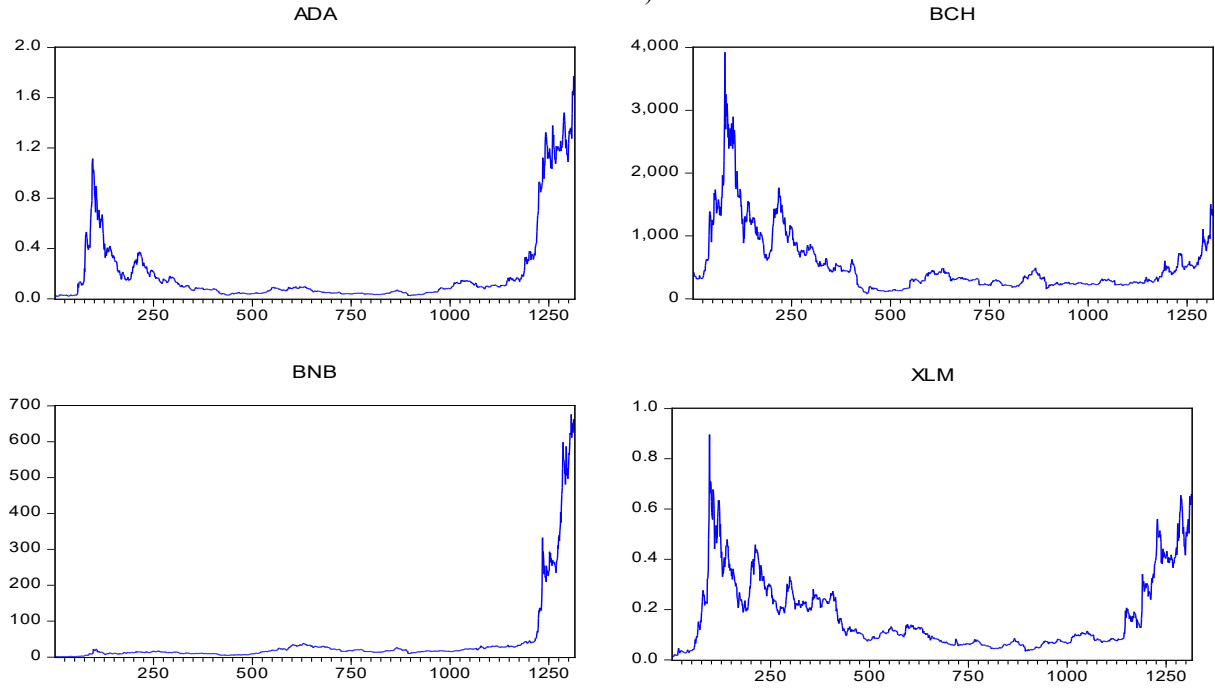
Bu çalışma 1 Ekim 2017 yılı ile 11 Mayıs 2021 yılı arasındaki dönemi kapsamakta ve günlük verilerden oluşmaktadır. Başlangıç tarihi verilere ulaşılabilirlik özelliğine göre belirlenmiştir. Bir diğer ifadeyle Binance coin ve Bitcoin cash'e ilişkin verilere 2017 yılının Temmuz ayı itibarıyla, Stellar'a ilişkin verilere 2014 yılının Eylül ayı itibarıyla, Cardano'ya ilişkin verilere ise 2017 yılının Ekim ayı itibarıyla ulaşılabildiğinden, çalışmanın başlangıç tarihi 1 Ekim 2017 yılı esas alınarak belirlenmiştir. Tüm veriler finance yahoo web sitesinden (<https://finance.yahoo.com/cryptocurrencies>) temin edilmiştir. Finance yahoo web sitesi ilgili verileri bu alandaki en güvenilir veri kaynaklarından biri olan Coinmarketcap veritabanından (<https://coinmarketcap.com>) temin etmektedir. Bu nedenle örneğin Pal ve Mitra (2019) da çalışmalarında kripto para birimlerine ilişkin verileri finance yahoo web sitesinden temin etmişlerdir. Tüm kripto para birimlerinin değerleri ABD doları cinsinden ifade edilmiştir. Çalışmada yer alan kripto para birimlerine ilişkin bazı temel bilgiler Tablo 1'de, bu kripto para birimlerinin incelenen dönem için genel seyri ise Şekil 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Kripto Para Birimlerine İlişkin Temel Bilgiler

Kripto para birimi	Sembol	Maksimum arz (adet)	Dolaşımdaki kripto para sayısı (adet)
Bitcoin cash	BCH-USD	21,000,000	18,741,288
Binance coin	BNB-USD	170,532,785	153,432,897
Stellar	XLM-USD	50,001,806,812	23,143,625,765
Cardano	ADA-USD	45,000,000,000	31,948,309,412

Not: Kripto para birimlerine ait veriler çok hızlı değişebildiğinden tabloda verilen bilgiler 19 Mayıs 2021 tarihi ve saat 14:02 itibariyle geçerli olan bilgilerdir. Maksimum arz ilgili kripto para biriminin kendi yaşam döngüleri içerisinde ulaşabilecekleri maksimum sayıyı ifade etmektedir. Kaynak: <https://coinmarketcap.com>.

şekil 1. İncelenen Dönem için Kripto Para Birimlerinin Genel Seyri (Logaritması Alınmamış Doğal Seriler)



3. 2. Metodoloji

3.2.1. GO-GARCH-NLS modeli

Literatürde Engle ve Kroner (1995) tarafından geliştirilen BEKK (Baba, Engle, Kraft ve Kroner) modeli; Engle (2002) tarafından geliştirilen DCC-GARCH (Dynamic conditional correlation) modeli ve Bollerslev (1990) tarafından geliştirilen CCC-GARCH (Constant conditional correlation) modeli gibi geleneksel çok değişkenli GARCH modellerinin yaygın bir şekilde kullanıldıkları grlmektedir. Fakat, sahip oldukları çeşitli avantajlara rağmen bu geleneksel modellerin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Örneğin bu modellerin en temel dezavantajlarından biri bu modellere dahil edilen değişken sayısı arttıkça tahmin edilecek parametre sayısının da hızlıca artmasıdır. Bu durum da model parametrelerinin tahmininde kullanılan en çok olabilirlik fonksiyonunu düzleştirerek optimizasyonu oldukça güç bir hale getirebilmektedir (Basher ve Sadorsky, 2016; s. 236).

Bu nedenle çok değişkenli GARCH modelleri sınıfına bu aşamaya kadarki modellerden farklı bir yaklaşım sergileyen ve Alexander (2001) tarafından geliştirilen Ortogonal GARCH (O-GARCH) modelleri de eklenmiştir. O-GARCH modellerinin kökeni Engle, Ng ve Rothschild (1990) tarafından geliştirilen Faktör-GARCH modellerine dayanmaktadır. Faktör-GARCH modellerinde zamanla değişen koşullu varyans değerlerinin belli sayıdaki faktör tarafından retildeği varsayılmaktadır (Songül, 2010; s.25-26). Fakat, bu faktörlerin birbirleri ile korelasyonlu olması bu faktörlerin tahmin edilmesini zorlaştırmaktadır. O-GARCH modellerinde ise birbiri ile korelasyonlu olmayan dolayısıyla birbirinden bağımsız faktörler kullanılmaktadır. Bu avantajın yanı sıra O-GARCH modellerinin sunduğu diğer bazı önemli avantajlar daha bulunmaktadır. Örneğin Alexander (2001; s.22) tarafından da ifade edildiği gibi bu tür modellerin temel avantajlarından birini de kovaryans matrislerinin tahmininde temel bileşenler analizinin kullanması oluştırmaktadır. Çünkü, böyle bir yaklaşım işlemsel yükü

önemli oranda azaltmakta ve geleneksel çok değişkenli GARCH modellerine nazaran modellerin tahmininde daha az sayıda parametreye ihtiyaç duyulmasına imkan vermektedir. Ayrıca bu yaklaşımda matrisler yarı-pozitif tanımlı olduklarından diğer bazı geleneksel çok değişkenli GARCH modellerinin tahmininde karşılaşılan sorunlarla karşılaşılma olasılığı da azalmaktadır.

van der Weide (2002) tarafından geliştirilen GO-GARCH modeli ise finansal varlıklar arasındaki birlikte hareketin “gözlemlenemeyen, koşullu değişen varyansa sahip ve faktör olarak tanımlanan az sayıda ortak değişkenden kaynaklandığı” varsayımına dayanmaktadır (Isenah ve Olubusoye, 2016:181). Ayrıca GO-GARCH modeli O-GARCH modelindeki A matrisinin (mixing matrix) ortogonal değil kare ve tersinir bir matris olduğu varsayımına dayalı olarak, O-GARCH modelinin daha esnek bir yapıya dönüştürülmüş halini temsil etmektedir. Bu nedenle GO-GARCH modelinde, korelasyon matrislerinin yarı pozitif tanımlı olma koşulunun sağlanması daha basit bir hale geldiğinden, GO-GARCH modeli tüm temel bileşenlere uygulanabilirken; O-GARCH modeli sadece birkaç temel bileşene uygulanabilmektedir (Pluciennik, 2013; s.21). Bu avantajlarından dolayı da uygulamalı çalışmalarda çoğu durumda GO-GARCH modeli O-GARCH modeline tercih edilmektedir.

Bu açıklamalar ışığında GO-GARCH modelinin genel yapısı řu şekilde ifade edilebilir (Jin vd., 2020; s.101-102; Basher ve Sadorsky, 2016: s.237-238: van der Weide, 2002): Öncelikle, GO-GARCH modelinde getiri serileri (r_t) şartlı ortalama değer (μ_t) ile hata teriminin (ϵ_t) bir fonksiyonu olarak modellenmektedir. Bu durum Denklem (1)'de gösterilmiştir:

$$r_t = \mu_t + \epsilon_t \quad (1)$$

Ardından, GO-GARCH modelinde $\epsilon_t = r_t - \mu_t$ şeklinde ifade edilen ϵ_t değişkeni, A matrisi (mixing matrix) aracılığı ile gözlemlenemeyen bağımsız faktörlerle (f_t) Denklem (2)'deki gibi ilişkilendirmektedir:

$$\epsilon_t = A f_t \quad (2)$$

Denklem (2)'deki A matrisi ise Denklem (3)'te gösterildiği gibi şartsız kovaryans matrisi (Σ) ile ortogonal (rotational) matris'e (U) ayrıştırılabilmektedir:

$$A = \Sigma^{1/2} U \quad (3)$$

A matrisindeki satırlar ilgili finansal varlıkları, sütunlar ise faktörleri (f_t) ifade etmektedir.

Bu faktörler Denklem (4)'teki gibi tanımlanmaktadır :

$$f_t = H_f^{1/2} z_t \quad (4)$$

Burada, $H_{f,t}$; $H_{f,t} = \text{diag}(h_{1t}, h_{2t}, h_{3t}, h_{4t}, \dots \dots \dots h_{nt})$ şeklinde ifade edilmekte ve ilgili faktörlerin GARCH tipi modeller kullanılarak oluşturulan şartlı varyanslarının diagonal matrisini temsil etmektedir. z_t ise $E(z_t) = 0$ ve $E(z_t^2) = 1$ olacak şekilde tesadüfi (random variable) değişkeni göstermektedir.

