



ISSN: 2146-1740
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ayd>,
Doi: 10.54688/ayd.1182620
Araştırma Makalesi/Research Article



PORTFÖY ÇEŞİTLENDİRME KARARI İÇİN BİTCOİN BİR ALTERNATİF OLABİLİR Mİ? MEREC TABANLI VIKOR YAKLAŞIMI

CAN BITCOIN BE AN ALTERNATIVE TO THE PORTFOLIO DIVERSIFICATION
DECISION? MEREC-BASED VIKOR APPROACH

Üzeyir FİDAN¹

Öz

Makale Bilgi

Gönderilme:
30/09/2022

Kabul:
25/11/2022

Yatırım, tasarruf sahiplerinin finansal sürdürülebilirliğin güvence altına alınmasını sağlayan önemli bir araçtır. Bu nedenle yatırım kararlarının belirlenmesi ve portföy oluşturma süreçleri güncelliğini yitirmeyen bir araştırma konusu olagelmıştır. Bu çalışmada son yıllarda çok sayıda tartışmaya konu olan Bitcoin'in portföyler için doğru bir alternatif olup olmadığı tartışılmaktadır. Portföyler oluşturulurken çeşitliliği artırmak için Dolar, Euro, Bitcoin, Bist100 ve Altın alternatif yatırım araçları ele alınmıştır. Portföyler eşit oranlı bir dağılıma sahip olacak şekilde beş yatırım aracının olası tüm kombinasyonlarından oluşturulmuştur. Yatırım kararı, çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmış ve değerlendirme için yıllık getiri göstergesi, yıllık değişim oranı ve değişim katsayısı olacak şekilde üç kriter belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları nesnel bir yaklaşım olan MEREC yöntemiyle hesaplanmış ve alternatif seçimi VIKOR yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Bitcoin'in portföy çeşitlendirmek için uygun bir alternatif olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Anahtar Kelimeler: Karar verme, Portföy çeşitlendirme, Çok kriterli karar verme, MEREC, VIKOR.

Jel Kodları: A12, C18, C35, C38.

¹ Öğretim Görevlisi Doktor, Uşak Üniversitesi, ORCID: 0000-0003-3451-4344, uzeyir.fidan@usak.edu.tr.

Atıf: Fidan, Ü. (2022). Portföy çeşitlendirme kararı için Bitcoin bir alternatif olabilir mi? MEREC tabanlı VIKOR yaklaşımı. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 13 (2), 526-545.



Abstract

Article Info

Received:
30/09/2022

Accepted:
25/11/2022

Investment is an important tool that is guaranteed to ensure the financial sustainability of savers. For this reason, the determination of investment decisions and portfolio creation processes have become a current research topic. This study discusses whether Bitcoin, which has been the subject of many discussions in recent years, is the right alternative for portfolios. While creating portfolios, alternative investment instruments such as the Dollar, Euro, Bitcoin, Bist100, and Gold were considered in order to increase diversity. Portfolios are created from all possible combinations of the five investment instruments in an even distribution. The investment decision is considered a multi-criteria decision-making problem, and three criteria have been determined for evaluation, namely the annual return indicator, the annual rate of change, and the coefficient of variation. The weights of the criteria were calculated with the MEREC method, which is an objective approach, and the alternative selection was made with the VIKOR method. In the study, it was concluded that Bitcoin is a suitable alternative for portfolio diversification.

Keywords: Decision making, Portfolio diversification, Multi-criteria decision making, MEREC, VIKOR.

Jel Codes: A12, C18, C35, C38.

Extended Summary

Investment is one of the most important tools that ensure financial sustainability. In this context, both businesses and individual investors try to build their portfolios based on factors such as the highest return and the least risk. Return-seeking portfolios need to provide sufficient and reliable portfolio diversity to create their portfolios according to acceptable risk levels (Virlics, 2013: 172). Although there are many methods used in the portfolio creation process, Multi-Criteria Decision Making (MCDM) tools have come to the fore in recent years (Sachdeva et al., 2022: 7; Baydaş et al., 2022: 4; Gupta et al., 2022: 9). In this study, a portfolio decision model was created by integrating MEREC, which is an objective weighting method based on removing the effects of the criteria, and VIKOR methods, which enables the determination of the closest and most compromised alternative decision to the ideal solution, is proposed.

It should be considered that situations with global effects, such as pandemics may create unexpected situations on financial data. Therefore, the data set of the study consists of one-year data between September 2021 and September 2022, which is current but considered to have partially lost the effect of the pandemic process. In line with the data obtained, the performances of 31 portfolios consisting of Dollar, Euro, BTC, BIST100, and Gold instruments and all possible combinations were examined. To evaluate the alternatives, the annual return indicator (ROI), the annual rate of change (DAO), and the coefficient of variation (DK) criteria were used. MEREC, an objective weighting method based on removing criterion effects, was used to calculate criterion weights (Keshavarz-Ghorabae et al., 2021: 7). In this direction, the weights of the criteria are; It is calculated as $w_{YG} = 0.2927$, $w_{DAO} = 0.4675$, and $w_{DK} = 0.2399$. Alternative portfolios in the MCDM model based on the weights obtained were ranked using the VIKOR method. In this direction, the BTC/TL portfolio was determined as the alternative with the highest performance. Although the BTC-only portfolio has the highest performance in the current dataset, the performance of other undiversified portfolios is quite low. The portfolio, which consists of 5 different investment instruments in equal proportion, ranks 12th in terms of performance. The portfolio with the worst performance among the portfolio distributions in which BTC is included is in 16th place. In other words, it is seen that BTC is included in all of the first 16 portfolios.

The results obtained undoubtedly depend on factors such as the method used, the criteria determined, the weights of the calculated criteria, and model parameters. In this context, the general ranking was tested by applying the values of 0.00, 0.25, 0.50, 0.75, and 1.00 for the q-value selection in the VIKOR method. The analysis was completed by accepting a consensus value of $q = 0.50$ where both acceptable advantage and acceptable stability conditions, which are one of the strengths of the VIKOR method, are met. The q-values, which are of great importance for the calculation of the q-values, express the dominance of the minimum regret value as they approach 0, and the maximum group benefits dominance as they approach the value 1. Thus, in this study, the results obtained with the consensus approach were reached. Considering the main results, it is seen that the first 5 alternatives are A3, A13, A14, A7, and A25, and the last 5 alternatives are A11, A18, A6, A12, and A2. The fact that BTC took place in all of the alternative portfolios in the first place, on the other hand, the fact that Euro / TL took place in all of the alternative portfolios in the last ranks emerge as remarkable results. The results of the study reveal that BTC is an effective tool for portfolio diversification. As a result of their work in 2020, Platanakis and Urquhart stated that investors should include BTC in their portfolios as it provides significantly higher risk-adjusted returns. Dyhrberg's (2016: 90) study has similarly shown that BTC can be useful in risk management and ideal for risk-averse investors in anticipation of negative shocks. On the other hand, Chaim and Laurini (2019: 230) stated that there is a bubble in their studies in which they tested the volatility of BTC in the data for the years 2013-2014, but as of 2017, it cannot be qualified as a bubble. In the study conducted by Bouri et al. in 2017, they concluded that BTC is suitable for portfolio diversification, but its risk aversion feature differs between countries. In the study by Cikrikci and Ozyesil (2018: 259), they reported that BTC has become an alternative investment tool for Turkey. The results of this study, similar to the results of other studies, show that BTC has become an important tool for portfolio diversification in Turkey.

