

Hisse Senedi ve Kripto Varlık Piyasası Arasında Finansal Bağlantılılık ve Risk Aktarımı

Mevlüt Camgöz¹

Özet

Bu çalışmanın amacı hisse senedi piyasasıyla kripto varlık piyasası arasındaki finansal risk bağlantılılığını ve risk aktarım mekanizmasını ortaya koymaktır. Böylelikle hem kripto varlık piyasası ve konvansiyonel finansal piyasalar arasındaki ilişkileri inceleyen literatüre yeni ampirik bulgularla katkı sağlanması hem de yatırımcılar ve politika yapıcılar açısından önemli bulguların ortaya konulması hedeflenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre VIX endeksinden kripto para birimlerine doğru olan yayılma daha güçlü olmakla birlikte, kripto para birimlerinden VIX endeksine doğru olan yayılmanın oldukça zayıf olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmada ele alınan ağ yapısında ETH ve BCH'a doğru hisse senedi piyasasından ve diğer kripto para birimlerinden yüksek derecede yayılma gerçekleşmiştir. BTC -bariz şekilde baskın olmak üzere- ve hisse senedi piyasası net verici (transmitter), ETH, BCH, LTC ve XRP net alıcı (receiver) konumundadır. Bağlantılılık endeksi sonuçlarına göre hisse senedi piyasasından kripto varlık piyasalarına doğru olan yayılma, kripto varlık piyasasından hisse senedi piyasasına doğru olan yayılmadan daha yüksektir. Başka bir ifade ile hisse senedi piyasasındaki volatilité belirli bir oranda kripto varlık piyasalarına aktarılırken, kripto varlık piyasasında gözlenen volatilité daha önemsiz bir düzeyde hisse senedi piyasasına aktarılmaktadır. Kripto varlık piyasası açısından asıl risk kaynağının BTC olduğu söylenebilir. İncelenen beş kripto para birimi içinde BTC net verici diğer dört kripto para birimi ise net alıcı konumdadır. Ayrıca kripto varlık piyasasında gözlemlenen yayılma etkisinin büyük ölçüde kendi iç soklarından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Teknik Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, İşletme Bölümü, mevlut.camgoz@btu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7106-3293.

1. GİRİŞ

Bitcoin'in ilk kez imal edildiği 2009 yılının Ocak ayından bu yana kadar kripto varlık piyasası hem tür hem de işlem hacmi anlamında önemli mesafe katetmiştir. Başlangıçta para olarak fonksiyonları tartışılan kripto varlıklar son dönemde bir yatırım aracı olarak değerlendirilmeye başlanmış ve önemli bir yatırımcı kitlesi tarafından alternatif bir yatırım enstrümanı olarak kabul edilmiştir. Son dönemde yaşanan pandemi ve Rusya-Ukrayna krizi gibi bazı gelişmelerin de etkisiyle kripto varlık piyasasıyla konvansiyonel finansal varlıklar arasındaki ilişkiler merak konusu olmuştur. Özellikle Rusya-Ukrayna krizi sonrası dünya genelindeki birçok insan finansal piyasaları sorgulamaya başlamış ve bu bağlamda merkezi olmayan para birimleri daha popüler bir alternatif haline gelmiştir.

Günümüzde ilk beş kripto para biriminin piyasa değeri 800 Milyar dolar civarında hesaplanmaktadır. Ayrıca, Bitcoin ve diğer kripto paralar gün geçtikçe finansal sisteme daha fazla entegre hale gelmektedir. Özellikle pandemi döneminde ve Rusya-Ukrayna krizi gibi uluslararası nitelikli olaylarda finansal piyasalarla birlikte kripto varlık piyasasında da önemli dalgalanmalar yaşanmıştır. Dolayısıyla yatırımcılar tarafından alternatif bir yatırım aracı olarak görülen kripto varlık piyasasıyla ilgili çekincelerden birisi de bu varlıkların finansal piyasalarla olan ilişkileridir.

Bu çalışmanın amacı hisse senedi piyasasıyla kripto varlık piyasası arasındaki finansal risk bağlantılılığını ve risk aktarım mekanizmasını ortaya koymaktır. Temel araştırma sorumuz kripto varlık piyasasıyla hisse senedi piyasası arasında bir volatilité yayılması olup olmadığı, eğer varsa bu yayılma ilişkisinin niteliğinin belirlenmesidir. Finansal piyasaların temel sacayağından birisi olan hisse senetleri piyasasıyla kripto varlık piyasası arasındaki bağlantılılığın ortaya konulması dünyanın farklı bölgelerinde kripto varlık piyasaları hakkında düzenlemeler yapmaya çalışan kamu otoritelerinin doğru politika adımları geliştirmesine yardımcı olacaktır. Şöyle ki bazı araştırmacılar kripto varlık piyasasının bir balon olduğunu ve bu piyasada gelecekte yaşanacak olumsuz bir gelişmenin finansal piyasalara yayılma etkisi (risk spillover) gösterebileceğini öne sürmektedir (Cheah ve Fry, 2015). Dolayısıyla Bitcoin ve başlıca kripto para birimlerinden finansal piyasalara bir yayılma etkisinin olup olmadığı ve etkinin yönü hem yatırımcılar hem de politika yapıcılar tarafından dikkatle değerlendirilmesi gereken bir olgudur. Nitekim bu çalışma kripto varlıklar ve konvansiyonel finansal piyasalar arasındaki ilişkileri inceleyen literatüre yeni ampirik kanıtlarla katkı yapacak olmakla birlikte, hem yatırımcılar hem de politika yapıcılar açısından önemli bulguları göz önüne serecektir.

