



Araştırma Makalesi • Research Article

Portföy Optimizasyonuna Yönelik Ampirik Bir Karşılaştırma: Oyun Teorisi ve Modern Portföy Teorisi

An Empirical Comparison towards Portfolio Optimization: Game Theory vs. Modern Portfolio Theory

Volkan Acar^{a*}, Seyfettin Ünal^b

^a Yüksek Lisans Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme-Finans Ana Bilim Dalı, 43500, Kütahya/Türkiye. ORCID: 0000-0002-5036-860X

^b Prof. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, 43500, Kütahya/Türkiye. ORCID: 0000-0002-6248-4317

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 15 Nisan 2022
Düzeltilme tarihi: 28 Mayıs 2022
Kabul tarihi: 5 Haziran 2022

Anahtar Kelimeler:

Oyun Teorisi
Modern Portföy Teorisi
Portföy Optimizasyonu
Doğrusal Programlama
Kuadratik Programlama

ARTICLE INFO

Article history:

Received April 15, 2022
Received in revised form April 28, 2022
Accepted May 25, 2022

Keywords:

Game Theory
Modern Portfolio Theory
Portfolio Optimization
Linear Programming
Quadratic Programming

ÖZ

Portföy optimizasyonu gerçekleştirebilmek için menkul kıymetlerin ne zaman ve ne oranda portföye dâhil edilmesi gerektiğinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda kullanılan modellerden oyun teorisi, minimaks ilkesi ile en düşük risk seviyesinde gerçekleştirilecek en yüksek getirili portföyü oluşturmayı amaçlamaktadır. Modern portföy teorisi ise, verilen risk düzeyinde en yüksek getiriyi sunan ya da verilen getiri düzeyinde riski en düşük portföylere ulaşmayı hedeflemektedir. Çalışmada, Borsa İstanbul'da 2013-2021 yılları arasında kesintisiz her ay işlem gören, işlem hacmi en yüksek 200 hisse senedi kullanılarak, oyun teorisi minimaks ilkesi kapsamında 12 ayrı doğrusal programlama modeli ve modern portföy teorisi kapsamında 12 ayrı kuadratik programlama modeli çözülerek her ay için optimum portföylerin oluşturulması amaçlanmıştır. Her iki teori kapsamında ulaşılan portföylerin performansları, gerek kendi aralarında gerekse alternatif yatırım araçlarının getirisi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, geçmişe dönük analizde modern portföy teorisinin; geleceğe dönük uygulamada oyun teorisinin oluşturduğu portföylerin daha başarılı sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır.

ABSTRACT

In order to achieve portfolio optimization, it is necessary to determine when and to what extent securities should be included in the portfolio. As being a model carried out to realize this purpose, game theory aims to create the highest yielding portfolio that can occur at the given lowest risk level with the minimax principle. Modern portfolio theory, on the other hand, intends to create portfolios that provide the highest return at a certain risk level or the lowest risk at a certain level of return. In the study, it was aimed to create optimum portfolios for each month by solving 12 separate linear programming models within the scope of the game theory minimax principle and 12 separate quadratic programming models within the scope of modern portfolio theory. The analyses are performed on a data set of 200 stocks, which have had the highest trading volume and continuous trading every month between 2013 and 2021 in Borsa Istanbul. The performances of the portfolios derived from both theories compared with each other and also with alternative investment instruments' returns. The findings indicate that the portfolios offered by the modern portfolio theory have better ex-post results, whereas ex-ante returns of the portfolios suggested by the game theory are superior.

1. Giriş

Tasarruflarını yatırımlara dönüştürerek kazanç elde etmek isteyen ekonomik birimler yatırım aracı olarak menkul

kıymetleri tercih edebilmektedir. Menkul kıymetlere yatırım yapmak istendiğinde ise, düşük risk seviyesinde yüksek getiri amacı güdüldüğü görülmektedir. Bu amacın gerçekleştirilmesini sağlamak üzere geliştirilen modeller,

* Sorumlu yazar/Corresponding author.

volkan_acar@windowslive.com

riski azaltmak ve getiriye arttırmak için çeşitlendirme yöntemine başvurmuştur. Önceleri rastgele gerçekleştirilen çeşitlendirmelerin riski azaltmadığı görülmüş ve riski azaltabilmek için menkul kıymetlerin getirilerinin birbirleri ile ilişkilerinin incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Markowitz (1952) tarafından geliştirilen modern portföy teorisi ortalama-varyans prensibine dayanarak, hisse senetlerinin getirilerinin birbirleri ile ilişkilerini ölçmeye yarayan kovaryans katsayısını kullanarak portföyün riskini belirlemeyi amaçlamıştır. Böylelikle getirileri arasında ters yönlü ilişki bulunan hisse senetleri portföye dâhil edilerek sistematik olmayan risk azaltılacak ve portföyün getirisi arttırılabilecektir. Ters durumda da belirli bir getiri düzeyinde portföyün riskinin azaltılması mümkün görülmüştür. Modern portföy teorisi ile oluşturulan kuadratik programlama modellerinin, öncelikle Karush-Kuhn-Tucker şartlarına uyması gerekmektedir. Ardından modeller aktif kısıt kümesi metoduyla çözümlenerek; portföy optimizasyonu işlemi gerçekleştirilmektedir.

Oyun teorisi, rekabet halinde bulunan oyuncuların kararlarını diğer oyuncuların kararları ile etkileşimli olarak almasını sağlamak için geliştirilmiş matematiksel bir karar modelidir. Oyuncular, rakiplerinin olası hamlelerini göz önünde bulundurarak kendi optimum kararlarını vermeyi amaçlarlar. Bunun için tam stratejiler ya da karma stratejiler kullanılabilir. Eğer bir oyunda eyer noktası bulunuyorsa oyun tam stratejiler ile sonuçlandırılabilir, ancak oyunda eyer noktası yoksa ya da birden fazla eyer noktası bulunuyorsa oyun tam stratejiler ile sonlandırılmaz ve oyuncular stratejilerini belli bir olasılıkla karma stratejiler halinde oynarlar. Oyun teorisi ile portföy optimizasyonunda yatırımcının hangi hisse senedine ne oranda yatırım yapması gerektiğinin karma stratejiler ile belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda oluşturulan oyunlar doğrusal programlama modeline dönüştürülür ve minimaks ilkesi uygulanarak simpleks algoritması ile portföylerin optimizasyonu sağlanır (Avşarlıgil, 2017). Yürüten'e (2010) göre, oyun teorisi ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonu çalışmaları geleceğe dönük bir tahmin yapmayı değil geçmişe dönük bir analiz yapmayı amaçlamaktadır.