1. Giriş

Yatırım, finansal sürdürülebilirliğin güvence altına alınmasını sağlayan en önemli araçlardan biridir. Bu bağlamda hem işletmeler hem de bireysel yatırımcılar, portföylerini en çok getiri ve en az risk gibi faktörlere bağlı olarak oluşturmaya çalışmaktadır. Getiri arayan portföylerin, kabul edilebilir risk seviyesine göre portföylerini oluşturabilmesi için yeterli ve güvenilir portföy çeşitliliğini sağlamaları gerekmektedir (Virlics, 2013: 172). Bu durum risk seviyesi ve getiri arasındaki dengenin oluşturulmasıyla mümkün olabilmektedir. Risk ve getiri dengesi çoğunlukla tek tür yatırım aracıyla sağlanamamaktadır. Böylece portföy yöneticilerinin alternatif yatırım araçlarına yönelmesi kaçınılmazdır.

Yatırım, portföy yöneticileri için çok önemli bir karar verme sürecidir. Dolayısıyla karar vericinin kullandığı yöntemler de etkili bir karar için büyük önem arz etmektedir. Portföy oluşturma sürecinde kullanılan çok sayıda yöntem olmasına karşın son yıllarda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) araçlarının ön plana çıktığı görülmektedir (Sachdeva vd., 2022: 7; Baydaş vd., 2022: 4; Gupta vd., 2022: 9). Özellikle gelişen bilişim sistemleri sayesinde büyük miktardaki veri daha kolay işlenebilir hale gelmiştir. Böylece çeşitli ÇKKV yöntemleri de büyük miktardaki veriye kolaylıkla uygulanabilmektedir.

Bu çalışmada kriterlerin etkilerinin kaldırılmasına dayalı nesnel bir ağırlıklandırma yöntemi olan MEREC ile ideal çözüme en yakın ve uzlaşık alternatif kararın belirlenmesini sağlayan VIKOR yöntemlerinin entegre edilmesiyle oluşturulan bir portföy karar modeli önerilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, portföy kararında ÇKKV yöntemlerini konu alan başlıca çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde, veri setinin tanımlanması, uygulanan veri ön işleme teknikleri, karar probleminin tanımlanması ve kriterlerin belirlenmesi, kriter ağırlığı belirlemede kullanılan yöntem ile özellikleri ve son olarak ideal alternatifi belirlemek için kullanılan ÇKKV yöntemi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Beşinci ve son bölümde ise elde edilen bulgular tartışılarak çalışmanın sonuçları incelenmiştir.

2. Literatür

Yatırım kararı verme, çok sayıda faktörden etkilenen karmaşık bir süreçtir. Yatırımcılar ise bu çok sayıda faktörün içinde en yoğun olarak getiri ve risk üzerinde durmaktadırlar (Borovička, 2022: 598). Dolayısıyla yatırım kararı ile ilgili birçok araştırma, en uygun getiri ve

risk arasındaki dengeyi belirlemek için gerçekleştirilmiştir (Abensur & De Carvalho, 2022: 480; Maree & Omlin, 2022: 4). Yatırım kararı, geleceği önemli ölçüde etkileyebileceğinden, genellikle karar sürecini destekleyen bazı karmaşık yöntemlerden destek alınması gerekmektedir. ÇKKV yöntemleri de bu karmaşıklığı görece azaltabilecek bir yöntemler ailesi olarak araştırmacılar ve yatırımcılar tarafından tercih edilmektedir.

Yatırım kararlarında risk faktörü göz önüne alındığında portföy çeşitlendirmenin önemli olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Bu bağlamda güvenli liman olarak görülen altın önemli bir alternatif yatırım aracıdır. Altın, özellikle piyasaların hareketli olduğu zamanlarda faydalı bir portföy dengeleyici likidite kaynağı (Shahzad vd., 2020: 214) ve genellikle enflasyona karşı bir korunma aracı olarak kabul edilmektedir (Van Hoang vd., 2016: 57). Diğer taraftan, alternatif bir yatırım aracı olup olmadığı hala tartışılan Bitcoin (BTC) ile ilgili çalışmalarda her geçen gün artmaktadır (Kuzu & Çelik, 2020: 603; Rudolf vd., 2021: 154). Mahessara ve Kartawinata (2018)'de 2014-2017 yılları arasındaki veriler üzerinde BTC, Dolar ve Altın karşılaştırması yaptıkları çalışmada, BTC'nin en iyi yatırım aracı olduğunu göstermişlerdir. Benzer çalışmalarda da BTC'nin getirilerinin verimli olduğu sonucuna varılmıştır (Nadarajah & Chu, 2017: 9; Tiwari vd., 2018: 108; Qarni & Gulzar, 2021: 20). Chuen vd. (2017: 38) çalışmasında BTC'nin diğer alternatif yatırım araçlarıyla getiri anlamında düşük bir korelasyona sahip olmasına rağmen portföy çeşitlendirmek için önemli bir araç olacağını belirtmişlerdir. Risk faktörü doğrultusunda portföy çeşitlendirme çalışmaları getiriye maksimize etmekten bağımsız düşünülmemelidir (Hallerbach & Spronk, 2002: 190). Zira her yatırım kararında temel amaç getiriye maksimize etmektir. Bu doğrultuda yatırım kararlarının risk ve getiri temelinde en az iki kriterli karar problemleri olduğu söylenebilir. Yatırımcının göz önünde bulundurduğu diğer faktörlerde dâhil edildiğinde yatırım kararının, çok kriterli karar verme sürecine dönüştüğü kolaylıkla görülebilmektedir. Yalnızca hisse senetlerinden oluşan bir portföy seçimine odaklanıldığında bile yatırımı çeşitlendirme ve riski minimize etme ihtiyacı doğrultusunda problem bir ÇKKV yapısına kolaylıkla dönüşebilmektedir (Sachdeva vd., 2022: 7).