Diebold ve Yılmaz (2009, 2012 ve 2014) finansal varlıklar arasındaki bağlantılılığı incelemek için bir yayılma endeksi yöntemi geliştirmiştir. Bu yayılma endeksi yöntemi, finansal bağlantılılığı incelemek için oldukça kullanışlı bir çerçeve sunmaktadır. Model temelde VAR (Vektör Otoregresyon) yöntemine dayanan bir varyans ayrıştırma işlemidir. Diebold ve Yılmaz'ın (2009, 2012) bu yeni yöntemi ortaya koyduğu günden bu yana burada sayılamayacak kadar fazla sayıda araştırmacı bu yöntemi kullanarak finansal piyasalar arasındaki bağlantılılık ilişkilerini incelemiştir (Coşkun ve Taşpınar, 2022; Khalfaoui vd. 2022).

Çalışmanın takip eden bölümünde konvansiyonel finansal varlıklarla kripto varlıklar arasındaki bağlantılılık ilişkilerini inceleyen literatürün bir özeti sunulmuştur. Veri seti başlığı altında bu çalışmada kullanılan değişkenlerin özellikleri, değişkenlerle ilgili diagnostik testler ve gerekli görseller verilmiştir. Metodoloji başlığı altında Diebold ve Yılmaz (2009, 2012) metodolojisi hakkında teorik bilgi aktarılmıştır. Takip eden başlıkta elde edilen ampirik bulgular ve yorumlarına yer verilmiştir. Sonuç başlığında ise çalışmada elde edilen bulguların bir özeti sunulmaktadır gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR

Di ve Xu (2022) Ocak 2019-Ocak 2022 tarihleri arasında Bitcoin ve çeşitli finansal varlıklar (hisse senedi, altın, ham petrol) arasındaki zımnı volatilité yayılmasını ve bağlantılılığını incelemiştir. Genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrışması, Covid-19'dan önce, Covid-19 sırasında ve aşılama süreci sonrasındaki sonuçları karşılaştırmak için kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular, Covid-19 sırasında yüksek bağlantılılığa işaret etmektedir. Ancak aşılama başladıktan sonra çok düşük bağlantılılığın olduğu ve finansal piyasalarda iyileşme sinyallerinin oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca Bitcoin'in Covid-19 sırasında güçlü bir oynaklık kaynağı (transmitter) olduğu anlaşılmaktadır.

Elsayed vd. (2022) Bitcoin, geleneksel finansal varlıklar (ham petrol, altın, hisse senetleri, tahviller ve ABD doları) ve başlıca global belirsizlik faktörleri arasındaki getiri ve volatilité yayılmasını 29 Nisan 2013'ten 30 Haziran 2020'ye kadar olan dönemde incelemektedirler. Araştırmacılar zamanla değişen parametre vektör otoregresyon (TVP-VAR) yöntemini benimsemiştir. Çalışmada elde edilen ampirik bulgulara göre toplam yayılma endeksinin Covid-19 sırasında benzeri görülmemiş seviyelere ulaştığını ve o zamandan beri yüksek kaldığını göstermektedir. Ayrıca bulgular Covid-19 döneminde piyasalar arasında yüksek getiri ve oynaklık

yayılmasını doğrulamaktadır. Bitcoin, özellikle Covid-19 döneminde, diğer finansal piyasalara net bir volatilitate vericisi olarak işlev görmüştür. Lagrange çarpanı (LM) ve Fourier LM testlerinin sonuçları Bitcoin'den altına, hisse senetlerine ve ham petrole tek yönlü bir volatilitate iletimini doğrulamaktadır. EPU (Economic Policy Uncertainty) Bitcoin'de daha yüksek volatiliteye neden olan tek global belirsizlik faktörü olarak tespit edilmiştir.

Elsayed ve diğerlerine (2022) benzer bir çalışma yapan Khalfaoui vd. (2023) hisse senedi piyasaları, kripto varlık piyasası ve çeşitli global belirsizlik faktörleri arasındaki volatilitate yayılmasını ve bağlantılılığı incelemektedirler. Çalışmada Ekim 2016 ile Mayıs 2021 tarihleri arasında kalan dönem incelenmiş ve kantil VAR yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen ampirik bulgulara göre genel statik ve dinamik bağlantılık çok yüksek ve finansal piyasalarda yaşanan stresli olaylarda daha yükündür. İkincisi, ağ bağlantılılık yapısı piyasaların zaman zaman alıcı ve verici olarak her iki rolü de oynadığını göstermektedir. Ayrıca, net transfer yayılmaları kantiller üzerinde anahtarlama (switching) davranışı göstermektedir. Bu, riskten korunma stratejilerini optimize etmeyi amaçlayan yatırımcılar için faydalı olabilir. Araştırmacılar politika yapıcıların, piyasa sistemindeki genel ağ bağlantısını dikkatlice ele alması gerektiğini ve hisse senedi piyasası stabilitesini tesis etmek için uygun politikalar oluşturması gerektiği önerisinde bulunmuşlardır.

Ahmed (2021) gelişmiş ve gelişmekte olan hisse senedi piyasalarının Bitcoin'in volatilitate dinamiklerine farklı piyasa şartlarındaki hassasiyetini araştırmıştır. Kantil regresyon yöntemini tercih eden Ahmad (2021), 2012 ile 2019 yılları arasında kalan dönemi incelemektedir. Ampirik bulgular gelişmiş piyasa getirilerinin farklı piyasa dönemi koşullarında gerçekleşen varyansla olumlu ilişkili olduğunu gösterirken, gelişmekte olan piyasa getirileri, ayı (normal ve boğa) piyasası dönemi sırasında gerçekleşen varyans ile olumlu (negatif) ilişkili olduğunu göstermektedir. Gerçekleştirilen varyansın ters (olumsuz) bileşeni, her iki piyasa kategorisinin getirileri üzerinde negatif (pozitif) bir etkiye sahiptir ve bağlantılılık yapısı geri dönüş dağılımı boyunca oldukça asimimetrik. Buna ek olarak, gelişen ve gelişmekte olan piyasaların, sakin veya boğa dönemine girdiklerinde yukarı yönlü oynaklıktan daha fazla aşağı yönlü oynaklığa duyarlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Lahiani vd. (2021) gelişmiş ve gelişmekte olan hisse senedi piyasalarıyla kripto varlıklar arasındaki bağlantılılığı araştırmaktadırlar. Çalışmada 4 Ocak 2016- 31 Aralık 2019 arasında kalan dönem incelenmiştir. Ampirik bulgular S&P500, NASDAQ ve DAX 30'un BRICS ve gelişmiş ülkelerin borsa getirilerini tahmin etmede başarılı olduğunu göstermiştir. BRICS ülkeleri