Çalışmada, 2013-2020 yılları arasında Borsa İstanbul'da her ay sürekli işlem gören işlem hacmi en yüksek 200 adet hisse senedi ile portföy optimizasyonu yapılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, oyun teorisi ile her ay için kurulan 12 ayrı doğrusal programlama modeli ve modern portföy teorisinde her ay için kurulan 12 ayrı kuadratik programlama modeli Microsoft Excel çözücü eklentisinde çözülecektir. Elde edilecek olan portföylerin performansları Sharpe oranı kullanılarak bu iki teori kapsamında ve alternatif yatırım araçlarının performansları kapsamında karşılaştırılacaktır. Buna ek olarak, elde edilen portföyler gelecek dönemde olduğu gibi kurularak performansları değerlendirilecektir. Çalışmada, literatürde bulunan sınırlılıklar genişletileceğinden elde edilecek bulgular ile önceki

çalışmaların sonuçlarının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Yanı sıra çalışmada seçilen örneklemin ana kütlelin yaklaşık olarak %40'ını temsil ettiği ve 9 yıllık bir süreli kapsadığı göz önünde bulundurulursa, çalışmanın, araştırma konusu üzerinde gerçekleştirilen en kapsamlı analizi içerdiği söylenebilir. Devam eden başlıkta ilgili literatüre yer verilerek bir sonraki başlıkta veri ve yöntem açıklanacaktır. Çalışma, analiz bulguları ve ardından gelecekteki çalışmalara yönelik önerilerle birlikte sonlandırılacaktır.

2. Literatür İncelemesi

Oyun teorisinde oyunlar tam veya karma stratejiler ile oynanabilmektedir. Denge noktasına ulaşılamayan ya da birden fazla denge durumu bulunan oyunlar için tam stratejilerin uygulanması söz konusu değildir. Böyle durumlarda oyuncular stratejilerini belli bir olasılıkla oynayarak bir strateji demeti oluştururlar (Evyapan, 2009). Yanı sıra oyuncuların rakiplerinde belirsizlik yaratmak amacıyla da karma stratejilere başvurdukları görülebilmektedir (Yılmaz, 2016). Karma stratejiler matematiksel olarak şu şekilde ifade edilir:

$$\sum_i = \Delta(S_i), \sigma_i \in \Delta(S_i), \sigma_i(s_i)$$

Karma stratejiler ile oynanan bir oyunda oyunun değeri beklenen fayda kavramıyla ifade edilmektedir. Bu kavram oyunun değerinin stratejilerin oynanma olasılıkları ile ödemeleri arasındaki ilişki ile hesapladığını açıklar. Oyunun beklenen değeri cebirsel olarak şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$U(\sigma) = Eu_i(\sigma) = \sum_{s \in S} \Pr(s) u_i(s) = \sum_{s \in S} \left(\prod_{j=1}^n \sigma_j(s_j) \right) u_i(s) \quad (2.1)$$

Oyun teorisi ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonu çalışmalarında karma stratejilerin oynanma frekansları ve oyunun değeri oyun teorisi yöntemleri ile hesaplanamamaktadır. Çünkü bu çalışmalarda oyuncuların ikiden fazla stratejiye sahip olduğu ve oyunun matrisinin küçültülemeyeceği oyunlar modellenmektedir. Bu durumda karma stratejilerin oynanma frekansları ve oyunun değeri, oyun doğrusal programlama modeline dönüştürülerek hesaplanabilir. Bir doğrusal programlama modelinde değişkenlerin oranları simpleks algoritması kullanılarak saptanabilir (Türkay, 2011). Algoritma iterasyon yöntemiyle, problemi tekrar tekrar çözerek, en iyi çözümler arasından en iyi çözümü hesaplamak için kullanılmaktadır. Portföy optimizasyonu çalışmalarında oyunlar genellikle $m \times n$ matrisli olduğundan simpleks algoritmasını hesaplamak oldukça zor olabilmektedir. Bu gibi durumlarda hem problemi çözebilmek hem de zaman tasarrufu sağlayabilmek için bilgisayar programları kullanılmaktadır. Kullanılan programlardan biri de Microsoft Excel çözücü eklentisidir (Yeşilyurt ve Alan, 2012). Eklenti ile çok büyük boyutlarda ve karmaşık problemler çok kısa sürede çözülebilmektedir.

Modern portföy teorisinde yatırımcının amacı, belirli bir riskle en fazla getiriye ya da belirli bir getiriye en düşük riskle sağlayan portföyü belirlemektir (Markowitz, 1952). Bu doğrultuda yatırım araçlarının birbirleri ile olan kovaryansları, ortalama getirileri, portföyün varyansı ve portföyün beklenen getirisi hesaplanmaktadır. Kovaryans katsayısı menkul kıymetlerin getirilerinin birbirleri ile ne ölçüde birlikte hareket ettiğini ölçmek için kullanılmaktadır. Ulaşılan sonucun matematiksel değeri bir anlam taşımamakta olup; yalnızca işareti yorumlanmaktadır. Pozitif kovaryans aynı yönde ilişkiyi, negatif kovaryans ise, ters yönlü ilişkiyi ifade etmektedir. Kovaryans hesaplaması şu şekilde gerçekleştirilmektedir:

$$\text{Cov}_{rA rB} = \frac{\sum_{i=1}^n [r_{Ai} - r_{Aort}] + (r_{Bi} - r_{Bort})}{n-1} \quad (2.2)$$

Menkul kıymetlerin ortalama getirilerini hesaplamak için yararlanılan eşitlik ise şu şekildedir:

$$r_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \quad (2.3)$$

Portföyün varyansı portföyde bulunan yatırım araçlarının birbirleri arasındaki kovaryansları ve ağırlıkları ile hesaplanmaktadır (Acar, 2019):

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^m w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m w_i w_k \text{cov}_{ik} \quad (2.4)$$

Portföyün beklenen getirisinin hesaplanmasında şu eşitlik kullanılmaktadır:

$$R = \sum_{i=1}^n X_i R_i \quad (2.5)$$

Sharpe oranı, William Forsyth Sharpe tarafından geliştirilen ve portföy performansında yaygın bir şekilde kullanılan matematiksel bir orandır. Oran, yatırımcıların katlandıkları bir birim riske karşı elde edilen getiri oranını göstermektedir. Sharpe oranı şu eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$\frac{E(R_M) - r_f}{\sigma_M} \quad (2.6)$$

Bir portföyün Sharpe oranının yüksek olması portföy yönetiminde başarı sağlandığı yönünde kabul görmektedir. Eğer birden fazla yatırım karşılaştırılıyorsa Sharpe oranı daha yüksek olan yatırım daha başarılı olarak kabul edilir (Özen, 2020).