Bu tanımlamalara dayalı olarak GO-GARCH modelinin getiri denklemi (mean equation) (r_t) ile şartlı kovaryans matrisleri (Σ_t) sırasıyla Denklem (5) ve (6)'daki gibi de ifade edilebilmektedir:

$$r_t = \mu_t + A H_f^{1/2} z_t \quad (5)$$

$$\Sigma_t = A H_{f,t} A' \quad (6)$$

GO-GARCH modellerinin tahminine gelince, literatürde bu amaçla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada Boswijk ve van der Weide (2006) tarafından geliştirilen üç aşamalı NLS (non linear least squares) yönteminden yararlanılmıştır. NLS yöntemi Denklem (7)'de gösterilen doğrusal olmayan en küçük kareler kriterinin minimize edilmesi esasına dayanmaktadır. NLS yönteminin üç aşamalı süreci řu şekilde ifade edilebilir: İlk aşamada standardize edilmiş getiri serilerinin \hat{s}_t oluşturulabilmesi için şartlı kovaryans matrisi Σ_t tahmin edilir. İkinci aşamada, ilk aşamada oluşturulan standardize edilmiş getiri serilerine bağlı olarak ortogonal matris U tahmin edilir. Son aşamada ise şartlı ilişkisiz faktörlere \hat{y}_t ($\hat{y}_t = \hat{U}_t \hat{s}_t$) bağlı olarak GARCH modelinin parametreleri tahmin edilir.

$$S(A) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \text{tr} ([y_t y_t' - I_n - A(y_{t-1} y_{t-1}' - I_n) A])^2 \quad (7)$$

Bu çalışmada GO-GARCH-NLS modeli tahmin edilirken çoklu standart normal dağılım varsayımından yararlanılmıştır. Bunun temel nedeni literatürde ve paket programlarda henüz GO-GARCH-NLS modeli için çoklu Student t dağılımı gibi dağılım varsayımlarının bulunmamasıdır. Nitekim bu nedenlerden dolayı başta modelin geliştiricileri arasında yer alan Boswijk ve van der Weide (2006) olmak üzere Mohamed (2018) de çalışmalarında GO-GARCH modelini çoklu standart normal dağılım varsayımı altında tahmin etmişlerdir. Fakat çalışmada standart normal dağılımına durumu karşı dirençli standart hatalar elde edebilmek amacıyla model

parametrelerinin tahmininde Bollerslev-Wooldridge (1992) tarafından geliştirilen sanki en çok olabilirlik (quasi-maximum likelihood, QMLE) yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemin amaç fonksiyonunun rakamsal optimizasyonunda ise MaxSQP (Sequential quadratic programming) algoritmasından yararlanılmıştır.

3.2.2. Optimal Portföy Ağırlıklarının ve Optimal Hedge Rasyolarının Belirlenmesi

Çalışmanın bu aşamasında öncelikle GO-GARCH-NLS modelinden elde edilen zamanla değişen koşullu varyans ve kovaryans değerleri kullanılarak, ilgili kripto para birimlerini içeren iki varlıklı portföylerin optimal ağırlıklarının nasıl belirleneceği gösterilecektir. Ardından herhangi bir kripto para biriminde taşınabilecek uzun pozisyonun finansal riskinin hedge edilebilmesi için ihtiyaç duyulan optimal hedge rasyolarının nasıl hesaplanacağı gösterilecektir. Son olarak ise bu hedge rasyolarının etkinlik düzeyleri analiz edilecektir.

Çalışmada iki varlıklı portföyler için beklenen getiri oranlarında bir değişikliğe yol açmadan portföy riskini minimize eden optimal portföy ağırlıklarının belirlenmesinde ilgili literatür ile uyumlu bir şekilde, Kroner ve Ng (1998) tarafından tavsiye edilen ve Denklem (8)' de gösterilen yöntemden yararlanılmıştır:

$$\omega_{ij,t} = \frac{h_{jj,t} - h_{ij,t}}{h_{ii,t} - 2h_{ij,t} + h_{jj,t}} \quad (8)$$

Burada ω_{ij} ; i ve j varlıklarından oluşan bir portföyde i varlığının optimal ağırlığını; h_{ii} ve h_{jj} sırasıyla i ve j varlıklarının getiri serilerinin zamanla değişen koşullu varyanslarını; h_{ij} ise i ile j varlıklarının getiri serileri arasındaki zamanla değişen koşullu kovaryansı göstermektedir.

Bu kapsamda i varlığının optimal ağırlığı ($\omega_{ij,t}$) Denklem (9)'daki gibi belirlenmektedir:

$$\omega_{ij,t} = \begin{cases} 0, & \text{eğer } \omega_{ij,t} < 0 \\ \omega_{ij,t}, & \text{eğer } 0 \leq \omega_{ij,t} \leq 1 \\ 1, & \text{eğer } \omega_{ij,t} > 1 \end{cases} \quad (9)$$

j değişkeninin optimal ağırlığı ($\omega_{j,i,t}$) ise $(1 - \omega_{ij,t})$ ile hesaplanmaktadır. Böylece, beklenen getiri oranlarında bir değişikliğe yol açmadan portföy riskini minimize eden optimal ağırlıklar belirlenmiş olmaktadır.

Optimal portföy ağırlıklarının belirlenmesinin ardından çalışmada ilgili kripto para birimlerinden herhangi birinde taşınabilecek uzun pozisyonun yol açabileceği riskin en etkin şekilde nasıl hedge edilebileceği konusuna geçilmiştir. Bu amaçla yine bu alandaki literatürün geneli ile uyumlu olacak şekilde Kroner ve Sultan (1993) tarafından geliştirilen ve Denklem (10)'da gösterilen yöntemden yararlanılmıştır.

$$ohr_{t,i} = \frac{cov(\Delta x_{t,i}, \Delta y_{t,i})}{\sigma_{\Delta y_{t,i}}^2} \quad (10)$$

Burada, $ohr_{t,i}$ zamanla değişen koşullu optimal hedge rasyosunu; $\Delta x_{t,i}$ ilgili kripto para birimlerinden herhangi birinin logaritmik getiri serisini, $\Delta y_{t,i}$, $\Delta x_{t,i}$ 'nin riskinin hedge edilmesinde kullanılacak kripto para birimlerinden herhangi birinin logaritmik getiri serisini; $cov(\Delta x_{t,i}, \Delta y_{t,i})$ ilgili değişkenler arasındaki zamanla değişen koşullu kovaryansı; $\sigma_{\Delta y_{t,i}}^2$ ilk kripto para biriminin logaritmik getiri serisinin zamanla değişen koşullu varyansını göstermektedir.

Hedge rasyoları bu şekilde belirlendikten sonra bu hedge rasyolarının sağladığı etkinliğin de belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla literatürde Ederington (1979) tarafından geliştirilen ve Denklem (11)'de gösterilen varyans azaltım (Variance reduction, VR) yönteminden yararlanılmaktadır. Böylece ilgili kripto para birimlerinde taşınabilecek uzun pozisyonların riskini en etkin şekilde hedge eden rasyonun hangisi olduğu belirlenebilmektedir.

$$VR = \frac{varyans(UH) - varyans(HE)}{varyans(UH)} \quad (11)$$

Burada $varyans(UH)$, riski hedge edilecek kripto para biriminin zamanla değişen koşullu varyansını; $varyans(HE)$ hedge edilmiş portföyün getirisinin zamanla değişen koşullu varyansını ifade etmektedir.

Riski hedge edilecek kripto para biriminin varyansı Denklem (12)'deki gibi hesaplanmaktadır

$$varyans(UH) = \sigma_{\Delta x_t}^2 \quad (12)$$

Hedge edilmiş portföyün getirisi (rHE) ise Denklem (13)'teki gibi hesaplanmaktadır:

$$rHE = \Delta x_t - ohr_t * \Delta y_t \quad (13)$$

Hedge edilmiş portföyün getirisinin varyansının hesaplanmasında ise Denklem (14)'ten yararlanılmaktadır:

$$varyans(HE) = \sigma_{\Delta x}^2 + \sigma_{\Delta y}^2 * ohr_t^2 - 2 * cov(\Delta x_t, \Delta y_t) * ohr_t \quad (14)$$

Tüm bu analizler sonucunda elde edilen *VR* değeri ne kadar yüksek ise hedging işleminin etkinliğinin o kadar yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Çünkü, hedge edilmek istenen kripto para biriminin varyansı o oranda azaltılmış demektir.

3.2.3. Kripto Para Birimlerinin ve Optimal Portföylerin Piyasa Riskinin Ölçülmesi

Çalışmanın bu aşmasında kripto para birimlerinin ve optimal portföylerin piyasa riskinin ölçümüne dönük analizlere yer verilmiştir. Bu amaçla tarihi simülasyon yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmada bu yöntemden yararlanılmasının bazı önemli nedenleri bulunmaktadır. Öncelikle bu yöntem bir non-parametrik yöntem olduğundan analizlerde GARCH tipi bir modele ve bir dağılım varsayımına ihtiyaç duyulmamaktadır. Ayrıca bu yöntem yardımıyla optimal portföylerin piyasa riski hesaplanırken, varyans ve kovaryans parametrelerinin hesaplanmasına da ihtiyaç duyulmamaktadır (Abad, Benito, López, 2014; s.16-22). Bu özelliklerinden dolayı da bu yöntem uygulamada finansal kurumlar tarafından en çok kullanılan yöntemlerden biri olmaktadır (Escanciano ve Pei, 2012; s.2233).

Bu açıklamalar ışığında HS-VaR (Historical simulation value-at-risk) yöntemi kripto para piyasalarında taşınabilecek kısa (short) pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riski ile uzun (long) pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riski için sırasıyla Denklem (15) ve (16)'daki gibi hesaplanmaktadır:

$$\text{Yukarı yönlü piyasa riski: } HS - VaR_{t, 1-\alpha} = \text{kantil}\{r_t\}_{t=1}^T \quad (15)$$

$$\text{Aşağı yönlü piyasa riski: } HS - VaR_{t, \alpha} = \text{kantil}\{r_t\}_{t=1}^T \quad (16)$$

Burada α , güven düzeyini; r_t analizde kullanılan gözlemleri; T ise analizlerde kullanılan gözlemlerin toplam sayısını ifade etmektedir.

Fakat güncel gelişmelere bakıldığında, özellikle 2007-2008 küresel finans krizinden sonraki dönemde geleneksel VaR ölçüm yöntemlerine dönük eleştirilerin arttığı görülmektedir. Nitekim bu eleştirilerin bir uzantısı olarak BIS (Bank for International Settlements, BIS) 2022 yılından itibaren Basel 4 kapsamında bankaların piyasa riskinden dolayı ayıracakları sermaye tutarlarının belirlenmesinde Beklenen Kayıp (Expected Shortfall, ES) yöntemine dayalı olarak hesaplanan kayıp tutarlarını dikkate almalarını tavsiye etmiştir (BIS, 2016; s.56). Çünkü bu yöntemin geleneksel VaR modellerine göre bazı önemli avantajları bulunmaktadır. Örneğin, ES yöntemi geleneksel riske maruz değer yöntemlerinin aksine zamanla değişmeyen ortalama değere ve varyansa sahip olabilmekte (monotonluk) ve ayrıca sapmasızlık, pozitif homojenlik ile alt katmanlara ayrılabilme özelliklerini sergileyebilmektedir (Pflug, 2000). Bu özelliklere sahip olması nedeniyle de literatürde ES yönteminin geleneksel VaR yöntemlerine göre daha tutarlı bir risk ölçüm yöntemi olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada hem tekil kripto para birimlerinin hem de optimal portföylerin piyasa risklerinin ölçümünde ES yönteminden de yararlanılmıştır.