Nguyen ve Gordon-Brown'un (2012) çalışmalarında, Basit Toplamsal Ağırlıklandırma (SAW) ve İdeal Çözüme Benzerlik ile Sıralama (TOPSIS) yöntemleriyle portföy optimizasyonu gerçekleştirilerek, klasik yaklaşımlara kıyasla iyi çeşitlendirilmiş portföy elde edildiğini belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada FTOPSIS yöntemiyle etkin ve etkin olmayan portföyler karşılaştırılmış ve elde edilen portföy seçimlerinin piyasa seçimlerine oranla daha kârlı olduğu görülmüştür (Pośpiech, 2021: 206). Tahran Menkul Kıymetler Borsası üzerine yapılan bir araştırmada da kriter ağırlıkları Analitik Ağ Süreci (ANP) ile belirlenip, karar süreci

de TOPSIS ve Uzlaşık Çözüm (VIKOR) yöntemleriyle belirlenmiştir (Raei & Jahromi, 2012: 2480). Tiryaki ve Ahlatcioglu'nun (2009: 67) İstanbul Menkul Kıymetler borsası verileriyle yaptıkları çalışmada, bulanık AHP aracılığıyla hem sıralama hem de ağırlıklandırma bilgisi sağladığını ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak, ikiden fazla amaç içeren çok kriterli bir model, yatırımcıların amaçlarını modellemede daha yüksek bir esnekliğe izin verir ve uygun bir fayda yaklaşımı ile birleştiğinde, tercihlerinin daha iyi temsil edilmesine yol açması muhtemeldir (Ehrgott vd., 2004: 768).

Literatür detaylıca incelendiğinde portföy çeşitlendirme çalışmalarının genellikle hisse senedi piyasasına odaklandığı görülmektedir. Bu çalışmada çeşitli alternatif yatırım araçlarının bir arada değerlendirilmesi ve sürecin bir karar problemi olarak ele alınması çalışmanın özgün değerini göstermektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan kriterlerin MEREC yöntemiyle nesnel bir şekilde ağırlıklandırılması sürecin otomatize edilerek bir karar destek sistemi tasarımına dönüştürülebilmesi bakımından temel oluşturmaktadır.

3. Yöntem

Bu çalışma kapsamında genellikle hisse senetlerinden oluşan portföylere alternatif yatırım araçlarının da dâhil edilmesi üzerinde durulmaktadır. Dolayısıyla Dolar, Euro, BTC, BİST100, Altın gibi alternatif yatırım araçları ve bunların çeşitli kombinasyonlarından oluşan portföylerin performansları incelenmiştir.

3.1. Veri Seti

Pandemi gibi küresel etkileri yaşanan durumların finansal veriler üzerinde de beklenmeyen durumlar oluşturabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Dolayısıyla çalışmanın veri seti, güncel ama pandemi sürecinin etkisini kısmen yitirdiği kabul edilen Eylül 2021 – Eylül 2022 tarih aralığında bir yıllık verilerden oluşmaktadır. Veri setinde belirtilen tarih aralığında beş alternatif yatırım aracının günlük açılış, kapanış, en düşük ve en yüksek değerleri yer almaktadır (Tablo 1).

Tablo 1.
Veri Seti Özet Görünümü

Tarih	Kapanış	Açılış	En Yüksek	En Düşük
1 Eylül 2022	18,1993	18,1976	18,2461	18,1510
31 Ağustos 2022	18,1868	18,1840	18,2910	18,0811
30 Ağustos 2022	18,1650	18,1821	18,2131	18,1425
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3 Eylül 2021	8,3049	8,2781	8,3519	8,2552
2 Eylül 2021	8,2729	8,2967	8,3149	8,2556
1 Eylül 2021	8,2910	8,3164	8,3374	8,2675

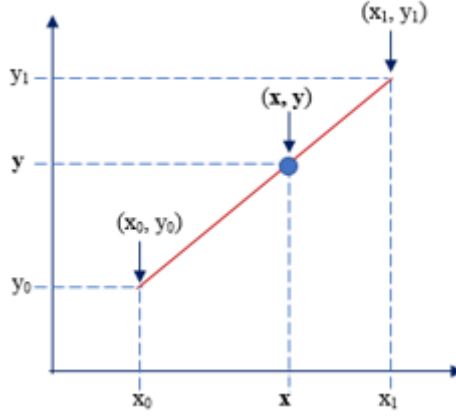
Kaynak: Investing, 2022. (Günlük istatistiklerden yazar tarafından derlenerek oluşturulmuştur.)

Çalışma kapsamında elde edilen veri seti doğrudan kullanılmamıştır. Her alternatif yatırım aracı için elde edilen veriler karar verme yöntemlerinde kullanılabilir şekilde önışleme tabi tutulmuştur.

3.2. Veri Önışleme

Veri önışleme, eksik/kayıp verilerin tamamlanması, tekrarlayan verilerin kaldırılması, verilerin dönüştürülmesi gibi işlemlere verilen genel bir tanımlamadır. Çalışmada kullanılan portföy bileşenlerinin birçoğu için hafta sonu ve resmî tatillerde seans kapalıdır. Fakat çalışmaya konu edilen BTC için seans sonu olarak belirlenmiş bir zaman var olsa da seansa ara verilmesi gibi bir durum söz konusu değildir. Dolayısıyla bu durum veri setinde yer alan diğer portföy bileşenleri için tatil günleri verilerinin eksik/kayıp veri olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır. Literatürde eksik verilerin tamamlanması ile ilgili beklenti maksimizasyonu, doğrusal regresyon (Yüncü & Fidan, 2019: 308; Kürşad & Nartgün, 2015: 257) ve doğrusal enterpolasyon (McElroy & Politis, 2022: 472) gibi çeşitli yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır. Veri setinde kayıp veri oranı %25 ve daha az olduğunda doğrusal enterpolasyon yöntemi en iyi sonuçları vermektedir (Norazian vd., 2008: 344). Fakat eksik verilerin tamamlanması sürecinde hangi yöntemin kullanılmasının daha uygun olacağına dair kesin ifadeler kullanmak mümkün değildir (Çüm & Gelbal, 2015: 89).

Kapanış seansından sonra tek fiyat emir toplama ve takip eden açılış seansından önce de benzer şekilde emir toplanarak fiyat belirleme işlemleri gerçekleştirilmektedir (BİST Prosedür, 2022: 40). Bu nedenle tatil öncesi ve sonrası arasında doğrusal bir geçiş sağlamak mümkündür. Çalışmada tahmin edilen verinin diğer günlerden veya trendlerden etkilenmemesi için yalnızca tatil öncesi ve sonrası oluşan ardıl değerler arasında doğrusal enterpolasyon (Şekil 1) uygulaması kullanılmıştır.



Şekil 1.

Doğrusal Enterpolasyonun Grafik Gösterimi

Kaynak: McElroy & Politis, (2022: 472) çalışmasından esinlenerek, yazar tarafından tasarlanmıştır.

Şekil 1’de görüldüğü üzere, doğrusal enterpolasyon, tek boyutlu veriler için belirlenmesi gereken noktaya bitişik iki veri noktasına dayalı olarak veri değerini tahmin etmek için kullanılmaktadır (Fan vd., 2021: 13). Zaman serilerinde eksik veriler tamamlandıktan sonra karar probleminde kullanılacak olan kriterlerin ve bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir.

3.3. Kriterlerin ve Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Önişleme adımlarından sonra veri setinde her bir alternatifin günlük kapanış değerleri temel alınarak veri özet tablosu (Five-Number Summary) oluşturulmuştur.