Modern portföy teorisi, portföyün varyansını ve getirisini temel alarak optimum çeşitlendirme yapmak üzere geliştirilmiştir. Buna göre, yatırımcılar riske karşı tutumlarını dikkate alarak, kendi optimum portföylerini belirlemeyi amaçlarlar. Bunun için portföyde yer alacak

menkul kıymetlerin getirilerinin birbirleri ile olan ilişkilerinin mümkün olduğunca ters yönlü olması gerektiği düşünülmektedir. Bu doğrultuda, bazı hisse senetlerinin yaratacağı kayıp, başka hisse senetlerinden sağlanacak kazanç sayesinde dengelenerek, risk minimize edilmeye çalışılmaktadır. Optimum portföyü belirlemede alternatif bir yöntem olarak oyun teorisinin de kullanılabileceği öngörülmektedir. Oyun teorisinde, minimaks yaklaşımıyla portföy optimizasyonu yapılmasının amaçlandığı görülür. Minimaks, en büyük kayıplar içerisinde en küçüğünü, maksimin en küçük kazançlar arasından en büyüğünü belirlemeyi amaçlayan ilkeleri ifade etmektedir. Buradan hareketle, oyuncuların belirli bir kazancı garanti altına almaya ve belirli bir kaybı en aza indirmeye çalıştıkları çıkarımı yapılabilir. Bu bağlamda, Şikalo vd. (2021) yaptıkları çalışmalarında, modern portföy teorisini ve oyun teorisini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, modern portföy teorisinin kullanımının zor olduğunu ve varsayımların gerçekte karşılanmadığını ifade etmişlerdir. Bulgularında, oyun teorisinin minimaks ilkesi ile oluşturulan portföylerin modern portföy teorisi ile oluşturulan portföylerden daha başarılı olduğu ortaya konmuştur. Özellikle, riskten kaçınan yatırımcılar için oyun teorisinin portföy optimizasyonunda kullanışlı olabileceği önerilmiştir.

Bir başka çalışmada Acar (2019), BİST-100 endeksi, altın, Dolar, Euro, mevduat faizi ve Bitcoin yatırım araçlarından hangilerine ve ne oranda yatırım yapılması gerektiğini oyun teorisini kullanarak belirlemeyi amaçlamıştır. Çeyrek dönemlik yatırım ufkuyla oluşturulan portföylerin performansları, Sharpe oranı ve değişim katsayısı hesaplanarak ölçülmüştür. Çalışmada, yatırım araçlarına farklı dönemler için farklılaşan oranlarda yatırım yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Mevduat faizi risksiz bir seçenek olduğundan en başarılı portföy, mevduat faizinin %79 oranında dâhil edildiği 4. dönemdeki portföy olarak öne çıkmıştır. Yanı sıra, portföylere en düşük oranlarda dâhil edilmesi öngörülen Bitcoin için 3 dönemde yaklaşık %2 düzeyinde, 1 dönemde de ise yaklaşık %9 düzeyinde yatırım oranı belirlenmiştir. Araştırmada, oyun teorisinin gelecek tahmininde kullanılabileceği ve modern portföy teorisine alternatif olabileceği önerilmiştir.

İpek (2019) çalışmasında oyun teorisi ile portföy getirisini maksimize etmeyi, modern portföy teorisi ile de portföyün varyansını minimize etmeyi amaçlamıştır. Oyun teorisi ile gerçekleştirdiği portföy optimizasyonu sonucu elde edilen oyun değerlerini, modern portföy teorisinde beklenen getiriler olarak kullanmış; 2008-2017 verilerini analiz ederek, 2018 yılı için bir portföy oluşturmuştur. 2018 yılında oluşturduğu portföyün performansını BİST-30 endeksinde yer alan hisse senetlerine eşit yatırım yapılması durumu ve BİST-30 endeksine yatırım yapılması durumlarıyla karşılaştırarak ölçmüştür. Bulgularında, en başarılı portföyün hisse senetlerine eşit yatırım yapılması durumu olduğu, en başarısız portföyün ise modern portföy teorisi ile kurulan portföy olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın sonuçları dikkate alınarak, oyun teorisi ile hesaplanan portföy getirilerinin modern portföy teorisinde beklenen

getiri olarak kullanılamayacağı, bu doğrultuda portföy varyansının minimize işleminin gerçekleştirilemeyeceği çıkarımı yapılabilir.

İlgi çeken bir diğer sonuca Toprak (2019) gerçekleştirdiği çalışmasında ulaşmıştır. Çalışmada, 2015-2017 dönemlerinde aylık yatırım ufkuyula 10 farklı yatırım fonu ile analiz gerçekleştirilmiştir. İlgili dönemde oyun teorisi ve parçacık sürü optimizasyonu kullanılarak portföy optimizasyonu yapılmış ve ulaşılan sonuçlar 2018 yılı için tahmini bir yatırım olarak kullanılmıştır. Bulgulara göre, bir modelde başarı sağlayan yatırım fonu diğer modelde başarısız olabilmektedir. Parçacık sürü optimizasyonu ile ulaşılan portföylerin getirileri daha yüksekken; oyun teorisi ile ulaşılan portföylerin riskleri daha düşük gerçekleşmiştir. Araştırma sonuçlarında yatırımcılara düşük risk hedeflendiğinde oyun teorisinin kullanışlı olabileceği önerilmiştir.

Oyun teorisi ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonu çalışmalarında oyunlar genellikle yatırımcıdan ve borsayı temsil eden doğa oyuncusundan oluşan iki oyunculu ve sıfır toplamlı olarak modellenmektedir (Keskin, 2009). Yanı sıra, bazı çalışmalarda portföy yatırımı oyunları koalisyonlardan oluşan yatırımcıların, piyasaya karşı oynadığı oyun olarak da modellenmektedir (örneğin, bknz. Hee vd. 2020; Tataei vd. 2018; Avşarlıgil, 2017; Kocak 2014 ve Özkök, 2009).

Oyunun, yatırımcı koalisyonlarının piyasayı temsil eden doğaya karşı oynandığı bir şekilde modellendiği çalışmada Tataei vd. (2018) dikkat çekici bir sonuca ulaşmışlardır. Piyasaya karşı, riske karşı kayıtsız oyuncu, karşı oyuncu (piyasa yönünün aksine), riskten kaçan ve riski seven oyuncu olmak üzere koalisyonlar oluşturulmuştur. Veri seti 2006-2017 yılları aralığında belirlenmiş ve işbirlikçi oyunlar üzerinden oyun modellenerek, koalisyonlar için Shapley değeri ile elde edilecek kazançtan hangi koalisyonun ne oranda pay alması gerektiği araştırılmıştır. Bulguları arasında dikkat çekici olan, Sharpe oranı ve Treynor endeksi ile ölçülen oyun teorisi portföylerinin performansının pazar portföyünden daha başarılı olmasıdır.