arasında BOVESPA borsa getirilerinin öngörülmesinde daha başarılı bir göstergedir. BSE 30 ise kripto para birimi getirilerini tahmin etmede başarılı olurken, hisse senedi piyasası getirilerini tahmin etmede zayıf performans göstermektedir. Ethereum'un kripto para birimleri ve borsa getirilerinin ve ardından Bitcoin'in öngörülmesinde önemli bir rolü vardır. Kuyruk bağlantılılığı, hisse senedi getirilerinin öngörülmesinde S&P500, NASDAQ ve BVSP'nin önemli rolünü göstermektedir. Alt örneklem analizi, kripto para birimi ve borsa getirileri arasındaki ortalama ve kuyruk bağlantılılığının yeniden şekillendirilmesinde Bitcoin vadeli işlemlerinin işlevsel olduğunu ortaya koymuştur.

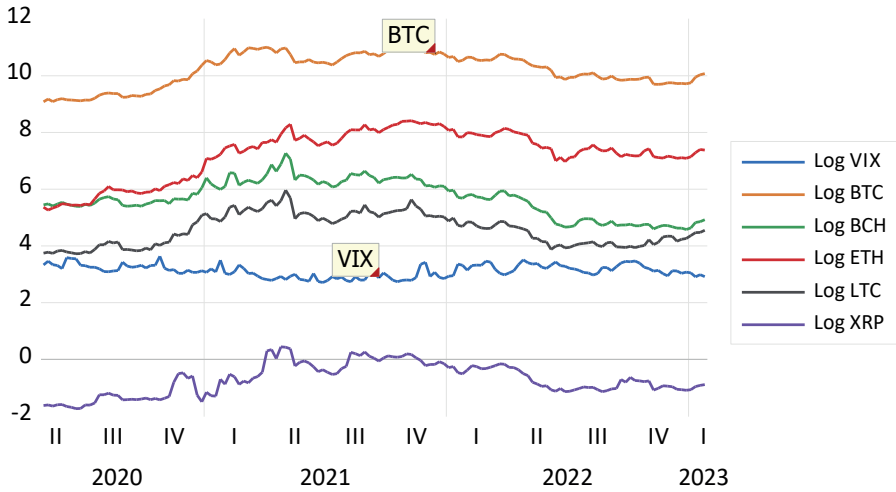
Zeng vd. (2020) Bitcoin ve geleneksel finansal varlıklar (hisse senedi, altın ve petrol) arasındaki ağ bağlantılılığını incelemektedir. Araştırmacılar 2012 – 2019 yılları arasında kalan döneme yoğunlaşmakta ve Diebold ve Yılmaz (2009, 2012 ve 2014) tarafından geliştirilen bağlantılılık endeksi yöntemini benimsemektedir. Bulgulara göre Bitcoin ve geleneksel varlıklar arasındaki bağlantılılığın zayıf olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin piyasasının pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılması, Bitcoin ile geleneksel varlıklar arasındaki yayılma etkilerinin asimetrik bir nitelik taşıdığını göstermektedir. Ayrıca negatif getiri bağlantılılığı, pozitif getiriden çok daha güçlüdür ve son dönemlerde açıkça artan bir eğilim sergilemiştir. Ampirik bulgular Ethereum ve Ripple gibi diğer popüler kripto para birimleriyle uyumludur.

3. VERİ SETİ

Bu çalışmada CBOE tarafından hesaplanan VIX endeksi ve Bitcoin başta olmak üzere analiz dönemi boyunca işlem gören başlıca kripto para birimlerine ait fiyat serileri kullanılmıştır. Finansal piyasa belirsizliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen VIX endeksi temelde yatırımcıların gelecekteki hisse senedi piyasası volatilitesine ilişkin beklentilerini yansıtır. VIX endeksindeki artışlar hisse senedi piyasalarında gelecekte fiyat dalgalanmalarının artmasının beklendiğini, azalışlar ise gelecekteki fiyat dalgalanmalarında azalma beklendiği anlamına gelir. VIX endeksi hisse senedi piyasalarında bir risk göstergesi olarak akademik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Abakah vd. 2022; Liang vd. 2020).

Bitcoin'in ilk kez üretildiği 2009 yılından bu yana kripto varlık piyasası hem piyasa değeri açısından hem çeşitlilik açısından geometrik bir büyüme sergilemiştir. Günümüzde binlerce çeşit ve farklı özelliklerde kripto para birimi farklı borsalarda işlem görmektedir. Bu çalışmada kripto varlık piyasasını temsil etmek üzere başta Bitcoin (BTC) olmak üzere Ethereum (ETH), Bitcoin Cash (BCH), Litecoin (LTC) ve Ripple (XRP) seçilmiştir.

Çalışma pandemi sonrası döneme odaklanmaktadır. Kripto varlık piyasasının devamlı işlem görüyor olması ve uluslararası veri uyumsuzluğunun önüne geçmek amacıyla haftalık frekansta gözlemler kullanılmıştır. Analiz dönemi 04/05/2020 ile 23/01/2023 tarihlerini kapsamaktadır. Bu tarih aralığında tüm serilerde 143 gözlem elde edilmiştir. Serilere ilişkin haftalık kapanış verileri Tradingview resmî web sitesinden derlenmiştir.