ES değerleri Denklem (15) ve (16)'da gösterildiği gibi hesaplanan HS-VaR değerleri ile bu HS-VaR değerlerini aşan kayıp oranlarının koşullu beklenen değerleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Bu kapsamda kripto para birimlerinde taşınabilecek kısa ve uzun pozisyonlar için HS-ES değerleri sırasıyla Denklem (17) ve (18)'deki gibi ifade edilebilir (Artzner vd., 1999):

$$\text{Yukarı yönlü piyasa riski: } HS - ES_{t, 1-\alpha}(\Delta X) = E[\Delta X \mid \Delta X \geq VaR_{HS,t, 1-\alpha}] \quad (17)$$

$$\text{Aşağı yönlü piyasa riski: } HS - ES_{t, \alpha}(\Delta X) = E[-\Delta X \mid -\Delta X \geq VaR_{HS,t, \alpha}] \quad (18)$$

Burada $-\Delta X$, $VaR_{HS,t, \alpha}$ değerlerine eşit ve onu aşan negatif getiri oranlarını; ΔX ise $VaR_{HS,t, 1-\alpha}$ değerlerine eşit ve onu aşan pozitif getiri oranlarını ifade etmektedir.

Bu çalışmada gerek HS-VaR gerekse HS-ES değerleri hesaplanırken geleneksel HS yöntemi yerine Efron (1979) ile Efron ve Tibshirani (1993) tarafından geliştirilen yeniden örnekleme yöntemine (bootstrapped) dayalı HS yöntemi kullanılmıştır. Yeniden örnekleme yöntemi orijinal veri setindeki gözlemlerin tesadüfi olarak yer değiştirerek yeniden örnekleme ile çok daha fazla gözleme sahip ama orijinal veri setinin de temel özelliklerini barındıran yeni veri setlerinin oluşturulması esasına dayanan bir yöntemdir (Temel, Erdoğan ve Ankaralı, 2012; s.3). Çalışmada yeniden örnekleme yöntemine dayalı HS yönteminin kullanılmasının nedeni bu yöntemin geleneksel HS yöntemine göre bazı önemli avantajlara sahip olmasıdır. Örneğin geleneksel HS yöntemi getiri serilerinin dağılımının sabit olduğu varsayımına dayandığından önemli bir model riski içerebilmektedir (Sjövall, 2014; s.3; Radivojević, Dević ve Muhović, 2016; s.39). Yeniden örnekleme yöntemine dayanan HS yöntemi ise bir taraftan getiri serilerinin gerçek dağılım özelliklerini korurken; diğer taraftan da çok daha fazla gözlem ile analiz yapılmasına imkan verdiğinden daha etkin sonuçların elde edilmesini sağlayabilmektedir (Dutta ve Bhattacharya, 2008; s.3). Örneğin, bu çalışmada her bir kripto para biriminin getiri

serileri 1314 adet gözlemden oluşurken, yeniden örnekleme yöntemi ile her bir kripto birimi için bu kripto para birimlerinin gerçek dağılım özellikleri korunarak 20.000 adet gözlem oluşturulmuş ve HS-VaR ile HS-ES değerleri bu 20.000 adet gözlem dikkate alınarak hesaplanmıştır.

4. Bulgular

Kripto para birimlerinin logaritmik getiri serilerine ait betimleyici istatistikler ile bu getiri serilerine uygulanan birim kök ve değişen varyans testlerine ait bulgular Tablo 2’de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde ilgili tüm kripto para birimlerinin günlük ortalama getiri oranlarının pozitif olduğu; en yüksek günlük ortalama getiri oranını BNB’nin (%0.4622), en düşük günlük ortalama getiri oranını ise BCH’nin (%0.0907) sunduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca günlük maksimum getiri oranlarının yaklaşık %86.15 (ADA) ile %43.16 (BCH) arasında değiştiği fakat günlük minimum getiri oranlarının da yaklaşık -%56.13 (BCH) ile -%40.99 (XLM) arasında değişen değerler aldıkları görülmektedir. Bu durumun kripto para birimlerinin ne kadar riskli varlıklar olabileceklerinin temel göstergelerinden biri olduğu ifade edilebilir. Nitekim toplam riskin ölçütü olarak standart sapma parametrelerine bakıldığında da en yüksek değer ADA’da en düşük değer ise BNB’de olacak şekilde bu parametrelerin de günlük bazda yaklaşık %7.40 ile %6.39 arasında değişen değerlere sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu durumun yanı sıra ilgili kripto para birimlerinin basıklık parametrelerinin de 12.83 ile 26.19 arasında değişen değerlere sahip oldukları görülmektedir. Bu durum ilgili kripto para birimlerinde oldukça sert fiyat hareketlerinin söz konusu olabileceği ve bu sert fiyat hareketlerinin de daha çok ADA’da, ardından ise XLM ve BNB’de gözlemlenebileceği anlamına gelmektedir. Çarpıklık parametrelerinin pozitif değerler alması ise standart normal dağılıma göre bu para birimlerinin pozitif getiri sunma olasılıklarının negatif getiri sunma olasılıklarından daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. Jarque ve Bera test istatistiği de çarpıklık ve basıklık parametrelerinin aldıkları değerlere bağlı olarak ilgili kripto para birimlerinin getiri serilerinin dağılımlarının standart normal dağılıma uymadığı sonucuna işaret etmektedir. Logaritmik getiri serilerine uygulanan birim kök testlerine ait sonuçlara gelince, inceleme kapsamındaki tüm kripto para birimlerinin getiri serilerinin düzey değerlerinde durağan oldukları görülmektedir. Değişen varyans sorunlarının tespiti için uygulanan Ljung-Box $Q^2(k)$ testlerine ait sonuçlar incelendiğinde ise ilgili tüm kripto para birimlerinin getiri serilerinin değişen varyans sorunu içerdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Getiri Serilerine Ait Betimleyici İstatistikler, Birim Kök ve Değişen Varyans Testi Sonuçları

	BNB		BCH		XLM		ADA	
Betimleyici istatistikler (%)								
Ortalama	0.462247		0.090759		0.293539		0.323144	
Maksimum	52.92179		43.15774		66.67788		86.15429	
Minimum	-54.3084		-56.1348		-40.9951		-50.3638	
Std. Sapma	6.393332		6.928198		7.042042		7.397378	
Çarpıklık	0.620035		0.23469		1.587218		2.067212	
Basıklık	16.32938		12.83372		16.69071		26.19756	
Jarque-Bera	9811.7*[0.000]		5306.5*[0.000]		10813.82*[0.000]		30398.3*[0.000]	
Birim kök testleri								
	C&T	C	C&T	C	C&T	C	C&T	C
ADF	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*
PP	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*
Değişen varyans testi								
$Q^2(5)$	129.10*[0.000]		33.929*[0.000]		105.61*[0.000]		112.25*[0.000]	
$Q^2(10)$	227.12*[0.000]		60.715*[0.000]		113.37*[0.000]		113.00*[0.000]	

*, %5 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir. Birim kök testleri için verilen değerler olasılık değerleridir. C&T, sabit terim ve trend bileşenini içeren model yapısını; C ise sadece sabit terimi içeren model yapısını ifade etmektedir.

Getiri serilerinin durağan olması ve değişen varyans sorunu içermesi bu kripto para birimlerinin getiri serilerinin çok değişkenli GARCH modelleri ile modellenebileceği anlamına gelmektedir. Bu kapsamda kullanılan dört değişkenli GO-GARCH-NLS modeline ait bulgular Tablo 3’te sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde teorik beklentilerle uyumlu bir şekilde tüm ARCH ve GARCH parametrelerinin pozitif ve istatistiki olarak anlamlı oldukları anlaşılmaktadır. Volatilite kalıcılığına bakıldığında (ARCH + GARCH) en yüksek volatilite kalıcılığının sırasıyla $Faktör_1$ ve $Faktör_2$ ’de; en düşük volatilite kalıcılığının ise sırasıyla $Faktör_3$ ve $Faktör_4$ ’te gözlemlendiği anlaşılmaktadır. Volatilite kalıcılığının yükselmesi t-1 döneminde yaşanabilecek bir volatilite şokunun t dönemdeki volatilite üzerinde daha uzun bir süre boyunca etkili olabileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca ilgili dört faktör için de her durumda GARCH parametreleri ARCH parametrelerinden daha

büyük çıkmaktadır. Bu bulgu da ilgili dört faktör için de uzun vadeli volatilité kalıcılığının kısa vadeli volatilité kalıcılığından daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. *Faktör₃*'ün ARCH parametresinin diğer faktörlerin ARCH parametresinden belirgin bir şekilde yüksek olması ise *Faktör₃*'ün diğer faktörlere göre kısa vadede daha fazla değişkenlik gösterebileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca GO-GARCH-NLS modelin hata terimlerine ve hata terimlerinin karelerine uygulanan ve birer çok değişkenli test olan Li-McLeod (1981) ile Hosking (1980) testlerine ait sonuçlar incelendiğinde de modelin hata terimlerinin otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarını içermedikleri görülmektedir.

Tablo 3. GO-GARCH (1,1)-NLS Modelinin Tahmin Sonuçları

U matrisi				
	U_1	U_2	U_3	U_4
U_1	0.12844	0.57190	-0.77300	0.24272
U_2	0.13572	0.56310	0.60922	0.54161
U_3	-0.35077	0.59315	0.15853	-0.70711
U_4	0.91763	0.063400	0.078692	-0.38437
A matrisi				
	A_1	A_2	A_3	A_4
A_1	-0.71636	-0.19396	0.028882	-0.66961
A_2	0.083636	0.37089	0.19961	-0.90311
A_3	0.22332	-0.59566	0.030409	-0.77097
A_4	-0.041705	-0.061410	0.81778	-0.57072
GO-GARCH- NLS modelinin parametreleri				
	<i>Faktör₁</i>	<i>Faktör₂</i>	<i>Faktör₃</i>	<i>Faktör₄</i>
ARCH	0.108103*[0.039]	0.097797*[0.002]	0.283027*[0.000]	0.09789**[0.085]
GARCH	0.883640*[0.000]	0.890017*[0.000]	0.674332*[0.000]	0.838435*[0.000]
Sigma ²	0.008257	0.012187	0.042642	0.063673
ARCH+GARCH < 1	0.99174	0.98781	0.95736	0.93633
Log likelihood	-15431.146			
AIC	23.532591			
Çoklu otokorelasyon ve değişen varyans testi sonuçları				
Otokorelasyon testi (Standardize edilmiş hata terimlerine uygulanan)				
	Hosking (5)	Hosking (8)	Li-McLeod (5)	Li-McLeod (8)
	92.1351[0.16681]	127.030[0.5076]	92.1436[0.16665]	127.104[0.5057]
	Hosking (10)	Hosking (15)	Li-McLeod (10)	Li-McLeod (15)
	176.253[0.17971]	250.133[0.3133]	176.214[0.18024]	250.107[0.3137]
Değişen varyans testi (Standardize edilmiş hata teriminin karelerine uygulanan)				
	Hosking (5)	Hosking (8)	Li-McLeod (5)	Li-McLeod (8)
	94.1277[0.1031]	130.214[0.3804]	94.1513[0.1028]	130.301[0.3783]
	Hosking (10)	Hosking (15)	Li-McLeod (10)	Li-McLeod (15)
	153.859[0.5782]	223.934[0.7347]	154.022[0.5746]	224.126[0.7317]

*, ** sırasıyla %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir. Hosking ve Li-McLeod testleri için parantez içerisinde sunulan değerler otokorelasyon ve değişen varyans testlerinin hangi gecikme uzunlukları için uygulandığını göstermektedir.