Oyun teorisi ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonu çalışmalarında karma stratejilerin oynanma frekansları ve oyunun değeri genellikle klasik doğrusal programlama modeli kullanılarak hesaplanmaktadır. Gedikoğlu (2012) çalışmasında klasik doğrusal programlama modeli ile Konno-Yamazaki doğrusal programlama modellerini karşılaştırmıştır. 2001-2010 yılları arasındaki veriler kullanılarak sınai, hizmet, mali ve teknoloji endekslerinden hangilerine, hangi ayda, ne oranda yatırım yapılması gerektiği araştırılmıştır. Problem, hem klasik doğrusal programlama modeliyle hem de Konno-Yamazaki doğrusal programlama modeliyle çözülmüştür. Bulgularda, klasik doğrusal programlama modelinin daha başarılı sonuçlar verdiği ortaya konmuştur.

Oyun teorisi ile modern portföy teorisinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada Farias vd. (2004), Eylül 1999-Ağustos

2000, Ocak-Aralık 2001 ve Şubat 2002-Ocak 2003 dönemlerinde, Bovespa'dan seçilen 50 hisse senedi ile portföy optimizasyonu gerçekleştirmişlerdir. Ulaştıkları bulgular, oyun teorisi ile elde edilen portföylerin hem piyasadan hem de modern portföy teorisinden daha başarılı sonuçlar ürettiği sonucuna işaret etmektedir.

3. Yöntem

3.1. Araştırmanın Amacı

Oyun teorisi ile portföy optimizasyonu çalışmaları özellikle son yıllarda araştırmacılar tarafından ilgi duyulan bir konu haline gelmiştir. Genellikle doğaya karşı yatırımcının oynadığı sıfır toplamlı oyunlar olarak modellenmekle birlikte; bu çalışmalar farklı şekillerde, farklı yöntemler ve farklı veri setleri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda elde edilen bulgular, oyun teorisinin daha düşük riskli portföyler oluştururken, geleceğe dönük portföy optimizasyonunda başarılı olmadığı fakat modern portföy teorisine göre daha başarılı olduğu yönünde sonuçlar ortaya koymuştur. Şikalo vd. (2021) ile Farias vd. (2004) çalışmalarında oyun teorisinin modern portföy teorisine göre daha başarılı olduğunu, Acar (2019) ise yaptığı çalışmasında oyun teorisinin modern portföy teorisine bir alternatif olabileceğini gözlemlemiştir. Bu doğrultuda çalışmada oyun teorisi ve modern portföy teorisinin portföy oluşturmadaki performanslarının karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

3.2. Ana kütle ve Örneklem

Çalışmanın veri dönemi 2013-2021 yıllarını kapsamaktadır. Araştırma hipotezinin sınanmasında, Borsa İstanbul'da 2013-2021 yılları arasında her ay sürekli işlem gören, işlem hacmi en yüksek 200 hisse senedi kullanılacaktır. Söz konusu hisse senetleri şunlardır:

ACSEL, ADESE, AEFES, AFYON, AGHOL, AGYO, AKBNK, AKENR, AKFGY, AKGRT, AKSA, AKSEN, AKYHO, ALARK, ALBRK, ALGYO, ALKA, ALKIM, ANELE, ANHYT, ANSGR, ARCLK, ARSAN, ASEL, ASUZU, AVGYO, AVOD, AYEN, AYGAZ, BAGFS, BAKAB, BERA, BIMAS, BJKAS, BLCYT, BRISA, BSOKE, BUCIM, CEMAS, CEMTS, CIMS, CRDFA, DAGI, DARDL, DENGE, DERIM, DESA, DEVA, DGNMO, DMSAS, DOGUB, DOHOL, DZGYO, ECILC, EDIP, EGSER, EKGYO, EMKEL, ENKAI, EREGL, ERSU, ESCOM, EUHOL, FENER, FLAP, FRIGO, FROTO, GARAN, GEDIK, GENTS, GEREL, GLBMD, GLRYH, GLYHO, GOODY, GOZDE, GSDDE, GSDHO, GSRA, GUBRF, HALKB, HEKTS, HUBVC, HURGZ, ICBCT, IDEAS, IEYHO, IHEVA, IHGZT, IHLAS, IHLGM, IHYAY, INDES, INFO, INVEO, IPEKE, ISCTR, ISFIN, ISGSY, ISGYO, ISMEN, ISYAT, ITTFH, IZMDC, KARSN, KAPLM, KAREL, KARTN, KATMR, KERVT, KCHOL, KLGYO, KNFRT, KORDS, KOZAA, KOZAL, KRDMA, KRDMB, KRDM, KRSTL, KRTEK, KUTPO, KUYAS, LOGO, MAKTK, MARTI, MEGAP, MEPET, MERKO, METRO, METUR, MGROS, MIPAZ, MNDRS,

kovaryanslarla birlikte, 12 adet portföyün varyansları hesaplanarak; modellerin çözümü Microsoft Excel çözücü eklentisi ile gerçekleştirilecektir. Teorilerin portföy performansları, birbirleri ve alternatif yatırım araçlarıyla Sharpe oranı kullanılarak karşılaştırılacaktır. Sharpe oranı, eşitlik 2.6 kullanılarak hesaplanacaktır. Bunu takiben, 2013-2021 verileri ile oluşturulan portföylerden Ocak ve Şubat ayının portföyleri, 2022 yılı Ocak ve Şubat ayları için kurulup; getiri oranları hem iki teorik portföy arasında hem de alternatif yatırım araçlarıyla karşılaştırılarak analiz tamamlanacaktır.

3.4. Araştırmanın Hipotezleri

Mevcut literatür bulguları doğrultusunda, araştırmada sınanmak istenen hipotez şu şekildedir:

H1: Portföy optimizasyonunda oyun teorisi modern portföy teorisinden daha başarılıdır.

4. Bulgular

Çalışmada, oyun teorisi için yatırımcı ve piyasa arasında iki kişili sıfır toplamlı bir oyun modellenmiş, minimaks yöntemi ile portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Modern portföy teorisi içinse, hisse senetlerine eşit yatırım yapılması durumunda elde edilecek getiriden daha fazla getiri elde edilmesi kısıtı eklenerek, portföy varyansının minimizasyonu amaçlanmıştır. Ayrıca, getirinin negatif olduğu aylarda getirinin sıfır veya sıfıra eşit olması kısıtı eklenmiştir. Elde edilen portföylerin performansları incelendiğinde, modern portföy teorisinin geçmişe dönük; oyun teorisinin ise geleceğe dönük portföy optimizasyonunda daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Yani sıra, modern portföy teorisi ile yapılan hesaplamalar oyun teorisine göre çok daha kompleks ve zaman alıcı olmakla birlikte; oyun teorisi, çeşitlendirmeyi daha dengeli oluşturmuş ve modern portföy teorisinin minimize ettiği risk, gelecekte geçmişteki gibi düşük oranlarda gerçekleşmemiştir. Modern portföy teorisi ile oluşturulan portföylerin riskleri ve beklenen getirileri tablo 1'de görüldüğü gibidir.