Grafik 1. VIX endeksi ve kripto para birimlerinin logaritmik zaman serisi grafikleri

Serilerin logaritmik fiyat değişimleri Grafik 1'de sunulmuştur. Bitcoin, Ethereum, Bitcoin Cash ve Litecoin fiyatlarındaki benzer trend dikkat çekmektedir. Bununla birlikte Ripple fiyatlarının diğer kripto para birimlerinden ayrıştığı gözlenmektedir. Genel olarak kripto varlık piyasasının 2020 yılı ortalarından 2022 yılı başlarına kadar yükselme trendinde olduğu, sonrasında ayı piyasasına girdiği söylenebilir.

Tablo 1'de analiz edilen serilere ait tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Hesaplamalar logaritmik değerler üzerinden yapıldığı için ortalama değerlerin performans açısından yorumlanması sağlıklı olmayacaktır. Ancak standart sapma hesaplamalarından anlaşıldığı kadarıyla Bitcoin, Litecoin ve Ripple para birimlerinin benzer bir değişkenliğe sahip olduğunu bununla birlikte Bitcoin Cash ve Ethereum'da diğer para birimlerine nazaran fiyat değişimlerinin daha fazla olduğunu söyleyebiliriz. Tüm kripto para birimlerinde çarpıklık değerlerinin 1'den küçük olduğu gözlenmektedir. Bu olgu serilerin normal dağılıma göre sola çarpık olduğunu gösterir. Basıklık değerleri 2 civarında değişim göstermektedir. Jarque-Bera istatistiği VIX endeksinde istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Bununla birlikte BTC,

ETH ve LTC para birimlerinde %1, XRP'de %5, BCH'da %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu olgu kripto para birimlerinin genel olarak normal dağılım göstermediği anlamına gelmektedir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler (Logaritmik Fiyat Serileri)

	Ortalama	Medyan	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera
VIX	3.1225	3.1188	0.2182	0.0757	2.1850	4.0935
BTC	10.1935	10.3522	0.5924	-0.3499	1.8975	10.1595*
ETH	7.2283	7.4246	0.8776	-0.7600	2.4582	15.5152*
BCH	5.6828	5.6618	0.6498	-0.0834	2.0763	5.2493***
LTC	4.5729	4.6003	0.5689	0.1840	1.7954	9.4530*
XRP	-0.7033	-0.7573	0.5704	0.0966	1.9973	6.2127**

*Not: *, **, *** Jarque-Bera test istatistiğinin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu gösterir.*

Durağanlık testleri için ADF (Augmented Dickey-Fuller) ve PP (Phillips-Perron) testleri benimsenmiştir. Bu testlerde sıfır hipotezi birim kökün varlığını ifade eder. Hesaplanan test istatistiğinin istatistiksel olarak anlamlı olması sıfır hipotezinin reddedilmesini, yani incelenen seride birim kök olmadığı kararının verilmesini sağlar.

ADF ve PP birim kök testlerine ilişkin test istatistikleri ve anlamlılık dereceleri Tablo 2'de sunulmuştur. VIX endeksi hariç olmak üzere sabitli ve sabit+trendli modellerde kripto para birimlerinin düzey değerlerinde birim kök içerdiği gözlenmektedir. Bununla birlikte incelenen tüm seriler birinci farkları alındığında durağanlaşmakta, yani birinci mertebeden durağan hale gelmektedir.

Tablo 2. Birim Kök Testleri

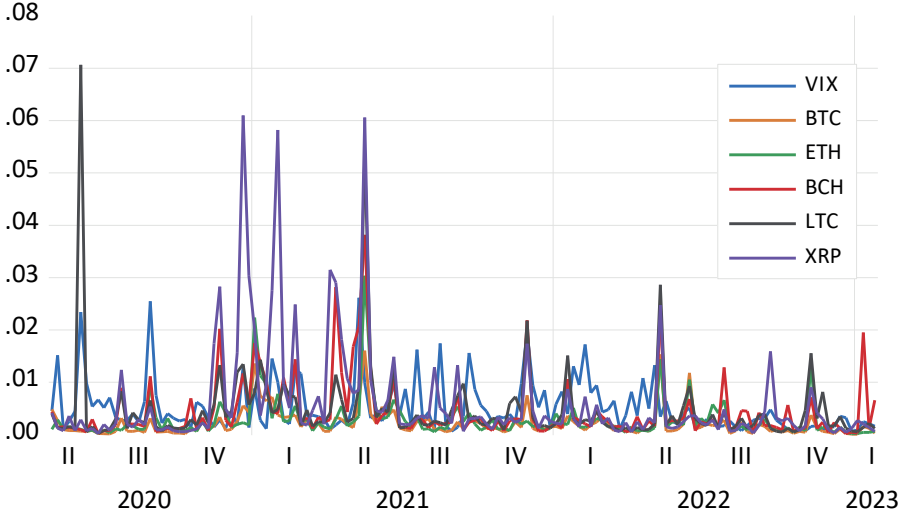
	ADF Testi				PP Testi			
	Düzy		Birinci Fark		Düzy		Birinci Fark	
	C	C+T	C	C+T	C	C+T	C	C+T
VIX	-4.2315*	-4.2229*	-10.8748*	-10.8351*	-4.0182*	-4.0608	-19.131*	-19.1122*
BTC	-1.7708	-1.4191	-9.7162*	-9.8644*	-1.9076	-1.4783	-9.6986*	-9.85*
ETH	-2.1743	-1.2786	-11.8729*	-12.2045*	-2.1547	-1.2986	-11.9162*	-12.198*
BCH	-1.0695	-1.8037	-10.0903*	-10.1982*	-0.9794	-1.7582	-11.3358*	-11.3797*
LTC	-1.8722	-1.8803	-12.0967*	-12.1158*	-1.8223	-1.812	-12.1554*	-12.1903*
XRP	-2.1662	-1.9792	-11.8855*	-11.9166*	-2.1662	-1.9792	-11.8856*	-11.9174*

Not: ADF modelinde gecikme uzunluğu Schwarz kriterine göre 12 olarak belirlenmiştir. *, **, *** T test istatistiğinin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu gösterir.