Bu kapsamda GO-GARCH-NLS modeline dayalı olarak zamanla değişen koşullu varyans, kovaryans ve korelasyon değerleri elde edilmiş, koşullu korelasyon değerlerine ilişkin bulgular Şekil 2'de ve Tablo 4'te sunulmuş, koşullu varyans ve kovaryans değerleri ise EK I ve II'de gösterilmiştir. Şekil 2'de sunulan koşullu korelasyon değerlerine bakıldığında bu değerlerin zamanla değiştiği gözlemlenebilmektedir. Bu korelasyon değerlerine ilişkin Tablo 4'te sunulan bulgular incelendiğinde ise değişkenler arasındaki koşullu ortalama korelasyon değerlerinin pozitif ve yaklaşık 0.735 ile 0.569 arasında değişen değerlere sahip oldukları anlaşılmaktadır. En yüksek koşullu ortalama korelasyon değerinin ADA ile XLM getirileri arasında gözlemlenmesi diğer unsurlar sabit kalmak şartıyla bu kripto para birimlerinden oluşturulacak bir portföyün çeşitlendirme etkisinin diğer alternatif bileşimlere göre daha az olabileceği anlamına gelmektedir. En düşük koşullu ortalama korelasyon değerinin BNB ile XLM getirileri arasında gözlemlenmesi ise diğer unsurlar sabit kalmak şartıyla göreceli olarak diğer alternatiflere göre en yüksek çeşitlendirme etkisinin BNB ile XLM'den oluşturulacak bir portföy için geçerli olabileceği anlamına gelmektedir.

Fakat zamanla değişen koşullu korelasyon değerlerinin ortalamaları esas alınarak yapılan bu yorumlara rağmen, değişkenler arasındaki korelasyon değerlerinin alabileceği maksimum değerlere bakıldığında belli dönemlerde

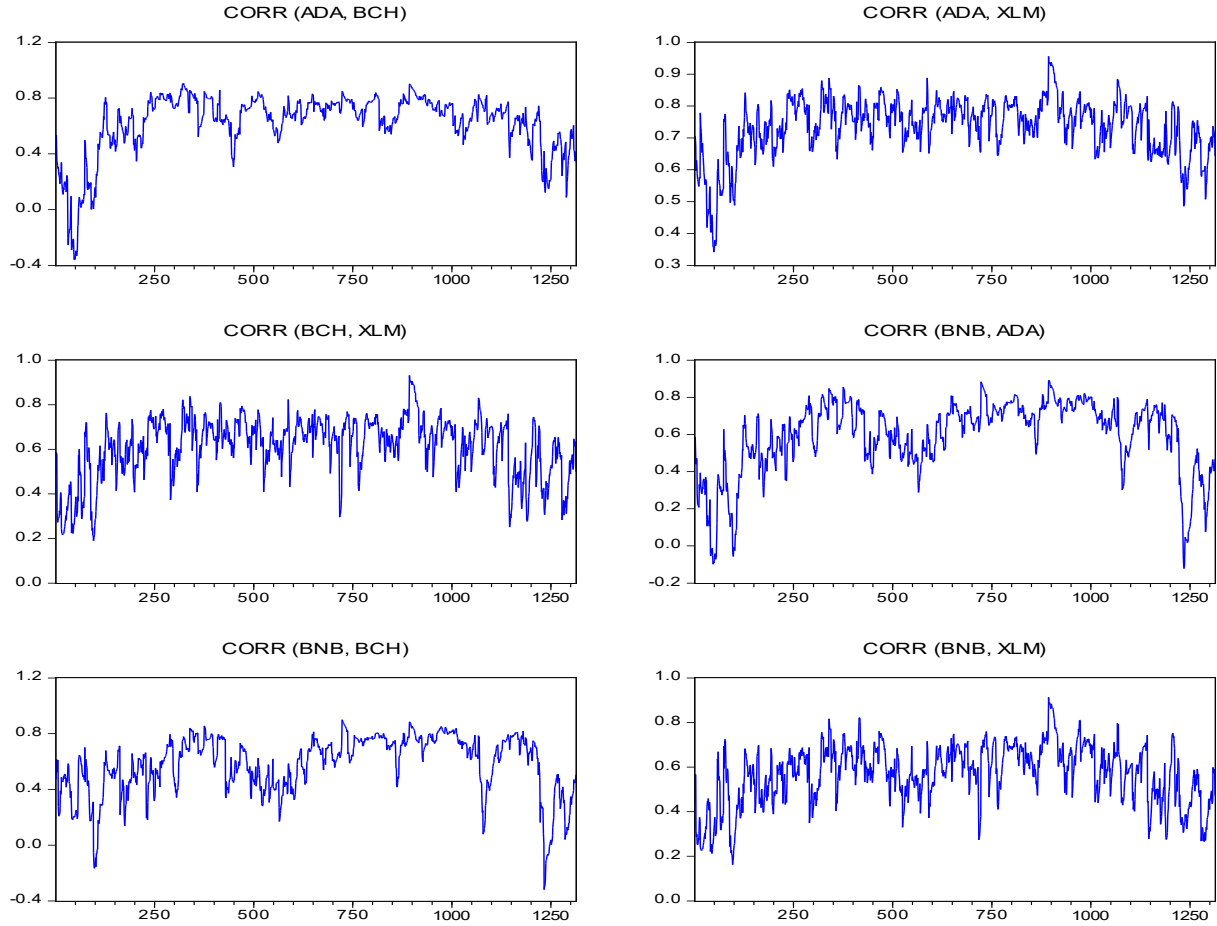
bu değerlerin yaklaşık 0.893 ile 0.933 arasında değişebileceği anlaşılmaktadır. Bu durumun da ilgili kripto para birimlerini içeren portföylerin ne kadar riskli yatırımlar olabileceklerinin göstergelerinden biri olduğu ifade edilebilir. Değişkenler arasındaki koşullu korelasyon değerlerinin alabileceği minimum değerlere bakıldığında ise her ne kadar bazı kripto para birimleri için koşullu korelasyon değerleri portföy çeşitlendirme etkisini artıracak şekilde negatif değerler olsa da şekil 2 incelendiğinde bu durumun da daha çok ilk dönemlerde ve kısa bir süre için geçerli olduğu görölmektedir. Dolayısıyla, tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde bu piyasalarda taşınacak pozisyonların yol açabileceği finansal risk düzeyinin çeşitli yöntemler kullanılarak yönetilebilmesinin oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4. Zamanla Değişen Koşullu Korelasyon Değerlerine Ait Betimleyici İstatistikler

	Ortalama	Maksimum	Minimum	Std. Sapma
CORR (ADA, BCH)	0.620906	0.905474	-0.35881	0.217168
CORR (ADA, BNB)	0.588937	0.892904	-0.1208	0.197013
CORR (ADA, XLM)	0.735336	0.956258	0.341602	0.09054
CORR (BCH, BNB)	0.580417	0.900379	-0.31792	0.209549
CORR (BCH, XLM)	0.610912	0.932569	0.189791	0.134548
CORR (BNB, XLM)	0.568808	0.91346	0.162459	0.131892

Burada “corr” ifadesi değişkenler arasındaki koşullu korelasyonu ifade etmektedir.

şekil 2. Kripto Para Birimleri Arasındaki Zamanla Değişen Koşullu Korelasyon Değerleri



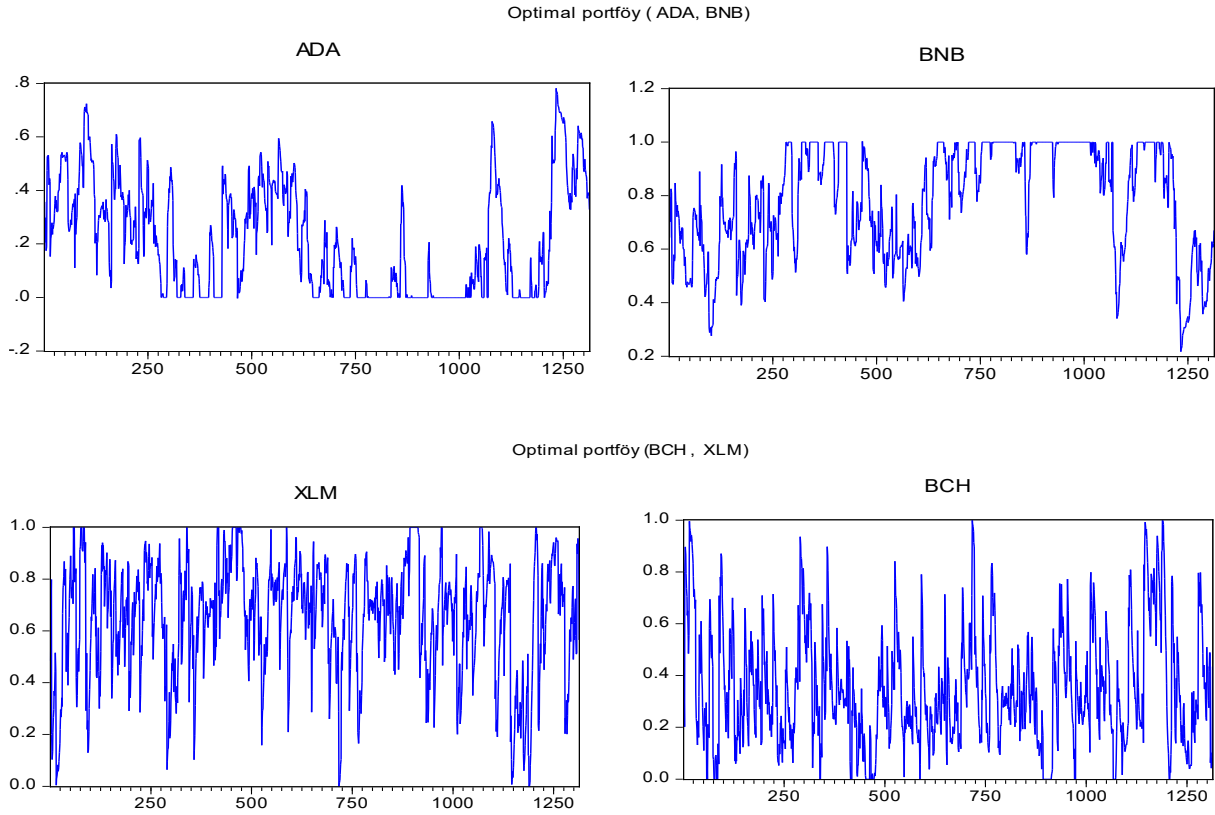
Bu temel analizlerden sonra çalışmanın bu aşamasında Denklem (8)’deki ve (9)’daki yöntemler dikkate alınarak zamanla değişen optimal portföy ağırlıkları belirlenmiştir. Örnek teşkil etmesi amacıyla şekil 3’te bazı portföyler için zamanla değişen optimal portföy ağırlıkları gösterilmiştir. Tablo 5’te ise ortalama optimal portföy ağırlıkları sunulmuştur. Bu kapsamda örneğin ADA ve BCH’den oluşacak bir portföyde beklenen getiri oranında bir değişikliğe yol açmadan portföy riskinin minimize edilebilmesi için ADA’nın ağırlığının %29.95, BCH’nin ağırlığının ise %70.05 olması gerekmektedir. Benzer şekilde ADA ve BNB’den oluşan bir portföyde beklenen getiri oranında bir değişikliğe yol açmadan portföy riskinin minimize edilebilmesi için ADA’nın ağırlığının

%20.99, BNB'nin ağırlığının ise %79.01 olması gerekmektedir. Son olarak da örneğin BNB ve XLM'den oluşacak bir portföyde ise BNB'nin ağırlığının %51.05, XLM'nin ağırlığının ise %48.95 olması gerekmektedir. Benzer analizler Tablo 5'te sunulan bulgular kapsamında diğer varlıklar için de yapılabilir.