Tablo 1. Modern Portföy Teorisi Portföylerinin Standart Sapmaları ve Beklenen Getiri Oranları

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Risk	0,00023%	0,00029%	0,00006%	0,00014%	0,00006%	0,00024%
Ortalama Getiri	5,75%	0,22%	-0,63%	5,19%	0,12%	1,79%
Beklenen Getiri	7,41%	4,33%	0,12%	5,53%	3,08%	2,56%
Aylar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Risk	0,00015%	0,00024%	0,00002%	0,00021%	0,00011%	0,58855%
Ortalama Getiri	3,37%	-1,80%	4,83%	3,51%	4,75%	3,79%
Beklenen Getiri	3,37%	1,10%	4,83%	5,80%	5,77%	3,79%

Tabloda görüldüğü üzere, portföylerin riskleri sıfıra hayli yakın gerçekleşmiştir. Diğer 11 aydaki portföylerin riskleri yatırımcıları kayıtsız kılacak kadar düşük düzeyde iken, Aralık ayı en riskli portföy olarak ön plana çıkmıştır. Söz konusu riskin %1'den küçük olduğu dikkate alındığında, portföylerin tamamının oldukça düşük risklilikte olduğunu

söylemek mümkündür. Getiri oranlarına ilişkin bir değerlendirme yapıldığında, en yüksek beklenen getirinin Ocak ayında, en düşük beklenen getirinin ise Mart ayında gerçekleştiği görülmektedir. Modern portföy teorisi ile oluşturulan portföylerin performansları tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Modern Portföy Teorisi Portföylerinin ve Alternatif Yatırım Araçlarının Sharpe Oranları

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Portföyler	28.109	11.649	-13.041	32.323	35.094	6.377
BİST-100	0,38	-0,47	-0,19	0,30	-0,25	-0,21
Altın	0,59	-0,19	-1,05	-0,02	-0,31	-0,17
Dolar	0,14	0,08	0,28	0,17	0,22	-0,24
Euro	0,08	-0,25	0,22	0,55	0,10	-0,04
Aylar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Portföyler	15.348	235	186.423	23.145	44.331	4,69
BİST-100	-0,003	-0,76	0,11	0,14	0,33	0,16
Altın	0,10	0,10	-2,11	-0,56	-1,23	0,44
Dolar	0,06	0,42	0,12	0,05	0,27	0,01
Euro	0,19	0,42	-0,06	-0,08	0,22	0,24

Portföylerin Sharpe oranları incelendiğinde, 11 ayda alternatif yatırım araçlarına oranla açık bir başarı gözlemlenmektedir. Ancak Mart ayında oldukça yüksek bir oranda başarısızlık göze çarpmaktadır. Hatırlanacağı üzere, en düşük beklenen getiri yine Mart ayında hesaplanmıştı. Yanı sıra, söz konusu ayda gerek BİST-100 Endeksinin gerekse altının performansının da düşük olduğu

görülmektedir. 8 ayda hayli yüksek Sharpe oranlarına ulaşılmışken, Ağustos ve Aralık aylarında, söz konusu 8 aya kıyasla oldukça düşük oranlar elde edilmiştir. Modern portföy teorisi ile 2013-2021 analizleri sonucu elde edilen portföylerle, 2022 yılı Ocak ve Şubat aylarında gerçekleştirilen yatırımların ve alternatif yatırım araçlarının getiri oranları tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. 2022 Ocak ve Şubat Ayı Portföylerinin ve Yatırım Araçlarının Getiri Oranları

Getiriler	Portföy	BİST-100	Risksiz Faiz Oranı	Altın	Dolar	Euro	Enflasyon
Ocak	4,09%	7,84%	1,85%	-1,29%	-0,07%	-1,25%	11,10%
Şubat	-10,34%	-2,85%	1,63%	6,30%	4,03%	3,90%	4,81%

Hatırlanacağı üzere, Ocak portföyünde hesaplanan beklenen getiri oranı %7,41, Şubat portföyünde %4,33'tü. Gerçekleşen getiri oranları incelendiğinde, Ocak ayı için %3,32, Şubat ayı için %14,67 negatif yönde bir fark görülmektedir. Ayrıca, modern portföy teorisinin Ocak ayında oluşturduğu portföyün getirisi, pazar portföyünün getirisinden daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Şubat ayında gerçekleşen kaybın da, pazar portföyünün kaybindan oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

sağladığı durumda kayıp, kayıp getirdiği durumda da kazanç sağladıkları görülmektedir. Buna göre, altın, Dolar ve Euro'nun hisse senedi piyasasıyla ters yönlü bir ilişkide olduğu söylenebilir. Enflasyon oranları dikkate alındığında, Ocak ayında, hiçbir yatırım aracının enflasyona karşı koruma sağlayamadığı anlaşılmaktadır. Şubat ayında ise, altının enflasyonun üzerinde bir getiri sağladığı gözlemlenmektedir. Oyun teorisi kullanılarak elde edilen portföylerin risk ve beklenen getiri oranları tablo 4'te sunulmaktadır.

Alternatif yatırım araçlarının performansları ele alındığında, modern portföy teorisi ve pazar portföylerinin getiri

Tablo 4. Oyun Teorisi Portföylerinin Standart Sapmaları ve Beklenen Getiri Oranları

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Risk	1,15%	3,31%	0,0000001%	2,05%	0,0000001%	6,34%
Beklenen Getiri	14,52%	15,23%	8,77%	11,57%	7,70%	9,68%
Aylar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Risk	4,00%	3,22%	2,77%	0,00000003%	3,17%	10,48%
Beklenen Getiri	9,99%	8,02%	9,25%	12,76%	16,91%	14,85%

Tablo 4 incelendiğinde, diğer 9 aydaki standart sapmalar birbirine yakınsarken, Mart, Mayıs ve Ekim aylarındaki standart sapmaların ise, sıfıra oldukça yakın olduğu görülmektedir. Oyun teorisi ile gerçekleştirilen analizde yine Aralık ayı en riskli portföy olarak göze çarpmaktadır. Her iki teoride de bu bulguya ulaşılmış olması, Aralık ayının hisse senedi yatırımları için riskli bir dönem olduğu çıkarımını yapmayı mümkün kılmaktadır.