Tarihsel volatilité değerlerinin hesaplanmasında birçok farklı yöntem bulunmaktadır. Ancak Diebold ve Yılmaz (2009), Garman ve Klass (1980) tarafından geliştirilen yaklaşımı benimsemiştir. Bu hesaplama yöntemi aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\hat{\sigma}^2 = 0.511(H_t - L_t)^2 - 0.019[(C_t - O_t)(H_t + L_t - 2O_t) - 2(H_t - O_t)(L_t - O_t)] - 0.383(C_t - O_t)^2$$

H, L, O ve C sembolleri sırasıyla, gün için en yüksek fiyat, gün için en düşük fiyat, açılış fiyatı ve kapanış fiyatının logaritmik değerlerini ifade etmektedir. Grafik 2'de değişkenlerin tarihsel volatilité değerlerine ilişkin zaman serileri sunulmuştur. Tarihsel volatilité değerlerinin 2020 yılı içinde ve 2021 yılının ilk yarısında oldukça geniş bir bantta dalgalandığı görülmektedir. Bu bulgu incelenen serilerdeki fiyat hareketlerinin yüksek olduğu anlamına gelir. Piyasalardaki dalgalanma 2021 yılının ikinci yarısından itibaren oldukça azalmış ve 2022 yılı itibariyle oldukça dar bir bantta hareket etmiştir.



Grafik 2. Tarihsel Volatilite Değerleri

4. METODOLOJİ

Volatilite yayılımı (volatility spillover) finans teorisinde ilgi çeken araştırma alanlarından birisidir. GARCH modelleriyle birlikte popülerlik kazanan bu araştırma sahasıyla ilgili son dönemde birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. GARCH ailesi modellerle birlikte Diebold ve Yılmaz bağlantılılık endeksi yaklaşımı oldukça ilgi gören araştırma metodolojileri arasındadır (Chiang vd. 2007; Dewandaru vd. 2014; Ghosh vd. 2021; Wen vd. 2020; Belhassine, 2020; Baklacı vd. 2020).

Diebold ve Yılmaz (2009) bağlantılılık endeksi VAR temelli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda volatilite yayılımının derecesini ölçmek için, değişkenlerin sırasına bağlı olarak tahmin hata varyansı ayrıştırması yapılmaktadır. Araştırmacılar daha sonraki çalışmalarında mevcut metodolojiyi biraz daha geliştirerek tahmin hatası varyans ayrıştırmalarının değişken sıralamasına göre değişmediği genelleştirilmiş bir VAR çerçevesi ortaya koymuşlardır (Diebold ve Yılmaz, 2012). Birçok araştırmacı piyasalar arasındaki risk ve getiri yayılımı etkilerini incelerken bu metodolojiyi benimsemiş ve güçlü bulgulara ulaşmışlardır (Mensi vd. 2018; Chow, 2020; Le vd. 2020; Gemici, 2020; Gül ve Suyadal, 2022; Polat ve Eş-Polat, 2022).

Volatilite yayılımının varyans ayrıştırmasına dayanarak hesaplandığı Diebold ve Yılmaz yönteminde N değişkenli standart bir VAR modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$y_t = \sum_{i=1}^q \Phi_i x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Burada x_t Nx1 boyutlu varlık vektörü, Φ_i NxN parametre matrisi ve ε_t hata terimleri matrisini ifade eder.

VAR(p) modeli hareketli ortalamalar gösterimi aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$z_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-1}$$

Burada A_i katsayı matrisi özyineleme ile uyumlu, A_0 $i < 0$ kısıtını sağlayan NxN boyutlu birim matrisi ifade eder.

$\varphi_{ij}^g(H)$, $H=1,2, \dots$ şeklinde gösterilen varyans ayrıştırmalarının H adım ileri tahmini aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\varphi_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Pi e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Pi A_h' e_i)}$$

Varyans ayrıştırma matrisi bileşenleri aşağıdaki gibi normalleştirilmektedir:

$$\tilde{\varphi}_{ij}^g(H) = \frac{\varphi_{ij}^g(H)}{\sum_{j=1}^N \varphi_{ij}^g(H)}$$

Buradan toplam yayılma endeksi aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$S_{DY}^G = \frac{\sum_{i,j=1, i \neq j}^N \tilde{\varphi}_{ij}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\varphi}_{ij}^g(H)} * 100$$

Toplam volatilitte yayılımı endeksi sistem içinde ortaya çıkan şokların varlıklar arasında nasıl yayıldığını gösterir. Genelleştirilmiş VAR modeli yaklaşımı ise varyans ayrıştırma matrisinin normalleştirilmiş elemanlarını kullanarak varlık sınıfları arasındaki volatilitte yayılımlarının yönünü gözlemleyebilmemize imkân sağlar (Diebold ve Yılmaz, 2012).

i. piyasanın *j* piyasalardan aldığı yönlü volatilitte yayılması:

$$S_i^g(H) = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{\varphi}_{ij}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\varphi}_{ij}^g(H)} * 100$$

i . piyasadan j piyasalara iletilen yönlü volatilité yayılması:

$$S_{.i}^g(H) = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{\Phi}_{ji}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\Phi}_{ji}^g(H)} * 100$$

i . piyasadan j piyasalara iletilen net volatilité yayılması:

$$S_i^g(H) = S_{.i}^g(H) - S_{i.}^g(H)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Netice itibariyle varyans ayrıştırılmaları her bir elemanın H adım ileri hata varyansını piyasa şoklarına dayandırılabilir olacak kısımlar halinde gözlemlenmesini sağlar. Bu ayrıştırılmalar daha sonra toplanarak belirli bir piyasadan başka bir piyasaya veya diğer tüm piyasalara yönelik yönlü bağlantılılığı hesaplamak için kullanılır (Awartani vd. 2016).