Tablo 5. Ortalama Optimal Portföy Ağırlıkları

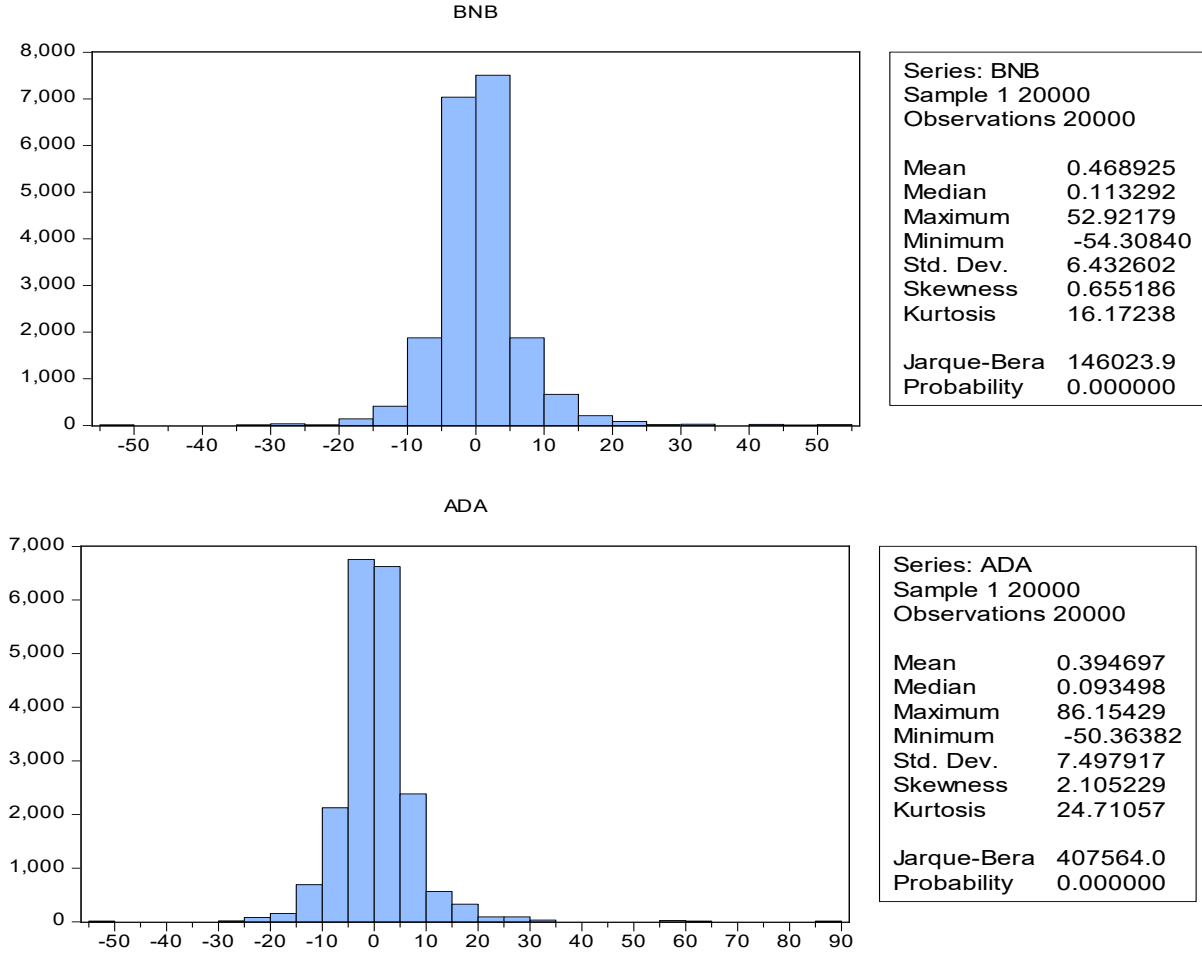
Portföy	Optimal ağırlıklar	
ADA / BCH	ADA = %29.95	BCH = %70.05
ADA / BNB	ADA = %20.99	BNB = %79.01
ADA / XLM	ADA = %19.45	XLM = % 80.55
BCH / BNB	BCH = %30.02	BNB=%69.98
BCH / XLM	BCH=%35.06	XLM= %64.94
BNB / XLM	BNB=%51.05	XLM=%48.95

Şekil 3. Zamanla Değişen Optimal Portföy Ağırlıkları



Belirtilen portföy oluşturma stratejilerinin beklenen çeşitlendirme etkisini sunup sunmadıklarının analizi içinse her bir kripto para biriminin yanı sıra optimal portföyler için de yeniden örnekleme yöntemine dayalı HS-VaR ve HS-ES değerleri hesaplanmıştır. Daha önce de ifade edildiği gibi bu hesaplamalar yapılırken yeniden örnekleme yöntemi ile 1314 gözlemden oluşan orijinal veri setinin gerçek dağılım özellikleri korunarak 20.000 adet gözlem oluşturulmuş ve HS-VaR ile HS-ES değerleri bu 20.000 adet gözlem dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda örnek teşkil etmesi amacıyla BNB ve ADA için bu yaklaşım çerçevesinde oluşturulan 20.000 adet gözleme ait histogramlar Şekil 4'te sunulmuştur.

Şekil 4. BNB ve ADA için Yeniden Örnekleme Yöntemi ile Elde Edilen Gözlemler



Bu veriler dikkate alınarak öncelikle her bir kripto para birimi için elde edilen bulgular değerlendirildiğinde (Tablo 6) ADA, BCH, XLM ve BNB’de ayrı ayrı uzun pozisyon taşınması durumunda %99 güven düzeyinde bir gün sonraki maksimum kayıp oranlarının HS-VaR yöntemine göre sırasıyla %16.3405, %18.2950, %15.9429 ve %17.2984 olacağı anlaşılmaktadır. Bu bulgular ilgili kripto para birimleri içerisinde en yüksek aşağı yönlü piyasa riskine BCH’nin, en düşük aşağı yönlü piyasa riskine ise XLM’nin sahip olduğu anlamına gelmektedir. HS-ES değerlerine bakıldığında da ADA, BCH, XLM ve BNB’de ayrı ayrı uzun pozisyon taşınması durumunda %99 güven düzeyinde bir gün sonraki maksimum kayıp oranlarının sırasıyla %22.2335, %26.6629, %21.5639 ve %24.0409 olacağı anlaşılmaktadır. Bu bulgular da HS-VaR sonuçlarına benzer şekilde ilgili kripto para birimleri içerisinde en yüksek aşağı yönlü piyasa riskine BCH’nin, en düşük aşağı yönlü piyasa riskine ise XLM’nin sahip olduğu anlamına gelmektedir.

ADA, BCH, XLM ve BNB’de ayrı ayrı kısa pozisyon taşınması durumunda ise %99 güven düzeyinde bir gün sonraki maksimum kayıp oranlarının HS-VaR yöntemine göre sırasıyla %24.55223, %24.63337, %23.3137 ve %19.97865 olacağı anlaşılmaktadır. Bu bulgular ilgili kripto para birimleri içerisinde en yüksek yukarı yönlü piyasa riskine BCH ve ADA’nın, en düşük yukarı yönlü piyasa riskine ise BNB’nin sahip olduğu anlamına gelmektedir. HS-ES değerlerine bakıldığında da ADA, BCH, XLM ve BNB’de ayrı ayrı kısa pozisyon taşınması durumunda %99 güven düzeyinde bir gün sonraki maksimum kayıp oranlarının sırasıyla %37.7687, %32.0796, %35.7245 ve %29.8985 olacağı anlaşılmaktadır. Bu bulgular da ilgili kripto para birimleri içerisinde en yüksek yukarı yönlü piyasa riskine ADA’nın, en düşük aşağı yönlü piyasa riskine ise XLM’nin sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 6. HS-VaR ve HS-ES Analiz Sonuçları ve Portföy Çeşitlendirmesi (%99)

Aşağı yönlü piyasa riski	HS-VaR	HS-ES
Tekil varlıklar için VaR ve ES		
ADA	-%16.3405	-%22.2335
BCH	-%18.2950	-%26.6629
XLM	-%15.9429	-%21.5639
BNB	-%17.2984	-%24.0409
Potföyler için VaR ve ES	HS-VaR	HS-ES
ADA / BCH	-%17.1624	-%23.5986
ADA / BNB	-%15.9120	-%20.4633
ADA / XLM	-%15.8770	-%20.5095
BCH / BNB	-%17.2196	-%23.1626
BCH / XLM	-%16.0329	-%21.1725
BNB / XLM	-%15.8771	-%20.2858
Yukarı yönlü piyasa riski		
Tekil varlıklar için VaR ve ES	HS-VaR	HS-ES
ADA	%24.55223	%37.7687
BCH	%24.63337	%32.0796
XLM	%23.3137	%35.7345
BNB	%19.97865	%29.8985
Potföyler için VaR ve ES	HS-VaR	HS-ES
ADA / BCH	%20.3215	%25.6685
ADA / BNB	%22.7259	%34.0092
ADA / XLM	%22.7136	%34.1108
BCH / BNB	%16.1667	%22.0052
BCH / XLM	%19.2328	%26.5467
BNB / XLM	%16.04543	%22.2058

Bu bulgular da kripto para piyasalarında taşınan pozisyonların niteliğine bağlı olarak kripto para birimlerinin risk düzeylerinin değişebileceği anlamına gelmektedir. Burada gerek kısa gerekse uzun pozisyonlar için HS-ES değerlerinin HS-VaR değerlerinden belirgin bir şekilde yüksek çıkması da aslında HS-ES yönteminin teorik altyapısı ile uyumlu bir sonuçtur. Çünkü daha önce de ifade edildiği gibi aslında HS-ES değerleri HS-VaR değerleri ile bu değerleri aşan kayıp oranlarının koşullu beklenen değerleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Daha somut bir şekilde ifade etmek gerekirse örneğin HS-VaR değerleri %99 güven düzeyinde ADA için bir gün sonraki maksimum kayıp oranının %16.3405 olacağını ifade ederken, aslında ADA'da uzun pozisyon taşınması durumunda her 100 günde 99 kez gerçekleşecek kayıp oranlarının %16.3405'i geçemeyeceği varsayımını ifade etmektedir. Fakat bu durum tersten okunduğunda aslında her 100 günde bir kez ADA'da uzun pozisyon taşınması durumunda gerçekleşecek kayıp oranlarının %16.3405'i geçebileceği anlaşılmaktadır. İşte HS-ES değerleri de %16.3405'i aşan bu kayıp oranlarının ortalama değerini sunmaktadır. Bu kapsamda örneğin ADA için HS-VaR ve HS-ES değerleri birlikte yorumlandığında bulgular, her 100 günde 99 kez gerçekleşen maksimum kayıp oranlarının %16.3405'i geçemeyeceğini, fakat her 100 günde bir kez gerçekleşen kayıp oranlarının %16.3405'i geçebileceğini ve bu olasılığın gerçekleşmesi durumunda da %16.3405'i aşan kayıp oranlarının ortalamasının %22.2335 olabileceğini ifade etmektedir.