Oyun teorisi ile yürütülen analizde, en yüksek beklenen getiri oranı Kasım ayında, en düşük beklenen getiri oranı ise Mayıs ayında ortaya çıkmaktadır. İki teori ile ulaşılan bulguların bu konuda farklılaştığı dikkat çekmektedir. Genel olarak, oyun teorisi portföylerinin modern portföy teorisi portföylerine kıyasla daha yüksek riske ve beklenen getiri oranına sahip olduğu gözlemlenmektedir. Oyun teorisi ile oluşturulan portföylerin performansları tablo 5'te görüldüğü gibi gerçekleşmiştir.

Tablo 5: Oyun Teorisi Portföylerinin ve Alternatif Yatırım Araçlarının Sharpe Oranları

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Portföyler	11,88	4,33	101.216.749	5,18	89.298.915	1,37
BİST-100	0,38	-0,47	-0,19	0,30	-0,25	-0,21
Altın	0,59	-0,19	-1,05	-0,02	-0,31	-0,17
Dolar	0,14	0,08	0,28	0,17	0,22	-0,24
Euro	0,08	-0,25	0,22	0,55	0,10	-0,04
Aylar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Portföyler	2,25	2,17	2,95	372.657.376	5,02	1,32
BİST-100	0,00	-0,76	0,11	0,14	0,33	0,16
Altın	0,10	0,10	-2,11	-0,56	-1,23	0,44
Dolar	0,06	0,42	0,12	0,05	0,27	0,01
Euro	0,19	0,42	-0,06	-0,08	0,22	0,24



Tablo 5 incelendiğinde, Mart, Mayıs ve Ekim aylarında oluşturulan portföylerin Sharpe oranlarının hayli dikkat çekici düzeyde olduğu görülmektedir. Bu portföylerin oranlarının diğer aylardan oldukça farklı olmasının nedeni, tablo 4'te de görüleceği üzere, oldukça düşük standart sapmalara sahip olmalarıdır. Portföylerin Sharpe oranları hiçbir ayda negatif olmamış ve alternatif yatırım araçlarından daha düşük gerçekleşmemiştir. En düşük

Sharpe oranı ise, Aralık portföyünde görülmektedir. Hatırlanacağı üzere, Aralık ayında oluşturulan portföy en yüksek standart sapmaya sahiptir. Aynı ayda en yüksek performansı alternatif yatırım araçlarından altının gösterdiği görülmektedir. Oyun teorisi ile 2013-2021 analizleri sonucu optimize edilen portföylerle 2022 yılı Ocak ve Şubat aylarında gerçekleştirilen yatırımların ve alternatif yatırım araçlarının getiri oranları tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Oyun Teorisi Ocak-Şubat Ayı Portföylerinin ve Alternatif Yatırım Araçlarının 2022 Yılı Getiri Oranları

Getiriler	Portföy	BİST-100	Risksiz Faiz Oranı	Altın	Dolar	Euro	Enflasyon
Ocak	9,67%	7,84%	1,85%	-1,29%	-0,07%	-1,25%	11,10%
Şubat	-0,88%	-2,85%	1,63%	6,30%	4,03%	3,90%	4,81%

Oyun teorisi ile Ocak ayında oluşturulan portföyün beklenen getirisinin %14,52 olduğu dikkate alındığında, sapma oranının %4,85; Şubat ayının beklenen getirisi olan %15,23'e göre, sapmanın %16,11 düzeyinde gerçekleştiği görülmektedir. Modern portföy teorisi ile karşılaştırıldığında oyun teorisi Ocak ayında %5,58 daha yüksek bir getiri, Şubat ayında ise %9,46 daha düşük bir kayıp oranı sunmuştur. Modern portföy teorisinin aksine, oyun teorisi ile oluşturulan portföyün Ocak ayında pazar portföyünden daha yüksek bir kazanç sağladığı görülmektedir. Şubat ayında ise, modern portföy teorisinin aksine pazar portföyünden çok daha düşük bir kayıp gerçekleşmiştir.

Alternatif yatırım araçlarının hisse senetleri ile olan ters yönlü ilişkisi, tablo 6'da gözlemlenebilmektedir. Ancak

oyun teorisinin, modern portföy teorisinde de olduğu gibi, enflasyonun üzerinde bir getiri sağlayamadığı söylenebilir. Her iki teori ile oluşturulan portföylerin ve altın hariç diğer alternatif yatırım araçlarının Ocak ve Şubat aylarında yatırımcılarını enflasyondan koruyamadığı görülmektedir. Yanı sıra, daha önce belirtildiği üzere, altın yalnızca Şubat ayında enflasyonun üzerinde bir getiri sağlayabilmiştir. Analizlerde ulaşılan bulgulara dayanarak, yatırımcıların enflasyon karşısında reel getiri elde etmekte zorlandığı çıkarımında bulunulabilir. Her iki teori ile optimize edilen portföylerin Şubat ayında kazanç sağlayamadıkları göz önünde bulundurulduğunda, bu ayda kazanç sağlayan endeksler ve hisse senetleri dikkat çekmektedir. Şubat ayında kazandıran endeksler ve hisse senetleri tablo 7 ve 8 ile açıklanacaktır.

Tablo 7. 2022 Şubat Ayında Kazandıran Endeksler

Basit Metaller	Kimyasal, Petrol & Plastik	Metal Ürünleri & Makineler	Odun, Kâğıt & Baskı	Telekomünikasyon
7,46%	0,84%	1,25%	0,54%	6,61%

Şubat ayında, tablo 7 dışında kalan diğer endekslerde ortalama %4 ile %9 arasında düşüş yaşandığı gözlemlenmiştir. Böyle bir durumda tabloda yer alan endeksler ve getiri oranları dikkat çekicidir. Diğer endeksler arasında en çok düşüş yaşayanların; %17 kayıp yaşayan inşaat ve sigorta endeksleri ve %15'lik kayıp ile spor

endeksinin olduğu gözlemlenmiştir. Yanı sıra, Şubat ayında GSRAY, FENER ve BJKAS hisse senetlerinin düşüşü dikkat çekmektedir. Ayrıca, sanai, turizm ve banka dışı likit endekslerinin getiri oranlarının %0 düzeyinde olduğu da gözlemler arasındadır.