5. AMPİRİK BULGULAR

Diebold ve Yılmaz modeli bulguları Tablo 3'te sunulmuştur. Bu tablodaki mavi renkli bölgede finansal piyasalar arasındaki yayılma takip edilebilir. Bu bölgede sütunda yer alan piyasalar verici (yayılmanın kaynağı), satırda yer alan piyasalar alıcı (yayılmanın alıcısı) konumdadır. Örneğin incelenen dönemde VIX endeksinden BTC ve LTC'ye olan yayılma sırasıyla 9.1 ve 11.7 olarak gerçekleşmiştir. Yine aynı şekilde BTC'den VIX endeksine doğru olan yayılma 0.1 iken, ETH ve BCH'a doğru olan yayılma sırasıyla 60.6 ve 43.1'dir. Kripto para birimlerinden VIX endeksine doğru olan yayılmanın oldukça düşük, ETH ve BCH'tan 1.5 ve 0.8, olduğu görülmektedir. Buradan hareketle VIX endeksinden kripto para birimlerine doğru olan yayılma daha güçlü olmakla birlikte, kripto para birimlerinden VIX endeksine doğru olan yayılmanın oldukça zayıf olduğu söylenebilir.

Diğerlerinden yönlü başlığını taşıyan sütunda (yeşil) görülen değerler satırda yer alan piyasaya doğru olan toplam yayılma endeksini ifade eder. Örneğin kripto para birimlerinden VIX endeksine doğru olan toplam yayılma endeksi 2.9 iken, VIX endeksi dahil (hisse senedi piyasası) diğer kripto paralardan BTC'ye doğru olan yayılma 13.4 olarak hesaplanmıştır. Buradan hareketle bu çalışmada ele alınan ağ yapısında ETH ve BCH'a doğru hisse senedi piyasasından ve diğer kripto para birimlerinden yüksek derecede yayılma gerçekleşmiştir.

Diğerlerine yönlü başlığını taşıyan sütunda (turuncu) görülen değerler ilgili sütunda yer alan piyasadan diğer piyasalara doğru olan toplam yayılma endeksini ifade eder. Örneğin hisse senedi piyasasından (VIX) kripto para piyasasına doğru olan toplam yayılma 36.7 iken, BTC'den diğer tüm piyasalara doğru olan yayılma 146.7 olarak gerçekleşmiştir. Bu bulgudan

hareketle incelenen ağ yapısında BTC ve VIX endeksinin risk kaynağı olan birimler olduğu söylenebilir.

Tablo 3. Hisse Senedi ve Kripto Varlık Piyasaları Arasındaki Bağılantılık

	VIX	BTC	ETH	BCH	LTC	XRP	Diğerlerinden Yönlü
VIX	97.1	0.1	1.5	0.8	0.1	0.4	2.9
BTC	9.1	86.6	1.8	0.6	1.1	0.9	13.4
ETH	6.3	60.6	29.7	2.1	0.8	0.6	70.3
BCH	4.7	43.1	2.4	44.6	0.6	4.6	55.4
LTC	11.7	20.1	2.8	4.9	60.5	0.1	39.5
XRP	4.9	22.7	7.8	6.2	1.2	57.2	42.8
Diğerlerine Yönlü	36.7	146.7	16.3	14.4	3.8	6.5	224.4
Diğerlerine (iç şoklar dâhil)	133.8	233.3	45.9	59.0	64.2	63.8	Toplam Yayılma %37.40
Net Yayılım	33.8	133.3	-54.0	-41.0	-35.7	-36.3	

Not: Diebold ve Yılmaz modelinde kullanılacak uygun gecikme uzunluğunu AIC ve FPE bilgi kriterlerine göre 1 olarak tespit edilmiştir. Yönlü yayılmalar ve toplam yayılma endeksi 4 haftalık ileri varyans ayrıştırması ve 26 haftalık kayan pencerelerle hesaplanmıştır. Etki-tepki fonksiyonlarının hesaplanmasında genelleştirilmiş VAR modeli kullanılmıştır.

Kırmızı renkli net yayılım satırında yer alan değerler, turuncu renkli sütundan (diğerlerine yönlü) yeşil renkli sütundaki (diğerlerinden yönlü) değerlerin çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır. Esasında farklı bir bilgi vermeyen bu satırda pozitif işaret taşıyan piyasa net verici (transmitter), negatif işaret taşıyan piyasa ise net alıcı (receiver) konumundadır. Buna göre BTC -bariz şekilde baskın olmak üzere- ve hisse senedi piyasası net verici, ETH, BCH, LTC ve XRP net alıcı konumundadır.

Bağılantılık endeksi sonuçlarına göre hisse senedi piyasasından kripto varlık piyasalarına doğru olan yayılım, kripto varlık piyasalarından hisse senedi piyasasına doğru olan yayılmadan daha yüksektir. Başka bir ifade ile hisse senedi piyasasındaki volatilité belirli bir oranda kripto varlık piyasalarına aktarılırken, kripto varlık piyasasında ortaya çıkan volatilité daha önemsiz bir düzeyde hisse senedi piyasasına aktarılmaktadır. Kripto varlık piyasası

açısından asıl risk kaynağının BTC olduğu söylenebilir. İncelenen beş kripto para birimi içinde BTC net verici, diğer dört kripto para birimi ise net alıcı konumdadır. Ayrıca kripto varlık piyasasında gözlemlenen yayılma etkisinin büyük ölçüde kendi iç şoklarından kaynaklandığı söylenebilir. Tablonun sağ alt köşesinde bulunan toplam yayılma değeri %37.40'tır. Bu bulgu incelenen piyasaların volatilitelerinde ortaya çıkan değişimin %37.40'ının yayılma etkisi nedeniyle gerçekleştiğini göstermektedir.