Tablo 2.

Temel Alternatiflerle İlgili Özet Veriler

	Dolar	Euro	BTC	BİST100	Altın
Maksimum	18,1993	18,5021	800000,0000	3171,2100	1040,0490
Q ₃	16,4133	17,4780	601164,0000	2465,2225	966,4535
Q ₂ (medyan)	14,4301	15,6480	543504,0000	2074,0150	896,0145
Q ₁	12,1699	13,6838	415850,2500	1814,0325	701,7493
Minimum	8,2729	9,8149	323810,0000	1371,6900	481,4170

Kaynak: Investing, 2022. (Günlük istatistiklerden yazar tarafından derlenerek oluşturulmuştur.)

Tablo 2’de gösterilen beş sayı özeti tablosu, veri seti hakkında genel bir kanı oluşturulabilmesi için sıklıkla kullanılan keşifsel bir veri analizi tekniğidir (Çizmeşiya, 2011: 526). Çalışmada kullanılacak ilk kriter yıllık getiri (YG) miktarı için öncelikle yıllık getiri oranı (YGO), Eş. 1’de ki gibi hesaplanmıştır.

$$YGO = \frac{x_{kapanış(n)} - x_{kapanış(1)}}{x_{kapanış(1)}} \quad (1)$$

Eş. 1’de ilgili alternatifin 01.09.22 tarihli kapanış değeri $x_{kapanış(n)}$, 01.09.21 tarihli kapanış değeri ise $x_{kapanış(1)}$ olarak gösterilmiştir. YGO, açıkça görüldüğü gibi oransal

değişimi göstermektedir. YG kriterinin hesaplanabilmesi için ise ilgili yatırım alternatifine α TL yatırıldığında, yılsonunda oluşan değer Eş. 2 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$YG = \alpha \cdot (1 + YGO) \quad (2)$$

Bir yıllık veri setinde alternatifin aldığı en küçük ve en büyük değerlerde yatırım kararı için oldukça önemlidir. Bu iki değerden yola çıkarak alternatifin değişim aralığı oranı (DAO), Eş. 3 yardımıyla hesaplanarak ikinci kriter olarak belirlenmiştir.

$$DAO = \frac{x_{mak} - x_{min}}{x_{min}} \quad (3)$$

Son kriter olarak, alternatiflerin sahip olduğu riskin belirlenmesi amacıyla değişim katsayısı Eş. 4 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$DK = \frac{\sigma}{\mu} \quad (4)$$

Değişim katsayısı, alternatifin standart sapma (σ) değerinin ve ortalamasına (μ) oranıdır. Böylece standart sapmanın, ortalamaya göre değişimi hesaplanmış olmaktadır. Belirlenen kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için kriterlerin kaldırılma etkilerine dayalı nesnel bir ağırlıklandırma yöntemi olan MEREC kullanılmıştır (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021: 7). MEREC yöntemiyle aşağıda verilen 6 adım sonucunda kriterlerin nihai ağırlıkları hesaplanmaktadır.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisi oluşturulurken, temel alternatiflerin (Dolar, Euro, BTC, BİST100, Altın) olası tüm kombinasyonları matrisin satırlarını, belirlenen üç kriter (YG, DAO, DK) ise matrisin sütunlarını oluşturmaktadır.

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{x_{min}}{x_{ij}}, & j.\text{kriter maliyet} \\ \frac{x_{ij}}{x_{mak}}, & j.\text{kriter fayda} \end{cases} \quad (5)$$

Karar matrisi normalize edilirken fayda ya da maliyet temelli olmasına göre Eş. 5'de ki gibi hesaplanmaktadır.

Adım 3: Alternatiflerin toplam performansının hesaplanması

$$S_i = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_j |\ln (n_{ij}^x)| \right) \right) \quad (6)$$

Eş. 6'da n_{ij}^x değerleri normalize edilmiş karar matrisi bileşenlerini, m kriter sayısını ve S_i alternatiflerin toplam performans değerini göstermektedir.

Adım 4: Kriter kaldırıldığında alternatiflerin performans değişiminin hesaplanması

$$S'_{ij} = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} |\ln (n_{ik}^x)| \right) \right) \quad (7)$$

Bu adım bir önceki adıma benzer şekilde formüle edilse de her bir kriterin etkileri kaldırılarak toplam performansın hesaplanması sağlanmaktadır (Eş. 7).

Adım 5: Mutlak sapmaların toplamının hesaplanması

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i| \quad (8)$$

Eş 8'de 3. adımda hesaplanan S_i ve 4. adımda hesaplanan S'_{ij} değerlerine bağlı olarak j. kriterin kaldırma etkisi (E_j) belirlenmektedir.

Adım 6: Kriterlerin nihai ağırlıklarının belirlenmesi

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (9)$$

Son olarak j. kriterin nesnel ağırlığı (w_j), Eş. 9'da ki gibi hesaplanmaktadır. Kriterlerin ve kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden VIKOR (Opricovic & Tzeng, 2004: 450) uygulanarak en iyi alternatifin belirlenmesi sağlanmıştır.

3.4. Alternatifin Seçilmesi

VIKOR, fayda ve maliyet temelli kriterlerin birlikte yer aldığı karar problemlerinde ideal çözüme en yakın alternatifin belirlenmesini amaçlayan bir ÇKKV yöntemidir (Opricovic & Tzeng, 2004: 450). VIKOR yöntemiyle aşağıda verilen 6 adım sonucunda alternatiflerin ideal çözüme yakınlıklarına göre sıralanması ve dolayısıyla en ideal alternatifin belirlenmesi sağlanmaktadır. VIKOR yöntemi L_p metriği üzerine geliştirilmiştir (Eş. 10).

$$L_{p,j} = \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)]^p \right\}^{1/p} \quad (10)$$

VIKOR uygulama adımları;

Adım 1: En iyi ve en kötü kriter değerlerinin belirlenmesi

Karar matrisinde yer alan her bir kriter için en iyi (f_j^*) ve en kötü (f_j^-) değerler Eş. 11 yardımıyla belirlenir.

$$j.\text{kriter fayda temelli} \Rightarrow \begin{cases} f_j^* = \text{maks } x_{ij} \\ f_j^- = \text{min } x_{ij} \end{cases} \quad (11)$$

$$j.\text{kriter maliyet temelli} \Rightarrow \begin{cases} f_j^* = \text{min } x_{ij} \\ f_j^- = \text{maks } x_{ij} \end{cases}$$

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi

$$r_{ij} = \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (12)$$

f_j^* ve f_j^- değerleri fayda ve maliyet temelli olarak hesaplandığı için karar matrisi normalize edilirken doğrudan Eş. 12 kullanılmaktadır.

Adım 3: Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılması

w_j değeri, j. kriterin ağırlığını göstermek üzere, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Eş. 13 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$V_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (13)$$

Adım 4: S_j ve R_j değerlerinin hesaplanması

$$S_j = \sum_{i=1}^n v_{ij} \quad (14)$$

$$R_j = \max v_{ij} \quad (15)$$

Eş 14-15'de yer alan S_j ve R_j değerleri, i. alternatifin ortalama ve en kötü grup performanslarını göstermektedir.