Portföy çeşitlendirme etkisine gelince, ilgili kripto para birimlerine tek tek yatırım yapılması yerine Tablo 5'te belirtilen optimal portföylerin oluşturulmasının hem kısa hem de uzun pozisyonlar için piyasa riskini önemli ölçüde azalttığı anlaşılmaktadır. Çünkü her durumda optimal portföyler için belirlenen kayıp oranları ilgili kripto para birimlerine tek tek yatırım yapılması durumunda ortaya çıkan toplam kayıp oranlarından belirgin bir şekilde daha düşük çıkmaktadır. Örneğin bu çalışmanın analiz döneminin son günü olan 11 Mayıs 2021 tarihinde ilgili kripto para birimlerinin kapanış değeri Tablo 7' de sunulmuştur.

Tablo 7. Kripto Para Birimlerinin Kapanış Değerleri (11 Mayıs 2021, ABD Doları)

	BNB	ADA	BCH	XLM
Kapanış değerleri	663.0966 \$	1.743668 \$	1368.154 \$	0.647829 \$

Bu veriler kapsamında örneğin bir adet ADA ve bir adet BCH’de ayrı ayrı uzun pozisyonlar taşınması durumunda HS-VaR sonuçlarına göre bir gün sonraki maksimum kayıp tutarları ADA için 0.284924 dolar ($1.743668 \times -0.163405 = 0.284924$) BCH içinse 250.3039 dolar ($1368.154 \times -0.18295 = 250.3038$) olacaktır. Tablo 5’teki optimal portföy ağırlıkları dikkate alındığında ise ADA ve BCH’den oluşan optimal portföyün piyasa riski ise 164.5727 dolar olacaktır [$(1.743668 \times 0.2995) + (1368.154 \times 0.7005) \times (0.171624) = 165.5727$]. Bu durumda ortaya 85.016024 dolara ($250.3039 + 0.28492407 - 164.5727 = 85.016024$) karşılık gelen önemli bir portföy çeşitlendirme etkisi çıkacaktır. Bu tür analizler diğer kripto para birimleri için de HS-VaR ve / veya HS-ES değerleri dikkate alınarak hem kısa hem de uzun pozisyonlar için yapılabilir.. Böylece optimal portföylere dayalı farklı yatırım stratejilerinin risk yönetimi açısından sağladığı katkılar daha net bir şekilde görülebilir.

Risk yönetimi açısından optimal portföylerin oluşturulmasının yanı sıra konu ile ilgili bir diğer önemli aşamayı kripto para birimlerinde taşınan pozisyonların yol açabileceği risklerin en etkin şekilde nasıl hedge edilebileceğinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu doğrultuda Denklem (10)’da gösterilen yöntem kullanılarak her bir kripto para biriminde taşınacak bir dolarlık uzun pozisyonun diğer kripto para birimlerinde taşınabilecek kısa pozisyonlar ile nasıl hedge edilebileceği belirlenmiştir. Bu kapsamda elde edilen zamanla değişen optimal hedge rasyoları Şekil 5’te, ortalama hedge rasyoları ise Tablo 8’de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde örneğin ADA’da taşınabilecek bir dolarlık uzun pozisyonun BCH’de taşınabilecek 0.7064 dolarlık bir kısa pozisyonla veya BNB’de taşınabilecek 0.7704 dolarlık bir kısa pozisyonla veya XLM’de taşınabilecek 0.9115 dolarlık bir kısa pozisyon ile hedge edilebileceği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla mevcut bulgular kapsamında ADA’da taşınabilecek 1 dolarlık uzun pozisyonun en ucuza BCH ile en pahalıya ise XLM ile hedge edilebileceği anlaşılmaktadır.

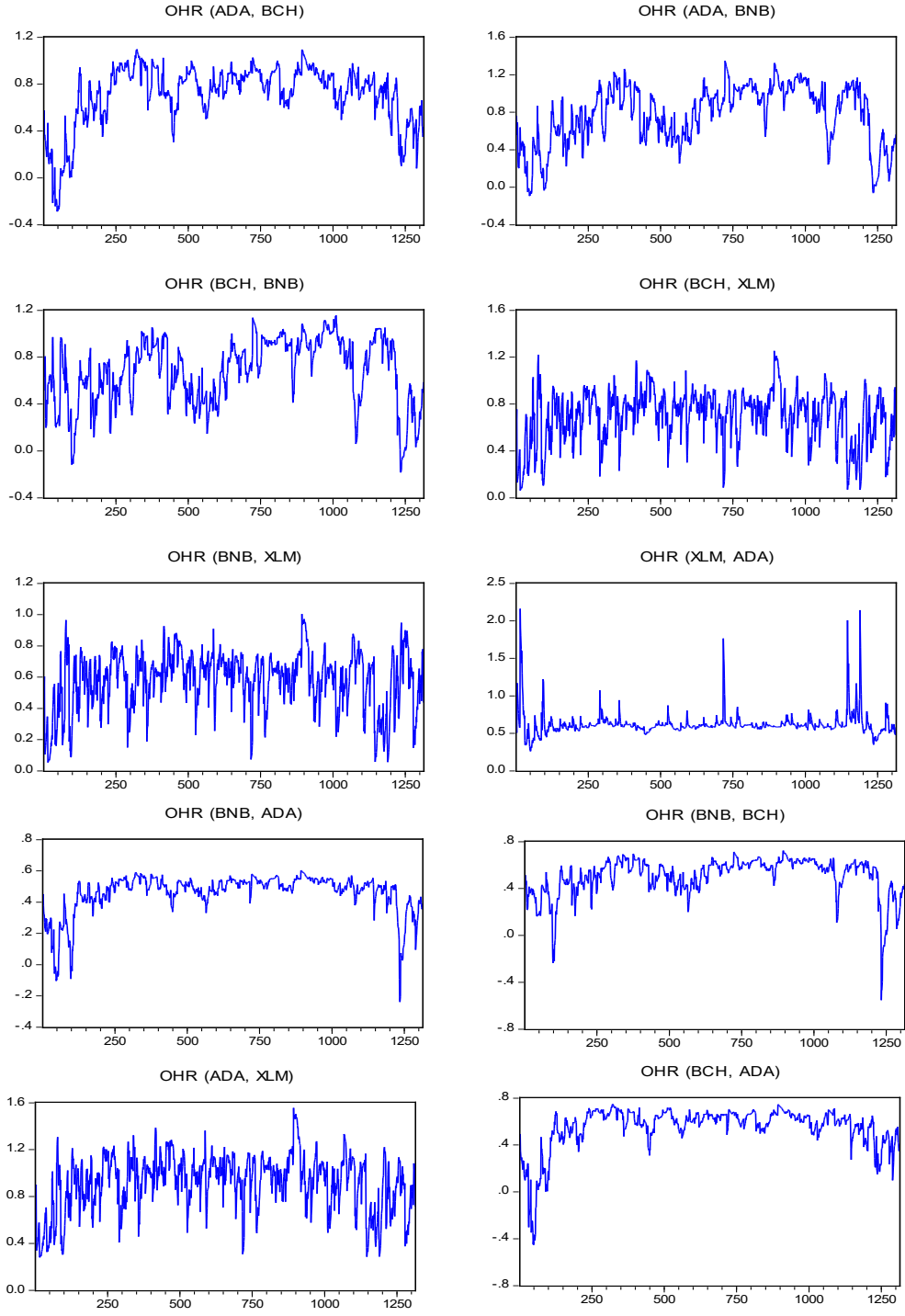
İkinci bir örnek olarak XLM incelendiğinde, XLM’de taşınabilecek bir dolarlık uzun pozisyonun ADA’da taşınabilecek 0.6232 dolarlık bir kısa pozisyonla veya BCH’de taşınabilecek 0.5611 dolarlık bir kısa pozisyonla veya BNB’de taşınabilecek 0.5981 dolarlık bir kısa pozisyon ile hedge edilebileceği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda XLM’de taşınabilecek 1 dolarlık uzun pozisyonun en ucuza BCH ile en pahalıya ise ADA ile hedge edilebileceği anlaşılmaktadır. Benzer analizler Tablo 8’de sunulan bilgiler dikkate alınarak diğer para birimleri için de yapılabilir.

Tablo 8. Ortalama Optimal Hedge Rasyoları

Portföy	Hedging amacıyla taşınması gereken kısa (short) ve uzun (long) pozisyonların parasal dağılımı	
ADA / BCH	ADA = 1 Dolar / Uzun pozisyon	BCH = 70.64 cent / kısa pozisyon
ADA / BNB	ADA = 1 Dolar / Uzun pozisyon	BNB = 77.04 cent / kısa pozisyon
ADA / XLM	ADA = 1 Dolar / Uzun pozisyon	XLM = 91.15cent / kısa pozisyon
BCH / ADA	BCH = 1 Dolar / Uzun pozisyon	ADA = 54.67 cent / kısa pozisyon
BCH / BNB	BCH = 1 Dolar / Uzun pozisyon	BNB = 67.71 cent / kısa pozisyon
BCH / XLM	BCH = 1 Dolar / Uzun pozisyon	XLM = 69.24 cent / kısa pozisyon
BNB / ADA	BNB = 1 Dolar / Uzun pozisyon	ADA = 45.69 cent / kısa pozisyon
BNB / BCH	BNB = 1 Dolar / Uzun pozisyon	BCH = 50.19 cent / kısa pozisyon
BNB / XLM	BNB = 1 Dolar / Uzun pozisyon	XLM = 57.65 cent / kısa pozisyon
XLM / ADA	XLM = 1 Dolar / Uzun pozisyon	ADA = 62.32 cent / kısa pozisyon
XLM / BCH	XLM = 1 Dolar / Uzun pozisyon	BCH = 56.11 cent / kısa pozisyon
XLM / BNB	XLM = 1 Dolar / Uzun pozisyon	BNB = 59.81 cent / kısa pozisyon

Fakat hedging işlemleri açısından önemli olan nokta ilgili hedging işleminin görelü ucuzluğu veya pahalılığı değil, etkinliğidir. Bu kapsamda ilgili kripto para birimlerinin her birinde taşınabilecek bir dolarlık uzun pozisyonun yol açabileceği riskin en etkin şekilde nasıl hedge edilebileceğine ilişkin bulgular Tablo 9’da sunulmuştur.