Grafik 3. Toplam Bağlantılılık Endeksi

Toplam bağlantılılık endeksi Grafik 3'te gösterilmiştir. Öncelikle sistem içindeki yayılmanın zaman bağımlı (time varying) bir yapı sergilediği söylenebilir. 2020-2022 yılları arasında toplam bağlantılılık endeksinin 50 ile 70 arasında değerler aldığı gözlemlenmektedir. 2020, 2021 ve 2022 yıllarının son çeyreklerinde sistem içindeki bağlantılılık yükselmiştir. Bununla birlikte 2022 yılının son çeyreğinden itibaren toplam yayılma endeksi incelenen dönem içindeki en düşük değerlerine ulaşmıştır. 2020 yılının son aylarından 2021 yılının son aylarına kadar kripto varlık piyasasında güçlü bir boğa piyasası yaşanmıştır. 2022 yılının başlarından itibaren ise hem hisse senedi piyasasında hem de kripto varlık piyasasında enflasyonist baskılar sonucu para politikası değişikliğine giden ABD merkez bankası kararlarının etkisiyle satış baskısı oluşmuştur. Bu dönemde ortaya çıkan haber akışının hisse senedi ve kripto varlık piyasası arasındaki volatiliteleri yayılmasını etkilediği gözlemlenmektedir.

6. SONUÇ

Kripto para birimleri son dönemde hem bireysel yatırımcıların hem de kamu otoritelerinin ilgisini çeken alternatif bir yatırım aracı ve bir regülasyon alanı olmuştur. Bununla birlikte kripto para birimlerinde yaşanan yüksek volatilité ve bazı uluslararası gelişmelerin kripto piyasalara etkisi yatırımcıları kaygılandırmaktadır. Bu bağlamda kripto varlık piyasalarıyla konvansiyonel piyasalar arasındaki ilişki merak konusu olmaktadır. Bitcoin ve başlıca kripto para birimlerinden finansal piyasalara bir yayılma etkisinin olup olmadığı ve etkinin yönü hem yatırımcılar hem de politika yapımcılar tarafından dikkatle değerlendirilmesi gereken bir olgudur. Nitekim bu çalışmanın amacı hisse senedi piyasasıyla kripto varlık piyasası arasındaki finansal risk bağlantılılığını ve risk aktarım mekanizmasını ortaya koymaktır. Böylelikle hem kripto varlık piyasası ve konvansiyonel finansal piyasalar arasındaki ilişkileri inceleyen literatüre yeni ampirik bulgularla katkı sağlanması hem de yatırımcılar ve politika yapımcılar açısından önemli bulguların ortaya konulması hedeflenmiştir.

İncelenen dönemde VIX endeksinden BTC ve LTC'ye olan yayılma sırasıyla 9.1 ve 11.7 olarak gerçekleşmiştir. Yine aynı şekilde BTC'den VIX endeksine doğru olan yayılma 0.1 iken, ETH ve BCH'a doğru olan yayılma sırasıyla 60.6 ve 43.1'dir. Kripto para birimlerinden VIX endeksine doğru olan yayılmanın oldukça düşük, ETH ve BCH'tan 1.5 ve 0.8, olduğu görülmektedir. Buradan hareketle VIX endeksinden kripto para birimlerine doğru olan yayılma daha güçlü olmakla birlikte, kripto para birimlerinden VIX endeksine doğru olan yayılmanın oldukça zayıf olduğu ortaya çıkmıştır.

Kripto varlık piyasalarından VIX endeksine doğru olan toplam yayılma endeksi 2.9 iken, VIX endeksi dahil (hisse senedi piyasası) diğer kripto para birimlerinden BTC'ye doğru olan yayılma 13.4 olarak hesaplanmıştır. Buradan hareketle bu çalışmada ele alınan ağ yapısında ETH ve BCH'a doğru hisse senedi piyasasından ve diğer kripto para birimlerinden yüksek derecede yayılma gerçekleşmiştir.

Hisse senedi piyasasından (VIX) kripto varlık piyasasına doğru olan toplam yayılma 36.7 iken, BTC'den diğer tüm piyasalara doğru olan yayılma 146.7 olarak gerçekleşmiştir. Bu bulgudan hareketle incelenen ağ yapısında BTC ve VIX endeksinin risk kaynağı olan piyasalar olduğu sonucuna varılmıştır. BTC -bariz şekilde baskın olmak üzere- ve hisse senedi piyasası net verici (transmitter), ETH, BCH, LTC ve XRP net alıcı (receiver) konumundadır.

Bağlantılılık endeksi sonuçlarına göre hisse senedi piyasasından kripto varlık piyasalarına doğru olan yayılma, kripto varlık piyasalarından hisse

senedi piyasasına doğru olan yayılmadan daha yüksektir. Başka bir ifade ile hisse senedi piyasasındaki volatilité belirli bir oranda kripto varlık piyasalarına aktarılırken, kripto varlık piyasasında gözlenen volatilité daha önemsiz bir düzeyde hisse senedi piyasasına aktarılmaktadır. Kripto varlık piyasası açısından asıl risk kaynağının BTC olduğu söylenebilir. İncelenen beş kripto para birimi içinde BTC net verici diğér dört kripto para birimi ise net alıcı konumdadır. Ayrıca kripto varlık piyasasında gözlemlenen yayılma etkisinin büyük ölçüde kendi iç şoklarından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Konuyla ilgili gelecekte yapılacak çalışmalarda hisse senedi piyasasını temsil edecek ülke bazında gösterge endeksler kullanılarak daha geniş bir örneklem üzerinde yoğunlaşılabilir. Bununla birlikte kripto varlık piyasasının küresel belirsizlik faktörleri, korku endeksleri, makroekonomik göstergelerle ilişkilerinin de önemli bulgular üreteceğinde şüphe yoktur.