Adım 5: Q_j değerlerinin hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması

$$Q_j = q \cdot \frac{S_j - S^*}{S^- - S^*} + (1 - q) \cdot \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*} \quad (16)$$

Eş. 16'da yer alan, S^* değeri $\min S_j$, S^- değeri $\max S_j$, R^* değeri $\min R_j$ ve R^- değeri $\max R_j$ ile gösterilmiştir. Ayrıca q değeri maksimum grup faydasını, $1 - q$ değeri ise karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığını göstermektedir. Q_j değerlerine göre alternatifler küçükten

büyükçe doğru sıralanarak çözüm listesi elde edilir. Temel çözüm en küçük Q_j değerine sahip olan alternatif kabul edilse de bu alternatifin diğer alternatiflerden yeterince farklılaştığının test edilmesi gerekmektedir.

Adım 6: Koşulların test edilmesi

VIKOR çözümü alternatiflerin nihai sıralamalarını içerse de kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarının test edilmesi beklenmektedir.

Kabul edilebilir avantaj: Q_j değerlerine göre alternatifler küçükten büyüğe sıralandığında ilk sıradaki alternatif A^1 ve ikinci sıradaki alternatif A^2 olmak üzere,

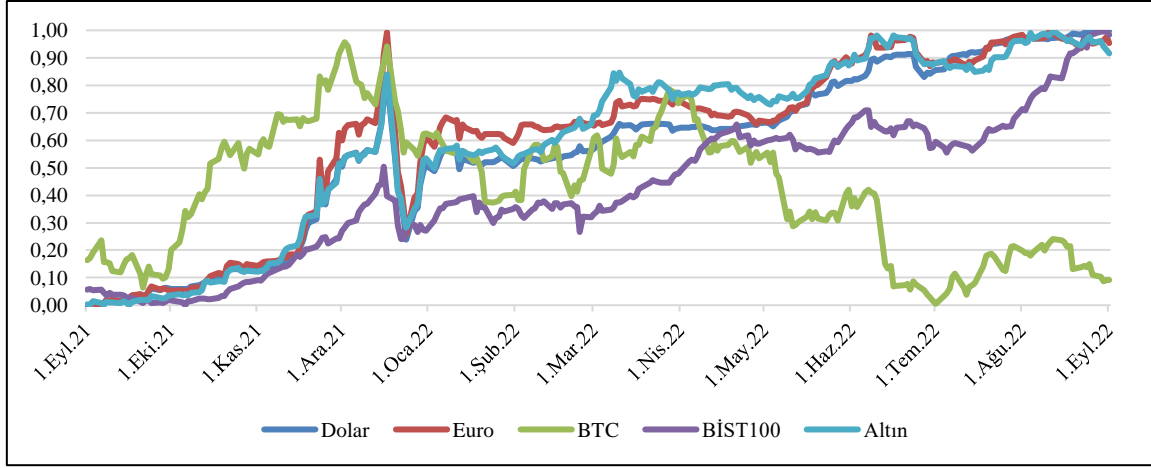
$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} \quad (17)$$

Eş. 17’de yer alan m değeri karar probleminde yer alan alternatif sayısını göstermektedir. Eğer kabul edilebilir avantaj koşulu sağlanmıyorsa, sırasıyla tüm Q_j değerleri için kontrol edilerek koşulun sağlandığı değer bulunur. Böylece koşulun sağlandığı değere kadar olan tüm alternatifler uzlaşık çözüm olarak kabul edilir.

Kabul edilebilir istikrar koşulu: Q_j değerlerine göre küçükten büyüğe sıralandığında ilk sıradaki A^1 alternatifi, S veya R değerlerine göre oluşturulan listede de ilk sırada yer alıyorsa, A^1 alternatifi uzlaşık çözüm olarak kabul edilir. Eğer koşul sağlanmazsa A^1 ve A^2 alternatiflerinin her ikisi de uzlaşık çözüm olarak kabul edilir.

4. Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen verilerin zaman serileri, MEREC yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıkları ve VIKOR yöntemi sonucunda elde edilen alternatiflerin sıralamaları sunulmaktadır. Çalışmada kullanılan alternatif yatırım araçlarının 01.09.21 – 01.09.22 tarih aralığındaki verileri normalize edilerek Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.

Normalize Edilmiş Temel Alternatiflerin Grafik Gösterimi

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanan istatistikler doğrultusunda tasarlanmıştır.

Şekil 2’de Dolar, Euro, BTC, BİST100 ve Altın’ın günlük kapanış değerleri ele alınmış fakat birim fiyatları arasındaki farklılıktan dolayı veriler min-max normalizasyonu ile düzenlenerek sunulmuştur. Böylece ele alınan bir yıllık takvimde alternatif yatırım araçlarındaki değişim gözlemlenebilmektedir.

Tablo 3.

Oluşturulan Alternatifler ve Kriter Değerleri

Alternatifler	Portföy Bileşenleri	YG	DAO	DK
A ₁	a1 (Dolar)	2,1951	1,1999	0,2159
A ₂	a2 (Euro)	1,8439	0,8851	0,1770
A ₃	a3 (BTC)	0,9130	1,4706	0,2145
A ₄	a4 (BİST100)	2,1319	1,3119	0,2135
A ₅	a5 (Altın)	2,0551	1,1604	0,2170
A ₆	a1-a2	2,0195	1,0425	0,1964
A ₇	a1-a3	1,5540	1,3352	0,2152
A ₈	a1-a4	2,1635	1,2559	0,2147
A ₉	a1-a5	2,1251	1,1801	0,2165
A ₁₀	a2-a3	1,3784	1,1778	0,1957
A ₁₁	a2-a4	1,9879	1,0985	0,1952
A ₁₂	a2-a5	1,9495	1,0227	0,1970
A ₁₃	a3-a4	1,5225	1,3912	0,2140
A ₁₄	a3-a5	1,4840	1,3155	0,2158
A ₁₅	a4-a5	2,0935	1,2361	0,2153
A ₁₆	a1-a2-a3	1,6506	1,1852	0,2025
A ₁₇	a1-a2-a4	2,0570	1,1323	0,2021
A ₁₈	a1-a2-a5	2,0313	1,0818	0,2033
A ₁₉	a1-a3-a4	1,7467	1,3275	0,2147
A ₂₀	a1-a3-a5	1,7211	1,2769	0,2158
A ₂₁	a1-a4-a5	2,1274	1,2241	0,2155
A ₂₂	a2-a3-a4	1,6296	1,2225	0,2017
A ₂₃	a2-a3-a5	1,6040	1,1720	0,2028
A ₂₄	a2-a4-a5	2,0103	1,1191	0,2025
A ₂₅	a3-a4-a5	1,7000	1,3143	0,2150
A ₂₆	a1-a2-a3-a4	1,7710	1,2169	0,2052
A ₂₇	a1-a2-a3-a5	1,7518	1,1790	0,2061
A ₂₈	a1-a2-a4-a5	2,0565	1,1393	0,2059
A ₂₉	a1-a3-a4-a5	1,8238	1,2857	0,2152
A ₃₀	a2-a3-a4-a5	1,7360	1,2070	0,2055

A ₃₁	a1-a2-a3-a4-a5	1,8278	1,2056	0,2076
-----------------	----------------	--------	--------	--------

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanan istatistikler doğrultusunda tasarlanmıştır.