* Sorumlu yazar/Corresponding author.

volkan_acar@windowslive.com

**Tablo 8.** 2022 Şubat Ayında Kazandıran Hisse Senetleri ve Getiri Oranları

Hisse	ACSEL	AKSA	DENGE	EDIP	EREGL	INFO
Getiri	13,24%	12,17%	19,57%	13,45%	13,93%	11,97%
Hisse	MIPAZ	RALYH	SAMAT	TRCAS	ARCLK	ASELS
Getiri	28,69%	11,58%	18,47%	15,65%	7,58%	2,96%
Hisse	ARCLK	ASELS	BIMAS	FROTO	GOODY	GSDHO
Getiri	7,58%	2,96%	3,91%	8,71%	1,52%	0,76%
Hisse	INVEO	LOGO	NTHOL	TCELL	TOASO	VAKKO
Getiri	3,90%	1,68%	3,92%	9,79%	0,82%	5,92%

2022 Şubat ayında piyasanın ve birçok hisse senedinin aksine %10'dan fazla getiri sağlayan hisse senetleri ve endeksleri şu şekilde özetlenebilir:

- ACSEL: Bir selüloz üretim şirkettir. *Kimyasal, Petrol & Plastik, Sınai*
- AKSA: Akrilik elyaf üreticisidir. *Kimyasal, Petrol & Plastik, Sınai*
- DENGE: Yatırım holding şirkettir. Tekstil, finansal hizmetler ve bankacılık alanlarında hizmet vermektedir. *Finansallar, Holding ve Yatırımlar*
- EDIP: Konut ve ticari gayrimenkullerin pazarlama, operasyon ve organizasyon hizmetleri sunmaktadır. *İnşaat, Hizmet*
- EREGL: Demir ve haddelenmiş çelik, alaşımlı ve alaşımsız demir, demir döküm, döküm ve preslenmiş ürünler, kok ve yan ürünleri üreticisidir. *Sınai, Basit metaller, Banka dışı likit 10*
- INFO: Menkul kıymetler aracılığı hizmetleri sunmaktadır. *Aracı kurumlar, Finansallar*
- MIPAZ: Ulaştırma ekipmanı ve taşıtları, gayrimenkul ve tüketim ürünlerini hem iç hem dış piyasalarda pazarlama hizmetleri vermektedir. *Hizmet, Toptan satış ve perakende ticaret*
- RALYH: Erkek ve kadın giyiminde kullanılan pamuklu kumaşların ve boyalı ipliklerin üretim ve pazarlamasını yapmaktadır. *Finansallar, Holding ve Yatırımlar*
- SAMAT: Matbaacılık sektöründe hizmet vermektedir. *Sınai, Odun, kâğıt ve baskı*
- TRCAS: Petrol ve enerji sektöründe iştirakleri olan bir enerji yatırımı holding şirkettir. *Finansallar, Holding ve Yatırımlar*

Şubat ayında birçok endeksin değişen oranlarda kayıp yaşadığı göz önüne alındığında, %10 ve üzeri bir oranda

getiri sağlayan hisse senetlerinin ve endekslerinin kayda değer olduğu söylenebilir. Söz konusu 10 hisse senedinin bulunduğu endekslerden 4 tanesi finansallar, 4 tanesi sınai ve 3 tanesi de holding ve yatırımlardır.

5. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada oyun teorisi minimaks ilkesi ve modern portföy teorisi ortalama-varyans modeli kullanılarak portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiş, bu iki teorenin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu doğrultuda 2013-2021 yıllarının verileri analiz edilerek her ay için iki teori ile 24 ayrı portföy oluşturulmuştur. Oluşturulan portföylerin görece performansları incelenmiş ve araştırma hipotezinin geçerli olduğu gözlemlenmiştir. Analiz bulgularında, modern portföy teorisinin geçmişe dönük, oyun teorisinin ise geleceğe dönük portföy optimizasyonunda başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yanı sıra, oyun teorisinin modern portföy teorisine kıyasla daha etkin bulunduğunu söylemek mümkündür.

Portföylere ilişkin bulgular incelendiğinde, her iki teorenin sonuçları da Aralık ayının hisse senedi yatırımları için riskli bir dönem olduğunu ortaya koymaktadır. Mart ayında, altın ve BİST-100 Endeksinin Sharpe oranlarının negatif, Dolar ve Euro'nun ise pozitif olduğu görülmektedir. Şubat ayında, Dolar için oldukça düşük; altın, Euro ve BİST-100 Endeksi içinse negatif Sharpe oranları gözlemlenmektedir. Haziran ayında, alternatif yatırım araçlarının tamamı negatif Sharpe oranına sahiptir. Bulguların işaret ettiği bir diğer dikkat çekici sonuç ise altın, Dolar ve Euro'nun getirilerinin hisse senedi piyasasıyla olan ters yönlü ilişkisidir. Gerek

* Sorumlu yazar/Corresponding author.

volkan_acar@windowslive.com

oluşturulan portföylerin gerekse alternatif yatırım araçlarının tamamının yatırımcısını enflasyona karşı koruyamadığı gözlemlenmiştir.

Yaptıkları çalışmalarında Tataei vd. (2018), oyun teorisi ile optimize edilen portföylerin pazar portföyünden daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmada, söz konusu bulguyu destekleyen bir sonuca ulaşılmıştır. Modern portföy teorisi ile oluşturulan portföyün 2022 Ocak ayında sağladığı getiri, pazar portföyünün getirisinden oldukça düşük gerçekleşirken; oyun teorisi ile oluşturulan portföyün getirisini pazar portföyünün getirisinden daha yüksek bir oranda gerçekleştirmiştir.

Şikalı vd. (2021) çalışmalarında oyun teorisi minimaks yönteminin, modern portföy teorisi ortalama-varyans modelinden daha başarılı olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Çalışmada, araştırmacıların bu sonucu ile örtüşen bulgulara ulaşılmıştır. Her ne kadar modern portföy teorisi geçmişe dönük analizde başarılı olmuşsa da 2022 yılında gerçekleştirilen yatırımların sonuçları oyun teorisinin daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak araştırmacılar özellikle riskten kaçınan yatırımcılar için oyun teorisini önermişlerse de geçmişe dönük analizin sonuçları incelendiğinde; modern portföy teorisi ile oluşturulan portföylerin riski oyun teorisine kıyasla daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Çalışma bulguları, bu noktada diğer araştırmacıların bulgularından farklılaşmaktadır. Diğer taraftan, çalışmada diğer araştırmacıların da belirttiği gibi, modern portföy teorisinin kullanım zorlukları ile varsayımlarının karşılanma güçlüğü de gözlemler arasında yer almaktadır. Farias vd. (2004) gerçekleştirdikleri çalışmalarında, oyun teorisi minimaks yönteminin modern portföy teorisi ortalama-varyans modelinden ve pazar portföyünden daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Çalışmanın bulguları, söz konusu araştırmacıların ulaştıkları ile de örtüşmektedir. Çalışmasında, Acar (2019) oyun teorisinin geleceğe dönük portföy optimizasyonunda kullanılabilirliğini ve modern portföy teorisine alternatif olabileceğini belirtmiştir. Araştırma bulguları, söz konusu çalışmanın sonucunu destekler niteliktedir. Her iki teorisinin portföy performansları incelendiğinde ise, oyun teorisinin modern portföy teorisine göre daha yüksek risk ve daha yüksek getiri oranına sahip portföyler oluşturduğu söylenebilir.