KAYNAKÇA

- Abakah, E. J. A., Tiwari, A. K., Alagidede, I. P., and Gil-Alana, L. A. (2022). Re-examination of risk-return dynamics in international equity markets and the role of policy uncertainty, geopolitical risk and VIX: Evidence using Markov-Switching copulas. *Finance Research Letters*, 47, 102535.
- Ahmed, W. M. A. (2021). Stock market reactions to upside and downside volatility of Bitcoin: A quantile analysis. *The North American Journal of Economics and Finance*, 57, 101379.
- Awartani, B., Aktham, M., and Cherif, G. (2016). The connectedness between crude oil and financial markets: Evidence from implied volatility indices. *Journal of Commodity Markets*, 4(1), 56-69.
- Baklaci, H. F., Aydoğan, B., and Yelkenci, T. (2020). Impact of stock market trading on currency market volatility spillovers. *Research in International Business and Finance*, 52, 101182.
- Belhassine, O. (2020). Volatility spillovers and hedging effectiveness between the oil market and Eurozone sectors: A tale of two crises. *Research in International Business and Finance*, 53, 101195.
- Cheah, E., and Fry, J. (2015). Speculative bubbles in bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32–36.
- Chiang, T. C., Jeon, B. N., and Li, H. (2007). Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from Asian markets. *Journal of International Money and Finance*, 26(7), 1206-1228.
- Chow, H. K. (2020). Connectedness of Asia Pacific forex markets: China's growing influence. *International Journal of Finance & Economics*, 26(3), 3807-3817.
- Coskun M., and Taspınar N. (2022). Volatility spillovers between Turkish energy stocks and fossil fuel energy commodities based on time and frequency domain approaches. *Resources Policy*, 79, 102968.
- Dewandaru, G., Rizvi, S. A. R., Masih, R., Masih, M., and Alhabshi, S. O. (2014). Stock market co-movements: Islamic versus conventional equity indices with multi-timescales analysis. *Economic Systems*, 38(4), 553-571.
- Di, M., and Xu, K. (2022). COVID-19 vaccine and post-pandemic recovery: Evidence from Bitcoin cross-asset implied volatility spillover. *Finance Research Letters*, 50, 103289.
- Diebold, F. X., and Yilmaz, K. (2009). Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *Economic Journal*, 119(534), 158–171.
- Diebold, F. X., and Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57–66.

- Diebold, F. X., and Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182(1), 119–134.
- Elsayed, A. H., Gozgor, G., and Lau, C. K. M. (2022). Risk transmissions between bitcoin and traditional financial assets during the COVID-19 era: The role of global uncertainties. *International Review of Financial Analysis*, 81, 102069.
- Garman, M. B., and Klass, M. J. (1980). On the estimation of security price volatilities from historical data. *The Journal of Business*, 53(1), 67-78.
- Gemici, E. (2020). Gelişmekte olan piyasalarda finansal bağılantılılık. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(30), 3134-3160.
- Ghosh, I., Sanyal, M. K. and Jana, R. K. (2021). Co-movement and dynamic correlation of financial and energy markets: An integrated framework of nonlinear dynamics, wavelet analysis and DCC-GARCH. *Computational Economics*, 57, 503-527.
- Gül, Y., ve Suyadal, M. (2022). Covid-19'un pay piyasaları arasındaki getiri ve volatilité yayılımlarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 50, 350-368.
- Khalifaoui, R., Hammoudeh, S., and Rehman, M. Z. (2023). Spillovers and connectedness among BRICS stock markets, cryptocurrencies, and uncertainty: Evidence from the quantile vector autoregression network. *Emerging Markets Review*, 54, 101002.
- Khalifaoui, R., Jabeur, S. B., and Dogan, B., (2022). The spillover effects and connectedness among green commodities, Bitcoins, and U.S. stock markets: Evidence from the quantile VAR network. *Journal of Environmental Management*, 306, 114493.
- Lahiani, A., Jeribi, A., and Jlassi, N. B. (2021). Nonlinear tail dependence in cryptocurrency-stock market returns: The role of Bitcoin futures. *Research in International Business and Finance*, 56, 101351.
- Le, T. L., Abakah, E. J. A., and Tiwari, A. K. (2020). Time and frequency domain connectedness and spill-over among fintech, green bonds and cryptocurrencies in the age of the fourth industrial revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120382.
- Liang, C. C., Troy, C., and Rouyer, E. (2020). US uncertainty and Asian stock prices: Evidence from the asymmetric NARDL model. *The North American Journal of Economics and Finance*, 51, 101046.
- Mensi, W., Boubaker, F. Z. Al-Yahyaee, K. H., and Kang, S. H. (2018). Dynamic volatility spillovers and connectedness between global, regional, and GIPSI stock markets. *Finance Research Letters*, 25, 230-238.

- Polat, O., ve Eş-Polat, G. (2022). Kriptopara bağlantılılığı ve Covid-19: Diebold-Yılmaz ve frekans bağlantılılığı yöntemleri. *Sosyoekonomi*, 30(51), 283-300.
- Wen, D., Wang, Y., Ma, C., and Zhang, Y. (2020). Information transmission between gold and financial assets: Mean, volatility, or risk spillovers? *Resources Policy*, 69, 101871.
- Zeng, T., Yang, M., and Shen, Y. (2020). Fancy Bitcoin and conventional financial assets: Measuring market integration based on connectedness networks. *Economic Modelling*, 90, 209-220.