Çalışmada kullanabilmek için beş alternatif yatırım aracı ve olası tüm kombinasyonlarından oluşan sepetler oluşturulmuştur. Böylece tüm alternatiflerin belirlenen üç kriter için değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3'te alternatiflerin olası tüm kombinasyonlarından elde edilen 31 alternatif ve bu alternatiflerin portföy bileşenleri gösterilmektedir. Ayrıca MEREC yöntemiyle belirlenen kriterlerin kaldırılma etkilerine dayalı olarak nesnel kriter ağırlıkları hesaplanarak Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4.
MEREC Yöntemiyle Hesaplanmış Kriter Ağırlıkları

MEREC	YG	DAO	DK
w_j	0,2927	0,4675	0,2399

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanan istatistikler doğrultusunda tasarlanmıştır.

MEREC yöntemi kriterlerin her birinin toplam performansa etkisine odaklanmaktadır. Böylece herhangi bir kriterin sistemden çıkarıldığında oluşturacağı etkiden yola çıkarak kriterin ağırlığını hesaplamaktadır. 1.09.21 tarihinde tüm alternatiflere 1 TL yatırıldığında 1.09.22 tarihinde elde edilecek getiriye temsil eden yıllık getiri (YG) kriterinin ağırlığı 0,2927, alternatiflerin yıl içerisinde aldığı en büyük değer ile en küçük değer arasındaki farka odaklanılarak hesaplanan değişim aralığı oranı (DAO) kriterinin ağırlığı 0,4675 ve son olarak standart sapmanın ortalamaya oranlanmasıyla hesaplanan değişim katsayısı (DK) kriterinin ağırlığı ise 0,2399 olarak belirlenmiştir.

Karar matrisi ve kriter ağırlıklarından faydalanılarak Eş. 14-15 yardımıyla S_j ve R_j değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca S_j , R_j ve q değerleri kullanılarak hesaplanan Q_j değerleri de hesaplanmış bu doğrultuda oluşan alternatif sıralaması Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5.
Alternatiflerin S_j , R_j ve Q_j Değerlerine Göre Sıralamaları

S_j	R_j	$Q_j (q=0)$	$Q_j (q=0,25)$	$Q_j (q=0,50)$	$Q_j (q=0,75)$	$Q_j (q=1)$
A ₃	A ₃	A ₃	A ₃	A ₃	A ₃	A ₃
A ₁₃	A ₁₄	A ₁₄	A ₁₄	A ₁₃	A ₁₃	A ₁₃
A ₁₄	A ₁₃	A ₁₃	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₄	A ₁₄
A ₇	A ₇	A ₇	A ₇	A ₇	A ₇	A ₇
A ₂₅	A ₂₅	A ₂₅	A ₂₅	A ₂₅	A ₂₅	A ₂₅
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A ₁₂	A ₆	A ₆	A ₆	A ₆	A ₆	A ₁₂
A ₆	A ₁₂	A ₁₂	A ₁₂	A ₁₂	A ₁₂	A ₆
A ₂	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanan istatistikler doğrultusunda tasarlanmıştır.

Tablo 5’te q parametresinin farklı değerler alması durumunda oluşan sıralamalarda gösterilmiştir. Alternatifler ile ilgili elde edilen Q_j listesi nihai karar listesi olarak değerlendirilebilir fakat VIKOR yönteminin sunduğu koşulların test edilmesi süreciyle verilecek portföy kararının kabul edilebilir ve istikrarlı bir sonuç olması güvence altına alınmış olmaktadır. Bu doğrultuda kabul edilebilir avantaj için DQ değeri $1/(m - 1) = 1/30 \cong 0.0333$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca kabul edilebilir istikrar için Tablo 5’te ki sıralamalar karşılaştırılmıştır.

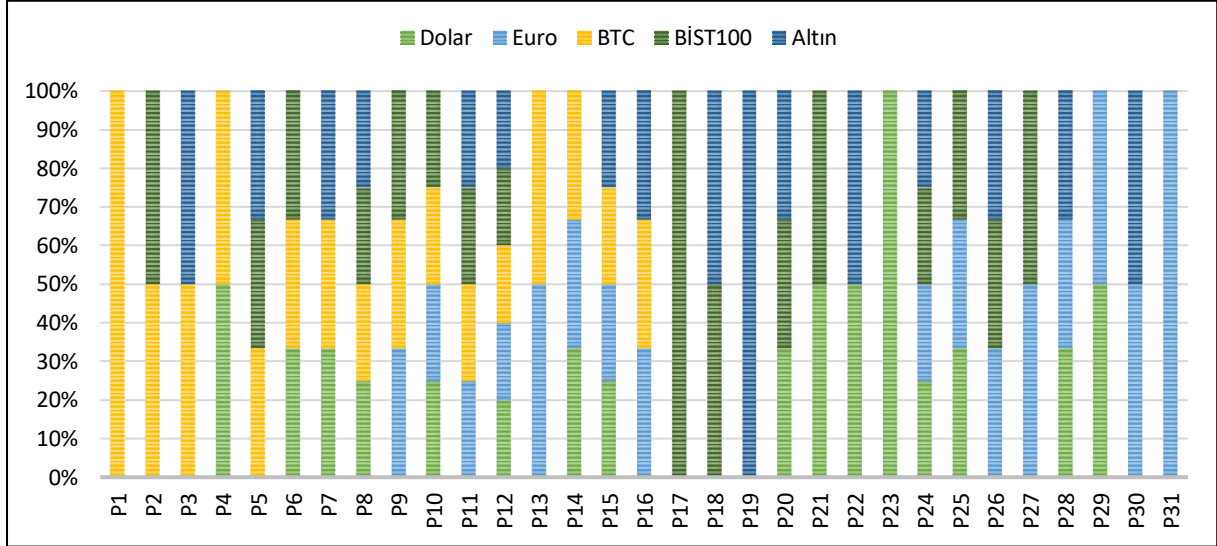
Tablo 6’da görüldüğü üzere yapılan çalışma sonucunda farklı q değerleri için iki koşulda sağlanmaktadır. İlk 5 alternatifin sıralamalarına bakıldığında $q = 0.5$, $q = 0.75$ ve $q = 1.0$ seçildiğinde aynı sonuçlar elde edilmiştir. Böylece çalışmanın devamında $q = 0.5$ (uzlaşma) değerinden elde edilen skorlar değerlendirilmiştir. BTC/TL’den oluşan A3 alternatifi belirlenen üç kriter için en ideal portföy seçeneği olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6.
VIKOR Yöntemi Test Koşullarının Sonuçları