Şekil 5. Zamanla Değişen Optimal Hedge Rasyoları (OHR)



Tablo 9. Hedging Etkinliği

Portföy	Varyans (%)	Hedging etkinliği, VR
ADA (hedge edilmemiş)	%54.6085	-
ADA / BCH	%34.8491	% 36.18374
ADA / BNB	%36.2038	% 33.70299
ADA / XLM	%25.9041	% 52.56398
BCH (hedge edilmemiş)	%47.8804	-
BCH / ADA	%32.5500	% 32.01811
BCH / BNB	%32.2855	% 32.57053
BCH / XLM	%31.0761	% 35.09641
BNB (hedge edilmemiş)	%40.3523	-
BNB / ADA	% 29.6893	% 26.42476
BNB / BCH	%29.3239	% 27.33029
BNB / XLM	%28.7452	% 28.76441
XLM (hedge edilmemiş)	%49.5249	-
XLM / ADA	%25.6688	% 48.16991
XLM / BCH	%36.6422	% 26.01257
XLM / BNB	%37.9577	% 23.35633

Bulgular incelendiğinde ADA'da taşınabilecek bir dolarlık uzun pozisyonun BCH, BNB ve XLM ile hedge edilebilmesine rağmen, en yüksek hedging etkinliğine ADA'nın XLM ile hedge edilmesi durumunda ulaşıldığı anlaşılmaktadır. Çünkü, en yüksek VR değerini bu hedging işlemi sunmaktadır. En düşük hedging etkinliği ise ADA'nın BNB ile hedge edilmesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde BCH'de taşınabilecek bir dolarlık uzun pozisyonun ADA, BNB ve XLM ile hedge edilebilmesine rağmen, en yüksek etkinliğe BCH'nin XLM ile hedge edilmesi durumunda ulaşıldığı, en düşük etkinliğin ise BCH'nin ADA ile hedge edilmesi durumunda söz konusu olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca BNB'de taşınabilecek bir dolarlık uzun pozisyon için en yüksek etkinliğe BNB'nin XLM ile hedge edilmesi durumunda ulaşıldığı, en düşük etkinliğin ise BNB'nin ADA ile hedge edilmesi durumunda söz konusu olduğu görölmektedir. Son olarak da XLM'de taşınabilecek bir dolarlık uzun pozisyon için en yüksek etkinliğe XLM'nin ADA ile hedge edilmesi durumunda ulaşıldığı, en düşük etkinliğin ise XLM'nin BNB ile hedge edilmesi durumunda söz konusu olduğu anlaşılmaktadır.

4.Değerlendirme ve Sonuç

Kripto para piyasaları sundukları yüksek getiri potansiyeli ile yatırımcıların ilgi odağı haline gelmektedir. Fakat bu piyasalardaki volatilitenin olduğuca yüksek olması bu alana dönük yatırımlar için olduğuca önemli bir risk teşkil etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada Binance coin (BCH), Bitcoin cash (BNB), Stellar (XLM) ve Cardano'dan (ADA) oluşan dört kripto para birimi dikkate alınarak bu tür piyasalarında taşınabilecek pozisyonların yol açabileceği risklerin nasıl yönetilebileceği incelenmiştir. Bu amaçla analizlerde van der Weide (2002) tarafından geliştirilen dört değişkenli GO-GARCH-NLS modelinin yanı sıra Kroner ve Sultan (1993) ile Kroner ve Ng (1998) tarafından geliştirilen yaklaşımlar dikkate alınarak optimal portföy ağırlıkları ve optimal hedge rasyoları belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca yeniden örnekleme yöntemine (bootstrapped) dayalı tarihi simölasyon yöntemi kullanılarak piyasa riski ölçüm analizlerine de yer verilmiştir.

Öncelikle alışma bulguları ilgili kripto para birimleri arasındaki ortalama koşullu korelasyon değerlerinin pozitif ve yaklaşık 0.735 ile 0.569 arasında değişen değerlere sahip olduklarını göstermektedir. Bu bulgu ilgili kripto para birimlerini içeren portföylerin bileşimine bağlı olarak portföy çeşitlendirme etkisinin etkinliğinin değişebileceği anlamına gelmektedir. Örneğin bulgular diğer unsurlar sabit kalmak şartıyla en düşük portföy çeşitlendirme etkisinin ADA ile XLM'yi içeren portföylerde, en yüksek çeşitlendirme etkisinin ise BNB ile XLM'yi içeren portföyde gözlemlenebileceğini göstermektedir.

Piyasa riski ölçümüne dayalı bulgulara gelince HS-VaR sonuçlarına göre ADA, BCH, XLM ve BNB'de ayrı ayrı uzun pozisyon taşınması durumunda %99 güven düzeyinde bir gün sonraki maksimum kayıp oranları sırasıyla %16.3405, %18.2950, %15.9429 ve %17.2984 olmaktadır. HS-ES sonuçlarına göre ise bu kayıp oranları sırasıyla %22.2335, %26.6629, %21.5639 ve %24.0409 seviyelerine ulaşabilmektedir. Bu bulgular da ilgili kripto para birimleri içerisinde en yüksek aşağı yönlü piyasa riskine BCH'nin, en düşük aşağı yönlü piyasa riskine ise XLM'nin sahip olduğu anlamına gelmektedir.

İlgili kripto para birimlerinde kısa pozisyonların taşınması durumunda ise HS-VaR yöntemine göre ADA, BCH, XLM ve BNB için %99 güven düzeyindeki bir gün sonraki maksimum kayıp oranları sırasıyla %24.55223, %24.63337, %23.3137 ve %19.97865 olabileceken, HS-ES yöntemine göre ise bu değerler sırasıyla %37.7687,

%32.0796, %35.7245 ve %29.8985 seviyelerine çıkabilecektir. Bu bulgular yatırımcılar için yukarı yönlü piyasa riskinin aşağı yönlü piyasa riskinden belirgin bir Şekilde daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. Fakat, bu riskleri yönetebilmek amacıyla yatırımcıların çeşitli optimal portföyler oluşturabilecekleri anlaşılmaktadır. Örneğin yatırımcıların bu çalışma kapsamında belirtilen optimal portföylere yatırım yapmaları durumunda ortaya çıkan portföy çeşitlendirme etkisine bağlı olarak maruz kalabilecekleri finansal risk düzeyini azaltabilecekleri belirlenmiştir.

Optimal hedge rasyolarına gelince ADA, BCH ve BNB’de taşınabilecek uzun pozisyonların yol açabileceği risklerin en etkin Şekilde hedge edilebilmesi için XLM’de taşınabilecek kısa pozisyonlardan; XLM’de taşınabilecek uzun pozisyonların yol açabileceği risklerin en etkin Şekilde hedge edilebilmesi içinse ADA’da taşınabilecek kısa pozisyonlardan yararlanılması gerektiği anlaşılmaktadır. Optimal hedge rasyoları ise ADA / XLM için 0.9115, BCH / XLM için 0.6924, BNB / XLM için 0.5725 ve XLM / ADA içinse 0.6232 çıkmaktadır.

Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde kripto para piyasalarında yapılacak yatırımların yol açabileceği risklerin bu çalışma kapsamında belirtilen korelasyon değerleri, optimal portföy ağrılıkları ve hedging işlemleri dikkate alınarak yönetilmesinin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Çünkü daha önce de ifade edildiği gibi kripto para birimlerinin asli değerlerinin olmaması, bu tür piyasalarda spekulatif yatırımların önemli boyutlara ulaşabilmesi, kripto para birimlerinde önemli fiyat balonlarının oluşabilmesi ve ayrıca bu alana yatırım yapan yatırımcıların bu tür piyasaların temel dinamiklerinin ne olduğu konusunda henüz yeterli düzeyde teknik bilgiye sahibi olmamaları kripto para piyasalarına dönük yatırımları oldukça riskli hale getirebilmektedir.

Bu çalışmadaki finansal ekonometrik analizlere bağlı olarak elde edilen sonuçlara ilaveten bu piyasalarda işlem yapan yatırımcıların dikkat etmesi gereken diğer bazı temel hususlara da değerilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda bu piyasalara yatırım yapacak yatırımcıların öncelikle kripto para birimlerinin itibari paralar karşısında bir geleceğinin olacağına inanması, her bir kripto para biriminin teknolojik altyapısını izahnamelerden (white papers) takip etmesi ve bu piyasaların 7 gün ve 24 saat boyunca açık olduğunu bilmesi gerekmektedir. Ayrıca kripto para piyasalarının yüksek enerji tüketime bağlı olarak küresel ısınma sorununun boyutunun genişlemesine yol açabileceğini, bu piyasalara dönük henüz yeterli bir kamusal denetim ve gözetimin olmadığını, devletlerin ilerleyen dönemlerde kripto para birimlerinin kullanım alanlarına veya kripto para madenciğine dönük çeşitli kısıtlama eğilimleri sergileyebileceklerini veya bu piyasalardan elde edilen gelirlerin vergilendirilmesine dönük adımların atılabileceğini de yatırımcıların göz önünde bulundurmaları gerekmektedir.

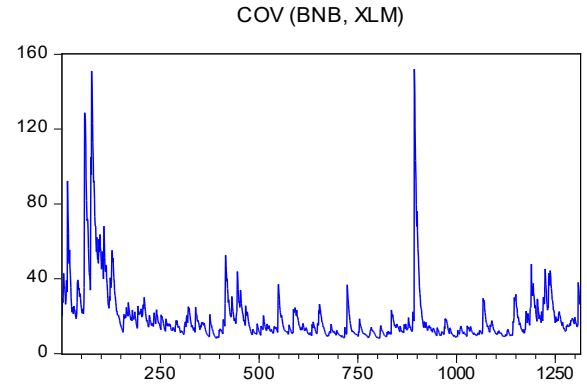
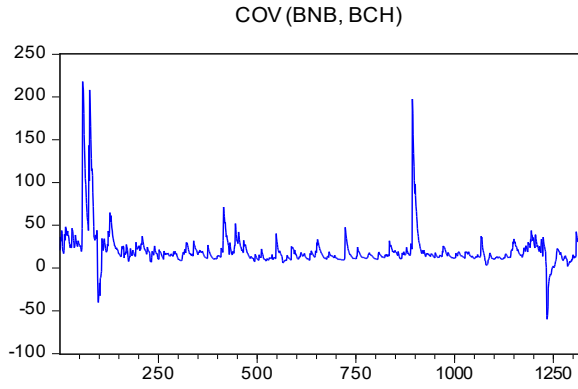
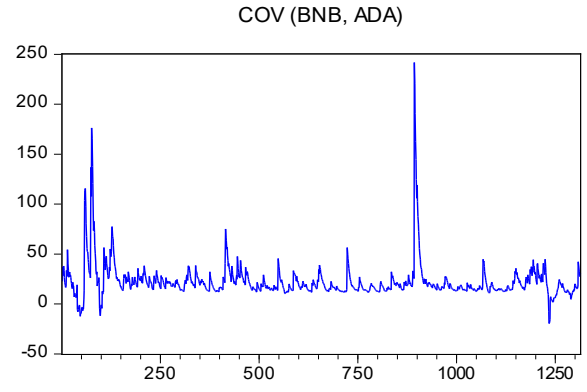
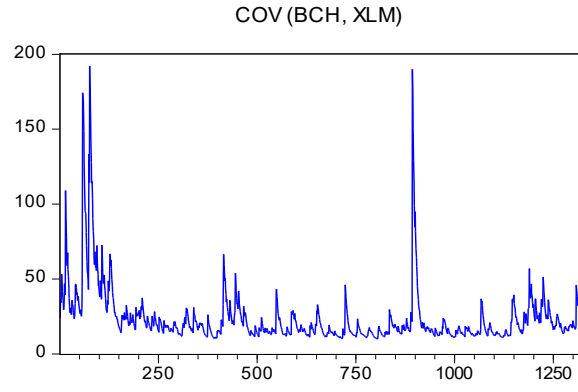
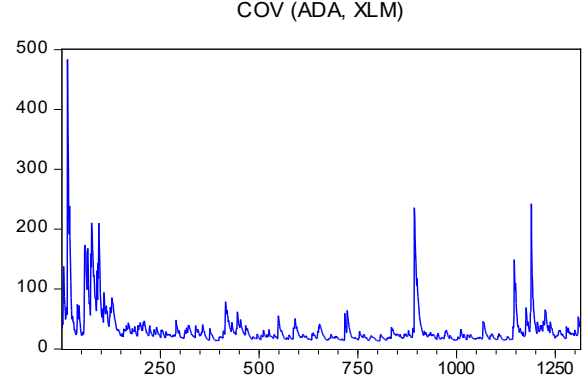
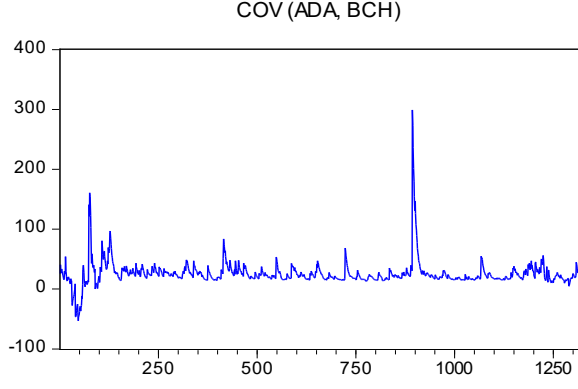
Kaynaka