Şubat ayında her iki teori ile elde edilen portföylerin ve pazar portföyünün getiri sağlayamadığı göz önünde bulundurulduğunda, söz konusu ayda kazanç sağlayan hisse senetleri ve endeksler önem arz edecektir. Şubat ayında en çok kazandıran hisse senetlerinin endeksleri incelendiğinde finansalların 4, sınınin 4, holding ve yatırımların ise 3 hisse senedi ile yer aldığı görülmektedir. Bu ayda kazandıran hisse senetlerinin ve endekslerin piyasa ile ters yönlü ilişkide bulunduğu düşünülürse, portföy yatırımlarında yer almalarının bir avantaj sağlayabileceği öngörülebilir.

Hisse senedi piyasası her ne kadar Ocak ayında yeni yıla yükselişlerle başlamışsa da Şubat ayında meydana gelen Rusya-Ukrayna savaşı piyasayı olumsuz yönde etkilemiş ve

yüksek oranlarda düşüşler meydana gelmiştir. Bu durum modern portföy teorisi ve oyun teorisi ile oluşturulan portföylerin Şubat ayındaki başarılarının keskin düşüşüne neden olarak gösterilebilir. Gelecek aylarda özellikle oyun teorisi ile ulaşılan portföylerin performansının, Ocak ayında olduğu gibi tekrar yükseleceği öngörülmektedir.

Çalışmada, veri seti 200 hisse senedi ve 2013-2021 dönemi ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca, yatırımlar aylık olarak planlanmıştır. Ancak literatürdeki geçmiş çalışmaların sınırlılıkları dikkate alındığında, söz konusu sınırlılıkların bu çalışmada geliştirildiği ifade edilebilir. Bu sınırlılıklar göz önünde bulundurularak, gelecekteki çalışmalarda araştırmanın günlük yatırım ufkuyla gerçekleştirilmesi önerilebilir. Yanı sıra oyun farklı bir şekilde modellenebilir. Örneğin, yatırımcı-piyasa yerine yatırımcı-yatırımcı oyunları modellenebilir; oyun teorisi farklı modeller ile karşılaştırılabilir ve hisse senetlerine ek olarak, farklı yatırım araçları da portföylere dâhil edilebilir.

Kaynakça

- Acar, E. (2019). Oyun Teorisi ile Bireysel Yatırım Kararı: Minimax Yaklaşımıyla Portföy Optimizasyonu. *International Social Sciences Studies Journal*, 5(34), 2286-2297. <http://dx.doi.org/10.26449/sss.1466>.
- Altan, S. (1998). *Oyun Teorisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Avşarlıgil, N. (2017). *Portföy Seçiminde Oyun Teorisi ve Alternatif Çözüm Yaklaşımları Üzerine Bir Model Önerisi*. Doktora Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çetin, Y. C. (2007). Markowitz Kuadratik Programlama ile Optimal Portföy Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 63-81. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/194837>.
- Evyapan, B. (2009). *Oyun Teorisi ve İMKB'de Sektörel Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Farias, C. A., Vieira, V. da C. & Santos, M. L. dos. (2004). Teoria dos jogos e seleção de portfólio: Uma proposta de adaptação ao modelo minimax e aplicação ao mercado acionário Brasileiro. *Revista De Economia E Agronegócio*. 2(1), 65-92. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/6689888.pdf>.
- Gedikoğlu, Z.A. (2012). *İMKB'de Sektörel Yatırımın Oyun Teorisi ile Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hee, P. C., vd. (2020). Cooperative Game Theory Approach for Portfolio Sectoral Selection Before and After Malaysia General Elections: GE13 Versus GE14. *Saudi Journal of Economics and Finance*. 4(8), 390-399. <https://doi.org/10.36348/sjef.2020.v04i08.003>.
- İpek, A. (2019). *Oyun Teorisine Dayalı Markowitz Portföy Optimizasyonu: BİST 30 Üzerine Bir Uygulama*. Yüksek

Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Keskin, H. İ. (2009). *Oyun Kuramının Ekonomide Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kocak, H. (2014). Canonical Coalition Game Theory for Optimal Portfolio Selection. *Asian Economic and Financial Review*, 4(9), 1254-1259. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265178312_Canonical_Coalition_Game_Theory_For_Optimal_Porfolio_Selection
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. <https://doi.org/10.2307/2975974>.
- Özen, E. (Ed.). (2020). *Modern Portföy Yönetimi*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Özkök, B. (2009). *Doğaya Karşı Oynayan Oyuncuların Ortaklıklarla Ödemelerini Arttırmaları ve Portföy Seçimi Problemine Bir Uygulama*. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Šikalo, M., Arnaut-Berilo, A., & Zaimović, A. (2021). Portfolio Selection: A Game Theory Based Model for Superior Performance. In *Proceedings of FEB Zagreb International Odyssey Conference on Economics and Business*, 3(1), 752-768). <https://doi.org/10.3390/ijfs10010020>.
- Tataei, P., Roudposhti, F. R., Nikoumaram, H. & Hafezolkotob, A. (2018). Outperforming The Market Portfolio Using Coalitional Game Theory Approach. *Dama International Journal of Researchers*. 3(05), 145-155. Retrieved from <https://damaacademia.com/dasjr/wp-content/uploads/2019/03/DIJR-5-010.pdf>.
- Toprak, S. (2019). *Oyun Teorisi ve Parçacık Sürü Optimizasyonu Kullanılarak Yatırım Fonu Getirilerinin Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Türkay, M. (2011). Optimizasyon Modelleri ve Çözüm Metotları. Erişim adresi <http://home.ku.edu.tr/~mturkay/indr501/Optimizasyon.pdf>.
- Yeşilyurt, C. & Alan, M. A. (2012). Doğrusal Programlamada Kullanılan Simpleks Yöntemin Excel ile Çözümü. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(8), 1333-1344. https://doi.org/10.9761/jasss_409.
- Yılmaz, E. (2016). *Oyun Teorisi*, (3. Baskı). İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Yürüten, S. (2010). *Sfır Toplamlı İki Kişili Oyun Modeli Yaklaşımı ile Finansal Piyasaların İncelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

<https://hmb.gov.tr>, Erişim tarihi: 5-3-2022

<https://tr.investing.com>, Erişim tarihi: 3-3-2022