S_j	R_j	$Q_j(q=0)$	$Q_j(q=0,25)$	$Q_j(q=0,50)$	$Q_j(q=0,75)$	$Q_j(q=1)$
0,0150	0,0150	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,2205	0,1303	0,2549	0,2593	0,2507	0,2389	0,2271
0,2614	0,1391	0,2744	0,2626	0,2636	0,2680	0,2723
0,2652	0,1463	0,2902	0,2868	0,2834	0,2800	0,2765
0,3164	0,1796	0,3639	0,3562	0,3485	0,3408	0,3331
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0,7141	0,3418	0,7223	0,7359	0,7496	0,7632	0,7727
0,7179	0,3576	0,7572	0,7611	0,7649	0,7688	0,7768
0,9198	0,4675	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Kabul edilebilir avantaj		Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı
Kabul edilebilir istikrar		Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanan istatistikler doğrultusunda tasarlanmıştır.

Tüm portföyler performanslarına göre en iyiden en kötüye doğru sırasıyla P1, P2... P31 olarak sıralanmış ve Şekil 3’te sunulmuştur.



Şekil 3.

Portföy Dağılım Oranları ve Performansları

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanan istatistikler doğrultusunda tasarlanmıştır.

Şekil 3'te görüldüğü üzere mevcut veri setinde her ne kadar yalnızca BTC'den oluşan portföy en yüksek performansa sahip olsa da diğer çeşitlendirilmemiş portföylerin performansları oldukça düşüktür. 5 farklı yatırım aracının eşit oranlı olarak oluşturulduğu portföy performans olarak 12. sırada yer almaktadır. BTC'nin dahil edildiği portföy dağılımlarından en kötü performansa sahip olan portföy ise 16. sırada yer almaktadır. Diğer bir ifadeyle ilk 16 portföyün tamamında BTC'nin yer aldığı görülmektedir.

5. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Dolar, Euro, BTC, BİST100 ve Altın araçları ve olası tüm kombinasyonlarından oluşan 31 portföyün performansları incelenmiştir. Alternatiflerin değerlendirilebilmesi için yıllık getiri göstergesi (YG), yıllık değişim oranı (DAO) ve değişim katsayısı (DK) kriterlerinden faydalanılmıştır. Kriter ağırlıklarının hesaplanması için kriter etkilerinin kaldırılmasına dayalı nesnel bir ağırlıklandırma yöntemi olan MEREC kullanılmıştır. Bu doğrultuda kriterlerin ağırlıkları; $w_{YG} = 0.2927$, $w_{DAO} = 0.4675$ ve $w_{DK} = 0.2399$ şeklinde hesaplanmıştır. MEREC yöntemiyle hesaplanan ağırlıklar temel alınarak oluşturulan ÇKKV modelinde yer alan alternatif portföyler, VIKOR yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Bu doğrultuda en yüksek performansı gösteren alternatif olarak BTC/TL portföyü belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan yöntem, belirlenen kriterler, hesaplanan kriter ağırlıkları ve model parametreleri sonuçlar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu bağlamda VIKOR yönteminde q

değeri seçimi için 0.00, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 değerleri uygulanarak genel sıralama test edilmiştir. VIKOR yönteminin güçlü yanlarından biri olan kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar şartlarının her ikisinin de sağlandığı $q = 0.50$ uzlaşma değeri kabul edilerek analiz tamamlanmıştır. Q değerlerinin hesaplanması için büyük önem arz eden q değerleri matematiksel notasyonu gereği 0 değerine yaklaştıkça minimum pişmanlık değerinin baskınlığını, 1 değerine yaklaştıkça maksimum grup faydası baskınlığını ifade etmektedir. Böylece bu çalışmada uzlaşma yaklaşımıyla elde edilen sonuçlara ulaşılmıştır. Başlıca sonuçlar ele alındığında ilk 5 alternatif A3, A13, A14, A7 ve A25 şeklinde, son 5 alternatif ise A11, A18, A6, A12 ve A2 şeklinde olduğu görülmektedir. İlk sıralardaki alternatif portföylerin tamamında BTC'nin yer almış olması, diğer taraftan, son sıralardaki alternatif portföylerin tamamında ise Euro/TL'nin yer almış olması dikkat çekici sonuçlar olarak ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın sonuçları, BTC'nin portföy çeşitlendirmek için etkili bir araç olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Platanakis ve Urquhart, 2020 yılında yaptıkları çalışmanın sonucunda, yatırımcıların önemli ölçüde daha yüksek riske göre ayarlanmış getiri sağladığı için BTC'yi portföylerine dâhil etmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Dyhrberg'in (2016: 90) çalışmasında da benzer şekilde BTC'nin risk yönetiminde yararlı olabileceğini ve olumsuz şok beklentisiyle riskten kaçınan yatırımcılar için ideal olabileceğini göstermiştir. Diğer taraftan, Chaim ve Laurini (2019: 230), 2013-2014 yıllarına ilişkin verilerde BTC'nin oynaklığını test ettikleri çalışmalarında bir balon varlığı olduğunu fakat 2017 itibarıyla bir balon olarak nitelendirilemeyeceğini belirtmişlerdir. Bouri ve diğerlerinin 2017 yılında yaptıkları araştırmada ise BTC'nin portföy çeşitlendirmek için uygun olduğunu fakat riskten kaçınma özelliğinin ülkeler arasında farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Cıkrıkci ve Ozyesil'in (2018: 259) çalışmasında da BTC'nin Türkiye örneği için alternatif bir yatırım aracı haline geldiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları da yapılan diğer çalışmaların sonuçlarına benzer biçimde BTC'nin Türkiye de portföy çeşitlendirmek için önemli bir araç haline geldiğini göstermektedir.

Çalışmada belirtildiği üzere hesaplamalarda kullanılan veriler, pandemi döneminden sonraki güncel 1 yıllık süreçten elde edilmiştir. Bu durum kolaylıkla ulaşılabilen finansal verilerin incelenmesi sürecinde önemli bir sınırlılığı ortaya çıkarmaktadır. Verilerle ilgili diğer bir sınırlılık ise oluşturulan portföylerde yatırımcıların sıklıkla tercih ettiği alternatif yatırım araçlarının kullanılmış olmasıdır. Sonraki çalışmalarda portföy çeşitliliğini artıracak önlemler göz önünde bulundurulabilir. Bu bağlamda günümüzde oldukça popülerlik kazanan ve sayısı sürekli artan çeşitli kripto paraların oluşturulacak portföylerde yer alması önerilebilir.