- ABAD, P., BENITO, S. ve LÓPEZ, C. (2014). A Comprehensive Review of Value At Risk Methodologies. *The Spanish Review of Financial Economics* 12, 15–32
- AGGARWAL, V. (2021). Optimum Investor Portfolio Allocation in New Age Digital Assets. *International Journal of Innvation Science*, Yayınlanma aşamasında.
- ALEXANDER, C. (2001). *Orthogonal GARCH, Chapter 2 (pp. 21–28) in C. Alexander (Ed.), Mastering Risk*. London: Financial Times-Prentice Hall.
- AL-MANSOUR, B.Y. (2020). Cryptocurrency Market: Behavioral Finance Perspective. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7 (12), 159-168.
- ANTONAKAKIS, N., CHATZIANTONIOU, I. ve GABAUER, D. (2019). Cryptocurrency Market Contagion: Market Uncertainty, Market Complexity, and Dynamic Portfolios. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 61, 37-51.
- AROURI, M. E.H., LAHIANI, A. ve NGUYEN, D.K. (2011). Return and Volatility Transmission Between World Oil Prices and Stock Markets of the GCC Countries. *Economic Modelling*, 28, 1815-1825.
- ARTZNER, P., DELBAEN, F., EBER, J. M. ve HEATH, D. (1999). Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance*, 9(3), 203-228.
- ASHFORD, K. ve SCHMIDT, J. (2020). What Is Cryptocurrency?, <https://www.forbes.com/advisor/investing/what-is-cryptocurrency/> (Erişim tarihi :12.04.2021).
- BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION (2016). Minimum Capital Requirements for Market Risk, <https://www.bis.org/bcbs/publ/d352.htm> (Erişim tarihi: 18.04.2021).
- BASHER, S.A. ve SADORSKY, P. (2016). Hedging Emerging Market Stock Prices With Oil, Gold, VIX, and Bonds: A Comparison Between DCC,ADCC and GO-GARCH. *Energy Economics*, 54, 235-247.
- BOLLERSLEV, T. (1990). Modelling The Coherence in Short-Run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH Model. *The Review of Economics and Statistics*, 72(3), 498-505.

- BOLLERSLEV, T. ve WOOLDRIDGE, J.M. (1992). Quasi-Maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-Varying Covariances. *Econometrics Review*, 11(2),143-172.
- BOSWIJK, H.P. ve VAN DER WEIDE,R. (2006). Wake Me Up Before You GO-GARCH. *UVA Econometrics*, Discussion Paper: 2006/03,1-28.
- CHARFEDDINE, L., BENLAGHA, N. ve MAOUCHI, Y. (2020). Investigating The Dynamic Relationship Between Cryptocurrencies And Conventional Assets: Implications For Financial Investors. *Economic Modelling*,85, 198-217.
- COINMARKETCAP. Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap. <https://coinmarketcap.com/>. (Erişim Tarihi: 28.04.2021).
- DICKEY, D. A. ve FULLER, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427–431.
- DUTTA, D. ve BHATTACHARYA, B. (2008). A Bootstrapped Historical Simulation Value-at-Risk Approach to S&P CNX Nifty. *The National Conference on Money and Banking, IGIDR, Mumbai, India*.
- EDERINGTON, L.H. (1979). The Hedging Performance of The New Futures Markets. *The Journal of Finance*, 34(1),157-170.
- EFRON, B. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at The Jackknife. *The Annals of Statistics*,7(1), 1-26.
- EFRON, B. ve TIBSHIRANI, R. (1993). *An Introduction to The Bootstrap*. Chapman&Hall, New: York.
- ENGLE, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class Of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Models. *Journal of Business and Economic Statistics*, 20(3), 339-350.
- ENGLE, R.F. ve KRONER, K.F.(1995). Multivariate Simultaneous Generalized ARCH. *Econometric Theory*, 11, 122–150.
- ENGLE, R.F., NG, V.K. ve ROTHSCILD, M. (1990). Asset Pricing With a Factorarch Covariance Structure. *Journal of Econometrics*, 45(1), 213-237.
- ESCANCIANO, J.C. VE PEI, P. (2012). Pitfalls in backtesting Historical Simulation VaR models. *Journal of Banking & Finance* 36, 2233–2244
- HIDAJAT, T. (2019). Behavioural Biases in Bitcom Trading. *Fokus Ekonomi*, 14(2), 337-354.
- HOSKING, J. R. M. (1980). The Multivariate Portmanteau Statistic. *Journal of American Statistical Association* 75(371), 602–7.
- ISENAH, G. M. ve OLUBUSOYE, O. E. (2016). Empirical Model For Forecasting Exchange Rate Dynamics: The GO-GARCH Approach. *CBN Journal of Applied Statistics, The Central Bank of Nigeria*, 7(1), 179-208.
- JARQUE, C.M. ve BERA, A. K. (1980). Efficient Tests for Normality, Homoscedasticity and Serial Independence of Regression Residuals. *Economics Letters*, 6 (3), 255–259.
- JIN, J., HAN, L. WU, L. ve ZENG, H. (2020).The Hedging Effectiveness Of Global Sectors in Emerging and Developed Stock Market. *International Review of Economics & Finance*,66, 92-117.
- KANG, H-J., LEE,S-G. ve PARK, S-Y. (2021). Information Efficiency in the Cryptocurrency market: The Efficient-Market Hypothesis. *Journal of Computer Information Systems*,2, 1-10.
- KAYA, Y. (2018). *Analysis of Cryptocurrency Market and Drivers of the Bitcoin Price: Understanding The Price Drivers Of Bitcoin Under Speculative Environment*. Master of Science Thesis, Stockholm: KTH Industrial Engineering and Management.
- KELLER, A. ve SCHOLZ, M. (2019). Trading Cryptocurrency Markets: Analyzing the Behavior of Bitcoin Investors. *Fortieth International Conference on Information Systems*. Munich, 15-18 December, p.1-17.
- KRİSTOUFEK, L. (2013). Bitcoin Meets Google Trends and Wikipedia: Quantifying the Relationship Between Phenomena of the Internet Era. *Scientific Reports*, 3, 1-7.
- KRONER, K.F. VE SULTAN, J. (1993). Time-Varying Distributions and Dynamic Hedging with Foreign Currency Futures. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28(4), 535-551.
- KRONER, K.F. ve NG, V.K. (1998). Modeling Asymmetric Comovements of Asset Returns, *The Review of Financial Studies*, 11(4), 817–844.

- LEHMAN, R. (2017). A Behavioral Finance View of Cryptocurrencies. Retrieved from <https://www.behavioralfinance.com/bitcoin-behavior/2017/12/13/a-behavioralfinance-view-of-cryptocurrencies/>. (Erişim tarihi: 12.04.2021).
- LI, W. K. ve MCLEOD, A. I. (1981). Distribution of the Residual Autocorrelation in Multivariate ARMA Time Series Models. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 43(2), 231–9.
- LJUNG, G.M. ve BOX, G.E.P. (1978). On a Measure of a Lack of Fit in Time Series Models. *Biometrika*, 65 (2), 297–303.
- MEEGAN, A., CORBET,S., LARKIN, C. ve LUCEY, B. (2021). Does Cryptocurrency Pricing Response to Regulatory Intervantion Depend On Underlying Blockchain Architecture ?. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 70, 1-22.
- MENSI, W., AL-YAHYAE, K.M., AL-JARRAH, I.M.W., VO, X.V. ve KANG, S.H. (2020). Dynamic Volatility Transmission and Portfolio Management Across Major Cryptocurrencies: Evidence From Hourly Data. *North American Journal of Economics and Finance*, 54,1-14.
- PAL, D. ve MITRA, S.K. (2019). Hedging Bitcoin with other Financial Assets. *Finance Research Letters*, 30, 30-36.
- PAVLOVA, I. (2020). Blockchain ETFs: Dynamic Correlations and Hedging Capabilities. *Managerial Finance*, 47(5), 687-702.
- PFLUG, G. (2000). Some Remarks on the Value-at-Risk and the Conditional Value-at-Risk, in S. Uryasev (ed.), Probabilistic Constrained Optimization: Methodology and Applications, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1-11.
- PHILLIPS, P.C.B. ve PERRON, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*,75(2), 335–346.
- PIETERS, G. ve VIVANCO, S. (2016). Financial Regulations and Price Inconsistence across Bitcoin Markets. *Information Economics and Policy*, 39,1-14.
- PLUCIENNIK, P. (2013). Influence Of The American Financial Market On Other Markets During The Subprime Crisis. *Folia Oeconomica Stetinensia*, 12(2), 19-30.
- RADIOJEVIĆ, N., DEVIĆ, Z. ve MUHOVIĆ, A. (2016). Bootstrap Historical Simulation. *Bankarstvo*, 45(3), 36-49.
- SHAHZAD, S.J.H., BOURI, E., ROUBAUD, D. ve KRISTOUFEK, L. (2020). Safe Haven, Hedge And Diversification For G7 Stock Markets: Gold Versus Bitcoin. *Economic Modelling*, 87, 212-224.
- SJOWALL, F. (2014). *Alternative methods for value-at-risk estimation: A study from a Regulatory Perspective focused on the Swedish Market*, Master of Science Thesis, KHT Industrial Engineering and Management Industrial Management.
- SONGÜL, H. (2010). Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri: Döviz Kurları Üzerine Uygulama, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Uzmanlık Yeterlilik Tezi, 1-68.
- TEMEL, G.O., ERDOĞAN, S. ve ANKARALI, H. (2012). Sınıflama Modelinin Performansını Değerlendirmede Yeniden Örnekleme Yöntemlerinin Kullanımı. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 5 (3), 1-7.
- van der Weide, R. (2002). GO-GARCH: A Multivariate Generalized Orthogonal GARCH Model. *Journal of Applied Econometrics*, 17, 549-564
- YAHOO FINANCE. Cryptocurrency Data, <https://finance.yahoo.com/cryptocurrencies/>, (Erişim Tarihi: 24.04.2021).
- YOUSAF, I. ve ALI, S. (2020). The COVID-19 Outbreak and High Frequency Information Transmission Between Major Crtyptocurrencies: Evidence from the VAR-DCC-GARCH Approach. *Borsa İstanbul Review*, 20, 1-10.

EK I. Zamanla Değişen Koşullu Kovaryans Serileri



EK II. Zamanla Değişen Koşullu Varyans Serileri