Çalışmada kullanılan kriter ağırlıklandırma ve ÇKKV entegrasyonu ile oluşturulan yöntem bir özgünlük göstergesi olduğu gibi yöntemsel bir sınırlılığı da ortaya çıkarmaktadır. Çünkü seçilen yöntemler ve farklı entegrasyonlar sonuç üzerinde doğrudan etkilidir. Dolayısıyla sonraki çalışmalarda farklı yöntemlerin karşılaştırmalı sonuçları da incelenerek gerçek piyasa çıktılarıyla karşılaştırılabilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflicts of Interest: There is no potential conflict of interest in this study.

KAYNAKÇA

- Abensur, E. O. & De Carvalho, W. P. (2022). Improving portfolio selection by balancing liquidity-risk-return: Evidence from stock markets. *Theoretical Economics Letters*, 12 (2), 479-497.
- Baydaş, M., Elma, O. E. & Pamučar, D. (2022). Exploring the specific capacity of different multi criteria decision making approaches under uncertainty using data from financial markets. *Expert Systems with Applications*, 197, 1-13.
- BİST Prosedür. (2022). *Borsa İstanbul A.Ş. Pay Piyasası Prosedürü*. 1-267, Sürüm 3.7, İstanbul.
- Borovička, A. (2022). Stock portfolio selection under unstable uncertainty via fuzzy mean-semivariance model. *Central European Journal of Operations Research* 30, 595-616.
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D. & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*, 20, 192-198.
- Chaim, P. & Laurini, M. P. (2019). Is Bitcoin a bubble? *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 517, 222-232.
- Chuen, D. L. K., Guo, L. & Wang, Y. (2017). Cryptocurrency: A new investment opportunity? *The Journal of Alternative Investments*, 20 (3), 16-40.
- Cikrikci, M. & Ozyesil, M. (2018). Is Bitcoin becoming an alternative investment option for Turkey? A comparative investigation through the non-linear time series analysis. *Research Journal of Business and Management*, 5 (4), 250-261.
- Čizmešija, M. (2011). Five-number summaries. In: Lovric, M. (Ed.), *International encyclopedia of statistical science* (pp.526-527). Springer.
- Çüm, S. & Gelbal, S. (2015). Kayıp veriler yerine yaklaşık değer atamada kullanılan farklı yöntemlerin model veri uyumu üzerindeki etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (35), 87-111.
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar-A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85-92.
- Ehrgott, M., Klamroth, K. & Schwehm, C. (2004). An MCDM approach to portfolio optimization. *European Journal of Operational Research*, 155 (3), 752-770.
- Fan, C., Chen, M., Wang, X., Wang, J. & Huang, B. (2021). A review on data preprocessing techniques toward efficient and reliable knowledge discovery from building operational data. *Frontiers in Energy Research*, 9, 1-17.
- Gupta, S., Bandyopadhyay, G., Biswas, S. & Mitra, A. (2022). An integrated framework for classification and selection of stocks for portfolio construction: Evidence from NSE, India. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1-29.
- Hallerbach, W. G. & Spronk, J. (2002). The relevance of MCDM for financial decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11 (4-5), 187-195.
- Investing (2022). Finans piyasaları günlük istatistikleri. 15 Eylül 2022, <https://tr.investing.com/currencies>.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MERECE). *Symmetry*, 13 (4), 525, 1-20.
- Kuzu, S. & Çelik, İ. E. (2020). Bitcoin alternatif yatırım aracı ya da hedge enstrümanı olarak düşünülebilir mi? *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (2), 603-613.
- Kürşad, M. Ş. & Nartgün, Z. (2015). Kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemlerin ölçüklerin geçerlik ve güvenilirliği bağlamında karşılaştırılması. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 6 (2), 254-267.

- Mahessara, R. D. & Kartawinata, B. R. (2018). Comparative analysis of cryptocurrency in forms of Bitcoin, stock, and gold as alternative investment portfolio in 2014–2017. *Jurnal Sekretaris dan Administrasi Bisnis*, 2 (2), 38-51.
- Maree C. & Omlin C. W. (2022). *Balancing profit, risk, and sustainability for portfolio management*, 2022 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics (CIFEr), (pp. 1-8). Helsinki, Finland.
- McElroy, T. S. & Politis, D. N. (2022). Optimal linear interpolation of multiple missing values. *Statistical Inference for Stochastic Processes*, 25 (3), 471-483.
- Nadarajah, S. & Chu, J. (2017) On the inefficiency of Bitcoin. *Economic Letters*, 150, 6-9.
- Nguyen, T. T. & Gordon-Brown, L. N. (2012). Fuzzy numbers and MCDM methods for portfolio optimization. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, 6 (12), 1593-1605.
- Norazian, M. N., Shukri, Y. A., Azam, R. N. & Al Bakri, A. M. M. (2008). Estimation of missing values in air pollution data using single imputation techniques. *Science Asia*, 34 (3), 341-345.
- Opricovic, S. & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156 (2), 445-455.
- Platanakis, E. & Urquhart, A. (2020). Should investors include bitcoin in their portfolios? A portfolio theory approach. *The British Accounting Review*, 52 (4), 1-19.
- Pośpiech, E. (2021). Comparison of profits of effective portfolios with non-effective portfolios taking into account the fuzzy approach. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*. 150 (1), 199-212.
- Qarni, M.O. & Gulzar, S. (2021). Portfolio diversification benefits of alternative currency investment in Bitcoin and foreign exchange markets. *Financial Innovations*, 7 (17), 1-37.
- Raei, R. & Jahromi, M. (2012). Portfolio optimization using a hybrid of fuzzy ANP, VIKOR and TOPSIS. *Management Science Letters*, 2 (7), 2473-2484.
- Rudolf, K. O., Ajour El Zein, S. & Lansdowne, N. J. (2021). Bitcoin as an investment and hedge alternative. A DCC MGARCH model analysis. *Risks*, 9 (9), 154.
- Sachdeva, M., Lehal, R., Gupta, S. & Gupta, S. (2022). Influence of contextual factors on investment decision-making: A fuzzy-AHP approach. *Journal of Asia Business Studies*, 1-21.
- Shahzad, S. J. H., Bouri, E., Roubaud, D. & Kristoufek, L. (2020). Safe haven, hedge and diversification for G7 stock markets: Gold versus Bitcoin. *Economic Modelling*, 87, 212-224.
- Tiryaki, F. & Ahlatcioglu, B. (2009). Fuzzy portfolio selection using fuzzy analytic hierarchy process. *Information Sciences*, 179 (1-2), 53-69.
- Tiwari, A. K., Jana, R. K., Das, D. & Roubaud, D. (2018). Informational efficiency of Bitcoin-an extension. *Economic Letters*, 163, 106-109.
- Van Hoang, T. H., Lahiani, A. & Heller, D. (2016). Is gold a hedge against inflation? New evidence from a nonlinear ARDL approach. *Economic Modelling*, 54, 54-66.
- Virlics, A. (2013). Investment decision-making and risk. *Procedia Economics and Finance*, 6, 169-177.
- Yüncü, V. & Fidan, Ü. (2019). Integrating organizational reputation mechanism to decision-making processes: Facebook case. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 17 (34), 301-322.